



تجزیه عاملی صفات زراعی و فیزیولوژیک ده رقم گندم نان در دو رژیم آبیاری

* مهناز علی‌محمدی^۱ و سیدعلی محمد میرمحمدی‌میبدی^۲

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان،

^۲ دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۳۰

چکیده

به منظور داشتن یک برنامه اصلاحی موفق، تعیین ارتباط بین صفات اهمیت زیادی دارد. این پژوهش به منظور ارزیابی روابط بین صفات زراعی و فیزیولوژیک و عملکرد دانه ۱۰ رقم گندم در تیمارهای رطوبتی معمول و تنش (به ترتیب آبیاری پس از ۷۰±۳ و ۱۳۰±۳ میلی‌متر تبخیر از تشت کلاس A) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان در سال ۸۴ اجرا گردید. ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی بین عملکرد دانه با شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله، محتوای نسبی آب، میزان کلروفیل a و مجموع میزان کلروفیل‌های a و b در هر دو شرایط مثبت و منفی دار و با سرعت از دست دادن آب منفی و معنی‌دار بود. همبستگی بین سطح برگ با وزن ویژه برگ در هر دو شرایط منفی و معنی‌دار بود. در شرایط تنش همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن پدانکل در مرحله سنبله‌دهی و تفاوت وزن پدانکل در مراحل سنبله‌دهی و رسیدگی با عملکرد دانه و محتوای نسبی آب مشاهده شد. نتایج تجزیه به عامل‌ها در شرایط تنش ۶ و در شرایط معمول ۷ عامل را معرفی نمود که به ترتیب ۹۴/۰ و ۹۴/۶ درصد از تنوع کل داده‌ها را توجیه نمودند. نتایج همبستگی‌های متعارف در شرایط معمول نشان داد که در اولین متغیر متعارف برای گروه صفات زراعی، روز تا سنبله‌دهی و وزن هزاردانه سهم بیشتری نسبت به سایر صفات داشتند. در بین صفات فیزیولوژیک وزن ویژه برگ و محتوای نسبی آب سهم به‌سزایی در اولین متغیر متعارف داشتند. نتایج همبستگی‌های متعارف در شرایط تنش نشان داد که اولین متغیر برای گروه صفات زراعی تحت تأثیر ارتفاع و روز تا سنبله‌دهی و برای مجموعه صفات فیزیولوژیک تحت تأثیر محتوای نسبی آب و وزن ویژه برگ بود.

واژه‌های کلیدی: گندم، تنش رطوبت، تجزیه به عامل‌ها، صفات زراعی، صفات فیزیولوژیک

* مسئول مکاتبه: alimohamadymahnaz@yahoo.com

مقدمه

گندم مهم‌ترین غله جهان است که از نظر خصوصیات مختلف فیزیولوژیک و زراعی از جمله تحمل به سرما و عکس‌العمل به طول روز و همچنین کیفیت منحصر به فرد دانه در تمام اقلیم‌های جهانی کشت و کار می‌شود (بلوم و همکاران، ۱۹۸۹).

خشکی نیز معمولاً به‌عنوان رایج‌ترین تنش غیرزنده که گیاهان زراعی با آن مواجه می‌شوند شناخته می‌شود. با توجه به کاهش بارندگی‌های سالانه و افزایش خشکی و دمای هوا، تولید ارقام متحمل و دارای پتانسیل عملکرد بالا برای اصلاح‌گران اهمیت بسیاری دارد (بلوم و همکاران، ۱۹۸۹). عملکرد دانه گندم، برآیند اثر ساده و اثر متقابل اجزاء عملکرد (تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه) و ویژگی‌های فیزیولوژیک با شرایط محیطی رشد گیاه و کارایی استفاده از عوامل محیطی مؤثر بر تولید و رقابت درون و برون گیاهی است (فلود و همکاران، ۱۹۹۵). یکی از روش‌های مؤثر برای استفاده به‌نژادگران در معرفی ژنوتیپ‌های پرمحصول گندم برای مناطق خشک، شناخت بهتر صفات فیزیولوژیک مانند میزان فتوسنتز، غلظت کلروفیل، کارایی انتقال مجدد مواد به دانه و شاخص برداشت می‌باشد. به موازات رشد دانه گندم، کربوهیدرات‌های محلول بیشتری از بافت‌های مختلف گیاه به سمت دانه حرکت می‌کنند. این حرکت از نظر مقدار و سهم آن در وزن دانه در شرایط خشکی از اهمیت خاصی برخوردار است. بنابراین توزیع مجدد کربوهیدرات‌هایی که قبل و بعد از گرده‌افشانی در اندام‌های رویشی ذخیره می‌شوند، یک عامل تعدیل‌کننده مهم برای تنظیم تغییرات عملکرد دانه گندم در شرایط بروز تنش در دوره پر شدن دانه به‌شمار می‌رود (فلود و همکاران، ۱۹۹۵). گیاهان در هنگام تنش خشکی با تغییراتی که در برخی از خصوصیات فیزیولوژیک خود ایجاد می‌کنند به تنش‌های محیطی پاسخ می‌دهند، یکی از پاسخ‌ها تجمع پرولین می‌باشد. برای تجمع پرولین در گیاه در هنگام تنش خشکی دلایل مختلفی ارائه شده است. برخی آن را به‌علت اثر تنظیمی اسید آسبسیک بر فرایندهای نوری در متابولیسم پرولین (صفرنژاد، ۲۰۰۴) و برخی آن را به‌دلیل وجود ترکیبات پرانرژی به‌دست آمده از فتوسنتز می‌دانند که سبب تحریک سنتز پرولین می‌شوند. صفرنژاد (۲۰۰۴) نشان داد که در اثر تنش‌های رطوبتی و شوری بر میزان اسیدهای آمینه افزوده می‌شود و افزایش اسید آمینه پرولین از سایرین بیش‌تر است.

