

ارزیابی مقاومت به خشکی در ارقام بومی گندم دوروم ایران تحت شرایط تنش آبی و آبیاری طبیعی

منصور خضری عفرای^۱، عبد الهادی حسین زاده^۲، ولی اله محمدی^{۳*} و علی احمدی^۴
۱، ۲، ۳، ۴، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار، استادیار و دانشیار پردیس کشاورزی
و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۱۶ - تاریخ تصویب: ۸۹/۴/۳۰)

چکیده

تنش خشکی یکی از مهمترین تنش‌های غیرزنده محیطی است که باعث کاهش عملکرد گیاهان زراعی به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان می‌شود. حفظ و بهره‌گیری از تنوع ژنتیکی می‌تواند یک استراتژی مفید در امر اصلاح برای مقاومت به خشکی باشد. به منظور شناسایی منابع مقاومت به خشکی و نیز صفات موثر بر عملکرد و بررسی میزان تنوع این صفات در مطالعه حاضر تعداد ۲۰ رقم بومی و ۲ رقم تجاری گندم دوروم از نظر برخی صفات فنولوژیک، فیزیولوژیک و مورفولوژیک مرتبط با مقاومت به خشکی تحت شرایط تنش آبی و نرمال در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۸۴ در کرج، بررسی شدند. نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که ارقام اختلاف معنی‌دار از نظر تمام صفات به جز تعداد برگ با همدیگر داشتند. تنش خشکی بیشترین تأثیر را بر روی صفات وزن سنبله، عملکرد دانه و محتوای آب نسبی داشته است. نتایج حاصل از تجزیه همبستگی تحت شرایط تنش آبی و آبیاری طبیعی نشان داد که صفات اجزاء عملکرد شامل تعداد سنبلچه در سنبله، وزن صد دانه، تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله، و همچنین صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و طول پدانکل همبستگی مثبت و معنی‌داری را با عملکرد دانه بوته داشتند. تجزیه رگرسیون گام به گام صفات نشان داد که در شرایط نرمال صفات شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبلچه و روز تا گلدهی دارای اهمیت بیشتری می‌باشند. در شرایط تنش آبی نیز وزن سنبله‌های بوته، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک دارای اهمیت بیشتری می‌باشند. شاخص‌های میانگین هارمونیک، متوسط تولید، میانگین هندسی تولید و شاخص تحمل به خشکی، که همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با عملکرد ارقام در شرایط تنش آبی و بدون تنش داشتند، به عنوان بهترین شاخص‌ها شناخته شدند. بر اساس مقادیر این شاخص‌ها و همین‌طور رسم بای‌پلات بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ارقام ۲۱، ۱۵ و ۹ مقاومترین ارقام و ارقام ۴، ۵ و ۶ و ۸ حساس‌ترین ارقام می‌باشند. نتایج حاصل از شاخص‌های مذکور در تایید نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها که در این آزمون ارقام ۹ و ۱۵ بالاترین عملکرد دانه را در هر دو شرایط تنش آبی و آبیاری طبیعی دارا بودند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، گندم دوروم، شاخص‌های تحمل خشکی، رسم بای‌پلات.

مقدمه

یکی از منابع شناخته شده تامین انرژی و پروتئین در جهان، گندم دوروم می‌باشد. این گیاه با حدود ۱۷ میلیون هکتار سطح زیرکشت و دامنه تولید جهانی ۳۰ تا ۳۵ میلیون تن، ۸ درصد از تولیدات کل گندم جهان را به خود اختصاص داده است (USDA, 2005). رطوبت، حرارت، نور، مواد غذایی و گازها بسته به مقدار آنها در محیط می‌توانند رشد و نمو گیاه را افزایش یا کاهش دهند (Blum, 1996). دسترسی به آب در بسیاری از نقاط جهان محدود است و فرایند خشکی بیشتر از هر عامل محیطی دیگر شایع‌ترین تنش محیطی است (Rajaram et al., 1996) که در هر زمانی از چرخه زراعی محیط‌های دیم می‌تواند اتفاق افتد، اگر چه الگوی خشکی مناطق مختلف، متفاوت است. الگوی تنش خشکی در مناطق مدیترانه‌ای شامل شمال آفریقا، غرب آسیا، استرالیا، جنوبی و آفریقای جنوبی، از نوع انتهایی یا تنش بعد از گلدهی می‌باشد. در امریکای جنوبی الگوی تنش از نوع قبل از گلدهی است و در زمین‌های کشاورزی با باران‌های موسمی هند مرکزی الگوی تنش مداوم حاکم است که از رطوبت ذخیره‌ای خاک برای کشاورزی استفاده می‌کنند (Richards, 2002).

در ایران گندم تحت شرایط اقلیمی مختلف کشت می‌شود و در مراحل مختلف رشد در معرض تنش‌های خشکی، گرما و سرما قرار دارد. حدود ۶۷٪ سطح زیر کشت گندم مربوطه به اراضی دیم است که در طی فصل رشد در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرد. در ایران حتی در شرایط کشت آبی نیز محدودیت آب عموماً در اواخر فصل رشد گندم اتفاق می‌افتد و دلیل آن رقابت زراعت‌های بهاره با زمان آبیاری گندم در مرحله دانه‌بندی است. این محدودیت آبیاری بسته به زمان آن می‌تواند تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد گندم داشته باشد (Department of Agriculture of I. R. Iran., 2005; Galeshi & Eschooe, 2001).

شناسایی و انتخاب ارقام مقاوم به تنش آبی و نیز دارای عملکرد مطلوب در دو شرایط محیطی بدون تنش آبی و تنش همواره مورد توجه به‌نژادگران بوده است. Fernandez (1992) ژنوتیپ‌ها را از نظر عملکرد تحت شرایط تنش آبی و بدون تنش به ۴ گروه تقسیم‌بندی

کردند. این ۴ گروه عبارتند از: ۱- ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط محیطی (تنش و بدون تنش) (گروه A)؛ ۲- ژنوتیپ‌هایی که فقط در محیط بدون تنش عملکرد خوبی دارند (گروه B)؛ ۳- ژنوتیپ‌هایی که صرفاً عملکرد خوبی در شرایط تنش دارند (گروه C)؛ ۴- ژنوتیپ‌هایی که تظاهر ضعیفی در هر دو محیط دارند (گروه D). وی در ادامه بیان کرد که شاخصی که می‌تواند ژنوتیپ‌های گروه A را از بقیه متمایز کند، که دارای همبستگی مثبت و بالا با عملکردهای هر دو محیط باشد. برای انتخاب گیاهان مقاوم و با عملکرد بالا بر اساس عملکرد، شاخص‌های متفاوتی پیشنهاد شده است. میانگین بهره‌وری (MP)^۱ که توسط Rosieelle & Hambelen (1981) پیشنهاد شده است، میانگین عملکرد رقم در دو محیط را نشان می‌دهد. میانگین بهره‌وری در صورت متفاوت بودن دو عملکرد (محیط تنش و بدون تنش) دارای آریبی خواهد بود و مقدار صحیحی به دست نخواهد داد. Fischer & Maurer (1978) شاخص حساسیت به تنش (SSI)^۲ را برای اولین بار معرفی کردند که فقط می‌تواند گیاهان با عملکرد بالا در محیط تنش آبی را انتخاب کند و ژنوتیپ‌های انتخابی تظاهر خوبی در محیط بدون تنش نخواهد داشت و این ایرادی بود که بر آن وارد شده است. Fernandez (1992) شاخص‌های میانگین هندسی (GMP)^۳ و شاخص تحمل به خشکی (STI)^۴ را که می‌تواند ژنوتیپ‌های متحمل و پر عملکرد تحت دو شرایط محیطی متمایز کنند، معرفی کرد. Azizi-nia (2005) با بررسی ارقام مصنوعی و بومی گندم در شرایط تنش و بدون تنش آبی نشان داد که شاخص‌های میانگین بهره‌وری، میانگین هندسی و شاخص تحمل به خشکی به عنوان بهترین شاخص‌های مقاومت به خشکی برای انتخاب ارقام مقاوم و دارای عملکرد بالا می‌باشند.

