تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد چهاردهم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۰
۹۱۳-۹۲۸
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.3405.1857

مقاله پژوهشی

بررسی تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی برای صفات مورفولوژیک گندم نان در شرایط تنش خشکی

سید محمدتقی طباطبایی
استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۳/۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۵/۱۱

چکیده

خشکی یکی از تنش‌های غیر زیستی مهم بخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و از این طریق عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. هدف از این پژوهش، شناسایی صفات زراعی مرتبط با تغییرات عملکرد دانه گندم تحت تنش خشکی بود. در بررسی حاضر ۱۱۱ لاین خالص گندم نان به‌صورت آزمایش بدون تکرار (آگمنت) موردبررسی قرار گرفتند. در این آزمایش بعد از هر ۲۰ لاین ۳ رقم نارین، برزگر و سیستان به‌عنوان شاهد کاشته شدند. هر شماره در ۲ خط ۲/۵ متری به فاصله ۲۰ سانتی‌متر کاشته شد. لاین‌ها در شرایط آبیاری در مزرعه آزمایشی مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی یزد ارزیابی شدند. در طول دوره رشد از صفات عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و مورفولوژیک ارزیابی و با ارقام شاهد مقایسه شدند. نتایج آزمایش تنوع زیادی را در لا ین‌های موردبررسی ازنظر اکثر صفات کمی و کیفی نشان داد. تجزیه رگرسیون نشان داد که در بین لاین‌ها صفاتی مانند وزن هزار دانه، تعداد روز تا رسیدن، طول سنبله، ارتفاع بوته و وزن سنبله اثر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد دانه داشته و سهم قابل‌توجهی از تغییرات عملکرد را تبیین می‌کنند. دسته‌بندی لاین‌ها بر اساس تجزیه کلاستر به روش UPGMA در ۹ گروه قرارداد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده ۱۵ ژنوتیپ که نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر و ارقام شاهد عملکرد دانه بیشتر و برخی خصوصیات زراعی مناسب‌تر داشتند، انتخاب شدند. نتایج این تحقیق نشان داد مواد ژنتیکی موجود در این آزمایش می‌توانند منبع ارزشمندی باشند که علاوه برداشتن صفات جدید، تنوع سرشاری را برای به نژاد گران جهت اصلاح و تولید ارقام گندم مقاوم به خشکی فراهم می‌آورند.

واژه‌های کلیدی: **تجزیه کلاستر، تنوع ژنتیکی، صفات کمی و کیفی، گندم نان**

مقدمه

به دلیل تامین ۲۰ درصد پروتئین مردم جهان (Acevedo et al., 2002; Godfray et al., 2010) و وجود تقاضای جهانی برای آن، ضرورت دارد تولید جهانی گندم نان در سال ۲۰۵۰ به میزان ۷۰ درصد افزایش یابد (Ray et al., 2012). با توجه به افزایش دمای کره زمین، تنش‌های خشکی، شوری و گرما به‌عنوان عوامل محدودکننده غیرزنده بر عملکرد محصولات تأثیر منفی دارند (Kosina et al., 2007; Out et al., 2018; Yassin et al., 2019). بنابراین باید صفات تحمل به خشکی را همراه با تغییرات آب و هوایی در محصولات زراعی شناسایی کرد (El-Shawy et al., 2017). با تغییر شرایط گرم شدن زمین، تخمین زده می‌شود عملکرد گندم در سال ۲۰۵۰ به میزان ۵۰ درصد کاهش یابد که این معادل کاهش در ۷ درصد کل محصول جهانی گندم است (Ali et al.,2017). در میان کشورهای دارای اقلیم خشک، کشور ایران بالاترین سطح زیر کشت گندم به خود اختصاص داده است. ایجاد ژنوتیپ‌های جدید در محیط‌های هدف و به حداقل رساندن تأثیرات مخرب این تنش از طریق اجرای برنامه‌های اصلاح نژاد یک ضرورت است و باعث افزایش انتخاب برای تحمل به خشکی می‌شود (Mirza et al., 2019).

* نگارنده پاسخگو: سید محمد تقی طباطبایی. پست الکترونیک: staba1349@gmail.com

افزایش بهره‌وری گندم دیم از گزینه‌های بالقوه برای برآوردن تقاضای رو به رشد برای این محصول است. مرحله پر شدن دانه این گیاه در شرایط کشت دیم با دمای زیاد و تنش خشکی روبرو می‌شود که منجر به کاهش عملکرد آن می‌شود. تنش خشکی همچنین باعث کاهش سطح برگ، سقط جنین، کاهش ذخایر دانه و کاهش تعداد آمیوپلاست دانه می‌گردد (Mirza et al., 2019).

گونه‌های گندم متحمل به خشکی قادر به محافظت از محصول در برابر اثرات منفی تنش خشکی هستند. بااین‌حال، تحمل به خشکی صفت پلی ژنیک است و توسط چندین ژن کنترل می شود که می توان با گزینش مکانیسم‌های سازگار با خشکی (فرار از خشک‌سالی، جلوگیری از کم‌آبی و تحمل به کم‌آبی) آن را اصلاح کرد (Blum, 2010).

به هرحال کاهش آبهای سطحی و شور شدن اراضی کشاورزی مشکلاتی برای کره زمین ایجاد و روی محصولات کشاورزی و مواد غذایی پایدار موثر بوده است. شناسایی صفات مورفولوژیک تاثیر گذار در تحمل به تنش خشکی در گیاهان می‌تواند در گزینش ژنوتیپ های جدید متحمل به تنش خشکی استفاده شود. از اهداف به نژاد گران تولید بهره‌وری بالا و افزایش عملکرد در شرایط تنش خشکی می‌باشد (Blum. 1996). در این راستا صفاتی مانند طول ریشه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور، وزن هزار دانه، طول سنبله، وزن دانه در سنبله، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و ارتفاع گیاه در شرایط تنش خشکی کاهش پیدا می‌کنند (Plaut et al., 2004; Blum. 2005).

در گزارشات محققین عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله، طول سنبله و وزن هزار دانه همبستگی مثبت (Singh et al., 2002) دارد. کاهش معنی‌داری در طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در شرایط تنش (Mirbahar et al., 2009) و تاثیر تنش خشکی بعد از گلدهی در کاهش وزن هزار دانه (Abdoli et al., 2013) دیده می شود. در شرایط تنش خشکی عملکرد دانه ۱۷ تا ۷۰ درصد کاهش پیدا می کند (Edmeades et al., 1995). یکی از این عوامل تنش خشکی در مرحله خمیری می باشد. پلوت و همکاران (Plaut et al., 2004) اعلان کردند که در اثر تنش خشکی میزان ماده خشک ذخیره‌شده در دانه قابل‌توجهی کاهش پیدا می‌کند. همچنین تنش‌های گرما و خشکی کوتاه یا بلندمدت در مراحل حساس رشد کیفیت نشاسته و پروتئین دانه را به طور معنی دار تحت تاثیر قرار می دهند (Prasad et al., 2008).

ازآنجاکه بسیاری از ارقام جدید گندم به‌اندازه کافی در برابر تنش خشکی و گرما تحمل ندارند، شناسایی ارقام گندم متحمل به خشکی و گرما، یکی از مهم‌ترین وظایف نژاد گران گندم در سراسر جهان می‌باشد (Sabagh et al., 2018). این پژوهش می‌تواند در راستای شناسایی صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی و گزینش ژنوتیپ های گندم متحمل به تنش خشکی با عملکرد بهتر جهت ارائه به کشاورزان و حتی در دورگ گیریها نقش داشته باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه شامل ۱۱۱ لاین به همراه ۳ رقم شاهد نارین، برزگر و سیستان بود. این جمعیت بعد از ۶ نسل خودگشنی و گزینش از طریق روش اصلاحی بالک تغییر شکل یافته به دست آمد. لاین‌های موردمطالعه در آبان ماه ۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات واقع در شهر یزد (در ۱۵ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۴۰ درجه و ۵۴ دقیقه درازای خاوری و ۴۶ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۱۵ درجه و ۳۲ دقیقه پهنای شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۲۰۰ متر) کاشته شدند. مواد ژنتیکی به‌صورت یک طرح بدون تکرار (آگمنت) بررسی شدند و جهت بررسی توان تولید آن‌ها، ۳ رقم نارین، برزگر و سیستان به‌عنوان شاهد در فواصل هر ۲۰ لاین تکرار شدند. هر لاین در ۲ خط ۲/۵ متری به فاصله کاشت ۲۰ سانتی‌متر کاشته شد. به‌منظور مطالعه اثر استرس خشکی آخر فصل بر روی صفات موردنظر در مرحله بعد از گلدهی، آبیاری قطع شد. در طول فصل زراعی، این لاین‌ها ازنظر خصوصیات مختلفی مانند روز تا گلدهی (Days to Heading: DHE)، روز تا رسیدن (Days to Maturity: DMA)، ارتفاع بوته (Plant Height: PLH)، وزن هزار دانه (Kernel Weight -1000: TKW)، طول سنبله (Spike Length: SL)، تعداد دانه در سنبله (Number grain per Spike: NG/S)، وزن دانه در سنبله (Grain weight per spike:GW/S)، تعداد سنبلچه (Number of spikelets per spike)، وزن سنبله (Spike weight)، عملکرد دانه (Grain Yield: GY)، بررسی و با ارقام شاهد قیاس شدند.

