

ارزیابی تنوع پذیری ژنوتیپ‌های گندم نان تحت شرایط مختلف رطوبتی با استفاده از روش‌های متنوع آماری

مهدی کاکایی

استادیار بخش علوم کشاورزی، دانشگاه پیام‌نور

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۰۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۱/۱۲

چکیده

از بین تنش‌های محیطی، تنش خشکی مهم‌ترین عامل کاهش تولیدات گیاهان در سراسر جهان است. جهت مطالعه تنوع ژنتیکی و ارتباط بین صفات مختلف با عملکرد دانه در ۱۷ ژنوتیپ (شامل ارقام و لاین‌های مختلف) گندم نان، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار تحت دو شرایط عدم تنش خشکی و شرایط دیم در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه آموزشی-پژوهشی دانشگاه پیام‌نور اسدآباد اجرا گردید. در این آزمایش صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، وزن صد دانه، ارتفاع بوته، محتوی نسبی آب برگ، میزان نسبی آب از دست‌رفته، درصد سبزیگی برگ (میزان کلروفیل) و مساحت برگ پرچم اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس ساده تنوع بالا و معنی‌داری را در هر دو شرایط رطوبتی (مکان) نشان داد. نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر ژنوتیپ را برای اکثر صفات معنی‌دار نشان داد. نتایج تجزیه همبستگی نیز بیانگر این بود که بین عملکرد دانه و درصد سبزیگی برگ (اسپاد) در شرایط دیم و بین عملکرد دانه و میزان آب از دست‌رفته برگ در شرایط عدم تنش خشکی همبستگی مثبت و معنی‌داری ($P < 0.05$) مشاهده گردید. نتایج تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در هر دو شرایط محیطی در سه گروه مجزا و متفاوت قرار داد. به طوری که بیشترین فاصله ژنتیکی در هر دو شرایط رطوبتی بین خوشه اول و سوم مشاهده گردید. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شرایط عدم تنش خشکی و شرایط دیم به ترتیب ۷۱٪ و ۷۶٪ از تنوع موجود را توجیه نمودند. با توجه به مقایسه میانگین عملکرد دانه، ژنوتیپ‌های ۷ (۳۷۹۰ کیلوگرم در هکتار)، ۸ (۳۵۲۵ کیلوگرم در هکتار) و ۱۳ (۳۳۰۵ کیلوگرم در هکتار) در شرایط عدم تنش خشکی و ژنوتیپ‌های ۱۳ (۲۱۴۷ کیلوگرم در هکتار)، ۱۴ (۲۴۴۰ کیلوگرم در هکتار) و ۱۷ (۲۲۵۴ کیلوگرم در هکتار) در شرایط دیم بیش‌ترین عملکرد دانه را تولید کردند.

واژه‌های کلیدی: بای‌پلات، تجزیه خوشه‌ای، خشکی، عملکرد، همبستگی

مقدمه

در سال ۲۰۱۲ میلادی گندم به‌عنوان چهارمین محصول کشاورزی مهم در جهان شناخته شد و جزو ماده اصلی غذایی و از جمله محصولات عمده کشاورزی محسوب می‌شود (Nessabian et al., 2016). خشکی از جمله مهم‌ترین خطرات جهت تولید موفق محصولات زراعی در ایران و همچنین در اقصی نقاط جهان است. از جمله مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان زراعی تنش خشکی است، این عامل ۴۰ تا ۶۰ درصد اراضی کشاورزی در دنیا را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Maeinian et al., 2014). تولید

و معرفی ژنوتیپ‌های پر محصول و متحمل به خشکی در محصولات زراعی از جمله راهکارهای مؤثر است که (در تلفیق با دیگر روش‌های مدیریت کم‌آبی) می‌تواند تأثیر این پدیده را به حداقل برساند (Aghaee-Sarbarzeh et al., 2008). وجود تنوع ژنتیکی جهت حصول ارقام با عملکرد بالا، کیفیت بهتر و تحمل بیشتر به تنش‌های زیستی و غیرزیستی جهت اصلاح‌گران نبات ضروری است (Mohammadi, 2013). استفاده از صفات زراعی، مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی می‌تواند برای سازمان‌دهی ژرم‌پلاس، انتخاب والدین مطلوب

در سال ۲۰۱۲ میلادی گندم به‌عنوان چهارمین محصول کشاورزی مهم در جهان شناخته شد و جزو ماده اصلی غذایی و از جمله محصولات عمده کشاورزی محسوب می‌شود (Nessabian et al., 2016). خشکی از جمله مهم‌ترین خطرات جهت تولید موفق محصولات زراعی در ایران و همچنین در اقصی نقاط جهان است. از جمله مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان زراعی تنش خشکی است، این عامل ۴۰ تا ۶۰ درصد اراضی کشاورزی در دنیا را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Maeinian et al., 2014). تولید

دانه گندم را پیش‌بینی کرده و گیاه زراعی ایده‌آل را تشخیص دهد. اطلاعات ژنتیکی مرتبط با عملکرد دانه و اجزای آن تحت تنش رطوبتی، کارایی برنامه‌های اصلاحی را با معرفی شاخص‌های مناسب برای گزینش واریته‌های گندم بهبود می‌بخشد (Evans and Fischer., 1999). از طرفی تنش خشکی یک صفت پیچیده و کمی است که بایستی با اصلاح غیرمستقیم به اصلاح حفظ عملکرد در مناطق خشک پرداخت. برخی از پژوهشگران جهت اجرای برنامه بهنژادی گندم تحت شرایط دیم، ارزیابی ژرم‌پلاسم تحت شرایط دیم و عدم تنش خشکی را برای به کار بردن وراثت‌پذیری بالا و معرفی ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکردی بالا جهت حفظ آل‌های مقاوم به خشکی پیشنهاد نموده‌اند (Hassanpour et al., 2015). فیروزی و همکاران (Firozi et al., 2009) ارقام گندم را در شرایط تنش خشکی با کمک روش‌های آماری از جمله تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مطالعه نمودند و با کمک بای‌پلات حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی توانستند ژنوتیپ‌ها را تفکیک کنند. عبدلی و همکاران (Abdole et al., 2016) ارقام پیشرفته گندم نان را از نظر تأثیر محدودیت منابع فتوسنتزی و تنش کم‌آبی مطالعه نمودند و ابراز کردند که نتایج بیانگر افزایش سرعت فتوسنتز و تبادلات گازی در شرایط محدودیت منابع فتوسنتزی بوده است. کلاهیان همدانی‌زاد و همکاران (Kolaheyan et al., 2015) در مطالعه ارقام گندم در شرایط تنش و عدم تنش خشکی آخر فصل ابراز نمودند که تنوع بالایی میان ژنوتیپ‌های برای صفات زراعی مشاهده شد.

با توجه به اینکه سطح زیر کشت گندم در مناطق خشک و نیمه‌خشک (شرایط دیم) سطح قابل‌محاسبه و چشمگیر است و در اثر حادث شدن خشکی عملکرد این گیاه استراتژیک شدیداً کاهش می‌یابد، نتیجتاً مطالعه صفات مرتبط با خشکی جهت شناسایی صفات مطلوب در این پژوهش با هدف غربالگری و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی ضروری است. در این خصوص، مطالعه حاضر برنامه‌ریزی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در این تحقیق، جهت مطالعه تنوع ژنتیکی و بررسی روابط بین صفات مختلف و مهم زراعی و عملکرد دانه، ۱۷ ژنوتیپ (شامل ارقام و لاین‌های مختلف) گندم نان، مورد ارزیابی قرار

جهت تلاقی و هیبریداسیون و نهایتاً تولید جمعیت‌های در حال تفرق سودمند باشد (Arminian et al., 2011). عملکرد صفت پیچیده‌ای است که تحت تأثیر عوامل زیادی قرار دارد و معمولاً به علت پایین بودن وراثت‌پذیری آن، انتخاب مستقیم برای عملکرد چندان مؤثر نیست و لذا برای اصلاح عملکرد بهتر است از انتخاب غیرمستقیم استفاده گردد. با استفاده از برخی روش‌های آماری می‌توان سهم نسبی هر یک از اجزای تشکیل‌دهنده عملکرد را در مقدار عملکرد به دست آورد (Ghanbari et al., 2017). روش‌های مختلفی جهت برآورد تنوع ژنتیکی وجود دارد که از جمله مهم‌ترین آن‌ها، روش‌های آماری چندمتغیره است که به‌عنوان مثال تجزیه خوشه‌ای به‌طور هم‌زمان از اطلاعات چندین صفت در کلیه افراد استفاده نموده و افراد را بر اساس فاصله گروه‌بندی می‌نماید (Abolqasemi et al., 2015). از روش‌های تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و دیگر روش‌های آماری چندمتغیره جهت ارزیابی تنوع ژنتیکی گندم نظیر آرمینیان و همکاران (Arminian et al., 2011)، طوسی‌مجرد و همکاران (Tousi Mojarad et al., 2004)، ارشد و زهراوی (Arshad and Zahravi, 2013)، بابائی‌زارچ و همکاران (Babayasarch et al., 2012)، محمدی و همکاران (Mohamadi et al., 2013) استفاده شده است. تنوع ژنتیکی مبنای بهنژادی است که از تکامل طبیعی ناشی شده و از اجزای مهم پایداری نظام‌های بیولوژیکی است. اصولی که در اصلاح گیاهان برای افزایش عملکرد تحت شرایط رطوبت محدود بکار می‌رود یکسان است ولی در هنگام گزینش باید صفاتی را که سهم قابل‌توجهی در افزایش مقاومت به خشکی دارند موردتوجه قرار داد (YazdiSamadi and Abedishani, 2003).

اهمیت اقتصادی غلات به‌ویژه گندم ایجاب می‌کند که راهکارهای بهینه تولید آن در کشور بررسی گردد. کاهش دادن اثر تنش‌های محیطی با کمک روش‌هایی نظیر روش‌های آبیاری، مصرف کود و شیوه مناسب کاشت در این مناطق با محدودیت مواجه شده است. لذا اصلاح گیاه برای به حداقل رساندن زیان‌های ناشی از تنش‌های محیطی ضروری به نظر می‌رسد (Heyne, 1987 و Naghavi et al., 2016). عملکرد دانه گندم برآیندی از چند متغیر است که رشد گیاه را در سرتاسر طول دوره نمو تحت تأثیر قرار می‌دهند (Rahimi Chegeni et al., 2017). تلاش‌های زیادی جهت توسعه مدل‌های مناسب‌تر انجام گردیده که بتواند عملکرد

عملکرد دانه در شرایط آبیاری (Yp^1) و شرایط دیم (Ys^2): برای اندازه‌گیری عملکرد دانه در دو شرایط تنش و عدم تنش خشکی، دو ردیف کناری از مجموع ۴ ردیف هر کرت و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و مساحت یک مترمربع از دو ردیف داخلی برداشت و داخل کیسه‌های مربوط قرار گرفت و به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از جدا کردن دانه از کاه، عملکرد دانه به دست آمد.

