استفاده از تجزیه کلاستر و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای گزینش گروهی لاین‌های اینبرد گندم در شرایط دیم

زهرا عابدی[1*]، جلال صبا [2]، افشین توکلی[2] و کاظم سلیمانی[3]

چکیده

به‌منظور گزینش لاین‌های پرمحصول و سازگار گندم برای شرایط دیم، تعداد ۱۶۵ لاین اینبرد گندم به همراه چهار رقم شاهد در قالب طرح لاتیس مربع (۱۳ × ۱۳) با دو تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در سال زراعی ۹۰ -۱۳۸۹ مورد مقایسه قرار گرفتند. صفات مورد ارزیابی عبارت بودند از تعداد پنجه مؤثر، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول ریشک، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، بیوماس و شاخص برداشت. لاین‌ها از نظر کلیه صفات اختلاف معنی‌داری نشان دادند. تجزیه خوشه‌ای به روش Ward، ۱۶۹ لاین را در سه گروه مجزا دسته‌بندی نمود. نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و رسم بای‌پلات‌ها نیز همخوانی نسبتاً زیادی با گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای داشت. با توجه به نتایج گروه‌بندی‌ها و درجه اهمیت صفات در مقاومت به خشکی و عملکرد دانه تحت شرایط تنش، لاین‌های گروه سوم که لاین‌های پابلند با ویژگی‌های عملکردی خیلی مطلوب بودند، به‌عنوان بهترین لاین‌ها در میان ۱۶۹ لاین مورد ارزیابی معرفی شده و استفاده از آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی آتی توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: لاین، بای‌پلات، تجزیه کلاستر، تنش خشکی، گروه‌بندی.

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۲۸

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

۲- اعضای هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

۳- پژوهشگر بخش غلات سازمان تحقیقات زنجان

* نویسنده مسئول: **abedizahra59@yahoo.com**

مقدمه

تنش خشکی، ناکافی بودن آب قابل دسترس از لحاظ مقدار و توزیع در طول چرخه زیستی یک گیاه زراعی است که بروز کامل پتانسیل ژنتیکی گیاه را محدود می‌سازد (Mitra, 2001). اثر خشکی به زمان، مدت و شدت آن بستگی دارد (Pandy *et al.*, 2001). در مناطقی مثل ایران که میزان بارندگی کم و توزیع آن از سالی به سال دیگر متغیر می‌باشد، پیش‌بینی میزان و توزیع بارندگی مشکل است. تحت چنین شرایطی ، عملکرد دانه نیز در سال‌های متوالی نوسانات فراوانی نشان می‌دهد. به همین دلیل افزایش عملکرد گندم در این مناطق از طریق به‌نژادی و تولید ارقام سازگار و مقاوم به خشکی تاکنون با موفقیت‌های بزرگی همراه نبوده است ، زیرا صفات گیاهی و عوامل بسیاری در بیان پدیده مقاومت به خشکی و افزایش محصول دخالت داشته و این صفات و عوامل با همدیگر اثر متقابل نیز دارند (Mohammadi *et al.*, 2006).

