Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 51, No 4, Winter 2021 (25-37)
DOI: 10.22059/ijfcs.2020.277185.654588

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۱، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۹ (ص۳۷-۲۵)

اهمیت صفات اگرو-مورفولوژیک در شرایط آبیاری تکمیلی به عنوان معیارهای انتخاب در به‌نژادی گندم بهاره

سعید یاراحمدی*[۱]، قربانعلی نعمت زاده[۲]، حسین صبوری[۳]، حمید نجفی زرینی[٤]

۱، ۲ و ٤- به‌ترتیب دکتری، استاد و دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۳- دانشیار، دانشگاه گنبد کاووس.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱/۲۷- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۲۱)

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی ارتباط بین صفات زراعی و عملکرد دانه، با استفاده از ۱۳۲ ژنوتیپ گندم بهاره و در قالب طرح آلفا لاتیس با دو تکرار؛ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد کاووس انجام شد. تجزیه واریانس نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر همه صفات مورد نظر، تفاوت معنی داری داشتند. عملکرد دانه، همبستگی بسیار بالا و با سطح ۰/۰۱ با صفات زیست‌توده (۰/۷۱)، دوره پرشدن دانه (۰/٤۸)، سرعت پر شدن دانه (۰/۸۷)، وزن هزار دانه (۰/٦٦)، وزن سنبله (۰/٤۳)، وزن دانه در سنبله (۰/٤۳)، روز تا سنبله دهی (۰/۵۹-) و روز تا رسیدگی (۰/۵۷-) داشت. عملکرد دانه به عنوان صفت وابسته در نظر گرفته شد و صفات زیست‌توده، وزن هزار دانه و طول ، تعداد و وزن سنبله، به‌ترتیب وارد مدل رگرسیونی شدند. تجزیه کلاستر با استفاده از صفات وارد شده به مدل رگرسیونی و صفاتی که همبستگی بالایی با عملکرد دانه داشتند، انجام گرفت. نتایج تجزیه خوشه ای نشان داد که ژنوتیپ‌های گروه چهار شامل ژنوتیپ‌های شماره ۱۰، ۱۲، ۱٦، ۲۰، ۲۲، ۲۵، ۳۱، ۳۸، ۵۳، ۵٤، ٦۷، ۷۰، ۷۲، ۸۷، ۹٦، ۹۷، ۹۸، ۱۱۲ و ۱۲۳ از نظر میانگین صفات عملکرد دانه، طول دوره پر شدن دانه، وزن هزار دانه، وزن سنبله، وزن دانه در سنبله، روز تا سنبله‌دهی و سرعت پر شدن دانه، برتر از ژنوتیپ‌های سایر گروه‌ها بودند.

واژه‌های کلیدی: انتخاب غیرمستقیم، تجزیه علیت، رگرسیون گام به گام، گروه بندی، گندم.

The importance of agro-morphological traits in supplementary irrigation conditions as selection criteria for spring wheat improvement

Saeid Yarahmadi*[1], Ghorbanali Nematzade[1], Hossein sabouri[2], Hamid Najafi Zarini[1]
1. Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, 2. Gonbad Kavous University

(Received: April 16, 2019- Accepted: December 12, 2019)

ABSTRACT

This research was carried out to investigate the relationship between agronomic traits and yield using 132 spring wheat genotypes in alpha-lattice design with two replications at the Agricultural Research Station of Gonbad-e-Kavos. Variance analysis showed that genotypes were significantly different for all traits. The grain yield had very high correlation with the biomass, grain filling duration, seed filling rate, 1000-seed weight, spike weight, Grain weight per spike, days to heading and days to maturity at 1% of probability level. Grain yield was considered as a dependent trait. Biomass, 1000-grain weight and spike length, number and weight were entered into the regression model, respectively. The results showed that in breeding programs with the aim of increasing grain yield, selection should be based on biomass, 1000-grain weight, number and weight of spikes and days to heading. The cluster analysis was performed using the traits introduced into the regression model and traits with high correlation with the performance. Results of cluster analysis showed that genotypes 10, 12, 16, 20, 22, 25, 31, 38, 53, 54, 67, 70, 72, 87, 96, 97, 98, 112 and 123 were in group 4. Genotypes in group 4 were superior to other groups in terms of grain yield, 1000-grain weight, spike weight, grain weight per spike, days to heading and seed filling rate. It is suggested that the genotypes in group 4 should be tested in several years and locations and the best genotype(s) should be introduced.

Keywords: Clustering indirect selection, path analysis, stepwise regression, wheat.

مقدمه

گندم با شرایط بسیار متنوع آب و هوایی سازگار است و به همین دلیل، در سراسر جهان و در سطح وسیع‌تری نسبت به سایر محصولات کشت می‌شود. از آن‌جا که یک پنجم کل کالری جمعیت جهان از گندم

* Corresponding author E-mail: s.yarahmadi@areeo.ac.ir

تامین می‌شود، نقش بسیار مهمی در امنیت غذایی جهان دارد (Reynolds *et al.,* 2010). در سراسر جهان، ۶/۶۱ میلیون هکتار گندم کشت می‌شود که ۳۸/۵۷ درصد از آن به صورت آبی و ۶۱/۴۳ درصد به صورت دیم و در نواحی خشک کشت می‌شود. در سال ۲۰۱۷ و بر اساس گزارش سازمان خواروبار جهانی، ۶۷۰۰۰۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی کشور زیر کشت گندم بوده است و تولید کل گندم، ۱۴ میلیون تن و متوسط عملکرد در آن سال، ۲۰۸۹/۶ کیلوگرم در هکتار بود (FAO, 2017). در نواحی مدیترانه‌ای، تنش خشکی پس از مرحله گل‌دهی، تنشی رایج است که با مرحله گرده‌افشانی و رسیدگی دانه گندم همزمان است. بخش‌های زیادی از مناطق زیر کشت گندم در ایران با این تنش مواجه هستند (Mollasadeghi *et al.,* 2011). میانگین عملکرد گندم کشور با میانگین جهانی آن، ۲۹۰۱/۱ کیلوگرم در هکتار فاصله دارد. پایین بودن میانگین عملکرد گندم، هنوز هم کلیدی‌ترین و مهم‌ترین چالش تولید گندم در ایران است (Ahmadi *et al.,* 2016). عملکرد دانه گندم، صفتی کمی و بسیار پیچیده است که حاصل اثر متقابل بین پتانسیل‌های ژنتیکی و محیط است. بهبود این صفت می‌تواند بر اساس گزینش غیرمستقیم برای اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مرتبط با آن در نسل‌های در حال تفرق انجام گیرد (Ahmadi *et al.,* 2016). انتخاب غیر مستقیم بر اساس تعدادی از اجزا عملکرد، موثرتر از انتخاب مستقیم بر اساس عملکرد دانه می‌باشد. به دلیل پیچیدگی و رابطه منفی بین برخی از اجزای عملکرد، زمانی عملکرد بالا به‌دست خواهد آمد که ترکیب مناسبی از اجزای عملکرد و صفات مرتبط، در نظر قرار گیرند (Chandra *et al.,* 2004). در به‌نژادی گیاهان، درک و فهم روابط میان صفات، در گزینش غیرمستقیم برای صفاتی که به آسانی اندازه‌گیری نمی‌شوند و یا صفاتی که وراثت پذیری کمی دارند، بسیار مهم است (Ahmadi *et al.,* 2016)؛ بنابراین شناسایی صفات موثر بر عملکرد و انتخاب بر اساس این صفات، روش مطمئن و سریعی برای غربالگری جمعیت‌های به‌نژادی و بهبود عملکرد دانه می‌باشد. با استفاده از تجزیه رگرسیون می‌توان صفات کم تاثیر بر عملکرد را از مدل حذف نمود و تنها صفاتی که میزان قابل توجهی از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند، مورد بررسی قرار داد. بررسی ضرایب همبستگی بین صفات و شکستن این ضرایب به اثرات مستقیم و غیرمستقیم توسط تجزیه علیت، کمک شایانی به شناسایی صفات مهم و تاثیرگذار بر عملکرد می‌کند (Astereki *et al.,* 2017). در پژوهشی گزارش شد که صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه در سنبله به‌ترتیب وارد مدل رگرسیونی شدند و مهم‌ترین اجزا موثر بر میانگین عملکرد سنبله محسوب می‌شوند (Naghavi *et al*., 2002). در پژوهش دیگری گزارش شد که بیشترین اثر مستقیم مثبت، مربوط به صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد زیستی است و بیشترین اثر مستقیم منفی از طریق صفات وزن دانه در سنبله و شاخص برداشت بر عملکرد اعمال می‌شود (Golparvar *et al.,* 2002). همچنین Ahmadi *et al.* (2016) با استفاده از رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت گزارش نمودند که صفات تعداد سنبله، شاخص برداشت، وزن سنبله و ارتفاع بوته، از مهم‌ترین اجزای عملکرد بودند و سهم بیشتری در توجیه عملکرد دانه داشتند. همچنین بزرگترین اثرات مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه نیز مربوط به صفات تعداد و وزن سنبله بودند. موفقیت بسیاری از روش‌های به‌نژادی، به انتخاب والدهای مناسب بستگی دارد؛ این امر می‌تواند از هدر رفت وقت و سرمایه جلوگیری کند (Khalilzadeh, 2018). گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از صفاتی که همبستگی بالا با عملکرد دارند و همچنین صفاتی که وارد مدل رگرسیونی شده اند، می‌تواند در گزینش ژنوتیپ‌ها برای معرفی و یا انجام تلاقی‌ها و ایجاد جمعیت‌های به‌نژادی بسیار موثر باشد. در این پژوهش، از لاین‌های منتخبی از خزانه 9STEMRRSN (occurrence10) موسسه CIMMYT استفاده شد؛ این خزانه مربوط به سال ۲۰۱۴ موسسه CIMMYT است. شناسایی این ژنوتیپ‌ها، گروه بندی آن‌ها بر