وزن صد دانه (KW)، ارتفاع بوته (PHe)، طول برگ پرچم (FL) و عرض برگ پرچم (FW)، طول خوشه‌ی سنبله بدون احتساب ریشک (PL) و تعداد دانه در سنبله (NSPS): این صفات به‌وسیله روش‌های استاندارد اندازه‌گیری گردید. درجه سبزی‌نگی برگ توسط دستگاه SPAD: به‌منظور تعیین میزان کلروفیل برگ، با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج دستی SPAD-502 (مینولتای ژاپن) بدون تخریب بافت‌های گیاهی و عصاره‌گیری از برگ‌ها، در زمان اوایل خوشه‌دهی به‌طور متوسط شش برگ انتخاب نموده و از نقطه میانی آن، میزان کلروفیل برگ تخمین زده شد (Yeater et al., 2004).

مساحت برگ پرچم (AFL): با استفاده از رابطه پیشنهادی Rawson et al., 1988) مساحت برگ پرچم اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری این صفت پنج‌برگ در هر کرت انتخاب و پس از اندازه‌گیری طول و عرض آن مساحت مربوطه از فرمول (۱) تعیین گردید.

$$0.75 \times \text{عرض پرچم} \times \text{طول پرچم} = \text{مساحت برگ پرچم} \quad [1]$$

میزان آب نسبی ازدست‌رفته (RWL): به‌منظور اندازه‌گیری میزان آب نسبی ازدست‌رفته از هر کرت در هر تکرار در مرحله اواخر سنبله‌دهی یک گرم برگ به‌طور تصادفی انتخاب، سپس نمونه‌ها به مدت پنج ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس (حدوداً دمای محیط آزمایشگاه) قرار داده شدند تا وزن پژمردگی آن‌ها به دست آید. در ادامه برای به دست آوردن وزن خشک نمونه‌ها در دمای ۷۲ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت در آن قرار گرفتند. وزن خشک آن‌ها محاسبه و میزان کاهش آب توسط فرمول (۲) محاسبه شد (Yeater et al., 2004).

گرفتند. برای سهولت ژنوتیپ‌ها از شماره ۱ تا ۱۷ نام‌گذاری شدند (جدول ۱).

جدول ۱. نام/شجره ژنوتیپ‌های گندم مورد ارزیابی

Table 1. Name/ Pedigree of the wheat genotypes under studied

شماره ژنوتیپ No. of Genotype	نام / شجره Genotype
1	Check
2	DN-11
3	Fit/90 Zhong87
4	Reh/hare//2
5	Seri/Avd/3/Rsh
6	Sara/Thb//Vee
7	Cno79
8	Otus 2/Bav92
9	Alvd//Aldan
10	Pbw343*2/Chapio
11	Pbw343*2/Kvkvna
12	Mhdv/Soissons
13	Pbw343*2/Kvkvna 2
14	Alvd//Nanjing 8343
15	Marvdasht
16	Sardari
17	Samsung

خصوصیات طرح آزمایشی و عملیات زراعی

آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در دو بخش، تنش خشکی (دیم) و عدم تنش خشکی، در مزرعه آموزشی-پژوهشی دانشگاه پیام‌نور اسدآباد (واقع در ۴۵ کیلومتری استان همدان با آب‌وهوای نسبتاً سرد و نیمه‌خشک و فاصله ۱۵۸۵ متر از سطح دریا) اجرا گردید. هر کرت شامل ۵ خط ۲ متری به فاصله ۲۰ سانتیمتر و فاصله کرت‌ها از هم ۵۰ سانتیمتر تعیین شد. کاشت در اواسط آبان ماه انجام گرفت. آبیاری در شرایط عدم تنش خشکی بر اساس عرف منطقه تحقیق صورت گرفت، درحالی‌که در شرایط تنش خشکی بعد از خاک‌آب آبیاری صورت نگرفت و از بارش‌های طبیعی استفاده شد. مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی و در یک مرحله (مرحله ابتدای ساقه‌دهی) انجام گرفت. برداشت در نیمه تیرماه ۱۳۹۰ انجام گرفت. برای انجام یادداشت‌برداری‌ها در خصوص مطالعه صفات از هر ژنوتیپ در هر تکرار پنج بوته به تصادف انتخاب شد.

صفات بررسی‌شده

²- Yield Stress

¹- Yield Potential

$$RWC = \left[\frac{(FW - Dw)}{(TW - Dw)} \right] \times 100 \quad [۳]$$

به‌طورکلی در این مطالعه از برخی علائم اختصاری استفاده شده که در جدول ۲، مشاهده می‌گردد. پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها (جهت تجزیه واریانس)، تبدیل داده از نوع درصدی (برای صفات محتوای نسبی آب برگ و درصد سبزی‌نگی برگ (قرائت اسپاد))، یکنواختی واریانس‌ها و اثر غیرافزایشی تکرار و تیمار، تجزیه داده‌های این آزمایش مانند تجزیه‌های چندمتغیره نظیر تجزیه همبستگی، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه تابع تشخیص، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه واریانس ساده و مرکب و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن، از نرم‌افزارهای رایانه‌ای SPSS 16، SAS 9.1، Minitab 14 و MSTAT-C استفاده گردید.

$$RWL = \left[\frac{(FW - Ww)}{(FW - Dw)} \right] \quad [۲]$$

که در آن FW: وزن اولیه یا وزن تر؛ Dw: وزن خشک؛ Ww: وزن برگ‌ها پس از طی پنج ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس. تعیین محتوای نسبی آب برگ (RWC): یک گرم برگ پرچم در کرت (FW) جدا شده و سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت روی آب مقطر شناور شدند. بعد از طی ۲۴ ساعت از مدت‌زمان آب‌گیری، قطعات برگ بلافاصله وزن شدند تا وزن در هنگام تورژسانس (TW) به دست آید. پس از آن قطعات برگ در آن ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک گردیدند تا وزن خشک ثابت (DW) به دست آید. RWC از طریق رابطه (۳) محاسبه گردید (Barrs and Weatherley, 1962):

جدول ۲. علائم اختصاری صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه

Table 2. Summarizes the measured traits in wheat genotypes under study

ردیف No.	Trait of study	صفت مورد مطالعه	علامت اختصاری Abbreviation
1	Yield Stress	عملکرد دانه در شرایط دیم	YS
2	Yield Potential	عملکرد دانه در شرایط عدم تنش خشکی	YP
3	Number of Seed Per Spike	تعداد دانه در سنبله	NSPS
4	Spike Length	طول سنبله	SL
5	Flag Leaf Length	طول برگ پرچم	FL
6	Flag Leaf Width	عرض برگ پرچم	WL
7	100 Kernel Weight	وزن صد دانه	KW
8	Stem Height	ارتفاع از طوقه تا برگ پرچم	PHe1
	Plant Height	ارتفاع کل بوته	PHe2
9	Relative Water Content	محتوی نسبی آب برگ	RWC
10	Relative Water Loss	میزان نسبی آب ازدست‌رفته	RWL
11	(SPAD)	درصد سبزی‌نگی برگ (قرائت اسپاد)	SPAD
12	Area Flag Leaf	مساحت برگ پرچم	AFL

نتیجه و بحث

نیز اثر معنی‌داری را ایجاد نکردند. در شرایط دیم، صفات عملکرد دانه، وزن صد دانه، طول سنبله بدون احتساب ریشک، مساحت برگ پرچم، عرض برگ پرچم، تعداد دانه در سنبله، محتوای آب برگ و میزان نسبی آب ازدست‌رفته برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند ($P < 0.01$) و سایر صفات غیر معنی‌دار بودند؛ که می‌توان از این نتایج در جهت اهداف اصلاحی تحمل به خشکی بهره برد.

بر اساس جدول ۳ (جدول تجزیه واریانس ساده صفات) صفات عملکرد دانه، وزن صد دانه، طول سنبله بدون احتساب ریشک، تعداد دانه در سنبله، محتوای آب برگ در سطح احتمال ۱ درصد ($P < 0.01$) صفت ارتفاع کل بوته در سطح احتمال پنج درصد ($P < 0.05$) معنی‌دار بودند و سایر صفات

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های گندم

Table 3. Analysis of variance of studied traits in wheat genotypes

منابع تغییرات	درجه آزادی	Mean of square of traits				میانگین مربعات (MS) صفات			
		عملکرد دانه		وزن صد دانه		طول سنبله بدون احتساب ریشک		ارتفاع کل بوته	
		Seed yield	100 kernel weight	Spike length	Plant height	عدم تنش خشکی	دیم	عدم تنش خشکی	دیم
Block	2	41883.08 ^{ns}	20275.006 ^{ns}	0.017 ^{ns}	0.032 ^{ns}	531.1 ^{ns}	0.037 ^{ns}	45.139 ^{ns}	119.24 ^{ns}
Genotype	16	1067218.85 ^{**}	458499.183 ^{**}	0.531 [*]	0.595 ^{**}	1.029 ^{**}	2.259 ^{**}	120.253 [°]	177.88 ^{ns}
Error	32	80395.10	48917.019	0.230	0.106	0.973	0.782	58.584	145.534
ضریب تغییرات (%)		10.73	12.01	16.92	12.32	11.73	10.33	9.10	14.53
CV (%)									

Table 3. Continued

جدول ۳ ادامه

منابع تغییرات	درجه آزادی	Mean of square of traits				میانگین مربعات (MS) صفات			
		ارتفاع از طوقه تا برگ پرچم		درصد سبزیبگی برگ		مساحت برگ پرچم		طول برگ پرچم	
		Stem height	SPAD	Area flag leaf	Flag leaf Length	عدم تنش خشکی	دیم	عدم تنش خشکی	دیم
Block	2	25.942 ^{ns}	102.066 ^{ns}	64.613 ^{ns}	2.977 ^{ns}	0.607 ^{ns}	1.80 ^{ns}	1.471 ^{ns}	5.0649 [°]
Genotype	16	31.823 ^{ns}	74.493 ^{ns}	21.581 ^{ns}	23.3 ^{ns}	6.411 ^{ns}	5.35 ^{**}	2.389 ^{ns}	5.4507 ^{**}
Error	32	38.091	79.138	22.466	15.628	2.41	1.226	4.390	0.97
ضریب تغییرات (%)		11.41	15.40	10.03	8.56	13.45	10.20	16.48	8.09
CV (%)									