عملکرد در گیاه مهمترین صفت بوده و بسیار مورد توجه اصلاح‌کنندگان گیاه است (Sattar *et al.*, 2003). یکی از عوامل کاهش محصول دانه در سنبله گندم، وزن پایین دانه است. اثر وزن دانه بر عملکرد معمولاً مثبت است. ولی همانند دو جزء دیگر عملکرد ، به تنهایی نقش اساسی در تعیین عملکرد دانه ندارد (Hockett and Nilan, 1985). نتایج آزمایشات مزرعه‌ای، در شرایط آبی و تنش خشکی نشان داد که در شرایط خشکی انتهای فصل، ارقام پابلند بومی نسبت به ارقام پاکوتاه و نیمه پاکوتاه گندم از ثبات عملکرد دانه بیشتری برخوردار بودند، هر چند که ظرفیت عملکرد آن ها کمتر بود (Ehdaie and Wines, 1989). تعداد دانه در سنبله یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد در گندم می‌باشد. ژنوتیپ‌هایی که برای این صفت پایداری نشان می‌دهند، اغلب تحت تنش خشکی، تحمل بهتری از خود نشان می‌دهند. اما در صورت گزینش برای آن، وزن دانه‌ها نیز می‌تواند مهم باشد (Riaz and Chowdhry, 2003). داواری و لوترا (Dawari and Luthra, 1991) در مطالعات خود بر روی ارقام گندم نان نشان دادند که شاخص برداشت، تعداد سنبله در هر گیاه و طول سنبله از اجزای مهم عملکرد بوده و انتخاب براساس آن‌ها می‌تواند برای بهبود عملکرد مؤثر باشد. اجزای سنبله (طول، تعداد سنبلچه، تعداد گلچه بارور، تعداد دانه) بر عملکرد تأثیر بسیار زیادی دارند. در صورت وجود رطوبت و مواد غذایی مناسب و قابل دسترس، ژنوتیپ‌های دارای طول سنبله زیاد و تعداد سنبلچه ، تعداد گلچه بارور و تعداد دانه در سنبله بیشتر ، عملکرد دانه بالایی خواهند داشت.

تنش خشکی به‌ویژه تنش خشکی آخر فصل همواره یکی از عوامل اصلی کاهش تولید محصول گندم بوده است. لذا در اکثر مواقع به علت میزان کم بارندگی یا توزیع نامناسب آن، رطوبت مناسبی برای پر کردن دانه وجود نداشته و در اغلب مواقع به علت افزایش دما، بذور چروکیده و در نهایت کاهش محصول اتفاق می‌افتد (Yildrim *et al.*, 1993). با توجه به مطالب فوق، بایستی در کنار تحقیقات برای شرایط آبیاری معمولی، تحقیقات در شرایط کم آبی نیز جدی‌تر و گسترده‌تر اجرا شود تا رقم مناسب برای این شرایط نیز تولید شود. این پژوهش با هدف گزینش لاین‌های پیشرفته گندم برای شرایط دیم با استفاده از صفات زراعی مؤثر انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ۱۶۵ لاین پیشرفته گندم حاصل از چند سال گزینش در تعداد زیادی از لاین‌های بدست آمده از هشت جمعیت (Saba, 2008) به همراه چهار رقم شاهد سرداری، آذر۲، اوحدی و یک رقم محلی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در قالب طرح لاتیس مربع (۱۳×۱۳) با دو تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. محل اجرای آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان واقع در ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۲۷ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۶۲۰ متر از سطح دریا بود. هر واحد آزمایشی شامل سه ردیف یک متری بود. عملیات کاشت در مهر ۸۹ انجام و کل مراحل آزمایش در شرایط دیم کامل سپری شد. در طول دوره رشد و پس از برداشت صفات تعداد پنجه مؤثر، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول ریشک، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، بیوماس، شاخص برداشت و عملکرد دانه یادداشت شدند. تجزیه واریانس طرح لاتیس با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام گرفت. در صفات وزن هزار دانه و شاخص برداشت طرح لاتیس سودمندی چندانی نداشت و بنابراین تجزیه واریانس این صفات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تجزیه خوشه‌ای به روش Ward با استفاده از نرم افزار PASW Statistic 18، و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و رسم بای‌پلات‌ها با استفاده از نرم افزار STATISTICA انجام گردید.

