Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 53, No 3, Autumn 2022 (121-133)
DOI: 10.22059/IJFCS.2021. 320026.654809

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۳، شمارهٔ ۳، پائیز ۱۴۰۱ (ص۱۳۳-۱۲۱)

Evaluation the diversity of agro-morphological traits of barley under optimal and limited irrigation conditions and grouping its foreign germplasm using multivariate statistical methods

Maryam Rezaeinia[1], Mohammad Reza Bihamta[*2], Seyed Ali Peighambari[3], Ali Reza Abbsi[4], Reza Ataei[5]

1,2,3,4. Agronomy and Plant Breeding Dept., Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. 5. Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education & Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
(Received: March 7, 2021 - Accepted: May 19, 2021)

ABSTRACT

In order to study of genetic diversity and classify barley cultivars under optimal and limited irrigation conditions, an experiment was conducted on 138 barley cultivars using alpha-latis design with two replications at University of Tehran research field. Result of variance analysis showed that there were highly significant differences among cultivars in studied traits which reveal high genetic variation among the cultivars. According to stepwise regression and path analysis, seed number per plant and biological yield under optimal irrigation condition, and biological yield and harvest index under limited irrigation condition were the most important traits affecting grain yield. Factor analysis showed four factors were selected that in both optimal and limited irrigation conditions, which explained 80.33 and 79.93% of the changes, respectively. In both cases, the first factor was named as the performance factor explained the most data changes. According to the biplot diagram, 54, 57, 37, 103, 31, 30, 2 and 29 cultivars in optimal condition, and 130, 127, 124, 97, 122, 99, 29 and 55 cultivars in limited irrigation, which were at the high level in terms of the first and second factors, were selected as superior cultivars. Cluster analysis under optimal and limited irrigation conditions grouped cultivars into four and five clusters, respectively and the results of cluster analysis confirmed grouping cultivars based on biplot diagram.
Keywords: Cluster analysis, genetic diversity, path analysis, regression analysis, yield components.

ارزیابی تنوع صفات اگرو_مورفولوژیک جو در شرایط آبیاری مطلوب و محدود و گروه‌بندی ژرم‌پلاسم خارجی آن با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره

مریم رضایی نیا[1]، محمدرضا بی همتا*[2]، سید علی پیغمبری[3]. علیرضا عباسی[4]. رضا عطایی[5]

۱و۲و۳و٤- به‌ترتیب دانشجو، استاد، استاد و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۵- استادیارموسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج.
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۷ - تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۲/۲۹)

چکیده

به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و طبقه بندی ارقام جو در شرایط آبیاری مطلوب و محدود، ۱۳۸ رقم جو در قالب طرح آلفا لاتیس با دو تکرار در مزرعه آموزشی دانشگاه تهران مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف ارقام از لحاظ تمام صفات در هر دو شرایط آزمایش بسیار معنی‌دار بود و تنوع ژنتیکی زیادی را بین صفات نشان داد. با توجه به نتایج تجزیه رگرسیون و علیت، صفات تعداد دانه در بوته و عملکرد زیستی در شرایط آبیاری مطلوب و صفات عملکرد زیستی و شاخص برداشت در شرایط آبیاری محدود، از مهم‌ترین صفات موثر بر عملکرد دانه بودند. با توجه به نتایج تجزیه به عامل‌ها، چهار عامل در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و محدود انتخاب شدند که به‌ترتیب ۸۰/۳۳ و ۷۹/۹۳ درصد از تغییرات را توجیه کردند و عامل اول با توجیه بیشترین تغییرات داده‌ها، به‌عنوان عامل عملکرد نام‌گذاری شد. بر اساس پراکنش ارقام در نمودار بای‌پلات، ارقام ٥٤، ٥٧، ٣٧، ١٠٣، ٣١، ٣٠، دو و ٢٩ در شرایط آبیاری مطلوب و ارقام ١٣٠، ١٢٧، ١٢٤، ٩٧، ١٢٢، ٩٩، ٢٩ و ٥٥ در شرایط آبیاری محدود که از لحاظ عامل‌های اول و دوم در سطح بالایی قرار گرفتند، به‌عنوان ارقام برتر انتخاب شدند. بر اساس تجزیه خوشه‌ای ارقام مورد بررسی در شرایط آبیاری مطلوب و محدود، ارقام به چهار و پنج گروه تقسیم شدند که نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای گروه‌بندی ارقام بر اساس نمودار بای‌پلات را تایید کرد.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه رگرسیون، تجزیه علیت، : تنوع ژنتیکی، عملکرد.

* Corresponding author E-mail: mrghanad@ut.ac.ir

مقدمه

جو به‌عنوان چهارمین غله در جهان (بعد از گندم، برنج و ذرت) رتبه‌بندی شده است و بیشتر برای تغذیه دام و تولید مالت استفاده می‌شود Forster *et al*., 2000; Kilic *et al*., 2010). این گیاه از جمله سازگارترین غلات به شرایط محیطی می‌باشد (Hayes *et al*., 2003) که دارای انرژی غذایی بالایی است و از لحاظ محیطی، گیاهی متحمل است (Kumar *et al*., 2013).

در بین تنش‌های غیر زنده، تنش خشکی یکی از مهم-ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبرو ساخته است و بازده تولید در مناطق نیمه خشک و دیم را کاهش می‌دهد. افزایش عملکرد گیاهان زراعی، از طریق غنی‌سازی ژنتیکی با بهبود خصوصیات کمی چندگانه، برای تحمل تنش در طول مراحل مختلف رشد صورت گرفته است (Jabereldar *et al*., 2017). عملکرد دانه، مهم‌ترین صفت هر برنامه اصلاحی است و علاوه بر داشتن قابلیت توارث پایین، صفت پیچیده‌ای است که توسط دامنه‌ای از سازوکارهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی متأثر می‌شود. بنابراین، با انتخاب غیرمستقیم صفات مرتبط با عملکرد دانه که قابل توارث و دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه هستند و به سهولت و سرعت قابل اندازه-گیری می‌باشند، کارایی گزینش افزایش می‌یابد (Dadashi, 2006).

با وجود این‌که جو نسبت به سایر غلات به تنش خشکی متحمل‌تر است، اما این گیاه در دوره رشد و نمو خود در دو مرحله به ساقه رفتن و تشکیل دانه نسبت به کمبود آب حساس است و تنش خشکی در این مراحل، منجر به کاهش عملکرد آن می شود (Nor Mohammadi *et al*., 2001). در گزارشی نشان داد شد که تنش آب قبل از گرده‌افشانی، باعث کاهش تعداد دانه در سنبله و به هنگام گرده افشانی و کمی پس از آن، باعث کاهش وزن دانه‌ها می‌شود (Aspinall, 1965). اگر خشکی در مراحل اولیه تشکیل دانه ایجاد شود، اثر سوء آن بی‌تر است و باعث لاغر و چروکیده شدن دانه‌ها می‌شود؛ با این وجود، تنوع ژنتیکی برای تحمل به تنش کمبود آب گزارش شده است (Omara, 1987; Nazari & Pakniyat, 2008). کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی در نتیجه کاهش وزن هزار دانه و همچنین به واسطه کاهش تعداد پنجه، سنبله و دانه در گیاه گزارش شده است (Samarah, 2005). تنش موجب کاهش عملکرد دانه از طریق کاهش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه می‌شود؛ با این حال تعداد بوته در واحد سطح نسبت به شرایط بدون تنش تحت تاثیر قرار نگرفت و در برخی ارقام تنش رطوبتی در مرحله گرده افشانی نسبت به تیمار شاهد شاخص برداشت را کاهش داد (Samarah, 2005).