از این نظر که لاین‌های مورد آزمایش تکرار نداشتند، آنالیز آماری داده‌ها بر پایه آماره‌های توصیفی شامل حداقل، حداکثر، دامنه، میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات در

ارتباط با همه صفات کمی انجام شد. عملکرد دانه در مورد لاین‌های موردمطالعه با متوسط عملکرد شاهدهای قرارگرفته در دو طرف لاین‌ها به‌صورت درصد تولید موردبررسی قرار گرفتند. جهت به دست آوردن ارتباط بین صفات از همبستگی ساده استفاده گردید. برای شناسایی متغیرهای اصلی که در عملکرد دانه تأثیرگذار هستند از آنالیز چند متغیره به روش تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام (stepwise) استفاده شد.

گروه‌بندی لاین‌ها با روش آنالیز کلاستر به روش UPGMA و با استفاده از مربع فاصله اقلیدسی تحت عنوان ملاک تشابه انجام شد. آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS.16، Excle و Statghraphic انجام گردید.

نتایج و بحث

بعد از ارزیابی ۱۱۱ لاین موردبررسی ازنظر ۱۰ صفت کمی در قیاس با ارقام شاهد با استفاده از آماره‌های توصیفی متوسط داده‌ها، حداقل، حداکثر، دامنه، انحراف معیار و ضریب تغییرات صفات پس از برآورد آماره‌های توصیفی شامل میانگین، بیشینه، کمینه، دامنه، انحراف معیار و ضریب تغییرات صفات و تجزیه‌وتحلیل آماری صورت گرفته، برای اکثر صفات ارزیابی‌شده تنوع ژنتیکی بالایی دیده شد. در میان لاین‌های موردمطالعه لاین‌های شماره ۲۵، ۲۲ و ۹ عملکرد دانه بیشتری در واحد سطح داشتند. لاین شماره ۲۵ ازنظر صفات تعداد دانه در سنبله و طول سنبله نسبت به بقیه لاین‌ها برتر بود. همبستگی این دو صفت با عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار بود که این نتیجه می‌تواند تأثیر صفت تعداد دانه در سنبله را در افزایش عملکرد دانه توجیه کند. با توجه به وجود دامنه بسیار بالا در بین لاین‌ها نسبت به شاهدهای آزمایش، برای صفت عملکرد دانه تنوع بالایی مشاهده شد.

با توجه به اینکه صفت تعداد دانه در سنبله تأثیر خوبی در افزایش عملکرد دانه داشته است می‌توان در برنامه‌های اصلاحی از این صفت به‌عنوان یک اصل در گزینش لاین استفاده کرد. (Banitaba et al., 2004). یکی از اجزاء مهم عملکرد دانه صفت تعداد دانه در سنبله است که حضور این صفت در آنالیز رگرسیون چند متغیره با ضریب مثبت اهمیت این صفت را در بین لاین‌های موردمطالعه نشان می‌دهد. لاین‌هایی که تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه مناسب و خوبی دارند، معمولاً عملکرد دانه بالایی دارند. در بین لاین‌های موردمطالعه لاین‌های شماره ۲۴ و ۲۷ دارای چنین خصوصیاتی بودند.

پژوهشگران عنوان کردند که در میان صفات مختلف بیشترین میزان تنوع مربوط به وزن هزار دانه و عملکرد دانه و کمترین میزان تنوع هم مربوط به دو صفت تعداد روز تا ظهور سنبله و تعداد روز تا رسیدگی بود (Sadegh Ghol Moghadam e al., 2012).

مقادیر صفات اندازه‌گیری شده در لاین‌های موردبررسی در جدول ۲ درج‌شده است. ازنظر صفات مختلف تنوع زیادی بین لاین‌ها وجود داشت. با استفاده از تجزیه‌وتحلیل آماری توصیفی، مقادیر تنوع ژنتیکی پایینی در بین لاین‌های موردمطالعه برای داده‌های ده صفت کمی اندازه‌گیری شده در مقایسه با سه رقم شاهد نارین، برزگر و سیستان در جدول ۲ نشان داده شده است. عملکرد دانه لاین‌های موردمطالعه به‌صورت درصد از میزان عملکرد ارقام شاهد طرفین نشان می‌دهد باوجودی که ارقام شاهد اصلاح‌شده‌اند، اما لاین‌هایی با عملکرد بیشتر از شاهد در بین این لاین‌ها وجود دارد (جدول ۱).

با توجه به اینکه آزمایش موردمطالعه یک‌ساله و بدون تکرار است، اما با مطالعه بر روی لاین‌های موردبررسی نشان می‌دهد که این لاین‌ها ازنظر عملکرد اقتصادی می‌توانند موردتوجه به‌نژادگران قرار گیرند. با توجه به جدول ۱ مشاهده می‌شود که ۱۵ لاین نسبت به رقم شاهد نارین و ۲۴ لاین نسبت به رقم شاهد سیستان و برزگر برتر و یا در حد این رقم عملکرد دانه داشته‌اند. با عنایت به این‌که عملکرد رقم نارین نسبت به ارقام برزگر و سیستان بیشتر بود، تعداد لاین‌های برتر از ارقام نارین، سیستان و برزگر ۱۵ عدد بود (جدول ۱).

جدول ۱. مقدار عملکرد دانه و سایر صفات در ژنوتیپ‌های گندم نان

Table 1. The value of grain yield and different traits of bread wheat genotypes

شماره No.	عملکرد دانه GY	وزن هزار دانه TKW	روز تا گلدهی DHE	روز تا رسیدن DMA	طول سنبله SL	ارتفاع بوته PLH	وزن دانه در سنبله G.w/ spike	تعداد دانه No.G /spike	تعداد سنبلچه NO.spikelets	وزن سنبله Spike weight	درصد عملکرد روی شاهدها Yield% over checks		
											نارین Narin	برزگر Barzegar	سیستان sistan
	kg/plot	gr			cm	cm	gr			gr			
Narin	4200	38	74	120	9.5	95	3.67	72.7	17	4.07	100	100	100
Barzegar	5000	30	78	121	9	96	2.07	37.7	17	3.93	100	100	100
Sistan	4500	28	77	121	10	100	1.50	26.0	16	2.93	100	100	100
1	2900	32.5	68	117	9.5	116	2.13	57.3	18	4.23	58	65	63
2	3600	22.5	77	115	10	118	2.23	53.7	19	4.40	72	81	78
3	4100	35.5	84	118	9	105	1.23	34.7	16	3.17	82	93	89
4	3000	32	85	123	9.5	120	1.20	43.0	18	3.20	60	68	65
5	4900	31	75	118	9.5	103	2.17	38.3	14	4.20	98	111	107
6	3300	28.5	78	121	8.5	92	1.30	36.3	14	3.30	66	75	72
7	4100	27	84	122	10	93	1.00	35.3	19	2.93	82	93	89
8	3300	30	68	114	10	98	1.63	40.0	14	3.50	66	75	72
9	5800	30	72	116	10.5	106	1.73	31.0	15	3.67	116	131	126
10	4400	29	63	115	11.5	105	2.33	50.0	17	4.57	88	99	96
11	3600	20	60	110	10	107	1.83	44.0	17	3.87	72	81	78
12	3900	26.5	77	120	10	115	1.33	28.7	17	3.27	78	88	85
13	3400	28.5	83	120	11.5	120	1.63	37.3	18	3.67	68	77	74
14	5000	30	77	120	9.5	118	1.40	31.0	17	3.40	100	113	109
15	3900	25	83	121	12	122	1.53	39.3	17	3.53	78	88	85
16	4900	30.3	78	121	11	116	1.17	32.0	19	3.03	98	111	107
17	4300	30	77	118	9.5	120	1.70	34.3	16	3.83	86	97	93
18	3800	30.5	73	118	10.5	125	1.70	36.7	19	3.60	76	86	83
19	3900	29	86	122	12	112	1.47	46.3	18	3.47	78	88	85
20	4500	21	73	119	11.5	108	1.50	47.0	16	3.63	90	102	98
Narin	5300	30	75	118	11.5	96	2.17	41.3	16	4.27	100	100	100
Barzegar	5000	25	80	118	11	92	2.43	46.7	13	4.47	100	100	100
Sistan	4500	29.5	83	120	9.5	95	2.60	37.3	14	4.53	100	100	100
21	4700	28.5	80	122	12	108	1.37	42.7	14	3.40	94	106	102
22	5800	28	73	119	11	86	2.30	49.3	16	4.50	116	131	126
23	5600	30	74	119	10.5	94	1.90	42.0	17	4.10	112	126	122
24	5400	31.5	77	120	12	93	2.47	49.7	18	4.60	108	122	117
25	6100	27.5	78	119	12	95	2.33	47.0	20	4.47	122	138	133
26	4700	31	77	120	13	101	1.07	30.0	14	3.20	94	106	102
27	4700	32	77	122	12.5	95	1.77	33.7	18	3.90	94	106	102
28	4800	28	76	120	11.5	117	1.80	39.3	18	3.90	96	108	104

