

تجزیه و تحلیل صفات جو زراعی دو ردیفه و شش ردیفه با تاکید بر اقلیم محل جمع آوری

شکیبا شاهمرادی

استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی کرج.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۹/۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۱۳)

چکیده

جو زراعی دارای دو تیپ دو ردیفه و شش ردیفه با ویژگی‌ها و سازگاری‌های متفاوت می‌باشد بنابراین با توجه به شرایط اقلیمی متفاوت و مصارف مختلف این گیاه، شناسایی بهتر این ویژگی‌ها به بهره‌برداری صحیح از آن‌ها کمک می‌کند. در این پژوهش، با هدف مقایسه ویژگی‌های مورفولوژیکی، فنولوژیکی، آگرونومیکی و اقلیم محل جمع‌آوری در ژنوتیپ‌های جو زراعی دو ردیفه و شش‌ردیفه بومی ایران، ۷۰۷ ژنوتیپ جو زراعی شامل ۲۱۰ ژنوتیپ جو دو ردیفه و ۴۹۷ ژنوتیپ جو شش ردیفه از کلکسیون ژرم پلاسما بانک ژن گیاهی ملی ایران مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات فنولوژیک، مورفولوژیک و زراعی اندازه‌گیری شد و بر اساس مشخصات اقلیمی محل جمع‌آوری و ضریب خشکی گوسن، ژنوتیپ‌های جو در چهار گروه اقلیمی دسته‌بندی شدند. نتایج تجزیه واریانس یک طرفه و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی نشان داد که ژنوتیپ‌های جو دو ردیفه، طول دوره رشد رویشی و زایشی کوتاه‌تری داشتند و زودرس‌تر از جو شش‌ردیفه بودند. میانگین صفت وزن صد دانه در ژنوتیپ‌های جو دو ردیفه به‌طور معنی‌داری بالاتر از جو شش‌ردیفه بود. این دو تیپ مختلف جو زراعی، بر اساس اقلیم محل جمع‌آوری، توزیع متفاوتی را نشان دادند. نتایج کلی نشان داد که صفت تیپ سنبله، علاوه بر اثراتی که بر صفات مختلف گیاه جو دارد، ارتباط تنگاتنگی با اقلیم محل جمع‌آوری ژنوتیپ‌ها نیز دارد، بنابراین این تیپ سنبله نیز نظیر سایر صفات در جهت سازگاری با اقلیم محل زندگی گیاه تکامل یافته است.

واژه‌های کلیدی: اقلیم، تیپ سنبله، جو زراعی، دو ردیفه، شش‌ردیفه.

Analysis of traits of two-row and six-row barley with emphasis on climatic conditions of origin

Shakiba Shahmoradi

Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO)
Karaj, Iran.

(Received: November 27, 2019 - Accepted: October 4, 2020)

ABSTRACT

Barley has two types of two-row and six-row with different characteristics, therefore due to different climatic conditions and different uses of this crop, better identification of these characteristics will lead to proper use of them. In this research, 707 barley genotypes including 210 two-row and 497 six-row barleys were selected from the germplasm collection of the National Plant Gene Bank of Iran and were evaluated in the research field of Seed and Plant Improvement Institute in Karaj. The phenological, morphological and agronomic traits were recorded. According to the climatic characteristics of the origin of each genotype and the Gosan Xerothermic coefficient, genotypes were classified into four climatic groups. Results of one-way analysis of variance and mean comparison of evaluated traits indicated that, the two-row barley had a shorter vegetative period and reproductive growth, and had early maturity than the six rows. The average weight of 100 seeds in two-row barley genotypes was significantly higher than the six-row, which appears to be due to smaller seedlings of lateral florets in the six-row genotypes. The overall results showed that spike type in barley effects on morphological, agronomic and phonological traits of the crop and is related to climatic condition of origin, so, it seems that the type of spike like all other traits, has evolved to adapt to the climate of the plant's habitat.

Keywords: Barley, climate, spike type, two rows, six rows.

مقدمه

2011)، محققین گزارش نمودند که صفات مورفولوژی سنبله شامل طول سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله در ژنوتیپ‌های دو ردیفه (*H. vulgare* subsp. *distichum*) و ژنوتیپ‌های شش‌ردیفه (*H. vulgare* subsp. *hexastichum*)، وجه تمایز این دو زیرگونه می‌باشند که در اکوتیپ‌های دو ردیفه دارای کمیت بالاتری می‌باشند و این امر عملکرد دانه کمی بالاتر را در اکوتیپ‌های اخیر توجیه می‌کند؛ سایر صفات در میان هر دو تیپ شرایط یکسانی را نشان می‌دهند. همچنین بررسی سازگاری در اکوتیپ‌های جو وحشی (Shahmoradi & Mozafari, 2017) نشان داد که اکوتیپ‌های جو وحشی بومی اقلیم‌های بیابانی و بیابانی سرد، سازگاری بالاتری نسبت به تنش داشتند و می‌توان این منابع ژنتیکی ارزشمند را به‌منظور بهره‌برداری مستقیم و یا به‌عنوان والدین در برنامه‌های اصلاحی برای صفات سازگاری نسبت به تنش خشکی مورد استفاده قرار داد.

در ارزیابی تنوع ژنتیکی، به‌منظور بررسی روند و الگوی تنوع و بررسی وجود تفاوت‌های معنی‌دار برای صفات مورد بررسی در میان نمونه‌های جمع‌آوری شده از نواحی مختلف کشور، از تجزیه واریانس صفات بر اساس مدل تجزیه واریانس یک‌طرفه با تکرار نامساوی با فرض اقلیم‌ها به‌عنوان تیمار و تعداد نمونه به‌عنوان تکرار با هدف مقایسه اکوتیپ‌های اقلیمی براساس روش Kruskal Wallis استفاده شومی شود (Aghaei *et al.*, 2013, Shahmoradi *et al.*, 2005).

