اثر تنش رطوبتی آخر فصل بر عملکرد و صفات مورفوفیزیولوژیک در خانواده‌های F۳ گندم دوروم

مریم گل آبادی[۱]، احمد ارزانی[۲]، سید علی محمد میرمحمدی میبدی[۳]

چکیده

به منظور مطالعه تاثیر تنش خشکی آخر فصل(دوره زایشی) بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه، صفات فنولوژیک ومورفوفیزیولوژیک، ۱۵۱ خانواده F_3 حاصل از تلاقی بین دو رقم گندم دوروم حساس به خشکی Massara-1 و متحمل به خشکی Oste-Gata در آزمایشی طی سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا گردید. از دو طرح مجزا بصورت بلوک‌های کامل تصادفی در دو شرایط آبیاری کامل و تنش رطوبتی انتهای فصل(قطع آبیاری در مرحله سنبله‌دهی) استفاده شد. تنش خشکی تاثیر قابل توجهی بر صفات مرتبط با مرحله رشد زایشی گیاه از جمله عملکرد دانه، اجزای عملکرد، شاخص برداشت، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و محتوای نسبی آب برگ(RWC) داشت. تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که در شرایط آبیاری کامل صفت عملکرد بیولوژیک و در شرایط تنش رطوبتی صفت شاخص برداشت بخش عمده‌ای از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. نتایج تجزیه عامل‌ها در دو محیط نشان داد که صفات مورد ارزیابی در عوامل پنهانی مرتبط با خصوصیات فنولوژیکی گیاه، پتانسیل تولید گیاه، اجزای عملکرد و شاخص برداشت، قامت گیاه وخواص فیزیولوژیک قابل گروه بندی هستند. درصد تغییرات توجیه شده توسط این عامل‌ها در دو محیط متفاوت بود بطوریکه در شرایط تنش رطوبتی صفات مرتبط با اجزای عملکرد دانه، قامت گیاه و صفات فیزیولوژیک درصد بیشتری از تغییرات صفات را در مقایسه با شرایط عدم تنش رطوبتی توجیه کردند. تجزیه خوشه‌ای خانواده‌های مختلف در دو محیط تنش و عدم تنش رطوبتی بر اساس کلیه صفات ارزیابی شده توانست خانواده‌ها را در پنج گروه مجزا قرار دهد. پنج گروه ذکرشده به تفکیک شامل خانواده‌های دیررس، خانواده‌های زودرس، خانواده‌های دارای عملکرد بالا در شرایط تنش رطوبتی، خانواده‌های با افت شدید عملکرد در شرایط تنش رطوبتی و خانواده‌های دارای صفات فیزیولوژیک مطلوب در شرایط تنش رطوبتی بودند. توجه به فاصله ژنتیکی این گروه‌ها از یکدیگر می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی در جهت اهداف مختلف به کار گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: گندم دوروم، تنش خشکی، عملکرد دانه، صفات مورفوفیزیولوژیک.

مقدمه

به‌نژادی برای تحمل به خشکی هدف اصلاحی مهم طرح‌های بهنژادی گیاهان زراعی در مناطق خشک ونیمه خشک می‌باشد. با توجه به اینکه بخش زیادی از زمینهای زیرکشت گندم ایران در معرض تنش‌های آبی و گرما بوده و این تنش‌ها تولید غلات را در این نواحی بخصوص در مناطق مرکزی، غربی و جنوبی ایران محدود می‌نماید بنابراین بهبود تحمل به خشکی و گرما به عنوان هدف اصلاحی مهم در طرح‌های اصلاحی غلات این مناطق مد نظر می‌باشد. گندم دوروم (*Triticum turgidum* L. var. *durum* Desf.) در محیط‌های تنش‌دارکه در معرض تغییرات شدید آب و هوایی در طی فصل رشد می‌باشند، کشت و کار می‌شود (۹) اصولاً کارایی و بازده برنامه‌های اصلاحی در محیط‌های تحت تنش در صورتی افزایش خواهد یافت که بتوان گیاهان با عملکرد بالا و متحمل به تنش را از طریق معیارهای انتخاب مطمئن گزینش کرد. عموماً ارزیابی عملکرد دانه تحت شرایط آبیاری و تنش محیطی یکی از مهمترین شاخص‌های مقاومت به خشکی در برنامه‌های

۱. اعضای هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان و دانشگاه صنعتی اصفهان.

اصلاحی گندم معرفی شده است که در کنار آن توجه به صفات مختلف مورفو فیزیولوژیک ضروری به نظر می‌رسد (۱۴ و ۱۷). تنش خشکی می‌تواند در مراحل رشد رویشی گیاه، تشکیل آغازه‌های گل، مرحله نمو گامتوفیتی، مرحله گرده‌افشانی و باروری دانه و نهایتاً مرحله پرشدن دانه رخ دهد. خسارت ناشی از تنش وارده در مرحله زایشی گیاه بسیار شدیدتر بوده و کاهش زیاد عملکرد به لحاظ حساسیت گیاه در این مرحله و ترکیبی از عوامل کاهش رطوبت خاک و تبخیر بالای آب به همراه کمبود منابع آبی آخر فصل و تنش گرما را در پی دارد. بدین منوال ارزیابی تحمل گیاه در این مرحله رشدی از اهمیت بیشتری برخوردار است (۱۰). روبینز و دومینگو (۳۰)در تایید این موضوع در گندم بهاره گزارش نمودند که تنش رطوبتی قبل از مرحله سنبله دهی به طور نسبی عملکرد دانه را کاهش نمی‌دهد، درحالیکه از این مرحله به بعد بطور معنی‌داری عملکرد کاهش یافته و بیشترین کاهش عملکرد در صورت وقوع تنش در طول دورهٔ سنبله‌دهی و متعاقب آن رخ داده است.

از آنجائیکه انتخاب برای مکانیسم‌های تحمل به خشکی به دلیل عدم وجود راه‌کار مناسب با محدودیت روبرو می‌باشد، عملکرد دانه به عنوان معیار گزینش معرفی شده است. از طرف دیگر استفاده از عملکرد دانه به عنوان معیار اصلی گزینش به لحاظ پیچیدگی ، توارث‌پذیری پایین، تاثیرپذیری شدید از محیط و صرف هزینه و زمان جهت آزمون‌های ارزیابی مشکل بوده و لذا بکارگیری صفات مکمل مرتبط با عملکرد دانه در شرایط تنش توصیه شده است (۳). در صورتی که انتخاب بر مبنای صفات همبسته با عملکرد باشد، باید بتوان والدین واجد صفات مطلوب را به منظور ادغام صفات مورفوفیزیولوژیک آنها در ارقام جدید انتخاب نموده و پس از تولید نسل‌های در حال تفکیک اقدام به انتخاب بر اساس این صفات به جای عملکرد دانه نمود (۸). اینز و همکاران (۲۰) به همبستگی ارتفاع بوته و عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی اذعان داشته و عملکرد بیشتر ژنوتیپ‌های پابلند در شرایط تنش خشکی انتهای فصل را گزارش نمودند. بر طبق نظر فیشر و مورر (۱۹) تیمارهای خشکی ملایم موجب کاهش نسبی بیشتر وزن دانه‌ها در مقایسه با تعداد دانه می‌گردند. در صورتی که تنش خشکی شدید تعداد دانه را بطور نسبی بیشتر کاهش می‌دهد. بر اساس مطالعه ناچیت و همکاران (۲۶) عملکرد دانه تحت تنش خشکی همبستگی بالایی با زودرسی، تعداد پنجه بارور، طول پدانکل و تعداد دانه در سنبله داشته‌است. رابطه سطح برگ پرچم و عملکرد دانه در مطالعات مختلف مورد تاکید قرار گرفته است، اگرچه پستی و همکاران (۲۸) بین سطح برگ پرچم و عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی ارتباطی پیدا نکردند اما سایر گزارشات حاکی از سازگاری ژنوتیپ‌های گندم دوروم با سطح برگ کوچکتر به شرایط تنش خشکی است که علت آنرا می توان به سهولت لوله کردن برگ‌ها و کاهش تلفات آب نسبت داد (۱۵).