گیاهان مقاوم به خشکی دارای خصوصیات مرفولوژیک و متابولیک خاصی می‌باشند که آن‌ها را قادر می‌سازد در شرایط کمبود آب مقدار بیش‌تری آب در بافت‌هایشان ذخیره سازند. مانیت و همکاران (۱۹۸۸) اختلاف معنی‌داری را برای ارقام گندم مورد مطالعه از نظر میزان نسبی آب برگ

گزارش کردند. برگ‌های قطع شده ژنوتیپ‌های گندم متحمل به خشکی در مقایسه با انواع حساس آن، با سرعت کم‌تری رطوبت خود را از دست می‌دهند. کلارک و مک‌گیج (۱۹۸۲) بیان کردند که بین وضعیت رطوبتی برگ‌های جدا شده و تحمل به خشکی و توانایی حفظ رطوبت برگ و عملکرد همبستگی بالایی وجود دارد. ویلسون و همکاران (۱۹۸۷) بیان کردند که وزن ویژه برگ با افزایش تیمار خشکی افزایش می‌یابد و می‌توان بیان کرد که یکی از دلایل افزایش شاخص کلروفیل افزایش وزن ویژه برگ و میزان کلروفیل در واحد سطح برگ است.

حفظ غلظت کلروفیل تحت تنش به ثبات فتوسنتز در این شرایط کمک می‌کند. در گیاهان زراعی گزارش‌هایی در رابطه با واکنش متفاوت کلروفیل به خشکی در ارقام حساس و مقاوم (زهاریو و همکاران، ۲۰۰۱) و یا تأثیر نداشتن تنش خشکی بر غلظت کلروفیل ارائه شده است (کاملی و لوسل، ۱۹۹۳).

لیلا و الخطیب (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای بر روی گندم برای بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد دانه تحت تأثیر تنش خشکی سه عامل پنهانی را معرفی کردند که $74/4\%$ درصد از تنوع کل داده‌ها را توجیه نمودند. اولین عامل تحت تأثیر تعداد سنبله در مترمربع، وزن صددانه، وزن دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک بود که $28/6\%$ درصد از تنوع داده‌ها را تبیین نمود. در عامل دوم ارتفاع گیاه، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله سهم بودند. این عامل $25/9\%$ درصد از تنوع کل داده‌ها را توجیه نمود. در سومین عامل قطر سنبله و شاخص برداشت سهم بیش‌تری داشتند. این عامل نیز $19/8\%$ درصد از تغییرات را تبیین نمود.

گل‌آبادی (۲۰۰۵) نیز با ارزیابی ۱۵ صفت زراعی، سه عامل پنهانی اصلی از طریق تجزیه به عامل‌ها شناسایی کرد که $93/9\%$ درصد از کل تنوع موجود را توجیه کردند. عامل اول تعداد روز تا سنبله‌دهی نامیده شد. در عامل دوم که عامل طولی نام‌گذاری شد، صفات طول سنبله، طول ریشک و طول میان‌گره بار عامل بالاتری داشتند. عامل سوم در ارتباط قوی با صفات تعداد سنبل‌چه، تعداد دانه در سنبله و متوسط تعداد پنجه در زمان رسیدگی بود و تحت عنوان اجزاء عملکرد نامیده شد.

با توجه به این‌که ایران در زمره مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا بوده و تولید گیاهان زراعی با کمبود آب مواجه می‌شود، هدف از اجرای این پژوهش بررسی روابط صفات مختلف در شرایط تنش و بدون تنش خشکی و شناسایی عوامل مؤثر در بهبود ژنتیکی عملکرد و مقاومت به تنش خشکی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب‌غربی اصفهان در منطقه لورک شهرستان نجف‌آباد (۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه طول شرقی و ۳۲

درجه و ۳۲ دقیقه عرض شمالی و ۱۶۳۰ متر ارتفاع از سطح دریا) اجرا گردید. آزمایش در قالب طرح کرت‌های یک‌بار خرد شده با ۳ تکرار در دو شرایط رطوبتی (معمول و تنش) و ده رقم گندم (ارقام: داراب ۲، خزر، مغان ۱، سبلان، پیشتاز، سرداری، روشن، امید، الوند و فلات) انجام شد. عامل اصلی را تیمارهای آبیاری و عامل فرعی را ارقام گندم تشکیل دادند. کاشت در ۲۷ آبان سال ۱۳۸۴ و به صورت دستی انجام شد. هر کرت شامل هشت ردیف کاشت به طول ۲ متر و فاصله ۲۰ سانتی‌متر بود. فاصله کرت‌های اصلی از یکدیگر ۳ متر و تراکم کاشت برای همه ارقام ۴۰۰ بذر در مترمربع بود. تمامی کرت‌های آزمایشی تا ابتدای مرحله سنبله رفتن به‌طور یکسان و هم‌زمان آبیاری شدند. تنش رطوبتی از اواخر فروردین سال ۱۳۸۵ به‌منظور اعمال تنش در مرحله رشد زایشی اعمال گردید. پس از آن برای تعیین زمان آبیاری روزانه مقدار تبخیر از تشت تبخیر کلاس A اندازه‌گیری شد و آبیاری پس از رسیدن مقدار تجمعی تبخیر به حد مورد نظر انجام شد.

صفات مورد بررسی شامل:

وزن هزاردانه: با شمارش و توزین ۱۰۰۰ دانه تصادفی از محصول هر کرت بر حسب گرم شمارش شد.
تعداد سنبله در مترمربع: تعداد سنبله‌ها در یک متر طولی از ردیف وسط شمارش گردید.
تعداد دانه در سنبله: متوسط تعداد دانه‌های موجود در سنبله‌های اصلی در ۱۰ سنبله در نظر گرفته شد.
عملکرد بیولوژیک: اندام‌های هوایی یک متر طولی از ردیف وسط پس از حذف اثر حاشیه برداشت شد و به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس توزین گردید.
عملکرد دانه: وزن دانه‌های برداشتی از کل کرت بعد از حذف اثر حاشیه بر حسب کیلوگرم در مترمربع اندازه‌گیری شد.

شاخص برداشت: از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک بر حسب درصد به‌دست آمد.

سهم توزیع مجدد مواد به دانه: مقدار و سهم مواد ذخیره شده قبل و بعد از گرده‌افشانی، براساس وزن خشک سنبله و ساقه و برگ ۳۰ بوته و روش پیشنهادی پاپاکوستا و گیاناس (۱۹۹۱) محاسبه شدند.