تحقیقات زیادی در رابطه با اصلاح گیاهان برای مناطقی که در معرض تنش خشکی می‌باشند صورت گرفته است اما سهم گندم دوروم بدلیل پایین بودن

1. Mean Productivity

2. Stress Susceptibility Index

3. Geometric Mean Productivity

4. Stress Tolerance Index

(۶)، خرم‌آباد ۵-۶۳۱۴ (۷)، کرمانشاه ۳-۶۲۶۴ (۸)، توسیرکان ۱۰-۵۸۴۹ (۹)، شیراز ۱-۶۷۱۷ (۱۰)، فارس ۱-۶۳۶۸ (۱۱)، کرمانشاه ۳۰-۶۱۵۹ (۱۲)، خرمشهر ۱۱-۶۴۲۳ (۱۳)، اهواز ۱-۶۴۰۹ (۱۴)، توسیرکان ۳-۵۸۵۰ (۱۵)، توسیرکان ۴-۵۸۵۰ (۱۶)، کرمانشاه ۹-۵۳۲۷ (۱۷)، DW11 (۱۸)، DW2 (۱۹) و DW4 (۲۰) به همراه ۲ رقم تجاری (یاواروس و استورک) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار تحت شرایط تنش آبی و آبیاری طبیعی کشت گردید. آزمایش در سال ۱۳۸۴ در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران- کرج اجرا شد. منطقه کرج از نظر تقسیم‌بندی آب و هوایی جزء مناطق نیمه خشک و نیمه سرد می‌باشد. میانگین بارندگی طبق آمار هواشناسی ۲۵۶ میلی‌متر می‌باشد. بذرها هر رقم، بر روی دو پشته به طول ۲ متر و دو خط در هر پشته برای هر کرت (با ابعاد ۲ × ۱/۵ متر) در زمینی با وسعت ۹۰۰ مترمربع کشت گردید. فاصله بین دو پشته داخل کرت و نیز فاصله بین کرت‌ها ۵۰ سانتی‌متر بود. بعد از سبز شدن تمامی ارقام و برطرف شدن خطر از بین رفتن گیاهان، بوته‌ها بر روی خط کشت به نحوی تنک شدند که بین آنها ۵ سانتی‌متر فاصله ایجاد گردید. بین هر تکرار و هر یک از آزمایش‌ها به ترتیب ۱ و ۵ متر فاصله لحاظ گردید. مراقبت‌های زراعی معمول نظیر آبیاری و مبارزه با علف‌های هرز (وجین دستی و زدن کولتیواتور) به طور منظم انجام گردید. کرت‌های آزمایش (شرایط تنش آبی و آبیاری طبیعی) جهت سبزشدن بذور آبیاری شدند و گیاهان تا بهار سال بعد از آب ذخیره شده در زمین و آب حاصل از بارندگی استفاده کردند. در بهار و تا مرحله رسیدگی، کرت‌های مربوط به شرایط آبیاری طبیعی به فاصله ۷ روز یکبار آبیاری شدند. لازم به ذکر است که منطقه کرج دارای آب و هوای مدیترانه‌ای و به تبع آن دارای الگوی تنش آبی آخر فصل (بعد از مرحله گرده‌افشانی تا رسیدگی) می‌باشد. بر همین اساس تنش از مرحله گرده‌افشانی تا مرحله رسیدگی دانه از طریق منع کامل آب آبیاری اعمال گردید. به این صورت که جهت جلوگیری از نفوذ آب آبیاری، کانالی در اطراف آزمایش تنش حفر گردید. به منظور اطمینان از اعمال تنش میزان رطوبت نسبی خاک و نقطه پژمردگی قبل از

سطح زیر کشت و تقاضا برای محصولات نهائی آن، کمتر از گندم نان می‌باشد. Pecciti & Annicchiarico (1998) با آزمایش بر روی گندم‌های دوروم ایتالیا، اعلام کردند که تحت شرایط آبیاری طبیعی عملکرد افزایش می‌یابد که این افزایش به دلیل افزایش باروری سنبله‌ها و وزن دانه‌ها است. همچنین Pecciti & Annicchiarico (1995) با بررسی گندم‌های دوروم ایتالیایی اعلام کردند که در این گندم‌ها بین زودرسی و مقاومت به خشکی و دمای بالا همبستگی وجود دارد و تنش خشکی باعث کاهش طول سنبله و مقدار پروتئین دانه می‌گردد. در ایران نیز به دلایلی که در بالا به آنها اشاره کردیم حجم مطالعات انجام گرفته در مورد این گیاه به مراتب پایین‌تر می‌باشند. مطالعات اندک صورت گرفته بروی تنوع ژنتیکی و هم بر روی روابط بین صفات در شرایط نرمال و تنش آبی می‌باشند. برای نمونه می‌توان به آزمایشی که Naghavi et al. (2002) به منظور بررسی تنوع ژنتیکی ژرم‌پلاسماهای گندم دوروم انجام دادند، اشاره کرد. آنها تنوع بالائی را از نظر اکثر صفات زراعی در بین این ژرم پلاسما به دست آوردند. با توجه به شرایط اقلیمی ایران، که همواره با مشکل کمبود آب لازم برای عملکرد رضایت‌بخش نیست، همچنین کارهای تحقیقاتی اندکی که بر روی گندم دوروم انجام گرفته، ضروری است تا از پتانسیل‌های ژنتیکی موجود در لاین‌های پیشرفته در جهت اصلاح برای مقاومت به خشکی بهره جست. بر این اساس تحقیق حاضر با اهداف ذیل صورت گرفت:

(۱) بررسی اثر خشکی بر صفات مختلف؛ (۲) بررسی تنوع صفات کمی بین ارقام مورد بررسی در هر دو شرایط آبیاری طبیعی و تنش آبی؛ (۳) برآورد میزان تنوع و همبستگی فنوتیپی صفات مختلف در هر دو شرایط آبیاری طبیعی و تنش آبی؛ (۴) گروه‌بندی ارقام از لحاظ صفات مختلف در شرایط آبیاری طبیعی و تنش آبی؛ (۵) معرفی بهترین شاخص‌های مقاومت به خشکی در تعیین ارقام مقاوم به تنش آبی.

مواد و روش‌ها

تعداد ۲۰ رقم بومی (خرم‌آباد ۶-۶۳۱۴ (۱)، خرم‌آباد ۲-۶۵۵۳ (۲)، خرم‌آباد ۴-۶۵۵۵ (۳)، خرم‌آباد ۶-۶۵۵۷ (۴)، شیراز ۵-۶۴۱۴ (۵)، خرم‌آباد ۵-۶۳۱۴

به ما می‌دهد و نمی‌توان اطلاعات بیشتری در مورد گروه‌بندی تمامی لاین‌ها بر اساس تقسیم‌بندی فرناندز به دست آورد (Fernandez, 1992). برای مقایسه شاخص‌های مختلف و گروه بندی ارقام از لحاظ مقاومت به خشکی از روش بای‌پلات استفاده گردید. (Gabrial, 1971; Fernandez, 1992).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای مختلف آماری صورت گرفت. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از نرم‌افزار Minitab، برای تجزیه واریانس و مقایسات میانگین از نرم‌افزار SAS، برای محاسبه میزان همبستگی، رگرسیون، تجزیه به عامل‌ها و تجزیه کلاستر از نرم‌افزار SPSS و برای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی از Minitab و برای رسم بای‌پلات از نرم‌افزار EXCELL استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ساده برای دو محیط تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای اکثر صفات نشان داد (به دلیل محدود بودن تعداد صفحات، نتایج آورده نشده است).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارقام شماره ۱، ۱۶، ۹ و ۱۵ بالاترین عملکرد را در شرایط آبیاری طبیعی نشان دادند. بر این اساس مشاهده شده است که رقم شماره ۱ تعداد روز تا رسیدگی نسبتاً طولانی دارد که بالاتر از مقدار میانگین این صفت می‌باشد (۲۱۱/۶ روز). عملکرد بیولوژیک (۵۵/۳۳ گرم)، تعداد پنجه (۱۶ پنجه)، وزن سنبله‌های بوته (۲۷/۶۰ گرم) این رقم نیز بالا می‌باشد. طول سنبله (۹/۵ سانتی‌متر)، وزن سنبله اصلی (۴/۱ گرم)، تعداد برگ (۵ عدد) و تعداد سنبلچه (۲۱ عدد) این رقم هم نسبتاً بالا می‌باشد. به نظر می‌رسد که این رقم با افزایش وزن بیوماس و بافت سبزینه‌ای بیشتری عملکرد را به خود اختصاص داده و در نهایت عملکرد بالای خود را از طریق افزایش تعداد پنجه در واحد سطح و نه تعداد دانه در سنبله و یا وزن صد دانه به دست آورده است. رقم شماره ۱۶ هم دارای تعداد روز تا رسیدگی و روز تا گلدهی بالایی می‌باشد (به ترتیب ۲۱۵/۳ و ۱۷۸/۳ روز). همچنین این رقم عملکرد بیولوژیک (۵۴/۲۴ گرم)، وزن