از صفات فیزیولوژیک مرتبط با محتوای آب گیاه می‌توان در اصلاح برای مقاومت به خشکی استفاده کرد (۲۹). میزان آب نسبی برگ(RWC) وآب حفظ شده برگهای جداشده[2] (ELWR) از جمله این صفات هستند. RWCبه عنوان معیار انتخاب برای تحمل به خشکی پیشنهاد شده است. RWC تحت تاثیر تنظیم اسمزی، جذب آب و میزان تعرق قرار داشته و وراثت‌پذیری بالایی را در شرایط تنش خشکی نشان داده است (۸ و ۲۴). رامیرز و کلی (۲۹) به بالا بودن میزان RWC در ارقام مقاوم به خشکی لوبیا اشاره داشته‌اند. در مطالعه سیدیکو و همکاران (۳۱) بر روی ۴ رقم گندم نان، RWC در اثر تنش رطوبتی ۴۳ درصد(از ۸۸٪ به ۴۵٪) کاهش یافت. در مطالعه‌ای دیگر ارقام متحمل به خشکی RWC بیشتری را در شرایط تنش و عدم تنش نشان دادند که تفاوت بین ارقام متحمل و حساس در شرایط تنش رطوبتی بارزتر از شرایط عدم تنش بود، بطوریکه کاهش RWC در ارقام حساس به خشکی در شرایط تنش رطوبتی بیش از ارقام متحمل گزارش گردید (۲۴). متین و همکاران(۲۵) نیزگزارش مشابهی را در مورد میزان افت RWC در ارقام متحمل و حساس جو گزارش کردند. تغییرات ژنتیکی ELWR در گندم‌های نان و دوروم گزارش شده‌است (۱۶). برگهای جداشده از طریق روزنه‌ها آب خود را از دست داده و میزان از دست دادن آب با گذشت زمان و پژمرده شدن برگها و بسته شدن روزنه‌ها کاهش می‌یابد،

1 -Relative Water Content

2- Excised leaf water Retention

ضمن اینکه برگ‌های گرفته شده از واحدهای آبیاری شده آب را خیلی سریعتر از واحدهایی که دچار تنش شده‌اند از دست می‌دهند (۱۷). کلارک و تانلی (۱۷) اظهار داشتند که ژنوتیپ‌های گندم نان و دوروم که میزان آب از دست رفته برگهای جدا شده آنها کمتر است دارای عملکرد بیشتری هستند. این صفت به عنوان یک ابزار قوی جهت غربال کردن ژنوتیپ‌های کانادایی گندم دوروم F_2 و F_3 و در محیط‌های واجد تنش خشکی به کار گرفته شده است (۱۳). وینتر و همکاران (۳۴) با اندازه‌گیری ELWR در ارقام متحمل و حساس به خشکی گندم نان دریافتند که در ارقام متحمل ELWR بیش از ارقام حساس است. در مطالعه فرشادفر و همکاران(۱۸) روی نسل‌های مختلف گندم هگزاپلوئید تنوع ژنتیکی بالایی از نظر صفت ELWR مشاهده گردید و این صفت در نسل F_2 تفرق متجاوز (خارج از محدوده والدین) نشان داد.

هدف این تحقیق ارزیابی میزان تنوع موجود در صفات مورفوفیزیولوژیک مرتبط با تحمل تنش خشکی، بررسی عملکرد و اجزای عملکرد و سایر صفات مرتبط با آن در دو محیط تنش و بدون تنش و تعیین موثرترین صفات در بهبود عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم دوروم در شرایط تنش رطوبتی و شرایط با آبیاری کامل می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از تلاقی ژنوتیپ متحمل به خشکی Oste-Gata و حساس به خشکی Massara-1 گندم دوروم استفاده شد. این دو رقم در طی آزمایش ازریابی ۴۵۰ ژنوتیپ گندم دوروم درسال‌های ۷۸ و ۱۳۷۷ در چهار منطقه مختلف مرکزی و غربی ایران گزینش یافتند (۹). پس از تلاقی و تهیه بذور F_1 و F_2، بذور هر بوته F_2 بطور جداگانه برداشت و بعنوان بذور F_3 حاصل از تک بوته F_2 مورد استفاده قرار گرفتند. در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ بذور خانواده‌های F_3 (۱۵۱ خانواده) به همراه والدین در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در منطقه لورک نجف‌آباد(´۳۲ °۳۲ شمالی و ´۲۳ °۵۱ شرقی، با ارتفاع ۱۶۳۰ متر از سطح دریا) کشت شدند. طبق طبقه‌بندی کوپن منطقه آزمایش دارای اقلیم خشک، بسیار گرم با تابستان‌های گرم و خشک است. خاک مزرعه از گروه تیپیک هاپل آرجید (Typic Haplargid) و دارای بافت لوم رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب و pH =۷/۶ می‌باشد. میانگین بارندگی و دمای سالیانه به ترتیب ۱۴۰ میلی‌متر و ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد است.

از دو طرح آزمایشی مجزا به صورت طرح بلوکهای کامل تصادفی با دو تکرار برای هر کدام از دو تیمار آبیاری بدون تنش و تنش رطوبتی استفاده شد. عملیات زراعی از جمله کاشت، داشت و اضافه نمودن کود فسفر به میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار و کود نیتروژن به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (در دو نوبت پنجه‌دهی و پیش از گلدهی) در هر دو محیط به طور یکسان اعمال گردید. به منظور اعمال تنش خشکی انتهای فصل، هر دو تیمار تا قبل از گلدهی به طور یکسان آبیاری گردیدند. با شروع گلدهی آبیاری طرح با تیمار تنش قطع گردید و آبیاری بر اساس میزان تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A انجام شد(۴)، بطوریکه تیمار تنش تنها یک آبیاری را بر اساس درصد رطوبت خاک و محاسبه حجم آب مورد نیاز تا رسیدن به حد ظرفیت زراعی مزرعه دریافت کرد. در تیمار عدم تنش(آبیاری کامل) آبیاری بر اساس هر ۸ روز یکبار تا انتهای فصل رشد ادامه یافت. ضمن اینکه میزان بارندگی طی مدت زمان اعمال تنش ۲۲ میلی‌متر گزارش گردید.

صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، طول پدانکل، طول و عرض برگ پرچم، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد روز تا ۵۰ درصد سنبله‌دهی، تعداد روز تا ۵۰٪ گرده افشانی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک بر اساس زرد شدن کامل پدانکل در ۱۰ بوته هر خانواده یادداشت‌برداری گردید. در هنگام برداشت صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، وزن حجمی(هکتولیتر)، وزن سنبله، وزن دانه در سنبله و تعداد دانه در سنبله اندازه‌گیری شدند. شاخص برداشت و شاخص برداشت سنبله بر اساس عملکرد دانه و سنبله و عملکرد بیولوژیک محاسبه شدند. علاوه بر این، صفات فیزیولوژیک محتوای نسبی آب برگ و آب حفظ شده برگ‌های جدا شده (ELWR) بر اساس فرمول‌های

$$RWC= \{(FW-DW)/(TW-DW)\}100$$

$$ELWR=\{1-(FW-ADW)/FW)\}\times 100$$

محاسبه شدند که در آن FW، DW، TW و ADW به ترتیب معادل وزن برگ تازه، وزن برگ خشک، وزن برگ اشباع

و وزن برگ پژمرده می‌باشد و در زمان اعمال تنش خشکی با نمونه‌برداری از ۱۰ برگ پرچم از هر خانواده F_3 اندازه‌گیری شدند (۱۶، ۲۴ و ۳۵).

بمنظور اجرای تجزیه واریانس، محاسبه همبستگی‌ها، تجزیه فاکتوریل و مقایسه میانگین گروه‌های مختلف خانواده‌های مورد ارزیابی از نرم‌افزار SAS و جهت نجزیه خوشه‌ای از نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تنش رطوبتی تاثیر معنی‌دار بر اکثر صفات مرتبط با مرحله زایشی گیاه داشت و با توجه به اینکه تنش خشکی در مرحله سنبله‌دهی اعمال گردید بنابراین برخی صفات مرتبط با رشد رویشی گیاه تحت تاثیر قرار نگرفتند. نتایج مطالعه حاضر با گزارش نورمند(۶) که با استفاده از ۲۰ لاین گندم نان اجرا شده و معنی‌دار نبودن اختلاف ژنوتیپ‌ها از نظر صفاتی مثل طول ریشک به وارثت‌پذیری بالای این صفات و عدم تاثیرپذیری آنها از محیط ارتباط داده شد، هماهنگی دارد. کیریجوی و همکاران(۲۲) در مطالعه ۶۰۰ لاین گندم به عدم معنی‌دار بودن اثر محیط بر صفات شاخص برداشت و وزن دانه پی بردند.

محاسبه همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی بین صفات در محیط‌های تنش و غیرتنش به منظور تعیین ارتباط خطی بین متغیرها انجام شد (جدول ۱). نتایج نشان داد که عملکرد دانه در شرایط تنش بیشترین همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی مثبت را با صفات طول پدانکل، عملکرد بیولوژیک، وزن حجمی، وزن سنبله، وزن دانه در سنبله، شاخص برداشت، ELWRو RWC داشته است. در حالیکه همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی عملکرد دانه با صفات روز تا ۵۰ درصد سنبله‌دهی و روز تا گرده افشانی بالا و منفی بوده است. میزان همبستگی در شرایط تنش بسیار شدیدتر از شرایط غیر تنش بود که احتمالا دلالت بر تاثیر بیشتر این مراحل در عملکرد دانه از طریق مکانیسم‌های فرار از خشکی داشته است. بلوم و همکاران (۱۱) نیز در مطالعه نژادهای بومی گندم نان و دوروم به ارتباط منفی روز تا سنبله‌دهی و عملکرد دانه پی بردند. در مطالعه پانتوان و همکاران (۲۷) روی برنج نیز به همبستگی منفی و معنی‌دار (r=-۰/۸۳) بین روز تا ۵۰ درصد سنبله‌دهی و عملکرد دانه اشاره کردند. در مطالعه کیریجوی و همکاران (۲۲) همبستگی معنی داری بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، وزن دانه در سنبله، شاخص برداشت و تراکم سنبله گندم تحت رژیم‌های مختلف تنش رطوبتی مشاهده شد. در مطالعه ۴۰ خانواده F_3 ارزن در شرایط تنش

جدول۱: ضرایب همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی صفات مورد ارزیابی در خانواده‌های F_3 گندم دوروم در شرایط محیطی تنش رطوبتی

