نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، ص. ۱۰۷-۹۷

Journal of Agroecology
Vol. 6, No. 1, Spring 2014, p. 97-107

بررسی لاین‌های پیشرفته گندم نان در دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی (F_7)

رضا نیک سرشت[۱*]، عبداله محمدی[۲]، اسلام مجیدی هروان[۳] و خداداد مصطفوی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۲/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۸/۰۸

چکیده

به منظور بررسی تأثیر خشکی بر صفات زراعی۳۰ لاین و شش رقم گندم و همچنین معرفی لاین‌های متحمل و حساس به خشکی آزمایش کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار اجرا گردید، عامل اصلی در دو سطح شامل تنش و عدم تنش خشکی و عامل فرعی شامل ۳۰ لاین و شش رقم بود، سطوح عدم تنش به صورت معمول منطقه تا پایان فصل رشد آبیاری شد و برای عامل تنش یک بار آبیاری پس از کاشت برای سبز شدن و یک بار آبیاری در اسفند انجام گرفت و تا آخر فصل رشد آبیاری قطع شد، صفاتی از قبیل عملکرد، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول سنبله اندازه‌گیری شد. عکس‌العمل لاین‌ها به تنش متفاوت بود، به طوری که تنش موجب کاهش کلیه صفات مورد ارزیابی مخصوصاً عملکرد دانه گردید. گر چه وجود شرایط دیم باعث کاهش عملکرد دانه در لاین‌های مختلف نسبت به شرایط آبی شد، ولی مشاهده گردید که بعضی از لاین‌ها در شرایط دیم تنش خشکی را تحمل کرده و عملکرد نسبتاً بالایی دارند (برای صفت عملکرد دانه لاین‌های ۲، ۲۹ و ۲۳ در سه سطح به ترتیب بیشترین عملکرد دانه را داشتند). به منظور ارزیابی نهایی از تجزیه به عامل‌ها و تجزیه کلاستر استفاده شد. با استفاده از تجزیه به عامل‌ها چهار عامل اول در حالت نرمال ۸۰/۲۴۵ درصد و در حالت تنش ۷۹/۶۲۴ درصد واریانس کل را توجیه نمودند. در تجزیه کلاستری به روش draW و بر اساس فاصله اقلیدسی۳۶ لاین و رقم به چهار دسته تقسیم شدند.

واژه‌های کلیدی: تحمل به خشکی، صفات زراعی، عملکرد دانه

مقدمه

در حدود ۳۲ درصد از مناطق کشت گندم (*Triticum aestivum* L.) در کشورهای در حال توسعه، انواع مختلفی از تنش خشکی را در طول فصل رشد تجربه می‌کنند (Morris et al., 1991). نواحی تحت تنش به مناطقی گفته می‌شود که میزان بارندگی سالیانه آنها کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر باشد (Rajaram, 2001). ایران با متوسط بارندگی ۲۴۰ میلی‌متر و شهرستان قروه با متوسط ۳۴۰ میلی‌متر جزو این نواحی می باشد (میزان بارش در سال اجرای این تحقیق بر اساس جدول ۱، ۳۳۷/۵ میلی‌مترمی‌باشد). حدود ۴۵درصد از اراضی زیر کشت گندم دیم در ایران دارای متوسط بارش کمتر از ۳۵۰ میلی‌متر هستند و ۷۲۰۰۰ هکتار از اراضی این شهرستان سالانه با بارندگی قید شده به صورت دیم کشت می‌شود. بالا بودن میزان تبخیر و تعرق، خصوصیات نامناسب خاک، مدیریت‌های مزرعه و عمدتاً کمبود آب باعث می‌شوند که عملکرد گندم به ویژه در مناطق دیم در حد پایینی باشد. در چنین مناطقی، میزان بارندگی از سالی به سال دیگر متغیر و پیش‌بینی میزان وبخصوص توزیع آن مشکل می‌باشد. تحت چنین شرایطی عملکرد دانه گندم در سال‌های متوالی نوسانات فراوانی نشان می‌دهد و افزایش عملکرد از طریق به‌نژادی و تولید ارقام سازگار و مقاوم به خشکی پیچیده ومشکل می‌باشد، زیرا صفات و عوامل بسیاری در بیان پدیده مقاومت به خشکی دخالت داشته و این صفات و عوامل با همدیگر اثر متقابل دارند. بنابراین، نیاز به بررسی‌های جامع‌تر و تحقیقات بیشتر ضروری به نظر می‌رسد.

در بررسی برنامه‌های به نژادی به منظور گزینش مواد برتر، رقم ایده‌ال رقمی است که دارای عملکرد بالا و پایدار باشد، به عبارت دیگر، با محیط سازگاری بالایی از خود نشان دهد. برای بررسی سازگاری، تجزیه و تحلیل نتایج تحت هر دو شرایط تنش و بدون تنش ضروری به نظر می‌رسد. دانشمندان به این نتیجه رسیده‌اند که رقمی مطلوب و پایدار است که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش بهترین پاسخ را بدهد و برای انتخاب افرادی با این خصوصیت،

۱، ۲ و ۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، استاد پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی کرج
(*- نویسنده مسئول: Email: reza.nikseresht@gmail.com)

شاخص‌هایی مثل شاخص میانگین حسابی عملکرد (MP)[1]، شاخص تحمل فرناندز (STI)[2]، میانگین هندسی (GMP)[3] و میانگین هارمونیک (Harm)[4] را ارائه دادند. روحی و همکاران (Rohii et al., 2003) در استان کردستان این شاخص‌ها در مورد ارقام ایرانی مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و تأثیر مطلوب انتخاب بر اساس این شاخص‌ها را تأیید کردند. طالبی و همکاران (Talebi et al., 2009)، گل آبادی و همکاران (Golabadi et al., 2006)، سی‌وسه مرده و همکاران (Siosemardeh et al., 2006)، پیشنهاد کردند که مقادیر بالای شاخص‌هایGMP، STI، MP و Harm در هر دو شرایط تنش و بدون تنش در انتخاب برای تحمل به خشکی در گندم نان مؤثر است.