اهمیت تنوع ژنتیکی در اصلاح گیاهان در مطالعات بسیاری گزارش شده است. آگاهی داشتن از تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی، برای انتخاب والدین مناسب در دورگ‌گیری‌ها و تولید نتاج مناسب اهمیت دارد (Mohammadi & Prasanna, 2003). روش‌های مختلفی برای برآورد تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی وجود دارد؛ کاشت و ارزیابی مورفولوژیک منابع ژنتیکی در مزرعه، تکنیک معمول احیا و طبقه‌بندی کلکسیون‌های منابع ژنتیکی به حساب می‌آید. از آن‌جا که روش‌های آماری چند متغیره به‌طور همزمان چند اندازه‌گیری را مد نظر قرار می‌دهد، در تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی بر پایه داده‌های مورفولوژیک، بیوشیمیایی و مولکولی کاربرد وسیعی دارند. در بین روش‌های مختلف آنالیز چند متغیره، تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه های اصلی، مهم‌ترین روش‌ها هستند (Mohammadi & Prasanna, 2003).

با توجه به این که ارقام جو در مناطق نیمه خشک در مراحل رشد خود با تنش خشکی مواجه می‌شوند و نظر به اهمیت تعیین بهترین ارقام برای این مناطق، این تحقیق با هدف بررسی تنوع ژنتیکی ارقام جو از نظر خصوصیات اگرو-مورفولوژیک و همچنین شناسایی صفات مرتبط با عملکرد دانه برای انتخاب بهترین ارقام صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش، ۱۳۸ رقم جو پاییزه (۶۶ رقم جو دو ردیفه و ۷۲ رقم جو شش ردیفه) که نمایانگر تنوع ژنتیکی موجود در ارقام اصلاح شده جو از سال ۱۹۳۷ تا سال ۲۰۰۶ در اروپا بودند و از بانک ژن پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران تهیه شدند، مورد آزمایش قرار گرفتند. تحقیق حاضر در قالب دو آزمایش جداگانهٔ آبیاری مطلوب و محدود به صورت طرح آلفا لاتیس با دو تکرار در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج (مختصات ۳۵ و۵۶ عرض شمالی و ۵۰ و ۵۸ طول شرقی و ارتفاع ۱۱۱۲/۵ متر از سطح دریا) در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. بر اساس آمار بلند مدت ایستگاه هواشناسی کرج، این شهرستان با متوسط بارندگی سالانه ۲۴۷ میلی‌متر، میانگین سالیانه دمای هوا ۱۴/۴ درجه سانتی‌گراد (بیشینه و کمینه به‌ترتیب ۴۲ و ۲۰-)، میانگین رطوبت نسبی ۵۳ درصد و تبخیر سالانه ۲۱۸ میلی‌متر، دارای اقلیم نیمه خشک با زمستان نسبتاً سرد و تابستان نسبتاً معتدل می‌باشد.

بذرهای تراکم ۲۵۰ بذر در هر مترمربع در عمق سه تا پنج سانتی‌متری خاک کاشته شدند. هر واحد آزمایشی از دو پشته و روی هر پشته، دوخط (در مجموع چهار خط) به طول دو متر تشکیل شده بود. فاصلهٔ بین پشته ها ۲۵ سانتی‌متر، فاصلهٔ دو تکرار دو متر و فاصلهٔ دو آزمایش از هم هفت متر بود. بعد از کاشت، یک بار آبیاری انجام شد که به‌عنوان تاریخ کشت در نظر گرفته شد. در آزمایش آبیاری مطلوب و در صورت عدم بارندگی، طبق عرف محل هر هفت روز آبیاری صورت گرفت و در آزمایش آبیاری محدود، آبیاری صورت نگرفت. برای مبارزه با علف‌های‌هرز، چندین مرحله وجین دستی انجام شد؛ همچنین برای از بین بردن علف‌های‌هرز پهن برگ، در یک مرحله از علف‌کش ۲و۴- دی استفاده شد.

در طول و پایان دوره رشد، صفاتی چون مدت زمان گلدهی (از تاریخ کاشت تا زمانی که ۵۰ درصد سنبله‌ها از غلاف برگ پرچم خارج شدند) و مدت زمان رسیدگی (از تاریخ کاشت تا زمانی که ۹۵ درصد بوته‌های هرکرت کاملاً زرد شدند)، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، طول سنبله (سانتی‌متر)، طول پدانکل (سانتی‌متر)، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بوته (گرم)، وزن هزار دانه (گرم)، عملکرد زیستی و شاخص برداشت محاسبه شدند. جهت اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک فوق، در هر کرت هفت بوته به طور تصادفی انتخاب شدند و صفات مورد نظر اندازه‌گیری و ثبت شد. پس از آزمون همگنی واریانس‌ها و نرمال بودن توزیع اشتباهات آزمایشی، تجزیه واریانس داده‌ها، رگرسیون و تجزیه علیت، تجزیه به عامل‌ها و تجزیه کلاستر با استفاده از نرم افزارهای SAS 9.2، Minitab 16، Path 74 و SPSS 19 انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مربوط به آزمایش تحت شرایط آبیاری مطلوب و محدود (جدول ۱، ۲) نشان داد که ارقام از نظر همه صفات در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشتند. این نتایج نشان‌دهنده تنوع بالای ارقام مورد ارزیابی بود که امکان انتخاب ارقام مورد نظر براساس صفات مورد بررسی و هم‌چنین امکان انجام تجزیه‌های بعدی را میسر می‌سازد.

آماره‌های توصیفی صفات مورد ارزیابی در دو شرایط آبیاری مطلوب و محدود در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به نتایج، بیشترین درصد ضریب تغییرات در شرایط آبیاری مطلوب به‌ترتیب برای صفات تعداد دانه در سنبله (۳۸/۲۳) و در بوته (۳۴/۵۲) و عملکرد دانه در بوته (۲۹/۹۵) و زیستی (۲۶/۱۹) و کمترین درصد ضریب تغییرات به‌ترتیب برای صفت تعداد روز تا رسیدگی (۱/۳۳) و گلدهی (۲/۹۶) مشاهده شد. در شرایط آبیاری محدود نیز بیشترین درصد ضریب تغییرات برای صفات تعداد دانه در سنبله (۳۵/۲۴) و بوته (۳۱/۰۴) و عملکرد دانه (۲۷/۲۷) و زیستی (۲۲/۱۱) و کمترین آن برای تعداد روز تا رسیدگی (۱/۴۷) و گلدهی (۳/۰۵) مشاهده شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ارقام جو تحت شرایط آبیاری مطلوب.

Table 1. Variance analysis of the investigated traits of barley cultivars under optimal irrigation condition.

		M.S											
S.O.V	Df	Number of seed per plant	Grain yield	Thousand grain weight	biological yield	Harvest Index	Number of Spikes per plant	Number of seed per spike	Plant height	Peduncle length	Spike length	Days to Flowering	Days to Maturity
Replication(R)	1	16784.13**	75.45**	476.42**	11.56^{ns}	0.14**	0.88^{ns}	1082.57**	3497.76**	37.52**	74.94**	120.12**	31.16**
R.(Block)	26	1694.36	3.16	13.66	19.57*	0.002	1.59**	28.40	284.88**	8.10**	0.59	12.89**	3.32
Cultivar	137	6135.20**	5.82**	61.34**	22.34**	0.003**	2.12**	307.04**	107.84**	15.63**	1.25**	42.89**	14.63**
Error	111	1647.86	2.64	14.03	12.08	0.001	0.78	23.43	34.95	3.23	0.55	4.29	2.20
C.V		19.42	20.34	9.57	17.72	10.88	15.67	12.54	5.74	6.93	9.24	1.18	0.69

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد .

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

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ارقام جو تحت شرایط آبیاری محدود.

Table 2. Variance analysis of the investigated traits of barley cultivars under limited irrigation condition.