شاخص تحمل به تنش (STI): طبق فرمول زیر محاسبه شد (فرناندز، ۱۹۹۲):

$$1 - STI = Y_p \times Y_s / (Y_p)^2$$

در این فرمول Y_p و Y_s : به‌ترتیب عملکرد هر رقم در شرایط معمول و تنش رطوبتی و Y_p : میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط معمول می‌باشد.

محتوای نسبی آب برگ (RWC): این صفت با روش مانیت و همکاران (۱۹۸۸) اندازه‌گیری شد. سرعت از دست دادن آب از برگ قطع شده (RWL): این ویژگی طبق روش کلارک و مک‌گیچ (۱۹۸۲) اندازه‌گیری شد.

مقدار پرولین: مقدار پرولین در ۱۰ برگ پرچم در مرحله گرده‌افشانی براساس واکنش با معرف نین هیدرین و اسپکتروفتومتری تعیین شد (بیتز و همکاران، ۱۹۷۳).

سطح برگ پرچم: سطح ۳۰ برگ در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی به‌وسیله دوربین دیجیتال متصل به رایانه (مساحت‌سنج رایانه‌ای مدل HITACHI KP-CCSS1) بر حسب مترمربع اندازه‌گیری شد.

کلروفیل برگ: مقدار کلروفیل از ۸ برگ پرچم با دستگاه اسپکتروفتومتر در مرحله گرده‌افشانی اندازه‌گیری شد. جهت محاسبه غلظت کلروفیل از روش اشرف و همکاران (۱۹۹۴) استفاده شد.

روند تغییرات فلورسانس کلروفیل: این صفت توسط دستگاه فلورومتر در ۵ گیاه از هر رقم در مرحله گرده‌افشانی بر روی جوان‌ترین برگ کاملاً توسعه‌یافته و در ساعت ۱۱-۹/۵ انجام شد. در زمان اندازه‌گیری گیاهان در تیمار آبیاری معمول تحت تنش رطوبتی نبودند، ولی در تیمار دیگر تحت تنش قرار داشتند. در این ارتباط ویژگی‌های فلورسانس کمینه (F_0)، فلورسانس بیشینه (F_m)، فلورسانس متغیر (F_v) و ماکزیمم کارایی فلورسانس (F_v/F_m) مورد بررسی قرار گرفتند (یوشیکو و همکاران، ۲۰۰۴).

برای بررسی روابط بین صفات ضریب همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی براساس تخمین اجزای واریانس و کوواریانس بین صفات محاسبه گردیدند. تجزیه به عامل‌ها یکی از روش‌های تجزیه و تحلیل چندمتغیره آماری است که به‌وسیله آن می‌توان همبستگی بین تعداد زیادی از متغیرها را در قالب تعداد کم‌تری از عوامل مستقل توضیح داد. برای شناسایی عوامل پنهانی توجیه‌کننده تغییرات داده‌ها و نیز گروه‌بندی صفات از تجزیه به عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی استفاده شد و عوامل به‌دست آمده به روش وریماکس دوران داده شدند (جانسون و ویچرن، ۱۹۸۲). از تحلیل همبستگی‌های متعارف به‌منظور شناسایی رابطه بین دو مجموعه صفات زراعی و فیزیولوژیکی استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل همبستگی: در شرایط معمول رطوبتی بین ارتفاع در مرحله سنبله‌دهی با روز تا رسیدگی فیزیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت و در شرایط تنش این همبستگی

1- Relative Water Content

2- Rate of Water Loss

مثبت و بسیار معنی‌دار بود (جدول‌های ۱ و ۲). معمولاً ارتفاع ارقام زودرس، کم‌تر از ارقام دیررس بلندتر می‌باشد، بنابراین مشاهده همبستگی مثبت و معنی‌دار ارتفاع بوته با تعداد روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک منطقی است. گل‌آبادی و همکاران (۲۰۰۵) در گندم همبستگی ارتفاع بوته با روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی را مثبت و معنی‌دار گزارش کردند. همبستگی ژنتیکی بین ارتفاع و تعداد دانه در سنبله در هر دو شرایط منفی و بالا بود (جدول‌های ۱ و ۲). همبستگی بین تعداد دانه در سنبله با عملکرد دانه و شاخص برداشت در هر دو شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی مثبت و معنی‌دار بود (جدول‌های ۱ و ۲). نتایج مشابهی توسط گل‌آبادی و همکاران (۲۰۰۵) گزارش شده است.

همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی بین عملکرد دانه با شاخص برداشت در هر دو شرایط مثبت و معنی‌دار بود (جدول‌های ۱ و ۲). از آنجا که شاخص برداشت نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک است، افزایش شاخص برداشت در صورت کافی بودن اندام‌های فتوسنتزکننده منجر به افزایش عملکرد دانه می‌گردد، زیرا در پایان دوره رشد گیاه مقدار قابل‌توجهی از مواد فتوسنتزی ساخته شده در طول دوره رشد به دانه‌ها وارد می‌شوند. گل‌آبادی و همکاران (۲۰۰۵) با توجه به ارتباط بین عملکرد دانه و شاخص برداشت، آن را به‌عنوان معیاری برای گزینش لاین‌های با عملکرد بالا در گندم مطرح نموده‌اند.

همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین شاخص تحمل به تنش (STI) و عملکرد دانه در هر دو شرایط مشاهده شد (جدول‌های ۱ و ۲). از آنجا که شاخص STI معیار مناسبی برای تشخیص ژنوتیپ‌های متحمل به تنش رطوبتی است، بنابراین ارتباط مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با STI برای برنامه‌های به‌نژادی مطلوب خواهد بود. همبستگی مقدار پرولین با سطح برگ در شرایط تنش منفی و بالا بود (جدول ۴). با توجه به این‌که در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب سطح برگ کاهش پیدا می‌کند و میزان پرولین نیز در شرایط تنش افزایش می‌یابد، رابطه منفی بین پرولین با سطح برگ منطقی به‌نظر می‌رسد.