در بررسی ژنوتیپ‌هایی جو زراعی در شرایط تنش (Shahmoradi *et al.*, 2018)، نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های زودرس، دارای سازگاری بیشتری در شرایط تنش بودند. در این تحقیق، ژنوتیپ‌های دو ردیفه دارای وزن صد دانه و عملکرد دانه بالاتری در شرایط تنش بودند و شاخص تحمل تنش بالاتری داشتند.

درک بهتر ویژگی‌ها و سازگاری‌های جو دو ردیفه و شش‌ردیفه می‌تواند به به‌نژادگر در طراحی برنامه‌های به‌نژادی کمک کند. اول این‌که تیپ مناسب جو را بر

جو زراعی *Hordeum vulgare* L. بر اساس ساختار سنبله به گروه دو ردیفه و شش‌ردیفه طبقه بندی شده است. در جو شش‌ردیفه، از سه سنبلچه که در هر گره محور سنبله وجود دارد، هر سه بارور می‌شوند، اما در جو دو ردیفه، فقط سنبلچه وسطی بارور می‌شود. دو مکان ژنی مستقل، این ویژگی را کنترل می‌کنند. جو شش‌ردیفه و دو ردیفه، دو گروه متمایز و مشخص ژنتیکی و مورفولوژیکی در درون گونه *Hordeum vulgare* می‌باشند (Martin *et al.*, 1991). جو دو ردیفه دارای تعداد بیشتری سنبله در مترمربع می‌باشد و وزن دانه بالاتری دارد، اما نسبت به جو شش‌ردیفه، تعداد دانه کمتری در سنبله تولید می‌کند (Stoskopf, 1985). تیپ دو ردیفه و شش‌ردیفه، دارای مجموعه ژن‌های متفاوتی می‌باشند که در فرآیندهای نموی آن‌ها نقش دارند (Kirby & Riggs, 1978) و این امر بر اغلب صفات کمی تاثیر می‌گذارد (Powell, 1990) و منجر به تفاوت در چگونگی تخصیص ماده خشک در جو دو ردیفه و شش‌ردیفه می‌شود، به‌طوری‌که انعطاف‌پذیری اجزای عملکرد در واکنش به تغییرات محیط رشد در جو دو ردیفه بیشتر از جو شش‌ردیفه می‌باشد (Le Gouis, 1992).

از دیدگاه آگرونومیکی، تفاوت‌های قابل اندازه‌گیری میان دو تیپ جو ممکن است ناشی از اثر پلیوتربی این مکان ژنی و همچنین ناشی از انتخاب در هر گروه با پیشینه ژنتیکی مناسب برای بیان آن‌ها باشد (Riggs & Kirby, 1978). جو دو ردیفه معمولاً تعداد دانه در سنبله کمتری دارد که با قابلیت پنجه‌زنی بیشتر و وزن صد دانه بالاتر آن تعدیل شومی شود. جو شش‌ردیفه پتانسیل عملکرد بیشتری نسبت به جو دو ردیفه به ویژه در شرایط پر نهاده دارد (Le Gouis *et al.*, 1999). وزن دانه در جو شش‌ردیفه، یکنواختی کمتری دارد، چراکه گلچه‌های جانبی در سنبلچه‌ها، دانه‌های کوچکتری نسبت به گلچه‌های وسطی تولید می‌کنند (Maidl *et al.*, 1999; Le Gouis *et al.*, 1999).

در ارزیابی تنوع ژنتیکی ۲۷۸ اکوتیپ جو زراعی بومی مناطق گرم و خشک ایران (Shahmoradi *et al.*,

ضریب خشکی (X) این گروه‌های اقلیمی در جدول ۱ ارائه شده است. این ضریب، طول دوره خشکی را بر اساس تعداد روزهای خشک سال در اقلیم‌های مختلف و بر اساس اقلیم بندی گوسن نشان می‌دهد (Sabeti, 1969). در روش اقلیم‌بندی گوسن، با توجه به اطلاعات اقلیمی بلندمدت در هر منطقه، تعداد روزهای خشک سال تعیین می‌شود و ضریب خشکی آن منطقه محاسبه می‌شود. عوامل تعیین‌کننده در ضریب خشکی، شامل درجه حرارت و بارندگی می‌باشند. بر اساس میزان ضریب خشکی، مناطق اقلیمی به‌طور کلی به ۱۲ گروه دسته‌بندی شده است و برای مثال، این ضریب برای اقلیم بیابانی بین ۳۰۰ تا ۳۵۰ روز در سال پیش بینی می‌شود. ژنوتیپ‌های مورد بررسی در تحقیق حاضر بر اساس محل جمع‌آوری، در چهار گروه اقلیمی شامل اقلیم بیابانی، نیمه‌بیابانی، مدیترانه‌ای گرم و خشک، نیمه‌مدیترانه‌ای سرد و خشک قرار گرفتند (جدول ۱).