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}
X_1- ارتفاع بوته	۱	۰/۸	-۰/۲۴	-۰/۲۹	۰/۵۳	۰/۱۹	-۰/۱۹	-۰/۳۸	-۰/۷۵	-۰/۵۱	-۰/۳۴	۰/۳۳	-۰/۵۹	۰/۴۸	۰/۳۳
X_2- طول پدانکل	۰/۸۳	۱	-۰/۵۸	-۰/۳۱	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۲۹	-۰/۱۳	-۰/۶۲	+۰/۱۹	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۲۱	۰/۱۸
X_3- روزتاگرده‌افشانی	-۰/۱	-۰/۲۴	۱	۰/۶۲	-۰/۱۵	-۰/۳۴	-۰/۲۹	-۰/۰۶	۰/۴۱	-۰/۰۷	۰/۲۲	-۰/۴۵	-۰/۳۹	۰/۱۵	۰/۱۵
X_4-روزتارسیدگی‌فیزیولوژیک	-۰/۱۹	-۰/۲۱	۰/۵۵	۱	-۰/۱۶	۰/۱	۰/۲۹	-۰/۲۴	۰/۷۷	۰/۵۶	۰/۲۶	-۰/۵۹	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۲۳
X_5- عملکرد بیولوژیک	۰/۵۹	-۰/۵۵	-۰/۱	-۰/۱۹	۱	۰/۷۶	-۰/۱۴	-۰/۰۷	+۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۵۸	-۰/۱۲	۰/۴۷	۰/۲۶
X_6- عملکرد دانه	۰/۳۵	-۰/۵۲	-۰/۱۱	۰/۲۸	۰/۷۸	۱	۰/۳۲	۰/۵۲	۰/۷۷	۰/۸۸	۰/۳۸	۰/۳۳	۰/۵۵	۰/۳۱	۰/۵۱
X_7- وزن هزار دانه	-۰/۱۶	۰/۴۵	-۰/۰۲	۰/۵۲	-۰/۱۶	۰/۴۶	۱	۰/۲۴	۰/۰۴	۰/۳۶	-۰/۴	-۰/۳۴	۰/۶۸	-۰/۱۱	۰/۳۱
X_8- وزن حجمی	-۰/۱۱	۰/۰۳	-۰/۰۲	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۳۵	-۰/۲۵	۱	۰/۲۵	۰/۷۶	۰/۵۶	-۰/۴۲	۰/۶۶	۰/۰۹	۰/۱۲
X_9- وزن سنبله	-۰/۱۱	-۰/۲۴	۰/۳۳	۰/۵۹	۰/۲۹	۰/۵	۰/۵۴	۰/۲۲	۱	۰/۸۵	۰/۹۵	۰/۱۵	۰/۹۱	۰/۲۱	۰/۵۱
X_{10}- وزن دانه در سنبله	-۰/۱۲	۰/۳	-۰/۱۷	۰/۵۵	۰/۳	۰/۵۷	۰/۵۹	۰/۳۵	۰/۸۹	۱	۷۵	۰/۰۷	۱	۰/۱۵	۰/۲۱
X_{11}- تعداددانه در سنبله	-۰/۱	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۲۵	۰/۲۳	۰/۳۵	-۰/۱۹	۰/۲۹	۰/۶۷	۰/۷	۱	۰/۲۹	۰/۳۹	۰/۳۵	۰/۱۹
X_{12}- تعداد سنبله درمترمربع	۰/۳۶	۰/۲۷	-۰/۱۴	-۰/۰۳	۰/۴۸	۰/۳۲	-۰/۱۵	-۰/۱۹	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۱	۱	-۰/۲۲	۰/۵۳	-۰/۳۶
X_{13}- شاخص برداشت	-۰/۲۶	۰/۱۵	-۰/۲	-۰/۱۷	-۰/۰۸	۰/۵۴	-۰/۵۵	۰/۳۱	۰/۶۶	۰/۷۹	۰/۲۵	-۰/۱۶	۱	۰/۲۷	۰/۲۴
X_{14} ELWR	۰/۳۸	۰/۲۳	-۰/۱۷	-۰/۰۸	۰/۴۲	۰/۳۸	-۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۳۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۱	۰/۳۴
X_{15} RWC	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۳۲	۰/۴۱	۰/۱۲	۰/۲۴	-۰/۳۱	۰/۱۷	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۲۹	-۰/۰۶	۰/۲۲	۰/۲۹	۱

* اعداد بالای قطر جدول ضرایب همبستگی ژنتیکی و اعداد پایین قطر جدول ضرایب همبستگی فنوتیپی می‌باشند

** اعداد بزرگتر از ۰/۱۶ در سطح احتمال ۵ درصد و اعداد بزرگتر از ۰/۲۳ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند.

رطوبتی همبستگی معنی داری بین عملکرد دانه و تنظیمات اسمزی، ماده خشک، تعداد دانه و شاخص برداشت گزارش گردید (۲۱).

در شرایط عدم تنش رطوبتی، عملکرد دانه بیشترین همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی را با صفات ارتفاع، طول پدانکل، طول ریشک، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع در جهت مثبت نشان داد. همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش پایین بود (r =-۰/۱۲) اما شاخص برداشت و عملکرد دانه در این شرایط همبستگی بالایی را نشان دادند (r=۰/۵۵). نتیجه حاصل بیانگر این مطلب است که با وجود تنوع زیاد بین خانواده‌های F_3 از نظر عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت به نسبت زیادی از طریق تاثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه تاثیر پذیرفته است و بنابراین شاخص برداشت معیار مناسبی جهت انتخاب خانواده‌های با عملکرد بالاتر در شرایط تنش رطوبتی خواهد بود. اما در شرایط عدم تنش، همبستگی ژنتیکی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک ۰/۹۳ و عملکرد دانه با شاخص برداشت ۰/۱۸ بود که مقدار کم این همبستگی به علت همبستگی بالای عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک بوده و بر رابطه مثبت بین عملکرد دانه و شاخص برداشت تاثیر گذاشته است. لذا شاخص برداشت معیار مناسبی جهت گزینش لاین‌های F_3 با عملکرد بالاتر نخواهد بود.

صفات فیزیولوژیک RWC و ELWR همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی مثبت و معنی‌داری را با عملکرد دانه در هر دو محیط تنش رطوبتی و بدون تنش نشان دادند که شدت آن در محیط تنش رطوبتی بیشتر بود. بنابراین خانواده‌های F_3 با RWC و ELWR بیشتر که به مفهوم توان حفظ آب بیشتر در بافت‌ها می‌باشد، تحمل به خشکی بیشتر و در نتیجه عملکرد بیشتری خواهند داشت. جزایری (۳) در مطالعه ۲۰ رقم یولاف در شرایط تنش رطوبتی به همبستگی مثبت RWC و عملکرد دانه اشاره داشت. وینتر و همکاران (۳۴) بیشترین میزان ELWR را در رقم گندم زمستانه Scout 66 که به عنوان رقم متحمل به خشکی معرفی شده بود، بدست آوردند. اما رقم Sturdy به عنوان یک رقم حساس به خشکی در خلال مرحله پر شدن دانه کمترین میزان ELWR را نشان داد. در مطالعه دیگر مشخص گردید که میزان افت در RWC در مرحله رشد زایشی بیش از مرحله رشد رویشی گیاه بوده است (۳۱).

به منظور تعیین صفات با بیشترین تاثیر بر عملکرد دانه و تعیین سهم هر یک از صفات از رگرسیون مرحله‌ای استفاده شد (جدول ۲). در شرایط بدون تنش صفات تعداد سنبله در مترمربع و طول پدانکل بخش عمده‌ای از تغییرات عملکرد دانه را در مدل رگرسیونی توجیه نموده و دارای ضریب تبیین ۳۱/۳۷ درصد بودند که جزء عملکرد تعداد سنبله در مترمربع در حدود ۲۳/۵ درصد از این تغییرات را توجیه می‌کرد. صفات فنولوژیک روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و روز تا گرده‌افشانی نیز در درجات بعدی اهمیت قرار داشتند.

جدول۲: نتایج رگرسیون مرحله‌ای عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات مورد ارزیابی به عنوان متغیرهای مستقل در خانواده‌های F_3 گندم دوروم

شرایط محیطی	صفات	عرض از مبدا	ضرایب رگرسیون برای صفات					ضریب تبیین تجمعی	میانگین مربعات خطا
			۱	۲	۳	۴	۵		
عدم تنش	۱- تعداد سنبله در متر مربع	۲۵۷/۶	۰/۸۶					۲۳/۵۳**	۱۲۰۵۳
	۲-طول پدانکل(سانتی‌متر)	-۳۷/۴	۰/۷۷	۸/۳۱				۳۱/۳۷**	۱۰۸۹۱
	۳-روزتارسیدگی‌فیزیولوژیک	-۲۷۲۹/۳	۰/۷۵	۹/۵	۱۳/۲			۳۶/۶۷**	۱۰۱۱۸
	۴- وزن حجمی(گرم)	-۱۸۱۱/۶	۰/۷۱	۹/۵	۱۳/۱	-۲/۱۲		۳۹/۷**	۹۷۰۰
	۵- روز تا گرده افشانی	-۴۶۷/۶	۰/۶۷	۸/۸	۲۰/۸	-۲/۴	-۱۶/۴	۴۲/۳۶**	۹۳۳۶/۲
تنش رطوبتی	۱- وزن دانه در سنبله(گرم)	۱۰۵/۳	۲۰۳/۲					۳۲/۶۷**	۸۶۸۰
	۲- طول پدانکل(گرم)	-۲۳۱/۶	۱۶۱/۹	۹/۴				۴۶/۲۴**	۶۹۷۷
	۳- تعداد سنبله در متر مربع	-۳۲۹/۶	۱۶۹/۲	۷/۷	۰/۳۳			۵۱/۵۱**	۶۳۳۶
	۴- وزن حجمی(گرم)	-۵۰۳/۹	۱۴۰/۸	۸/۱	۰/۳۳	۰/۵۱		۵۵/۴۴**	۵۸۶۲