S.O.V	Df	Number of seed per plant	Grain yield	Thousand grain weight	biological yield	Harvest Index	Number of Spikes per plant	Number of seed per spike	Plant height	Peduncle length	Spike length	Days to Flowering	Days to Maturity
Replication(R)	1	16784.13**	75.45**	476.42**	11.56^{ns}	0.14**	0.88^{ns}	1082.57**	3497.76**	37.52**	74.94**	120.12**	31.16**
R.(Block)	26	1694.36	3.16	13.66	19.57*	0.002	1.59**	28.40	284.88**	8.10**	0.59	12.89**	3.32
Cultivar	137	6135.20**	5.82**	61.34**	22.34**	0.003**	2.12**	307.04**	107.84**	15.63**	1.25**	42.89**	14.63**
Error	111	1647.86	2.64	14.03	12.08	0.001	0.78	23.43	34.95	3.23	0.55	4.29	2.20
C.V		19.42	20.34	9.57	17.72	10.88	15.67	12.54	5.74	6.93	9.24	1.18	0.69

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد .

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

بنابراین تنوع بالایی بین ارقام مورد بررسی از نظر این صفات در هر دو شرایط وجود داشت و می‌توان از این تنوع جهت انتخاب ارقام برتر برای اهداف به‌نژادی و بهبود خصوصیات ارقام در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود؛ در حالی‌که صفات فنولوژیک مانند تعداد روزتا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک، تنوع پایینی نسبت به سایر صفات داشتند. در نتیجه این صفات ممکن است در برنامه‌های اصلاحی، شانس کم‌تری جهت انتخاب داشته باشند، مگر این‌که صفات زودرسی یا دیررسی، صفتی مطلوب جهت یک برنامه اصلاحی خاص باشد. در بررسی‌های مشابهی که بر روی ارقام گندم صورت گرفت، بیشترین ضریب تغییرات برای صفات تعداد سنبله در بوته و دانه در سنبله و عملکرد دانه و همچنین کمترین درصد تنوع برای صفات تعداد روز تا گلدهی، تا سنبله‌دهی و تا برداشت مشاهده شد که با نتایج این آزمایش مشابهت داشت (Ehdaie & Waines, 1989; Naroueirad et al., 2007).

جدول ۳. آماره‌های توصیفی صفات مورد بررسی در ارقام جو تحت شرایط آبیاری مطلوب و محدود.

Table3. Descriptive statistics parameters of investigated traits of barley cultivars under optimal and limited irrigation conditions.

Traits		Maximum	Minimum	Mean	Coeff of Variation	Standard Deviation	Skewness	Kurtosis
Number of seed per plant	non-stress	508.40	90	234.30	34.52	80.88	0.68	0.18
	stress	492	96.60	208.93	31.04	64.86	0.69	0.44
Grain yield	non-stress	22.78	4.49	11.01	29.95	3.30	0.64	0.38
	stress	14.58	3.13	7.99	27.27	2.18	0.47	0.17
Thousand grain weight	non-stress	62.88	26.19	48.03	11.81	5.67	-0.15	0.33
	stress	58.24	21.45	39.14	16.64	6.51	0.03	-0.10
biological yield	non-stress	46	10	25.31	26.19	6.63	0.57	0.37
	stress	32.40	10.40	19.61	22.11	4.34	0.41	0.11
Harvest Index	non-stress	0.60	0.19	0.43	12.92	0.06	-0.22	0.68
	stress	0.60	0.16	0.41	14.19	0.06	-0.30	1.39
Number of Spikes per plant	non-stress	13	3	5.69	25.42	1.45	1.07	2.23
	stress	10.40	3	5.64	22.56	1.27	0.95	1.33
Number of seed per spike	non-stress	86.81	19.57	43.26	38.23	16.74	0.26	-1.03
	stress	69.64	15	38.60	35.24	13.60	0.28	-1.35
Plant height	non-stress	147.20	64.04	105.94	10.33	10.94	-0.26	1.63
	stress	142.10	70.26	102.95	11.19	11.52	-0.04	0.19
Peduncle length	non-stress	41.80	20.80	29.65	12.35	3.66	0.59	0.50
	stress	41	17.80	25.92	12.54	3.25	0.75	2.08
Spike length	non-stress	13	4.72	8.07	11.60	0.94	0.74	3.80
	stress	12	4.96	8.07	13.54	1.09	0.53	0.47
Days to Flowering	non-stress	184	157	172.95	2.96	5.12	-0.59	-0.11
	stress	187	157	174.31	3.05	5.32	-0.67	0.26
Days to Maturity	non-stress	233	218	224.45	1.33	2.98	0.06	-0.61
	stress	225	208	215.16	1.47	3.17	0.15	-0.05

تجزیه رگرسیون و علیت

قبل از تجزیه علیت و با استفاده از تجزیه رگرسیونی گام به گام، سهم هر یک از صفات که بیشترین تأثیر را در عملکرد دانه داشتند، مشخص شد. بر اساس نتایج رگرسیون گام به گام، صفت تعداد دانه در بوته در شرایط آبیاری مطلوب، به‌تنهایی حدود ۸۶ درصد از تغییرات مربوط به عملکرد دانه را در مقایسه با دیگر صفات توجیه نمود. علاوه بر این صفت، صفات وزن هزار دانه، روز تا گلدهی، عملکرد زیستی، شاخص برداشت و طول پدانکل با ضرایب مثبت، به‌ترتیب وارد مدل شدند که در مجموع ۹۹ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند.

جهت تفسیر بهتر نتایج رگرسیون گام به گام، تجزیه علیت انجام شد. نتایج تجزیه علیت در شرایط آبیاری مطلوب (جدول۴) نشان داد که صفت تعداد دانه در بوته، بالاترین اثر مستقیم (۰/۷۵۹) را بر عملکرد دانه داشت و بیشترین اثر غیرمستقیم این صفت از طریق عملکرد زیستی (۰/۲۶) بود. اثر غیرمستقیم آن از طریق وزن هزار دانه منفی (۰/۱۷۷-) و از طریق سایر صفات ناچیز بود؛ پس از آن صفت عملکرد زیستی دارای اثر مستقیم بالایی بود (۰/۳۱۳). اثر غیرمستقیم آن از طریق تعداد دانه در بوته (۰/۶۳)، باعث همبستگی بالای این صفت با عملکرد دانه در بوته (۰/۸۹۹) شد و اثر غیرمستقیم سایر صفات ناچیز بود. وزن هزار دانه دارای اثر مستقیم (۰/۲۹۴) بر عملکرد دانه در بوته بود و اثر غیر مستقیم وزن هزار دانه از طریق همه صفات منفی بود که باعث همبستگی منفی این صفت با عملکرد دانه در بوته شد (۰/۲۸۱-). بیشترین اثر غیر مستقیم و منفی این صفت (۰/۴۵-) از طریق تعداد دانه در بوته بود.

جدول ۴- تجزیه ضرایب علیت برای عملکرد دانه در بوته در ارقام جو تحت شرایط آبیاری مطلوب.

Table 4. Path analysis for grain yield of barley cultivars under optimal irrigation condition.

Trait	Correlation Coff.	Direct effect	Indirect effect via						R2 adj
			1	2	3	4	5	6	
Number of seed per plant	0.932	0.759	-	-0.177	-0.002	0.261	0.092	-0.005	0.859
Thousand grain weight	-0.281	0.294	-0.456	-	-0.004	-0.073	-0.043	-0.001	0.975
Days to Flowering	0.05	-0.031	0.03	0.032	-	0.047	-0.026	-0.005	0.976
biological yield	0.899	0.313	0.634	-0.068	-0.005	-	0.033	-0.006	0.979
Harvest index	0.589	0.158	0.441	-0.08	0.004	0.065	-	-0.001	0.993
Peduncle length	0.189	-0.023	0.136	0.005	-0.006	0.072	0.003	-	0.993

با افزایش تعداد دانه در بوته، آسمیلات‌های کمتری در مقایسه با تعداد کمتر دانه در بوته وارد می‌شود و این امر باعث کاهش وزن هزار دانه می‌شود؛ بنابراین این دو صفت را نمی‌توان با هم افزایش داد و افزایش عملکرد دانه به دنبال افزایش یکی از این دو صفت صورت می‌گیرد.