Table 1. Continued

جدول ۱. ادامه

شماره No.	عملکرد دانه GY	وزن هزار دانه TKW	روز تا گلدهی DHE	روز تا رسیدن DMA	طول سنبله SL	ارتفاع بوته PLH	وزن دانه در سنبله G.w/ spike	تعداد دانه No.G /spike	تعداد سنبلچه NO.spikelet /spike	وزن سنبله Spike weight	درصد عملکرد روی شاهدها Yield% over checks		
											نارین Narin	برزگر Barzegar	سیستان sistan
	kg/plot	gr			cm	cm	gr			gr			
29	5200	34.5	77	120	14	104	2.13	42.3	19	4.40	104	117	113
30	4900	31.5	77	119	11.5	90	1.10	27.3	18	3.37	98	111	107
31	4900	31.5	78	122	10.5	120	1.23	25.7	18	3.40	98	111	107
32	4200	33.5	81	120	10.5	128	2.13	53.0	16	4.43	84	95	91
33	5900	32	81	121	11	90	2.20	51.7	18	4.70	118	133	128
34	5600	33	77	121	10.5	93	1.87	48.7	18	3.83	112	126	122
35	3300	29.5	78	119	8.5	120	1.10	28.0	15	3.27	66	75	72
36	3800	31	75	120	10.5	116	1.67	34.7	16	3.53	76	86	83
37	1500	31	86	121	11	119	0.67	18.0	18	2.40	30	34	33
38	2900	31.5	86	125	8.5	125	1.60	22.3	17	3.57	58	65	63
39	3800	31	84	122	10.5	95	2.20	44.3	17	4.30	76	86	83
40	4500	35	85	123	10.5	100	1.57	39.3	19	3.83	90	102	98
Narin	4900	30	74	120	10	94	2.30	40.7	14	4.40	100	100	100
Barzegar	5300	32.5	77	121	11	96	2.10	36.7	16	4.03	100	100	100
Sistan	5500	24.5	77	121	11	85	1.40	32.7	16	3.70	100	100	100
41	3000	31.5	73	124	9.5	114	1.20	30.7	14	3.07	60	68	65
42	3900	27.5	72	124	11	125	1.17	30.3	17	3.00	78	88	85
43	1200	27.5	72	118	12	114	1.10	28.0	16	2.90	24	27	26
44	2300	28	68	114	11	115	0.90	19.7	17	2.67	46	52	50
45	4000	30	68	114	10.5	115	1.93	36.7	16	3.87	80	90	87
46	3000	34.5	76	119	12	120	1.70	28.7	17	3.57	60	68	65
47	4000	29	76	119	10.5	110	1.60	27.0	18	3.53	80	90	87
48	3100	30	72	120	11.5	106	1.87	31.3	19	3.73	62	70	67
49	4400	27	71	114	12	106	2.20	40.3	15	4.17	88	99	96
50	3800	27	72	114	12.5	123	2.03	44.0	17	4.03	76	86	83
51	2200	26	74	113	11.5	96	1.37	36.7	16	3.37	44	50	48
52	3500	32	66	110	12	106	1.63	3.3	15	3.53	70	79	76
53	4200	29	85	119	11	128	0.93	22.6	18	2.83	84	95	91
54	2800	28	78	120	9.5	118	2.53	49.6	15	4.93	56	63	61
55	2700	26.5	84	119	11	129	0.87	20.0	17	2.80	54	61	59
56	1200	26.5	84	119	9.5	120	0.97	21.3	19	3.03	24	27	26
57	2600	23.5	74	118	11	105	1.00	34.6	18	2.90	52	59	57
58	2800	30.5	74	119	10	118	2.53	47.3	9	4.77	56	63	61
59	3000	24.5	73	117	10.5	122	1.63	37.3	10	3.57	60	68	65
60	1600	24.5	70	115	10	118	1.67	33.7	9	3.53	32	36	35
Narin	5300	32.5	71	118	10.5	96	1.60	27.7	8	3.57	100	100	100
Barzegar	4100	24.5	76	119	10	102	2.07	35.0	8	4.07	100	100	100
Sistan	5600	27	76	120	10	100	1.97	33.7	8	3.63	100	100	100
61	2100	24.5	73	119	8.5	118	1.47	37.3	8	3.53	42	47	46

جدول ۱. ادامه **Table 1. Continued**

شماره No.	عملکرد دانه GY	وزن هزار دانه TKW	روز تا گلدهی DHE	روز تا رسیدن DMA	طول سنبله SL	ارتفاع بوته PLH	وزن دانه در سنبله G.w/ spike	تعداد دانه No.G /spike	تعداد سنبلچه NO.spikelet/ /spike	وزن سنبله Spike weight	درصد عملکرد روی شاهدها Yield% over checks		
											نارین Narin	برزگر Barzegar	سیستان sistan
	Kg/plot	gr			cm	cm	gr			gr			
62	2700	33	77	124	10	118	0.50	11.0	9	2.37	54	61	59
63	2300	28	78	124	12.5	128	0.33	6.7	8	2.27	46	52	50
64	2800	25	72	112	10	126	1.90	31.7	8	3.87	56	63	61
65	2700	23	72	114	10	118	0.67	19.0	9	2.47	54	61	59
66	3800	30	70	114	11	130	2.37	38.7	8	4.30	76	86	83
67	2500	26.5	71	117	12	124	1.70	30.0	9	3.70	50	56	54
68	3000	32	78	119	11	126	1.03	26.0	18	3.00	60	68	65
69	2100	23.5	77	119	8.5	124	1.43	38.7	19	3.40	42	47	46
70	4000	25.5	77	119	10	109	0.97	27.7	18	2.93	80	90	87
71	2200	29.5	75	114	11	112	1.33	27.7	9	3.27	44	50	48
72	2300	32	68	111	13	118	1.70	33.3	16	3.57	46	52	50
73	1900	24	68	108	9.5	120	0.67	37.0	8	2.53	38	43	41
74	3100	26	68	117	8.5	115	2.83	50.3	7	4.97	62	70	67
75	3200	27.5	73	117	9.5	109	1.93	35.0	8	4.03	64	72	70
76	2900	28	77	119	9.5	124	2.03	38.3	9	4.13	58	65	63
77	4100	25.5	74	119	12	105	1.17	26.3	8	2.97	82	93	89
78	900	22	77	118	11.5	125	0.80	20.0	8	2.57	18	20	20
79	4000	31	76	119	8	124	1.70	27.3	9	3.53	80	90	87
80	600	21	78	121	9.5	88	1.20	36.3	7	3.03	12	14	13
Narin	5300	27.5	74	121	10	102	2.80	46.7	8	5.00	100	100	100
Barzegar	5100	24.5	76	121	11.5	100	2.50	43.7	8	4.47	100	100	100
Sistan	3200	25.5	76	121	12	103	3.13	48.3	8	5.17	100	100	100
81	4100	28	77	119	11	114	1.00	21.7	7	2.70	82	93	89
82	3600	26.5	74	114	12	119	1.53	31.3	7	3.33	72	81	78
83	1600	27.5	77	119	8	120	0.97	24.7	9	2.97	32	36	35
84	5100	36.5	72	118	9.5	102	2.00	37.0	8	3.90	102	115	111
85	2800	29.5	62	106	8.5	110	1.33	28.3	6	3.07	56	63	61
86	4200	28	86	126	13	100	0.80	21.3	9	2.63	84	95	91
87	3700	33.5	72	120	10.5	120	1.40	32.3	8	3.20	74	84	80
88	5400	28.5	77	119	11.5	96	2.80	46.7	9	3.43	108	122	117
89	5200	25	72	119	11.5	94	1.57	36.3	8	4.60	104	117	113
90	4400	26	83	120	11	96	1.13	26.3	10	3.27	88	99	96
91	4500	23	83	120	10.5	98	2.27	43.3	9	4.10	90	102	98
92	4200	28	80	122	11	110	1.50	37.3	10	3.43	84	95	91
93	4400	25	80	122	11	106	1.60	35.7	8	3.63	88	99	96
94	3600	23.5	76	117	11	102	1.90	42.3	9	3.97	72	81	78
95	4300	26	84	123	11.5	115	1.17	36.7	10	3.00	86	97	93
96	4700	29	71	114	14	117	2.20	41.0	9	4.47	94	106	102
97	3700	27	73	117	12	115	1.63	26.7	9	3.53	74	84	80