همبستگی مثبت و معنی‌داری در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی بین عملکرد دانه و محتوای نسبی آب مشاهده شد (جدول‌های ۱ و ۲). مانیت و همکاران (۱۹۸۸) بیان کردند که بین وضعیت رطوبتی برگ‌های جدا شده و تحمل به خشکی و توانایی حفظ رطوبت برگ و عملکرد دانه همبستگی بالایی وجود دارد. بنابراین ژنوتیپ‌هایی که دارای محتوای نسبی آب بالاتری باشند، تحمل به خشکی

بیش تر و عملکرد بیش تری دارند. همبستگی بین تعداد دانه در سنبله با سرعت از دست دادن آب از برگ قطع شده در هر دو شرایط منفی و معنی دار بود. از آنجا که عملکرد با تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی داری دارد و ارقام با RWL بالاتر دارای عملکرد کم تری می باشند، بنابراین همبستگی منفی بین تعداد دانه در سنبله با سرعت از دست دادن آب از برگ قطع شده منطقی می باشد. از طرفی بین عملکرد با سرعت از دست دادن آب از برگ قطع شده همبستگی منفی بالایی در هر دو شرایط وجود داشت (جدول های ۱ و ۲). این نتیجه نشان می دهد که ارقام با سرعت تلفات بالاتر دارای عملکرد پایین تر می باشند.

ارتباط بین سرعت تلفات رطوبتی در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی با STI منفی و بسیار معنی دار بود (جدول های ۱ و ۲). این نتایج دال بر رابطه منفی بین این صفت و واکنش در برابر خشکی بوده و ژنوتیپ های با درجه تحمل کم تر به تنش دارای سرعت تلفات رطوبتی بیش تری می باشند. بین سطح برگ و slw همبستگی منفی و معنی داری در هر دو شرایط وجود داشت (جدول های ۱ و ۲). در مطالعه ای بر روی کتان (ویلسون و همکاران، ۱۹۸۷) مشخص شد که اگرچه سطح برگ در شرایط تنش کاهش می یابد، اما وزن ویژه برگ افزایش پیدا می کند که علت آن ضخیم شدن برگ ها تحت شرایط تنش نسبت به معمول می باشد.

بین عملکرد دانه با کلروفیل a همبستگی مثبت و معنی داری در هر دو شرایط مشاهده شد (جدول های ۱ و ۲). در مطالعه زهاریوا و همکاران (۲۰۰۱) روی گندم وحشی همبستگی مثبت و معنی داری بین محتوای کلروفیل با عملکرد دانه مشاهده شد. کاهش غلظت کلروفیل در مراحل ابتدایی رشد گیاه به معنی کاهش پتانسیل تولید و کاهش ظرفیت ذخیره سازی می باشد که در مورد گیاهی مانند گندم این ذخیره سازی نقش مهمی در کاهش اثرات تنش خشکی بر پر شدن دانه دارد. در شرایط تنش همبستگی بین کلروفیل کل با شاخص تحمل به تنش مثبت و معنی دار بود (جدول های ۱ و ۲). طبق شاخص تحمل به تنش ارقام سبلان، سرداری و امید به عنوان ارقام حساس به تنش خشکی بودند و مجموع کلروفیل های a و b در آن ها نسبت به سایر ارقام کم تر بود. ارقام پیشناز و مغان به عنوان ارقام مقاوم بودند که مجموع کلروفیل آن ها بعد از رقم داراب بالاتر از بقیه ارقام بود. بنابراین در ارقام مقاوم مجموع کلروفیل های a و b به طور نسبی بالا بود.

جدول ۱- ضرایب همبستگی فنوتیپی (زیر قطر) و ژنتیکی (بالای قطر) بین صفات مختلف در شرایط معمول.

صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	
۱- وزن هزار دانه	۱	۰/۰۰	-۰/۲۰	-۰/۱۷	-۰/۳۰	-۰/۴۰	-۰/۴۰	-۰/۴۰	-۰/۴۰	-۰/۴۰	-۰/۴۰	-۰/۴۰	-۰/۴۰	-۰/۴۰	-۰/۴۰	-۰/۴۰	-۰/۴۰	-۰/۴۰	-۰/۴۰	-۰/۴۰
۲- تعداد سنبله	۰/۰۲	۱	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۰۰	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
۳- تعداد دانه در سنبله	-۰/۵۰	-۰/۱۰	۱	۰/۶۶	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴
۴- عملکرد بیولوژیک	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۱	۰/۳۵	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰
۵- شاخص پرواست	-۰/۱۰	-۰/۱۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۱	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶
۶- عملکرد دانه	-۰/۳۰	-۰/۱۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۱	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳
۷- محتوای نسبی آب (RWC)	-۰/۴۰	-۰/۱۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۱	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹
۸- پروتئین	۰/۳۶	-۰/۱۲	-۰/۱۵	-۰/۱۹	-۰/۱۹	-۰/۱۹	۰/۰۷	۱	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷
۹- سرعت از دست دادن آب از برگ	۰/۵۶	-۰/۴۳	-۰/۷۴	-۰/۳۰	-۰/۵۰	-۰/۷۰	-۰/۷۰	-۰/۷۰	۱	-۰/۷۰	-۰/۷۰	-۰/۷۰	-۰/۷۰	-۰/۷۰	-۰/۷۰	-۰/۷۰	-۰/۷۰	-۰/۷۰	-۰/۷۰	-۰/۷۰
۱۰- مساحت برگ	-۰/۳۰	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۴۳	۰/۱۳	۰/۳۴	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	۱	-۰/۹۶	-۰/۹۶	-۰/۹۶	-۰/۹۶	-۰/۹۶	-۰/۹۶	-۰/۹۶	-۰/۹۶	-۰/۹۶	-۰/۹۶
۱۱- وزن ویژه برگ (slw)	۰/۱۲	-۰/۴۰	۰/۰۹	-۰/۲۰	-۰/۱۰	-۰/۱۰	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱
۱۲- سهم توزیع مجدد	-۰/۴۰	۰/۴۰	-۰/۴۰	۰/۳۱	-۰/۳۰	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۱	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶
۱۳- وزن پدانکل در مرحله گیاهشناسی	۰/۵۵	-۰/۱۰	-۰/۴۰	-۰/۴۰	-۰/۳۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	۱	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰
۱۴- وزن پدانکل در مرحله رسیدگی	۰/۳۴	-۰/۰۳	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۳۰	-۰/۱۰	-۰/۱۰	-۰/۱۰	-۰/۱۰	-۰/۱۰	-۰/۱۰	-۰/۱۰	-۰/۱۰	۱	-۰/۱۰	-۰/۱۰	-۰/۱۰	-۰/۱۰	-۰/۱۰	-۰/۱۰
۱۵- تفاوت وزن پدانکل	۰/۳۵	-۰/۲۰	-۰/۳۰	-۰/۲۰	-۰/۳۱	-۰/۱۵	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	۱	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۰
۱۶- کلروفیل a	-۰/۷۰	۰/۲۰	۰/۶۴	۰/۶۶	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۱	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷
۱۷- کلروفیل b	-۰/۸۰	-۰/۱۰	-۰/۱۰	-۰/۳۱	-۰/۲۸	-۰/۲۸	-۰/۲۸	-۰/۲۸	-۰/۲۸	-۰/۲۸	-۰/۲۸	-۰/۲۸	-۰/۲۸	-۰/۲۸	-۰/۲۸	-۰/۲۸	۱	-۰/۲۸	-۰/۲۸	-۰/۲۸
۱۸- مجموع کلروفیل a و b	-۰/۱۸۰	-۰/۱۰	-۰/۳۵	-۰/۴۳	-۰/۵۸	-۰/۵۸	-۰/۵۸	-۰/۵۸	-۰/۵۸	-۰/۵۸	-۰/۵۸	-۰/۵۸	-۰/۵۸	-۰/۵۸	-۰/۵۸	-۰/۵۸	-۰/۵۸	۱	-۰/۵۸	-۰/۵۸
۱۹- شاخص تحمل به خشکی (STI)	-۰/۴۱	-۰/۰۹	۰/۸۰	۰/۳۵	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۱	۰/۸۳