با توجه به نتایج ضرایب همبستگی، رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت چنین استنباط می‌شود که استفاده از صفات تعداد دانه در بوته و عملکرد زیستی برای افزایش عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب حائز اهمیت می‌باشد. در گزارشی بر روی لاین های جو لخت نشان داده شد که صفات تعداد پنجه بارور، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله، بیشترین اثر مستقیم و مثبت را روی عملکرد دانه داشتند و گزینش بر اساس این صفات جهت بهبود عملکرد دانه موثر خواهد بود (Dadashi *et al*., 2010).

بر اساس نتایج تجزیه علیت تحت شرایط آبیاری محدود (جدول۵) مشخص شد که صفت عملکرد زیستی، بالاترین اثر مستقیم (۰/۷۳۱) را بر عملکرد دانه در بوته داشت و اثر غیر مستقیم این صفت از طریق سایر صفات ناچیز بود و پس از آن، صفت شاخص برداشت قرار داشت (۰/۴۲۲). اثر غیر مستقیم این صفت از طریق عملکرد زیستی (۰/۱۰۹) و از طریق صفات تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه مثبت و ناچیز بود.

جدول ۵- تجزیه ضرایب علیت برای عملکرد دانه در بوته در ارقام جو تحت شرایط آبیاری محدود.

Table 5. Path analysis for grain yield of barley cultivars under limited irrigation condition.

Trait	Correlation Coff.	Direct effect	Indirect effect via				R^2 adj
			1	2	3	4	
biological yield	0.879	0.731	-	0.063	0.092	-0.008	0.772
Harvest index	0.589	0.422	0.109	-	0.051	0.007	0.988
Number of seed per plant	0.819	0.121	0.555	0.177	-	-0.035	0.988
Thousand grain weight	-0.051	0.058	-0.088	0.05	-0.072	-	0.989

اثر مستقیم صفت تعداد دانه در بوته بر روی عملکرد دانه در بوته (۰/۱۲۱) بود. همبستگی بالای این صفت با عملکرد دانه در بوته (۰/۸۱۹)، به دلیل اثر غیرمستقیم عملکرد زیستی (۰/۵۵۵) و شاخص

برداشت (۰/۱۷۷) بر روی این صفت بود. از آن‌جا که عملکرد زیستی و شاخص برداشت، بالاترین اثر مستقیم و غیرمستقیم از طریق سایر صفات را بر روی عملکرد دانه در بوته داشتند، این دو صفت به‌عنوان صفات مهم برای انتخاب ارقام با عملکرد بالا در شرایط آبیاری محدود معرفی شدند. در بررسی Karami *et al* (2005) بر روی ژنوتیپ‌های جو، بر اساس نتایج تجزیه علیت گزارش کردند که در شرایط دیم، عملکرد زیستی بیشترین اثر مسقیم و مثبت را روی عملکرد دانه داشت. در آزمایش دیگری گزارش شد که عملکرد زیستی اثر مستقیمی بر عملکرد دانه گندم دوروم داشت (Abderrahmane *et al*., 2013). انتخاب بر اساس این عامل، منجر به ایجاد گیاهانی با ارتفاع و رشد رویشی زیاد خواهد شد.

تجزیه به عامل‌ها

از آن‌جا که ضرایب همبستگی ممکن است به تنهایی اطلاعات کاملی در مورد روابط صفات مختلف فراهم نکند و با توجه به مزایای مختلف تجزیه و تحلیل آماری چند متغیره و برای درک عمیق ساختار داده ها، در مطالعه حاضر از تحلیل عاملی استفاده شد. تجزیه به عامل‌ها، با استفاده از روش تجزیه به مولفه-های اصلی و بر مبنای مقادر ویژه بزرگتر از ۰/۵، صرف نظر از علامت مربوطه، به‌عنوان ضرایب معنی‌داری پس از چرخش وریماکس انجام شد.

در شرایط آبیاری مطلوب و محدود، چهار عامل شناسایی شد و همه آن‌ها به‌ترتیب ۸۰/۳۳ و ۷۹/۹۳ درصد از تنوع موجود در صفات را توجیه کردند (جدول۶). تحت شرایط آبیاری مطلوب، عامل اول که ۳۶/۶۹ درصد از کل تغییرات را تشکیل داد، دارای ضرایب عاملی مثبت برای صفات تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، عملکرد زیستیی، شاخص برداشت و تعداد دانه در سنبله و ضریب عاملی منفی برای وزن هزار دانه بود. صفات قرار گرفته در این عامل، همبستگی بالایی با عملکرد دانه در بوته داشتند و هم‌چنین بر اساس نتایج رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت، به‌عنوان صفات تاثیرگذار بر عملکرد دانه در بوته شناسایی شدند؛ بنابراین عامل اول به‌عنوان عامل عملکرد و اجزای عملکرد نام‌گذاری شد. عامل دوم که ۲۰/۲۷ درصد از تغییرات داده‌ها را به خود اختصاص داد، شامل صفات ارتفاع بوته و روز تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک بود. از آن‌جاکه ارتفاع بوته با تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی دارای همبستگی مثبتی بود، با افزایش تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته افزایش یافت؛ از این رو این عامل به‌عنوان عامل ارتفاع نام‌گذاری شد و در بررسی Mahmoodi *et al*. (2014) بر روی ژنوتیپ-های گندم، چهار عامل شناسایی شد؛ عامل اول با توجیه ۲۷/۵۶ درصد از تغییرات داده‌ها، عامل موثر بر عملکرد دانه نام‌گذاری شد که شامل صفات عملکرد دانه، زیست‌توده و وزن هزار دانه بود. عامل دوم که ۱۸/۲۸ درصد از تغییرات داداه‌ها را توجیه می‌کرد، عامل ارتفاع نامیده شد و دارای ضرایب مثبت و بزرگ برای صفات روز تا گلدهی، ارتفاع بوته و طول ریشک بود. در بررسی دیگری بر روی عوامل موثر بر عملکرد دانه گندم تحت شرایط خشکی، سه عامل شناسایی شد که عامل اول، موثر بر عملکرد و اجزای عملکرد، عامل دوم، موثر بر ارتفاع بوته و عامل سوم، بر شاخص برداشت موثر بود (Leilah & Al-Khateeb, 2005).

از طرف دیگر و تحت شرایط آبیاری محدود (جدول ۶)، عامل اول، ۳۳/۳۳ درصد از تغییرات کل را توجیه کرد که صفات تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه در بوته، عملکرد زیستی و تعداد دانه در سنبله دارای ضرایب عاملی مثبت و بالایی بودند و این عامل نیز به-عنوان عامل عملکرد دانه و اجزای عملکرد نام‌گذاری شد. عامل دوم دارای ضرایب عاملی مثبت و معنی-داری برای صفات روز تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی و ضرایب عاملی منفی و معنی‌داری برای صفات وزن هزار دانه و تعداد سنبله در بوته بود. عامل دوم با توجیه ۲۲/۶۴ درصد از تغییرات داده‌ها، عامل رسیدگی نامیده شد. عامل سوم، دارای ضرایب مثبت و بزرگ برای صفات ارتفاع بوته و طول پدانکل و ضریب عاملی منفی برای شاخص برداشت بود. این عامل با توجیه ۱۳/۴۸ درصد از تغییرات داده‌ها به‌عنوان عامل ارتفاع در نظر گرفته شد. با توجه به این‌که شاخص

برداشت با عملکرد دانه در بوته همبستگی مثبتی دارد، کاهش شاخص برداشت باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود. بنابراین انتخاب بر اساس این عامل، باعث انتخاب ارقام پابلند و عملکرد پایین دانه می‌شود. ارقام انتخاب شده بر اساس این عامل، بیشتر برای تولید علوفه دام مناسب می‌باشند. عامل چهار با توجیه ۱۰/۴۸ درصد از کل تغییرات، دارای ضرایب عاملی مثبت و معنی‌داری برای صفت طول سنبله بود که این عامل را می‌توان به همین عنوان در نظرگرفت.