نتایج و بحث

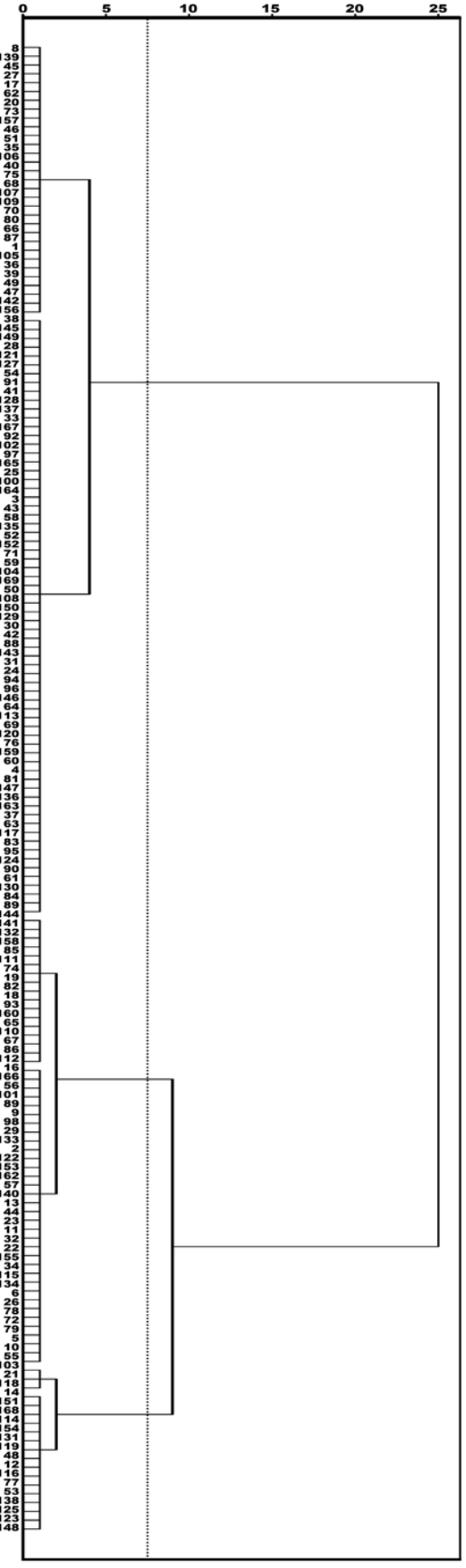
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که از نظر تعداد پنجه مؤثر، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول ریشک، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، بیوماس، شاخص برداشت و عملکرد دانه در سطح احتمال ۰/۰۱ بین لاین‌های گندم اختلاف معنی‌دار وجود داشت. ضرایب همبستگی ساده صفات (جدول ۱) نشان داد که عملکرد دانه با بیوماس (۰/۸۳۶**)، تعداد دانه در بوته (۰/٦٦٨**)، ارتفاع بوته (۰/٤٧٧**)، شاخص برداشت (۰/٤٥٧**) و تعداد پنجه مؤثر (۰/٤٣٧**) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. همبستگی وزن هزار دانه (۰/۰۳۲-) و طول ریشک (۰/۰٤۹-) با عملکرد دانه منفی و غیر معنی‌دار بود. با برش دندروگرام (شکل ۱) حاصل از تجزیه خوشه‌ای از محل‌های مختلف، ۳، ٤ و ٦ گروه ایجاد گردید. جهت انتخاب یکی از این حالت‌ها از تجزیه واریانس چند متغیره بر مبنای طرح کاملاً تصادفی نامتعادل استفاده گردید. در حالت‌های مختلف برش دندروگرام گروه‌بندی انجام شد که در حالت برشی منجر به ایجاد سه گروه، بیشترین مقدار F بدست آمد (F=۲٤/٥٦٤). به عبارت دیگر در این حالت اختلافات بین گروه‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر از اختلاف درون گروه‌ها بوده و گروه‌بندی صحیح‌تری انجام شده است. در این حالت گروه اول لاین‌های با ارتفاع بوته کم و ویژگی‌های عملکردی نامطلوب، گروه دوم لاین‌های با ارتفاع متوسط و ویژگی‌های عملکردی مطلوب، گروه سوم لاین‌های با ارتفاع بلند با صفات عملکردی خیلی مطلوب را شامل شدند. نتایج حاصل از گروه‌بندی نشان داد که بیشترین میزان عملکرد دانه مربوط به گروه پابلند بود. بنابراین می‌توان انتظار داشت گزینش ژنوتیپ‌های پابلند برای کاشت در دیمزارها باعث افزایش عملکرد دانه گردد.