این بررسی نیز در این راستا و با اهداف زیر انجام شد:

۱) اندازه گیری صفات زراعی ۳۶ لاین و رقم گندم در محیط کم آب و بدون تنش و بررسی اثرات کم آبی بر این صفات، ۲) محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات مختلف زراعی با عملکرد دانه و بررسی تجزیه عامل‌ها وتجزیه خوشه ای در محیط تنش و بدون تنش، ۳) محاسبه شاخص‌های تحمل به خشکی و بررسی ارتباط این شاخص‌ها با عملکرد و ۴) معرفی متحمل‌ترین و حساس‌ترین لاین.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق برآورد پارامترهای مربوط به هر یک از صفات مورد مطالعه در تنش خشکی با استفاده از تجزیه و تحلیل۳۰ لاین برتر از ۳۰۷ لاین حاصل از تلاقی رقم آذر ۲ و رقم ۲۹۱ gnohZ–۸۷ به منظور شناسایی لاین‌های برتر انجام گرفت. برای اجرای این آزمایش لاین‌ها به همراه شاهدها (معرفی شاهدها) در قالب آزمایش کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در دو تکرار (تعداد کم بذور لاین‌ها) در سال زراعی ۸۹–۱۳۸۸ در شهرستان قروه (بخش چهاردولی، شهر دزج) با شرایط آب و هوایی نسبتاً سرد (حدود پنج ماه در سال یخبندان است) کشت گردید. عامل اصلی در دو سطح شامل تنش و عدم تنش خشکی و عامل فرعی شامل ۳۰ لاین برتر مورد مطالعه و شش رقم شاهد بود (جدول ۲). کودپاشی بر اساس آزمون خاک انجام گرفت. با توجه به محدودیت بذور بعد از شمارش و تقسیم‌بندی تصادفی، لاین‌ها درکرت‌های مجزاکاشته شدند. سطوح عدم تنش به صورت معمول منطقه تا پایان فصل رشد آبیاری شد و برای عامل تنش یک بار آبیاری پس از کاشت و یک بار آبیاری در اسفند ماه انجام گرفت و تا آخر فصل رشد آبیاری قطع گردید. بعد از رسیدگی کامل به منظور اندازه گیری صفات ذکر شده، تعداد ۵–۳ بوته نرمال برداشت گردید پس از یادداشت برداری از صفات، تصحیح داده‌ها، آزمون نرمالیتی، تجزیه واریانس، تجزیه همبستگی صفات، تجزیه کلاستر و تجزیه عامل‌ها و در نهایت، شاخص‌های تحمل به خشکی زیر برآورد گردید (اندازه گیری صفات بر اساس میانگین ۵–۳ بوته از هر کرت و بر اساس واحدهای سانتیمتر و گرم می‌باشد، تاریخ اولین آبیاری ۱۳۸۸/۷/۱۵ و تاریخ آخرین آبیاری ۱۳۸۹/۴/۱۵).

معادله (۱) MP شاخص میانگین حسابی عملکرد $MP=(\frac{Y_P+Y_S}{2})$

معادله (۲) STI: شاخص تحمل فرناندز $STI = \frac{(Y_P)(Y_S)}{(\bar{Y}_P)^2}$

معادله (۳) GMP: شاخص میانگین هندسی محصول‌دهی $GMP = \sqrt{Y_P Y_S}$

معادله (۴) HARM: شاخص میانگین‌هارمونیک $HARM: \frac{2Y_P Y_S}{Y_P + Y_S}$

Y_s: عملکرد در شرایط تنش و Y_p: عملکرد در شرایط نرمال

جهت پردازش اطلاعات مورد نظر از نرم‌افزار Excel، SPSS(10)، Minitab(11)و SAS (6.12) استفاده شد. با توجه به نرمال نبودن داده‌های صفات تعداد پنجه، وزن بوته، وزن سنبله‌های بوته، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت تبدیل داده لگاریتمی بر مبنای۱۰ و برای طول ریشک و عملکرد دانه به ترتیب تبدیل nscor و rs انجام گرفت.

نتایج و بحث

همانطور که در جدول تجزیه واریانس مشاهده می‌شود (جدول ۲) که هیچ کدام از منابع تغییر صفات تعداد پنجه، طول ریشه و طول پدانکل معنی‌دار نشد. بنابراین، بین ژنوتیپ‌ها ازنظر صفات گفته شده تنوع وجود ندارد که علت این مسئله می‌تواند به ماهیت ژنتیکی والدین این لاین‌ها مربوط باشد. چنانچه مشاهدهمی‌شود اختلاف معنی‌داری برای اثر بلوک در اکثر صفات وجود ندارد، به سخن دیگر بلوک‌ها از نظر آماری یکسان هستند و محیط آزمایش از لحاظ بلوک-بندی برای صفات قید شده یکنواخت است. برای صفات ارتفاع ساقه اصلی، طول سنبله ساقه اصلی، وزن بوته، وزن سنبله‌های بوته، تعداد دانه ساقه اصلی، تعداد دانه بوته، طول ریشک، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، عامل فرعی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است و این بیانگر این نکته می‌تواند باشد که خشکی باعث کوتاه شدن ارتفاع و کاهش وزن گردیده است. برای صفت وزن هزار دانه عامل فرعی معنی‌دار نگردیده است (احتمالاً به ماهیت ژنتیکی والدین این لاین‌ها بر می‌گردد)، ولی اثر متقابل وعامل اصلی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار هستند. برای صفت عملکرد دانه اثر متقابل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است واین موکد این نکته است که لاین‌ها در دو حالت نرمال و خشکی عملکردهای متفاوتی داشته‌اند. اثر متقابل درتمامی صفات به غیر از سه صفت (تعداد پنجه، طول ریشه و طول پدانکل) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است.