در ابتدا اطلاعات مربوط به ارزیابی صفات شاهد‌های آزمایش مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و پس از اطمینان از یکنواختی آزمایش، در تجزیه‌های بعدی شاهد‌ها حذف شدند و واکنش ژنوتیپ‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه واریانس یک طرفه با تکرار نامساوی با فرض تعداد ردیف (دو ردیفه و شش ردیفه) به‌عنوان تیمار و تعداد نمونه (به‌ترتیب ۲۱۰ و ۴۹۷) به‌عنوان تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد (Steel & Torrie, 1980). به‌منظور ارزیابی دقیق‌تر داده‌ها، تجزیه به مولفه‌ها و رسم نمودار بای پلات با استفاده از نرم‌افزار STAT GRAPHICS 2.1 صورت گرفت. محاسبه پارامترهای آمار توصیفی، تجزیه همبستگی و تجزیه واریانس یک طرفه با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16.0 در ژنوتیپ‌های مورد بررسی انجام شد.

نتایج و بحث

میانگین صفات فنولوژیک روز تا ظهور سنبله، تا گلدهی و تا رسیدن در جو دو ردیفه به‌ترتیب ۱۵۴، ۱۶۳ و ۱۹۹ روز بود، در حالی که میانگین این صفات در جو شش‌ردیفه به‌ترتیب ۱۵۷، ۱۶۶ و ۲۰۶ روز بود (جدول ۲). ارتفاع بوته در جو دو ردیفه (۶۲ سانتیمتر)،

اساس اهداف مورد نظر انتخاب نماید و سپس ویژگی‌های مناسب را در هر تیپ مدنظر قرار دهد. با این هدف، در تحقیق حاضر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فنولوژیکی و آگرونومیکی و اقلیم محل جمع‌آوری در ژنوتیپ‌های جو زراعی دو ردیفه و شش‌ردیفه بومی ایران مورد ارزیابی و مقایسه قرار می‌گیرند.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، ۷۰۷ ژنوتیپ جو زراعی به‌طور تصادفی از کلکسیون ژرم پلاسما بانک ژن گیاهی ملی ایران انتخاب شدند و در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج مورد ارزیابی قرار گرفتند. از این تعداد، ۲۱۰ ژنوتیپ جو دو ردیفه و ۴۹۷ ژنوتیپ جو شش‌ردیفه بودند. آزمایش در قالب طرح آزمایشی آگمنت (Federer & Raghavarao, 1975) به همراه سه شاهد (افضل، نصرت و یوسف) در بین هر ۱۰ ردیف از ژنوتیپ‌های جو مورد آزمایش اجرا شد (در هر بلوک هر سه شاهد با ترتیب تصادفی قرار گرفتند) تا از یکنواخت بودن شرایط آزمایش اطمینان حاصل شود. طول خطوط کشت، یک متر بود و بوته‌ها روی پشته کشت شدند. هر بلوک شامل ۳۷ خط کشت یک‌متری با فواصل ۵۰ سانتیمتر بود و آزمایش در مجموع در ۲۱ بلوک ۳۷ خطی (۷۷۰ خط با احتساب شاهد‌ها) اجرا شد. شاهد‌ها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۲۱ تکرار کشت شدند و کشت در ۱۰ آبان ماه انجام شد. کلیه عملیات زراعی مورد نیاز جهت رشد و نمو مطلوب گیاه در طول فصل رشد انجام شد. ارزیابی صفات فنولوژیکی و مورفولوژیکی در طول فصل رشد صورت گرفت.

صفات اندازه‌گیری شده شامل صفات فنولوژیک (تعداد روز از تاریخ کاشت تا ظهور سنبله، از تاریخ کاشت تا گلدهی و از تاریخ کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی)، صفات مورفولوژیک (ارتفاع بوته، تعداد ردیف و طول سنبله) و صفات زراعی (تعداد سنبلچه در سنبله و وزن صد دانه) ثبت و اندازه‌گیری شدند. مشخصات اقلیمی محل جمع‌آوری ژنوتیپ‌های جو و

میانگین پایین‌تری نسبت به جو شش ردیفه (۶۶ سانتیمتر) داشت. طول سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله میانگین بالاتری در جو دو ردیفه داشت که با توجه به مورفولوژی این تیپ قابل پیش بینی بود. میانگین وزن صد دانه در جو دو ردیفه (۴/۷۲ گرم) اندکی بالاتر از جو شش ردیفه (۴/۲۲ گرم) بود. بر اساس ضریب خشکی (X)، جو دارای تیپ سنبله دو ردیفه دارای میانگین پایین‌تری (۱۲۰/۱۱ روز) نسبت به جو شش ردیفه (۱۶۳/۱۶ روز) بود. در جدول ۲، بالاترین ضریب تغییرات پس از ضریب خشکی، اقلیم و محل جمع‌آوری (X)، مربوط به صفات تعداد سنبلچه در سنبله و طول سنبله بود. با هدف بررسی معنی‌دار بودن یا نبودن این تفاوت‌ها از نظر آماری، تجزیه واریانس یک طرفه صورت گرفت. جدول ۱- مشخصات اقلیمی محل جمع‌آوری ۷۰۷ ژنوتیپ جو بر اساس اقلیم بندی گوسن (Sabeti, 1969)

Table 1. Climate of collecting sites of 707 barley genotypes based on Gousan climatic zones (Sabeti, 1969)

Climate	Province	Number of genotypes
Desert 300<X*<350	Yazd	92
		92
Mild Semi Desert 200<X<250	Kerman Boshehr Esfahan Khorasan Hormozgan Khozestan Semnan	174
		15
		57
		7
		72
		1
		8
		14
Hot Dry Mediterranean 150<X<200	Markazi Kermanshah Fars Ilam Lorestan Tehran	179
		54
		19
		68
		1
		31
		6
Semi Mediterranean and Cool Xeric 0<X<40	Mazandaran Kohkiluyeh Boyerahmad Azarbaijan Garbi Azarbaijan Sharghi Hamedan Chaharmohale Bakhtiari Kordestan Zanjan	150
		57
		1
		30
		18
		4
		8
		8
24		
Unknown		112
Total		707