برداشت و در یک مرحله اندازه‌گیری گردید. صفات فنولوژیک اندازه‌گیری شده شامل صفات تعداد روز تا گل‌دهی و رسیدگی بود که در مزرعه یادداشت‌برداری شدند. بعد از رسیدن کامل بوته‌ها از هر رقم ده بوته به تصادف انتخاب و برداشت گردید و پس از انتقال به گلخانه صفات تعداد پنجه، ارتفاع گیاه، طول پدانکل، طول سنبله، طول ریشک، تعداد برگ در ساقه اصلی، تعداد کل سنبلچه‌ها در سنبله، عملکرد بیولوژیک، وزن سنبله، وزن کل سنبله‌های یک بوته، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه در تک بوته، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و محتوای نسبی آب اندازه‌گیری شدند.

روش اندازه‌گیری محتوای نسبی آب: در مرحله بین کرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک از هر کرت سه برگ پرچم به طور تصادفی جدا شده و بلافاصله داخل کیسه فریزر و درون یک ظرف حاوی یخ قرار داده شدند. در آزمایشگاه آورده از هر برگ قطعات دو سانتی‌متری از قسمت میانی برگ تهیه و وزن تر آنها با ترازوی حساس یک هزارم گرم اندازه‌گیری شد. این قطعات در شدت نور کم به مدت ۶ ساعت در داخل آب مقطر درون پتری دیش قرار داده شدند. پس از این مدت سطح آنها به آرامی با استفاده از کاغذ خشک‌کن خشک شده و وزن تورژسانس (آماس) آنها تعیین شد. سپس نمونه‌های برگ در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد بمدت ۴۸ ساعت خشک شدند و وزن خشک آنها با ترازوی حساس اندازه‌گیری شد. در نهایت محتوای نسبی آب برگ (RWC) از طریق رابطه زیر به دست آمد (Regan et al., 1992):

$$100 \times \frac{(\text{وزن خشک} - \text{وزن تر})}{(\text{وزن خشک} - \text{وزن تورژسانس})} = \text{محتوای نسبی آب } (\%)$$

برای ارزیابی ارقام و مقایسه شاخص‌های مختلف مقاومت به خشکی از ۶ شاخص شامل، میانگین بهره‌وری، میانگین هندسی، شاخص حساسیت به خشکی، شاخص تحمل به خشکی، میانگین هارمونیک و شاخص تحمل استفاده گردید (Fernandez, 1992). گزینش ارقام مقاوم به خشکی بر اساس شاخص‌های مقاومت به خشکی فقط امکان انتخاب لاین‌های برتر را

مترمربع متمرکز شده بود که بعداً با افزوده شدن صفت تعداد دانه در سنبله، این دو صفت به صفات مطلوب و مناسب برای انتخاب فنوتیپی برای افزایش عملکرد و سازگاری به شرایط محیطی تبدیل شدند (Ferrara, 2006). استراتژی های فیزیولوژیکی عمده برای افزایش عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه شامل افزایش کارایی مصرف تشعشع و ایجاد تبادل بین منبع و مخزن می باشند (Lawlor & Cornic, 2006).

باید توجه داشت که عملکرد دانه (بخشی از ماده خشک تولید شده توسط گیاه) به لحاظ ژنتیکی در طی سال های اخیر از طریق به نژادی بهبود یافته است و کل ماده خشک تنها اندکی تغییر کرده است. بیشتر (یا همه) این تغییرات در عملکرد دانه ناشی از تغییر در شاخص برداشت بوده است (Pfeiffer et al., 2001). Slafer & Andrade (1992) با زمانی که نتایج چندین آزمایش را که در مناطق مختلف دنیا صورت گرفته بود، بررسی کردند، تطابق جالبی را بین بهبود ژنتیکی در عملکرد دانه و شاخص برداشت ملاحظه کردند. آنها تأثیر بهبود ژنتیکی را بر ظرفیت ارقام از نظر اختصاصی مواد فتوسنتزی بین اندام های رویشی و زایشی در مرحله گرده افشانی مورد تأکید قرار دادند. ارقام جدید در مقایسه با ارقام قدیمی در هنگام گرده افشانی سنبله های سنگین تری دارند که ناشی از افزایش ظرفیت آنها در اختصاص ماده خشک در مراحل قبل از گرده افشانی و رشد زایشی می باشد.

نتایج تجزیه مرکب (جدول ۱) نیز تفاوت معنی دار بین دو محیط برای صفات را نشان داد که بیانگر تأثیر خشکی بر روی صفات است. صفات مختلف عکس العمل های متفاوتی از خود بروز دادند. به طور کلی تنش خشکی باعث کاهش همه صفات گردید. بیشترین درصد تغییرات مربوط به صفات وزن سنبله (۴۲/۶ درصد)، محتوای نسبی آب (۴۱/۷ درصد)، عملکرد دانه بوته (۳۴/۶ درصد)، تعداد پنجه (۳۱/۸ درصد) و عملکرد بیولوژیک (۲۹/۸ درصد) بود. کمترین مقدار هم مربوط به صفات روز تا گلدهی (۱/۱ درصد)، طول ریشک (۲/۲ درصد) و تعداد دانه در سنبله (۱/۵ درصد) می باشد. از آنجا که تنش آبی بعد از مرحله گرده افشانی اعمال شده است تعداد دانه در سنبله تحت تأثیر قرار نگرفته است.

سنبله های بوته (۲۳/۸۳ گرم)، طول سنبله (۱۱/۲۴)، تعداد دانه در سنبله (۵۹ دانه)، وزن سنبله اصلی (۶/۲۵ گرم)، تعداد سنبلچه (۶/۲۵ عدد) و وزن صد دانه (۶/۲۵ گرم) بالائی را به خود اختصاص داده ولی از لحاظ تعداد پنجه متوسط (۵ عدد) باشد. به نظر می رسد که عملکرد بالای این رقم از طریق منبع و مخزن قوی به دست آمده باشد. این رقم با داشتن طول سنبله و تعداد سنبلچه بالا مخزنی قوی را برای استفاده از ذخیره آسمیلاتی حاصل از عملکرد بیولوژیک بالا به وجود آورده است. دو رقم ۹ و ۱۵ نیز دارای همین ویژگی ها می باشند. تمام این ارقام از لحاظ صفت طول ریشک، بالاترین مقادیر را دارا می باشند که نشان از اهمیت این صفت در جهت افزایش عملکرد دارد (۱۵/۶۱، ۱۴/۹۹، ۱۴/۱۴، ۱۴/۳۰ به ترتیب ۱۶، ۹، ۱۵ و ۱).