Table 3. Continued

جدول ۳ ادامه

منابع تغییرات	درجه آزادی	Mean of square of traits				میانگین مربعات (MS) صفات			
		عرض برگ پرچم		تعداد دانه در سنبله		محتوای آب نسبی برگ		میزان آب ازدست‌رفته	
		Flag leaf Width	Number of Seed Per Spike	Relative Water Content	Relative Water Loss	عدم تنش خشکی	دیم	عدم تنش خشکی	دیم
Block	2	0.014 ^{ns}	0.01 ^{ns}	4.784 ^{ns}	6.88 ^{ns}	0.003 [°]	88.481 ^{ns}	0.0005 ^{ns}	2.64 ^{ns}
Genotype	16	0.019 ^{ns}	0.035 ^{**}	174.830 ^{**}	291.948 ^{**}	0.016 ^{**}	164.311 ^{**}	0.002 ^{ns}	113.922 ^{**}
Error	32	0.020	0.013	5.742	4.194	0.0009	68.739	0.003	2.391
ضریب تغییرات (%)		12.13%	10.12%	6.34%	5.42%	6.48%	17.76%	32/82%	6.57%
CV (%)									

مورد مطالعه و احتمال وجود سازوکارهای متفاوت بین آن‌ها در واکنش به تنش خشکی است که در مطالعات آتی می‌توان از این صفات در اهداف و برنامه‌های بهنژادی بهره‌مند شد. در حقیقت وجود تنوع ژنتیکی در صفات مرتبط با خشکی جهت انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل با عملکرد بالا و درک بهینه سازوکارهای مرتبط با تحمل تنش خشکی در گندم مؤثر است. عملکرد دانه، ژنوتیپ‌های ۷ (۳۷۹۰ کیلوگرم در هکتار)،

با توجه به جدول ۴، تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در دو شرایط رطوبتی نشان داد که اثر ژنوتیپ برای صفات عملکرد دانه، طول سنبله، ارتفاع از طوقه تا برگ پرچم، تعداد دانه در سنبله، وزن صد دانه، محتوای نسبی آب برگ، میزان نسبی آب ازدست‌رفته برگ در سطح احتمال ۱ درصد ($P < 0.01$) و برای صفت عرض برگ پرچم در سطح احتمال ۵ درصد ($P < 0.05$) دارای اختلاف معنی‌دار بود. این موضوع نشان‌دهنده تنوع مطلوب ژنوتیپ‌ها از نظر صفات

جدول ۴. تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه تحت شرایط عدم تنش خشکی و شرایط دیم در ژنوتیپ‌های گندم

Table 4. Combined variance analysis of traits under non-drought stress conditions and drought stress in wheat genotypes

Source of Variance	درجه آزادی منبع تغییر df	Mean of square		میانگین مربعات	
		عملکرد دانه Seed Yield	طول سنبله Spike Length	ارتفاع از طوقه تا برگ پرچم Stem Height	ارتفاع کل بوته Plant Height
محیط (تیمار آبیاری) Environment (Irrigation treatment)	1	16458460.44**	0.58732941 ^{ns}	30.111533 ^{ns}	342.1370206*
اشتباه Error	4	31079.04	0.78408725	82.191961	64.0036382
ژنوتیپ Genotype	16	806775.05**	2.54793444**	235.372006**	50.7267581 ^{ns}
محیط × ژنوتیپ Environment × Genotype	16	718942.99**	0.74087316 ^{ns}	62.767019 ^{ns}	55.5891331 ^{ns}
اشتباه ۲ Error 2	64	64656.06	0.8774404	102.05877	58.614751
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (CV, %)		11.34	11.04	12.08	13.68

Table 4. Continued

جدول ۴. ادامه

Source of Variance	درجه آزادی منبع تغییر df	Mean of square		میانگین مربعات	
		درصد سبزیگی برگ (SPAD)	مساحت برگ Area Flag Leaf	عرض برگ پرچم Flag Leaf Width	طول برگ پرچم Flag Leaf Length
محیط (تیمار آبیاری) Environment (Irrigation treatment)	1	28.2083294 ^{ns}	11.8865922*	0.255 ^{ns}	0.07468235*
اشتباه Error	4	33.79495 ^{ns}	1.2023039	4.89951	0.01251078
ژنوتیپ Genotype	16	21.6275232 ^{ns}	4.4317977**	3.28733 ^{ns}	0.03498848*
محیط × ژنوتیپ Environment × Genotype	16	23.2526482 ^{ns}	7.3392859**	5.052177 ^{ns}	0.01921152 ^{ns}
اشتباه ۲ Error 2	64	19.047119	1.8185664	4.8758	0.01639724
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (CV, %)		9.34	12.04	17.44	11.21

Table 4. Continued

جدول ۴. ادامه

Source of Variance	درجه آزادی df	Mean of square		میانگین مربعات	
		تعداد دانه در سنبله Number of Seed per Spike	وزن صد دانه Kernel 100 Weight	میزان نسبی آب ازدست‌رفته Relative Water Loss	محتوای نسبی آب برگ Relative Water Content
محیط (تیمار آبیاری) Environment (Irrigation treatment)	1	0.009804 ^{ns}	0.83594859*	54461.48908**	13906.46629**
Error	4	5.8333	0.02475958	44.24174	1.32331
ژنوتیپ Genotype	16	389.6029**	0.60541944**	81.49651**	56.90415**
محیط × ژنوتیپ Environment × Genotype	16	77.1764**	0.52088557**	82.83126**	57.02014**
Error 2	64	4.968	0.16831919	34.37015	1.19760
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (CV, %)		5.9	14.95	24.85	9.22

ns, * and **: Not significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

مطالعات امینی و همکاران (Amini et al., 2016) در انطباق بود.

جدول ۵ مقایسه میانگین صفات در شرایط عدم تنش خشکی را بر اساس روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ نشان می‌دهد. در این جدول مقایسه میانگین‌ها برای صفاتی که اثرات گروه‌بندی متفاوتی را ایجاد نموده‌اند آورده شده است. بر اساس این جدول بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ‌های ۷، ۸ و ۱۳ است. بر اساس جدول ۶ که مقایسه میانگین صفات در شرایط دیم بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد عملکرد ژنوتیپ‌های ۳، ۱۳، ۱۴ و ۱۷ بیشتر بود که ژنوتیپ ۱۳، در هر دو محیط این آزمایش توانسته است مشترکاً عملکرد بیشتری را به نسبت ایجاد کند. ژنوتیپ‌هایی که دارای عملکرد بالاتری در شرایط عدم تنش خشکی و شرایط دیم بودند میانگین نسبتاً بالایی از سایر صفات را نیز به خود اختصاص دادند. در خصوص جدول مقایسه میانگین‌ها (در هر دو شرایط محیطی) همان‌طوری که از جدول مقایسه میانگین‌ها مشخص است ژنوتیپ‌هایی که دارای عملکرد بالاتر و مطلوب‌تری بودند از نظر سایر صفات نیز تقریباً دارای میانگین بالایی نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها بودند.

۸ (۳۵۲۵ کیلوگرم در هکتار) و ۱۳ (۳۳۰۵ کیلوگرم در هکتار) در شرایط عدم تنش خشکی و ژنوتیپ‌های ۱۳ (۲۱۴۷ کیلوگرم در هکتار)، ۱۴ (۲۴۴۰ کیلوگرم در هکتار) و ۱۷ (۲۲۵۴ کیلوگرم در هکتار) در شرایط دیم بیش‌ترین عملکرد دانه را تولید کردند.

همان‌طوری که ذکر گردید ژنوتیپ ۱۳ در هر دو محیط دارای عملکرد بالایی هستند با توجه به جدول ۵ و ۶ این ژنوتیپ در اکثر صفات حدی از مطلوبیت را دارا است.

اثر محیط (مکان) برای صفات عملکرد دانه، محتوای نسبی آب برگ و صفت میزان آب ازدست‌رفته برگ در سطح احتمال ۱ درصد ($P < 0.01$) و برای صفات ارتفاع کل بوته، مساحت برگ پرچم، عرض برگ پرچم و وزن صد دانه در سطح احتمال ۵ درصد ($P < 0.05$) معنی‌دار بود. تفاوت بین مکان‌های آزمایشی غیرمعنی‌دار بود. در خصوص اثر متقابل محیط در ژنوتیپ همان‌طوری که از جدول ۴ مشخص است صفات عملکرد دانه، مساحت برگ پرچم، تعداد دانه در سنبله، وزن صد دانه، محتوای نسبی آب برگ، میزان نسبی آب ازدست‌رفته برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند ($P < 0.01$) و سایر صفات اثر معنی‌داری را در این خصوص ایجاد نکردند. معنی‌دار بودن این برهمکنش نیز نشان‌دهنده پاسخ متفاوت ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف بود که با

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات ژنوتیپ‌های گندم در شرایط عدم تنش خشکی توسط آزمون دانکن (۰.۵٪)

Table 5. Comparison of mean of traits wheat genotypes in non-drought stress conditions by Duncan test (5%).

ژنوتیپ	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)	طول سنبله بدون احتساب ریشک (سانتیمتر)	عرض برگ پرچم (سانتیمتر)
Genotype	100 Kernel Weight	Seed Yield	Spike Length	Width leaf Length
Check	3.04abc	2621de	8.6ab	1.10ab
DN-11	2.59bcd	3199bc	9a	1.18ab
Fit/90 Zhong87	2.40bcd	2899cd	7.96ab	1.20ab
Reh/hare//2	2.84bcd	2263ef	8.43ab	1.21ab
Seri/Avd/3/Rsh	2.05d	2100fg	8.40ab	1.12ab
Sara/Thb//Vee	2.66bcd	3210bc	9.3a	1.05b
Cno79	2.78bcd	3790a	9a	1.12ab
Otus 2/Bav92	3.11abc	3525ab	8.93a	1.09ab
Alvd//Aldan	2.88bcd	2377ef	9.06a	1.22ab
Pbw343*2/Chapio	3.34ab	2284ef	8.16ab	1.19ab
Pbw343*2/Kvkvna	2.83bcd	2323ef	8.26ab	1.26ab
Mhdv/Soissons	3.08abc	2921cd	8.23ab	1.36a
Pbw343*2/Kvkvna 2	3.18abc	3305bc	8ab	1.20ab
Alvd//Nanjing 8343	2.56bcd	2440ef	8.06ab	1.20ab
Marvdasht	2.34cd	2090g	8.53ab	1.12ab
Sardari	3.82a	1988gf	8.16ab	1.04b
Samsung	2.59bcd	2254gf	6.80b	1.14ab