تجزیه واریانس یک طرفه با استفاده از روش Kruskal Wallis (Steel & Torrie 1980) با فرض تعداد ردیف (دو ردیفه و شش ردیفه) به عنوان تیمار و تعداد نمونه به عنوان تکرار، در قالب طرح کاملاً تصادفی با تکرار نامساوی (جدول ۳) نشان داد که نمونه‌های دو ردیفه و شش ردیفه از نظر میانگین صفات مورد ارزیابی در سطح احتمال یک درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار نشان دادند. طول دوره‌های فنولوژیک در ژنوتیپ‌های

جو شش ردیفه به‌طور معنی‌داری بیشتر از جو دو ردیفه بود (نمودار A, B, C ۱) و این امر نشان می‌دهد که در مجموع ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی در این آزمایش، جو دو ردیفه، طول دوره رشد رویشی و زایشی کوتاه‌تری داشت و زودرس از تر از جو شش ردیفه بود. میانگین ارتفاع بوته نیز در ژنوتیپ‌های جو شش ردیفه بیشتر از جو دو ردیفه بود (نمودار ۱D) که می‌توان آن را به طولانی‌تر بودن طول دوره رشد و نمو در جو شش

ردیفه نسبت داد (Shahmoradi & Zahravi, 2014; Shahmoradi *et al.*, 2015). میانگین صفت وزن صد دانه در ژنوتیپ‌های جو دو ردیفه به‌طور معنی‌داری بالاتر از جو شش ردیفه (نمودار ۱G) بود که ناشی از کوچک‌تر بودن دانه‌های گلچه‌های جانبی در جو شش ردیفه می‌باشد (Le Gouis *et al.*, 1999).

جدول ۲- شاخص‌های آمار توصیفی مربوط به صفات کمی مورد بررسی در ژنوتیپ‌های جو دو ردیفه و شش ردیفه

Table 2. Descriptive statistics parameters of quantitative traits in 2 and 6 rows genotypes of barley

Traits	2 ROW						6ROW					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Error	CV	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Error	CV
Days to Spike Emergence	210	151	170	154.92	0.265	0.17	497	151	176	157.70	0.224	0.14
Days to Flowering	210	153	181	163.16	0.366	0.22	497	151	181	166.44	0.270	0.16
Days to Maturity	210	196	214	199.27	0.301	0.15	497	196	214	206.0	0.261	0.13
Plant Height(cm)	210	35	90	62.10	0.727	1.17	497	35	105	65.96	0.516	0.78
Spike Length(cm)	207	4	11	7.19	0.091	1.27	494	3	15	5.99	0.056	0.93
Number of Spikelet per	207	9	28	18.90	0.255	1.35	494	5	29	15.19	0.158	1.04
Kernel weight(g)	206	3.54	5.87	4.79	0.029	0.60	491	2.57	5.59	4.22	0.024	0.57
X Coefficient	180	0	300	120.11	6.56	5.82	415	0	300	163.16	4.98	3.72
Total	210						497					

جدول ۳- تجزیه واریانس یک طرفه صفات در ژنوتیپ‌های جو زراعی براساس تعداد ردیف سنبله

Table 3. One way ANOVA of traits in cultivated barley based on spike row number

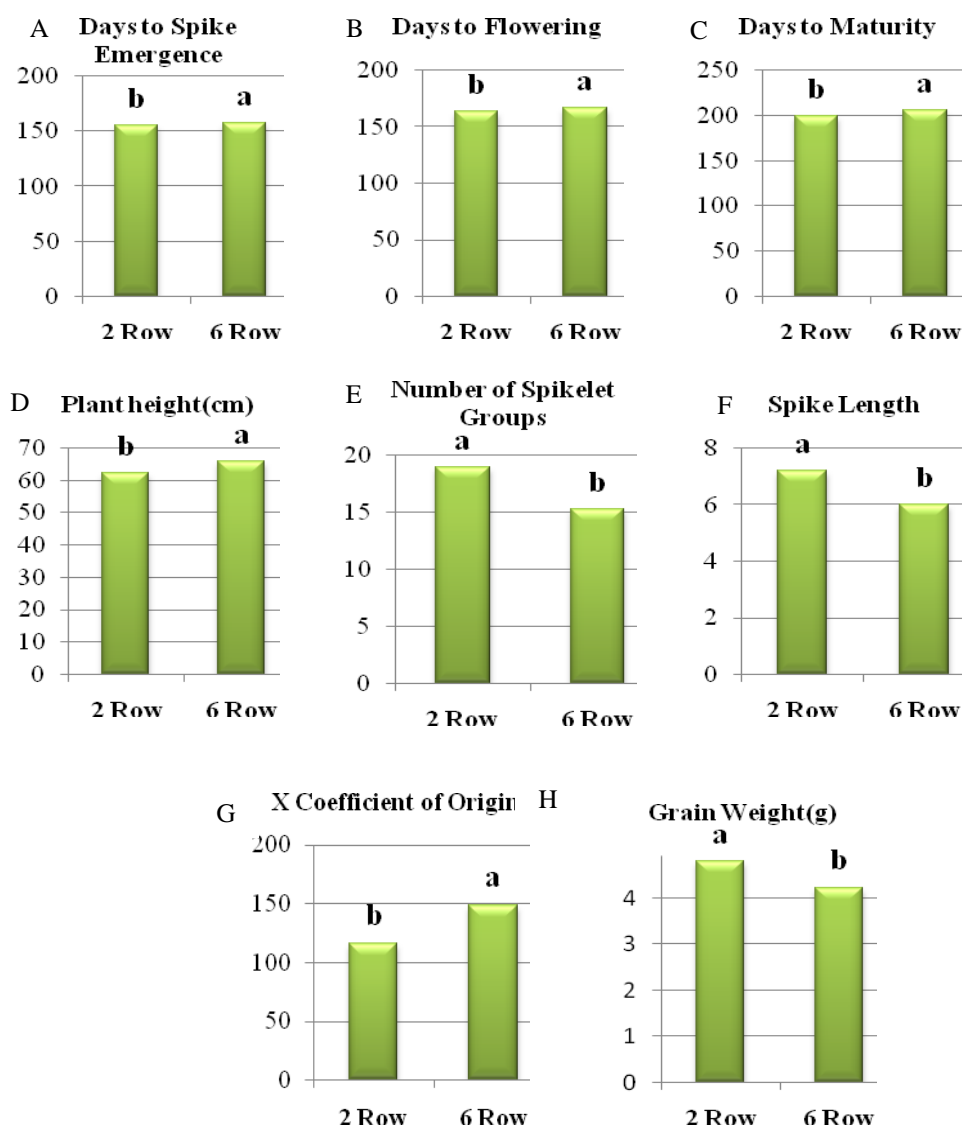
S.O.V	df	Mean of Square							
		Days to Spike Emergence	Days to Flowering	Days to Maturity	Plant Height	Spike Length	Number of Spikelet	Kernel weight	X Coefficient
Between Groups	1	1158.9**	1607.1**	6770.9**	2203.1**	208.7**	2000.8**	47.5**	137955.3**
Within Groups	705	21.94	33.77	29.07	126.3	1.61	12.6	0.246	11325.07
Total	706								