جدول ۱. ادامه

Table 1. Continued

شماره No.	عملکرد دانه GY	وزن هزار دانه TKW	روز تا گلدهی DHE	روز تا رسیدن DMA	طول سنبله SL	ارتفاع بوته PLH	وزن دانه در سنبله G.w/ spike	تعداد دانه No.G /spike	تعداد سنبلچه NO.spikelet / spike	وزن سنبله Spike weight	درصد عملکرد روی شاهدها Yield% over checks		
											نارین Narin	برزگر Barzegar	سیستان sistan
	kg/plot	gr			cm	cm	gr			gr			
98	3700	26.5	77	118	14	116	1.27	28.0	21	3.23	74	84	80
99	3700	28	77	121	10.5	100	1.97	45.3	11	4.13	74	84	80
100	3400	24	72	120	9.5	102	2.03	35.0	9	4.13	68	77	74
Narin	5300	28.5	76	120	9.5	98	2.43	41.0	9	4.40	100	100	100
Barzegar	4100	25.1	76	121	10.5	96	3.50	68.3	8	6.60	100	100	100
Sistan	5100	26.5	74	117	10.5	98	2.10	40.7	9	4.10	100	100	100
101	5200	27.5	72	118	11.5	108	1.80	38.0	9	3.77	104	117	113
102	4300	29	76	120	10.5	106	2.50	48.0	19	4.53	86	97	93
103	5500	29	77	120	10.5	95	1.77	49.0	7	3.83	110	124	120
104	4600	27	85	121	9.5	114	1.20	30.3	9	3.03	92	104	100
105	5200	29.6	77	119	10	98	1.97	43.3	7	4.07	104	117	113
106	4100	22	74	119	8.5	98	1.63	41.0	8	3.57	82	93	89
107	4800	28.5	74	120	8.5	98	1.60	42.7	8	3.53	96	108	104
108	3500	34	81	121	9.5	103	2.07	47.0	9	4.13	70	79	76
109	4400	26	77	119	10.5	108	1.97	37.7	7	3.90	88	99	96
110	4000	28	82	119	10	98	1.83	34.3	8	3.80	80	90	87
111	3200	33	83	120	11	128	1.83	34.7	9	3.93	64	72	70
Narin	4700	22.5	72	119	11.5	100	2.23	40.0	8	4.27	100	100	100
Barzegar	2400	33.4	76	120	10	88	2.30	45.7	7	4.57	100	100	100
Sistan	3800	26.5	77	120	11.5	98	1.87	32.7	9	3.83	100	100	100

لاین‌های شماره ۹، ۱۴، ۱۶، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۹، ۳۳، ۳۴، ۸۴، ۸۸، ۸۹، ۱۰۱، ۱۰۳ و ۱۰۵ با تولید عملکرد دانه بالای ۱۰۰ درصد نسبت به ارقام شاهد، به‌عنوان لاین‌های برتر و مناسب در نظر گرفته شدند تا در آزمایش‌های بعدی بیشتر ارزیابی شوند.

آماره‌های توصیفی شامل دامنه، حداکثر، حداقل، میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات در هریک از صفات موردمطالعه نشان‌دهنده وجود تنوع بالا برای اکثر صفات موردبررسی بود (جداول ۱ و ۲). در بین لاین‌ها صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله تعداد سنبلچه در سنبله به ترتیب با ۲۹/۹۲، ۲۸/۱۳، ۳۱/۱۹ و ۳۳/۸ درصد بیشترین ضریب تغییرات را داشتند (جدول ۲). کمترین تنوع در بین لاین‌های موردبررسی متعلق به صفات تعداد روز تا رسیدن تعداد روز تا گلدهی بود. این مطلب روشنگر این موضوع است که در طول دوره رشد، انتخاب برای صفت تعداد روز تا رسیدن بیشتر بوده و باعث کاهش تنوع ژنتیکی این صفت شده است. از اینکه صفات موردمطالعه فنوتیپی بوده و علاوه بر اثرات ژنتیکی تغییرات محیطی را نیز در برمی‌گیرد، ازاین‌رو لازم است بعد از گزینش در آزمایش‌های تکرار دار این موضوع بررسی شود.

نتایج نشان داد که لاین‌های موردمطالعه نسبت به ارقام شاهد به‌طور متوسط ارتفاع بوته و تعداد سنبلچه در سنبله بیشتری داشتند. درصورتی‌که ارقام اصلاح‌شده شاهد ازنظر وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله دارای میزان بالاتری نسبت به لاین‌های موردمطالعه داشتند. نتایج این آزمایش نشان‌دهنده این است که در ارقام شاهد (اصلاح‌شده) توجه بیشتری به برخی صفات مانند تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله که تأثیر بیشتری بر عملکرد دانه داشته‌اند، شده است. از میان صفات موردمطالعه، صفت وزن سنبله اثربخشی بیشتری نسبت به سایر اجزاء عملکرد

داشت. تنوع در مدت‌زمان لازم برای روز تا گلدهی و روز تا رسیدن در لاین‌های موردبررسی نسبت به شاهدها ۲ برابر بود (جدول ۲). ضریب تغییرات بیشتر این صفت در لاین‌های موردبررسی نسبت به شاهد نیز گویای این مطلب است.

در بین لاین‌های موردبررسی، لاین شماره ۸۵ با ۱۰۶ روز زودرس‌ترین لاین و دیررس‌ترین لاین با شماره ۳۸ با ۱۲۵ روز بودند (جدول ۱). لاین شماره ۸۵ نسبت به ارقام شاهد ۱۳/۸ روز زودرس‌تر است.

جدول ۲. آماره‌های توصیفی برای صفات کمی در ژنوتیپ‌های گندم نان و ارقام شاهد

Table 2. Descriptive statistics for different traits in bread wheat genotypes and the check Cultivars

	Trait	صفت	عملکرد دانه GY§	وزن هزار دانه TKW	روز تا گلدهی DHE	روز تا رسیدن DMA	طول سنبله SL
			kg/ha	gr			cm
Bread wheat genotypes ژنوتیپ‌های گندم نان	Range	دامنه	5500	16.5	26	20	6
	Minimum	حداقل	600	20	60	106	8
	Maximum	حداکثر	6100	36.5	86	126	14
	Mean	میانگین	3734.2	28.14	76	118.6	10.65
	Std. Dev.	انحراف معیار	1154.7	3.36	5.38	3.43	1.28
	CV%	ضریب تغییرات	30.92	11.85	7.08	2.89	12.02
check Cultivars ارقام شاهد	Range	دامنه	571.4	3.07	3.43	0.71	0.29
	Minimum	حداقل	4428.5	26.8	73.7	119.4	10.36
	Maximum	حداکثر	5000	29.86	77.14	120.1	10.64
	Mean	میانگین	4676.2	28.40	75.95	119.8	10.47
	Std. Dev.	انحراف معیار	293.23	1.55	1.93	0.377	0.148
	CV%	ضریب تغییرات	17.36	13.28	3.37	1.03	7.91

Table 2. Continued **جدول ۲. ادامه**

	Trait	صفت	ارتفاع بوته PLH§	وزن دانه در سنبله GW/S	تعداد دانه در سنبله NG/S	تعداد سنبلچه NO.Spikelets / Spike	وزن سنبله Spike weight
			cm	gr			gr
Bread wheat genotypes ژنوتیپ‌های گندم نان	Range	دامنه	44	2.5	54	15	2.7
	Minimum	حداقل	86	0.33	3.33	6	2.27
	Maximum	حداکثر	130	2.83	57.33	21	4.97
	Mean	میانگین	110.65	1.59	35.22	13.36	3.59
	Std. Dev.	انحراف معیار	11.16	0.51	9.91	4.51	0.59
	CV%	ضریب تغییرات	10.09	31.19	28.13	33.8	16.63
check Cultivars ارقام شاهد	Range	دامنه	1.57	0.38	8.9	0.43	0.6
	Minimum	حداقل	95.7	2.08	35.9	11	3.99
	Maximum	حداکثر	97.3	2.46	44.8	11.43	4.59
	Mean	میانگین	96.6	2.32	41.6	11.3	4.28
	Std. Dev.	انحراف معیار	0.837	0.21	4.99	0.247	0.302
	CV%	ضریب تغییرات	4.6	25.24	27.17	33.89	16.92