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

نتایج نشان می‌دهد که ذخایر موجود در ساقه، بخصوص بخش پدانکل به همراه مدت زمانی که جهت انتقال مجدد این مواد به دانه در اختیار گیاه است، نقش مهمی را در تعیین میزان عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر عهده دارند. وزن حجمی نیز که معیاری از اندازه دانه و نحوه پرشدن دانه است در عملکرد دانه اثر گذاشته است. در شرایط محدودیت رطوبتی، جزء عملکرد وزن دانه در سنبله و طول پدانکل بخش عمده‌ای از تغییرات مدل رگرسیونی را توجیه نموده و دارای ضریب تبیین ۴۶/۲۴ درصد بود که وزن دانه در سنبله بیشترین سهم (۳۲/۶۷ درصد) را توجیه کرد. جزء عملکرد تعداد سنبله در مترمربع و وزن حجمی نیز بخش دیگری از تغییرات عملکرد دانه را در شرایط تنش توجیه کردند. در شرایط تنش نیز بوته‌های پابلند به لحاظ دارا بودن ذخایر بیشتر ساقه در جهت پر کردن دانه در خلال تنش رطوبتی انتهای فصل اهمیت بیشتری داشته و تاثیر قابل توجهی بر تنوعات موجود در عملکرد دانه داشتند. در مطالعه نورمند و همکاران(۶) بر روی گندم‌های نان در شرایط تنش رطوبتی و بدون تنش، اجزاء عملکرد تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و تعدادسنبله در واحد سطح به ترتیب بطور قابل ملاحظه‌ای در توجیه عملکرد دانه موفق بودند.

تجزیه به عامل‌ها به منظور دسته بندی صفات، تعیین ترتیب اهمیت صفات و ارتباط هریک از آنها در ایجاد تغییرات کل داده‌ها در دو محیط تنش خشکی و شرایط بدون تنش اعمال گردید. از طریق این تجزیه و تحلیل می‌توان به تأثیر شرایط محیطی بر گروه‌بندی صفات و اهمیت صفات مختلف در محیط‌های جداگانه پی برد. نتایج این تجزیه در دو محیط تنش و عدم تنش در جداول ۳و۴ نشان داده شده است. در شرایط بدون تنش عامل و در شرایط خشکی ۵ عامل توانستند تنوع داده‌ها را توجیه نمایند. بررسی بار عامل‌ها در دو محیط نشان داد که عوامل پنهانی مرتبط با خصوصیات فنولوژیکی گیاه، اجزای عملکرد و شاخص برداشت، پتانسیل تولید گیاه، قامت گیاه و خواص فیزیولوژیک بودند اما درصد تغییرات توجیه شده توسط این عامل‌ها در دو محیط متفاوت بود بطوری‌که در محیط بدون تنش، عامل خصوصیات فنولوژیکی گیاه و در محیط تحت تنش عامل اجزای عملکرد دانه بالاترین درصد تغییرات داده‌ها را در بین افراد جامعه به خود اختصاص دادند. لذا توجه به عامل اول در محیط تنش منجر به گزینش ژنوتیپ‌های با وزن دانه و تعداد دانه بیشتر در سنبله و نهایتاً عملکرد دانه و شاخص برداشت بالاتر خواهد گردید. اما درصد تغییرات توجیه شده توسط این صفات در محیط بدون تنش کمتر بود (۱۴/۶ درصد در مقابل ۲۶/۵ درصد). در عامل دوم محیط تنش، بزرگترین بار عاملی مثبت به صفات طول سنبله و طول ریشک و بزرگترین بار عاملی منفی به صفات وزن هزار دانه و شاخص برداشت تعلق داشت که معرف وجود دانه‌های کوچکتر در سنبله‌های طویل‌تر می‌باشدو همین امر منجر به کاهش وزن هزار دانه و شاخص برداشت می‌شود. مشابه این نتیجه در عامل ششم محیط بدون تنش نیز مشاهده شد. عامل سوم شرایط تنش به صفات فنولوژیک گیاهی ارتباط داشت اما اهمیت آنها در محیط غیرتنش بسیار بیشتر از شرایط تنش خشکی بود. در شرایط تنش خشکی عامل چهارم با بیشترین بار عاملی مثبت در صفات ارتفاع بوته، طول پدانکل، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک مشاهده شد. این نتجیه حاکی از این مطلب است که در شرایط تنش خشکی میزان فتوسنتز تقلیل یافته و مواد حاصل از فتوسنتز بیشتر به مصرف حفظ بقاء گیاه می‌رسد وبدین ترتیب آسیمیلات جاری برای پر کردن کامل دانه‌ها کافی نخواهد بود. در چنین شرایطی کربوهیدرات‌های قابل حل در آب و ذخیره شده در اندام‌های رویشی بخصوص ساقه و پدانکل قبل از گلدهی بعنوان یک منبع کربن برای پر کردن دانه تحت شرایط تنش انتهایی به کار می‌روند (۱ و ۲۳). بنابراین انتخاب براساس این عامل در شرایط تنش خشکی منجر به گزینش خانواده‌هایی خواهد شد که علاوه بر داشتن قامت بلند دارای عملکرد دانه قابل قبولی هم خواهند بود. اما در شرایط بدون تنش عامل پنجم مرتبط با قامت گیاه و عامل سوم مرتبط با عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گیاه بوده و این صفات در دو عامل جداگانه قرار گرفتند که معرف عدم تأثیر ارتفاع بوته و پدانکل بر عملکرد دانه تحت شرایط بدون تنش می‌باشد. عامل پنجم در شرایط تنش خشکی دارای بالاترین بار عاملی در صفات ELWR و RWC بود و انتخاب براساس این عامل منجر به گزینش خانواده های متحمل به خشکی با RWC و ELWR بیشتر می‌شود. چنین شرایطی در عامل سوم نیز مشاهده گردید. در شرایط عدم تنش رطوبتی صفات ELWR و RWC بیشترین

جدول ۳: ضرایب عامل های مشترک، واریانس‌های نسبی و تجمعی و میزان اشتراک عامل‌ها در صفات مختلف خانواده‌های F3 تحت شرایط عدم تنش رطوبتی

صفات	ضرایب عامل‌های مشترک دوران یافته						میزان اشتراک
	عامل ۱	عامل۲	عامل۳	عامل۴	عامل ۵	عامل ۶	
ارتفاع بوته(سانتی‌متر)	۰/۲۹۱	۰/۰۵۸	۰/۲۸۴	-۰/۱۵۱	۰/۸۲۱	-۰/۱۲۸	۰/۷۹
طول سنبله (سانتی‌متر)	۰/۴۴۷	۰/۰۰۲	۰/۳۰۱	-۰/۲۵۸	۰/۱۷۶	-۰/۵۳۳	۰/۵۴
طول پدانکل (سانتی‌متر)	-۰/۱۱۵	۰/۱۱	۰/۱۸۱	-۰/۰۳۴	۰/۸۵	-۰/۰۶۱	۰/۳۵
طول ریشک (سانتی‌متر)	۰/۰۳۵	۰/۳۸۴	۰/۰۶۵	۰/۱۴۷	۰/۰۴۸	-۰/۶۹۱	۰/۶۵
طول برگ (سانتی‌متر)	۰/۵۱۹	۰/۱۰۷	۰/۲۳۱	-۰/۱۱۵	۰/۰۱۲	۰/۰۵۶	۰/۷۸
عرض برگ (سانتی‌متر)	۰/۶۴۲	۰/۲۱۴	-۰/۰۶۷	-۰/۱۸۱	۰/۱۳۱	۰/۱۵۹	۰/۶۷
روز تا سنبله‌دهی	۰/۸۵۷	۰/۱۲	-۰/۰۵۶	۰/۰۹۲	۰/۰۱۷	-۰/۱۸۸	۰/۸۸
روز تا گرده‌افشانی	۰/۸۱۳	۰/۰۴۵	۰/۱۱۵	۰/۲۱۵	-۰/۱۷۱	-۰/۲۸۶	۰/۸۹
روزتارسیدگی‌فیزیولوژیکی	۰/۵۷۹	۰/۰۶۶	۰/۰۹۱	۰/۶۴۵	-۰/۱۴۲	-۰/۱۴۷	۰/۳
عملکردبیولوژیک	۰/۲۱۳	۰/۰۲۱	۰/۸۳۷	۰/۱۰۴	۰/۳۳۲	-۰/۱۴۸	۰/۰۱
عملکرددانه(گرم‌برمترمربع)	۰/۰۲۸	۰/۰۱۸	۰/۸۴۵	۰/۲۶۳	۰/۱۹۹	۰/۰۴۱	۰/۸۴
وزن هزار دانه (گرم)	-۰/۲۷۸	-۰/۰۸۲	۰/۰۹۵	۰/۳۰۶	۰/۴۹۲	۰/۴۵۲	۰/۸۹
وزن حجمی (هکتولیتر)	۰/۰۲۹	-۰/۱۱	-۰/۵۰۴	۰/۳۴	۰/۲۳۱	۰/۳۰۸	۰/۸۲
وزن سنبله (گرم)	۰/۱۰۹	۰/۹۱۹	-۰/۰۱۶	۰/۰۸۲	۰/۰۰۷	-۰/۱۷۷	۰/۸۳
وزن دانه‌در سنبله (گرم)	۰/۰۹۱	۰/۹۵۴	۰/۰۱۴	۰/۰۳۴	۰/۰۳۸	۰/۱۴۲	۰/۷۵
تعداد دانه در سنبله	۰/۱۵۷	۰/۸۹۱	۰/۰۶۹	۰/۰۳۷	۰/۰۷۵	-۰/۰۱۳	۰/۵۳
تعداد سنبله در مترمربع	۰/۰۳۴	-۰/۰۷۲	۰/۷۳۴	-۰/۰۱۷	۰/۱۱۶	۰/۰۵۹	۰/۶۱
شاخص برداشت	-۰/۴۴۶	۰/۲۱۳	-۰/۱۵	۰/۲۷۵	-۰/۱۹۹	۰/۳۳۶	۰/۵
شاخص برداشت سنبله	-۰/۰۳۹	۰/۱۶۳	۰/۰۳۹	-۰/۱۰۴	۰/۰۷۸	۰/۷۴۹	۰/۵۶
ELWR	۰/۲۲۶	-۰/۰۱۷	-۰/۱۴۹	۰/۵۳۹	-۰/۱۷۲	۰/۱۳۹	۰/۸۳
RWC	۰/۰۵۱	-۰/۱۷۱	-۰/۰۰۱	۰/۷۲۵	-۰/۱۸۹	۰/۰۶۵	۰/۹۴
واریانس نسبی	۲۱/۰۳	۱۴/۶۳	۱۳/۲۱	۹/۳۵	۷/۱۵	۵/۳۶	
واریانس تجمعی	۲۱/۰۳	۳۵/۶۷	۴۸/۸۷	۵۸/۲۲	۶۵/۳۸	۷۰/۷۳	