همچنین باتوجه به جدول مقایسه میانگین ها، ارقام شماره ۱، ۱۶، ۹ و ۱۵ بالاترین عملکرد را در شرایط تنش نشان دادند، این چهار رقم زمان گلدهی و رسیدگی نسبتاً بالائی را نسبت به ارقام دیگر داشتند. همچنین بجز رقم شماره ۱، بین سه رقم ۱۶، ۹ و ۱۵ و چهار رقم دارا بالاترین مقدار محتوای نسبی آب (ارقام ۲۲، ۸، ۲ و ۲۱) اختلاف معنی داری مشاهده نگردید. به نظر می رسد که حفظ محتوای نسبی آب برگ نقش مهمی را در به دست آوردن عملکرد مطلوب در شرایط تنش بازی می کند. از طرف دیگر بالا بودن مقادیر صفات روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی نقش دوام سبزینه ای را که دوام دستگاه فتوسنتزی را در بر دارد، با اهمیت نشان می دهد. در طی پیر شدن برگ ها دستگاه های فتوسنتزی نیز از بین رفته و مواد ساخته شده در این برگ ها به بافت های جوان در حال رشد منتقل و یا در اندام های ذخیره ای مانند ساقه (بخصوص پدانکل) نگهداری می شوند (Pfeiffer et al., 2001; Blum, 1996). همچنین این ارقام مقادیر بالای مربوط به صفات طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله، وزن سنبله های بوته و وزن صد دانه را دارند که باعث به وجود آمدن یک مخزن قوی برای استفاده از آسمیلات های ساخته شده توسط ریشک و برگ پرچم و یا ذخیره شده در ساقه می شوند. تلاش های اولیه در جهت افزایش عملکرد بیولوژیک و متعاقباً عملکرد، بر روی تعداد سنبله در

برداشت و وزن صد دانه هزینه بر و وقت گیر می باشد. نتایج حاصل از تجزیه همبستگی صفات مختلف در شرایط آبیاری طبیعی نشان داد که صفات عملکرد بیولوژیک، ارتفاع گیاه، طول پدانکل، تعداد برگ، وزن سنبله های بوته، طول ریشک، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، وزن صد دانه، شاخص برداشت، تعداد روز تا رسیدگی و تعداد روز تا گلدهی همبستگی مثبت و معنی داری را با صفت عملکرد دانه بوته نشان می دهند. بیشترین مقدار همبستگی مربوط به صفت وزن سنبله های بوته (۰/۹۰۹) بود. پس از آن صفات عملکرد بیولوژیک (۰/۹۰۷)، تعدد سنبلچه در سنبله (۰/۸۹۴)، طول سنبله (۰/۸۵۳) و وزن سنبله اصلی (۰/۷۷۲) بالاترین ضرایب همبستگی را نشان دادند. نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از آزمایش های Azizi-nia (2005)، Mohammed et al. (1999) و Moghaddam et al. (1998) مطابقت دارند. مطالعات مختلف نشان داده است که وضعیت نیمه پاکوتاهی در گندم با عملکرد بالا همراه است (Poehlman, 2006).

نتایج حاصل با برخی نتایج Nourmand-Moaied et al. (2001)، Okuyama et al. (2005) و Azizi-nia et al. (2005) مطابقت دارد. اثر متقابل رقم در رژیم آبیاری در مورد صفات وزن سنبله های بوته، طول سنبله، عملکرد دانه بوته، تعداد سنبلچه در سنبله و محتوای نسبی آب معنی دار شده است که نشان می دهد صفات مذکور تحت تأثیر محیط قرار گرفته و پایداری آنها پایین می باشد (جدول ۱). وجود اثر متقابل نشان دهنده این است که نمی توان بر اساس عملکرد در شرایط آبیاری طبیعی، عملکرد صفات در شرایط تنش آبی را تخمین بزنیم. بر اساس تجزیه مرکب می توان صفاتی که دارای کمترین درصد تغییرات (تنش آبی تأثیر کمتری بر آنها داشته است) با اثر متقابل غیرمعنی دار باشند را به عنوان صفات مناسب برای هر دو شرایط معرفی نمود. بدین ترتیب صفات روز تا گلدهی، تعداد دانه در سنبله، طول ریشک، روز تا رسیدگی، ارتفاع گیاه، شاخص برداشت، طول پدانکل، طول سنبله و وزن صد دانه برای اصلاح عملکرد در هر دو شرایط تنش آبی و آبیاری طبیعی مناسب می باشند، که از بین این صفات تنها صفات شاخص

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف ۲۰ رقم بومی و دو رقم تجاری گندم دوروم

میانگین مربعات				
رقم × رژیم آبیاری	رژیم آبیاری	رقم	تکرار	صفت
۳۷ ×	۵۸۳۵/۳۲**	۴۱/۰۰**	۵/۶۶ ^{n.s}	عملکرد بیولوژیک
۵۸/۵۷ ^{n.s}	۵۷۴/۳۸**	۶۰/۱۸۷**	۷۶/۹۰ ^{n.s}	ارتفاع گیاه
۳۳/۰۳ ^{n.s}	۶۰۹/۴۳**	۱۵۳/۲۶**	۵/۷۸ ^{n.s}	طول پدانکل
۰/۲۰ ^{n.s}	۱/۲۸**	۰/۴۳**	۰/۰۳ ^{n.s}	تعداد برگ
۸/۱۸**	۱۴۴۳/۲۳**	۱۰/۰۵**	۱۰/۸۷**	وزن سنبله های بوته
۱/۲۸ ^{n.s}	۲/۱۳ ^{n.s}	۸/۹۹**	۱/۵۸ ^{n.s}	طول ریشک
۱/۷۴**	۱۳۰۷/۴۰**	۲/۱۹**	۰/۱۲ ^{n.s}	طول سنبله
۱۰۷/۵۳ ^{n.s}	۵/۱۲ ^{n.s}	۶۶۱/۶۹**	۱۳۸/۰۶ ^{n.s}	تعداد دانه در سنبله
۰/۰۱ ^{n.s}	۰/۰۳*	۰/۱۵**	۰/۰۳**	وزن سنبله اصلی
۴/۸۴×	۴۸۳/۵۰**	۶/۱۶**	۱/۷۲ ^{n.s}	عملکرد دانه بوته
۷/۵۹**	۱۰۶۵۲/۸۲**	۱۴/۶۴**	۱/۲۰ ^{n.s}	تعداد سنبلچه
۰/۸۶ ^{n.s}	۴۷۷/۵۸**	۱/۰۹*	۰/۳۱ ^{n.s}	تعداد پنجه
۰/۴۵ ^{n.s}	۵/۰۲**	۲/۳۲**	۰/۰۱ ^{n.s}	وزن صد دانه
۷۴/۲۵ ^{n.s}	۱۶۳۶/۱۷**	۱۸۹/۷۶**	۱۱۱/۵۱ ^{n.s}	شاخص برداشت
۲/۰۴ ^{n.s}	۸۰/۳۷**	۸۱/۹۲**	۱۵/۴۲**	روز تا رسیدگی
۸/۶۶**	۱۸/۱۹*	۱۳۰/۸۰**	۲۱/۰۷**	روز تا گلدهی
۱۲۹/۹۶**	۲۴۱۱۱/۰۳**	۱۶۲/۷۲**	۱۰۰/۲۰**	محتوای نسبی آب

** و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد. n.s عدم اختلاف معنی دار.

مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و اجزاء عملکرد شامل، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، نتیجه‌ای است که توسط Nourmand-Moaied et al. (2001) و Marc et al. (2006) تأیید می‌گردد. تنش صفات وزن هزار دانه، وزن سنبله، عملکرد بیولوژیک، طول ریشک و تعداد سنبلچه بارور با عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری را داشتند.

همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه بوته با صفات ارتفاع گیاه و طول پدانکل (یکی از مهمترین منابع ذخیره مواد فتوسنتزی) قابل ملاحظه می‌باشد. حتی تحت شرایط تنش ملایم نیز آسمیلات‌های جاری (حاصل از منابع فتوسنتزی نظیر برگ‌ها، ریشک‌ها و سنبله) ممکن است برای پر شدن دانه کافی نباشند (Blum et al., 1998; Ehdadee et al., 1996; Foulkes, 2002; Leilah et al., 2005)، همبستگی مثبت و معنی‌دار صفات ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، وزن هزار دانه، وزن دانه سنبله، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک را با عملکرد دانه گیاه در شرایط تنش آبی گزارش کردند. Gent (2005) نشان داد که تنفس کانویی و جایگاه‌های تجمع ماده ماده خشک دانه (مانند ساقه و ریشه) تقریباً به طور مساوی از فتوسنتز حاصل استفاده کرده و میزان مصرف هر دوی آنها بیشتر از میزان فتوسنتز جاری در مرحله پر شدگی دانه می‌باشد. بنابراین ذخایر ساقه برای کامل کردن پر شدن دانه ضروری می‌باشد. با توجه به اینکه سیستم ریشه‌ای در الگوها به عنوان یک اندام مهم برای ذخیره آسمیلات‌ها محسوب می‌شود اما هیچ مدرکی دال بر اهمیت این اندام و یا برگ‌ها در ذخیره آسمیلاتی گیاهان دانه ریز (گندم، جو و ...) وجود ندارد. ولی اکثر مطالعات بر اهمیت ذخایر آسمیلاتی ساقه به همراه نیای برگ به عنوان یکی از اندام‌های ذخیره آسمیلاتی در گیاهان دانه ریز تأکید دارند (Foulks et al., 2002; Blum 2005; Peleg et al., 2006)

نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام به گام تحت شرایط آبیاری طبیعی (جدول ۲) نشان داد که تعداد ۴ صفت وارد مدل رگرسیونی شدند. این نتایج نشان می‌دهد که ۹۶ درصد از کل تغییرات توسط ۴ صفت تعداد سنبلچه در سنبله، شاخص برداشت، عملکرد

همبستگی مثبت بین طول ریشک و عملکرد، نشان از اهمیت این صفت در بهبود عملکرد دارد. وجود چنین رابطه‌ای به دلیل امکان فتوسنتز از طریق ریشک‌ها و میزان تعرق کم از سطح این اندام می‌باشد (Leilah et al., 2005; Okuyama et al., 2005; Reynolds, 1999) Naghavi et al. (2002) همبستگی عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه در سنبله در شرایط آبیاری طبیعی را مثبت و معنی‌دار گزارش کرده‌اند. با توجه به اینکه شواهد زیادی مبنی بر رابطه منفی و معنی‌دار بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله تحت شرایط آبیاری طبیعی وجود دارند (Fischer & Maurer, 1978; Mohammed et al., 2001; Slafer & Andrade, 1991) ولی در آزمایش حاضر (تحت شرایط آبیاری طبیعی) رابطه بین این دو صفت منفی ولی معنی‌دار نبود (۰/۱۳۱-). اصولاً دو فرضیه برای توضیح رابطه منفی موجود بین تعداد دانه در مترمربع و وزن تک دانه وجود دارد: الف) با افزایش تعداد دانه در مترمربع، قابلیت دسترسی به مواد فتوسنتزی برای هر دانه کمتر می‌شود و لذا منجر به کاهش وزن دانه می‌گردد؛ ب) اگر افزایش تعداد دانه در مترمربع ناشی از افزایش تعداد دانه در سنبله باشد این امر باعث می‌شود تا تعداد دانه‌های بیشتری در موقعیت‌هایی از سنبله که پتانسیل پرکردن وزن دانه آنها پایین است، قرار گرفته (موقعیت‌های دورتر از مرکز سنبله یعنی ابتدا و انتهای سنبله) در نتیجه میانگین وزن تک دانه صرف‌نظر از میزان فراهمی مواد فتوسنتزی برای هر دانه کاهش می‌یابد (Slafer & Andrade, 1991).

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی فنوتیپی صفات مختلف در شرایط تنش نشان داد که صفات عملکرد بیولوژیک، ارتفاع گیاه، طول پدانکل، وزن سنبله‌های بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله و وزن صد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری را در سطح ۱ درصد با عملکرد دانه بوته نشان دادند. صفات تعداد برگ، طول ریشک، تعداد سنبلچه در سنبله، شاخص برداشت و روز تا گلدهی همبستگی مثبت و معنی‌داری را در سطح ۵ درصد نشان دادند. همبستگی بین صفات تعداد پنجه، روز تا رسیدگی و محتوای نسبی آب با عملکرد دانه بوته مثبت ولی معنی‌دار نبود. همبستگی

تعداد دانه در سنبله (به ترتیب ۰/۷۸، ۰/۵۴، ۰/۴۶ و ۰/۹۱)، وزن سنبله (به ترتیب ۰/۷۹، ۰/۶۲، ۰/۵۳ و ۰/۶۱)، ارتفاع گیاه (به ترتیب ۰/۶۱، ۰/۶۰، ۰/۷۱ و ۰/۵۵) داشتند. همچنین صفات طول سنبله و وزن سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری را با صفت وزن صد دانه (به ترتیب ۰/۶۰ و ۰/۵۰) داشتند. از طرفی صفات عملکرد بیولوژیک و وزن سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری را با صفت شاخص برداشت (به ترتیب ۰/۴۸ و ۰/۴۷) داشتند. این نتایج بیانگر این نکته مهم هستند که تحت شرایط آبیاری طبیعی، انتخاب مستقیم برای مقادیر بالای صفات تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک، طول سنبله و وزن سنبله افزایش غیرمستقیم برای دیگر صفات مهم را به همراه دارد.

از طرفی نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام به گام تحت شرایط تنش آبی (جدول ۳) نشان داد که تعداد ۵ صفت وزن سنبله‌های بوته، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک، به ترتیب وارد مدل رگرسیونی شده و در مجموع ۹۸ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمودند. سایر صفات مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر مدل نداشته و به همین دلیل اختلاف ارقام از نظر صفت عملکرد دانه را می‌توان به تفاوت در پنج صفت فوق نسبت داد. Difonzo et al. (2001) از آزمایش خود نتیجه گرفتند که تعداد دانه در سنبله بالاترین تأثیر را بر عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش آبی و آبیاری طبیعی دارد. آنها بیان کردند که این تأثیر ممکن است نتیجه تغییرات در تقسیم ماده خشک بر عملکرد قابل برداشت (دانه بوته) باشد. Azizi-nia (2005) گزارش نمود که در شرایط تنش

بیولوژیک و روز تا گلدهی توجیه شدند. تعداد سنبله در سنبله به تنهایی ۸۳/۳ درصد از کل تغییرات عملکرد را توجیه کرد. سایر صفات مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر مدل نداشته و به همین دلیل اختلاف ژنوتیپ‌ها از نظر صفت عملکرد دانه گیاه را می‌توان به تفاوت در ۴ صفت فوق نسبت داد. نتایج به دست آمده از این تجزیه نیز با برخی از نتایج (2005) Leilah et al. Okuyama، (2005) et al. و (2006) Marc et al. مطابقت دارند. Azizi-nia (2005) نتیجه گرفتند که صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، وزن سنبله، طول پدانکل و روز تا گلدهی، ۸۳/۶ درصد از کل تغییرات عملکردی را توجیه کردند. در آزمایش (2002) Naghavi et al. نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون چند متغیره خطی نشان داد که صفات دانه در سنبله، وزن هزاردانه و تعداد سنبله تقریباً ۹۴ درصد از تغییرات میانگین عملکرد سنبله را توجیه کردند. باتوجه به نتایج تجزیه همبستگی و رگرسیون، می‌توان از صفات تعداد سنبله در سنبله، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، روز تا گلدهی، طول سنبله و وزن سنبله اصلی در انتخاب غیرمستقیم برای اصلاح عملکرد ارقام در شرایط آبیاری طبیعی استفاده شود. البته باید صفاتی را انتخاب کرد که همبستگی مثبت و معنی‌داری را با دیگر صفات مهم مانند عملکرد و اجزاء عملکرد و مورفولوژیکی داشته باشند تا انتخاب مستقیم برای این صفات، انتخاب غیرمستقیم برای مقادیر بالای صفات دیگر را به همراه داشته باشد. نتایج مربوط به همبستگی نشان داد که صفات تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک، طول سنبله و وزن سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری را با همدیگر و با صفات