§ Grain Yield: GY, Kernel Weight-1000: TKW, Days to Heading: DHE, Days to Maturity: DMA, Spike Length: SL, Plant Height: PLH, Grain weight per spike:GW/S, Number grain per Spike: NG/S

میانگین ارتفاع بوته در بین لاین‌ها ۱۳۰ سانتی‌متر و ارقام شاهد ۹۶/۶ سانتی‌متر بود که نشان می‌دهد ارقام شاهد (اصلاح‌شده) نسبت به لاین‌های موردمطالعه پاکوتاه‌تر هستند. (جدول ۱) در بین لاین‌های موردبررسی، لاین‌های شماره ۸۰،۳۰ و ۳۳ با ۹۰، ۸۰ و ۹۰ سانتی‌متر کوتاه‌ترین و لاین‌های شماره ۳۲، ۵۵ و ۱۱۱ با ۱۲۸، ۱۲۹ و ۱۲۸ سانتی‌متر بلندترین لاین‌ها بودند. بسیاری از محققان تأیید کرده‌اند که تنش خشکی منجر به کاهش رشد به‌خصوص در ارتفاع گیاه، سطح برگ، وزن خشک و سایر فاکتورهای رشد می‌شود (Kilic and Yağbasanlar,2010; Budak et al., 2013). ارتفاع گیاه صفت مورفولوژیکی است که با جابجایی کربوهیدرات‌ها، به‌ویژه در شرایط تنش خشکی ارتباط دارد (Hossain et al., 2012).

کاهش ارتفاع گیاه در پاسخ به تنش خشکی می‌تواند به کاهش نسبی تورم و از دست دادن آب پروتوپلاسم که نهایتاً منجر به کاهش فشار تورمی و تقسیم سلول می‌گردد.

طول سنبله در بین لاین‌ها، دارای میانگین ۱۴ سانتی‌متر بود که در مقایسه با ارقام شاهد استفاده‌شده با میانگین ۱۰/۴۷ سانتی‌متر کمی بلندتر بود (جدول ۲). تنوع طول سنبله در لاین‌های موردبررسی بیشتر بود. این موضوع باملاحظه ضریب تغییرات ۱۲/۰۹ درصد لاین‌های موردبررسی نسبت به ارقام شاهد با ۷/۹۱ درصد مشخص است (جدول ۲). در بین لاین-های موردبررسی لاین‌های شماره ۷۹ و ۸۳ با طول ۸ سانتیمتر کوتاه‌ترین طول سنبله و لاین‌های شماره ۹۶ و ۹۸ با ۱۴ سانتی‌متر بیشترین طول سنبله را داشتند (جدول ۱).

یکی از مهم‌ترین اجزاء عملکرد دانه در بین صفات موردمطالعه تعداد دانه در سنبله بود که در بین لاینها میانگینی معادل ۳۵/۲۲ و کمتر از ارقام شاهد با میانگین ۴۱/۶۰ عدد به خود اختصاص داد. ژنوتیپ‌هایی که طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله و وزن هزار دانه بالایی دارند، دارای یک مخزن قوی برای استفاده از آسمیلات‌های ساخته‌شده توسط ریشک و برگ پرچم و یا ذخیره‌شده در ساقه را می‌باشند (Pfeiffer et al., 2001). ضریب تغییرات برای این صفت پیرامون لاین‌های موردبررسی ۲۸/۱۳ درصد و ارقام شاهد ۲۷/۱۷ درصد بود که بیانگر تنوع زیاد این صفت در بین لاین‌ها است (جدول ۲).

در بین لاین‌های موردبررسی، لاین شماره ۱ و ۲ با تعداد ۵۷/۳۳ و ۵۳/۶۷ بیشترین و لاین شماره ۶۲ و ۶۵ با تعداد ۱۱ و ۱۹ کمترین تعداد دانه در سنبله بودند (جدول ۱). ایجاد تنش خشکی می‌تواند منجر به کاهش جدی تعداد دانه‌ها شود. علاوه بر این، خشکی در دوره بزرگ شدن طول ساقه به دلیل تأثیر منفی آن در تشکیل گل و باروری باعث کاهش تعداد دانه در واحد سطح می‌شود. این کاهش ممکن است با کاهش رشد گیاه در ارتباط باشد که منجر به کاهش میزان مواد غذایی و اندازه دانه در بذر گیاهان تحت تنش خشکی در مقایسه با گیاهان بدون تنش شد. همچنین، نشان داده‌شده است که کاهش میزان فتوسنتز به دلیل خشکی پیش از آنزیم با کاهش تعداد دانه همراه است (Francia et al.,2011). بسیاری از گزارش‌ها نشان می‌دهد که کاهش در عملکرد دانه بیشتر به تعداد دانه تا وزن دانه در گندم و جو ارتباط دارد (Francia et al., 2011). افزایش میزان تعداد دانه در سنبله در بین لاینها نشان‌دهنده انتخاب این صفت مهم در راستای افزایش عملکرد دانه است. باید قبول کرد باوجود لاین‌هایی با تعداد دانه در سنبله بالا در بین لاینها، امکان به‌کارگیری و اصلاح برای این صفت با استفاده از لاین‌های موردبررسی هنوز وجود دارد.

میانگین وزن هزار دانه در بین لاین‌های موردبررسی ۲۸/۱۴ گرم و در ارقام شاهد معادل ۲۸/۴ گرم بود (جدول ۲). همان‌طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود در بین لاین‌های موردبررسی لاین‌هایی با وزن هزار دانه بیشتر از شاهد وجود داشت. ضریب تغییرات این صفت در بین لاینها از ارقام شاهد کمتر بود (جدول ۲). این بیانگر کار اصلاحی است که بر روی ارقام شاهد انجام‌شده است که میزان آن به‌مراتب بیشتر از وزن هزار دانه در بین لاینها است. لاین شماره ۱۱ به میزان ۲۰ گرم کمترین و لاین شماره ۸۴ به میزان ۳۶/۵ گرم بیشترین مقدار وزن هزار دانه را در بین لاینها داشتند (جدول ۱).

در بین لاین‌های موردبررسی عملکرد دانه با متوسط ۳۷۳۴/۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به ارقام شاهد با عملکرد دانه ۴۶۷۶/۲ کیلوگرم در هکتار به‌مراتب کمتر بود (جدول ۳). وجود ضریب تغییرات بالاتر این صفت در بین لاین‌های موردبررسی ۳۰/۹۲ درصد نسبت به ارقام شاهد ۱۷/۳۶ وجود تنوع ژنتیکی بالائی را در بین لاین‌های موردبررسی نشان می‌دهد. در بین لاین‌های موردمطالعه لاین‌های شماره ۲۵، ۲۲ و ۹ با تولید ۶۱۰۰ و ۵۸۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان عملکرد را در بین لاینها دارا بودند (جدول ۱). نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه با تحقیقات مربوط به تأثیر خشکی

بر عملکرد دانه در مراحل مختلف توسعه مطابقت دارد (Gonzalez et al., 2010).

دانستن اینکه عملکرد دارای دو مؤلفه اصلی است یکی تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله که تعداد دانه در سنبله در مرحله قبل از گلدهی درحالی‌که وزن دانه در سنبله در مرحله پس از گلدهی مشخص می‌شود.

همبستگی ساده برای صفات موردمطالعه انجام شد (جدول ۳). همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله، طول سنبله و وزن دانه در سنبله مشاهده شد، ولی باصفت ارتفاع بوته همبستگی منفی و معنی‌داری دیده شد، بدین معنی که لاین‌های با ارتفاع بوته کمتر عملکرد دانه بیشتری داشتند (جدول ۳). همبستگی تعداد روز تا رسیدن با عملکرد دانه مثبت معنی‌دار بود که نشان می‌دهد در شرایط تنش ژنوتیپ‌های زودرس عملکرد بالاتری دارند و ژنوتیپ‌های دیررس با کاهش طول دوره رشد مواجه شده و عملکرد دانه آن‌ها کاهش پیدا می‌کند. همبستگی سایر صفات نیز در جدول ۳ درج‌شده است. رضایی کلو و همکاران (Rezaei Kloo et al., 2013) عنوان کردند که در شرایط تنش خشکی همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با صفات عملکرد بیوماس، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، سرعت پر شدن دانه و تعداد روز تا رسیدن وجود دارد.