روستایی (Roustai, 2000) نیز اظهار داشت که ارتفاع بوته در افزایش عملکرد دانه (به‌ویژه در ژنوتیپ‌های زودرس) مؤثر است. زیرا در دیمزارها معمولاً تنش خشکی و گرمای آخر دوره رشد تولید محصول را کاهش می‌دهد، لذا گزینش ژنوتیپ‌های پابلند و زودرس برای تولید محصول در شرایط دیم اهمیت دارد. نتایج حاصل از تطابق گروه‌بندی از لحاظ ویژگی‌های عملکردی و ارتفاع بوته با نتایج ریتز (Reitz, 1974) و اینز و همکاران (Innes *et al.*, 1985) مطابقت دارد.

با توجه به ضریب تبیین صفات در مؤلفه‌های اصلی مهم (جدول ۳)، مشخص گردید که تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، بیوماس، شاخص برداشت و ارتفاع بوته عمدتاً توسط مؤلفه اصلی اول، طول سنبله و طول ریشک بیشتر توسط مؤلفه اصلی دوم و تعداد پنجه مؤثر و تعداد دانه در سنبله بیشتر توسط مؤلفه اصلی سوم و در مرحله بعد توسط مؤلفه اصلی اول و وزن هزار دانه توسط مؤلفه اصلی چهارم توجیه شده‌اند. لذا با توجه به ماهیت تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و نیز درجه اهمیت صفات در مقاومت به‌خشکی و عملکرد دانه، به‌نظر می‌رسد که در میان چهار مؤلفه اصلی اول نیز دو مؤلفه اصلی اول مهم‌تر می‌باشند. لذا با رسم بای‌پلات این دو مؤلفه اصلی مهم (شکل ۲) سعی شد که ۱٦۹ لاین مورد بررسی گروه‌بندی شوند که نتیجه آن تطابق زیادی با گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای داشت.

ففر و همکاران (Pfeiffer *et al.*, 2001). اظهار داشتند که ارقام دارای مقادیر بالای طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله و وزن هزار دانه ، یک مخزن قوی برای استفاده از آسمیلات‌های ساخته شده توسط ریشک و برگ پرچم و یا ذخیره شده در ساقه را دارا می‌باشند. باید توجه داشت که عملکرد دانه (بخشی از ماده خشک تولید شده توسط گیاه) به لحاظ ژنتیکی در طی سال‌های اخیر از طریق به‌نژادی بهبود یافته است و بیشتر (یا همه) این تغییرات ناشی از تغییر در شاخص برداشت بوده است. اسلافر و اندرید (Slafer and Andrader, 1992) با بررسی نتایج چندین آزمایش انجام شده در مناطق مختلف دنیا، تطابق جالبی را بین بهبود ژنتیکی در عملکرد دانه و شاخص برداشت ملاحظه کردند.

با توجه به نتایج فوق‌الذکر، برای افزایش عملکرد دانه گندم دیم استفاده از ارتفاع بوته، طول سنبله، بیوماس و شاخص برداشت ضروری و حائز اهمیت می‌باشد. لذا با توجه به این که یادداشت‌برداری صفات اندازه‌گیری شده بسیار ساده است می‌توان آن‌ها را به‌عنوان صفات مناسب برای استفاده در گزینش پیشنهاد نمود. در کل با توجه به نتایج گروه‌بندی‌ها و درجه اهمیت صفات در مقاومت به خشکی و عملکرد دانه تحت شرایط تنش لاین‌های گروه سوم به عنوان بهترین لاین‌ها در میان ۱٦٥ لاین مورد ارزیابی معرفی شده و استفاده از آن ها در برنامه‌های اصلاحی آتی توصیه می‌گردد.