بار عاملی را در عامل پنهانی چهارم به خود اختصاص دادند که انتخاب بر اساس این عامل می‌تواند به عنوان یک انتخاب غیر مستقیم برای خانواده‌های متحمل به خشکی مورد توجه قرار گیرد.

بطورکلی از نتایج حاصله چنین استنباط می‌شود که در شرایط تنش اجزای عملکرد و شاخص برداشت که به عامل اول اختصاص یافته‌اند، صفات مربوط به خصوصیات سنبله در جهت مثبت و شاخص برداشت در جهت منفی که در عامل دوم قرار دارند و صفات فنولوژیک و فیزیولوژیک گیاهی که بزرگترین ضرایب عاملی را در عامل سوم به خود اختصاص داده‌اند می‌توانند به عنوان شاخص‌های مهمی برای ارزیابی و اصلاح خانواده‌های F_3 گندم دوروم در نظر گرفته شوند. در مرحله بعد صفاتی نظیر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و وزن حجمی می توانند حائز اهمیت باشند. اگرچه در شرایط بدون تنش نیز همین صفات می‌توانند به عنوان معیار انتخاب به کار روند، اما اهمیت صفات مختلف در شرایط محیطی گوناگون با یکدیگر تفاوت دارد بطوری‌که در شرایط بدون تنش صفات فنولوژیک گیاهی بیش از اجزاء عملکرد و عملکرد دانه در توجیه تغییرات داده‌ها اهمیت یافت. صفات فیزیولوژیک ELWR و RWC نیز در شرایط تنش رطوبتی سهم بیشتری از ضریب تبیین را نسبت به شرایط بدون تنش به خود اختصاص دادند که نشانه اهمیت این صفات در انتخاب خانواده‌های متحمل می باشد. بریجز و شبسکی (۱۲) هم به تأثیر متفاوت محیط‌های مختلف بر نتایج تجزیه عامل‌ها در گندم بهاره اشاره داشتند، به طوری که تعداد فاکتورها و صفات مرتبط با آنها از یک سال به سال دیگر متفاوت شد. توماس و همکاران (۳۳) نیز در بررسی گونه‌های مرتعی در شرایط تنش رطوبتی کل تنوع موجود در خصوصیات مورد ارزیابی را در دو مؤلفه بقاء در شرایط تنش اسمزی و خشکی‌های بلند مدت خلاصه

جدول ۴: ضرایب عامل های مشترک، واریانس های نسبی و تجمعی و میزان اشتراک عامل ها در صفات مختلف خانواده‌های F3 تحت شرایط تنش رطوبتی

صفات	ضرایب عامل‌های مشترک دوران یافته					میزان اشتراک
	عامل ۱	عامل۲	عامل۳	عامل۴	عامل ۵	
ارتفاع بوته(سانتی‌متر)	-۰/۱۰۳	۰/۱۱۳	۰/۱۶۲	۰/۸۷۸	-۰/۱۱۶	۰/۸۰۷
طول سنبله (سانتی‌متر)	-۰/۱۴۹	۰/۹۰۱	۰/۰۸۳	۰/۰۸۵	-۰/۱۱۶	۰/۶۵۹
طول پدانکل (سانتی‌متر)	۰/۰۷۶	-۰/۲۰۹	۰/۰۸۴	۰/۸۹۹	-۰/۰۰۲	۰/۷۳
طول ریشک (سانتی‌متر)	۰/۰۴۴	۰/۷۸۱	۰/۳۷۴	۰/۱۳۵	۰/۰۵۳	۰/۷۷
طول برگ (سانتی‌متر)	۰/۱۲۹	۰/۷۳	۰/۳۲۱	۰/۲۷	۰/۰۰۲	۰/۸۷
عرض برگ (سانتی‌متر)	۰/۲۵۱	۰/۱۵	۰/۵۶۷	۰/۱۲۷	-۰/۴۸۶	۰/۸۴
روز تا سنبله دهی	-۰/۰۹۸	۰/۳۲۶	۰/۸۳۱	-۰/۰۰۴	۰/۰۳۱	۰/۸۳
روز تا گرده‌افشانی	۰/۰۰۴	۰/۳۷۳	۰/۷۹۵	-۰/۲۴۵	۰/۰۳۱	۰/۸۷
روزتارسیدگی‌فیزیولوژیکی	۰/۳۱۴	-۰/۱۰۱	۰/۷۵۸	۰/۱۳۸	۰/۰۹۷	۰/۵۷
عملکردبیولوژیک	۰/۲۳۱	۰/۳۶۴	-۰/۰۱۶	۰/۷۵۷	۰/۲۴۵	۰/۸۳
عملکرددانه(گرم‌برمترمربع)	۰/۵۶۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۳۱	۰/۶۱۶	۰/۳۱۹	۰/۸۱
وزن هزار دانه (گرم)	۰/۳۹۸	-۰/۶۵۲	۰/۳۷۴	۰/۳۳۹	۰/۱۱۹	۰/۸۲
وزن حجمی (هکتولیتر)	۰/۳۷۴	-۰/۰۸۵	-۰/۰۲۹	-۰/۰۴۹	۰/۶۴۵	۰/۷۱
وزن سنبله (گرم)	۰/۷۷۵	۰/۰۰۲	۰/۴۹۲	۰/۱۴۹	-۰/۰۲۴	۰/۸۳
وزن دانه‌در سنبله (گرم)	۰/۸۶۷	-۰/۱۲۳	۰/۳۲۸	۰/۱۷۴	۰/۱۳۵	۰/۴۹
تعداد دانه در سنبله	۰/۸۴۲	۰/۳۶۲	۰/۰۷۶	-۰/۰۷۹	۰/۰۱۲	۰/۵۳
تعداد سنبله در مترمربع	۰/۰۶۹	۰/۳۷	-۰/۲۳۱	۰/۵۳۴	-۰/۰۲۱	۰/۴۴
شاخص برداشت	۰/۶۰۲	۰/۵۳۹	-۰/۰۳۶	۰/۰۱۵	۰/۱۶۶	۰/۶۸
شاخص برداشت سنبله	۰/۴۶۲	-۰/۲۹۱	-۰/۱۸۵	۰/۱۰۹	۰/۳۱۲	۰/۴۸
ELWR	-۰/۰۰۹	-۰/۰۱۵	۰/۳۲۵	-۰/۱۲۲	۰/۵۴۳	۰/۸۵
RWC	۰/۲۴۳	-۰/۰۱۷	۰/۵۴۱	۰/۰۷۷	۰/۳۶۲	۰/۹۲
واریانس نسبی	۲۶/۵۳	۱۹/۷۲	۱۳/۲۱	۸/۰۱	۵/۶۷	
واریانس تجمعی	۲۶/۵۳	۴۶/۲۵	۵۹/۴۶	۶۷/۴۷	۷۳/۱۴	

نمودند.

