

## ارزیابی تنوع ژنتیکی صفات فنولوژیکی، ریخت شناسی و عملکرد علوفه در جمعیت های مختلف جویازدار (*Hordeum bulbosum* L.)

### Evaluation of genetic diversity of phenomorphological traits and forage yield in different populations of *Hordeum bulbosum* L.

حمیده جوادى<sup>۱\*</sup> و پروین صالحی شانجانی<sup>۲</sup>

۱. استادیار گروه بانک ژن منابع طبیعی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، (نگارنده مسئول)
۲. دانشیار گروه بانک ژن منابع طبیعی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۲۹ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2025.368439.1692

#### چکیده

جوادى، ح.، صالحی شانجانی، پ.، . ارزیابی تنوع ژنتیکی صفات فنولوژیکی، ریخت شناسی و عملکرد علوفه در جمعیت های مختلف جویازدار (*Hordeum bulbosum* L.)  
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۷ - شماره ۱- پیاوند ۱۴۲ بهار ۱۴۰۳ صفحه: ۶۶-۴۷

جو پیازدار با نام علمی *Hordeum bulbosum* (L.) گیاهی است که نیاز آبی کمی داشته و مقاومت بسیار خوبی در برابر سرما و شوری دارد. با توجه به محدودیت های اقلیمی از جمله خشکسالی در ایران، نیاز به شناسایی ماهیت و میزان تنوع در ژرم پلاسما و شناسایی ژنوتیپ های پرمحصول و استفاده از آنها در برنامه های اصلاحی ضروری به نظر می رسد. در این تحقیق، ۱۸ جمعیت از جو پیازدار انتخابی از کلکسیون بانک ژن منابع طبیعی ایران، برای صفات ریخت شناسی، فنولوژی و عملکرد علوفه مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، طول میانگره، تعداد میانگره، تعداد پنجه، طول سنبله، طول و عرض برگ، وزن تر و خشک بوته، روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی دانه بودند که در مزرعه و آزمایشگاه اندازه گیری شدند. نتایج حاصل از پارامترهای آمار توصیفی صفات کمی نشان دهنده تغییرات معنی دار واضحی برای تمامی صفات بین جمعیت ها بود ( $p < 0.01$ ). جمعیت ۱۱۷۵۲ (گیلان، رودبار) و ۱۸۷۸۰ (گلستان)، جزء گیاهان پابند بودند. همچنین جمعیت های ۱۱۷۵۲ (رودبار، گیلان) و ۳۲۹۳۰ (کرمانشاه)، نسبت به سایر جمعیت ها، زیست توده بیشتری در هر بوته تولید کردند. بر اساس تجزیه خوشه ای، جمعیت های مورد بررسی، به چهار گروه اصلی تقسیم شدند. در گروه اول ( $G_1$ )، گیاهان پابند، گروه دوم ( $G_2$ )، گیاهانی با روز تا گلدهی طولانی، گروه سوم ( $G_3$ )، گیاهانی با برگ های زیاد و بلند و روز تا رسیدگی بذری طولانی و در گروه چهارم ( $G_4$ )، گیاهانی با تعداد پنجه زیاد و سنبله های بلند قرار گرفتند. وجود تغییرات ریخت شناسی، فنولوژی و زراعی بالا، نشان دهنده پتانسیل نواحی ایران در کمک به اصلاح جویازدار است.

واژه های کلیدی: ارتفاع بوته، زراعی، طول برگ، میانگره، وزن تر بوته، وزن خشک بوته

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: Javadi@rifr-ac.ir; hjavadim@yahoo.com