1- MP: Mean productivity
2- STI: Stress tolerance index
3- GMP: Geometric mean productivity
4- HARM: Harmonic mean index

جدول ۱- میزان دما و نزولات جوی شهرستان قروه

Table 1- The amount of temperature and precipitation in Ghorveh

میزان بارش Precipitation	حداکثر دما Maximum temperature	حداقل دما Minimum temperature	ماه Month	سال Year
7	26.2	2	مهر Oct	2009
91.2	17.4	-1.4	آبان Nov	2009
29.5	11.6	-7	آذر Des	2009
4.2	14	-4.6	دی Jan	2010
69.2	16.6	-11.7	بهمن Feb	2010
44.3	23.1	-3.4	اسفند March	2010
3.4	19.9	-4.4	فروردین April	2010
87.1	25	3.4	اردیبهشت May	2010
1.6	33.8	6.6	خرداد Jun	2010

جدول ۲- کد لاین‌ها

Table 2- Line codes

کدها codes	شماره لاین Line No
1	292
2	144
3	150
4	232
5	275
6	145
7	231
8	235
9	57
10	104
11	130
12	216
13	142
14	168
15	276
16	226
17	238
18	272
19	146
20	47
21	240
22	249
23	293
24	107
25	60
26	219
27	177
28	97
29	166
30	225
31	Azar 2
32	Gascogen
33	C-84-5509
34	Roshan W
35	Gaspard
36	Alamot

شجره لاین‌ها: ۳۰ لاین برتر از ۳۰۷ لاین حاصل از تلاقی رقم آذر۲ و رقم ۲۹۱ gnohZ-۸۷ و ۶ رقم شاهد

30 Preferred Lines among 307 lines resulted from mixing Azar 2 and 87-Zhong 291 and 6 cultivars control

گاهی در صورت نزدیکی میانگین تیمارهای به کار برده شده در آزمایش به یکدیگر و یا ترتیب قرار گرفتن آنها در دو سوی میانگین کل آزمایش به گونه‌ای است که اختلاف‌های آنها نسبت به میانگین کل، بسیار اندک می‌باشد و این اختلاف‌ها یکدیگر را خنثی می‌کند، آنگاه برای اثر تیمار، جدول تجزیه واریانس معنی‌دار نخواهد شد، چون مجموع مربع‌های تیمار در حقیقت اختلاف بین میانگین هر تیمار را نسبت به میانگین کل می‌سنجد. در حالتی که گفته شد، مقدار مجموع مربع‌های تیمار نسبتاً کوچک بوده و از این‌رو، واریانس آن که در واقع معدلی از مجموع مربع‌های تیمار است نیز کاهش می‌یابد و در مقایسه با واریانس خطا، کوچک شده و نتایج آزمایش معنی‌دار نمی‌شود. در برخی از این حالات ممکن است در واقع اختلاف‌های معنی داری بین کوچکترین و بزرگترین میانگین‌ها وجود داشته باشد که تجزیه واریانس قادر به تشخیص آن نشده است (Bassiri, 1999)، مانند تیمارهای تعداد پنجه، طول ریشه، طول پدانکل که از بین این سه تیمار، تیمار تعداد پنجه لاین‌های ۲۸ و ۳۲ در دو سطح به ترتیب بیشترین و ۱۳ و ۳۰ دردوسطح کمترین میانگین را دارند و بقیهٔ تیمارها در سطح جداگانه‌ای قرار می گیرند. البته تیمارهای طول ریشه و طول پدانکل بدون هیچ اختلافی تماماً در یک سطح قرار می گیرند و اختلاف معنی‌داری ندارند که علت این مسئله می‌تواند به ماهیت ژنتیکی والدین این لاین‌ها یا شرایط آب و هوایی و میزان بارندگی پراکنده درمنطقه که در جدول ۱ بیان گردیده مربوط باشد، برای تیمار عملکرد دانه لاین‌های ۲، ۲۹ و ۲۳ در سه سطح متفاوت به ترتیب بیشترین عملکرد را دارند و بقیهٔ تیمارها در ۱۷ سطح متفاوت دیگر قرار می‌گیرند. مقایسه میانگین سایر تیمارها نیز در جدول‌های ۳ و ۱۶ مشخص گردیده است.