ضرایب همبستگی فنوتیپی با قدرمطلق بیش‌تر از ۰/۳۳، در سطح احتمال ۵ درصد و بیش‌تر از ۰/۸۳، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۲- ضرایب همبستگی فنونیه (زیر قطر) و زنتیکی (بالای قطر) بین صفات مختلف در شرایط تنش رطوبتی.

صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	
۱- وزن هزارانه	۱																			
۲- تعداد سنبله	۰/۳۵	۱																		
۳- تعداد دانه در سنبله	۰/۲۱	۰/۲۰	۱																	
۴- عملکرد بیولوژیک	۰/۲۰	۰/۱۲	۰/۵۲	۱																
۵- شاخص برداشت	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۱															
۶- عملکرد دانه	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۱														
۷- محتوای نسبی آب (RWC)	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۱													
۸- پروتئین	۰/۵۰	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۱												
۹- سرعت از دست دادن آب از برگ قطع شده (RWL)	۰/۳۰	۰/۱۴	۰/۳۷	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۱											
۱۰- مساحت برگ	۰/۲۵	۰/۳۲	۰/۱۲	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۱										
۱۱- وزن ویژه برگ (SIW)	۰/۱۴	۰/۵۴	۰/۱۷	۰/۵۹	۰/۲۰	۰/۳۷	۰/۱۵	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۱									
۱۲- سهم توزیع مجدد	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۳۰	۰/۱۵	۰/۳۳	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۱								
۱۳- وزن پانکال در مرحله گردهشالی	۰/۲	۰/۳۱	۰/۵۰	۰/۳	۰/۲۹	۰/۶۵	۰/۳۰	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۱							
۱۴- وزن پانکال در مرحله رسیدگی	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۱						
۱۵- تفاوت وزن پانکال	۰/۴۰	۰/۲۰	۰/۵۶	۰/۲۸	۰/۳۴	۰/۶۱	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۱					
۱۶- کاروفیل a	۰/۲۲	۰/۱۶	۰/۴۰	۰/۵۰	۰/۴۵	۰/۶۶	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۱				
۱۷- کاروفیل b	۰/۲۱	۰/۴۰	۰/۲۶	۰/۳۸	۰/۳۳	۰/۶۲	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۱			
۱۸- مجموع کاروفیل a و b	۰/۲۲	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۴۷	۰/۴۴	۰/۶۴	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۱		
۱۹- شاخص حمل به خشکی (STI)	۰/۵۰	۰/۱۳	۰/۵۴	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۴۳	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۱	

ضرایب همبستگی فنونیه با قدرمطلق بیش تر از ۰/۳۳ در سطح احتمال ۵ درصد و بیش تر از ۰/۲۸ در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار می باشد.

همبستگی هایی که در جدول نیامده اند بالاتر از یک بوده اند.

تجزیه به عامل‌ها: نتایج تجزیه به عامل‌ها در شرایط معمول رطوبتی در جدول ۳ آمده است. این تجزیه منجر به شناسایی ۷ عامل پنهانی شد که در مجموع ۹۴/۶ درصد از تنوع بین داده‌ها را توجیه نمودند. در این شرایط عامل اول به شدت تحت تأثیر عملکرد دانه، محتوای نسبی آب و کلروفیل‌های a و b و مجموع کلروفیل‌های a و b در جهت مثبت و ارتفاع و وزن هزاردانه در جهت منفی بود. این عامل نشان‌دهنده ارتباط قوی بین عملکرد و محتوای نسبی و کلروفیل‌های a و b و مجموع کلروفیل‌های a و b می‌باشد. ضریب صفت ارتفاع در این عامل منفی بود که نشان‌دهنده همبستگی منفی بین عملکرد و ارتفاع است. در عامل دوم روز تا سنبله‌دهی و بلوغ فیزیولوژیک و وزن ویژه برگ در جهت مثبت و سطح برگ در جهت منفی نقش داشتند که بیانگر آن است که در شرایط بدون تنش رطوبتی گیاه زمان بیش‌تری را صرف رشد رویشی می‌کند و دیرتر به مرحله بلوغ فیزیولوژیک می‌رسد. در عامل سوم وزن هزاردانه و وزن پدانکل در مرحله رسیدگی در جهت منفی و فلورسانس کمینه، فلورسانس بیشینه و ماکزیمم کارایی فلورسانس در جهت مثبت سهم بودند.