** و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

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

سنبله، همبستگی معنی‌داری با صفات فنولوژیک و ارتفاع بوته نشان داد که نشان‌دهنده دیررس‌تر بودن و ارتفاع بوته بیشتر در ژنوتیپ‌های جو شش‌ردیفه می‌باشد؛ این امر در نتایج مقایسه میانگین صفات نیز مشاهده شد. بر اساس ضرایب همبستگی صفات، صفت تیپ سنبله (دو ردیفه یا شش ردیفه بودن)، همبستگی منفی معنی‌داری با صفات آگرونومیکی طول سنبله، تعداد سنبلچه و وزن صد دانه نشان داد که در سطح احتمالی یک درصد معنی‌دار بود. این نتایج نشان می‌دهد که جو زراعی دو ردیفه نسبت به جو شش‌ردیفه، دارای مقادیر بالاتری در این صفات آگرونومیکی بوده است.

مقایسه میانگین ضریب خشکی (X) محل جمع آوری ژنوتیپ‌های جو زراعی (نمودار ۱H) نشان داد که جو دو ردیفه، دارای میانگین پایین‌تری (۱۲۰ روز) نسبت به جو شش‌ردیفه (۱۶۳ روز) بود. این امر حاکی از آن است که محل جمع آوری ژنوتیپ‌های شش ردیفه از نظر اقلیمی، خشک‌تر بوده است و احتمال وقوع تنش خشکی در این مناطق بالاتر بوده است. ضرایب همبستگی صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های جو زراعی در جدول ۴ نشان داده شده است. بالاترین ضریب همبستگی، به صفات فنولوژیک روز تا ظهور سنبله و روز تا گلدهی (۰/۷۷) تعلق داشت. تعداد ردیف



شکل ۱- مقایسه میانگین صفات روز تا ظهور سنبله (A) روز تا گلدهی (B) روز تا رسیدن (C)، ارتفاع بوته (D)، تعداد سنبلچه در سنبله (E)، طول سنبله (F)، وزن صد دانه (G) و ضریب خشکی محل جمع آوری (H) در ژنوتیپ‌های جو دو ردیفه و شش ردیفه جو زراعی

Figure 1. Mean comparison of days to spike emergence (A), days to flowering (B), days to maturity (c), plant height (D), number of spikelet groups (E), spike length (F), kernel weight (G), and Xerothermic coefficient of origin (H) in 2 and 6 rows genotypes of barley.

صفت تعداد ردیف در سنبله بود که دارای ضریب منفی بودند (جدول ۵). میزان ۲۴/۶٪ از واریانس مشاهده شده توسط مولفه دوم ایجاد شد که در این مولفه، بزرگترین ضرایب عاملی مربوط به صفات مورفولوژیکی شامل طول سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله بود. مولفه سوم که ۱۱/۷ درصد از تغییرات موجود را به خود اختصاص داد که بیشترین تاثیر را پس از ضریب

با انجام تجزیه به مولفه های اصلی، سه مولفه با مقادیر ویژه بزرگتر از یک، در تشکیل ماتریس ضرایب شرکت کردند که در مجموع، ۶۷/۳ درصد از واریانس صفات را در بر داشتند (جدول ۵). مولفه اول، ۳۰/۳٪ از تغییرات مشاهده شده را به خود اختصاص داد و بزرگترین ضرایب عاملی آن‌ها، مربوط به صفات فنولوژیکی تعداد روز تا ظهور اولین سنبله، تا گلدهی و تا رسیدن، و

خشکی، از صفات ارتفاع بوته و وزن صد دانه پذیرفت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مهم‌ترین عوامل ایجاد کننده تغییرات در ژنوتیپ‌های جو مورد بررسی در این تحقیق، صفات فنولوژیکی تعداد روز تا ظهور اولین سنبله، تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدن و صفات مورفولوژیکی شامل طول سنبله و تعداد سنبله در سنبله می بود که بیشترین واریانس در جامعه را این صفات ایجاد کردند و مولفه سوم، صفات زراعی بود که دارای واریانس کمتری نسبت به صفات فنولوژیکی و مورفولوژیکی بودند.