اساس صفات مرتبط با عملکرد و استفاده از پتانسیل‌های ژنتیکی این ژنوتیپ‌ها در برنامه‌های اصلاحی می‌تواند کمک زیادی به به‌نژادگران نماید.
هدف از این تحقیق، شناسایی مهم‌ترین صفات موثر بر عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی و استفاده از این صفات در گروه بندی ژنوتیپ‌ها به‌منظور شناسایی بهترین ژنوتیپ‌ها برای معرفی و یا انجام تلاقی برای ایجاد جمعیت‌های به‌نژادی جدید می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۳۲ ژنوتیپ شامل ۶۲ رقم ایرانی و خارجی و ۷۰ لاین پیشرفته از خزانه 9STEMRRSN (occurrence10) موسسه CIMMYT برای انجام پژوهش انتخاب شدند (جدول ۱).
لاین‌های پیشرفته به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که شجره نزدیک به هم نداشته باشند تا حداکثر تنوع ممکن وجود داشته باشد. بذرها از موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور و موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه شدند. ژنوتیپ‌ها در قالب طرح آلفا لاتیس در دو تکرار، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد کاووس و در سال زراعی ۹۵-۹۴ ارزیابی شدند. ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد در طول جغرافیایی ۱۰ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و عرض ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی با ۴۵ متر ارتفاع از سطح آزاد دریاها قرار دارد و دارای اقلیم نیمه خشک و نیمه گرمسیر است. واریته‌ها توسط نرم افزار GENDEX در دو تکرار در ردیف‌ها و ستون‌ها قرار گرفتند. هر تکرار شامل ۱۲ بلوک ناقص بود و در هر بلوک ناقص، ۱۱ ژنوتیپ قرار گرفت. هر واریته در چهار خط به طول یک متر و فاصله خطوط ۰/۲ متر کشت شد. در اطراف مزرعه و به‌منظور جلوگیری از اثرات حاشیه، دو خط از رقم گنبد کشت شد. تراکم بوته هر کرتف بر اساس تراکم ۳۵۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. ابتدا زمین آزمایش شخم و دیسک زده شد و سپس کلوخ‌ها با روتیواتر، نرم شدند و عمل تسطیح زمین انجام شد. عملیات کاشت به‌صورت دستی و در تاریخ ۱۵ آذر ماه انجام شد. رطوبت مزرعه از مرحله ساقه‌رویی تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، به‌طور مداوم پایش شد و در صورتی که رطوبت وزنی مزرعه به کمتر از ۵۰ درصد ظرفیت زراعی رسید، آبیاری انجام شد. در هر نوبت آبیاری، ۱۸ متر مکعب آب استفاده شد. قبل از کاشت، کود سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم و سولفات روی، به‌ترتیب به میزان ۱۰۰، ۱۰۰ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار به زمین داده شد. در طول آزمایش و در سه نوبت، کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. کنترل علف‌های‌هرز به صورت دستی انجام گرفت. صفات عملکرد (گرم/ متر مربع)، زیست‌توده (گرم)، شاخص برداشت، تعداد سنبله، ارتفاع (سانتیمتر)، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی، طول دوره پر شدن دانه، سرعت پر شدن دانه (گرم/ متر مربع/ روز)، سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع)، سطح ویژه برگ پرچم (سانتی متر مربع/ گرم)، وزن خشک برگ پرچم (گرم)، وزن هزار دانه (گرم)، طول (سانتی متر) و وزن سنبله (گرم) و وزن دانه در سنبله (گرم) برای همه ژنوتیپ‌ها ارزیابی شدند. برای ارزیابی صفات مرتبط با سنبله، نمونه‌ای متشکل از ۱۰ سنبله اصلی از هر کرت آزمایشی گرفته شد. صفات مورد نظر برای هر یک از نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها برای محاسبات آماری مورد استفاده قرار گرفت. برای صفات عملکرد دانه، زیست‌توده و شاخص برداشت، همه کرت برداشت شد و صفات مورد نظر اندازه گیری شدند. تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS، ضرایب همبستگی و تجزیه رگرسیون به روش گام به گام و تجزیه کلاستر به روش UPGMA با استفاده از نرم افزارXLSTAT انجام شد.

نتایج و بحث

ابتدا با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف، نرمال بودن داده‌های اندازه گیری شده بررسی شدند. سودمندی طرح آلفا لاتیس نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی ناچیز بود. سودمندی برای صفات مختلف، بین ۹۷ تا ۱۰۵ درصد بود؛ بنابراین تجزیه واریانس به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد.

جدول ۱- نام و شجره ژنوتیپ‌های به‌کارگرفته شده در این آزمایش.

Table 1. Name and pedigree of the genotypes used in this experiment.