نتایج مربوط به همبستگی صفات مختلف نیز در هر دو شرایط تنش و بدون تنش در جدول‌های ۱۴ و ۱۵ آمده است مقایسه دو جدول اطلاعات زیر را در اختیار می‌گذارد:

همبستگی عملکرد دانه با تمام صفات دیگر در حالت تنش مثبت و معنی دار است (با طول ریشک در سطح احتمال پنج درصد و با سایر صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است). ۲- در شرایط نرمال عملکرد دانه با تعداد پنجه، ارتفاع ساقه اصلی، طول پدانکل،

وزن هر بوته، وزن سنبله‌های بوته، تعداد دانه‌ساقه اصلی، تعداد دانه-های بوته، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بسیار معنی‌دار (در سطح احتمال یک درصد) و مثبت و با طول ریشه، طول سنبله ساقه اصلی، طول ریشک بی‌معنی بود. ضمناً در شرایط بدون تنش، بین ارتفاع و وزن سنبله‌ها و وزن هزار دانه همبستگی معنی-داری مشاهده می‌گردد (ارتفاع در هر دوحالت نرمال و تنش با تعداد دانه ساقه اصلی همبستگی ندارد، ولی درحالت تنش ارتفاع با طول سنبله اصلی (در سطح احتمال پنج درصد) معنی‌دار و درحالت نرمال بی‌معنی است). شاخص برداشت بیانگر توان ژنوتیپ در اختصاص دادن بیشتر مواد فتوسنتزی در جهت عملکرد اقتصادی می‌باشد و از این نظر در هر دو محیط بدون تنش و تحت تنش بین لاین‌های گندم مورد مطالعه تنوع وجود داشت. در محیط بدون تنش، شاخص برداشت با ارتفاع، تعداد دانه ساقه اصلی، تعداد دانه بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه همبستگی خیلی معنی‌داری دارد؛ در حالی‌که در محیط تحت تنش، شاخص برداشت فقط با عملکرد دانه و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و خیلی معنی‌داری دارد. بنابراین، افزایش شاخص برداشت در محیط تحت تنش عمدتاً به دلیل افزایش عملکرد دانه و وزن هزار دانه است و همبستگی آن با عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نیست.

به منظور برآورد عامل‌های مؤثر و مشخص کردن سهم هر کدام در واریانس کل تجزیه و تحلیل عامل‌ها صورت گرفت و بر این اساس عامل‌هایی که دارای ریشه مشخصه بزرگتر از یک بودند انتخاب گردیده و برای تشکیل ماتریس ضرایب عاملی بکار گرفته شدند. با استفاده از چرخش وریمکس روی ماتریس بارهای عاملی اصلی چرخش انجام شد و بدین‌ترتیب، ماتریس بارهای عاملی چرخش یافته به دست آمد. به منظور تفسیر بهتر و منطقی‌تر، ضرایب عاملی بالای ۰/۵ به عنوان ضرایب عاملی معنی‌دار در نظر گفته شد (Golparvar et al., 2006).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات

Table 3- Mean comparison of treatments

صفات Trait	لاین‌هایی که بیشترین میانگین را دارند The most mean	لاین‌هایی که کمترین میانگین را دارند The least mean
تعداد پنجه No. of tiller	28	13
طول ریشه Root length	لاین‌ها و ارقام تفاوت معنی‌داری ندارند. The lines and cultivars are not significantly different.	
ارتفاع ساقه اصلی Main stem height	2, 22	29
طول سنبله ساقه اصلی Main wheat ear length	10	19
طول پدانکل Peduncle length	لاین‌ها و ارقام تفاوت معنی‌داری ندارند. The lines and cultivars are not significantly different.	
وزن هر بوته Bush weight	4	13
وزن سنبله‌های بوته Wheatear weight/ b	4	13
تعداد دانه ساقه اصلی No. of grain/ m stem	29	5
تعداد دانه بوته No. of grain/b	23, 24, 29	13
وزن هزار دانه 1000-grain weight	12	36, 31, 28, 22, 10, 9, 19, 15, 34, 6, 24, 7
طول ریشک Awn length	3	27
عملکرد دانه Grain yield	2	13
عملکرد بیولوژیک Biological yield	4	13
شاخص برداشت Harvest index	4	13

توجه: اعداد کد لاین‌ها است که بر اساس جدول کدبندی شماره ۱۲ می‌باشد.

Notice: Numbers are the line codes base on table 12.

جدول ٤- مقدار ویژه، درصد واریانس و درصد تجمعی واریانس عامل‌های استخراج شده در شرایط نرمال

Table 4- Eigen value, percent of variance and cumulative percentage of extracted factors in normal condition

محیط نرمال باچرخش وریمکس Normal condition with varimax rotation			محیط نرمال بدون چرخش (حالت عادی) Normal condition without rotation			عامل Factors
درصد تجمعی Cumulative percentage	درصد واریانس Percent of variance	مقدار ویژه Eigen value	درصد تجمعی Cumulative percentage	درصد واریانس Percent of variance	مقدار ویژه Eigen value	
38.406	38.406	5.377	45.978	45.978	6.437	1
53.895	15.489	2.168	59.745	13.767	1.927	2
69.362	15.467	2.165	71.245	11.500	1.610	3
80.245	10.883	1.524	80.245	9.000	1.260	4

بر این اساس، مشخص گردید که درمحیط نرمال چهار عامل اول در مجموع ۸۰/۲۴۵ درصد از واریانس و تغییرات بین صفات را توجیه می‌کنند (جدول ۴). عامل اول ۳۸/۴۰۶ درصد واریانس را توجیه می‌کند و نقش مهمی در توجیه متغیرهایی نظیر تعداد پنجه، وزن هر بوته، وزن سنبله‌های بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک دارد و تحت عنوان عامل عملکرد دانه نامیده می‌شود. عامل دوم ۱۵/۴۸۹ درصد از تغییرات بین متغیرها را توجیه می‌کند و نقش مهمی در توجیه صفاتی نظیر تعداد دانه در ساقه اصلی، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت دارد.