جدول ۴- ضرایب همبستگی صفات مورد ارزیابی در ۷۰۷ ژنوتیپ جو زراعی به روش اسپیرمن.

Table 4. Spearman correlation coefficients of traits of 707 genotypes of cultivated barley

	Days to Spike Emergence	Days to Flowering	Days to Maturity	Plant Height	Row Number	Spike Length	Number of Spikelet	Kernel weight	X Coefficient
Days to Flowering	0.77**	1							
Days to Maturity	0.49**	0.51**	1						
Plant Height	0.24**	0.23**	0.25**	1					
Row Number	0.26**	0.25**	0.49**	0.16**	1				
Spike Length	0.08*	0.07	-0.14**	0.15**	-0.39**	1			
Number of Spikelet	0.10**	0.09**	-0.06	0.16**	-0.43**	0.66**	1		
Kernel weight	-0.09*	-0.06	-0.06	-0.04	-0.47**	0.16**	0.18**	1	
X Coefficient	0.17**	-0.14**	0.05	-0.07	-0.18**	0.14**	0	-0.13**	1

** و *: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

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

جدول ۵- مقادیر ویژه، واریانس نسبی و ضرایب متغیرها برای سه مولفه اصلی در ژنوتیپ‌های جو دو ردیفه و شش ردیفه

Table5. Eigen values, relative variance and coefficients of variables in three principle components of 2 and 6 rows barley genotypes

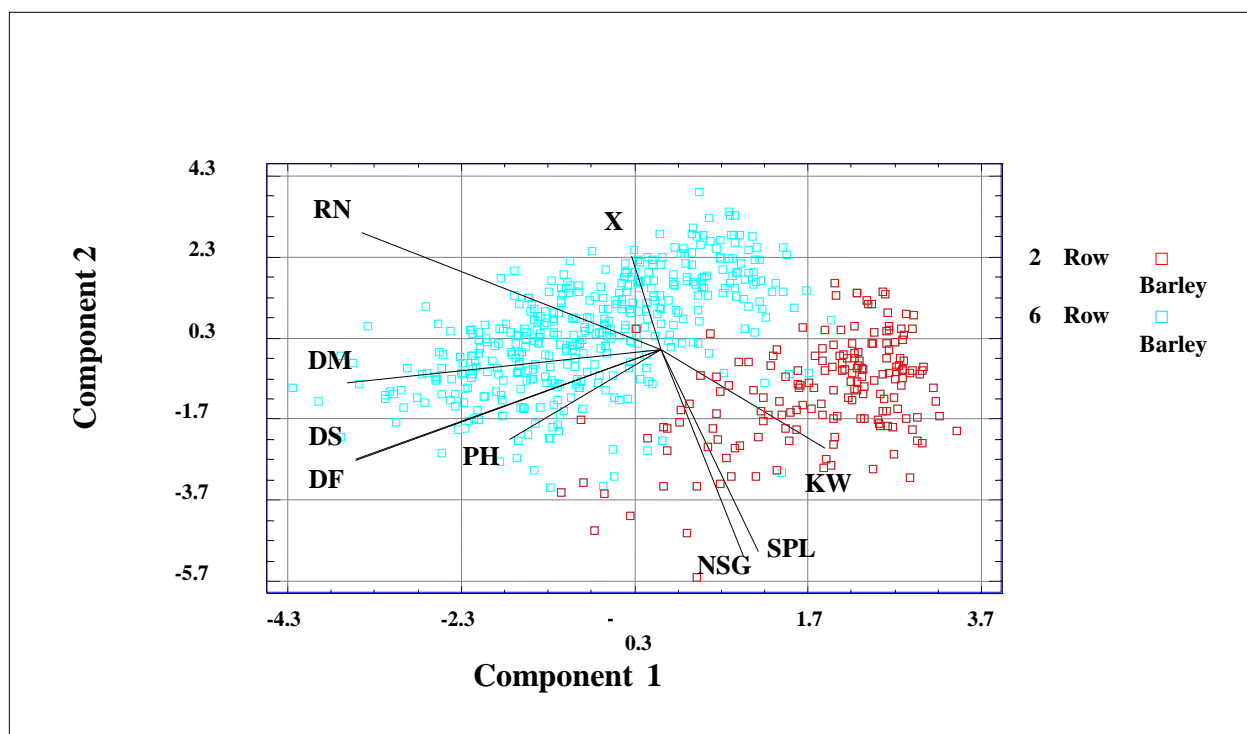
Traits	Components		
	1	2	3
Days to Spike Emergence	0.46-	0.28-	0.16-
Days to Flowering	0.46-	0.29-	0.17-
Days to Maturity	0.47-	0.08-	0.12-
Number of Spikelet Groups	0.12	0.53-	0.29
Plant Height	-0.23	-0.23	0.45
Spike Length	0.15	-0.52	0.25
Row Number	-0.45	0.30	0.12
Kernel weight	0.25	-0.26	-0.38
X Coefficient	-0.04	0.24	0.64
Eigen value	2.72	2.21	1.05
Variance Percent of	30.26	24.59	11.74
Cumulative Percentage	27.3	54.85	66.59

نمودار بای پلات مولفه‌های اصلی اول و دوم بر اساس صفات کمی ژنوتیپ‌های جو زراعی (شکل ۲)، به وضوح صفات تشکیل دهنده مولفه اول و دوم را متمایز می-