pedigree	genotype	code	pedigree	genotype	code
	Gonbad	67		Niknedjad	1
CHIBA//PRLII/CM65531/3/SKAUZ/BAV92*2/4/…	6051	68	KA/NAC//TRCH/4/TC870334/GUI//TEMPORALERA M 8…	6070	2
	N-80-19	69		Hirmand	3
MELON//FILIN/MILAN/3/FILIN/6/YAR/…	6131	70	FRET2*2/4/SNI/TRAP#1/3/KAUZ*2/TRAP#1/3/KAUZ*2/TRAP//KAUZ/5/	6109	4
	Baharan	71		Maroun	5
ATTILA/3*BCN//BAV92/3/TILHI/5/BAV92/3/PRL/…	6201	72	ROLF07/YANAC//TACUPETO F2001/BRAMBLING*2/5/…	6203	6
	Sepahan	73		Arta	7
KINGBIRD #1	6003	74	WAXWING*2/KRONSTAD F2004/3/TRCH/SRTU//KACHU	6165	8
	Sivand	75		Moghan3	9
PBW343*2/KUKUNA//PBW343*2/KUKUNA/6/WBLL1*2/…	6124	76	PBW343*2/KUKUNA//JUCHI/3/ATTILA*2/PBW65//…	6250	10
	parsi	77		Gahar	11
OTUS//PRL/2*PASTOR/5/SERI.1B//KAUZ/HEVO/3/…	6169	78	ATTILA*2/PBW65/5/PRL/2*PASTOR/4/CHOIX/STAR/….	6031	12
	Shiraz	79		Golestan	13
NS-732/HER/3/PRL/SARA//TSI/VEE#5/4/FRET2/5/…	6071	80	SHA7//PRL/VEE#6/3/FASAN/4/HAAS8446/2*FASAN/…	6097	14
	Tiger	81		Inia	15
	Azadi	82	PASTOR/KAUZ/6/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/…	6055	16
INQALAB 91*2/KUKUNA//PFAU/WEAVER/3/…	6171	83		Naz	17
	Marvdasht	84	CROC_1/AE.SQUARROSA (205)//BORL95/3/PRL/…	6152	18
MON/IMU//ALD/PVN/3/BORL95/4/OASIS/2*BORL95/…	6075	85		Zagrous	19
	Karaj1	86	MUNAL #1/3/TRCH/SRTU//KACHU	6158	20
MUTUS*2/HARIL #1	6004	87		Kouhdasht	21
	Karaj2	88	BABAX/LR42//BABAX*2/3/PAVON 7S3, +LR47/4/…	6153	22
MUNAL #1/11/CROC_1/AE.SQUARROSA (213)//PGO/…	6089	89		Line 17	23
	Karaj3	90	DANPHE/3/ROLFO7/YANAC//TACUPETO F2001/…	6112	24
NG8201/KAUZ/4/SHA7//PRL/VEE#6/3/FASAN/5/…	6113	91		Line A	25
	Ns	92	BAJ #1/7/WAXWING/6/PVN//CAR422/ANA/5/BOW/…	6161	26
KAUZ//ALTAR 84/AOS/3/MILAN/KAUZ/4/SAUAL/5/…	6179	93		Dez	27
	Bahar	94		Albourz	28
CHWINK/3/ROLF07/YANAC//TACUPETO F2001/…	6114	95	PAURAQUE#1/3/pbw343*2/kukuna//pbw343*2/…	6046	29
	Chamran	96		Karim	30
BABAX/LR42//BABAX/3/ER2000/11/CROC_1/…	6237	97	MELON//FILIN/MILAN/3/FILIN/4/TRCH/SRTU//…	6216	31
	Sirvan	98		Rasoul	32
PFAU/MILAN/5/CHEN/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/…	6016	99	WAXWING*2/KRONSTAD F2004*2/8/NG8201/KAUZ/4/…	6210	33
	Mahdavi	100		Khazar1	34
CHONTE/KINGBIRD #1/5/WBLL1*2/VIVITSI/4/…	6149	101	DANPHE/3/PBW343*2/KUKUNA//PBW343*2/KUKUNA	6122	35
	Darab2	102		Roshan	36
WAXWING/7/TNMU/6/CEP80111/CEP81165/5/IAC5/4/…	6172	103	QUAIU #1/3/PBW343*2/KUKUNA//PBW343*2/KUKUNA	6127	37
	Chamran2	104		Aftab	38
PICAFLOR #1/5/FRET2/KUKUNA//FRET2/3/YANAC/4/…	6115	105	PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/SOKOLL/WBLL1/4/…	6156	39
	Neishabour	106		Ghabous	40
SUP152/3/INQLAB 91*2/TURKURU//WHEAR	6164	107	PASTOR/HEILO//HEILO/3/2*PICAFLOR#2	6041	41
	UR-92-13	108		Darya	42
	Sistan	109	GRACKLE#1/4/SOKOLL/3/PASTOR//HXL7573/2*BAU	6088	43
QUAIU//KIRITATI/2*TRCH	6234	110		Pishtaz	44
	Ofogh	111	ROLF07/YANAC//TACUPETO F2001/BRAMBLING/6/…	6182	45
ELVIRA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI75/3/AE.SQ/4/…	6038	112		Bam	46
	Arg	113	KS82W418/SPN/3/CHEN/AE.SQ//2*OPATA/4/FRET2/…	6230	47
MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92/4/BAVIS	6077	114		Kavir	48
	Narin	115	YUNMAI 48/4/2*SERI.1B*2/3/KAUZ*2/BOW//KAUZ/…	6107	49
FRNCLN*2/BECARD	6047	116		ghods	50
	Natasha	117	MERCATO/4/FRAME//MILAN/KAUZ/3/PASTOR/5/…	6235	51
TRCH/SRTU//KACHU/3/KINGBIRD #1	6105	118		shoush	52
	Hamoun	119	SERI.1B*2/3/KAUZ*2/BOW//KAUZ/5/CNO79//….	6150	53
ATTILA/3*BCN/3/CROC_1/AE.SQUARROSA (224)//…	6052	120	BECARD/4/PBW343*2/KUKUNA//PARUS/3/PBW343*2/…	6168	54
	Aflak	121		Falat	55
KACHU/3/WHEAR//2*PRL/2*PASTOR	6159	122	FRANCOLIN #1/8/PBW343*2/KUKUNA/6/PVN//…	6162	56
	Mehregan	123		Atrak	57
PFAU/SERI.1B//AMAD/3/INQALAB 91*2/KUKUNA/4/…	6107	124	KIRITATI/2*WBLL1/5/FRET2/KUKUNA//FRET2/3/…	6202	58
	Moghan2	125		Pastour	59
PBW343	6001	126	TRCH/5/BAV92//IRENA/KAUZ/3/HUITES/4/DOLL/6/…	6208	60
	Line7	127		Shiroudi	61
	UR-92-15	128	PANDORA/PRL	6026	62
	Line16	129		Tajan	63
CACUKE #1	6002	130	WBLL1*2/BRAMBLING//SAAR/2*WAXWING/4/…	6050	64
	AR-92	131		Mourvarid	65
	UR-92-18	132	NELOKI//KIRITATI/2*TRCH	6011	66

سودمندی پایین طرح آلفا لاتیس، حاکی از یکنواختی در ماده آزمایشی و عدم نیاز به خرد کردن بلوک‌های کامل می‌باشد. تجزیه واریانس صفات نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر همه صفات، تفاوت معنی داری داشتند (جدول ۲). با توجه به تعداد زیاد ژنوتیپ‌های مورد بررسی و تنوع ژنتیکی بالای آن‌ها، نتایج فوق قابل انتظار بود. یکی از پیش شرط‌های اصلی در برنامه‌های به‌نژادی، وجود تنوع ژنتیکی است. ژنوتیپ‌های ۱۲، ۳۱، ۳۸ (آفتاب)، ۲۲، ۹۶ (چمران)، ۷۲، ۹۷، ۷۰، ۱۱۲ و ۲۰ به‌ترتیب با عملکردهای ۵۷۸/۷۵، ۵۷۵/۲۱، ۵۶۵، ۵۴۵/۶۳، ۵۴۲/۵، ۵۳۵/۸۳، ۵۳۵/۸۳، ۵۲۹/۵۹ و ۵۲۸/۶۷گرم در متر مربع، ۱۰ ژنوتیپی بودند که بیشترین عملکرد دانه را داشتند و ژنوتیپ‌های ۴۶، ۱۱۳، ۷۹، ۴۸، ۸۸، ۸۶، ۵۰، ۹۰، ۳۶ و ۸۲ به‌ترتیب با عملکردهای ۸۶/۸۷، ۱۱۳/۳، ۱۱۰/۴۲، ۱۱۲/۵، ۱۱۶/۲۵، ۱۲۸/۳، ۱۳۳/۳، ۱۵۵، ۱۷۸/۳ و ۱۸۴/۱۷گرم در متر مربع، ۱۰ ژنوتیپی بودند که کمترین عملکرد دانه را داشتند.