صادق قول مقدم و همکاران (Sadegh Ghol Moghadam e al., 2012) بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را مربوط به عملکرد با تعداد سنبله در مترمربع (۰/۵۸)، تعداد رز تا رسیدگی (۰/۵۵)، وزن هزار دانه (۰/۴۷) و ارتفاع بوته (۰/۲۷) عنوان کردند.

جدول ۳. همبستگی ساده صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های گندم نان

Table 3. Simple correlation coefficients among the traits in bread wheat genotypes

	صفات Trait	عملکرد دانه GY	1	2	3	4	5	6	7	8
1	وزن هزار دانه TKW§	0.281**	**							
2	تعداد روز تا گلدهی DHE	0.1	0.164	**						
3	تعداد روز تا رسیدن DMA	0.218*	0.22*	0.723**	**					
4	طول سنبله SL	0.227*	0.057	0.008	-0.012	**				
5	ارتفاع بوته PLH	-0.479**	-0.003	-0.014	-0.117	-0.055	**			
6	وزن دانه در سنبله GW/S	0.409**	0.132	-0.237**	-0.15	0.002	-0.246*	**		
7	تعداد دانه در سنبله NG/S	0.39**	-0.01	-0.076	-0.005	-0.082	-0.342**	0.75**	**	
8	تعداد سنبلچه در سنبله NO.spikelets/spike	0.145	0.258**	0.172	0143	0.208*	0.005	-0.006	0.105	**
9	وزن سنبله Spike weight	0.431**	0.141	-0.191*	-0.092	0.01	-0.267**	0.933**	0.756**	0.059

*, **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

*, ** Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

§ Grain Yield: GY, Kernel Weight-1000: TKW, Days to Heading: DHE, Days to Maturity: DMA, Spike Length: SL, Plant Height: PLH, Grain weight per spike:GW/S, Number grain per Spike: NG/S

تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام

به‌منظور شناسایی صفات با بالاترین میزان تأثیر بر عملکرد دانه و شناسایی میزان سهم هر یک از صفات از تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام استفاده شد. نتایج رگرسیون گام‌به‌گام (Stepwise regression analysis) در جدول ۴ نشان داد که متغیرهای واردشده به مدل به ترتیب وزن هزار دانه، تعداد

روز تا رسیدن، طول سنبله، ارتفاع بوته و وزن سنبله بودند و این صفات ۳۹/۳۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد. همبستگی بالا بین تعداد روز تا رسیدن، طول سنبله و وزن هزار دانه با عملکرد دانه تائید کننده این مدل است. صفات ارتفاع بوته و وزن سنبله به ترتیب در مراحل چهارم و پنجم وارد مدل شدند. توجیه عملکرد دانه باصفت تعداد روز تا رسیدن به این‌گونه بیان شود که با افزایش تعداد روز تا رسیدن، طول دوره پر شدن دانه افزایش‌یافته و درنهایت عملکرد تغییر می‌یابد. ضرایب بتای صفات ارتفاع بوته، وزن سنبله، طول سنبله، وزن هزار دانه و تعداد روز تا رسیدن دانه معنی‌دار شدند اما با توجه به اینکه بین متغیرها رابطه همبستگی وجود دارد و رابطه‌ای متعامد بین متغیرها حاکم نیست، بنابراین جهت تعیین اهمیت متغیرهای واردشده به مدل ضرایب بتای بالا و معنی‌دار نمی‌توانند ملاک مناسبی باشد. در این حالت ضریب همبستگی حائز اهمیت می‌باشند. به‌طورکلی تعداد دانه در سنبله، ارتفاع بوته، وزن دانه در سنبله و طول سنبله سهم بزرگی در توجیه عملکرد دانه داشتند.به نظر می‌رسد این صفات در برنامه‌های اصلاحی افزایش عملکرد ارقام و ژنوتیپ‌ها سهم بسزایی داشته باشند.

جدول ۴. تجزیه رگرسیون به روش گام‌به‌گام عملکرد دانه و صفات مورفولوژیکی در ژنوتیپ‌های گندم نان

Table 4. Stepwise regression analysis of grain yield and morphological characteristics in bread wheat genotypes

مدل§ Model§	ضریب B B coefficient	خطای معیار The standard error	Beta	t محاسبه شده t Value	سطح معنیداری Sig.	ضریب تبیین R^2
ضریب ثابت (Constant)	-4935.5	3581.4		-1.378	0.171	
وزن هزار دانه TKW†	52.60	26.35	0.156	1.996	0.048	39.30
تعداد روز تا رسیدن DMA	56.25	26.62	0.166	2.113	0.037	37.09
طول سنبله SL	189.2	68.02	0.209	2.782	0.006	33.10
ارتفاع بوته PLH	-32.94	8.11	-0.324	-4.063	0.00	20.11
وزن سنبله Spike weight	585.8	153.9	0.306	3.805	0.00	28.63

§ صفت وابسته: عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)

§ Dependent Variable: yield (kg/ha).
† Kernel Weight -1000: TKW, Days to Maturity: DMA, Spike Length: SL, Plant Height: PLH
Y-intercept (a) = -4936; SE=916.131; R^2=39.33%; Adjusted R^2 =36.52%

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

به‌منظور شناسایی میزان سهم هر صفت در تنوع کل، کاهش ظرفیت داده‌ها و بیان بهتر ارتباط بین صفات از تجزیه مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. شایستگی داده‌ها برای آنالیز و تحلیل مؤلفه‌های اصلی به‌وسیله آزمون KMO با استفاده از نرم‌افزار SPSS بررسی شد و مؤلفه‌های با مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک گزینش شدند. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در جدول ۶ نشان می‌دهد که چهار مؤلفه دارای مقادیر ویژه مساوی و بزرگ‌تر از یک بودند که درمجموع ۷۵/۱۴ درصد تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. با این اوصاف صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله، وزن هزار دانه و وزن سنبله در مؤلفه اول، صفات تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدن و طول سنبله در مؤلفه دوم، صفات طول سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله در مؤلفه سوم و صفت ارتفاع بوته در مؤلفه چهارم همبستگی نسبتاً خوبی داشتند. بهشتی زاده و همکاران (۸) با تجزیه مؤلفه‌های اصلی بر برخی از ژنوتیپ‌های گندم نان تحت شرایط نرمال وجود چهار مؤلفه اصلی تبیین‌کننده صفات را گزارش کردند به‌طوری‌که در مؤلفه اول صفات تعداد دانه در سنبله، تعداد

سنبلچه در سنبله، در مؤلفه دوم صفت ارتفاع و در مؤلفه سوم صفت وزن هزار دانه، عملکرد دانه را تبیین کردند.

صادق قول مقدم و همکاران (Sadegh Ghol Moghadam e al., 2012) بیشترین حجم از تغییرات داده‌ها را که دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای وزن هزار دانه، ارتفاع، تعداد سنبله در مترمربع و عملکرد در عامل اول بودند را به‌عنوان عامل مؤثر بر عملکرد نام‌گذاری کردند. رضایی کلو و همکاران (Rezaei Kloo et al., 2013) گزارش کردند که در شرایط تنش خشکی تجزیه به عامل ۶ عامل وارد مدل گردیده که ۹۲/۱۱ درصد از تنوع کل را توجیه کردند.

بعضی پژوهشگران عنوان کرده‌اند که کمبود آب ممکن است عملکرد دانه گندم را از ۱۷ تا ۷۰٪ کاهش دهد (Nouri-Ganbalani et al.,2009). محققین کاهش عملکرد ۲۰/۶ درصدی را به‌واسطه ۴۰٪ کاهش آب گزارش کردند (Daryanto et al., 2016). این کاهش بر تعداد سنبلچه‌ها و نهایتاً تعداد دانه در سنبله، در حساس‌ترین دوره رشد تأثیر منفی می‌گذارد. کمبود آب باعث کاهش عملکرد دانه و کاهش دوره گلدهی و برداشت دانه می‌شود. به‌خوبی نشان داده‌شده است که در مقایسه با صفات تعداد سنبله، وزن هزار دانه، ارتفاع گیاه، عملکرد بیوماس و عملکرد دانه نسبت به آب حساسیت بیشتری دارند.