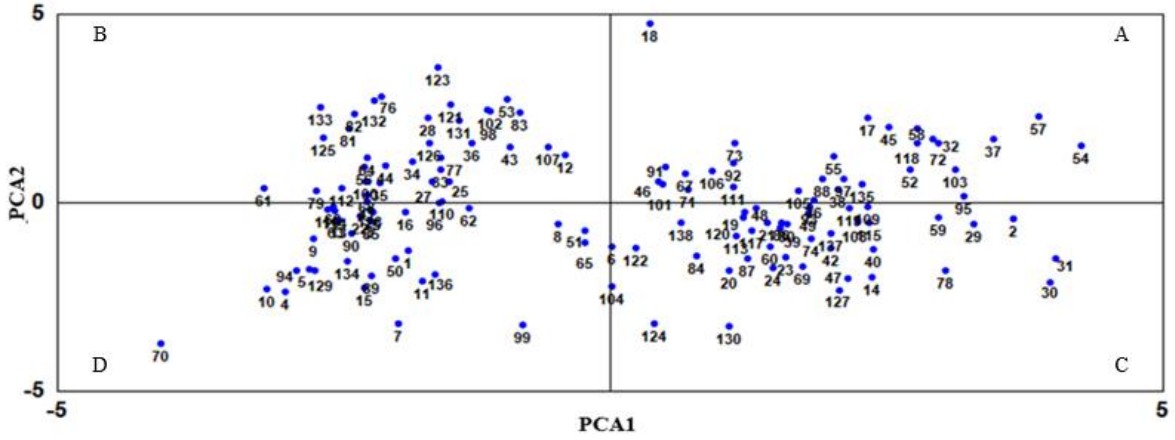
جدول ۶- تجزیه به عامل‌ها با دوران وریماکس برای ارقام جو تحت شرایط آبیاری مطلوب و محدود.

Table 6. Factor analysis using varimax rotation of barley cultivars under optimal and limited irrigation conditions.

Traits	First factor		Second factor		Third facto		Forth factor	
	non-stress	stress	non-stress	stress	non-stress	stress	non-stress	stress
Number of seed per plant	0.943	0.926	-0.186	0.131	0.243	-0.250	0.002	0.109
Grain yield	0.859	0.900	-0.138	-0.222	0.316	0.074	0.109	0.310
Thousand grain weight	-0.518	-0.367	0.301	-0.589	0.024	0.353	0.249	0.264
biological yield	0.791	0.840	0.096	0.006	0.481	0.194	0.226	0.358
Harvest Index	0.596	0.450	-0.492	-0.472	-0.204	-0.496	-0.204	0.045
Number of Spikes per plant	-0.411	-0.262	-0.102	-0.547	0.765	-0.210	0.198	0.446
Number of seed per spike	0.941	0.868	-0.126	0.407	-0.203	-0.118	-0.122	-0.139
Plant height	0.380	0.352	0.579	0.106	-0.278	0.815	0.488	-0.024
Peduncle length	0.344	0.399	0.412	-0.256	-0.333	0.647	0.608	-0.021
Spike length	-0.069	-0.320	0.445	0.105	0.594	0.025	-0.029	0.772
Days to Flowering	0.196	-0.263	0.836	0.838	0.002	0.015	-0.411	0.290
Days to Maturity	0.325	-0.119	0.781	0.909	0.025	-0.015	-0.453	0.223
Eigen values	4.40	3.40	2.43	2.72	1.60	1.62	1.20	1026
Cumulative of variance (%)	36.69	33.33	20.27	22.64	13.34	13.48	10.03	10.48

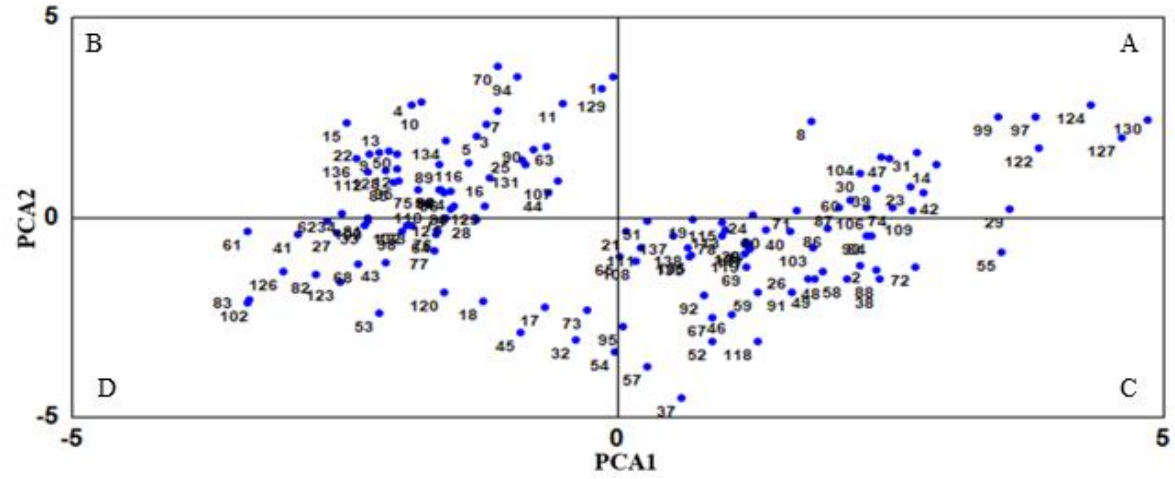
نتایج این پژوهش با نتایج برخی پژوهشگران دیگر (Mohammadi *et al*., 2007; Guendouz *et al*., 2012) که اعلام کرده‌اند عملکرد زیستی به‌صورت معنی‌داری مرتبط با عملکرد دانه در هر دو شرایط است مطابقت داشت. طی پژوهشی بر روی ده لاین جو، سه عامل که در مجموع ۸۰/۲۶ درصد از کل تنوع موجود در داده‌ها را توجیه می‌کرند، گزارش شدند که عامل اول با اختصاص ۲۶/۶۸ درصد از کل واریانس، عامل عملکرد نامیده شد (Ahadzadeh *et al*., 2014). در پژوهشی Naghavi *et al*. (2015) برای کاهش متغیرهای ارقام گندم، از تحلیل عاملی استفاده کردند و چهار عامل (رشد و عملکرد دانه ، صفات دانه ، زیست‌توده و ریشه) و دو عامل (عملکرد دانه و زیست توده) به‌ترتیب تحت شرایط نرمال و تنش خشکی گزارش کردند. همان‌طورکه مشاهده می‌شود، عوامل استخراج شده از این مطالعه، گاهاً متفاوت با عوامل استخراج شده از کارهای دیگر محققان است. اختلاف موجود به تفاوت متغیرهای اندازه‌گیری شده، نوع ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و شرایط محیطی تحقیق مربوط می‌شود، زیرا اطلاعات تجزیه به عامل‌ها به دامنه تنوع ژنتیکی و محیطی بستگی دارد (Dehlholm *et al*., 2012).