نتایج تجزیه به عامل‌ها در شرایط تنش رطوبتی منجر به شناسایی ۶ عامل پنهانی شد که در مجموع ۹۴ درصد از تنوع کل داده‌ها را تبیین نمودند (جدول ۳). عامل اول به شدت تحت تأثیر سطح برگ، ارتفاع، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی، پرولین و وزن ویژه برگ در جهت مثبت بود. این صفات در شرایط بدون تنش در عامل دوم قرار داشتند، یعنی در شرایط معمول روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک از اهمیت بیش‌تری برخوردار بودند، زیرا در عامل اول سهم بیش‌تری داشتند. در عامل دوم وزن هزاردانه و نسبت کلروفیل a به b در جهت منفی و عملکرد دانه، محتوای نسبی آب، تفاوت وزن پدانکل و کلروفیل‌های a و b و مجموع کلروفیل‌های a و b در جهت مثبت سهم بودند. این صفات در شرایط معمول در عامل اول سهم بیش‌تری داشتند. از آنجا که عامل اول درصد بیش‌تری از تنوع را در مقایسه با عامل دوم توجیه می‌کند، تحت شرایط تنش آبی این صفات سهم کم‌تری در تغییرات داده‌ها داشتند. در عامل سوم تعداد دانه در سنبله در جهت منفی و فلورسانس بیشینه، ماکزیمم کارایی فلورسانس و عملکرد بیولوژیک در جهت مثبت مشارکت بیش‌تری داشتند. در شرایط بدون تنش سرعت از دست دادن آب در عامل اول قرار داشت که نشان‌دهنده این است که این صفت در شرایط معمول از نقش بیش‌تری در توجیه تغییرات داده‌ها برخوردار است. لیللا و الخطیب (۲۰۰۵) نیز در مطالعه‌ای بر روی گندم برای بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد دانه تحت تأثیر تنش خشکی سه عامل پنهانی را معرفی کردند ۷۴/۴ درصد از تنوع کل داده‌ها را توجیه نمودند.

جدول ۳- بار عامل های دوران یافته و واریانس های نسبی و تجمعی صفات زراعی و فیزیولوژیک تحت شرایط معمول و تنش رطوبتی.

صفات	شرایط معمول رطوبتی			شرایط تنش آبی		
	عامل ۱	عامل ۲	عامل ۳	عامل ۱	عامل ۲	عامل ۳
ارتفاع	-۰/۸۹	۰/۱۶	-۰/۰۹	۰/۵۸	-۰/۳۸	۰/۴۱
روز تا سنبله دهی	-۰/۲۹	۰/۸۹	۰/۰۷	۰/۹۵	۰/۰۱	۰/۰۰
رسیدگی فیزیولوژیک	-۰/۵۸	۰/۵۵	-۰/۱۰	۰/۹۳	-۰/۲۳	-۰/۰۷
وزن هزاردانه	-۰/۶۵	۰/۱۵	-۰/۵۷	۰/۱۵	-۰/۷۹	-۰/۰۶
تعداد سنبله	۰/۰۳	-۰/۲۴	۰/۱۶	-۰/۵۲	-۰/۴۶	-۰/۳۸
تعداد دانه در سنبله	۰/۵۸	۰/۳۵	۰/۰۹	-۰/۰۲	۰/۲۸	-۰/۸۳
عملکرد بیولوژیک	۰/۳۳	-۰/۱۹	-۰/۳۵	-۰/۵۵	۰/۳۲	۰/۶۹
شاخص برداشت	۰/۲۹	-۰/۰۱	۰/۱۴	-۰/۰۷	۰/۲۶	-۰/۳۶
عملکرد دانه	۰/۶۶	-۰/۱۴	-۰/۱۷	-۰/۲۸	۰/۵۷	-۰/۳۹
محتوای نسبی آب	۰/۷۷	۰/۱۴	-۰/۰۷	-۰/۱۱	۰/۷۵	-۰/۳۷
پرولین	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۶۹	-۰/۱۷	۰/۰۹
سرعت از دست دادن	-۰/۷۲	-۰/۲۴	-۰/۱۶	۰/۱۳	-۰/۳۴	۰/۳۱
مساحت برگ	۰/۱۱	-۰/۹۳	۰/۰۱	-۰/۹۶	۰/۰۹	۰/۱۱
وزن ویژه برگ	۰/۰۲	۰/۹۶	-۰/۰۵	۰/۹۲	۰/۰۶	۰/۱۰
سهم توزیع مجدد	۰/۲۹	۰/۰۱	۰/۴۴	۰/۰۲	-۰/۱۳	۰/۰۰
وزن پدانکل در مرحله گرده افشانی	-۰/۳۶	-۰/۵۰	-۰/۴۸	۰/۰۸	۰/۳۲	-۰/۱۸
وزن پدانکل در مرحله رسیدگی	-۰/۰۵	-۰/۶۱	-۰/۷۳	-۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۱
تفاوت وزن پدانکل	-۰/۴۵	۰/۱۰	۰/۲۹	۰/۲۸	۰/۶۲	-۰/۴۶
کلروفیل a	۰/۸۷	-۰/۲۶	۰/۰۴	-۰/۵۴	۰/۷۷	-۰/۰۳
کلروفیل b	۰/۷۳	-۰/۰۵	۰/۲۴	۰/۰۳	۰/۹۶	۰/۰۲
مجموع کلروفیل های a و b	۰/۹۱	-۰/۱۷	۰/۱۷	-۰/۲۸	۰/۹۳	-۰/۰۱
نسبت کلروفیل های a به b	۰/۲۱	-۰/۲۲	-۰/۱۶	-۰/۵۶	-۰/۶۹	۰/۰۶
فلورسانس کمینه (F_0)	۰/۳۳	۰/۱۲	۰/۶۶	-۰/۴۱	-۰/۲۹	۰/۰۷
فلورسانس بیشینه (F_m)	۰/۱۱	-۰/۰۹	۰/۹۴	-۰/۲۰	-۰/۲۰	۰/۸۰
ماکزیمم کارایی فلورسانس (F_v/F_m)	۰/۲۶	-۰/۰۸	۰/۸۰	۰/۲۴	۰/۰۴	۰/۸۹
واریانس ساده	۰/۳۱	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۳۲	۰/۲۳	۰/۱۴
واریانس تجمعی	۰/۳۱	۰/۴۹	۰/۶۴	۰/۳۲	۰/۵۵	۰/۶۹