Table 5. Continued

جدول ۵. ادامه

ژنوتیپ	ارتفاع کل بوته (سانتیمتر)	مساحت برگ پرچم (سانتیمتر)	تعداد دانه در سنبله Number of Seed Per Spike	میزان نسبی آب برگ Relative Water Content	میزان نسبی آب از دست رفته Relative Water Loss
Genotype	Plant Height	Area flag leaf			
Check	93.73a	11bcd	50a	0.496bc	0.22ab
DN-11	90.73ab	10.66cd	42.33cd	0.553a	0.2ab
Fit/90 Zhong87	89.93abc	10.91bcd	37.33efgh	0.563a	0.2ab
Reh/hare//2	85.40abc	10.82cd	44.33bc	0.526ab	0.205ab
Seri/Avd/3/Rsh	76.87bc	11.29bcd	34.66hi	0.386ef	0.185ab
Sara/Thb//Vee	77.33bc	11a	47.66ab	0.376ef	0.236a
Cno79	77bc	9.95cd	38.66defg	0.53ab	0.196ab
Otus 2/Bav92	82.93abc	10.61cd	39.33def	0.423de	0.173ab
Alvd//Aldan	88.67abc	12.28bc	36.33fgh	0.53ab	0.132b
Pbw343*2/Chapio	91.07ab	15.7a	22.66j	0.38ef	0.151ab
Pbw343*2/Kvkvna	77bc	12bc	40.33ed	0.463cd	0.178ab
Mhdv/Soissons	83.40abc	13.46ab	35.33ghi	0.546ab	0.143ab
Pbw343*2/Kvkvna 2	82.60abc	11.92bc	40def	0.556a	0.16ab
Alvd//Nanjing 8343	80.20abc	11.51bcd	40.66cde	0.45cd	0.175ab
Marvdasht	83.73abc	12.33bc	40.33de	0.543ab	0.168ab
Sardari	94.37a	11.3bcd	20j	0.343f	0.178ab
Samsung	75.40c	11.33bcd	32.33i	0.523ab	0.199ab

*حرف‌های ناهمسان در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار است.

Dissimilar letters in each column indicate a significant difference.

جدول ۶. مقایسه میانگین صفات ژنوتیپ‌های گندم در شرایط دیم توسط آزمون دانکن (۵٪).

Table 6. Comparison of mean traits wheat genotypes in drought stress conditions by Duncan test (5%).

ژنوتیپ Genotype	تعداد دانه در سنبله	مساحت برگ پرچم	درصد سبزی‌نگی برگ (اسپاد)	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)
	Number of Seed Per Spike	Area flag leaf (سانتیمتر)	SPAD	100 Kernel Weight	Yield stress
Check	55a	13.136a	45.03abc	1.55e	1340gf
DN-11	44.667bcd	13.15a	50.30ab	2.546c	1824cde
Fit/90 Zhong87	40.33efg	10.14cde	46.53abc	2.736bc	2347a
Reh/hare//2	45bcd	12.14ab	44.77abc	3.11ab	2017bcd
Seri/Avd/3/Rsh	45.33bc	10.48bcde	44.53abc	2.726bc	1591ef
Sara/Thb//Vee	40.33efg	11bcd	44.13abc	2.536c	1777de
Cno79	38g	11.01bcd	41.67c	3.60a	1737de
Otus 2/Bav92	38.66fg	8.75e	47.97abc	2.93bc	2044bcd
Alvd//Aldan	42.333cde	9.60de	42.87bc	2.40cd	1990bcd
Pbw343*2/Chapio	22.333h	9.45de	45.30abc	2.80bc	1163g
Pbw343*2/Kvkvna	46b	11.85abc	44.23abc	2.63bc	1750de
Mhdv/Soissons	22.333h	11.093bcd	43.90abc	2.63bc	1364gf
Pbw343*2/Kvkvna 2	22h	11.14bcd	51.60ab	2.74bc	2147abc
Alvd//Nanjing 8343	37.66g	12.26ab	49.07a	2.75bc	2271a
Marvdasht	41.66def	10.42bcde	42.63abc	1.87de	1747abcd
Sardari	21.66h	8.867e	45.83abc	2.70bc	1317gf
Samsung	38.66fg	10.09cde	44.03ab	2.79bc	2122ab

حرف‌های ناهمسان در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار است.

Dissimilar letters in each column indicate a significant difference.

Table 6. Continued

جدول ۶. ادامه

ژنوتیپ Genotype	میزان نسبی آب برگ	طول سنبله بدون احتساب ریشک	عرض برگ پرچم (سانتیمتر)	میزان نسبی آب از دست‌رفته	طول برگ پرچم (سانتیمتر)
	Relative Water Content	Spike Length (سانتیمتر)	Width leaf Length	Relative Water Loss	Flag leaf Length
Check	39.63bcd	10.10a	1.23ab	18.58gh	14.16ab
DN-11	55.87ab	8.8abcd	1.24ab	22.05e	15.03a
Fit/90 Zhong87	48.63abcd	7.33de	1.1abcde	26.06d	12.56bcd
Reh/hare//2	41.70bcd	9.23ab	1.23ab	17.333h	12.06cdfe
Seri/Avd/3/Rsh	58.03a	8.9abcd	1.01bcde	17.57gh	10.4g
Sara/Thb//Vee	48.57abcd	8.93abcd	1.02bcde	21.24fe	11.1defg
Cno79	33.53d	9.4ab	1.2abc	30.88a	12.1cdef
Otus 2/Bav92	59.53a	7.73bcde	1cde	29.08abc	10.82efg
Alvd//Aldan	38.37cd	9.08abc	1.16abcd	27.56cd	11.16dfeg
Pbw343*2/Chapio	46.57abcd	7.44cde	0.933e	30.87a	11.28defg
Pbw343*2/Kvkvna	48.17abcd	8.86abcd	1.12abcde	28.03bcd	14ab
Mhdv/Soissons	47.57abcd	8.99abcd	1.1abcde	18.75fgh	12.3cde
Pbw343*2/Kvkvna 2	46.40abcd	9.2ab	1.08abcde	20.07efg	13.033bc
Alvd//Nanjing 8343	37.90cd	8.133bcde	1.3a	30.54ab	13.066bc
Marvdasht	40.6bcd	8.66abcd	1.16abcd	10.57i	11.73cdfeg
Sardari	53.9abc	7.933bcd	0.95de	19.923efg	10.5fg
Samsung	48.87abcd	6.767e	1.06bcde	30.96a	11.2defg

* حرف‌های ناهمسان در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار است.

Dissimilar letters in each column indicate a significant difference.

جدول ۷ (اعداد پایین قطر) ضرایب همبستگی ساده صفات در شرایط عدم تنش خشکی را نشان می‌دهد بر این اساس میزان نسبی آب ازدست‌رفته، همبستگی مثبت و متوسطی با عملکرد دانه دارد (۰/۵۳۹) که شاید بتوان آن را با زودرسی ژنوتیپ‌ها در ارتباط دانست و احتمالاً گیاه با زودرسی خود را از شرایط خشکی احتمالی دور کرده است.

صفه ارتفاع از طوقه تا برگ پرچم با صفت وزن صد دانه همبستگی دارند (۰/۵۰۳) که با این تفسیر هرچقدر ارتفاع بوته افزایش یابد متعاقب آن رشد رویشی افزایش یافته، نهایتاً فتوسنتز نیز افزایش یافته و سپس وزن صد دانه که یکی از اجزای عملکرد است افزایش خواهد یافت. صفت درصد سبزی‌نگی برگ (اسپاد) نیز با صفت طول برگ پرچم همبستگی منفی نشان داد (۰/۵۱۳-) که با افزایش طول برگ پرچم احتمالاً کلروفیل پراکنش سطحی کمتری را روی سطح برگ ایجاد نموده است؛ که این نتیجه با نتایج امینی و همکاران (Amini et al., 2016) در انطباق نبود.

صفت مساحت برگ پرچم با طول برگ پرچم (۰/۷۵۰) و عرض برگ پرچم (۰/۶۸۸) همبستگی دارد یعنی با افزایش طول و عرض برگ پرچم طبیعتاً مساحت برگ پرچم افزایش می‌یابد که با توجه به فرمول مساحت برگ پرچم این نتیجه‌گیری منطقی و قابل‌انتظار است. شاخص سطح برگ نمایانگر تراکم برگ‌ها است و این شاخص تنها پهنک‌برگ‌ها را شامل می‌گردد. اندازه‌گیری سطح برگ یک بوته در بسیاری از مطالعات فیزیولوژی و زراعت احتیاج است. برای اینکه گیاه بتواند انرژی نور خورشید را به‌طور بهینه استفاده کند باید حداکثر تشعشع توسط بافت‌های سبز گیاه جذب گردد (Movahedian et al., 2007).

صفت محتوی نسبی آب برگ همبستگی مثبتی با وزن صد دانه نشان داد. با افزایش محتوی نسبی آب برگ، رطوبت لازم برای سوخت‌وساز گیاه فراهم می‌گردد که این سبب بهبود کارکرد گیاه در جهت افزایش اجزای عملکرد می‌شود که نهایتاً روی عملکرد تأثیر دارد. بین صفت تعداد دانه در سنبله و صفت طول برگ پرچم همبستگی معنی‌دار و منفی وجود دارد (۰/۵۵۳-). صفت تعداد دانه در سنبله رابطه معنی‌داری (مثبت یا منفی) با صفات عرض برگ پرچم و مساحت برگ پرچم را ایجاد نکرده است. در شرایط عدم تنش خشکی همبستگی بین عملکرد دانه با سطح برگ پرچم برابر (۰/۳۹۵-) است که در مطالعه حسین‌بابایی و همکاران (Hosein Babaei et al., 2013) مقدار (۰/۲۱۸-) گزارش شده است که با نتایج حاضر منطبق است.

بر اساس اعداد قطر بالای جدول ۷ ضرایب همبستگی ساده صفات در شرایط تنش خشکی، صفت ارتفاع کل بوته با صفت ارتفاع از طوقه تا برگ پرچم همبستگی مثبتی (۰/۷۶۶) دارد که با افزایش ارتفاع کل، ارتفاع بوته از طوقه تا برگ پرچم طبیعتاً افزایش می‌یابد. صفت درصد سبزی‌نگی برگ (اسپاد) همبستگی مثبتی با عملکرد دانه (۰/۵۴۵) دارد که سبزینه بالا و نهایتاً فتوسنتز زیاد منجر به عملکرد بالا نیز می‌شود. صفت طول سنبله با صفت مساحت برگ پرچم همبستگی معنی‌دار (۰/۶۴۷) دارد که با افزایش مساحت برگ پرچم، طول سنبله نیز افزایش می‌یابد، به عبارتی با افزایش مساحت برگ پرچم، توان گیاه در جهت افزایش توان فتوسنتزی سوق یافته که این باعث افزایش طول سنبله جهت افزایش تولید دانه می‌گردد. طول و عرض برگ پرچم نیز همبستگی مثبتی با مساحت برگ پرچم دارد (به ترتیب ۰/۷۹۳ و ۰/۸۵۱) که با توجه به فرمول مساحت برگ پرچم کاملاً منطقی است. همچنین همبستگی مثبتی بین صفت مساحت برگ پرچم با صفت تعداد دانه در سنبله (۰/۵۵۴) وجود دارد هرچقدر مساحت برگ پرچم افزایش یابد گیاه در معرض سوخت‌وساز بیشتری قرار می‌گیرد و احتمالاً در جهت افزایش عملکرد، صفت تعداد دانه در سنبله را که جزئی از عملکرد است افزایش داده است. عرض برگ پرچم با طول برگ پرچم همبستگی مثبتی دارد (۰/۸۱۱)، هر چه عرض برگ پرچم بیشتر شود به نسبت آن، طول برگ پرچم نیز افزایش پیدا می‌کند.