با توجه به این که در هر دو شرایط ابیاری مطلوب و محدود، دو عامل اصلی اول و دوم بیشترین تغییرات واریانس داده‌ها را توجیه کردند و صفات عملکرد دانه در بوته و اجزای عملکرد در این عامل‌ها قرار داشتند، از این دو عامل جهت به‌دست آوردن پراکنش و شناسایی ارقام برتر در دستگاه مختصات استفاده شد. تحت شرایط آبیاری مطلوب (شکل ۱)، ارقام ۵۴، ۵۷، ۳۷، ۱۰۳، ۳۱، ۳۰، دو و ۲۹ که از نظر عامل‌های اول و دوم مثبت و بالاتر بودند، عملکرد دانه در بوته بیش‌تری در شرایط مطلوب نشان دادند. تحت شرایط آبیاری محدود نیز موقعیت ارقام براساس دو عامل اصلی اول و دوم بررسی شد (شکل ۲) و ارقام شماره ۱۳۰، ۱۲۷، ۱۲۴، ۹۷، ۱۲۲، ۹۹، ۲۹، ۵۵ که دارای عامل اول و دوم مثبت و بالاتری بودند، عملکرد دانه در بوته بیشتری تحت شرایط آبیاری محدود نیز نشان دادند.



شکل ۱- پراکنش ارقام جو بر اساس عامل اول و دوم تحت شرایط آبیاری مطلوب.

Figure 1. Distribution of barley cultivars on the basis of the first and the second principal components under optimal irrigation condition.



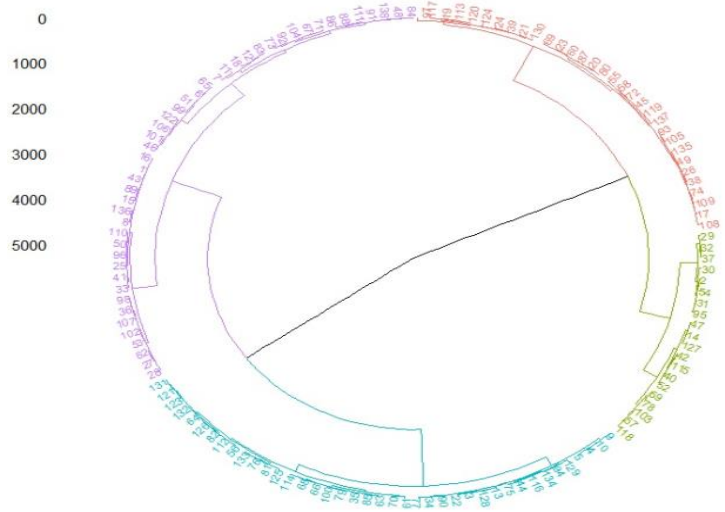
شکل ۲- پراکنش ارقام جو بر اساس عامل اول و دوم تحت شرایط آبیاری محدود.

Figure 2. Distribution of barley cultivars on the basis of the first and the second principal components under limited irrigation condition.

تجزیه خوشه ای

تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و با استفاده از مربع فاصله اقلیدوسی انجام شد. در شرایط آبیاری مطلوب، ارقام مورد نظر در چهار گروه قرار گرفتند (شکل ۳) که گروه‌های یک تا چهار هر کدام به‌ترتیب دارای ۶۰، ۱۳، ۲۲ و ۴۳ رقم بودند.

بر اساس نتایج مقایسات میانگین بین گروه‌ها (جدول ۷)، گروه اول برای صفت شاخص برداشت، بیشترین و برای صفات تعداد سنبله در بوته و طول سنبله، کمترین میانگین را دارا بودند؛ این گروه برای صفات عملکرد و اجزا عملکرد دارای میانگین متوسطی بودند. گروه دوم از لحاظ صفات وزن هزار دانه و تعداد سنبله در بوته، کمترین میانگین و از لحاظ سایر صفات عملکرد و اجزای عملکرد و صفات فنولوژیکی، بیشترین میانگین را دارا بودند؛ ارقام قرار گرفته شده در این گروه (۵۷، ۵۴، ۳۷، ۳۲، ۱۷، ۴۵ و ...) ارقام انتخاب شده در قسمت A نمودار بای‌پلات بودند. ارقام این گروه نشان دادند که هر چه تعداد سنبله در بوته کمتر باشد، تعداد دانه در سنبله و در نتیجه عملکرد بوته افزایش پیدا می‌کند. هم‌چنین هر چه تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی بیشتر باشد، عملکرد بیشتر است. بنابراین ارقام این گروه برای کشت در شرایط تنش که باعث کوتاه شدن دوره رشد و پر شدن دانه می‌شود مناسب نیستند.



شکل ۳- دندوگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ارقام جو تحت شرایط آبیاری مطلوب.

Figure 3. Dendrogram of barley cultivars cluster analysis under optimal irrigation condition.

جدول ۷- مقایسه میانگین و انحراف معیار صفات گروه‌ها در تجزیه خوشه‌ای ارقام جو تحت شرایط آبیاری مطلوب.

Table 7. Cluster analysis of barley cultivars under optimal irrigation condition.

Traits	First cluster	Second cluster	Third cluster	Forth cluster
	60	13	22	43
Number of seed per plant	275.68 b±7.31	33.347a± 5.47	184.45 c±6.05	166.58 c±5.62
Grain yield	12.59 b±1.53	14.53 a±1.11	8.90c±1.17	8.75c±1.26
Thousand grain weight	45.85c±2.18	42.16 d±1.93	48.36 b±2.08	52.73 a±2.05
biological yield	27.13b±2.24	33.03a±1.87	22.78c±2.21	21.62 c±1.78
Harvest Index	0.46 a±0.21	0.44· b±0.20	0.39 c±0.16	0.40c±0.20
Number of Spikes per plant	4.85d±0.88	5.64c±1.02	7.12a±1.03	6.12 b±0.97
Number of seed per spike	57.04 b±2.61	61.93a±1.42	25.93 c±2.38	27.22 c±2.68
Plant height	107.17b±2.91	112.79a±3.25	98.30 c±2.35	106.05b±2.99
Peduncle length	29.87b±1.80	32.06a±1.45	26.73 c±1.80	30.12b±1.76
Spike length	7.71 b±0.84	8.48a±0.81	8.08 a±0.91	8.44 a±0.73
Days to Flowering	171.99b±2.13	177.92a±2.06	166.63 c±1.73	176.01 a±1.69
Days to Maturity	224.12 c±1.63	228.26 a±1.17	221.01d±1.33	225.47b±1.48

*در هر ردیف، میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری با هم ندارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد).

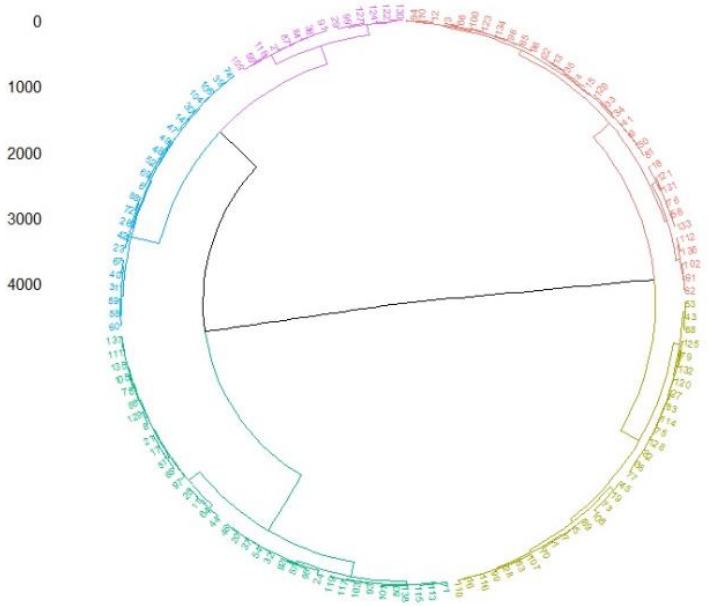
*Means with the same letters in the same row are not significantly different according to Duncan's multiple range taste (5%).