تجزیه کلاستر

تشابه لاین‌های گندم نان بر اساس آنالیز گروه‌بندی به روش UPGMA انجام شد. بر اساس آنالیز فوق، لاینها در ۹ گروه دسته‌بندی شدند (جدول ۷). گروه دوم با ۲۶ ژنوتیپ بزرگ‌ترین گروه را تشکیل داد. گروه هشتم با ۲۱ ژنوتیپ رتبه دوم رادارند و این گروه با ارقام شاهد (نارین، برزگر و سیستان) هم‌گروه بود.

در گروه سوم با ۸ لاین ازنظر صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، وزن هزار دانه، وزن دانه در سنبله و وزن سنبله نسبت به ارقام شاهد برتری داشتند. ژنوتیپ‌های این گروه عملکرد دانه آن‌ها به‌مراتب بالاتر از هر سه رقم شاهد (نارین، برزگر و سیستان) و سایر ژنوتیپ‌ها بود که این ژنوتیپ‌ها در شجره آن‌ها رقم پاستور دیده می‌شود که می‌توان گفت یکی از عوامل اصلی در افزایش عملکرد دانه آن رقم پاستور بوده است. عسکری و همکارانشان این موضوع را تائید می‌کنند.

جدول ۵. نتایج تجزیه مؤلفه‌ها بر روی صفات موردبررسی

Table 5. Results of component analysis on studied traits

Traits	صفات	میزان اشتراک subscription rate	Factors (فاکتورها) 1	2	3	4
GY§	عملکرد دانه		0.652	0.405	0.116	-0.318
TKW	وزن هزار دانه		0.198	0.473	0.317	0.444
DHE	تعداد روز تا گلدهی		-0.166	0.814	-0.322	0.065
DMA	تعداد روز تا رسیدن		-0.039	0.838	-0.360	0.021
SL	طول سنبله		0.071	0.203	0.722	-0.430
PLH	ارتفاع بوته		-0.497	-0.193	0.178	0.633
GW/S	وزن دانه در سنبله		0.909	-0.198	-0.035	0.191
NG/S	تعداد دانه در سنبله		0.847	-0.061	-0.204	0.104
NO.spikelets / spike	تعداد سنبلچه در سنبله		0.122	0.434	0.530	0.294
Spike weight	وزن سنبله		0.919	-0.132	-0.031	0.195
Relative variance	واریانس نسبی		31.47	20.808	12.258	10.609
cumulative variance	واریانس تجمعی		31.47	52.279	64.537	75.146

*، ** و ^{sn} به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱٪، ۵٪ و بدون معنی‌دار.

*, **, ^{ns} significance at the probability levels of 0.05,0.01 respectively and non significance.

§ Grain Yield: GY, Kernel Weight -1000: TKW, Days to Heading: DHE, Days to Maturity: DMA, Spike Length: SL, Plant Height: PLH, Grain weight per spike:GW/S, Number grain per Spike: NG/S

جدول ۶. تعداد ژنوتیپ‌های موجود در هر کلاستر

Table 6. Number of genotypes in each cluster

کلاستر Cluster	تعداد ژنوتیپ Number Genotype
1	1-2-8-9-10-11-20-45-49-50-66-96-101
2	3-4-6-7-12-14-16-17-18-31-35-36-38-41-42-46-47-48-61-68-69-70-79-83-87-111
3	5-22-23-24-25-33-34-102
4	13-15-19-21-26-27-28-29-30-32-39-40-98
5	37-53-55-56-62-63
6	43-44-51-57-65-78-80
7	52-59-60-64-67-71-72-73-81-85-97
8	54-74-75-76-84-88-89-91-94-99-100-103-105-106-107-108-109-110-112-113-114
9	77-81-86-90-92-93-95-104

جدول ۷. فراوانی ژنوتیپ‌ها در هر کلاستر ازنظر صفات کمی

Table 7. Frequency of genotypes per cluster in terms of quanitative traits

صفات traits	کلاستر ۱ Cluster1	کلاستر ۲ Cluster2	کلاستر ۳ Cluster3	کلاستر ۴ Cluster4	کلاستر ۵ Cluster5	کلاستر ۶ Cluster6	کلاستر ۷ Cluster7	کلاستر ۸ Cluster8	کلاستر ۹ Cluster9
عملکرد دانه GY§	4153.85	3538.46	5450.0	4338.46	2433.33	1785.71	2718.18	4004.55	4287.5
وزن هزار دانه TKW	27.3462	29.8769	30.25	30.3077	29	24.4286	27.3636	27.6364	26.6875
تعداد روز تا گلدهی DHE	69.6154	77.3846	76.375	80.2308	82.3333	73.5714	70.1818	75.7273	81.125
تعداد روز تا رسیدن DMA	114.923	120.269	119.625	120.692	121	116.571	112.818	119.182	121.5
طول سنبله SL	11.1157	9.826	10.875	11.96	10.83	10.93	10.95	10.07	11.25
ارتفاع بوته PLH	112.08	116.5	95	108.31	125.67	108.71	117.27	102.82	107.5
وزن دانه در سنبله GW/S	1.995	1.383	2.216	1.617	0.711	1.004	1.52	2.07	1.195
تعداد دانه در سنبله NG/S	43.21	31.51	46.83	38.69	16.61	27.67	29.12	41.81	29.45
سنبلچه در سنبله NS/S	14.615	15.538	17.5	17.46	14.83	13	9.63	8.59	8.875
وزن سنبله Spike weight	4.04	3.34	4.36	3.74	2.62	2.84	3.41	4.118	3.08

§Grain Yield: GY, Kernel Weight -1000: TKW, Days to Heading: DHE, Days to Maturity: DMA, Spike Length: SL, Plant Height: PLH, Grain weight per spike:GW/S, Number grain per Spike: NG/S, Number of spikelets per spike: **NS/S**

لاین‌های در کلاستر چهارم ازنظر صفات طول سنبله و وزن هزار دانه نسبت به سایر لاینها برتری داشتند عاملی که باعث افزایش عملکرد دانه شده بالا بودن طول دوره رشد و افزایش وزن هزار دانه بوده است. ژنوتیپ‌های موجود در کلاسترهای دوم، پنجم، ششم و هفتم ازنظر عملکرد دانه نسبت به ارقام شاهد کاهش عملکرد داشته‌اند یکی از عوامل آن می‌تواند بلند بودن ارتفاع بوته ژنوتیپ‌ها باشد با این تفسیر که مواد غذایی به‌جای پر شدن دانه صرف اندام بیوماس شده و عامل دوم دیررس بودن این ژنوتیپ‌ها بوده که با ایجاد تنش خشکی واردشده باعث کاهش وزن هزار دانه و وزن دانه در سنبله شده است. ژنوتیپ‌های در کلاستر نهم نسبت به ارقام شاهد عملکرد دانه کمتری داشته‌اند ولی نسبت به ارقام شاهد و سایر ژنوتیپ‌ها دیررس‌تر بوده‌اند.

در پژوهشی که بر اساس تجزیه گروه‌بندی که بر روی ژنوتیپ‌های گندم نان موردبررسی قرار گرفت ژنوتیپ ها در ۱۸ گروه قرار گرفتند (Sadegh Ghol Moghadam e al., 2012). همچنین در آزمایش دیگری که محققین در شرایط تنش خشکی بر روی لاین های گندم نان انجام دادند در گروه بندی در ۳ گروه قرار گرفتند (Rezaei Kloo et al., 2013). در گروه سوم لاینها ازنظر صفات عملکرد دانه، عملکرد بیوماس، وزن دانه سنبله و تعداد دانه در سنبله بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند.

از میان روش‌های مختلف آنالیز آماری چند متغیره، آنالیز کلاستر ازجمله روش‌هایی است که کاربرد زیادی دارد (Mohammadi and Prasanna, 2003). آنالیز گروه‌بندی بهترین روش ارزیابی شباهت بین افراد یک مجموعه است. هدف از آنالیز گروه‌بندی تعیین تعداد گروه‌های کمتر برای ژنوتیپ‌ها است. به‌طوری‌که ژنوتیپ‌هایی که اختلافات کمتری با یکدیگر دارند در یک گروه قرار داده می‌شوند (Singh, 2003). این بررسی بر پایه گروه‌بندی و شناسایی رابطه خویشاوندی ژنوتیپ‌ها که با آنالیز کلاستر انجام شد، لاین‌های موردبررسی به روش UPGMA در هفت گروه دسته‌بندی شدند. اختلاف بین گروه‌ها بر پایه ۱۰ صفت بررسی‌شده برای هر لاین بود. با گروه‌بندی لاین‌های موردبررسی، لاین‌های مشابه بر پایه شباهت صفات موردمطالعه در یک گروه قرار گرفتند که از این اطلاعات می‌توان در برنامه اصلاحی گندم نان استفاده کرد.