میزان آب نسبی ازدست‌رفته همبستگی منفی با ارتفاع کل بوته دارد (۰/۵۷۱-). با کاهش رطوبت گیاه رشد رویشی کاهش می‌یابد و لذا کم شدن ارتفاع بوته از جمله مصادیق کاهش رشد رویشی است. همچنین میزان نسبی آب ازدست‌رفته با صفت مساحت برگ پرچم همبستگی منفی (۰/۵۳۶-) دارد. هر چه مساحت برگ پرچم بیشتر شود طبیعتاً سطح مورد تابش نور خورشید افزایش یافته و نهایتاً کاهش رطوبت (کاهش میزان نسبی آب) گیاه را به همراه دارد. با توجه به گزارش‌های نسبتاً مشابه و همچنین ضدونقیض بودن نتایج مشخص می‌گردد که تعیین میزان همبستگی مرتبط با عملکرد تا حدودی به ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و شرایط مکانی بستگی دارد. همچنین همبستگی بین طول سنبله با ارتفاع از طوقه تا برگ پرچم و عرض برگ پرچم به ترتیب به میزان (۰/۴۸۲-) و (۰/۴۹۱-) است. صفت

محتوای نسبی آب برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری (۰/۵۹۱) را ایجاد نموده است. در هر دو شرایط محیطی عملکرد فاقد همبستگی معنی‌دار با صفت ارتفاع بود که این نتیجه توسط سنجرى (Sanjari, 1993) در گندم تأیید شده است.

ارتفاع از طوقه تا برگ پرچم با صفات ارتفاع کل بوته و محتوای نسبی آب برگ دارای همبستگی معنی‌دار به میزان (به ترتیب) (۰/۷۶۶) و (۰/۶۸۰) است. صفت عرض برگ پرچم با صفت میزان آب ازدست‌رفته برگ دارای همبستگی منفی و معنی‌دار به اندازه (۰/۶۱۲) است. صفت وزن صد دانه با

جدول ۷. ضرایب همبستگی ساده صفات ژنوتیپ‌های گندم در شرایط عدم تنش خشکی (پایین قطر) و در شرایط دیم (بالای قطر).

Table 7. Correlation coefficients of traits wheat genotypes in non-stress conditions (Down diagonal) and in drought stress conditions (Up diagonal).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	عملکرد دانه Yield Stress	طول سنبله Spike Length	ارتفاع از طوقه تا برگ پرچم Stem Height	ارتفاع کل بوته Plant Height	درصد سبزیگی برگ SPAD	مساحت برگ پرچم Area flag leaf	طول برگ پرچم Flag leaf Length	عرض برگ پرچم Width leaf Length	تعداد دانه در سنبله Number of Seed Per Spike	وزن صد دانه گرم 100 Kernel Weight	محتوای نسبی آب برگ Relative Water Content	میزان نسبی آب ازدست‌رفته Relative Water Loss
1	1	-0.28	-0.082	-0.276	0.545*	0.104	0.144	0.405	0.05	0.316	0.248	-0.154
2	0.448	1	-0.482*	-0.293	0.453	0.647**	0.448	0.491*	0.415	-0.410	0.220	-0.393
3	-0.126	0.140	1	0.766**	0.254	-0.276	-0.148	-0.172	0.064	-0.177	0.680**	0.468
4	-0.307	-0.336	-0.113	1	0.242	-0.40	-0.083	-0.288	-0.222	-0.142	-0.447	-0.571*
5	0.423	0.104	0.290	0.135	1	-0.006	0.315	0.145	-0.253	0	0.028	0.271
6	-0.395	-0.363	0.089	-0.167	-0.455	1	0.793**	0.851**	0.554**	-0.265	0.157	-0.536*
7	-0.339	-0.461	0.123	-0.026	-0.513*	0.750**	1	0.811**	0.255	-0.154	0.283	-0.276
8	-0.025	-0.231	-0.048	-0.129	-0.032	0.688**	0.272	1	0.410	-0.151	0.213	-0.612**
9	0.472	0.212	-0.202	0.353	0.369	-0.383	-0.553*	0.151	1	-0.376	0.399	0.116
10	0.098	-0.09	0.503*	-0.318	0.264	-0.021	0.120	-0.052	-0.247	1	0.591*	-0.018
11	0.103	0.092	0.072	-0.050	0.146	0.308	0.129	0.371	0.133	0.534*	1	-0.305
12	0.539*	0.180	-0.0206	0.015	0.263	-0.559	-0.452	-0.431	0.317	0.014	-0.303	1

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

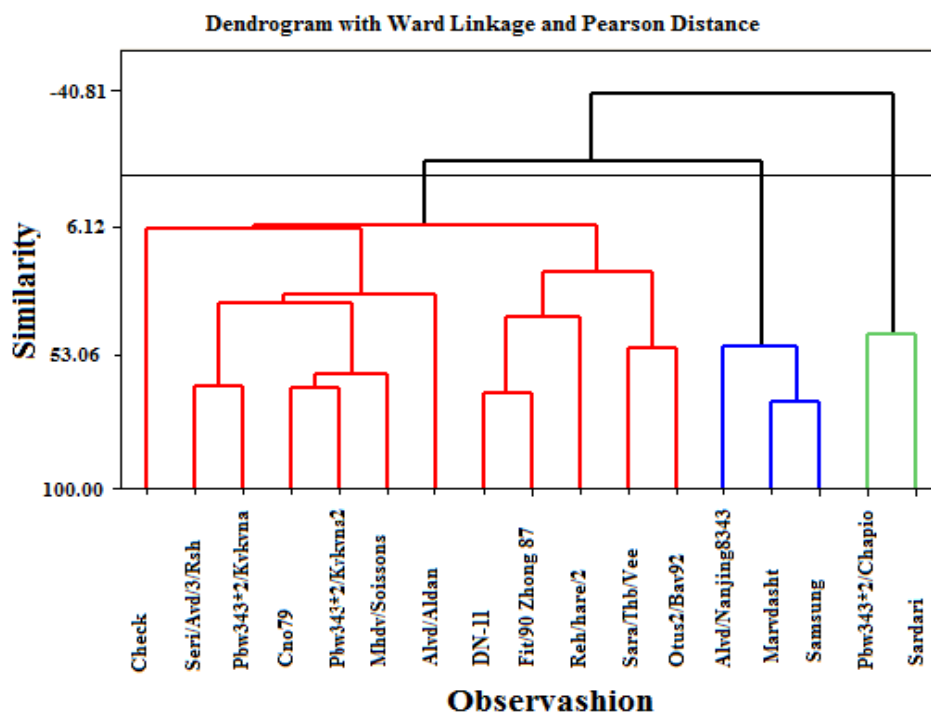
* and** significant at 5% , 1% level, respectively.

تجزیه خوشه‌ای جهت تعیین فاصله ژنتیکی و بهره‌گیری از مواد آزمایشی (دورگ‌گیری بین ژنوتیپ‌ها، به دست آوردن هتروزیس و غیره) در برنامه‌های بهنژادی توسط محققین بسیاری گزارش گردیده است، [کاکایی (Kakaei, 2009) در کلزا؛ خدادای و همکاران (Khodadai et al., 2011) در گندم]. جدول ۹ و ۱۰، آماره تمایل به مرکز استاندارد شده عملکرد و میانگین مربوط به خوشه‌ها را در شرایط عدم تنش خشکی نشان می‌دهد. میانگین صفات مورد مطالعه در تجزیه خوشه‌ای در شرایط عدم تنش خشکی بر اساس این دو جدول نشان می‌دهد که در خوشه اول صفات عملکرد دانه در شرایط

شکل ۱ نتایج تجزیه خوشه‌ای برای صفات مورد مطالعه در شرایط عدم تنش خشکی را نشان می‌دهد؛ که ژنوتیپ‌ها را در سه گروه طبقه‌بندی کرده است. در خوشه اول ژنوتیپ‌های (۱، ۵، ۱۱، ۷، ۱۳، ۱۲، ۹، ۲، ۳، ۴، ۶ و ۸) و ژنوتیپ‌های (۱۴، ۱۵ و ۱۷) در خوشه دوم و ژنوتیپ‌های (۱۰ و ۱۶) نیز در خوشه سوم قرار دارد که خوشه سوم خوشه عملکرد نامیده می‌شود، چراکه ژنوتیپ‌های ۷، ۸ و ۱۳ که دارای عملکرد نسبتاً بالایی در هر دو شرایط رطوبتی هستند در این گروه آماری قرار گرفته‌اند. همچنین تجزیه کلاستر به‌طور ۱۰۰٪ مورد قبول و تأیید تابع تشخیص است (جدول ۸). استفاده از

طوقه تا برگ پرچم، درصد سبزیگی برگ (اسپاد) و وزن صد دانه بیشتری را به خود اختصاص دادند که ژنوتیپ‌های موجود در این خوشه نیز عملکرد قابل قبولی داشتند و این احتمالاً به خاطر وجود میانگین بالای صفت وزن صد دانه بوده است. صفات مساحت برگ پرچم، طول برگ پرچم و عرض برگ پرچم نیز از میانگین بالایی در خوشه سوم برخوردار بودند که ژنوتیپ‌های موجود در این خوشه از نظر این صفات میانگین بالاتری را ایجاد نموده‌اند.

عدم تنش خشکی، طول سنبله، ارتفاع کل بوته، تعداد دانه در سنبله، محتوای آب برگ و میزان آب ازدست‌رفته برگ بیشترین میانگین را به خود اختصاص دادند؛ بنابراین ژنوتیپ‌های موجود در خوشه یک را می‌توان به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر از لحاظ عملکرد معرفی نمود که در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز این ژنوتیپ‌ها و صفات با همدیگر همبستگی داشته و بالاترین میزان مؤلفه اول و دوم را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۳).