نتایج همبستگی فنوتیپی نشان داد که عملکرد دانه با صفات زیست‌توده، دوره پرشدن دانه، سرعت پر شدن دانه، وزن هزار دانه، وزن سنبله و وزن دانه در سنبله همبستگی مثبت و بسیار معنی داری داشت (جدول ۳). مطالعات پیشین نشان داده بود که در گندم، بین عملکرد دانه و وزن هزار دانه، تعداد سنبله، وزن دانه در سنبله و وزن سنبله، همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد (Tammam *et al.,* 2000; Singh and Dewivedi, 2002; Naghavi *et al.,* 2002; Leilah and Al-Khateeb, 2005; Shahid Masood *et al.,* 2012). همچنین عملکرد دانه با صفات روز تا سنبله دهی و روز تا رسیدگی، همبستگی منفی و بسیار معنی داری نشان داد (جدول ۳). روز تا سنبله دهی، یکی از صفات بسیار مهم در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر می‌باشد. این صفت با عملکرد دانه، دوره پر شدن دانه و وزن هزار دانه، همبستگی منفی و بسیار معنی داری به‌ترتیب برابر با ۰/۵۹-، ۰/۹۳- و ۰/۶۵- نشان داد.

نتایج در آزمایشی که در منطقه بلوچستان کشور پاکستان انجام شد، نشان دهنده همبستگی منفی بین روز تا سنبله دهی و وزن هزار دانه، عملکرد زیستی و عملکرد دانه در شرایط آبیاری بود (Shahid Masood *et al.,* 2005). آن‌ها اظهار داشتند که علت این همبستگی منفی می‌تواند تنش گرمایی انتهای فصل باشد که بر نمو دانه و وزن دانه اثر سو دارد. همچنین در پژوهشی دیگر گزارش شد که طول دوره پر شدن دانه با عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش گرما و نرمال، همبستگی مثبت و بسیار بالایی داشت (Modarresi *et al*., 2010). طول دوره پر شدن دانه، صفت مهمی است، زیرا عملکرد دانه را به وسیله افزایش وزن دانه، تحت تاثیر قرار می‌دهد (Shahid Masood *et al.,* 2005). ژنوتیپ‌هایی که طول دوره رویشی کوتاه‌تری دارند و زودتر وارد مرحله سنبله‌دهی می‌شوند، دوره پرشدن دانه طولانی‌تری دارند و فرصت بیشتری برای انتقال آسمیلات‌ها به دانه دارند. همچنین در طول دوره پر شدن دانه، شرایط محیطی مناسب‌تری برای انتقال مجدد مواد و تجمع آسمیلات‌ها در دانه‌ها و افزایش وزن هزار دانه دارند و به همین دلیل، وزن هزار دانه بیشتر و در نهایت عملکرد دانه بیشتری دارند. تنش گرما پس از گل‌دهی، از طریق تسریع رسیدگی، پیری زود هنگام، کاهش طول دوره پر شدن دانه، کاهش آسمیلات‌ها و کاهش وزن هزار دانه، باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (Reynolds *et al.,* 2000; Hays *et al*., 2007).

همبستگی منفی و بسیار بالایی بین روز تا سنبله‌دهی و طول دوره پر شدن دانه (۰/۹۳-) مشاهده شد. این همبستگی می‌تواند به این دلیل باشد که در منطقه گنبد کاووس، تنش گرمایی انتهای فصل وجود دارد و حتی اگر رطوبت لازم برای رشد گیاه فراهم شود، ژنوتیپ‌هایی که دیرتر وارد مرحله سنبله‌دهی می‌شوند، به دلیل پیری زود رس و تسریع رسیدگی، مرحله پر شدن دانه کوتاه‌تری دارند. به همین دلیل است که در این آزمایشف بین عملکرد دانه و روز تا سنبله‌دهی و رسیدگی، همبستگی منفی مشاهده شد. به‌منظور برآورد رگرسیون گام به گام، ابتدا صفات دارای هم راستایی ساختاری حذف شدند.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی.

Table 2. Variance analysis of morphological traits of genotypes studied in randomized complete block design.

S.O.V	Df	Mean of squares															
		Seed Weight /Spike	Spike weight	Spike length	Thousand Kernel Weight	Flag Leaf Drought Weight	Flag Leaf Specific Area	Flag Leaf Area	Seed Filling Rate	Grain Filling Duration	Days to Maturity	Days to Heading	Plant Height	Number of Spikes	Harvest Index	Yield	Biomass
Block	1	3.04**	0.1 ^{ns}	0.01^{ns}	13.6 ^{ns}	0.011**	29382.3**	167.4*	1.1^{ns}	0.5^{ns}	0.2^{ns}	1.4^{ns}	220.0*	20300**	0.00^{ns}	825.3 ^{ns}	6442.2^{ns}
Genotype	131	0.23**	0.3**	1.75**	52.7**	0.002**	419.6**	69.2**	19.0**	17.8**	6.1**	34.8**	124.4**	991.3**	0.01**	26075**	136550.6**
Error	131	0.12	0.1	0.23	3.7	0.001	264.8	26.7	2.3	10.5	1.3	8.1	35.7	564.2	0.005	2428.3	88611.1
CV		20.94	17.9	4.26	7.1	16.5	8.8	14.3	17.2	8.8	0.8	2.7	5.6	20	20.03	13.6	20.8

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non significant and significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

جدول ۳- ضرایب همبستگی صفات در ژنوتیپ‌های گندم بهاره.

Table 3. Correlation coefficients of traits in spring wheat genotypes.

جدول ۳- ضرایب همبستگی صفات در ژنوتیپ‌های گندم بهاره.

Table 3. Correlation coefficients of traits in spring wheat genotypes.

Traits	B	Y	HI	NS	PH	DH	DM	GFD	SFR	FLA	FLSA	FLDW	TKW	SL	SW
Biomass(B)	1														
Yield(Y)	0.71**	1													
Harvest Index(HI)	0.14^{ns}	0.78**	1												
Number of Spikes(NS)	0.2*	0.37**	0.35**	1											
Plant Height(PH)	0.03 ^{ns}	-0.15^{ns}	-0.26**	-0.28**	1										
Days to Heading(DH)	-0.31**	-0.59**	-0.54**	-0.40**	0.19*	1									
Days to Maturity(DM)	-0.31**	-0.57**	-0.50**	-0.35**	0.09 ^{ns}	0.79**	1								
Grain Filling Duration(GFD)	0.25**	0.48**	0.46**	0.36**	-0.21*	-0.93**	-0.52**	1							
Seed Filling Rate(SFR)	0.74**	0.87**	0.55**	0.31**	-0.07 ^{ns}	-0.46**	-0.53**	0.34**	1						
Flag Leaf Area(FLA)	-0.16^{ns}	-0.38**	-0.36**	-0.42**	0.26**	0.52**	0.49**	-0.44**	-0.31**	1					
Flag Leaf Specific Area(FLSA)	-0.08^{ns}	0.02 ^{ns}	0.12 ^{ns}	0.15 ^{ns}	-0.29**	-0.22*	-0.23**	0.17*	0.00^{ns}	-0.23**	1				
Flag Leaf Drought Weight(FLDW)	-0.12^{ns}	-0.33**	-0.35**	-0.40**	0.33**	0.53**	0.51**	-0.44**	-0.28**	0.94**	-0.55**	1			
Thousand Kernel Weight(TKW)	0.49**	0.66**	0.50**	0.23**	-0.05 ^{ns}	-0.65**	-0.63**	0.54**	0.63**	-0.31**	0.05 ^{ns}	-0.28**	1		
Spike length(SL)	-0.03^{ns}	-0.26**	-0.33**	-0.31**	0.27**	0.27**	0.22**	-0.25**	-0.18*	0.58**	-0.26**	0.58**	-0.11 ^{ns}	1	
Spike Weight(SW)	0.35**	0.43**	0.30**	0.07 ^{ns}	0.00 ^{ns}	-0.29**	-0.36**	0.19*	0.46**	0.05 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.60**	0.33**	1
Seed Weight /Spike(SWS)	0.27**	0.43**	0.36**	0.19*	-0.02 ^{ns}	-0.39**	-0.45**	0.28**	0.43**	-0.11 ^{ns}	0.02 ^{ns}	-0.11 ^{ns}	0.55**	0.11^{ns}	0.81**