تحلیل همبستگی‌های متعارف: تحلیل متغیرها و همبستگی‌های متعارف به شناخت و رابطه بین دو مجموعه از متغیرها می‌پردازد. در این روش برای هر مجموعه از متغیرها چند ترکیب خطی به دست می‌آیند می‌شوند، به طوری که همبستگی بین اولین جفت از آن‌ها حداکثر باشد. همبستگی‌های بین سایر جفت متغیرها در مرتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. ترکیب‌های خطی هر مجموعه مستقل از هم می‌باشند و بین ترکیب‌های ناجفت نیز همبستگی وجود ندارد. در این بخش از بررسی، صفات زراعی به عنوان مجموعه اول و صفات فیزیولوژیک در مجموعه دوم در نظر گرفته شدند (جدول ۴).

همبستگی بین اولین زوج متغیر متعارف در شرایط معمول ۰/۹۵ و در شرایط تنش رطوبتی ۰/۹۶ بود. این مقدار نشان‌دهنده همبستگی زیاد بین اولین ترکیب خطی از متغیرهای فیزیولوژیک و اولین ترکیب خطی از متغیرهای زراعی است (جدول ۴). در شرایط معمول در اولین متغیر متعارف برای گروه صفات زراعی (جدول ۴)، روز تا سنبله‌دهی و وزن هزاردانه سهم بیشتری نسبت به سایر صفات داشتند. بنابراین در صورتی که یک رقم دیرتر به سنبله رود و وزن هزاردانه بیشتری داشته باشد، امتیاز متغیر متعارف آن (V_1) بیش‌تر است. در بین صفات فیزیولوژیک وزن ویژه برگ و محتوای نسبی آب سهم به‌سزایی در اولین متغیر متعارف (W_1) داشتند. در شرایط تنش رطوبتی اولین متغیر متعارف برای گروه صفات زراعی تحت‌تأثیر ارتفاع و روز تا سنبله‌دهی می‌باشد. بنابراین در صورتی که یک رقم دیرتر به مرحله رسیدگی برسد و ارتفاع بیشتری داشته باشد به امتیاز بالایی برای متغیر متعارف اول (W_1) دست می‌یابد. ضرایب صفات فیزیولوژیک نشان می‌دهند که مقدار پرولین سهم به‌سزایی در اولین متغیر متعارف دارد. با توجه به این ارتباطات می‌توان نتیجه گرفت که ارقامی که دیرتر به سنبله می‌روند و ارتفاع و وزن هزاردانه بیشتری دارند، دارای میزان پرولین و سهم توزیع مجدد بیشتری می‌باشند.

در شرایط تنش همبستگی متعارف بین زوج متغیرها برابر ۰/۹۷ بود. ضریب عملکرد دانه در متغیر متعارف دوم بیش‌ترین مقدار بود. بنابراین در صورتی که یک رقم دارای عملکرد بالاتری باشد، امتیاز بالایی را در متغیر متعارف W_2 خواهد داشت. ضرایب متغیرهای فیزیولوژیک نشان می‌دهد که محتوای نسبی آب و سرعت از دست دادن آب از برگ سهم به‌سزایی در متغیر متعارف V_2 دارند.

جدول ۴- ضرایب متغیرهای متعارف برای صفات زراعی و فیزیولوژیک در شرایط معمول و تنش رطوبتی.

همبستگی متعارف	V _۲		V _۱		W _۲		W _۱		صفات	
	متعارف	تنش	متعارف	تنش	متعارف	تنش	متعارف	تنش		
۰/۹۶	۰/۹۵	۰/۴۷	۰/۳۲	۰/۱۰	-۰/۴۷	-۰/۲۰	۰/۳۵	۰/۶۳	-۰/۱۳	ارتفاع
۰/۹۱	۰/۸۶	۰/۲۳	-۰/۲۴	۰/۹۶	۰/۳۱	۰/۱۵	-۰/۱۳	۰/۴۳	۰/۷۵	روز تا سنبله‌دهی
۰/۷۴	۰/۷۱	-۰/۴۵	۱/۱۸	۰/۲۷	-۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۳۹	وزن هزاردانه
۰/۶۴	۰/۶۹	-۰/۱۹	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۷۷	-۰/۳۲	۰/۵۹	-۰/۰۵	-۰/۱۵	تعداد سنبله
۰/۵۰	۰/۵۵	۰/۱۰	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۳	-۰/۲۹	-۰/۰۳	۰/۰۰	تعداد دانه در سنبله
۰/۳۱	۰/۳۳	۰/۱۰	۰/۳۳	۰/۳۲	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۲	-۰/۲۰	-۰/۲۰	عملکرد بیولوژیک
۰/۲۷	۰/۱۷	۰/۲۴	۰/۱۲	-۰/۱۷	-۰/۳۳	-۰/۰۲	-۰/۲۸	۰/۲۳	۰/۲۹	شاخص برداشت
۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۳	-۰/۰۱	۰/۹۳	-۰/۱۹	۰/۲۸	-۰/۲۴	عملکرد دانه