جدول ۲- تجزیه رگرسیون گام به گام صفات مختلف با عملکرد دانه ۲۰ رقم بومی

و دو رقم تجاری گندم در دورم تحت شرایط آبیاری طبیعی

صفت	R	R ^۲	R ^۲ تعدیل شده	SE	مدل	ضرایب غیراستاندارد		t	P	
						B	SE			
تعداد سنبله	۰/۹۲a	۰/۸۴	۰/۸۳	۰/۰۷	ثابت	-۱/۸۱	۰/۲۰			
شاخص برداشت	۰/۹۶b	۰/۹۲	۰/۹۱	۰/۰۵	تعداد سنبله	۱/۴۹	۰/۲۲	۰/۵۲	۶/۸۷	۰/۰۰۰
عملکرد بیولوژیک	۰/۹۸C	۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۰۴	شاخص برداشت	۰/۴۶	۰/۰۷	۰/۵۱	۶/۹۷	۰/۰۰۰
روز تا گلدهی	۰/۹۸d	۰/۹۷	۰/۹۶	۰/۰۳	عملکرد بیولوژیک	۰/۰۱	۰/۰۰۴	۰/۱۲	۲/۶۸	۰/۰۱۶
					روز تا گلدهی	-۰/۰۳	۰/۰۱	-۰/۱۸	-۳/۸۹	۰/۰۰۱

B: عرض از مبدأ SE: اشتباه استاندارد β: ضریب رگرسیون

جدول ۳- تجزیه رگرسیون گام به گام صفات مختلف با عملکرد دانه ۲۰ رقم بومی و دو رقم تجاری گندم دوروم تحت شرایط تنش آبی

صفت	R	R ^۲	R ^۲ تعدیل شده	SE	مدل	ضرایب غیراستاندارد		β	t	P
						B	SE			
وزن سنبله‌های بوته	۰/۹۰a	۰/۸۱	۰/۸۰	۰/۸۵	ثابت	-۳/۸۲	۰/۵۰			
تعداد دانه در سنبله	۰/۹۶b	۰/۹۲	۰/۹۱	۰/۵۷	وزن سنبله‌های بوته	۰/۱۹	۰/۰۶	۰/۲۵	۳/۱۹	۰/۰۱
تعداد پنجه	۰/۹۷c	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۵۲	تعداد دانه در سنبله	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۱۸	۲/۶۶	۰/۰۰
شاخص برداشت	۰/۹۸d	۰/۹۵	۰/۹۴	۰/۴۵	تعداد پنجه	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۰۶	۱/۶۹	۰/۲۶
عملکرد بیولوژیک	۰/۹۹e	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۲۸	شاخص برداشت	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۳۰	۶/۵۳	۰/۰۰
					عملکرد بیولوژیک	۰/۲۰	۰/۰۴	۰/۵۴	۵/۳۹	۰/۰۰

B: عرض از مبدأ SE: اشتباه استاندارد β: ضریب رگرسیون

۰/۶۰) و شاخص برداشت دارند که اهمیت انتخاب مستقیم برای این صفات را نشان می‌دهد. بنابراین با توجه به نتایج همبستگی و رگرسیون جنین به نظر می‌رسد که در شرایط تنش آبی انتخاب مستقیم برای صفات وزن سنبله‌های بوته و تعداد دانه در سنبله، باعث انتخاب غیرمستقیم گیاهانی با صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، روزنه گلدهی، طول سنبله، وزن سنبله، طول ریشک و ارتفاع گیاه بالا می‌گردد.

از روند گذشته چنین برمی‌آید که در آینده نیز به‌نژادی باید در جهت انتخاب ژنوتیپ‌ها برای شاخص برداشت بالاتر و تعداد دانه بیشتر در واحد سطح ادامه یابد. اما برای شاخص برداشت عمدتاً یک سقف بیولوژیکی وجود دارد و قدرت مخزن نیز بدون افزایش مشابهی در قدرت منبع به صورت مؤثری افزایش یافته است یعنی در حال حاضر عملکرد بالقوه در ارقام جدید هم در نتیجه قدرت منبع و هم قدرت مخزن، محدود شده است. در آینده به نژادی باید دنبال بهره‌گیری از تنوع ژنی موجود در صفات فیزیولوژیکی باشد که منجر به افزایش عملکرد بیولوژیکی می‌شوند و در عین حال میزان اختصاص مواد بین اندام‌های رویشی و زایشی در حد معینی حفظ گردد (از مهمترین صفات فیزیولوژیکی می‌توان به تعادل اسمزی، کارایی مصرف آب، محتوای نسبی آب و ... اشاره کرد). افزایش عملکرد بیولوژیکی باید قبل از گرده‌افشانی حاصل شود تا هم قدرت مخزن (که با افزایش در تعداد دانه در واحد سطح که با وزن خشک سنبله در زمان گرده‌افشانی همبستگی نزدیکی دارد) و هم قدرت منبع که لازمه تقاضای بیشتر کربوهیدرات‌ها برای رشد دانه‌ها می‌باشد، تقویت شود (Reynolds, 2005; Moragues, 2006). تحت شرایطی

صفات وزن سنبله، تعداد روز تا گلدهی، طول سنبله، تعداد سنبلچه بارور، ارتفاع گیاه و تعداد سنبلچه عقیم وارد مدل رگرسیونی شده و در مجموع ۵۰ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند. همانطور که قبلاً اشاره گردید، صفاتی که همبستگی بالایی را با بقیه صفات داشته باشند از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. بر این اساس صفات عملکرد بیولوژیک، وزن سنبله‌های بوته و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری را با همدیگر و صفات طول سنبله (به ترتیب ۰/۶۵، ۰/۵۵ و ۰/۷۸) وزن سنبله اصلی (به ترتیب ۰/۷۳، ۰/۷۵ و ۰/۹۰) طول ریشک (به ترتیب ۰/۶۲، ۰/۵۱ و ۰/۶۱) ارتفاع گیاه (به ترتیب ۰/۵۱، ۰/۴۷ و ۰/۴۴) و روزنه گلدهی (به ترتیب ۰/۴۸، ۰/۵۰ و ۰/۶۵) داشتند. همچنین صفات شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و وزن سنبله‌های بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری را با صفات وزن صد دانه (به ترتیب ۰/۶۲، ۰/۴۷ و ۰/۶۴) و تعداد دانه در سنبله (به ترتیب ۰/۶۰، ۰/۵۰ و ۰/۵۶) داشتند. نتایج همچنین نشان دادند که همبستگی بین عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت منفی و معنی‌دار (-۰/۴۵) بود. که بایستی در انتخاب برای هر کدام از این دو صفت احتیاط لازم را به عمل آورد چون کاهش در شاخص برداشت باعث کاهش در عملکرد دانه می‌گردد و نیز کاهش عملکرد بیولوژیک کاهش در منابع فتوسنتزی و به عبارتی کاهش مصرف تشعشع و کاهش فتوسنتز گیاهی را به دنبال دارد که متعاقب آن کاهش در عملکرد دانه را خواهد خواهد داشت. همچنین با توجه به نتایج همبستگی، صفات وزن سنبله‌های بوته و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری را با همدیگر و صفات عملکرد بیولوژیک (به ترتیب ۰/۸۹ و

محیطی همبستگی مثبت و معنی‌داری را داشته باشد. نتایج حاصل از این قسمت با نتایج تحقیقات Azizi-nia (2001)، Nourmand Moaied et al. (2006) Sio-Se mardeh و (1992) Fernandez (2005) مطابقت دارد.