گروه سوم برای صفات تعداد سنبله در بوته، بیشترین و برای صفات تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، طول پدانکل و روز تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی، کمترین میانگین را دارا بودند. ارقام این گروه، ارقامی با دوره رویشی کوتاه و عملکرد پایین بودند. ارقام قرار گرفته در این گروه (از جمله ارقام شماره ۷۰، چهار، ۱۰،هفت، ۹۹، ۱۵، ۹۴ و ...) با ارقام قرار گرفته در قسمت D نمودار بای پلات مطابقت داشت.

گروه چهارم برای صفات وزن هزار دانه و طول سنبله و روز تا گلدهی، بیشترین و برای صفات عملکرد و اجزا عملکرد کمترین میانگین را دارا بودند. ارقام این گروه (۱۲۳، ۷۶،۱۳۳، ۱۲۵، ۸۲، ۱۳۲ و...) همان ارقام قرار گرفته در قسمت C نمودار بای پلات بودند که از لحاظ عامل اول دارای مقادیر پایین و از لحاظ عامل دوم، دارای مقادیر بالایی بودند.

با توجه به حداکثر فاصله ژنتیکی بین ارقام گروه دوم و سوم، می‌توان از دورگ‌گیری بین ارقام موجود در این گروه‌ها برای تولید ارقام با عملکرد بالا بهره جست. شکل ۴ تجزیه کلاستر در شرایط آبیاری محدود را نشان می‌دهد که ارقام به پنج گروه تقسیم شدند. گروه‌های یک تا پنج به‌ترتیب دارای ۲۰، ۱۱، ۴۳، ۲۴ و ۴۰ رقم بوند. با توجه به جدول مقایسات میانگین بین گروه‌ها (جدول ۸)، گروه اول از نظر صفات

عملکرد دانه در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد دانـه در سنبله، عملکرد زیسـتی و شـاخص برداشـت بـالاترین مقدار را به خود اختصـاص دادنـد؛ هـم‌چنـین بـا دارار بودن حداقل روز تا گلدهی و رسـیدگی فیزیولـوژیکی، به‌عنوان ارقام زودرس در نظر گرفته شـدند. در نتیجـه با توجه به شرایط آبیاری محدود، این گـروه بـه دلیـل عملکرد بالا و زودرسـی، بهتـرین گـروه معرفـی شـد و ارقام این گروه در برنامه‌های بـه‌نـژادی مـورد اسـتفاده قرار می‌گیرند. ارقام قرار گرفتـه در قسـمت A نمـودار بای پـلات (ارقـام شـماره ۱۳۰، ۱۲۷،۱۲۴، ۲۳، ۱۲۲، ۹۹ و ..) با ارقام موجو در گروه اول مطابقت داشتند.



شکل ۴- دندوگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ارقام جو تحت شرایط آبیاری محدود.
Figure 4. Dendrogram of barley cultivars cluster analysis under limited irrigation condition.

جدول ۸- مقایسه میانگین و انحراف معیار صفات گروه‌ها در تجزیه خوشه‌ای ارقام جو تحت شرایط آبیاری محدود.
Table 8. Cluster analysis of barley cultivars under limited irrigation condition.

Traits	First cluster	Second cluster	Third cluster	Forth cluster	Fifth cluster
Number of seed per plant	280.84 a±7.38	232.67 b±6.29	242.18b±5.87	168.23 c±5.22	156.51c±4.34
Grain yield	10.43 a±1.30	9.14b±1.45	8.31c±1.10	7.18d±1.13	6.65 d±0.93
Thousand grain weight	37.78 b±2.11	39.38 b±2.61	34.48 c±2.04	42.76 a±2.11	42.52 a±2.12
biological yield	22.91a±1.76	23.35 a±2.08	20.66b±1.58	17.45 c±1.56	17.19 c±1.51
Harvest Index	0.46 a±0.16	0.39c±0.17	0.40bc±0.20	0.41b±0.19	0.39c±0.18
Number of Spikes per plant	5.86b±0.92	5.25 c±0.77	4.74d±0.71	6.85a±1.06	5.90 b±0.88
Number of seed per spike	48.60 a±3.01	44.61b±2.45	51.22 a±2.34	24.67 c±1.39	26.76c±1.82
Plant height	102.62bc±2.34	116.88a±2.98	103.33 b±2.80	97.75c±2.66	101.99 bc±2.91
Peduncle length	27.83 b±1.52	30.16a±1.83	24.88c±1.45	25.44 c±1.22	25.19c±1.73
Spike length	7.78 b±0.88	7.15 c±0.77	7.87b±0.85	8.13 b±0.74	8.63 a±0.80
Days to Flowering	168.90 c±2.02	173.32 b±1.88	176.56a±1.75	169.69 c±2.17	177.64 a±1.64
Days to Maturity	212.48 c±1.35	214.91b±1.33	217.05a±1.51	211.90 c±1.35	216.54 a±1.46

*در هر ردیف، میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری با هم ندارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد).
*Means with the same letters in the same row are not significantly different according to Duncan's multiple range taste (5%).

ارقام گروه دوم از لحاظ ارتفـاع بوتـه، طـول پـدانکل و عملکـرد زیسـتی، دارای مقـدار بـالا و از لحـاظ طـول سنبله و شاخص برداشت، دارای کمترین مقدار بودنـد. در ارقام این گـروه، نسـبت کـاه و کلـش بـه عملکـرد اقتصادی بیشتر است و در نتیجه برای تهیه علوفه باید استفاده شوند. ارقام گـروه سـوم، ارقـامی دیـررس و از نظر عملکرد و اجزا عملکرد، متوسط بودند. ارقام گـروه چهارم تنها در صفت روز تا گلدهی از میانگین بالاتری

برخوردار بودند، ولی از لحاظ صفات عملکرد و اجزای آن در سطح پایینی قرار داشتند. ارقام این گروه (۱۵، چهار، ۱،۱یک، هفت، سه، پنج، ۱۳، ۲۲ و ...) با ارقام قرار گرفته در قسمت C نمودار بای پلات مطابقت داشتند. گروه پنجم نیز از لحاظ صفات عملکرد و اجزای عملکرد مقدار پایینی داشتند، ولی ارقام این گروه، ارقام دیررسی بودند؛ در نتیجه ارقام این دو گروه برای کشت در شرایط تنش توصیه نمی‌شوند. ارقام موجود در این گروه (شامل ارقام ۶۱، ۱۰۲، ۸۳، ۵۳، ۱۲۶، ۵۴، ۳۲ و ..) با ارقام قرار گرفته در قسمت D نمودار بای پلات مطابقت داشت.

با توجه به حداکثر فاصله ژنتیکی بین ارقام گروه اول و پنجم، می‌توان از دورگ‌گیری بین ارقام موجود در این گروه‌ها برای تولید ارقام با عملکرد بالا بهره جست.