جدول ٥- تجزیه عامل‌ها برای صفات مورد مطالعه به روش مولفه‌های اصلی و چرخش وریمکس در شرایط نرمال

Table 5- Analysis of factors for the studied treatments by using principle component and varimax rotation in normal condition

بار عامل‌های چرخش یافته Rotation component				بار عامل‌های اصلی Principle component				صفت Trait
عامل چهارم Factor 4	عامل سوم Factor 3	عامل دوم Factor 2	عامل اول Factor 1	عامل چهارم Factor 4	عامل سوم Factor 3	عامل دوم Factor 2	عامل اول Factor 1	
-4.28E-02	0.326	-7.81E-02	0.816	−0.132	−0.358	−0.189	0.774	تعداد پنجه No. of tiller
-3.77E-02	−0.404	−0.144	0.390	5.936E-03	9.945E-02	−0.546	0.171	طول ریشه Root length
9.751E-02	0.788	0.256	0.395	-9.48E-02	−0.333	0.524	0.676	ارتفاع ساقه اصلی Main stem height
0.830	1.085E-02	4.055E-02	0.130	0.764	0.127	0.111	0.308	طول سنبله ساقه اصلی Main Wheatear length
0.139	0.768	9.575E-02	0.413	-1.15E-02	−0.437	0.430	0.643	طول پدانکل Peduncle length
6.339E-02	0.217	-9.65E-02	0.912	-2.41E-02	−0.298	−0.302	0.844	وزن هر بوته Bush weight
0.150	7.378E-02	0.267	0.917	-2.78E-02	7.815E-02	−0.210	0.943	وزن سنبله‌های بوته Wheatear weight/ b
0.496	−0.375	0.536	0.406	0.322	0.668	−0.102	0.527	تعداد دانه ساقه اصلی No. of grain/ m stem
0.183	-5.01E-02	0.256	0.892	2.153E-02	0.155	−0.287	0.889	تعداد دانه بوته No. of grain/b
-5.59E-02	0.445	0.657	0.102	−0.288	0.196	0.589	0.418	وزن هزار دانه 1000-grain weight
0.683	0.491	-5.59E-02	1.624E-03	0.616	−0.255	0.439	0.270	طول ریشک Awn length
0.107	0.139	0.540	0.806	−0.139	0.249	1.640E-02	0.944	عملکرد دانه Grain yield
0.119	0.141	0.119	0.959	-2.75E-02	-8.47E-02	−0.261	0.944	عملکرد بیولوژیک Biological yield
3.013E-02	0.108	0.944	4.384E-02	−0.246	0.644	0.533	0.381	شاخص برداشت Harvest index

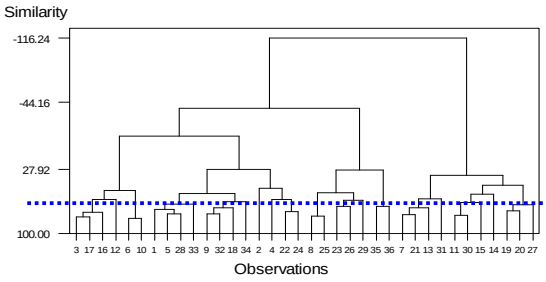
عامل سوم ۱۵/۴۶۷ درصد از تغییرات بین متغیرها را توجیه می‌کند و نقش مهمی در توجیه صفاتی نظیر ارتفاع ساقه اصلی و طول پدانکل دارد. عامل چهارم ۱۰/۸۸۳ درصد از تغییرات را توجیه می‌کند و نقش مهمی در توجیه صفاتی نظیر طول سنبله ساقه اصلی و طول ریشک دارد، در محیط تنش چهار عامل اول در مجموع ۷۹/۶۲۴ درصد واریانس و تغییرات بین صفات را توجیه می‌کنند (جدول ۷). عامل اول ۳۴/۳۶۶ درصد از واریانس را توجیه می‌کند و نقش مهمی در توجیه متغیرهایی نظیر تعداد پنجه، وزن بوته، وزن سنبله در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک دارد و تحت عنوان عامل عملکرد دانه نامیده می‌شود.

عامل دوم ۱۷/۴۷۵ درصد از واریانس را توجیه و نقش مهمی در توجیه متغیرهایی نظیر طول ریشه، ارتفاع ساقه اصلی، طول پدانکل، طول ریشک دارد. عامل سوم ۱۴/۵۵۹ درصد از واریانس را توجیه می‌کند و نقش مهمی در بیان تغییرات صفاتی نظیر وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت دارد. عامل چهارم ۱۳/۲۲۵ درصد از واریانس را توجیه و نقش مهمی در بیان تغییرات صفاتی نظیر طول سنبله ساقه اصلی، تعداد دانه ساقه اصلی و طول ریشک دارد.

به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از روش آماری تجزیه خوشه‌ای استفاده شد (جدول‌های ۸ و ۹)، همان طور که در شکل‌های ۱ و ۲ دیده می‌شود ۳۰ لاین و شش رقم مورد مطالعه در چهار گروه مجزا قرار گرفتند. بنابراین، در برنامه‌های اصلاحی منطقه می‌توان از یکی از ژنوتیپ‌های هر گروه استفاده کرد، به عنوان نمونه در شرایط نرمال رقم آذر ۲ درکلاس چهار و در شرایط تنش در کلاس سه قرار می‌گیرد. لاین‌های شماره ۲، ۲۹ و ۲۳ که بیشترین میانگین عملکرد را دارند و با توجه به جدول مقایسه میانگین، در سه سطح متفاوت قرار گرفته بودند، در شرایط تنش در گروه شماره یک با فاصله متوسط ۲/۱۳۹ از مرکزخوشه و در شرایط نرمال لاین شماره ۲ در گروه دو با فاصله متوسط ۲/۰۳۳ از مرکز خوشه و لاین‌های ۲۹ و ۲۳ در گروه سه با فاصله متوسط ۲/۷۰۴ از مرکز خوشه قرار می‌گیرد.