با توجه به اینکه در مورد تنش خشکی و واکنش ارقام مختلف نسبت به آن شاخص‌های متعددی محاسبه می‌شود و ماهیت‌های متفاوت تحمل تنش و حساسیت به تنش در این داده‌ها نهفته است و از طرفی نمی‌توان بصورت همزمان کلیه این متغیرها را برای یک رقم نشان داد، لذا مناسب‌ترین روش، استفاده از نمایش گرافیکی بای‌پلات داده‌ها در یک صفحه دو بعدی می‌باشد. ملاحظه می‌شود که دو مؤلفه اول و دوم در مجموع ۹۸ درصد از تغییرات موجود را توجیه می‌کنند. مؤلفه اول ۷۳ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرده و همبستگی منفی و متوسطی را با Y_p ، Y_s ، شاخص تحمل به خشکی، میانگین بهره‌وری، میانگین هندسی و میانگین هارمونیک داشت. از آنجا که مقادیر بالای این شاخص‌ها مطلوب می‌باشد و با توجه به رابطه منفی مؤلفه اول با این شاخص‌ها در نظر گرفتن مقادیر کم مؤلفه اول سبب انتخاب ارقام دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش آبی و آبیاری طبیعی خواهد شد. از طرف دیگر مؤلفه دوم، ۲۵ درصد از تغییرات موجود را به خود اختصاص داده و همبستگی منفی و تقریباً بالائی را با شاخص‌های حساسیت به خشکی و شاخص تحمل داشت. با توجه به اینکه مقادیر پایین این شاخص‌ها مورد نظر می‌باشد و با توجه به رابطه منفی مؤلفه دوم با این شاخص‌ها اگر مقادیر بالای این مؤلفه در نظر گرفته شود، ارقام متحمل به تنش انتخاب خواهند شد (شکل ۱).

از مزرعه که میزان آب غیرقابل پیش‌بینی و یا اندک می‌باشد، انتخاب در جهت عملکرد بالقوه بالا هنوز ممکن است بهترین روش باشد. در شرایط تنش شدید و فراوان رطوبت، خصوصیات فیزیولوژیکی که از بروز چنین تنش‌هایی در گیاه ممانعت می‌کند و یا باعث تخفیف اثر تنش می‌شوند بایستی جهت انتخاب مورد توجه قرار گیرند ولو اینکه چنین صفاتی می‌توانند موجب کاهش عملکرد بالقوه گردند (Slifer & Andrade, 1992).

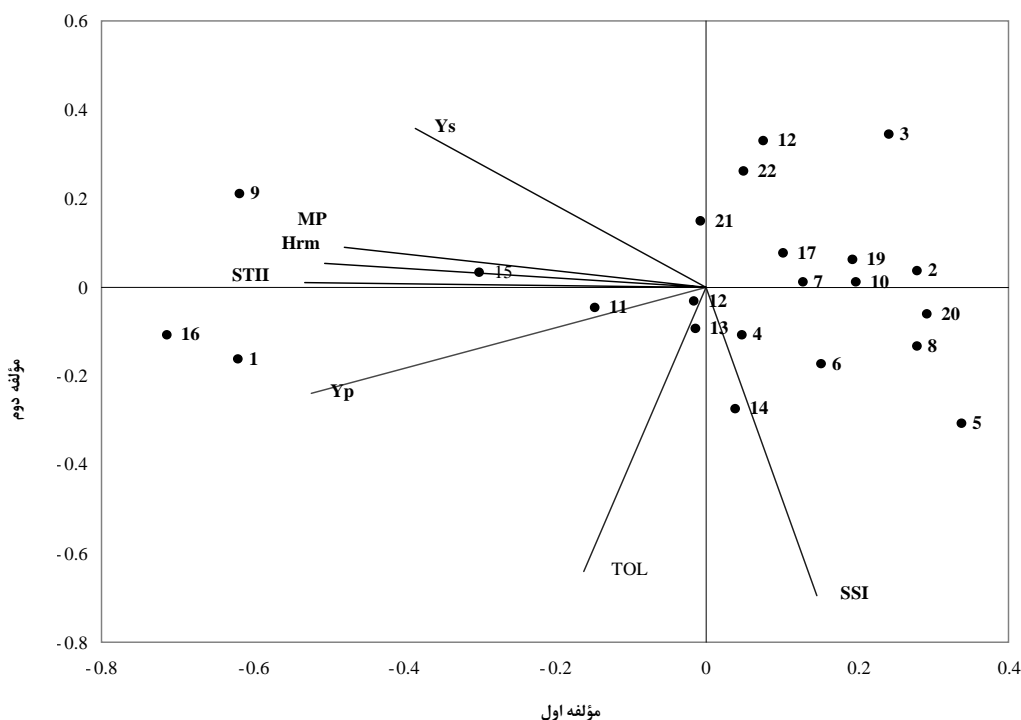
به منظور شناسایی ارقام مقاوم به خشکی شاخص‌های مختلف مربوط به تنش خشکی بر اساس عملکرد ارقام در شرایط تنش آبی و آبیاری طبیعی محاسبه گردید. نتایج همبستگی بین میانگین عملکرد در دو شرایط تنش آبی و آبیاری طبیعی با شاخص‌ها در جدول ۴ نشان داده شده‌اند. با توجه به همبستگی بین عملکردهای دو محیط و شاخص‌ها ملاحظه می‌شود که شاخص‌های میانگین بهره‌وری، شاخص تحمل به خشکی، میانگین هندسی و میانگین هارمونیک با عملکرد در هر دو شرایط تنش آبی و آبیاری طبیعی همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری دارند. بنابراین انتخاب براساس این شاخص‌ها منجر به انتخاب ارقام با پایداری عملکرد بالا می‌گردد. همبستگی شاخص شاخص حساسیت به خشکی و شاخص تحمل با عملکرد در شرایط تنش منفی و معنی‌دار است. همچنین همبستگی این دو شاخص با عملکرد در شرایط آبیاری طبیعی مثبت و معنی‌دار است. به این ترتیب انتخاب براساس این دو شاخص (شاخص حساسیت به خشکی و شاخص تحمل) منجر به انتخاب ارقام دارای عملکرد بالا در شرایط تنش می‌گردد. به طور کلی شاخصی برای انتخاب مناسب می‌باشد که با عملکرد در هر دو شرایط

جدول ۴- تجزیه همبستگی شاخص‌های مقاومت به خشکی و میانگین عملکرد ارقام دو محیط

	y_s	y_p	SSI	STI	TOL	MP	Horm	GMP
y_s	۱							
y_p	۰/۸۱**	۱						
SSI	-۰/۶۱**	۰/۵۴*	۱					
STI	۰/۹۳**	۰/۹۴**	-۰/۰۶ ^{n.s}	۱				
Tol	۰/۵۵*	۰/۶۲**	۰/۸۴**	۰/۳۸ ^{n.s}	۱			
MP	۰/۹۴**	۰/۹۶**	-۰/۰۷ ^{n.s}	۰/۹۸**	۰/۳۹ ^{n.s}	۱		
Harm	۰/۹۷**	۰/۹۳**	-۰/۱۷ ^{n.s}	۰/۹۷**	۰/۲۷ ^{n.s}	۰/۹۹**	۱	
GMP	۰/۹۶**	۰/۹۵**	-۰/۱۳ ^{n.s}	۰/۹۸**	۰/۳۳ ^{n.s}	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۱

n.s عدم اختلاف معنی‌دار.

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد



شکل ۱- نمایش تجزیه بای پلات ۲۰ رقم بومی و دو رقم تجاری در ارقام گندم دوروم:

داد که دو رقم ۹ و ۱۵ از نظر کلیه صفات در شرایط تنش آبی و آبیاری طبیعی بهترین ارقام بودند. بنابر این بایستی شاخص یا شاخص‌هایی انتخاب شوند که این ارقام را به عنوان ارقام مقاوم و با عملکرد بالا گزینش کرده باشند. بررسی نتایج حاصل از بای پلات نشان داد که شاخص‌های تحمل به خشکی، میانگین بهره‌وری، میانگین هندسی و میانگین هارمونیک به خوبی توانستند این ارقام را تفکیک نمایند بنابراین می‌توان این شاخص‌ها را برای تفکیک ارقام مقاوم و با عملکرد بالا از ارقام حساس به کار گرفت.