شکل ۱. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس ژنوتیپ‌های گندم در شرایط عدم تنش خشکی به روش UPGMA
 Fig. 1. Dendrogram of cluster analysis based on wheat genotypes in non-drought stress conditions using UPGMA method

جدول ۸. تابع تشخیص برای گروه‌بندی بر اساس صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های گندم در شرایط عدم تنش خشکی
 Table 8. Result of discrimination analysis for grouping based on studied traits wheat genotypes in non-drought stress conditions

درصد (%) Percentage (%)	گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای Groups based on cluster analysis	گروه‌های پیش‌بینی شده Predicted Group Membership			کل Total
		1	2	3	
100%	1	3	0	0	3
	2	0	5	0	5
	3	0	0	9	9
	1	100%	0	0	100
	2	0	100%	0	100
	3	0	0	100%	100

جدول ۹. آماره تمایل به مرکز استاندارد شده عملکرد (میانگین مربوط به خوشه‌ها) ژنوتیپ‌های گندم در شرایط عدم تنش خشکی
 Table 9. The statistics tend to be a standardized performance center yield (Clusters mean) wheat genotypes under non-stress conditions

خوشه Cluster	تعداد اعضاء خوشه Number of observation	مجموع مربعات کلاستر Cluster Sum of Squares	متوسط فاصله فرد از مرکز خوشه Distance from centroid	حداکثر فاصله از مرکز خوشه Distance from centroid
خوشه ۱ Cluster 1	12	2528177	424.933	797.295
خوشه ۲ Cluster 2	2	121616	246.592	246.592
خوشه ۳ Cluster 3	3	472031	352.755	529.049

جدول ۱۰. میانگین صفات مورد مطالعه در تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های گندم در شرایط عدم تنش خشکی
 Table 10. Mean of the studied traits in cluster analysis wheat genotypes in non-drought stress condition

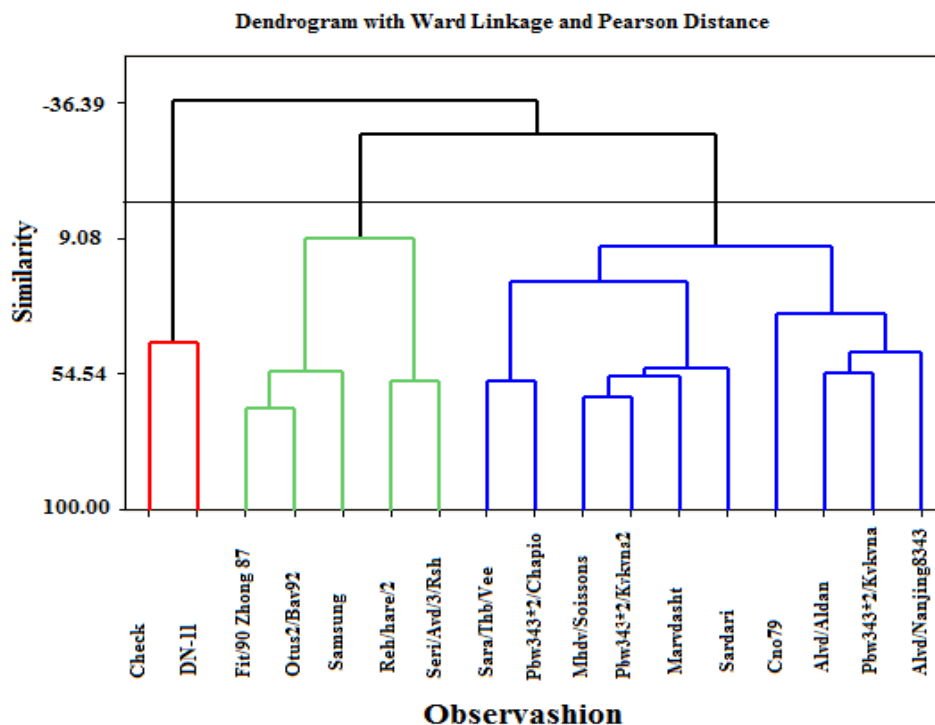
Variable	صفت	خوشه ۱ Cluster 1	خوشه ۲ Cluster 2	خوشه ۳ Cluster 3
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Yeild Stress (Kg/ha)		2969.75	2221.5	1886
طول سنبله (سانتیمتر) Spike Length		9.07	8.45	7.57
ارتفاع از طوقه تا برگ پرچم (سانتیمتر) Stem Height		81.17	90.40	82.20
ارتفاع کل بوته (سانتیمتر) Plant Height		54.57	47.65	53.73
درصد سبزیگی برگ (اسپاد) SPAD		47.77	47.93	43.19
مساحت برگ پرچم (سانتیمتر) Area flag leaf		10.62	12.50	13.33
طول برگ پرچم (سانتیمتر) Flag leaf Length		12.34	10.77	16.43
عرض برگ پرچم (سانتیمتر) Width leaf Length		1.18	0.87	1.22
تعداد دانه در سنبله Number of Seed Per Spike		39.83	19.50	38.67
وزن صد دانه گرم 100 Kernel Weight		2.83	3.57	2.55
محتوای نسبی آب برگ Relative Water Content		0.52	0.36	0.5
میزان نسبی آب ازدست‌رفته Relative Water Loss		0.19	0.15	0.18

که ژنوتیپ‌ها با عملکرد بالا در یک گروه قرار دارند. توانا و صبا (Tavana and Saba, 2016) در مطالعه‌ی گروه‌بندی لاین‌های گندم و گزینش گروهی آن‌ها در شرایط دیم، گروه‌های حاصله را بر اساس نوع صفت گروه‌بندی نمودند. جدول ۱۲، آماره تمایل به مرکز استاندارد شده عملکرد

شکل ۲ بر اساس صفات زراعی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط دیم را به سه گروه تقسیم کرده است که به‌طور ۱۰۰٪ مورد تأیید تابع تشخیص است (جدول ۱۱). خوشه اول شامل ژنوتیپ‌های (۱ و ۲) و خوشه دوم شامل ژنوتیپ‌های (۳، ۴، ۵، ۸، ۱۷، ۱۸ و ۱۹) و سایر ژنوتیپ‌ها در خوشه سوم قرار دارند

عملکرد در شرایط دیم، ارتفاع کل بوته، درصد سبزی‌نگی برگ (اسپاد)، تعداد دانه در سنبله، محتوای آب برگ و میزان آب ازدست‌رفته برگ بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند که ژنوتیپ‌های دارای بیشترین مقدار عملکرد در این دو خوشه قرار دارند.

(میانگین مربوط به خوشه‌ها) در شرایط دیم را نشان می‌دهد. بر اساس جدول ۱۳ میانگین صفات مورد مطالعه در تجزیه خوشه‌ای تحت شرایط دیم، در خوشه اول میانگین صفت وزن صد دانه از سایر صفات بیشتر است و در خوشه دوم صفات طول سنبله، ارتفاع از طوقه تا برگ پرچم، مساحت برگ پرچم، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم و در خوشه سوم



Observation

شکل ۲. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس ژنوتیپ‌های گندم در شرایط دیم به روش UPGMA.

Fig. 2. Dendrogram obtained from cluster analysis based on wheat genotypes in drought stress conditions using the UPGMA method.

جدول ۱۰. تابع تشخیص برای گروه‌بندی بر اساس صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های گندم در شرایط دیم

Table 10. Result of discrimination analysis for grouping based on studied traits wheat genotypes in drought stress conditions

درصد (%)	گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای	گروه‌های پیش‌بینی شده			کل
		Predicted Group Membership			
Percentage (%)	Groups based on cluster analysis	1	2	3	Total
100%	1	8	0	0	8
	2	0	5	0	5
	3	0	0	4	4
	1	100	0	0	100
	2	0	100	0	100
	3	0	0	100	100

جدول ۱۲. آماره تمایل به مرکز استاندارد شده عملکرد (میانگین مربوط به خوشه‌ها) ژنوتیپ‌های گندم در شرایط دیم

Table 12. The statistics tend to be a standardized performance center yield (Clusters mean) wheat genotypes under stress conditions

خوشه	تعداد اعضاء خوشه	مجموع مربعات درون گروهی	متوسط فاصله فرد از مرکز خوشه	حداکثر فاصله از مرکز خوشه
Cluster	Number of observation	Cluster Sum of Squares	Distance from centroid	Distance from centroid
خوشه ۱	2	9.2171	2.14675	2.14675
Cluster 1				
خوشه ۲	5	36.0272	2.64322	3.38807
Cluster 2				
خوشه ۳	10	85.3051	2.88643	3.68640
Cluster 3				

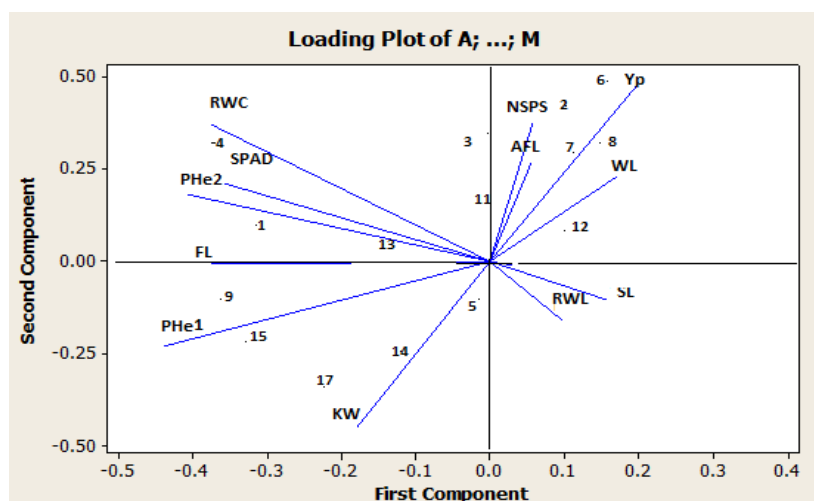
جدول ۱۳. میانگین صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های گندم در تجزیه خوشه‌ای تحت شرایط دیم

Table 13. Mean of the studied traits wheat genotypes in cluster analysis under drought stress condition

صفت	خوشه ۱	خوشه ۲	خوشه ۳
Variable	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	1547.86	1932.52	2304.04
Yeild Stress (Kg/ha)			
طول سنبله (سانتیمتر)	8.73	9.38	7.74
Spike Length			
ارتفاع از طوقه تا برگ پرچم (سانتیمتر)	74.98	83.38	86.28
Stem Height			
ارتفاع کل بوته (سانتیمتر)	55.96	63.41	58.95
Plant Height			
درصد سبزی‌نگی برگ (اسپاد)	44.61	46.98	48.34
SPAD			
مساحت برگ پرچم (سانتیمتر)	10.67	11.82	10.04
Area flag leaf			
طول برگ پرچم (سانتیمتر)	11.71	13	11.56
Flag leaf Length			
عرض برگ پرچم (سانتیمتر)	1.10	1.26	1.12
Width leaf Length			
تعداد دانه در سنبله	37.50	38.5	40
Number of Seed Per Spike			
وزن صد دانه گرم	2.75	2.63	2.68
100 Kernel Weight			
محتوای نسبی آب برگ	42.19	43.55	47.72
Relative Water Content			
میزان آب نسبی ازدست‌رفته	22.68	17.34	28.89
Relative Water Loss			

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در ۱۷ ژنوتیپ گندم مورد ارزیابی، بر اساس صفات مورد مطالعه و ماتریس همبستگی صفات نشان داد که به ترتیب در شرایط عدم تنش خشکی و شرایط تنش خشکی (دیم) ۷۱٪ و ۷۶٪ از تغییرات کل، توسط چهار مؤلفه اول توجیه می‌شود (جدول ۱۴ و ۱۵).