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non significant and significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

این نوع از هم راستایی زمانی رخ می‌دهد که یک صفت مستقلف با استفاده از سایر صفات مستقل محاسبه شود. عامل تورم واریانس با Tolerance رابطه معکوس دارد. در صورتی‌که هر دو این عوامل برابر با یک باشند، به معنی عدم وجود هم راستایی بین صفات است. اما اگر فاکتور Tolerance نزدیک به صفر و VIF بیش از ۵ باشد به معنی وجود هم راستایی است. از بین صفات با عامل تورم واریانس بیش از پنج، یکی از دو صفتی که همبستگی بالا با هم داشتند، حذف شدند زیرا آن صفت اطلاعات ناچیزی خواهد داد (XLSTAT Manual, 2018). تجزیه رگرسیون گام به گام با استفاده از عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل انجام شد. صفات زیست‌توده، وزن هزار دانه و طول ، تعداد سنبله و وزن سنبله، به‌ترتیب به‌عنوان صفات مهم و تاثیرگذار بر عملکرد دانه وارد مدل شدند و در مجموع، ۷۰/۲ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند (جدول ۴). آزمون ضرایب رگرسیون نیز معنی‌دار بودن ضرایب رگرسیون این صفات را در سطح احتمال یک درصد تایید کرد. اولین متغیر تاثیرگذار بر عملکرد، صفت زیست‌توده بود که ۵۰/۴ درصد از تغییرات کل عملکرد دانه را تبیین نمود.

جدول ۴- برازش بهترین مدل رگرسیون خطی چندگانه به روش گام به گام، با در نظر گرفتن عملکرد دانه به‌عنوان صفت وابسته و سایر صفات به عنوان متغیرهای مستقل.

Table 4. Fitting the best multiple linear regression model with stepwise method, considering grain yield as dependent trait and other traits as independent variables.

	Step1		Step2		Step3		Step4		Step5	
	error	regression	error	regression	error	regression	error	regression	error	regression
df	1	130	2	129	3	128	127	4	126	5
MS	6511	330468.4	4857	745413.4	4364	58585.5	4186	23634.9	4033	41569.3
Traits	Biomass (gr)		Thousand Kernel Weight (gr)		Spike length (cm)		Number of Spikes		Spike Weight (gr)	
F	81.9**		184.8**		14.5**		5.8**		10.3**	
Adjusted R^2	50.1		62.7		66.5		67.9		69.1	
Standardized coefficients	0.491		0.265		-0.230		0.128		0.169	
tolerance	0.732		0.368		0.512		0.731		0.219	
VIF	1.367		2.716		1.952		1.368		4.572	

**: معنی دار در سطح احتمال یک درصد؛ عرض از مبدا: ۶۵/۹۵۲.

**: significant at the 1% of probability level; Intercept: 65.952.

همچنین زیست‌توده از بین صفات مورد بررسی، بالاترین ضریب همبستگی را با عملکرد داشت. همبستگی بالا بین زیست‌توده و عملکرد (۰/۷۱)، نتایج رگرسیون گام به گام را تایید نمود. سپس صفات وزن هزار دانه و طول، تعداد و وزن سنبله، وارد مدل شدند. همبستگی این صفات با عملکرد، به‌ترتیب ۰/۶۶، ۰/۲۶-، ۰/۳۷ و ۰/۴۳ بود. همبستگی بالای این صفات با عملکرد، تاییدی بر نتایج رگرسیون گام به گام می‌باشد. Zakizadeh *et al* (2010) گزارش کردند که صفات زیست‌توده، وزن دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع، به‌ترتیب وارد مدل رگرسیونی شدند و به‌ترتیب ۵۱/۳، ۱۳/۶ و ۲۱/۱ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. در پژوهشی دیگر گزارش شد که صفات عملکرد دانه سنبله، شاخص برداشت، عملکرد زیستی، وزن هزار دانه، تعداد دانه در بوته و طول سنبله، به‌ترتیب وارد مدل رگرسیونی شدند و در مجموع، ۹۹ درصد از تغییرات صفت را توجیه کردند (Golparvar *et al*., 2002).

برای درک بهتر رابطه بین عملکرد دانه و صفات گزینش شده توسط مدل رگرسیونی به روش گام به گام، تجزیه علیت انجام شد. با استفاده از تجزیه علیت مشخص می‌شود که همبستگی صفات با عملکرد، به علت اثر مستقیم آن‌ها بر روی عملکرد و یا در نتیجه اثر غیر مستقیم از طریق سایر صفات است. درصورتی که همبستگی بین عملکرد و یک صفت، به علت اثر مستقیم آن صفت باشد، این مطلب بیانگر یک رابطه‌ی واقعی بین آن‌ها است و بنابراین می‌توان صفت گفته شده را به‌منظور به‌نژادی عملکرد انتخاب نمود، اما اگر

این همبستگی اصولا به علت اثر غیرمستقیم صفت از طریق صفات دیگر باشد، عمل انتخاب را باید بر روی صفتی انجام داد که سبب اثر غیرمستقیم شده است (Noori *et al.,* 2017). از میان صفات وارد شده به مدل رگرسیونی، صفت زیست‌توده دارای بیشترین ضریب رگرسیون استاندارد (۰/۴۹۱) و همچنین بیشترین ضریب همبستگی با عملکرد دانه (۰/۷۱) بود (جدول ۳، ۴). زیست‌توده بیشترین اثر مستقیم (۰/۴۹۱) را بر عملکرد داشت و اثرات غیرمستقیم زیست‌توده بسیار ناچیز بودند (جدول ۵)؛ بنابراین همبستگی بین زیست‌توده و عملکرد دانه، ناشی از اثر مستقیم زیست‌توده بر عملکرد دانه بود. صفات وزن هزار دانه و وزن و تعداد سنبله، به‌ترتیب دارای اثرات مستقیم ۰/۲۶۵، ۰/۱۶۹ و ۰/۱۲۸ بودند. طول سنبله، اثر مستقیم منفی بر روی عملکرد دانه داشت که حاکی از اهمیت بیشتر تعداد دانه در سنبله و یا تعداد سنبلچه در سنبله است. با توجه به غیر هم‌راستا بودن داده‌ها، اثرات غیرمستقیم اندکی مشاهده شد؛ بنابراین به‌منظور گزینش غیرمستقیم می‌توان از صفات زیست‌توده، وزن هزار دانه و وزن و تعداد سنبله استفاده کرد.

جدول۵- ضرایب تجزیه مسیر و اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد دانه.

Table 5. Coefficient of direct and indirect effects of traits on grain yield.

traits	Biomass	Thousand kernel weight	Spike length	Number of Spikes	Spike Weight	Correlation
Biomass (gr)	0.491	0.130	0.007	0.026	0.059	0.71
Thousand kernel weight (gr)	0.240	0.265	0.025	0.029	0.101	0.66
Spike length (cm)	- 0.015	- 0.029	- 0.230	- 0.040	0.056	- 0.26
Number of Spikes	0.098	0.061	0.071	0.128	0.012	0.37
Spike Weight (gr)	0.172	0.159	0.076-	0.009	0.169	0.43

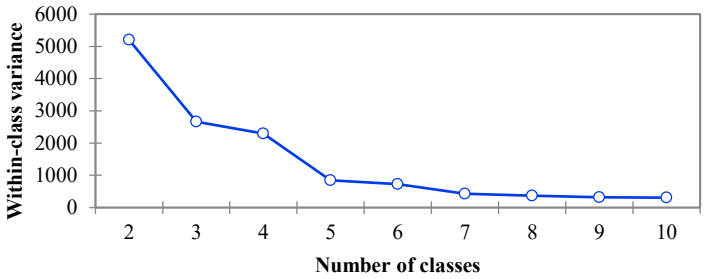
زیر اثرات مستقیم خط کشیده شده است.