نتیجه‌گیری نهایی

به طور کلی جمعیت موردبررسی دارای تنوع بالایی به‌ویژه ازلحاظ عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله بود. بر اساس تجزیه مؤلفه‌ها صفات تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله و وزن سنبله با عملکرد دانه در مؤلفه اول قرار گرفتند و طبق نتایج کلاستر لاین های گروه سوم عملکرد بالاتری نسبت به ارقام شاهد داشتند. با توجه به وجود لاین های برتر از والدین در جمعیت ازنظر صفات موردبررسی نشان‌دهنده ارزشمندی جمعیت جهت تولید رقم می‌باشد. درنهایت ۱۶ لاین برتر (۹، ۱۴، ۱۶، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۹، ۳۳، ۳۴، ۸۴، ۸۸، ۸۹، ۱۰۱، ۱۰۳ و ۱۰۵)جهت انجام مطالعات تکمیلی به‌عنوان لاین های امیدبخش معرفی می‌گردند

منابع

Abdoli, M., Saeidi, M., Jalali-Honarmand, S., Mansourifar, S., Eghbal-Ghobadi, M.E., 2013. Evaluation of some physiological and biochemical traits and their relationships with yield and its components in some improved wheat cultivars under post-anthesis water deficit. Environmental Stresses in Crop Sciences. 6, 47-63. [In Persian with English Summary].

Acevedo, E., Silva, P., Silva, H., 2002. Wheat growth and physiology. In: Curtis, B.C., Rajaram, S., Gómez Macpherson, H. (eds.), Bread Wheat, Improvement and Production. FAO Plant Production and Protection Series, No. 30. pp. 39-70. FAO, Rome, Italy.

Ali, S., Liu, Y., Ishaq, M., Shah, T., Ilyas, A., Din, I.U., 2017. Climate change and its impact on the yield of major food crops: Evidence from Pakistan. Foods. 6(6), 39.

Banitaba, A., Arzani, A., Naderi Darbaghshahi, M., 2004. Evaluation of qualitation and quantitative traits of durum wheat lines in

Isfahan region. 8th Iranian Crop Science Congress. Guilan University. Rasht, Iran. [In Persian].

Blum, A., 1996. Constitutive traits affecting plant performance under stress. In: Edmeades G.O., Banziger, M., Mickelson, H.R., Pena-Valdivia, C.B. (eds.). Proceedings of a Developing drought and low-N tolerant maize. March. 25-29. CIMMYT (Mexico: CIMMYT).

Blum, A., 2005. Mitigation of drought stress by crop management. available at: www. Plant Stress.com./article/drought_m/drought_m. htm. mitigation_by_management.

Blum, A., 2011. Plant water relations, plant stress and plant production. In: Plant Breeding for Water-Limited Environments. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7491-4_2.

Budak, H., Kantar, M., Yuce Bilgili Kurtoglu, K., 2013. Drought tolerance in modern and wild wheat. The Scientific World Journal. Article ID 548246. https://doi.org/10.1155/2013/548246

Daryanto, S., Wang, L., Jacinthe, P.A., 2016. Global synthesis of drought effects on maize and wheat production. PloS one. PLoS ONE 11(5): e0156362. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156362

Edmeades, C.O., Chapman, S.C., Balanus, J., Banziger, M., Lafitte, H.R., 1995. Recent evaluation of progress in selection for drought tolerance in tropical maize. Proceedings of the 4th Eastern and Southern African Regional Maize Conference. CIMMYT. Mexico. 94-100.

El-Shawy, E.E., El-Sabagh, A., Mansour, M., Barutcular, C., 2017. A comparative study for drought tolerance and yield stability in different genotypes of barley (*Hordeum vulgare* L.). Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 5(2), 151-162.

Francia, E., Tondelli, A., Rizza, F., Badeck, F.W., Thomas, W., Eeuwijk, F.A.V., Romagosa Clariana, I., Stanca, A.M., Pecchioni, N., 2011. Determinants of barley grain yield in drought-prone Mediterranean environments. Italian Journal of Agronomy. 8(1),1-8.

Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M., Toulmin, C., 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. Science. 327(5967), 812-818.

Gonzalez, A., Bermejo, V., Gimeno, B.S., 2010. Effect of different physiological traits on grain yield in barley grown under irrigated and terminal water deficit conditions. The Journal of Agricultural Science. 148(3), 319-328.

Hossain, A., da Silva, J.A.T., Lozovskaya, M.V., Zvolinsky, V.P., 2012. High temperature combined with drought affect rainfed spring wheat and barley in South-Eastern Russia: I. Phenology and growth. Saudi Journal of Biological Sciences. 19(4), 473-487.

Kilic, H., Yagbasanlar, T., 2010. The effect of drought stress on grain yield, yield components and some quality traits of durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) cultivars. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 38(1), 164-170.

Kosina, P., Reynolds, M., Dixon, J., Joshi, A., 2007. Stakeholder perception of wheat production constraints, capacity building needs, and research partnerships in developing countries. Euphytica. 157(3), 475-483.

Mirbahar, A.A., Markhand, G.S., Mahar, A.R., Abro, S.A., Kanhar, N.A., 2009. Effect of water stress on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. Pakistan Journal of Botany. 41(3), 1303-1310.

Qaseem, M.F., Qureshi, R., Shaheen, H., 2019. Effects of pre-anthesis drought, heat and their combination on the growth, yield and physiology of diverse wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes varying in sensitivity to heat and drought stress. Scientific Reports . 9, 6955. https://doi.org/10.1038/s41598-019-43477-z

Mohammadi, S.A., Prasanna, B.M., 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants—salient statistical tools and considerations. Crop Science. 43(4), 1235-1248.

Nouri-Ganbalani, A., Nouri-Ganbalani, G., Hassanpanah, D., 2009. Effects of drought stress condition on the yield and yield components of advanced wheat genotypes in Ardabil, Iran. Journal of Food, Agriculture and Environment. 7(3/4), 228-234.

Pfeiffer, W.H., Sayre, K.D., Reynolds, M.P., 2001. Enhancing genetic grain yield potential and yield stability in durum wheat. Durum Wheat Improvement in the Mediterranean Region: New Challenges. Options Méditerranéennes, Series A. 40, 88-93.

Plaut, Z., Butow, B.J., Blumenthal, C.S., Wrigley, C.W., 2004. Transport of dry matter

into developing wheat kernels and its contribution to grain yield under post-anthesis water deficit and elevated temperature. Field Crops Research. 86(2-3),185-198.

Prasad, P.V., Pisipati, S.R., Ristic, Z., Bukovnik, U.R.S.K.A., Fritz, A.K., 2008. Impact of nighttime temperature on physiology and growth of spring wheat. Crop Science. 48(6), 2372-2380.

Ray, D.K., Ramankutty, N., Mueller, N.D., West, P.C., Foley, J.A., 2012. Recent patterns of crop yield growth and stagnation. Nature Communications, 3(1),1-7.

Rezaei Kloo, S., Khodarahmi, M., Mostafavi, Kh., 2013. Study of traits in different barley types using factor analysis under terminal drought stress and without stress conditions. Journal of Agronomy and Plant Breeding. 8(3), 149-160. [In Persian with English Summary].

Sabagh, A.E., Hossain, A., Barutçular, C., Khaled, A.A., Fahad, S., Anjorin, F.B., Islam, M.S., Ratnasekera, D., Kizilgeçi, F., Singh, G., Yadav, M.Y., 2018. Sustainable maize (*Zea mays* L.) production under drought stress by understanding its adverse effect, survival mechanism and drought tolerance indices. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 6(2), 282-295.

Sadegh Ghol Moghadam, R., Khodarahmi, M., Ahmadi, G.H., 2012. Investigation of genetic diversity and analysis of factors for grain yield and other morphological traits of wheat bread in drought stress conditions. Journal of Crop and Plant Breeding. 7(1), 147-133. [In Persian with English Summary].

Singh, S.K., 2003. Cluster analysis for heterosis in wheat [*Triticum aestivum* (L.) em. Thell.]. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, 63(3), 249-250.

Singh, M., Lalta, P., Swamkar, G.B., 2002. Analysis of correlation studies and for grain yield and its contributing traits in advance generation on bread wheat under rainfed conditions. Pl. Archives Muzafarabad, 2, 215-218.

Yassin, M., Mekawy, A.M., EL Sabagh, A., Islam, M.S., Hossain, A., Barutcular, C., Alharby, H., Bamagoos, A., Liu, L., Ueda, A., Saneoka, H., 2019. Physiological and biochemical responses of two bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes grown under salinity stress. Applied Ecology and Environmental Research. 17, 5029-5041.