در این آزمایش به منظور دسته‌بندی خانواده‌های F_3 گندم دوروم در دو محیط تنش رطوبتی وعدم تنش رطوبتی و مشخص نمودن فاصله ژنتیکی گروه‌های موجود در این جمعیت از تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. در دو محیط پنج گروه کاملاً مجزا که از نظر کلیه صفات زراعی و فیزیولوژیکی اختلاف معنی‌داری داشتند، شناسایی گردید (جداول ۵ و۶). صحت گروه‌های تعیین شده از طریق آزمون T^2 کاذب هوتلینگ و تابع تشخیص تایید گردید. در شرایط بدون تنش نخستین گروه از نظر صفات وزن هزار دانه، وزن حجمی و شاخص برداشت دارای بیشترین مقدار و از نظر صفات طول سنبله، صفات فنولوژیک و ELWR دارای کمترین مقدار نسبت به گروه‌های دیگر بودند. لذا خانواده‌های موجود در این گروه دارای شاخص برداشت و عملکرد دانه بالایی بوده و می‌توانند در اهداف اصلاحی و انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب برای نسل‌های بعدی مورد توجه واقع شوند. همچنین خانواده‌های این گروه به عنوان خانواده‌های زودرس و با توانایی فرار از خشکی انتهای فصل می‌توانند مد نظر باشند. خانواده‌های موجود در گروه دوم مطلوبیت خاصی را از نظر صفات مورد بررسی نداشته و مورد هدف برنامه‌های بهنژادی نخواهند بود. در گروه سوم صفات فنولوژیک، وزن حجمی، شاخص برداشت و RWC بیشترین مقدار را در بین گروه‌ها به خود اختصاص دادند. بنابراین خانواده‌های این گروه دارای طول دوره رشد بالاتری نسبت به سایر افراد جامعه بوده و اگرچه شاخص برداشت مقدار بالایی را نشان داد اما عملکرد دانه نسبت به سایر گروه‌ها به علت افت اجزای عملکرد دچار افت گردیده و موجب می‌شود تا این گروه تنها از نظر خواص فنولوژیک مدنظر باشد و افزایش طول دوره رشد و دیررسی تأثیری بر افزایش عملکرد نداشته باشد. در گروه پنجم نیز صفات فنولوژیک بیشترین حد را نشان دادند. محتوای نسبی آب برگ در این گروه بالاترین مقدار را نشان داد که منجر

جدول ۵: تجزیه واریانس و مقایسه میانگین گروه های حاصل از تجزیه خوشه ای بر روی خانواده‌های F3 گندوم دوروم در شرایط عدم تنش رطوبتی

صفات	میانگین مربع بین گروه‌ها	ضریب تنوع	میانگین				
			گروه اول	گروه دوم	گروه سوم	گروه چهارم	گروه پنجم
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۱۶۴/۷۵ **	۷/۳	۸۹/۹c	۸۷/۲c	۸۳/۳d	۹۷/۷b	۱۰۴/۰۳a
طول سنبله (سانتی‌متر)	۷/۵۲ **	۸/۱۶	۶/۷d	۷/۶b	۷/۱c	۷/۶b	۸/۱a
طول پدانکل (سانتی‌متر)	۲۸۰/۹۲**	۸/۳	۴۱/۲b	۳۶/۹c	۳۵/۹c	۴۲/۸a	۴۲/۶ab
طول ریشک (سانتی‌متر)	۷/۶۲ **	۶/۱	۱۱/۶ c	۱۲/۲b	۱۲/۶ab	۱۲/۶ab	۱۲/۸a
طول برگ (سانتی‌متر)	۱۰/۵۸**	۷/۸	۱۸/۳ b	۱۸/۹b	۱۸/۳b	۱۸/۷b	۱۹/۹a
عرض برگ (سانتی‌متر)	۰/۰۸ **	۵/۳	۱/۶ b	۱/۶b	۱/۶b	۱/۶b	۱/۷a
روز تا سنبله دهی	۱۰۸/۶ **	۱/۱۵	۱۵۵/۷ d	۱۵۷/c	۱۵۹/۳b	۱۵۷/۸c	۱۶۰/۸a
روز تا گرده‌افشانی	۴۴/۲۳ **	۰/۷۶	۱۶۶/۴ c	۱۶۷/۴b	۱۶۹/۹a	۱۶۷/۶b	۱۶۹/۴a
روزتارسیدگی‌فیزیولوژیکی	۶۳/۲۵ **	۰/۹۱	۲۰۰/۵ c	۱۹۹/۷c	۲۰۳/۴a	۲۰۱/۶b	۲۰۳/۰۵a
عملکردبیولوژیک	۱۲۹۶۴ **	۱۶/۸	۱۴۵۸/۱ b	۱۴۵۸/۱b	۱۳۴۷/۳b	۱۷۴۷/۵a	۱۸۲۴/۴a
عملکرددانه (گرم‌برمترمربع)	۱۷۱۷۳**	۱۶/۵	۶۴۵/۳ b	۵۴۷/۹c	۵۷۸/۳c	۷۳۷/۲a	۶۹۸/۹ab
وزن هزار دانه (گرم)	۷۶/۳۷**	۴/۹	۴۳/۶a	۴۰/۲c	۴۰/۱c	۴۲/۵b	۴۱/۱c
وزن حجمی (هکتولیتر)	۳۴۸۶**	۲/۳	۴۲۲/۶a	۴۱۶/۷b	۴۲۴/۱a	۴۱۸/b	۴۱۲/۶b
وزن سنبله (گرم)	۱/۰۱**	۸/۲	۳/۰۲ c	۳c	۳/۳ab	۳/۲b	۳/۵a
وزن دانه‌در سنبله (گرم)	۰/۴۹**	۸/۷	۲/۲۹ c	۲/۱۸d	۲/۴۴b	۲/۳۹b	۲/۵۶a
تعداد دانه در سنبله	۲۱۵/۳**	۸/۰۳	۴۴/۶cd	۴۳/۲d	۴۷/۳b	۴۶/۲cb	۱/۳a
تعداد سنبله در مترمربع	۳۰۱۵**	۱۴/۵	۴۵۹/۷ab	۴۴۰/۷b	۳۹۶/۱c	۴۸۱/۳a	۴۶۶/۱ab
شاخص برداشت	۱۵۷/۳**	۱۰/۷	۴۴/۸a	۴۱/۲cb	۴۳/۸a	۴۲/۸ab	۳۸/۵c
شاخص برداشت سنبله	۴۶/۷**	۳/۹	۷۵/۷a	۷۲/۶c	۷۳/۵bc	۷۴/۴b	۷۳/۹bc
ELWR	۴۶۸/۲ **	۱۱	۵۴/۱ c	۶۴/۱a	۵۸/۲b	۵۵/۲cb	۵۴/۳c
RWC	۵۱۴/۷**	۶/۶	۷۵/۹ b	۷۰/۱c	۸۲/۵a	۷۵/۲b	۷۳/۵b

مقایسه میانگین ها به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. در هر ردیف تفاوت هر دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، از نطر آماری معنی دار نیست.

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد

به به گزینش غیر مستقیم خانواده‌های متحمل به خشکی خواهد گردید. خانواده‌های موجود در گروه چهارم بیشترین مقدار را از لحاظ صفات طول پدانکل، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله در متر مربع نشان دادند. لذا افراد این گروه را می‌توان به منظور افزایش عملکرد دانه و انتخاب افراد با عملکرد دانه بالا در ادامه پروژه اصلاحی مد نظر قرار داد. در گروه پنجم نیز همانند گروه چهارم افراد دارای عملکرد دانه بالا به همراه اجزاء عملکرد وزن دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع بالا بودند. اما این افزایش عملکرد دانه در حد گروه چهارم نبود زیرا این گروه دارای صفات مرتبط با رشد رویشی بالا (طول بوته، طول پدانکل، طول ریشک، طول سنبله، روز تا سنبله‌دهی و روز تا گرده‌افشانی) بوده که همین امر باعث کاهش شاخص برداشت به حد زیادی گردید و تائیدی بر رابطه منفی عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت است (۳۲). بنابراین بطور کلی می‌توان چنین استنباط کرد که خانواده‌های مورد بررسی در شرایط بدون تنش گروه‌هایی را با حداکثر عملکرد دانه (گروه چهارم)، حداکثر طول دوره رشد و دیررسی (گروه پنجم)، حداقل طول دوره رشد و زودرسی (گروه اول) و حداکثر RWC به همراه ELWR بالا (گروه سوم) ایجاد نمودند که بسته به اهداف اصلاحی قابل توجه خواهند بود. از طرف دیگر هرچه گروه‌های حاصله دارای فاصله ژنتیکی بیشتر و رابطه خویشاوندی کمتری باشند امکان جمع‌آوری ژن‌های مطلوب را در نتاج فراهم می‌کنند. به عنوان مثال ژنوتیپ‌های گروه اول با حداقل دوره رشد و گروه چهارم با حداکثر عملکرد دانه دارای فاصله ژنتیکی کافی به منظور اجرای برنامه‌های هیبرید در جهت تولید افراد زودرس باعملکرد بالا خواهند بود.