## مقدمه

گندمیان (Graminaea) از چندین هزار گونه تشکیل شده‌اند که در بیشتر نقاط دنیا یافت می‌شوند، اما در نقاط خشک‌تر و مناطق معتدله، پوشش اصلی یا غالب هستند و غالب بودن گندمیان در این مناطق، مرهون توانایی آن‌ها برای زنده ماندن در شرایطی است که یک گیاه گلدار می‌تواند زنده بماند (Heydari Sharifabadi & Dari, 2003). جوپازدار با نام علمی (*Hordeum bulbosum* L.) گیاهی است علفی پایا و دوساله، از تیره گندمیان، به ارتفاع ۳۴ تا ۱۴۰ سانتی‌متر، قاعده متورم و پیازدار، و یکی از گیاهان مرتعی است که بصورت خودرو و وحشی تقریباً در اقلیم نیمه‌خشک معتدل و نیمه‌خشک سرد و در سطح کمتری در عرصه‌های مدیریتانه‌ای و نیمه‌مرطوب سرد رویش دارد. این گیاه با سرمای شدید، یخبندان و خشکی طولانی مدت سازگار است. در بیشتر مناطق مرتعی ایران (شمال، شمال‌غرب، غرب و مرکز) به‌صورت خودرو و یا زراعی دیده می‌شود. این گونه، علاوه بر ایران، در افغانستان، پاکستان، ارمنستان، کردستان عراق، قفقاز، مغولستان، عراق، فلسطین، آناتولی، ترکمنستان، اردن و جنوب‌غرب هند نیز می‌روید (Ghahreman, 2006; Mozaffarian, 2017).

در گیاهان، جدایی جغرافیایی باعث تنوع در ژنوتیپ و فنوتیپ جمعیت های گونه‌ها می‌شود، به‌ویژه در زیستگاه‌ها، شرایط محیطی و فرآیندهای تاریخی و فیلوژنتیکی، عامل اصلی تنوع فنوتیپی در بین افراد هستند. پاسخ جمعیت‌های یک گونه در شرایط محیطی

مختلف، ایجاد واگرایی ژنتیکی و فنوتیپی بین جمعیت‌ها است. بنابراین صفات ریخت‌شناسی و ژنتیکی برای ارزیابی تمایز، یکنواختی و پایداری و تعیین توصیف یک ژنوتیپ استفاده می‌شود. تصور می‌شود که این روش اغلب تحت تأثیر شرایط محیطی بوده و به‌دلیل تنوع صفات ریخت‌شناسی به‌تنهایی کار فشرده است. ارزیابی میزان تنوع ژنتیکی در محصولات زراعی، پیامدهای مهمی در اصلاح نباتات و حفظ منابع ژنتیکی دارد (Albarran-Lara et al., 2019).

در بسیاری از مطالعات، جو زراعی *Hordeum vulgare* تحت تجزیه و تحلیل جامع برای ارزیابی تنوع ژنتیکی و عملکرد زراعی قرار گرفته است. به‌عنوان مثال، توده‌های بومی جو عمانی (Al-Lawati et al., 2021)، توده‌های هندی (Yadav & Yadav, 2006)، گونه‌های موجود در برزیل (Rodrigues et al., 2020)، گونه‌های جو از چینگهای-تبت (Li et al., 2020) و گونه‌های از مجارستان (Csajbók et al., 2020)، با استفاده از صفات زراعی-ریخت‌شناسی و کیفی مورد ارزیابی تنوع ژنتیکی قرار گرفته‌اند. تنوع فنوتیپی برای صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های جو از الجزایر (Taibi et al., 2019; Rahal-Bouziane et al., 2015) و از اتیوپی (Ebrahim et al., 2015; Gadissa et al., 2021; Derbew, 2020; Assefa et al., 2021) گزارش شده است. ارزیابی و تجزیه و تحلیل تنوع صفات زراعی، ریخت‌شناسی و عملکرد در جو (Rezaeinia et al., 2022; Nikkhah et al., 2022)، جو زراعی دوردیفه و