شکل ۱- دندروگرام ۱۶۹ لاین گندم برحسب صفات مورد ارزیابی با استفاده از روش وارد

Figure 1. Dendrogram of 169 wheat lines based on evaluated traits by ward method

Table 1. Correlation coefficients between evaluated traits **جدول ۱- ضرایب همبستگی بین صفات مورد ارزیابی**

Trait	Effective tiller number	Plant height	Spike length	Awn length	Seed number per spike	Seed number per plant	1000 grain weight	Biomas	Harvest index	Grain yield
Effective tiller number	1									
Plant height	0.311**	1								
Spike length	0.158**	0.493**	1							
Awn length	0.020	0.408**	0.539**	1						
Seed number per spike	-0.117	0.355**	0.116	0.011	1					
Seed number per plant	0.549**	0.514**	0.188**	0.025	0.660**	1				
1000 grain weight	-0.128	0.052	0.060	0.001	-0.166**	-0.235**	1			
Biomas	0.455**	0.481**	0.160*	-0.087	0.386**	0.688**	0.008	1		
Harvest index	0.116	0.139	-0.057	-0.010	0.173*	0.206**	-0.087	0.099	1	
Grain yield	0.437**	0.477**	0.094	-0.049	0.379**	0.668**	-0.032	0.836**	0.457**	1

*, **significant at 5% and 1% of probability levels, respectively. *، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۲- مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی چهار مؤلفه اصلی مهم در ۱۶۹ لاین و رقم گندم

Table 4. Eigen values, variance and cumulative variance percentage of four important principal components in 169 wheat lines

Number of component	Eigen value	Percentage of variance	Cumulative variance percentage
1	3.675	36.75	36.75
2	1.763	17.63	54.38
3	1.168	11.68	66.06
4	1.048	10.48	76.54

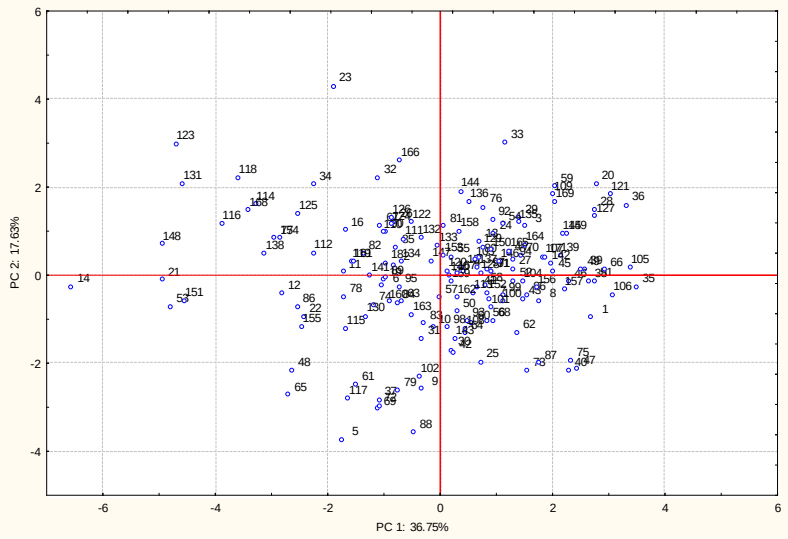
جدول ۳- بردارهای ویژه چهار مؤلفه اصلی مهم و ضرایب تبیین صفات در این مؤلفه‌ها در ۱۶۹ لاین و رقم گندم

Table 5. Eigen vectores of four important principal components and coefficients of determination characteristics in this components in 169 wheat lines