Direct effects have been underlined.

Ahmadi *et al.* (2016) گزارش کردند که چهار صفت تعداد سنبله در متر مربع، شاخص برداشت، وزن سنبله و ارتفاع بوته، مهم‌ترین عوامل در افزایش عملکرد دانه در شرایط دیم بودند. بزرگترین اثرات مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه نیز مربوط به صفات تعداد و وزن سنبله بود. Mollasadeghi *et al.* (2011) گزارش دادند که تعداد دانه در سنبله (۰/۲۱۲)، وزن دانه در سنبله (۰/۴۰۸)، وزن هزار دانه (۰/۰۹۳) و عملکرد زیستی (۰/۸۵۳)، بیشترین اثرات مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل داشتند. در پژوهشیدر هر دو شرایط تنش خشکی و آبیاری، صفات زیست‌توده و روز تا سنبله‌دهی، به‌ترتیب بیشترین اثرات مستقیم مثبت و منفی را بر روی عملکرد دانه نشان دادند (Kandic *et al.,* 2009). در پژوهشی دیگر و در شرایط آبیاری تکمیلی گزارش شد که عملکرد دانه به ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن هزار دانه و وزن هکتولیتر وابسته است. دیگر پژوهش‌ها نیز نشان داد که طول سنبله (Ahmadizadeh *et al*., 2011)، وزن هزار دانه (Sen and Toms, 2007; Shamsi *et al*., 2011)، ارتفاع بوته و طول و وزن سنبله (Gulmezoglu *et al*., 2010) اثرات مستقیم بالایی بر عملکرد دانه دارند.

هدف از تجزیه خوشه‌ای، شناسایی تعداد کمتری از گروه‌هاست، به‌گونه‌ای که افرادی که دارای شباهت بیشتری با یکدیگر هستند، در یک گروه قرار گیرند. تجزیه خوشه‌ای در این پژوهش، با هدف گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر صفات مرتبط با عملکرد که در مدل رگرسیونی وارد شدند و یا همبستگی بالایی با عملکرد نشان دادند، انجام شد. تجزیه خوشه‌ای با روش UPGMA انجام شد. برای این‌که گروه‌های حاصل از برش دندروگرام، دارای حداکثر شباهت در درون گروه‌ها و حداکثر تفاوت در بین گروه‌ها باشند، از مقایسه واریانس درون گروه‌ها و بین گروه‌ها در حالت‌های مختلف برش دندروگرام

استفاده شد. با توجه به روند نزولی واریانس درون گروه‌ها و از طرفی با هدف ایجاد تعداد کلاستر کمتر، دندروگرام حاصل در ناحیه‌ای که تعداد پنج گروه ایجاد شود، برش خورد (شکل ۱، ۲). در این حالت، ۹۳/۵۱ درصد از واریانس کل، در بین گروه‌ها و تنها ۶/۴۹ درصد از واریانس کل، در درون گروه‌ها وجود داشت. در گروه‌های یک، دو، سه، چهار و پنج،به‌ترتیب ۳۳، ۵۴، ۱۸، ۱۹ و هشت ژنوتیپ قرار گرفتند که به‌ترتیب ۲۵، ۴۰/۹، ۱۳/۶، ۱۴/۴ و ۶/۱ درصد از کل ژنوتیپ‌ها را شامل می‌شدند.



شکل ۱- ارتباط بین برش دندروگرام در نقاط مختلف و واریانس درون گروه.

Figure 1. The relationship between dendrogram cutting at different locations and the within-class variance.

سپس گروه‌ها به عنوان تیمار و ژنوتیپ‌های درون گروه‌ها به عنوان تکرار در نظر گرفته شدند و تجزیه واریانس چند متغیره، در قالب طرح کاملا تصادفی نامتعادل انجام شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که گروه‌ها از نظر مجموع صفات، تفاوت معنی داری با هم داشتند (جدول ۶).

جدول۶- تجزیه واریانس گروه‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی.

Table 6. Variance analysis of groups in a completely randomized design.

SOV	df	MS						
		Yield	Thousand Kernel Weight	Seed Weight /Spike	Spike Weight	Seed Filling Rate	Grain Filling Duration	Days to heading
Class	4	401108.3**	426.1**	0.939**	0.987**	226.1**	67.9**	187.6**
Error	127	815.1	14.2	0.083	0.098	1.4	7.06	12.04

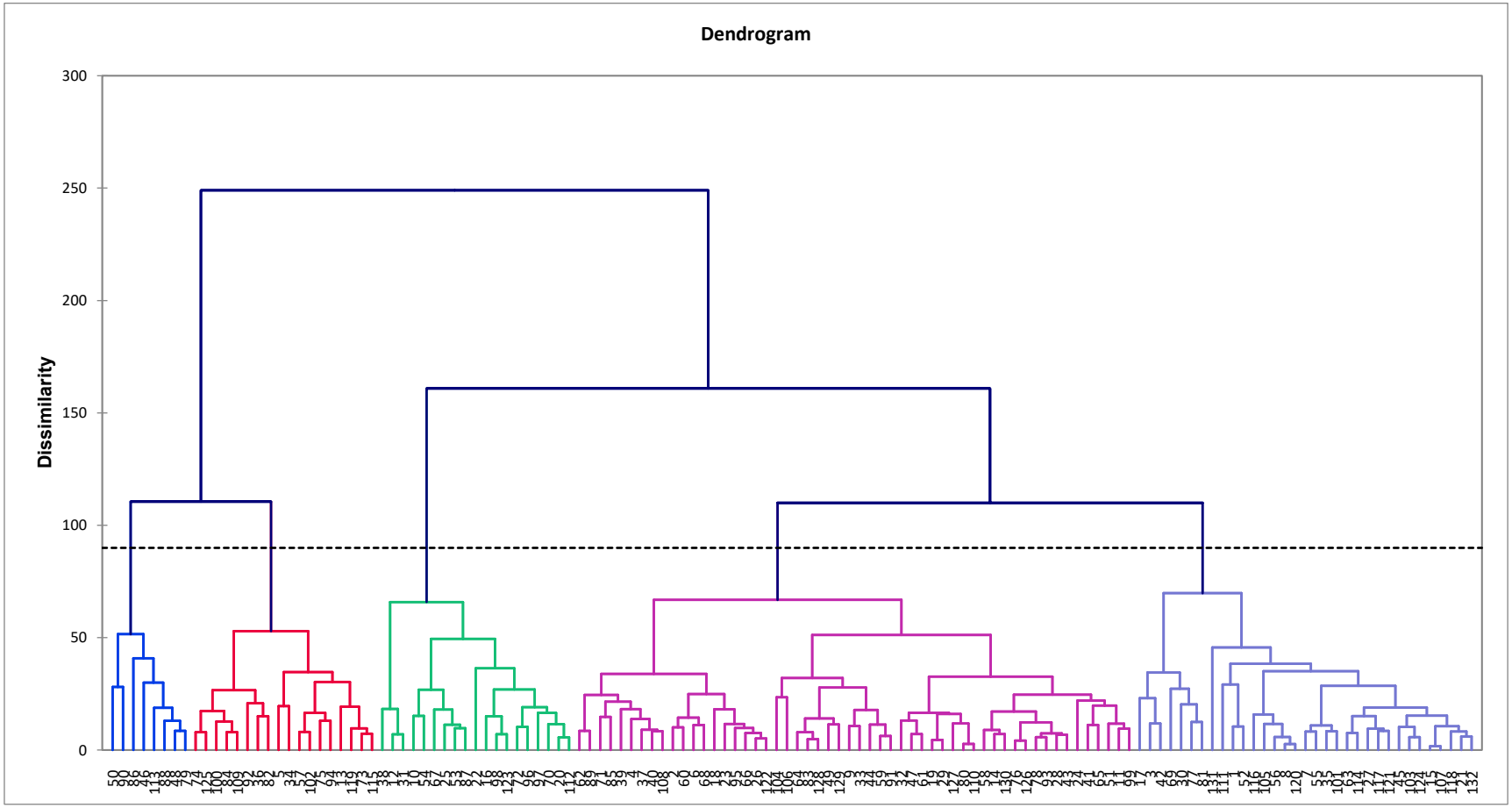
**: معنی دار در سطح احتمال یک درصد. **: significant at the 1% of probability level.