جدول ۱- مشخصات محل جمع آوری بذور جمعیت های مورد مطالعه

*H. bulbosum*Table 1. The list of studied populations of *H. bulbosum*

| گونه<br>Species         | کدبانک ژن<br>G.B.C | محل جمع آوری<br>Origin, province | طول جغرافیایی<br>Longitude | عرض جغرافیایی<br>Latitude | ارتفاع (متر)<br>Altitude (m asl) |
|-------------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| <i>H. bulbosum</i>      | 3016               | Karaj                            | 50° 97'                    | 35° 82'                   | 1300                             |
|                         | 9695               | Baneh, Kordestan                 | 46° 05'                    | 35° 57'                   | 1900                             |
|                         | 10100              | Feridonshtar, Isfahan            | 50° 7'                     | 32° 56'                   | 2235                             |
|                         | 11746              | Roudbar, Gilan                   | 49° 43'                    | 36° 46'                   | 850                              |
|                         | 11748              | Roudbar, Gilan                   | 49° 24'                    | 36° 56'                   | 1360                             |
|                         | 11749              | Roudbar, Gilan                   | 49° 28'                    | 36° 57'                   | 800                              |
|                         | 11750              | Roudbar, Gilan                   | 49° 22'                    | 36° 51'                   | 1650                             |
|                         | 11751              | Roudbar, Gilan                   | 49° 25'                    | 36° 58'                   | 1230                             |
|                         | 11752              | Roudbar, Gilan                   | 49° 49'                    | 36° 43'                   | 1630                             |
|                         | 11754              | Roudbar, Gilan                   | 49° 27'                    | 36° 58'                   | 1050                             |
|                         | 11755              | Roudbar, Gilan                   | 49° 44'                    | 36° 42'                   | 1780                             |
|                         | 11756              | Roudbar, Gilan                   | 49° 20'                    | 36° 51'                   | 1800                             |
|                         | 11757              | Gilan                            | 49° 47'                    | 36° 44'                   | 1320                             |
|                         | 18197              | Isfahan                          | 49° 36'                    | 34° 27'                   | 1575                             |
|                         | 18780              | Golestan                         | 55° 19'                    | 36° 30'                   | 155                              |
|                         | 24407              | Qom                              | 50° 10'                    | 34° 43'                   | 1900                             |
| G.B.C.: Gene Bank Code. | 32930              | Kermanshah                       | 47° 39'                    | 34° 25'                   | 1352                             |
|                         | 37323              | Kohkoleyeh ve Boyerahmad         | 51° 15'                    | 30° 50'                   | 1865                             |

شش ردیفه (Shahmoradi, 2020)، رقم های جو زراعی و وحشی (Pishkam Rad *et al.*, 2014)، در ژنوتیپ های امیدبخش جو (Tajalli *et al.*, 2012) و در ژرم پلاسما جو اسپانانتوم (Zahravi *et al.*, 2011)، بررسی شده است. همچنین بررسی وراثت پذیری صفات ریخت شناسی و تنوع ژنتیکی با استفاده از نشانگرهای ریخت شناسی و مولکولی در ژنوتیپ های جو دیم بررسی شده است (Mir Drikvand, 2017). روابط ژنتیکی

بین ۱۷ نمونه از جو پیازدار *H. bulbosum* L. که از مناطق مختلف ترکیه جمع آوری شده بودند با استفاده از نشانگر چند شکلی تکثیر شده تصادفی (RAPD) بررسی شد. نمونه ها بر اساس داده های مولکولی، در تجزیه به مؤلفه های اصلی در دو خوشه اصلی گروه بندی شدند (Okumus & Uzun, 2007).

با توجه به سازگاری بیشتر گیاه جو پیازدار با اکوسیستم های ایران (قدرت تحمل مناطق

خشک و نیمه خشک)، می توان جمعیت هایی که دارای صفات برتر هستند (تولید علوفه بیشتر) را انتخاب و برای افزایش تولید در این مناطق کشت کرد. بنابراین این تحقیق به منظور بررسی و مقایسه جمعیت های مختلف جویپازدار، از لحاظ صفات ریخت شناسی، فنولوژی و عملکرد علوفه، دخیل در تنوع ژنتیکی جمعیت های مختلف جویپازدار انجام گرفت. از نتایج این تحقیق جمعیت های با صفات برتر معرفی می شوند که می توان از این جمعیت ها در برنامه های اصلاحی به منظور تولید رقم های جدید سازگار و یا پرمحصول جو استفاده کرد. ارقام جو پرمحصول را می توان در مناطق مختلف به عنوان علوفه برای توسعه مراتع کشت کرد.