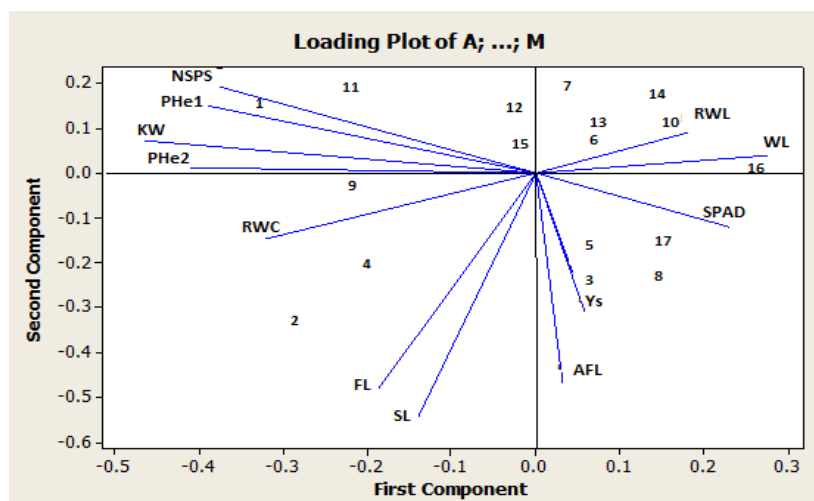
بر اساس شکل ۴ (نمودار بای‌پلات تجزیه به مؤلفه‌های اصلی) ژنوتیپ‌های دارای میانگین عملکرد بالاتر در این بای‌پلات بیشترین مقدار مؤلفه اول را به خود اختصاص داده و با صفات درصد سبزی‌نگی برگ، میزان آب ازدست‌رفته برگ و عملکرد دانه در شرایط دیم، مساحت برگ پرچم و عرض برگ پرچم همبستگی نشان داده‌اند.



شکل ۳. نمودار بای پلات دو مؤلفه اصلی برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گندم در شرایط عدم تنش خشکی. (YS: عملکرد دانه در شرایط دیم، YP: عملکرد دانه در شرایط عدم تنش خشکی، NSPS: تعداد دانه در سنبله، SL: طول سنبله، FL: طول برگ پرچم، WL: عرض برگ پرچم، kw: وزن صد دانه، ارتفاع از طوقه تا برگ پرچم، PHe2: ارتفاع کل بوته، RWC: محتوای نسبی آب برگ، RWL: میزان نسبی آب از دست‌رفته، SPAD: درصد سبزیگی برگ (قرائت اسپاد) و AFL: مساحت برگ پرچم).

Fig. 3. Bi-plot graph of two first main component for wheat genotypes in non-drought stress condition. (Yield Stress (YS), Yield Potential (YP), Number of Seed Per Spike (NSPS), Spike Length (SL), Flag Leaf Length (FL), Flag Leaf Width (WL), 100 Kernel Weight (KW), Stem Height (PHe1), Plant Height (PHe2), Relative Water Content (RWC), Relative Water Loss (RWL), (SPAD) and Area Flag Leaf (AFL)).

Genotypes name: 1: Check, 2: DN-11, 3: Fit/90 Zhong87, 4: Reh/hare//2, 5: Seri/Avd/3/Rsh, 6: Sara/Thb//Vee, 7: Cno79, 8: Otus 2/Bav92, 9: Alvd//Aldan, 10: Pbw343*2/Chapio, 11: Pbw343*2/Kvkvna, 12: Mhdv/Soissons, 13: Pbw343*2/Kvkvna 2, 14: Alvd//Nanjing 8343, 15: Marvdasht, 16: Sardari and 17: Samsung.



شکل ۴. نمودار بای پلات دو مؤلفه اصلی برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گندم در شرایط دیم. (YS: عملکرد دانه در شرایط دیم، YP: عملکرد دانه در شرایط عدم تنش خشکی، NSPS: تعداد دانه در سنبله، SL: طول سنبله، FL: طول برگ پرچم، WL: عرض برگ پرچم، kw: وزن صد دانه، ارتفاع از طوقه تا برگ پرچم، PHe2: ارتفاع کل بوته، RWC: محتوای نسبی آب برگ، RWL: میزان نسبی آب از دست‌رفته، SPAD: درصد سبزیگی برگ (قرائت اسپاد) و AFL: مساحت برگ پرچم).

Fig. 4. Bi-plot graph of two first main component for wheat genotypes in drought stress condition. (Yield Stress (YS), Yield Potential (YP), Number of Seed Per Spike (NSPS), Spike Length (SL), Flag Leaf Length (FL), Flag Leaf Width (WL), 100 Kernel Weight (KW), Stem Height (PHe1), Plant Height (PHe2), Relative Water Content (RWC), Relative Water Loss (RWL), (SPAD) and Area Flag Leaf (AFL)).

Genotypes name: 1: Check, 2: DN-11, 3: Fit/90 Zhong87, 4: Reh/hare//2, 5: Seri/Avd/3/Rsh, 6: Sara/Thb//Vee, 7: Cno79, 8: Otus 2/Bav92, 9: Alvd//Aldan, 10: Pbw343*2/Chapio, 11: Pbw343*2/Kvkvna, 12: Mhdv/Soissons, 13: Pbw343*2/Kvkvna 2, 14: Alvd//Nanjing 8343, 15: Marvdasht, 16: Sardari and 17: Samsung.

نتیجه‌گیری نهایی

مؤلفه‌های اصلی در هر دو شرایط محیطی (عدم تنش خشکی و دیم) صفات مؤثر در عملکرد را هم‌جوار ژنوتیپ‌های برتر (از نظر عملکرد) قرار داد. این ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط محیطی دارای میانگین عملکرد بالایی بودند و از نظر تجزیه خوشه‌ای باهم همبستگی نشان دادند و در یک گروه آماری قرار گرفتند. نتایج تجزیه همبستگی نیز بیانگر این بود که بین عملکرد دانه و درصد سبزی‌نگی برگ (اسپاد) در شرایط دیم و بین عملکرد دانه و میزان آب ازدست‌رفته برگ در شرایط عدم تنش خشکی همبستگی مثبت و معنی‌داری ($P < 0.05$) مشاهده گردید. درک تغییرات ایجادشده توسط متخصصین به‌نژادی در خصوصیات فیزیولوژیکی، فنولوژیکی و رشد رویشی از طریق مطالعه رفتار ارقام موردتحقیق در طول روند اصلاحی می‌تواند ابزار مطلوبی جهت تعیین‌گزینه‌ها برای برنامه‌های اصلاحی در آینده باشد. بر این مبنا نتایج تجزیه واریانس

نظر به اینکه بخش وسیعی از اراضی زیر کشت در ایران تحت شرایط جغرافیایی نیمه‌خشک واقع هستند الزام به شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و نیز معیارهای مناسب‌گزینه‌ها برای این نواحی اجتناب‌ناپذیر است. جهت انتخاب والدین مناسب برای اهداف به‌نژادی شناخت کافی از تنوع ژنتیکی ضروری است. نتایج حاصل از کلیه تجزیه‌های آماری ناشی از بررسی تنوع ژنتیکی با داده‌های زراعی نشان از وجود تنوع ژنتیکی بالا در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بود که پاسخگوی اهداف اصلاحی این گیاه است. از جمله روش‌های آماری چندمتغیره بکار رفته در این مطالعه روش تجزیه خوشه‌ای، تجزیه همبستگی و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی است که پراکنش ژنوتیپ‌ها را که نشان از تنوع آن‌ها است را نشان می‌دهد. نظر به این‌که بیشترین فاصله بین خوشه‌های اول و سوم مشاهده گردید انتظار می‌رود بیشترین هتروزیس در تلاقی بین افراد این خوشه‌ها به دست آید. همچنین تجزیه به

جدول ۱۴. مقادیر ویژه چهار مؤلفه اصلی برای صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط عدم تنش خشکی

Table 14. Eigen values of 4 principle components for studied traits wheat genotypes in non-drought stress condition

Variable	صفت	مؤلفه اول Principal Component1	مؤلفه دوم Principal Component1	مؤلفه سوم Principal Component1	مؤلفه چهارم Principal Component1
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	Yield Stress (Kg/ha)	0.196	0.476	0.027	0.111
طول سنبله (سانتیمتر)	Spike Length	0.056	0.373	-0.228	0.137
ارتفاع از طوقه تا برگ پرچم (سانتیمتر)	Stem Height	0.156	-0.106	-0.499	-0.384
ارتفاع کل بوته (سانتیمتر)	Plant Height	-0.374	-0.01	0.169	0.311
درصد سبزی‌نگی برگ (اسپاد)	SPAD	0.170	0.227	-0.509	-0.034
مساحت برگ پرچم (سانتیمتر)	Area flag leaf	-0.178	-0.447	-0.378	0.045
طول برگ پرچم (سانتیمتر)	Flag leaf Length	-0.438	-0.229	-0.18	-0.106
عرض برگ پرچم (سانتیمتر)	Width leaf Length	-0.406	0.179	-0.289	0.018
تعداد دانه در سنبله	Number of Seed Per Spike	-0.374	0.37	-0.064	0.236
وزن صد دانه گرم	100 Kernel Weight	0.313	-0.108	-0.213	0.473
محتوای نسبی آب برگ	Relative Water Content	-0.356	0.208	-0.132	-0.054
میزان نسبی آب ازدست‌رفته	Relative Water Loss	0.054	0.265	-0.141	-0.270
تجمعی	Cumulative	0.248	0.443	0.585	0.716

جدول ۱۵. مقادیر ویژه چهار مؤلفه اصلی برای صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های گندم در شرایط دیم

Table 15. Eigen values of 4 principle components for studied traits wheat genotypes in drought stress condition