میانگین گروه‌ها با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شدند (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گروه چهار از نظر صفات عملکرد، طول دوره پر شدن دانه، وزن هزار دانه، وزن سنبله، وزن دانه در سنبله و سرعت پر شدن دانه میانگینی بزرگتر از سایر گروه‌ها داشت (جدول ۷).

جدول ۷- مقایسه میانگین گروه ها با استفاده ار آزمون دانکن.

Table 7. Mean comparison of groups using Duncan test.

Traits	Class1	Class2	Class3	Class4	Class5
Yield (g/m2)	321.1 c	416.4 d	212.6 b	526.2 e	118.2 a
Grain filling duration (day)	37.045 c	37.417 cd	35.417 b	38.711 d	32.5 a
Thousand kernel weight (g)	28.01 b	29.385 b	20.987 a	29.847 b	18.55 a
Spike weight (g)	1.915 b	1.971 b	1.553 a	1.956 b	1.454 a
Seed weight per spike (g)	1.331 b	1.43 b	0.957 a	1.392 b	1.037 a
Seed filling rate (g/m2/day)	8.454 c	10.51 d	5.640 b	13.149 e	3.395 a
Days to heading (day)	105.894 b	105.12 b	108.944 c	103.158 a	113.063 d



شکل ۲- دندروگرام ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مرتبط با عملکرد دانه.

Figure 2. Dendrogram of genotypes based on grain yield related traits.

گروه چهار همچنین از نظر صفت روز تا سنبله‌دهی، تفاوت معنی‌داری با همه گروه‌ها داشت. ژنوتیپ‌های واقع در این گروه، روز تا سنبله‌دهی کمتری داشتند و سریع‌تر از سایر گروه‌ها به سنبله رفتند و بنابراین طول دوره پرشدن دانه بیشتری داشتند. در این گروه، ژنوتیپ‌های ۱۰، ۱۲، ۱۶، ۲۰، ۲۲، ۲۵، ۳۱، ۳۸، ۵۳، ۵۴، ۶۷، ۷۰، ۷۲، ۸۷، ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۱۱۲ و ۱۲۳ قرار گرفتند (جدول ۸ و شکل ۲).

جدول ۸- گروه بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از تجزیه کلاستر.

Table 8. Grouping of genotypes using cluster analysis.

Class	Genotype code
1	1, 3, 7, 8, 15, 17, 21, 27, 30, 35, 42, 45, 52, 55, 56, 63, 69, 77, 81, 101, 103, 105, 107, 111, 114, 116, 117, 118, 120, 121, 124, 131 and 132
2	2, 4, 6, 9, 11, 14, 18, 19, 23, 24, 26, 28, 29, 32, 33, 37, 39, 40, 41, 43, 44, 47, 49, 51, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 68, 71, 76, 78, 80, 83, 85, 89, 91, 93, 95, 99, 104, 106, 108, 110, 122, 126, 127, 128, 129 and 130
3	5, 13, 34, 36, 57, 73, 74, 75, 82, 84, 92, 94, 100, 102, 109, 115, 119 and 125
4	10, 12, 16, 20, 22, 25, 31, 38, 53, 54, 67, 70, 72, 87, 96, 97, 98, 112 and 123
5	46, 48, 50, 79, 86, 88, 90 and 113

به‌منظور آگاهی از جایگاه ژنوتیپ‌های قرار گرفته در گروه چهار در میان سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، از روش رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مورد مطالعه استفاده شد. در این روش، ژنوتیپ‌های با مقدار عددی بزرگتر برای هر صفت، دارای رتبه بزرگتری در میان سایر ژنوتیپ‌ها از نظر آن صفت بودند. با توجه به وجود ۱۳۲ ژنوتیپ در این پژوهش، به ژنوتیپی که دارای بیشترین مقدار عددی برای هر صفت بود، رتبه ۱۳۲ اختصاص یافت. ژنوتیپ‌های ۱۰، ۱۲، ۱۶، ۲۰، ۲۲، ۲۵، ۳۱، ۳۸، ۵۳، ۵۴، ۶۷، ۷۰، ۷۲، ۸۷، ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۱۱۲ و ۱۲۳ به‌ترتیب دارای رتبه‌های ۱۱۷، ۱۳۲، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۹، ۱۰۰، ۱۳۱، ۱۳۰، ۱۲۳، ۱۰۸، ۱۲۹، ۱۲۵، ۱۲۷، ۱۱۸، ۱۲۸، ۱۲۵، ۱۲۱، ۱۲۴ و ۱۲۰ برای عملکرد دانه بودند (جدول ۹). ژنوتیپ‌های ۱۲ و ۳۱ با عملکردهایی برابر با ۵۷۸/۷۵ و ۵۷۵/۲۱ گرم/متر مربع، به‌ترتیب دارای رتبه‌های ۱۳۲ و ۱۳۱ بودند. ژنوتیپ ۲۲ دارای بیشترین طول دوره پر شدن دانه (۴۲/۵ روز) و بیشترین وزن هزار دانه (۴۱/۰۴ گرم) بود و بنابراین برای این صفات، رتبه ۱۳۲ را به خود اختصاص داد. همچنین ژنوتیپ ۲۲ در میان ۱۳۲ ژنوتیپ مورد مطالعه، زودتر از همه به سنبله رفت و بنابراین از نظر این صفت، رتبه یک به این ژنوتیپ تعلق گرفت. این ژنوتیپ به خاطر زودتر به سنبله رفتن، طول دوره پر شدن دانه بیشتر و بنابراین وزن هزار دانه بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشت. همبستگی بالایی بین طول دوره پر شدن دانه و وزن هزار دانه (۰/۵۴) مشاهده شد (جدول ۲).

به عبارتی، در شرایط مطلوب و در صورت عدم وجود تنش در مراحل انتهایی رشد، هر چه طول دوره پر شدن دانه بیشتر باشد، گیاه فرصت بیشتری برای انتقال مواد غذایی از منابع به سمت مخازن را دارد و در نتیجه وزن هزار دانه افزایش خواهد یافت (Modarresi *et al.,* 2010; Farooq *et al.,* 2014). هر ژنوتیپ واقع در گروه چهار، از نظر برخی از صفات نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در این گروه برتری داشت و هیچ ژنوتیپی از نظر همه صفات مرتبط با عملکرد برتر نبود. بنابراین به‌منظور تجمیع صفات مرتبط با عملکرد در یک ژنوتیپ می بایست از تلاقی های مرکب و تولید جمعیت به‌نژادی با استفاده از این تلاقی‌ها استفاده کرد.

نتیجه‌گیری کلی

صفات روز تا سنبله‌دهی، دوره و سرعت پر شدن دانه و وزن هزار دانه، سنبله و دانه در سنبله، به‌عنوان صفات موثر بر عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی شناسایی شدند و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از این صفات انجام شد. مقایسه میانگین گروه‌ها با استفاده از روش دانکن نشان داد که گروه چهار از نظر همه صفات مورد نظر، برتر از سایر گروه‌ها بود. ژنوتیپ‌های واقع در این گروه را با انجام بررسی‌های بیشتر می‌توان برای کشت در منطقه معرفی نمود. در برنامه‌های به‌نژادی، به‌منظور تجمیع صفات مرتبط با

جدول ۹- رتبه بندی ژنوتیپ‌های گروه چهار از نظر صفات مورد مطالعه.