### مواد و روش ها

**مواد گیاهی:** در این پژوهش ۱۸ جمعیت از گونه *H. bulbosum* L.، که از نقاط مختلف ایران جمع آوری شده بودند برای صفات ریخت شناسی، فنولوژی و عملکرد علوفه، مورد ارزیابی قرار گرفتند. بذور جمعیت ها از بانک ژن منابع طبیعی ایران تهیه شدند (جدول ۱).

**آزمایشات مزرعه ای:** بذور ۱۸ جمعیت در دی ماه سال ۱۴۰۰ در گلدان ها کاشته شدند. پس از رشد گیاهان در گلدان ها، در اسفند همان سال به مزرعه تحقیقاتی در ایستگاه تحقیقاتی البرز کرج منتقل شدند. یک هفته قبل از کاشت، خاک خوب (به عنوان بستر بذر) برای بهبود استقرار نشاء ها آماده شد. آزمون مزرعه ای در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار طراحی شد. فاصله ردیف و بوته به ترتیب ۱۰۰ و ۴۰ سانتی متر و اندازه کرت ها ۳ در ۲ متر بود.

آزمایش براساس ارجاع به مستندات قبلی مدیریت شد (چندین وجین دستی انجام شد، اولین حذف علف های هرز چهل روز پس از کاشت انجام شد و سپس هر چهل روز یک بار تا پایان فصل رشد تکرار شد تا کاهش عملکرد به دلیل رقابت علف های هرز برای مواد مغذی، آب و نور به حداقل برسد). آبیاری در طول آزمایش اعمال شد. بذور جمعیت ها بسته به بلوغ آنها در ماه اردیبهشت تا خرداد، برداشت شدند.

**اندازه گیری صفات:** یازده صفت کمی مختلف در زمان برداشت مورد ارزیابی قرار گرفتند. ده گیاه (دارای رشد نرمال، عملکرد یکنواخت، عاری از بیماری و آفت) از هر جمعیت به طور تصادفی برای ثبت صفات انتخاب شدند. صفات شامل: روز تا گلدهی، روز تا رسیدن بذر (روزهای گلدهی و رسیدگی بذر به ترتیب زمانی که هر کرت به حدود ۵۰ درصد گلدهی و ۹۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیکی دانه بودند محاسبه شد)، ارتفاع بوته (در ۵۰ درصد گلدهی)، طول میانگره دوم از قاعده گیاه (در ۵۰ درصد گلدهی)، تعداد میانگره، تعداد پنجه، طول سنبله (سانتی متر)، طول برگ های بالغ از قاعده گیاه (سانتی متر)، عرض برگ (سانتی متر)، عملکرد علوفه (وزن تر و خشک گیاه، گرم در بوته)، بودند (Arzani et al., 2010; Salehi, 2000; Shanjani et al., 2000).

پس از آزمون همگنی واریانس ها و نرمال بودن توزیع اشتباهات آزمایشی، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح معنی داری یک درصد انجام گردید. به منظور تعیین سهم هر صفت در

تنوع کل و کاهش حجم داده ها و تفسیر بهتر روابط از تجزیه به مؤلفه های اصلی (PCA) و به منظور گروه بندی جمعیت های مورد بررسی، تجزیه کلاستر به روش Ward انجام شد. برای ارزیابی رابطه بین صفات و آگاهی از میزان و شدت رابطه بین آن ها، تجزیه همبستگی با استفاده از روش پیرسون انجام شد. برای آنالیز داده ها از نرم افزار Minitab-16 و SPSS-19 استفاده شد.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی و عملکرد علوفه نشان داد که بین جمعیت های مختلف گونه *H. bulbosum* اختلاف معنی داری بالایی ( $p \leq 0/01$ ) وجود دارد (جدول ۲). این اختلاف نشان دهنده تنوع بالا در بین جمعیت ها است و امکان انتخاب جمعیت های مورد نظر براساس صفات مورد بررسی و همچنین امکان انجام تجزیه های بعدی را میسر می سازد. تنوع یک منبع بالقوه و ذاتی است که می تواند برای بهبود و اصلاح محصول استفاده شود. تنوع ژنتیکی بیست و نه ژنوتیپ جو زراعی (*Hordeum vulgare*)، با استفاده از بیست و هفت صفت فنومورفولوژیکی و زراعی در حضور چهار شاهد مورد بررسی قرار گرفت. بین ژنوتیپ ها برای تمام صفات کمی که از نظر آماری تجزیه و تحلیل شدند، تفاوت معنی دار بسیار بالا مشاهده شد که نشان دهنده وجود تنوع زیاد در ژرم پلاسما جو بود (Rahal-Bouziane et al., 2015). در ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ های جو بهاره از لحاظ برخی صفات فنولوژیکی و مورفولوژیکی اختلاف بین ژنوتیپ های مور مطالعه، در اکثر