بر این اساس، قسمت مطلوب بای پلات ناحیه بالا و سمت چپ در شکل ۱ خواهد بود. همانطور که مشاهده می‌شود ارقام ۹، ۱۵ و ۲۱ در این ناحیه واقع شده‌اند که به عنوان ارقام با عملکرد بالا در شرایط آبیاری طبیعی و تنش آبی و متحمل به خشکی معرفی می‌شوند. توزیع ارقام از نظر مقاومت به تنش خشکی نیز بیانگر وجود تنوع ژنتیکی در ارقام مورد بررسی برای این صفت می‌باشد که زمینه‌ای مناسب برای اصلاح آن فراهم می‌کند. ارقام مذکور از نظر کلیه صفات عملکرد بالایی را نشان دادند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نیز نشان

REFERENCES

1. Annicchiarico, P. & Pecetti, L. (1995). Morpho-physiological traits to complement grain yield selection under semi arid Mediterranean conditions in each of durum wheat types mediterranean typicum and syriacum. *Euphytica*, 86, 191- 198.
2. Azizi-nia, Sh., Bi-Hamta, M., Zalli, A., Yazdi-Samadi, B. & Ahmadi, A. (2005). Evaluation of quantitative traits related to drought resistance in syntdtdic gnotyps of bread wheat under water stressed and non stressed conditions. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 36, 281-295. (In Farsi).
3. Blum, A. (1996). Corp responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regulation*, 20, 135-148.
4. Blum, A. (1998). Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. *Euphytica*, 100, 77-83.
5. Di Fonzo, N., Flagella, Z., Campanil, R. G., Stoppelli, M. C., Spano, G., Rascio, A., Russo, M., Trono, D., Padalino, L., Laus, M., de Vita, P., Shewry, P. R., Lawlor, D. & Troccoli, A. (2001). *Resistance to abiotic stresses in durum wheat: Which ideotype?* CIHEAM-Options Mediterranean's, pp: 215-225.
6. Ehdaie, B. & Gwines, J. (1996). Genetic variation for contribution of preanthesis assimilates to grain

- yield in spring wheat. *J Gent Breed*, 50, 47- 56.
7. Fernandez, G. C. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceeding of the symposium. Taiwan, 13-16 Aug. 1992 by C. G. Kuo. AVRDC.
 8. Fischer, R. A. & Maurer, R. (1987). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. *Aust J Agric Res*, 29, 897-912.
 9. Foulkes, M. J. (2002). The ability of wheat cultivars to withstand drought in UK conditions: formation of grain yield. *J Agric Sci*, 38, 153-169.
 10. Gabriel, K. R. (1971). The biplot graphical display of matrices with application to principal component analysis. *Biometrika*, 58, 453- 467.
 11. Galeshi, S. & Eschooe, B. (2001). Post anthesis responses of spring wheat to water limitation. *J Agricultural and Natural Resources Sciences*, 4, 99-113. (In Farsi).
 12. Gent, M. P. N. (2005). Photosynthetic reserves during grain filling in winter wheat. *Agro Sci*, 47, 159- 167.
 13. R. of Irans' Department of Agriculture, Economic and Designing office, I. T. center, Information Bank of Agronomy, Production estimates in 2005/2006. (In Farsi).
 14. Lawlor, D. W. & Cornic, G. (2002). Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell Environ*, 25, 275- 294.
 15. Leilah, A. A. & AL-khateed, S. A. (2005). Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. *Journal of Arid Environment*, 61, 483-496.
 16. Marc, M., Garcia del Moral, L. F., Moralejo, M. & Royo, C. (2006). Yield formation strategies of durum wheat landraces with distinct pattern of dispersal within the Mediterranean basin I: Yield components. *Field Crop Res*, 95, 194-205.
 17. Moghaddam, M., Ehdaie, B. & Waines, B. (1998). Genetic variation for and inter- relationships among agronomic traits in landraces of bread wheat from southwestern Iran. *Genetic and Breeding*, 52(1), 73-81.
 18. Mohamed, N. A. (1999). Some statistical procedure for Evaluation of the relative contribution for yield components in wheat. *Egyptian Agri Res*, 26(2), 281-290.
 19. Mohammed, B., Lutts, S. & Kinet, J. J. (2001). Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*triticum turgidum*) cultivars performing differently in arid conditions. *Plant Science*, 160, 669-981.
 20. Moragues, M., Garcia del Moral, L. F., Moralejo, M. & Royo, C. (2006). Yield formation strategies of durum wheat landraces with distinct pattern of dispersal within the Mediterranean basin I: Yield components. *Field Crop Res*, 95, 194-205.
 21. Naghavi, M., Shahbazi, A. & Taleei, A. (2002). Study of diversity of agronomy and morphological traits of genetic resources of Durum wheat. *J Agronomy Sciences of Iran*, 2, 81-88. (In Farsi).
 22. Nourmand-Moaied, F., Rostami, M. A. & Bi-Hamta, M. (2001). Study of morpho physiological traits and their correlation with grain yield in bread wheat under water stressed condition. *J Agricultural Sciences of Iran*, 32, 785-795. (In Farsi).
 23. Ortiz-Ferrara, G. (2006). Identification of agronomic traits associated with yield under stress conditions. In: ACEVEDO, E. et al. (Ed). *Physiology breeding of winter cereals for stressed Mediterranean environments*. Paris: INRA, pp: 67-88.
 24. Peccitti, L. & Annicchiarico, P. (1998). Agronomic value and plant type of Italian durum wheat cultivars from different eras of breeding. *Euphytica*, 99, 9-15.
 25. Peleg, Z., Fahima, T., Abbo, S., Kvugman, T., Nevo, E., Yakir, D. & Saranga, Y. (2005). Genetic diversity for drought resistance in wild emmer wheat and its ecogeographical associations. *Plant cell and Environment*, 28(2), 176-191.
 26. Pfeiffer, W. H., Sayre, K. D. & Reynolds, M. P. (2001). *Enhancing genetic grain yield potential and yield stability in durum wheat*. CIHEAM-Options Mediterranean's, 83-93. At: www.CIHEAM.org.
 27. Poehlman, J. M. & Sleper, D. A. (2006). *Breeding field crops*. Black Well Publishing. USA.
 28. Rajaram, S., Varughese, G., Abballa, O., Pfeiffer, W. H. & van Ginkel, M. (1996). Accomplishments and challenges in wheat and triticale breeding at CIMMYT. *Plant Breed*, 63(2), 131-139.
 29. Regan, K. L., Siddique, K. H. M., Turner, N. C. & Whan, B. R. (1992). Potential for increasing early vigor and total biomass in spring wheat II characteristics associated with early vigor. *Aus J Agric Res*, 43, 541-553.
 30. Reynolds, M. P., Rajaram, S. & Sayre, K. D. (2005). Physiological and genetic changes of irrigated wheat in the post-green revolution period and approaches for meeting projected global demand. *Crop Sci*, 50, 1611-1621.
 31. Richards, R. A., Rebetzke, G. J., Condon, A. G. & van her Warden, A. F. (2002). Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. *Crop Sci*, 42, 111-121.
 32. Rosielle, A. T. & Hambelen, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non stress environments. *Crop Sci*, 21, 943 – 945.

33. Sinclair, T. R. & Ludlow, M. M. (1985). Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. *Aust J Plant Physiology*, 12, 213-217.
34. Sio-se mardeh, A., Ahmadi, A., Pustini, K. & Mohammadi, V. (2006). Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. *Field Crops Res*, 98, 222-229.
35. Slafer, G. A. & Andrade, F. H. (1992). Changes in physiological attributes of the dry matter economy bread wheat (*Triticum aestivum* L.) through genetic improvement of grain yield potential at different regions of the world. (A review), *Euphytica*, 58, 37-49
36. USDA (United States Department of Agriculture). (2005). *Drought in EU, Northwest Africa cause global durum wheat to sharply drop in 2005/2006*. Production estimates and crop assessment division foreign agricultural service. At: <http://www.usda.gov/wps/portal/usdahome>