Table 9. Ranking of 4th group genotypes for the studied traits.

genotype	Y(g/m^2)	GFD(day)	TKW(g)	SW(day)	SWS(day)	DH(day)	SFR(g/m^2/day)
10	117	11	51	52	87	120	119
12	132	81	93	120	63	50	132
16	122	81	118	86	75	22	126
20	123	111	112	128	126	7	124
22	129	132	132	89	64	1	119
25	100	72	104	111	51	53	117
31	131	81	111	131	105	45	131
38	130	81	56	62	94	22	130
53	123	57	49	14	35	63	116
54	108	2	128	37	100	127	118
67	129	94	86	114	107	20	115
70	125	120	83	43	28	11	125
72	127	90	43	45	73	16	127
87	118	70	24	27	53	71	114
96	128	71	94	112	96	50	128
97	125	63	119	63	58	57	101
98	121	71	45	102	85	50	104
112	124	125	106	11	6	7	121
123	120	56	68	99	110	70	103

ژنوتیپ‌های با بزرگترین رتبه بیشترین مقدار عددی را برای صفات مورد مطالعه در بین ۱۳۲ ژنوتیپ دارند.

The highest-ranking genotypes have the highest numerical value for the traits studied in 132 genotypes.

عملکرد در یک ژنوتیپ می‌توان از ژنوتیپ شماره ۲۲ با کمترین روز تا سنبله دهی، بیشترین طول دوره پر شدن دانه و بیشترین وزن هزار دانه و ژنوتیپ شماره ۱۲با بیشترین عملکرد و بیشترین سرعت پر شدن دانه و ژنوتیپ شماره ۳۱ با عملکرد، وزن سنبله و سرعت پر شدن بالا استفاده کرد.

تشکر و قدردانی

از جناب آقایان دکتر مظفر روستایی، دکتر منوچهر خدارحمی، دکتر حسن قوجق و دکتر رحمت ا... محمدی به خاطر همکاری در تهیه بذر و اجرای این پژوهش تشکر می‌شود.

REFERENCES

1. Ahmadi, A., Porghasemi, R., Hosseinpor, T. & Sohrabi, S. (2016). Assessment the relationship between grain yield and agronomic traits of spring wheat genotypes in dry land condition. *Jouranal of Plant Ecophysiology*, 8(24), 1-12.
2. Ahmadizadeh, M., Shahbazi, H., Valizadeh, M. & Zaefizadeh, M. (2011). Genetic diversity of durum wheat landraces using multivariate analysis under normal irrigation and drought stress conditions. *African Journal of Agricultural Research,* 6(10), 2294-2302.
3. Astereki, H., Sharifi, P. & Pouresmael, M. (2017). Correlation and path analysis for grain yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* l.). *Genetika*, 49(1), 273-284.
4. Chandra, D., Islam M. A. & Barma, N. C. D. (2004). Variability and interrelationship of nine quantitative characters in F_5 bulks of five wheat crosses. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(6), 1040-1045.
5. FAOSTAT. (2017). FAO STAT data of food and agriculture organization of the United Nations.
6. Farooq, M., Wahid, A. & Siddique, K. H. M. (2014). In: M. Pessarakli (Ed), *Physiology of grain development in cereals*. (pp.301-311.) Taylor and Francis Group, CRC Press.
7. Golparvar, A. R., Ghannadha, M. R., Zali, A. A. & Ahmadi, A. (2002). Evaluation of some morphological traits as selection criteria for improvement of bread wheat. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 4(3), 202-207. (In Persian).
8. Gulmezoglu, N., Alpu, O. & Ozer, E. (2010). Comparative performance of triticale and wheat grains by path analysis. Bulgarian *Journal of Agricultural Science*, 16(4), 443-453.
9. Hays, D. B., Do, J. H., Mason, R. E., Morgan, G. & Finlayson, S. A. (2007). Heat stress induced ethylene production in developing wheat grains induces kernel abortion and increased maturation in a susceptible cultivar. *Plant Science*, 172, 1113–1123.

10. Kandic, V., Dodig, D., Jovic, M., Nikolic, B. & Prodanovic, S. (2009). The importance of physiological traits in wheat. *Genetica*, 41(1), 11-20.
11. Khalilzadeh, G. R. (2018). Genetic investigation of grain yield and its components in bread wheat genotypes using diallel method. *Iranian Journal of Dryland Agriculture*, 6(2), 165-186. (In Persian).
12. Leilah, A. A. & Al-Khateeb, S. A. (2005). Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. *Journal of Arid Environments*, 61, 483-496.
13. Modarresi, M., Mohammadi, V., Zali, A. & Mardi, M. (2010). Response of wheat yield and yield related traits to high temperature. *Cereal Research Communications*, 38(1), 23–31.
14. Mollasadeghi, V., Imani, A. A., Shahryari, R. & Khayatnezhad, M. (2011). Correlation and path analysis of morphological traits in different wheat genotypes under end drought stress condition. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 7, 221-224.
15. Naghavi, M. R. N., Shahbaz pour shahbazi, A. & Taleie. A. (2002). Study of genetic variation in durum wheat germplasm for some morphological and agronomic characteristics. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 4(2), 81-88. (In Persian).
16. Noori, A., Ashraf Mehrabi A., & Safari, H. (2017). Study of correlation and path coefficient analysis of agronomic traits and grain yield for *Aegilops cylindrica* accessions under Non-stress and drought stress conditions in Ilam. *Journal of Crop Breeding*, 9(23), 76-84. (In Persian).
17. Reynolds, M. P., Delgado, M. I. B., Gutièrrez-Rodríguez, M. & Larquè-Saavedra, A. (2000). Photosynthesis of wheat in a warm, irrigated environment. I: Genetic diversity and crop productivity. *Field Crops Research*, 66, 37–50.
18. Reynolds, M., Bonnett D., Chapman S. C., Furbank R. T., Manes Y., Mather D. E. & Parry M. A. (2010). Raising yield potential of wheat. I. Overview of a consortium approach and breeding strategies. *Journal of experimental botany*, 62(2), 439-452.
19. Rymuza, K., Turska, E., Wielogórska, G. & Bombik, A. (2012). Use of principal component analysis for the assessment of spring wheat characteristics. *Acta Scientiarum Polonorum-Agricultura*, 11, 79-90.
20. Sen, C. & Toms, B. (2007). Character association and component analysis in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Researh*, 34, 166-170.
21. Shahid Masood, M., Javaid, A., Ashiq Rabbani, M. & anwar, R. (2005). Phenotypic diversity and trait association in bread wheat (*triticum aestivum L.*) Landraces from Baluchistan, Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 37(4), 949-957.
22. Shamsi, K., Petrosyan, M., Noor-mohammadi, G., Haghparast, A., Kobraee, S. & Rasekhi, B. (2011). Differential agronomic responses of bread wheat cultivars to drought stress in the west of Iran. *African Journal of Biology*, 10(14), 2708-2715.
23. Singh, S. P. & Dewivedi, V. K. (2002). Character association and path analysis in wheat. *Agricultural Science Digest*, 22(4), 255-257.
24. Tammam, A. M., Ali, S. A. & Sayed, E. A. M. (2000). Phenotypic, genotypic correlations and path coefficient analysis in some bread wheat crosses. *Asian Journal of Agricultural Sciences*, 31(3), 73-85.
25. XLSTAT Support Center. (2018). XLSTAT manual. Retrieved April 9, 2019, from https://help.xlstat.com/customer/en/portal/articles/2178395-download-the-xlstat-help-documentation
26. Zakizadeh, M., Esmaeilzadeh, M. & Kahrizi, D. (2010). Study on genetic variation and relationship between plant characteristics and grain yield in long spike bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes-using multivariate analysis. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 12(2), 18-30. (In Persian).