نماید. در این نمودار، جایگاه هر یک از ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مختلف نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، بر اساس صفات تاثیرگذار در مولفه

گلدهی و تا رسیدن قرار گرفتند؛ بنابراین نشان می‌دهد که این ژنوتیپ‌ها دارای دوره رشد طولانی‌تری نسبت به جو دو ردیفه می‌باشند. همچنین بردار ضریب خشکی (X) نیز متمایل به نیمه مربوط به ژنوتیپ‌های شش-ردیفه قرار گرفت این امر در مقایسات میانگین (I) نیز مشاهده می‌شود؛ بنابراین به نظر می‌رسد که در این آزمایش، محل جمع آوری ژنوتیپ‌های شش‌ردیفه، دارای ضریب خشکی بالاتری نسبت به ژنوتیپ‌های دو ردیفه بود.

اول و دوم، تیپ سنبله دو ردیفه و شش‌ردیفه به خوبی تفکیک شدند. در این نمودار، ژنوتیپ‌های دو ردیفه در نیمه سمت راست نمودار و در اطراف بردارهای صفات طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و وزن صد دانه قرار گرفتند. این امر حاکی از آن است که این ژنوتیپ‌ها دارای مقادیر بالاتری در صفات مذکور می‌باشند و این نتیجه در مقایسه میانگین صفات مختلف (نمودار 1E,F,G) نیز مشاهده می‌شود. ژنوتیپ‌های جو شش-ردیفه در نیمه سمت چپ نمودار و در اطراف بردارهای صفات فنولوژیکی تعداد روز تا ظهور اولین سنبله، تا



شکل ۲- نمودار بای پلات دو مولفه اصلی برای صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های جو زراعی (RN: تعداد ردیف در سنبله، KW: وزن صد دانه، NSG: تعداد سنبلچه در سنبله، SPL: طول سنبله، PH: ارتفاع بوته DF: تعداد روز تا گلدهی DS: تعداد روز تا ظهور سنبله DM: تعداد روز تا رسیدن X: ضریب خشکی)

Figure 2. Biplot of two principal components for traits of cultivated barley genotypes (RN: Row Number, KW: Kernel weight, NSG: Number of Spikelet Groups, SPL: Spike Length, PH: Plant Height, DM: Days to Maturity, DF: Days to Flowering, DS: Days to Spike Emergence, X: Xerothermic Coefficient)

سازگاری با تنش‌های محیطی از طریق مکانیزم فرار از تنش، این ویژگی از اهمیت بالایی برخوردار است. از سوی دیگر، نتایج نشان داد که جو زراعی دو ردیفه نسبت به جو شش ردیفه، دارای مقادیر بالاتری در این صفات آگرونومیکی بودند. در تحقیقات قبلی بر روی جو

بر اساس نتایج این تحقیق، ژنوتیپ‌های جو دارای تیپ سنبله دو ردیفه، از نظر صفات فنولوژیک طول دوره رشد رویشی و زایشی، دوره کوتاه‌تری داشتند و زودرس‌تر از ژنوتیپ‌های جو شش‌ردیفه بودند. با توجه به اهمیت صفت زودرسی گیاه در افزایش قابلیت

مورد بررسی در این تحقیق، صفات فنولوژیکی و آگرومورفولوژیکی می باشد.

نتیجه گیری کلی

به منظور استفاده از سرمایه عظیم تنوع ژنتیکی در برنامه های اصلاحی، اطلاع از ماهیت و میزان تنوع در ژرم پلاسما از اهمیت زیادی برخوردار است. بررسی صفات آگرونومیک، مورفولوژیکی و فنولوژیکی در ۷۰۷ ژنوتیپ جو زراعی شامل دو تیپ متفاوت سنبله دو ردیفه و شش ردیفه از کلکسیون جو بانک ژن گیاهی ملی ایران در این آزمایش، نشان دهنده دامنه متغیر تنوع ژنتیکی در صفات مختلف می باشد. بر اساس نتایج این تحقیق به نظر می رسد که تیپ های دو ردیفه و شش ردیفه، دارای واکنش متفاوتی در کنترل فرآیند های نمو می باشند و این امر باعث تفاوت در صفات فنولوژیک و آگرونومیک این دو زیرگونه جو زراعی می شود که قابلیت سازگاری آن ها را در شرایط مختلف محیطی تحت تاثیر قرار می دهد. از آن جا که تولید گیاهان علوفه ای به خصوص غلات علوفه ای در مناطق مرکزی ایران، با توجه به ویژگی های اقلیمی، از اهمیت ویژه ای برخوردار است، به نظر می رسد که بتوان از پتانسیل موجود در ژنوتیپ های بومی سازگار با این اقلیم، به منظور تولید منابع جدید علوفه ای با عملکرد بالاتر و منابع ژنتیکی مناسب جهت اصلاح ارقام جو زراعی استفاده نمود. شایان ذکر است که حصول این نتایج، مستلزم انجام تحقیقات تخصصی بیشتری در این زمینه می باشد.