جدول ۶: تجزیه واریانس و مقایسه میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه ای بر روی خانواده های F3 گندوم دوروم در شرایط تنش رطوبتی

صفات	میانگین مربع بین گروهها	ضریب تنوع	میانگین				
			گروه اول	گروه دوم	گروه سوم	گروه چهارم	گروه پنجم
ارتفاع بوته(سانتی‌متر)	۱۲۶۲/۶**	۸/۰۱	۹۵/۴b	۸۸/۴c	۱۱۰/۱a	۸۱/۳cd	۹۷/۷۵b
طول سنبله (سانتی‌متر)	۱۲/۵ **	۶/۷	۶/۸۹b	۶/۸۲b	۸/۱۷a	۸/۳۴a	۸a
طول پدانکل (سانتی‌متر)	۲۸۲/۲**	۸/۶	۴۵/۴۵b	۴۰/۵۳d	۴۹/۰۱a	۳۵/۱e	۴۳/۶c
طول ریشک (سانتی‌متر)	۲۰/۰۲ **	۵/۹	۱۱/۵c	۱۰/۷c	۱۳/۲a	۱۳/۱ab	۱۲/۶b
طول برگ (سانتی‌متر)	۳۸/۱**	۶/۸	۱۹/۲c	۱۷/۸c	۲۱/۴a	۲۰/۹ab	۲۰/۶b
عرض برگ (سانتی‌متر)	۰/۲۷ **	۹/۴	۱/۶۵b	۱/۵۵c	۱/۹۱a	۱/۷۷ab	۱/۹۵b
روز تا سنبله دهی	۴۹/۶ **	۱/۰۱	۱۵۷/۹c	۱۵۷c	۱۶۰/۹a	۱۶۲a	۱۵۸/۶b
روز تا گرده‌افشانی	۳۹/۷ **	۰/۷۱	۱۶۷/۷d	۱۶۶/۹c	۱۶۹/۸b	۱۷۲/۱a	۱۶۸/۲c
روزتارسیدگی‌فیزیولوژیکی	۴۰/۵ **	۰/۷۷	۱۹۹/۸b	۱۹۷/۲d	۲۰۰/۵ab	۲۰۱/۶a	۱۹۸/۵c
عملکرد بیولوژیک	۱۰۴۸۱ **	۱۷/۴	۱۵۵۳/۸b	۱۲۲۷/۹c	۱۸۹۰/۵a	۱۱۱۷/۲c	۱۵۵۹/۷b
عملکرد دانه (گرم‌برمترمربع)	۲۰۶۴۸**	۱۸/۱	۵۵۵/۵a	۳۵۷/۱c	۵۷۵/۱a	۲۹۹/۵c	۴۵۶/۲b
وزن هزار دانه (گرم)	۰۲۷۲/۵**	۸/۱	۳۷/۸a	۳۳/۱b	۳۷/۳a	۳۱/۷b	۳۲/۱b
وزن حجمی (هکتولیتر)	۱۹۶۶**	۱۰/۴	۴۴۱/۷a	۳۹۳/۶b	۳۹۹/۷b	۳۶۷/۱b	۳۹۳/۷b
وزن سنبله (گرم)	۳/۱۱**	۱۰/۴	۲/۸۲b	۱/۹۷d	۳/۱۱a	۲/۷۴b	۲/۴۷c
وزن دانه در سنبله (گرم)	۲/۱۹**	۱۱/۳	۲/۱۳a	۱/۴۲c	۲/۱۴a	۱/۷۱b	۱/۷۱b
تعداد دانه در سنبله	۲۷۴/۱۲**	۹/۸	۴۷/۱a	۳۷/۴c	۴۷/۵a	۴۴/۳ab	۴۴/۹b
تعداد سنبله در مترمربع	۲۰۴۹**	۱۵/۳	۴۶۹/۲b	۴۳۹/۶bc	۵۳۶/۴a	۳۷۵/۸c	۵۱۳a
شاخص برداشت	۴۰۷/۵**	۱۱/۹	۳۶/۳a	۲۸/۹bc	۳۰/۷b	۲۶/۹c	۲۹/۱bc
شاخص برداشت سنبله	۴۲۹/۷**	۵/۶	۷۵/۹a	۷۱/۵b	۶۹/۳b	۶۲/۹c	۶۹/۲b
ELWR	۱۱۳**	۷/۱	۷۳b	۷۶/۷a	۷۴/۴ab	۶۹/۱c	۷۲/۱bc
RWC	۴۴۹/۵**	۱۱	۵۸/۸ab	۵۲/۴c	۶۱/۶a	۶۰/۸a	۵۴/۳bc

مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. در هر ردیف تفاوت هر دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری معنی دار نیست.

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد

در شرایط تنش رطوبتی خانواده‌های موجود در گروه‌های اول و سوم دارای بیشترین مقدار عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه وزن هزار دانه، تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله و شاخص برداشت بودند و تفاوت معنی‌داری را با سایر گروه‌ها نشان دادند. تفاوت این دو گروه در میزان رشد رویشی آنها بوده به طوری که گروه سوم بیشترین طول بوته، طول پدانکل، طول ریشک، طول و عرض برگ پرچم و طول دوره رشد رویشی را به خود اختصاص داد. گروه سوم در رده خانواده‌های دیررس و گروه اول در رده خانواده‌های زودرس قرار گرفت. این نتایج نشان می‌دهد که در شرایط تنش خشکی انتهای فصل دو عامل مهم زودرسی و طول پدانکل بیشتر می‌توانند در جبران کاهش عملکرد مؤثر بوده و افت عملکرد را به نحو چشمگیری کاهش دهند بطوری که عملکرد گروه سوم با میزان ۵۷۵ گرم بر متر مربع در حد عملکرد دانه در محیط عدم تنش رطوبتی بود. نکته بسیار مهم دیگر در این گروه میزان بالای RWC و ELWR نسبت به سایر گروه‌ها است. این دو صفت فیزیولوژیک که ارتباط بسیار نزدیکی با میزان تحمل تنش خشکی دارند نقش خود را دراین گروه ایفا کرده و به‌شدت از افت عملکرد جلوگیری کرده‌اند. بنابراین خانواده‌های موجود در گروه سوم متحمل‌ترین افراد با عملکرد دانه قابل قبول بوده و می‌توانند به‌منظور انتخاب مدنظر قرارگیرند. گروه اول عملکرد دانه ۵۵۵ گرم بر متر مربع داشت که نسبت به گروه سوم در رتبه بعدی قرار داشت و به همین ترتیب از نظر صفات ارتفاع بوته و پدانکل و صفات فیزیولوژیک RWC و ELWR پس از گروه سوم بود. خانواده‌های گروه دوم بغیر از ELWR از نظر سایر صفات هیچ خصوصیات مطلوبی

نداشتند.

در گروه چهارم دیررس‌ترین خانواده‌ها قرار داشتندو کمترین مقدار عملکرد دانه نیز در این گروه مشاهده گردید. در این گروه مقدار ELWR پایین ترین مقدار را نشان داد اما RWC در حد بالایی بود ولی این صفت به تنهایی قادر به جبران افت عملکرد دانه نبوده است. بنابراین بر طبق گفته یاداو و همکاران (۳۵) پتانسیل ژنتیکی افراد برای عملکرد بالا یکی از معیارهایی است که در انتخاب افراد متحمل در شرایط تنش رطوبتی باید مد نظر قرار گیرد. خانواده‌های گروه پنجم در حد متوسطی از هریک از صفات قرار داشته و اگرچه از نظر هیچ صفتی در بالاترین حد نبودند، اما به طور متوسط عملکرد بالاتری را پس از گروه‌های اول و سوم داشتند. بنابراین در کل، تجزیه خوشه‌ای در محیط تحت تنش رطوبتی توانست متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها را بر اساس حداکثر عملکرد دانه و صفات مرتبط با تحمل تنش شناسایی نماید که گروه اول و سوم دارای این ویژگی بودند. از طرف دیگر فاصله ژنتیکی موجود در بین خانواده‌های مختلف مشخص گردید بطوری‌که گروه چهارم با حداکثر طول دوره رشد و حداکثر RWC اما عملکرد غیر قابل قبول در کنار گروه اول با عملکرد قابل قبول ولی طول دوره رشد طولانی می‌توانند در برنامه‌های هیبرید مورد توجه واقع شوند. در مطالعه‌ای که بر روی ۸۰ ژنوتیپ گندم صورت گرفت تجزیه خوشه‌ای در شرایط تنش رطوبتی و عدم تنش رطوبتی ژنوتیپ‌ها را به ترتیب در سه و چهار گروه تقسیم کرد (۸). در تحقیقی دیگر ۵۶۷ ژنوتیپ گندم نان که از ۳۶ شهرستان مختلف ایران جمع آوری شده بود، در دو محیط تنش و غیر تنش مورد تجزیه خوشه‌ای واقع شدند که این تجزیه شهرستان‌هایی را با اقلیم متفاوت در گروه‌های مشابه قرار داد(۶). یونگ‌زانگ و همکاران (۳۶) با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، ۲۵ ژنوتیپ مختلف گندم را که در ۱۳ محیط مختلف از لحاظ شرایط آبیاری و کاشت و در طی دو سال زراعی ارزیابی شده بودند، در هفت گروه متفاوت از نظر عملکرد دانه گروه‌بندی نمودند

در مجموع، با توجه به نتایج حاصل از همبستگی‌های بین صفات و رگرسیون مرحله‌ای مشخص می_شود که در شرایط تنش رطوبتی صفات شاخص برداشت، وزن هزاردانه و تعداد دانه در سنبله می‌توانند در جهت افزایش عملکرد دانه به کار روند، مشروط بر آنکه افزایش تعداد دانه در سنبله موجب کاهش وزن هزار دانه نگردد و مصالحه‌ای در این دو صفت صورت گیرد که در این صورت ارتباط شاخص برداشت و عملکرد دانه نیز مثبت و بالا خواهد بود. صفت ELWR نیز در بین صفات فیزیولوژیک معیار مناسبی در جهت انتخاب خانواده‌های F_3 با عملکرد بالا است و دارای رابطه مثبت با عملکرد دانه می‌باشد بطوری که هرچه میزان ELWR بیشتر باشد خانواده مورد نظر تحمل بیشتری به تنش خشکی نشان می‌دهد و افت عملکرد آن کمتر خواهدبود. در شرایط آبیاری کامل، صفات عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه بیشترین ارتباط مثبت را با عملکرد دانه نشان دادند، در صورتی که افزایش تعداد سنبله در متر مربع موجب کاهش وزن هزار دانه و عملکرد دانه نگردد. بنابراین در گزینش از طریق این دو صفت باید به تعداد سنبله در متر مربع نیز توجه نمود. نتایج تجزیه عامل‌ها نیز اجزای عملکرد دانه، شاخص برداشت و صفات فیزیولوژیک را به عنوان بهترین معیارهای انتخاب با میزان اهمیت متفاوت در دو شرایط محیطی تنش و عدم تنش معرفی کرد. در تجزیه خوشه‌ای مشخص گردید که علاوه بر صفات ذکر شده، صفات فنولوژیک و قامت گیاه نیز در گروه‌بندی و تفکیک خانواده‌ها از یکدیگر تاثیرگذارند و باید مورد توجه واقع شوند.