به‌طورکلی با توجه به نتایج تجزیه به عامل‌ها می‌توان از صفاتی هم‌چون شاخص برداشت، محتوای نسبی آب، سرعت از دست دادن آب از برگ قطع شده و کلروفیل‌های **a** و **b** به‌منظور مقاومت در شرایط خشکی بهره گرفت. همچنین با توجه به همبستگی بالا بین شاخص تحمل به خشکی با صفاتی مانند عملکرد دانه، شاخص برداشت، محتوای نسبی آب، سرعت از دست دادن آب از برگ و کلروفیل‌های **a** و **b** می‌توان از این شاخص به‌عنوان معیار مناسب انتخاب جهت گزینش ارقام متحمل استفاده کرد. نتایج همبستگی متعارف در شرایط معمول نشان داد که در اولین متغیر متعارف برای گروه صفات زراعی، روز تا سنبله‌دهی و وزن هزاردانه سهم بیش‌تری و در بین صفات فیزیولوژیک وزن ویژه برگ و محتوای نسبی آب سهم به‌سزایی در اولین متغیر متعارف داشتند. اولین متغیر متعارف در شرایط تنش برای گروه صفات زراعی تحت‌تأثیر ارتفاع و روز تا سنبله‌دهی و در بین صفات فیزیولوژیکی محتوای نسبی آب و وزن ویژه برگ سهم بیش‌تری داشتند. پیشنهاد می‌گردد که آزمایش در سال‌های مختلف و مکان‌های مختلف و در سطوح مختلف تنش تکرار گردد زیرا نتایج به‌دست آمده فقط در این شرایط تنش اعتبار دارد و امکان دارد که در شدت تنش کم‌تر یا بیش‌تر واکنش ژنوتیپ‌ها متفاوت باشد.

منابع

1. Ashraf, M.Y., Azmi, A.R., Khan, A.H. and Ala, S.A. 1994. Effect of water on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in wheat. *Acta Physiologiae Plantarum*, 16: 185-191.
2. Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, L.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil*, 39: 205-207.
3. Blum, A., Golan, J., Mayer, B., Sinmena, L. and Burra, J. 1989. The drought response of landraces of wheat from the northern Negev Desert in Israel. *Euphytica*, 43: 87-96.
4. Clarke, J.M. and MacCaig, T.N. 1982. Excised leaf water retention capability as an indicator of drought resistance of Triticum genotypes. *J. Can. Plant Sci.* 62: 570-578.
5. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance, P 257-270. In: Kuo, C.G. (ed.), *Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress*, Proc. Int. Symp. Taiwan for Water Stress, Asian Veget. Res. Develop. Center.
6. Flood, R.G., Martin, P.G. and Gardner, W.K. 1995. Drymatter accumulation and partitioning and its relationships to grain yield in wheat. *Aust. J. Exp. Agric. Res.* 35: 495-502.

7. Golabadi, M., Arzani, A. and Maibody, M. 2005. Evaluation of variation among durum wheat F₃ families for grain yield and its components under normal and water stress field conditions. *Plant Breed.* 91: 345-354. (In Persian)
8. Johnson, U.R.A. and Wichern, D.W. 1982. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall Inter. Inc. New York, 607p.
9. Kameli, A. and Losel, D.M. 1993. Carbohydrates and water status in wheat plants under water stress. *New Phytol.* 125: 609-614.
10. Leilah, A. and AL-Khateeb, A. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought condition. *J. Arid Environ.* 14: 483-496.
11. Manette, A.S., Richard, C.J., Carre, B. and Morhinweg, B. 1988. Water relations in winter wheat as drought indicators. *Crop Sci.* 28: 256-531.
12. Papakosta, D.K. and Gagianas, A.A. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. *Agron. J.* 83: 864-870.
13. Safarnejad, A. 2004. Characterization of somaclones of alfalfa (*Medicago sativa* L.) for drought tolerance. *J. Agric. Sci. Technol.* 6: 121-127. (In Persian)
14. Wilson, R.F., Burke, J.J. and Quisenberry, J.E. 1987. Plant morphological and biochemical responses to field water deficits. II. Responses of leaf glycerolipid composition in cotton. *Plant Physiol.* 84: 251-254.
15. Yoshiyuki, O., Nobuhiro, N., Hirofumi, S. and Kounosuke, F. 2004. Changes in photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence, and stem diameter of soybean plants under drought stress condition. *Crop Sci.* 15: 739-8528.
16. Zaharieva, M., Gaulin, E., Havaux, M., Acevedo, E. and Monneveux, P. 2001. Drought and heat responses in the wild wheat relative *Aegilops geniculata* Roth. *Crop Sci.* 41: 1321-1329.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Plant Production, Vol. 18(2), 2011
www.gau.ac.ir/journals

Factor analysis of Agronomic and Physiological Traits of Ten Bread Wheat Cultivars under Two Irrigation Conditions

***M. Alimohammadi¹ and S.A.M. Mirmohammady Maibody²**

¹M.Sc. Graduated, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Isfahan University Technology,

²Associate Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Isfahan University Technology

Received: 2009/12/08; Accepted: 2011/06/20

Abstract

In order to have a successful breeding program, it is important to determine the relationship among the traits. This study was conducted at Research Farm of Isfahan University of Technology to evaluate relationships among some of the agronomic and physiological traits and grain yield of ten bread wheat cultivars in optimum and stress moisture (irrigation after 70 ± 3 and 130 ± 3 mm evaporation from class A pan) conditions in year 2006. Grain yields in both moisture conditions had significant positive phenotypic and genetic correlations with harvest index, number of grain/spike, RWC, chlorophyll a and sum of chlorophylls a and b and had significant negative correlation with RWL. Significant positive correlation were observed between peduncle weight at heading stage and difference of peduncle weights at stages heading and maturity with grain yield and RWC in moisture stress condition. Factor analysis detected 6 and 7 factors which explained 94% and 94/6% of the total variation in moisture stress and non stress conditions, respectively. Results of canonical correlation analysis in non stress condition showed that among the agronomic traits, days to heading and 1000-grain weight and among the physiological traits, SLW and RWC had the highest contributions to the first pair of canonical variables. Results of canonical correlation analysis in stress condition showed that among the agronomic traits plant height and heading date and among the physiological characters RWC and SLW had the highest contribution to the second pairs of canonical variables.

Keywords: Wheat, Water stress, Factor analysis, Agronomic traits, Physiological traits

* Corresponding Author; Email: alimohamadymahnaz@yahoo.com