زراعی بومی ایران (Shahmoradi *et al.*, 2018) نیز نتایج مشابهی گزارش شده است. ژنوتیپ های دو ردیفه دارای مقادیر بالاتر وزن صد دانه و عملکرد دانه در شرایط تنش و شاخص تحمل تنش بودند. محققین، این امر را با توجه به زودرس تر بودن ژنوتیپ های دو ردیفه توجیه نمودند. همچنین گزارش شده است که انعطاف اجزای عملکرد در واکنش نسبت به شرایط رشد در جو دو ردیفه، بیشتر از جو شش ردیفه است (Le & Gouise, 1992). احتمال می رود که این سازگاری بالاتر در جو دو ردیفه، به دلیل نزدیک تر بودن تیپ دو ردیفه به جد وحشی آن (*Hordeum spontaneum*) که قابلیت سازگاری بالایی با شرایط نامساعد محیطی دارد، باشد. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که صفت تیپ سنبله در جو زراعی، علاوه بر آثاری که بر صفات مورفولوژیک، آگرونومیک و فنولوژیکی گیاه دارد، ارتباط تنگاتنگی با اقلیم محل جمع آوری ژنوتیپ ها نیز دارد؛ بنابراین به نظر می رسد تیپ سنبله نیز نظیر سایر صفات، در جهت سازگاری با اقلیم محل زندگی گیاه تکامل یافته اند.

تفاوت معنی دار اقلیم محل جمع آوری ژنوتیپ های دو ردیفه و شش ردیفه، نشان دهنده اثر عوامل تغییر دهنده فراوانی ژن ها در جمعیت (مانند انتخاب طبیعی، رانده شدن ژنتیکی و غیره) در جهت خاص هر ناحیه جغرافیایی است که سبب شده است تا تفاوت اکوتیپ های یک اقلیم کاهش و تفاوت بین اقلیم های مختلف افزایش یابد (Zahravi *et al.*, 2011). نتایج حاصل از تجزیه به مولفه ها نشان داد که مهم ترین عوامل ایجاد کننده تغییرات در ژنوتیپ های جو زراعی

REFERENCES

1. Aghaei, M. J., Shahab, M. R., Zeynali, H. & Taleei, A. R. (2005). Genetic diversity and geographical distribution in Iranian lentil accessions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 6(4), 402-414. (In Persian)
2. Federer, W. T. & Raghavarao, D. (1975). On Augmented Designs. *Biometrics*, 31(1), 29-35.
3. Kirby, E. J. M. & Riggs, T. J. (1978). Developmental consequences of two-row and six-row ear type in spring barley. 2. Shoot apex, leaf and tiller-development. *Journal of Agricultural Science (Camb.)*, 91, 207-216.
4. Le Gouis, J. (1992). A comparison between two-and six-row winter barley genotypes for above-ground dry matter production and distribution. *Agronomie*, 12(2), 163-171.
5. Le Gouis, J., Delebarre, O., Beghin, D., Heumez, E. & Pluchard, P. (1999). Nitrogen uptake and utilisation efficiency of two-row and six-row winter barley cultivars grown at two N levels. *European Journal of Agronomy*, 10, 73-79.
6. Martin, J. M., Blake, T. K. & Hockett, E. A. (1991). Diversity among North American spring barley

- cultivars based on coefficients of parentage. *Crop Science*, 31, 1131-1137.
7. Maidl, F. X., Panse, A., Dennert, J., Ruser, R. & Fischbeck, G. (1996). Effect of varied N rates and N timings on yield, N uptake and fertilizer N use efficiency of a six-row and a two-row winter barley. *Journal of Agronomy*, 5, 247-257.
 8. Powell, W. (1990). I. The two row/six row locus (V-v). *Heredity*, 65, 259-264.
 9. Sabeti, H. A. (1969). *Evaluation of Bioclimates of Iran*. Tehran University. (In Persian)
 10. Shahmoradi, S., Shafaoddin, S. & Yousefi, A. (2011). Phenotypic diversity of arid- zone ecotypes in barley collection of National Plant Gene bank of Iran. *Seed and Plant Improvement Journal*, 27, 1(4), 495-515. (In Persian)
 11. Shahmoradi, S., Chaichi, M. R., Mozafari, J., Mazaheri, D. & Sharif Zadeh, F. (2013). Phenotypic diversity of caryopsis dormancy and its association with morphological traits of mother plant in Iranian climatic ecotypes of *Hordeum spontaneum* L. *Seed and Plant Improvement Journal*. 29-1: 581-600 (In Persian)
 12. Shahmoradi, S. & Zahravi, M. (2014). Identification of traits related to drought tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L) genotypes originated from arid climates of Iran. *Journal of Crop Improvement*, 16(1), 23-41. (In Persian)
 13. Shahmoradi, S., Chaichi, M. R., Mozafari, J., Mazaheri, D. & Sharif Zadeh, F. (2015). Evaluation of some drought adaptation traits in *Hordeum spontaneum* L. ecotypes from different climatic conditions of Iran. *Seed Plant Improvement Journal*, 31-1, 1-24. (In Persian)
 14. Shahmoradi, S. & Mozafari, J. (2017). Evaluation of growth type and drought stress adaptation in *Hordeum spontaneum* L. ecotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 19(1), 57-72. (In Persian)
 15. Shahmoradi, S., Tabatabaie, S. A. & Pouresmaeil, M. (2018). Analysis and classification of salt tolerance in native barley (*Hordeum vulgare* L.) germplasm of Iran. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 19(4), 319-333. (In Persian)
 16. Steel, R. G. D. & Torrie, J. H. (1980). *Principles and Procedures of Statistics, A biometrical Approach*. 2nd Ed. McGraw- Hill, New York.
 17. Stoskopf, N. C. (1985). *Cereal grain crops*. Reston Publishing Company, Inc.
 18. Zahravi, M., Taghinejad, A. R., Afzalifar, A., Bihamta, M. R., Mozaffari, J. & Shafaedin, S. (2011). Evaluation of genetic diversity of agronomical traits in *Hordeum spontaneum* germplasm of Iran. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 19(1), 55- 70. (In Persian)