منابع

۱- اهدایی، ب. ۱۳۷۲. انتخاب برای مقاومت به خشکی در گندم. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. ص. ۶۲-۴۳. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج

۲- جزایری، م. ر. و ع. رضایی.۱۳۸۳. واکنش ارقام یولاف به تنش رطوبتی. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- عبدمیشانی، س.، و ع. ا. شاه نجات بوشهری. ۱۳۷۶. اصلاح نباتات تکمیلی. جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران .

۴- علیزاده، ا. ۱۳۷۴. اصول طراحی سیستم‌های آبیاری(جلد دوم). نشر دانشگاه امام رضا.

۵- گل پرور، ا. ر.۱۳۷۹. ارزیابی تعدادی از ژنوتیپ‌های گندم 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.

۶- نورمند موید، ف.، م.ع. رستمی و م. ر. قنادها. ۱۳۸۰. بررسی صفات مرفوفیزیولوژیکی گندم نان و رابطه آنها با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران. ج. ۳۲، ش. ۴. ص. ۷۸۵-۷۹۴.

۷- نیکخواه، ح. ۱۳۷۸. ارزیابی و مطالعه توارث پذیری مقاومت به خشکی در گندم نان. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

8-Al-hakimi, A. P. Monneveaux, and M. M. Nachit. 1998. Direct and indirect selection for drought tolerance in alien tetraploid wheat × durum wheat crosses. Euphytica 100: 287-294.

9-Arzani, A. 2002. Grain yield performance of durum wheat germplasm under Iranian dryland and irrigated field conditions. Sabrao J. Breed. Genet. 34: 9-18.

10-Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. CRC Press, Boca Raton. USA.

11-Blum, A., G. Golan, J. Mayer, B. Sinmena, L. Shpiler and J. Burra. 1989. The drought response of landraces of wheat from the northern Negev desert in Israel. Euphytica 43: 87- 96.

12-Briggs, K. G. and L. H. Shbeski. 1972. An application of factor analysis to some bread making quality data. Crop Sci. 12:44-46.

13-Bushuk, W., S. Jana, and T. F. Townley-Smith. 1989. Canadian research on drought resistsnce in cereals. In: Baker F.W.G.(ed) Drought resistance in cereals. Wallingford, UK: ICSU and CAB International , pp 191-200.

14-Ceccarelli, S.,and S. Grando. 1989. Efficiency of empirical selection under stress corditions in barley. J. Genet. Breed. 43: 25- 31.

15-Cedola, M. C., A. Iannucci, G. Scalfati, M. Soprano, and A. Rascio. 1994. Leaf morphophysiological parameters as screening techniques for drought stress tolerance in *Triticum durum* Desf. J. Genet. and Breed. 48:229-236.

16-Clarke, G. 1982. Excised leaf water retention capacity as an indicator of drought resistance of *Triticum* genotypes. Can. J. Plant Sci. 62:571-576.

17-Clarke, J. M. and T. F. Townley-Smith. 1986. Heritability and relationship to yield of excised leaf water retention in durum wheat. Crop Sci. 26: 289-292.

18-Farshadfar, E., M. Ghanadha, M. Zahravi and J. Sutka. 2001. Generation mean analysis of drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) Acta Agronomica Hungarica 46(1) 59-66.

19-Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29:897-912.

20-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.

21-Karyudi, and R. J. Fletcher. 2003. Osmoregulation in birdseed millet under conditions of water stress II. Variation in F3 lines of *Setaria italica* and its relationship to plant morphology and yield. Euphytica 132: 191-197.

22-Kirigwi, F. M., M. Can Ginkel, R. Trethowan, R. G. Sears, S. Rajaram & G. M. Paulsen 2004. Evaluation of selection strategies for wheat adaptation across water regimes. Euphytica 135: 361- 371.

23-Lopatecki, L. E., E. L. Longair, and R. Kasting. 1962. Quantitative changes of soluble carbohydrates in stems of solid- and hollow-stemmed wheat during growth. Can. J. Bot. 40: 1223-1228.

24-Manette, A. S., C. J. Richard, B. F. Carver and D. W. Mornhinweg. 1988. Water relations in winter wheat as drought reistance indicators. Crop Sci. 28: 526- 531.

25-Mationn, M. A., J. H. Brown, and H. Ferguon. 1989. Leaf water potential, relative water content and difusive resistance as screening techniques for drought resistance in barley. Agron. J. 81: 100-105.

26-Nachit, M. M., H. Ketata and E. Acevedo. 1991. Selection of morphophysilogical traits for multiple abiotic stresses resistance in durum wheat. Physiology-Breeding of Winter Cereal for Stressed Mediternean Environments.Proc. of a Seminar, pp: 391-400.

27-Pantuwan, G., S. Fakai, M. cooper, S. Rajataserrku, and J. C. Tool. 2002. Yield response of rice(*Oryza sativa* L.) genotypes to different types of drought under rainfed low lands. Part 1. Grain yield and yield components. Field Crops Res. 73: 153- 168.

28-Pecetti, L., P. Annicchiarico, and G. Kashour. 1993. Flag leaf variation in Mediterranean durum wheat landraces and its relationship to frost and drought tolerance and yield response in moderately favourable conditions. Plant Genetic Resources Newsletter. 93:25-28.

29-Ramirez-Vallejo, P. and J. D. Kelly. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica 99: 127-136.
30-Robins, J. S., and C. E. Domingo. 1962. Moisture and nitrogen effects on irrigated spring wheat. Agron. J. 54:135-138.
31-Siddique, M. R. B., A. Hamid, and M. S. Islam. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. Bot. Bull. Acad. Sin. 41:35-39.
32-Singh, D. I. and N. C. Stoskopf. 1971. Harvest index in cereals.Agronomy J. 63: 224-227.
33-Thomas, H., S. J. Dalton, C. Evans, K. H. Chorlton, and I. D. Thomas. 1996. Evaluating drought resistance in germplasm of meadow fescue. Euphytica 92:401-411.
34-Winter, S. R., J. T. Musick and K. B. porter. 1988. Evaluation of screening techniques for breeding drought-resistant winter wheat. Crop Sci. 28: 512- 516.
35-Yadav R. S., C. T. Hash, F. R. Bidinger, G. P. Cavan and C. J. Howarth. 2002. Quantitative trait loci associated with traits determining grain and stover yield in pearl millet under terminal drought-stress conditions. Theor. Appl. Genet. 194: 67-83.
36-Yong, Z., Y., Z. He, A. Zhang, M. Van Ginkel and G. Ye. 2006. Pattern analysis on grain yield performance of Chinese and CIMMYT spring wheat cultivars sown in China and SIMMYT. *Euphytica* 147:409-420

Evaluation of influence of late-season moisture stress on yield and morpho-physiological characteristics of F3 families of durum wheat

M. Gol-Abadi, A. Arzani, A.M. Mirmohamaddi Meibodi[1]

Abstract

The influence of late-season drought stress on grain yield, its components and some other morpho-physiological traits was evaluated using 151 F3 families obtained from crossing a drought tolerant genotype with a drought susceptible genotype at Research Farm of Isfahan University of Technology in 2003-2004. Two separate randomized complete block designs each of which having two replications allocated to each of moisture stress and irrigated (non-stress) environments. Drought stress significantly affected grain yield, its components, harvest index and relative water content (RWC) traits. Analysis of variance of combined data revealed significant differences among the environments for the traits that related to reproductive stage. The genetic and phenotypic correlation coefficients between grain yield and most of traits such as RWC and excised leaf water retention (ELWR) were significant. Based on stepwise regression analysis, biological yield and harvest index were the most efficient traits in explaining the grain yield variation under normal and stress environments, respectively, Factor analysis of data from the two environments indicated that components were related to phenologic characters, potentional of plant production, harvest index and yield components, plant height and physiological traits. The amount of variation explained by these components varied for two environmental conditions where yield components, plant height and physiological traits had a high impact under stress environment. Cluster analysis of families based on all of traits for two environments defined desirable clusters. This cluster divided families into five groups each of which desirable for a particular trait such as high or low grain yield in stress environments, early maturity, late maturity, high RWC and high ELWR.

Keywords: Durum wheat, drought stress, grain yield, morpho-physiological traits.

1. Contribution from Khorasgan Islamic Azad University and Isfehan University of Technology.