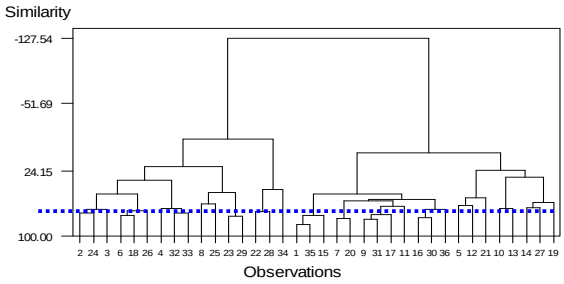
با توجه به جدول همبستگی شاخص‌ها و عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش (جدول ۱۱)، همبستگی خیلی معنی‌دار بین عملکرد در شرایط نرمال و عملکرد در شرایط تنش وجود دارد و بیانگر ارتباط نزدیک بین عملکرد در دو شرایط می‌باشد، بر این اساس امکان اصلاح همزمان (در دو شرایط نرمال و تنش) وجود دارد.

نتایج حاصل از همبستگی بین شاخص‌های مورد بررسی و عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش در جدول ۱۱ ارائه گردیده است، بر اساس جدول ۱۲ که نتایج شاخص‌های تحمل به خشکی بیان گردیده است، حداقل وحداکثر لاین‌ها به قرار زیر است:



شکل ۱- تجزیه خوشه‌ای ۳۰ لاین و شش رقم گندم در شرایط نرمال

Fig. 1- Cluster analysis of 30 lines and six wheat cultivars in normal condition



شکل ۲- تجزیه خوشه‌ای ۳۰ لاین و شش رقم گندم در شرایط تنش

Fig. 2- Cluster analysis of 30 lines and six wheat cultivars in drought condition

جدول ٦- تجزیه عامل‌ها برای صفات مورد مطالعه به روش مولفه‌های اصلی و چرخش وریمکس در محیط تنش

Table 6- Analysis of factors for the studied treatments by using principle component and varimax rotation in drought condition

بار عامل‌های چرخش یافته Rotation component				بار عامل‌های اصلی Principle component				صفت Trait
عامل چهارم Factor 4	عامل سوم Factor 3	عامل دوم Factor 2	عامل اول Factor 1	عامل چهارم Factor 4	عامل سوم Factor 3	عامل دوم Factor 2	عامل اول Factor 1	
−0.153	−0.213	0.121	0.722	-9.18E-02	−0.181	−0.545	0.515	تعداد پنجه No. of tiller
-5.27E-02	-3.96E-02	0.546	0.413	5.587E-02	−0.429	-6.24E-02	0.532	طول ریشه Root length
0.150	0.257	0.824	0.302	0.119	−0.454	0.363	0.711	ارتفاع ساقه اصلی Main stem height
0.826	1.635E-02	0.127	0.161	0.579	0.389	0.193	0.448	طول سنبله ساقه اصلی Main Wheatear length
8.719E-02	0.257	0.844	0.244	9.222E-02	−0.509	0.386	0.654	طول پدانکل Peduncle length
4.300E-02	-8.40E-02	0.266	0.888	-2.53E-02	−0.132	−0.442	0.809	وزن هر بوته Bush weight
0.309	0.185	0.202	0.879	-1.70E-02	0.142	−0.207	0.938	وزن سنبله‌های بوته Wheatear weight/ b
0.661	0.264	−0.294	0.471	0.128	0.714	-1.94E-02	0.538	تعداد دانه ساقه اصلی No. of grain/ m stem
0.274	0.284	0.153	0.828	−0.106	0.184	−0.139	0.895	تعداد دانه بوته No. of grain/b
2.947E-02	0.704	0.306	0.167	−0.358	-9.97E-03	0.511	0.478	وزن هزار دانه 1000-grain weight
0.627	8.254E-02	0.548	-9.06E-02	0.568	-5.00E-02	0.488	0.381	طول ریشک Awn length
0.234	0.547	0.226	0.755	−0.259	0.172	9.808E-02	0.932	عملکرد دانه Grain yield
0.209	7.798E-02	0.239	0.925	-2.14E-02	3.117E-02	−0.318	0.928	عملکرد بیولوژیک Biological yield
0.100	0.927	5.577E-02	-0.113	−0.458	0.263	0.742	0.238	شاخص برداشت Harvest index

جدول ۷ -مقدار ویژه، درصد واریانس و درصد تجمعی واریانس عامل‌های استخراج شده در شرایط تنش

Table 7- Eigen value, percent of variance and cumulative percentage of extracted factors in drought condition

محیط تنش باچرخش وریمکس Drought condition with varimax rotation			محیط تنس بدون چرخش(حالت عادی) Drought condition without rotation			عامل Factors
درصد تجمعی Cumulative percentage	درصد واریانس Percent of variance	مقدار ویژه Eigen value	درصد تجمعی Cumulative percentage	درصد واریانس Percen of variance	مقدار ویژه Eigen value	
34.366	34.366	4.811	46.190	46.190	6.467	1
51.840	17.475	2.446	60.752	14.563	2.039	2
66.399	14.559	2.038	71.583	10.831	1.516	3
79.624	13.225	1.851	79.624	8.041	1.126	4

بیشتر بودن مقدار عددی این شاخص‌ها نشان از تحمل بیشتر به تنش می‌باشد (Fernandes, 1992). بدین ترتیب، بر اساس این چهار شاخص لاین شماره ۱۳ حساس‌ترین و لاین شماره ۲۹ متحمل‌ترین لاین نسبت به تنش خشکی می‌باشد. هر چهار شاخص فوق همبستگی مثبت و تقریباً یکسانی در هر دو شرایط با عملکرد دانه دارند. این همبستگی بالا نشان‌دهنده توانایی این شاخص‌ها در ارزیابی لاین‌ها در شرایط نرمال و تنش می‌باشد، لذامی‌توان شاخص-های فوق را به عنوان شاخص‌های موفق برای ارزیابی تحمل به تنش خشکی برآورد و بیان نمود.