صفات غیر از تاریخ گلدهی معنی دار بود که نشان دهنده تنوع بالا بین ژنوتیپ ها بود (Modarresi et al., 2022). در مطالعه ای، ۲۴ صفت زراعی، فنولوژی و فیزیولوژی در ۱۱۸ اکوتیپ جو وحشی (*Hordeum spontaneum*)، بررسی شد و نتایج حاصل از پارامترهای آمار توصیفی صفات کمی ژنوتیپ ها نشان دهنده این امر بود که دامنه تنوع در صفات مختلف، متفاوت می باشد (Shahmoradi et al., 2013). در مطالعه دیگر نیز، اختلاف ارقام جو از لحاظ تمام صفات اگر و مورفولوژی (ارتفاع بوته، طول سنبله، طول پدانکل، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، مدت زمان گلدهی، مدت زمان رسیدگی، عملکرد بوته)، معنی دار بود و تنوع ژنتیکی زیادی بین صفات مشاهده شد (Rezaeinia et al., 2022).

جدول ۳ مقایسه میانگین صفات مورفولوژی، فنولوژی و عملکرد را در بین جمعیت ها نشان می دهد. مقادیر این صفات از نظر آماری بین جمعیت ها متفاوت می باشد. مقادیر ارتفاع بوته در بین جمعیت ها، از ۲۷/۳۳ تا ۷۰/۵ سانتی متر متغیر بود. بیشترین مقادیر ارتفاع با ۷۰/۵، ۶۱/۳۳ و ۵۹/۶۶ سانتی متر بترتیب در جمعیت های ۱۱۷۵۲، ۱۸۷۸۰ و ۲۴۴۰۷ مشاهده شد. طول میانگرمه از ۵/۳۳ سانتی متر در جمعیت ۱۱۷۴۸ تا ۱۳/۸۳ سانتی متر در جمعیت ۱۱۷۵۲ متغیر بود. جمعیت ۱۱۷۵۲ علاوه بر داشتن بیشترین ارتفاع بوته، بیشترین طول میانگرمه (۱۳/۸۳ سانتی متر)، و جمعیت ۱۱۷۴۸ با کمترین ارتفاع (۲۷/۳۳ سانتی متر)، کمترین طول میانگرمه (۵/۳۳ سانتی متر) را نشان دادند. تعداد میانگرمه ها بین

۴ تا ۶ متغیر بود. بنابراین در بین جمعیت های جمع آوری شده از منطقه گیلان، جمعیت ۱۱۷۵۲ در مشخصات طول جغرافیایی (۴۹° ۴۳' و ارتفاع ۱۶۳۰ متر، بلندترین بوته را تولید کرد. بعد از این جمعیت، جمعیت های ۱۸۷۸۰ (گلستان) و ۲۴۴۰۷ (قم)، بلندترین بوته را داشتند. سه جمعیت از سه منطقه متفاوت، بهترین گزینه برای گیاهان بلند بودند. این وضوح نشان دهنده گستردگی و پایداری صفت پابندی در شرایط محیطی متفاوت را نشان می دهد که می تواند اولین گام برای انتخاب ارقام با صفات پایدار برای مناطق مختلف با شرایط جوی متفاوت باشد.