در گزارشی بر روی عملکرد گندم تحت شرایط تنش خشکی، سه کلاستر به‌دست آمد که در خوشه سوم، صفات تعداد سنبله، وزن صد دانه، وزن دانه در سنبله، شاخص برداشت، عملکرد زیستی و عملکرد دانه قرار داشتند که با نتایج تحقیق حاضر تقریباً مطابقت داشت (Leilah & Al-Khateeb, 2005). در گزارش دیگری بر روی ژنوتیپ‌های گندم، شش کلاستر به‌دست آمد که کلاستر ششم، حاوی بالاترین عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن بود (Khavarinejad & Shamsi Mahmoud, 2011). در گزارش Abadi *et al*. (2008) بیان شد که ۵۸ نمونه جو در شش گروه قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج همبستگی‌های فنوتیپی، رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت صفات مورد بررسی در دو شرایط آبیاری مطلوب و محدود نشان داد که صفات تعداد دانه در بوته، عملکرد زیستی و شاخص برداشت، از جمله صفات مهم و تاثیرگذار بر عملکرد دانه در بوته بودند. با توجه به این‌که تنوع برای این صفات در بین ارقام مورد بررسی مشاهده شد، بنابراین غربال‌گری به‌منظور افزایش این صفات می‌تواند باعث افزایش عملکرد دانه شود. در هر دو شرایط، عامل اول که بیشترین درصد تغییرات داده‌ها را توجیه کرد، به‌عنوان عامل عملکرد معرفی شد که پس از ترسیم بای‌پلات بر اساس دو مولفه، ارقام ۵۴، ۵۷، ۳۷، ۱۰۳، ۳۱، ۳۰، دو و ۲۹ در شرایط آبیاری مطلوب و ارقام ، ۱۲۷، ۱۲۴، ۹۷، ۱۲۲، ۹۹، ۲۹ و ۵۵ در شرایط آبیاری محدود به‌عنوان ارقام برتر انتخاب شدند. با توجه به نتایج تجزیه خوشه‌ای در شرایط آبیاری مطلوب و محدود، ارقام مورد بررسی به‌ترتیب در چهار و پنج گروه قرار گرفتند که در تمایز ارقام بر اساس صفات مورد نظر به‌صورت مطلوب عمل کرد و پراکنش ارقام بر اساس نمودار بای‌پلات را تایید می‌کرد.

REFERENCES

Abderrahmane, H., Zine, F., Abidine, E., Hamenna, B. & Ammar, B. (2013). Correlation, path analysis and stepwise regression in durum wheat (*Triticum Durum* Desf.) under rainfed conditions. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 3(2), 122-131.

Ahadzadeh, B., Mirzamasoumzadeh, B. & Mollasadeghi, V. (2014). Study of yield component of barley promising lines through factor analysis, *Magnt Research Report*, 2 (7), 4082-4084.

Aspinall, D. 1965. The effects of soil moisture stress on the growth of barley I. Vegetative development and grain yield, *Australian Journal of Agricultural Research*, 15(1964), 729-745.

Dadashi, M. R. (2006). Effect of salinity stress on morphophisiological important agronomic characteristic barley and hull-less barley cultivars. Thesis for degree of Ph.D in Plant Breeding. Islamic Azad University, Research and Science Branch, Iran.

Dadashi, M. R., Nouri Nia, A.A., Asgar, M. & Azizi Chakherchaman, Sh. (2010). Evaluation of correlation between yield and some of physiological and morphological traits in nude barley variety. *Journal of Crop and Weed Eco-Physiology*, 15(1), 29-40.

Dehlholm, C., Brockhoff, P. B. & Bredie, W. L.P. (2012). Confidence ellipses: a variation based on parametric bootstrapping applicable on multiple factor analysis results for rapid graphical evaluation. *Food Qual Prefer*, 26:278–280.

Ehdaie, B., and J. G. Waines, J. G. (1989). Genetic variation, heritability and path- analysis in landraces of bread wheat from south western Iran. *Euphytica*, 41(1), 183- 190.

Forster, B. P., Ellis, R. P., Thomas, W. T. B., Newton, A. C., Tuberosa, R., This, D., El-Enein, R. A., Bahri, M. H. & Ben Salem, M. (2000). The development and application of molecular markers for abiotic stress tolerance in barley. *Journal of Experimental Botany*, 51(342), 19-27.

Guendouz, A., Gussoum, S., Maamari, K. & Hafsi, M. (2012). Effect of supplementary on grain yield, yield components and some morphological traits of Durum Wheat (*Triticum Durum* Desf.) cultivar. *Advances in Environmental Biology*, 6(2), 564-572.

Hayes, P. M., Castro, A., Marquez-Cedillo, L., Corey, A., Henson, C., Jones, B. L., Kling, J., Mather, D., Matus, I., Rossi, C. & Sato, K. (2003). Diversity in barley *(Hordeum vulgare)*, (pp. 201-226) Elsevier.

Jabereldar, A. A., El Naim, A. M., Abdalla, A. A. & Dagash, Y. M. (2017). Effect of water stress on yield and water use efficiency of sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) in semi-arid environment. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 7(1), 1-6.

Karami, E., Ghannadha, M. R., Naghavi, M. R. & Mardi, M. (2005). An evaluation of drought resistance in barley. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 36 (1), 547-560

Khavarinejad, M. S. & Babajanov, A. V. (2011). Identification of relationships of quantitative and morphological traits to spring wheat genotype yields in drought levels of Mazandaran (north of Iran). *International Journal of Agricultural Science*, 1(6), 329-339.

Kilic, H., Akar, T., Kendal, E. & Sayim, I. (2010). Evaluation of grain yield and quality of barley varieties under rainfed conditions. *African Journal of Biotechnology*, 9(46), 7825-7830.

Kumar, M., Vishwakarma, S. R., Bhushan, B. & Kumar, A. (2013). Estimation of genetic parameters and character association in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Wheat Research*, 5(2), 76-78.

Leilah, A. A. & Al-Khateeb, S. A. (2005). Statistical analysis of wheat yield under drought. *Journal of Arid Environment*, 61(3), 483-496.

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.

Mohammadi, A., Majidi Heravan, E., Bihamta, M. R. & Heidari Sharifabad, H. (2007). Evaluation of drought stress on agro-morphological characteristic in some wheat cultivars. *Pajouhesh and Sazandegi*, 73(4), 184-192 (In Persian)

Mahmoodi, E., Mohammadi, S., Saba, S., Hamze, H. & Rezaei, M. (2014). Evaluation of relationship among traits in wheat genotypes under terminal water stress conditions. *Cereal Research*, 4(1), 1-11. (In Persian)

Naghavi, M. R., Toorchi, M., Moghaddam, M. & Shakiba, M. R. (2015). Evaluation of diversity and traits correlation in spring wheat cultivarsunder drought stress. *Notulae Scientia Biologicae*, 7(3), 349-354. doi:10.15835/nsb.7.3.9592.

Naroueirad, M. R., Farzanjou, M., Fanaei, H. R., Arjmandi Nejad, A. R., Ghasemi, A. & Pol Shekan Pahlevan, M. R. (2007). The study of genetic variation and factor analysis for morphological characters of wheat native accessions of sistan and Baluchistan. *Journal of Pajouhesh va Sazandegi* (In *Agronomy and Horticulture*), 19(4): 50-57. (In Persian)

Nazari, L. & Pakniyat, H. (2008). Genetic diversity of wild and cultivated barley genotypes under drought stress using RAPD markers. *Biotechnology*, 7(4), 745-750.

Nor Mohamadi, G., Seiadat, A. & Kashani, A. (2001). *Cereal Agronomy*. Vol. 1. Shahid Chamran University Publications. Ahvaz, Iran (in Farsi).

Omara, M. K. (1987). Selection of early maturing barley with improved response to drought stress. *Australian Journal of Agricultural Research*, 38(5), 835-845.

Samarah, N. H. (2005). Effects of drought stress on growth and yield of barley. *Agronmy for Sustainabe Development.* 25(1), 145- 149.

Shamsi Mahmoud Abadi, H., Majidi Heravan, A. H., Nour Mohammadi, Gh., Mirhosseini Dehabadi, S. R. & Heydari, H. (2008). Study of genetic diversity and evolution of barley genotypes to salt stress. *Journals Plant and Ecosystem*, 18(1), 44-59.