جدول ۸- تجزیه خوشه‌ای ۳۰ لاین و شش رقم گندم در شرایط نرمال

Table 8- Cluster analysis of 30 lines and six wheat cultivars in normal condition

گروه Cluster	تعداد Number of observations	مجموع مربع‌ها داخلی Within cluster sum of squares	متوسط فاصله ازمرکز Average distance from center	بیشترین فاصله ازمرکز Maximum distance from center
اول The first	12	93.641	2.692	4.350
دوم The second	6	28.079	2.033	3.108
سوم The third	11	85.162	2.704	3.688
چهارم The fourth	7	58.181	2.840	3.606

جدول ۹- تجزیه خوشه ای ۳۰ لاین و ٦ رقم گندم در شرایط تنش

Table 9- Cluster analysis of 30 lines and 6 wheat cultivars in drought condition

گروه Cluster	تعداد Number of observations	مجموع مربع‌های داخلی Within cluster sum of squares	متوسط فاصله ازمرکز Average distance from center	بیشترین فاصله ازمرکز Maximum distance from center
اول The first	12	57.012	2.139	2.846
دوم The second	13	133.518	2.909	3.923
سوم The third	8	93.255	3.402	3.695
چهارم The fourth	3	20.813	2.589	3.270

جدول ۱۰- میزان حداقل و حداکثر مقادیرشاخص‌های تحمل به خشکی

Table 10- The amount of the least and the most amounts of drought tolerance indices

نوع شاخص Index type	حداقل Min	حداکثر Max
	لاین شماره ۱۳ Line No. 13	لاین شماره ۲۹ Line No. 29
میانگین حسابی عملکرد MP	4.9625	9.7775
شاخص تحمل فرناندز STI	0.416225933	1.630669461
میانگین هندسی GMP	4.939473656	9.776852766
میانگین‌هارمونیک HARM	4.916554156	9.776205574

جدول ۱۱- تجزیه ضرایب همبستگی فنوتیپی بین شاخص‌های تحمل به تنش و عملکرد در شرایط نرمال و تنش

Table 11- Analysis of phonotype correlation coefficient between drought tolerance indices and their yield in normal and drought conditions

	Y_p	Y_s	MP	STI	GMP
Y_s	0.823**				
MP	0.957**	0.953**			
STI	0.943**	0.958**	0.996**		
GMP	0.957**	0.953**	1.000**	0.995**	
HARM	0.957**	0.952**	1.000**	0.995**	1.000**

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، Yp: عملکرد در شرایط نرمال و Ys: عملکرد در شرایط تنش

**: is significant at %1 level of probability, Yp is Yield in normal condition and Ys is Yield in drought condition

جدول ۱۲- نتایج شاخص‌های تحمل به خشکی

Table 12- The results of drought tolerance indices

شماره لاین Line No.	میانگین حسابی عملکرد MP	شاخص تحمل فرناندز STI	میانگین هندسی GMP	میانگین هارمونیک HARM
1	8.06	1.1061528630	052369217.80	8.05
2	9.6	567944023.10	586970324.90	9.57
3	8.02	095826286.10	014694317.80	8.01
4	8.35	189435069.10	35.80	8.35
5	7.47	951938719.00	47.70	7.47
6	7.50	956974701.00	489732973.70	7.48
7	6.35	680731828.00	316901931.60	6.29
8	8.97	372627432.10	97.80	8.97
9	7.24	884019499.00	198583194.70	7.16
10	6.36	684454224.00	334149509.6	6.32
11	7.01	829829384.00	97445876.60	6.94
12	8.00	091259015.10	997974744.70	8.00
13	4.96	416225933.00	939473656.40	4.92
14	6.16	644254227.00	145323425.60	6.14
15	7.313	906725771.00	290445803.70	7.27
16	8.03	090757891.10	99613813.70	7.97
17	7.29	905505586.00	285538758.70	7.28
18	8.59	257039114.10	584015669.80	8.58
19	6.08	630342157.00	078610038.60	6.08
20	6.96	825205391.00	955.60	6.955
21	6.183	651622251.00	180364067.60	6.18
22	8.35	189435069.10	35.80	8.35
23	9.68	589632693.10	653048741.90	9.63
24	9.62	577125904.10	615.90	9.615
25	8.94	361936633.10	935.80	8.935
26	8.41	205104273.10	8.40	8.40
27	7.30	909103873.00	7.3	7.30
28	7.74	021997208.10	7.74	7.74
29	9.78	630669461.10	9.78	9.78
30	7.13	865947455.00	7.12	7.12
31	5.68	5424479.00	5.64	5.60
32	8.68	285308082.10	8.68	8.68
33	7.61	987933961.00	7.61	7.61
34	7.33	912902611.00	7.32	7.30
35	8.10	119277634.10	8.10	8.10
36	6.59	739631234.00	6.58	6.584
Mean	7.65	018815.10	7.64	7.63
Std	1.18	30724176.00	1.18	1.18