Variable	First component	r^2	Second component	r^2	Third component	r^2	Fourth component	r^2
Effective tiller number	-0.2953	0.320	0.0449	0.003	-0.5405	0.341	0.4711	0.232
Plant height	-0.3752	0.517	-0.3434	0.207	0.0002	0	-0.1131	0.013
Spike length	-0.1845	0.125	-0.5876	0.608	-0.0007	0	0.0424	0.001
Awn length	-0.0792	0.023	-0.6248	0.688	0.1322	0.020	0.1402	0.020
Seed number per spike	-0.3017	0.334	0.0812	0.011	0.6322	0.466	-0.2593	0.070
Seed number per plant	-0.4643	0.792	0.1110	0.021	0.1162	0.015	0.1106	0.012
1000-grain weight	0.0719	0.018	-0.1599	0.045	-0.4375	0.223	-0.7835	0.643
Biomass	-0.4349	0.695	0.1417	0.035	-0.2137	0.053	0.1548	0.025
Harvest index	-0.1779	0.116	0.2003	0.070	0.1474	0.025	-0.0602	0.003
Grain yield	-0.4459	0.730	0.1988	0.069	-0.1351	0.021	-0.1505	0.023

*r^2 هایی که زیر آن‌ها خط کشیده شده است مربوط به صفاتی هستند که بیشترین ضریب تبیین را در مؤلفه مزبور (ستون مربوطه) دارند.

Underlined r^2 show characteristic with the highest coefficient of determination in each column (component).



شکل ۲- نمودار بای‌پلات مؤلفه اصلی اول با دوم حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در ۱۶۹ لاین و رقم گندم

Figure 1. The biplot diagram of the first with second principal components, as a result of principal components analysis in 169 lines of wheat

References

Dawari NH, Luthra OP (1991) Character association studies under high and low environment in wheat (*Triticum aestivum* L.) Indian Journal of Agricultural Research 25: 515- 518.

Ehdaie B, Wines JG (1989) Heat resistance in wild *Triticum* and *Aegilops*. Journal of genetic and Breeding 46: 221-228.

Hockett EA, Nilan RA (1985) Genetics. In: Rasmusson, DC (Ed), Barley. American Society of Agronomy, Madison, USA. pp. 233-258.

Innes P, Hoogendoorn J, Blackweel RD (1985) Effects of differences in emergence and height on yield of winter wheat. Journal of Agricultural Science 105: 543-549.

Mitra J (2001) Genetic and genetic improvement of drought resistance in crop plants. Current Science 80: 758-762.

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

Pandy RK, Maranvill JW, Admou A (2001) Tropical wheat response to irrigation and nitrogen in a Sahelin environment. I. Grain yield, yield components, and water use efficiency. European Journal of Agronomy 15: 93-105.

Pfeiffer WH, Sayre KD, Reynolds MP (2001) Enhancing genetic grain yield potential and yield stability in durum wheat. CIHEAM-Options Mediterranean's 83-93 Retrieved from: www.ciheam.org.

Riaz R, Chowdhry MA (2003) Genetic analysis of some economic traits of wheat under drought condition. Australian Journal of Plant Science 2(10): 790-796.

Reitz LP (1974) Breeding for more efficient water-use, is it real or a mirage? Agricultural Meterology 14: 3-6.

Roustai M (2000) Evaluation of agronomic characteristics in rainfed wheat yield increases in cold regions. Nahal and Bazr 16: 285-299. [In Persian with English Abstract].

Saba J (2008) Convergent cross in order to form wheat source population for wheat breeding for drought resistance. Final Report, Minstry of Agriculture, Planning Department. Zanjan. Iran. 44 pp. [In Persian with English Abstract].

Sattar A, Chowdhry MA, Kashif M (2003) Estimation of heritability and genetic gain of some metric traits in six hybrid populations of spring wheat. Asian Journal of Plant Science 2: 495-497.

Slafer GA, Andrade FH (1992) Changes in physiological attributes of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) through genetic improvement of grain yield potential at different regions of the world. (a review), Euphytica 58: 37-49.

Yildrim M, Budak N, Arshas Y (1993) Factor analysis of yield and related traits in bread wheat. Turkish Journal of field crop 1: 11-15.