صفت Variable	مؤلفه اول Principal Component1	مؤلفه دوم Principal Component1	مؤلفه سوم Principal Component1	مؤلفه چهارم Principal Component1
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Yeild Stress (Kg/ha)	0.059	-0.310	-0.599	0.138
طول سنبله (سانتیمتر) Spike Length	-0.374	0.192	0.203	0.214
ارتفاع از طوقه تا برگ پرچم (سانتیمتر) Stem Height	-0.140	-0.542	0.075	-0.114
ارتفاع کل بوته (سانتیمتر) Plant Height	-0.186	-0.480	0.192	-0.002
درصد سبزیگی برگ (اسپاد) SPAD	0.274	0.039	-0.517	-0.048
مساحت برگ پرچم (سانتیمتر) Area flag leaf	-0.465	0.071	-0.103	-0.010
طول برگ پرچم (سانتیمتر) Flag leaf Length	-0.389	0.150	-0.295	-0.059
عرض برگ پرچم (سانتیمتر) Width leaf Length	-0.411	0.012	-0.254	0.132
تعداد دانه در سنبله Number of Seed Per Spike	-0.321	-0.147	-0.153	0.021
وزن صد دانه گرم 100 Kernel Weight	0.230	-0.121	0.151	0.508
محتوای نسبی آب برگ Relative Water Content	0.031	-0.469	0.040	-0.383
میزان نسبی آب از دست‌رفته Relative Water Loss	0.181	0.090	-0.267	-0.179
تجمعی Cumulative	0.304	0.513	0.646	0.763

آبی، اکثر صفات زراعی و فیزیولوژیکی گندم نظیر عملکرد دانه، وزن صد دانه، طول سنبله بدون احتساب ریشک، تعداد دانه در سنبله و محتوای نسبی آب برگ در هر دو شرایط رطوبتی تحت تأثیر قرار می‌گیرند.

سپاسگزاری

این تحقیق با امکانات دانشگاه پیام‌نور انجام گردیده است، از دانشجویان گروه مهندسی کشاورزی دانشگاه پیام‌نور اسدآباد و کلیه‌ی عزیزانی که به هر نحوی در به ثمر رساندن این پژوهش نقش ایفا نموده‌اند از جمله دکتر علیرضا زبردی جهت مشاوره تهیه مواد آزمایشی این مطالعه، صمیمانه قدردانی می‌گردد.

مرکب اثر ژنوتیپ را برای اکثر صفات معنی‌دار نشان داد. در مطالعه حاضر اعمال تنش باعث کاهش عملکرد ژنوتیپ‌ها گردیده است، البته مقادیر کاهش در ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت است به‌گونه‌ای که ژنوتیپ‌های حساس با بیشترین کاهش در عملکرد و ژنوتیپ‌های متحمل با کمترین نقصان عملکرد مواجه شده‌اند. با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان ژنوتیپ‌های Otus 2/Bav92 و Pbw343*2/Kvkvna که در هر دو شرایط محیطی عملکرد مناسب و تقریباً بالاتری به دست آورده‌اند را به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در شرایط اقلیمی اسدآباد (همدان) پیشنهاد نمود و جهت نیل به اهداف دقیق‌تر می‌توان مشابه چنین آزمایش‌هایی را در سال‌های متعددی ارزیابی نمود. به‌طور کلی نتایج مقایسه میانگین در این آزمایش نشان داد که با افزایش شدت تنش

منابع

- Arshad, Y., Zahravi, M., 2013. Multivariate analysis of different crop traits in bread wheat germplasm. *Iranian Journal of Crop Science*. 2(44), 261-271. [In Persian with English Summary].
- Abolqasemi, Z., Darvishzadeh, R., Kazemi, H., Besharat, S., Bayat, M., 2015. Genetic diversity of oilseed sunflower lines and sequential path analysis based on grain yield and other arable characteristics. *Biotechnology Journal of Tarbiat Modarres University*. 6(2), 1-30. [In Persian with English Summary].
- Aghaee-Sarbarzeh, M., Rostaei, M., Mohammadi, R., Haghparast, R., Rajabi, R., 2008. Determination of drought tolerant genotypes in bread wheat. *Electronic Journal of Crop Production*. 1(2), 1-23. [In Persian with English Summary].
- Arminian, A., Hoshmand, S., Shiran, B., 2011. Investigating genetic diversity and classification of diverse wheat genotypes using multivariate analysis methods. *Electronic Journal crop production*. 5(4), 105-120. [In Persian with English Summary].
- Abdoli, M., Saeidi, M., Jalali-Honarmand, S., Mansourifar, S., Ghobad, M.E., 2016. Effects of photosynthetic source limitation and post-anthesis water deficiency on grain filling rate, photosynthesis and gas exchange in bread wheat cultivars. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 6(1), 47-63. [In Persian with English Summary].
- Amini, A., Amirnia, R., Gazvini, H., 2016. Evaluation of relationship between physiological and agronomic traits related to salinity tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 17(4): 329- 348. [In Persian with English Summary].
- Barrs, H.D., Weatherley, P.E., 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. *Australian Journal of Biological Sciences*. 15, 413-428.
- Babayasarch, M.J., Pharmacy, M.H., Mahmoudi, Q., 2012. Evaluation of genetic diversity of morphological traits of some wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.) using multivariate methods. *Journal of Plant Breeding*. 5(12), 98-85.
- Evans, L.T., Fischer, R.A., 1999. Yield potential. *Crop Science*. 39, 1544-1551.
- Firoozi, B., Sofalian, O., Shokrpour, M., Rasoulzadeh, A., Ahmadpoor, F., 2011. Evaluation of spring wheat genotypes using drought tolerance indices and principle component analysis. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 5 (2), 99-113. [In Persian with English Summary].
- Ghanbari, A.A., Mozafari, H., Hassanpour Darvishi, H., 2017. Identification of Effective Traits on the Yield in bean Genotypes using Multivariate Statistical Methods. *Journal of Crop Breeding*. 9(22), 53-62. [In Persian with English Summary].
- Hassanpour Lescokelaye, K., Ahmadi, J., Daneshyan, J., Hatami, S., 2015. Changes in Chlorophyll, Protein and Antioxidant Enzymes on Durum Wheat under Drought Stress. *Journal of Crop Breeding*. 7(15), 76-87. [In Persian with English Summary].
- Hossein Babaei, A., Aharizad, S., Mohammadi, S.A., Yarnia, M., Norouzi, M., 2013. Identification of effective traits on barley lines grain yield via path analysis. *Journal of Crop Breeding*. 5(11), 49-59. [In Persian with English Summary].
- Heyne, E.G., 1987. *Wheat and Wheat Improvement*. 2nd ed.. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. 15 pp.
- Kakaei, M., 2009. Effects of genotype and drought stress on physiological, morphological, phenological, biochemical traits winter rape (*Brassica napus* L.). Master of Science in plant breeding. Islamic Azad university, Kerman-shah branch. [In Persian].
- Khodadai, M., Fotokian, M.H., Miransari, M., 2011. Genetic diversity of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes based on cluster and principal component analyses for breeding strategies. *Australian Journal of Crop Science*. 5(1), 17-24.
- Kamali, N., Navabpour, S., Soltanloo, H., Kalate, M., 2015. Changes in Metallothionein Gene Expression, Chlorophyll Content and Some Agronomic Traits in Response to Salt Stress in Wheat. *Journal of Crop Breeding*. 7(15), 57-67. [In Persian with English Summary].
- Kolahian Hamedanizad, E., Ramshini, H.A., Ghaderi, M. Gh., Fazel Najafabadi, M., 2015. Studying the relationship between root traits and seed yield in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) under normal and terminal drought stress conditions. *Environmental Stresses in*

- Crop Sciences. 8(1), 1-11. [In Persian with English Summary].
- Mohammadi, S., 2013. Relationship between grain yield and its components in bread wheat cultivars under full irrigation conditions and end of season moisture stress using multivariate statistical methods. Iranian Journal of Agricultural Research. 12(1), 109-99. [In Persian with English Summary].
- Maeinian, M.R., Zargari, K., Hasan pour, J., 2014. Effect of B spraying on yield and physiological traits of wheat under waterdeficit stress (*Triticum aestivum* L.). Agronomic Research in Semi Desart Regions. 11(4), 297-307.
- Movahedian, M., Hosaeni, S.A., Ghorbanzadeh, M., 2007. Estimated leaf area using neural networks. Third Conference on Information Technology and Knowledge. 1-6 pp. [In Persian with English Summary].
- Naghavi, M.R., Moghaddam, M., Toorchi, M., Shakiba, M.R., 2016. Evaluation of spring wheat cultivars for physiological, morphological and agronomic traits under drought stress. Journal of Crop Breeding. 8(18), 64-76. [In Persian with English Summary].
- Nessabian, Sh., Mehrabian, A., Shekarian, H., 2016. World trade and wheat self-sufficiency in world. Iranian Journal of Agricultural Economics and development research. 47(1), 93-107. [In Persian with English Summary].
- Rahimi Chegeni, A., Bihamta, M.R., Khodarahmi, M., 2017. Evaluation of different characteristics of wheat genotypes under drought stress using multivariate statistical. Journal of Crop Breeding. 9(21), 147-155. [In Persian with English Summary].
- Rawson, H.M., Richards R.A., Munns, R., 1988. An examination of selection criteria for salt-tolerance in wheat, barley and triticale genotypes. Australian Journal of Agricultural Research. 39, 759-772.
- Salehi, M., Nassiri Mahalati, M., Koocheki, A., 2003. Leaf nitrogen and chlorophyll as indicators drought stress in wheat. Iranian Journal of Field Crops Research. 1(2), 199-205. [In Persian with English Summary].
- Sanjari, A.Gh. 1993. Study effects of yield components on yield of wheat varieties. Journal of Seed and Plant. 9, 15-20.
- Tavana, S., Saba, J., 2016. Grouping wheat Lines and their Group Selection under Rainfed Conditions. Journal of Crop Breeding. 8(20), 159-164. [In Persian with English Summary].
- Tousi Mojarad, M., Ghanadha, M.R., Khodarahmi, M., Shahabi, S., 2004. Factor analysis for grain yield and other attributes in bread wheat. Pajouhsh & Sazandegi. 66, 9-16. [In Persian with English Summary].
- YazdiSamadi, B., Abedishani, S., 2003. Plant Breeding. Academic Publishing center, Tehran. [In Persian].
- Yeater, K.M., Bollero, A.G., Bullock, D.G., Rayburn, A.L., Rodriguez-Zas, S., 2004. Assessment of genetic variation in hairy vetch using canonical discriminant analysis. Crop Science. 44, 185-189.
- Yadawa, U.L., 1986. A rapid and nondestructive method to determine chlorophyll in intact leaves. Horticultural Science. 21, 1449-1450.