نتیجه‌گیری

تعداد دانه یکی از مهمترین اجزای عملکـرد در گنـدم مـی‌باشـد. ژنوتیپ‌هایی که برای این صفت پایداری نشان می‌دهند، اغلب تحـت تنش خشکی، تحمل بهتری از خود نشان مـی‌دهنـد، امـا در صـورت

گزینش برای آن، وزن دانه‌ها نیز می‌تواند مهم باشد. دراین طرح نیز ملاحظه می‌گردد که بر اساس جدول تجزیه واریانس برای تعداد دانه ساقه اصلی عامل اصلی، عامل فرعی و اثرمتقابل هرسه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و برای تعداد دانه در بوته عامل اصلی در سطح احتمال پنج درصد، عامل فرعی و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد معنی‌داراست. با عنایت به جدول‌های مقایسه میانگین، همبستگی و تجزیه خوشه‌ای و با در نظر گرفتن برخی از صفات نظیر عملکرد دانه، تعداد دانه ساقه اصلی، تعداد دانه بوته و وزن هزار دانه به نتایج زیر می‌توان رسید: لاین‌های ۲، ۲۹، ۲۳، ۲۴ و ۱۲ را به عنوان لاین‌های امیدبخش معرفی و در برنامه‌های اصلاحی منطقه (شهرستان قروه) در شرایط دیم بکار برد (لاین شماره ۲۹ بر اساس بررسی شاخص‌های تحمل به خشکی متحمل‌ترین لاین می‌باشد). تنوع ژنتیکی از نظر صفات، اولین و اساسی‌ترین گام جهت مطالعات خشکی است.

چون به واسطه آن می‌توان لاین‌ها و ارقام را در گروه‌های مختلف طبقه‌بندی نمود. جمعیتی می‌تواند حداکثر تفرق رانشان دهد که والدین آن از نظر صفات مرتبط کاملاً متفاوت باشند (Mohammadi et al., 2008). بنابراین، در کنار توصیه کاربرد لاین‌های فوق، پیشنهاد می‌شود از نتایج این تحقیق درتشکیل جمعیت‌های در حال تفرق نیز استفاده شود، به عنوان نمونه تلاقی لاین‌های ۲۹×۱۳، ۲×۱۳ و ۴×۱۳می‌تواند جمعیت‌های مناسبی جهت مطالعات تحمل به خشکی ایجاد کند.

سپاسگزاری

از همکاری صمیمانه، تلاش‌ها و راهنمایی آقای دکتر عبداله محمدی در تهیه بذر و مواد آزمایشی تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Abdemishani, S., and Jafarishabestari, J. 1988. Evaluation of tolerance to drought in wheat varieties. Iranian Journal of Agricultural Sciences 19(1,2): 37-45. (In Persian)

Bassiri, A. 1999. Statistical Design in Agricultural Sciences. 6th Edition, Shiraz University Press, Shiraz, Iran. (In Persian)

FAO. 2001. Food and Agricultural Organization of the United Nations Quarterly bulletin of statistics. Rome. Italy.

Farshadfar, A. 2000. Selection for drought resistance in bread wheat lines. Sciences and Agricultural industrials Journal (14): 161-171. (In Persian)

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.

Fischer, R.A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. Australian Journal of Agricultural Research 29: 897 -912.

Golabadi, M., Arzani, A., and Maibody, S.A.M. 2006. Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat. African Journal of Agricultural Research 5: 162-171.

Golparvar, A.R., Ghanadha, M.R., Zali, A.A., Ahmadi, A., Heravan, E.M., and Ghasemi Pirbalooti, A. 2006. Factor analysis of morphological and morpho-physiological traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under drought and non-drought stress conditions. Pajouhesh & Sazandegi (72) 52-59. (In Persian with English Summary)

Levitt, J. 1980. Response of Plants to Environment Stresses. Academic Press, New York. 11: 3-18.

Mohammadi, A., Majidi, E., Bihamta, M.R., and Heidari Sharifabad, H. 2006. Evaluation of drought stress on agro-morphological characteristics in some wheat cultivars. Pajouhesh & Sazandegi (73) 184-192. (In Persian with English Summary)

Morris, M. L., Belaid, A., and Byeriey, D. 1991. Wheat and barley Production in rainfed marginal environments of the developing world. Part I of. 1990-91. CIMMYT world wheat factors and trends wheat and barley production in rainfed marginal environments of the developing world. CIMMYT, Mexico, D.F.

Quarrie, S.A., and Jones, H.G. 1979. Genotypic variation in leaf water potential, stomatal conductance and abssisic acid concentration in spring wheat subjected to artificial drought stress. Annals of Botany 44: 323-332.

Rajaram, S. 2001. International wheat breeding: past and present achievement and future direction. Crop Science 43: 874-885.

Richards, R.A. 1992. The effect of dwarfing genes in spring wheat in dry environments. II. Growth, water use, and water- use efficiency. Australian Journal of Agricultural Research 43: 529-539.

Rohii, E., and SioSemardeh, A. 2003. Evaluation of different indices of drought tolerance and introduction resistant cultivar to be used in improving dry wheat programs in Kurdistan province. The collection of Articles Presented in Iran's Dry Cultivation Congress, University of Ilam. (In Persian)

Rosielle, A.T., and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environments. Crop Science 21: 943 – 945.

SioSemardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K., and Mohammadi, V. 2006. Evaluation of drought resistance indices under

various environmental conditions. Field Crops Research 98: 222-229.
Talebi, R., Fayaz, F., and Mohammadi Naji, A. 2009. Effective selection criteria for assessing drought stress tolerance in durum wheat (*Triticum durum*). General and Applied Plant Physiology 35(1-2): 64-74.