اختلاف در تعداد پنجه در بین جمعیت ها بسیار زیاد و از ۱ تا ۱۱ عدد متغیر بود. بیشترین تعداد پنجه متعلق به جمعیت ۱۱۷۴۹ بود. دامنه طول سنبله، اعدادی بین ۱/۵۴ تا ۵/۸۳ سانتی متر بود. جمعیت ۱۱۷۴۹ (گیلان) با ۱۱ عدد پنجه و ۵/۸۳ سانتی متر طول سنبله، بوته های متراکم با گل آذین های بلند تولید کرد. وجود رابطه مثبت و معنی دار بین تعداد پنجه با طول سنبله (۰/۶۹)، نشان می دهد که هرچه تعداد پنجه بیشتر، طول سنبله ها بیشتر و در نتیجه مقدار بذر تولید شده بیشتر خواهد بود. لذا برای تولید انبوه بذر این جمعیت توصیه می گردد.

دو جمعیت ۳۲۹۳۰ (کرمانشاه) و ۱۱۷۵۲ (گیلان، رودبار)، بیشترین مقادیر عملکرد علوفه (وزن تر و وزن خشک بوته) را داشتند (وزن تر: ۱۹/۸۳ و ۱۷/۱۷ گرم در بوته، وزن خشک: ۸/۵۴ و ۸ گرم در بوته). این دو جمعیت نیز

بهترین گزینه برای زیست توده و تولید محصول هستند. این توانایی را می توان در برنامه های اصلاح علوفه برای انتخاب یک ماده گیاهی مناسب برای مناطق خشک و نیمه خشک استفاده کرد (Chebouti et al., 2019). بنابراین در جمعیت های جو آزمایش شده، جمعیت های فوق به علت داشتن ارتفاع بلند و عملکرد خوب می توانند برای اصلاح مراتع، همراه با سایر گیاهان علوفه ای و یا به عنوان محصول علوفه ای در مرتع کشت شوند.

طول برگ بلوغ از ۴/۳۳ سانتی متر در ۳۲۹۳۰ تا ۱۸ سانتی متر در ۹۶۹۵ متغیر بود. علاوه بر جمعیت ۹۶۹۵، سه جمعیت ۱۱۷۵۶، ۱۱۷۵۷ و ۱۸۱۹۷ بترتیب با ۱۵/۱۷، ۱۶/۳۳ و ۱۴/۵ سانتی متر، بلندترین برگ را داشتند در حالی که عرض برگ تفاوت معنی داری بیشتر نداشت (۰/۳ تا ۰/۷ سانتی متر).

رویدادهای چرخه زندگی گیاهان تحت تأثیر تغییرات فصلی، سالی و عوامل زیستگاهی قرار دارند (Wilczek et al., 2010). این صفات صفات چندژنی هستند و توسط چندین ژن و عوامل محیطی مانند دما، بارندگی، دوره نوری (مدت و شدت نور)، تغذیه و تکنیک های داشت کنترل می شوند. درجو (*Hordeum vulgare*)، مراحل مختلف رشد، مانند شروع سنبلچه و طول دوره نمو دانه، می تواند به طور جدی بر عملکرد و کیفیت تأثیر بگذارد (Castro et al., 2008). نتایج نشان داد که برای جمعیت های مورد آزمایش، ۶۰ تا ۶۵ و ۱۲۰ تا ۱۳۰ روز پس از ظهور گیاهچه ها، برای گلدهی و رسیدگی بذر به ترتیب مورد نیاز بود. به

بلند و بیشتری تولید می کنند و در زمان رسیدگی بذر، وزن تر و خشک افزایش می یابد.

در تجزیه به مولفه های اصلی (PCA)، بر اساس صفات اندازه گیری شده، چهار مولفه اول توانست بیش از ۸۵ درصد از کل تنوع صفات را توضیح دهد (جدول ۵). مقادیر چهار مؤلفه اول به ترتیب ۳۳/۵، ۲۲، ۱۸ و ۱۱ درصد بود. مؤلفه اول با ارتفاع بوته، وزن تر و خشک بوته، مؤلفه دوم با طول و تعداد میانگره، تعداد پنجه و طول سنبله، مؤلفه سوم با طول برگ و روز تا گلدهی و مؤلفه چهارم با عرض برگ و روز تا رسیدگی همراه بودند. به طور کلی، برای یازده صفت موفوفنولوژی و عملکرد مورد مطالعه، اجزای اول و دوم بیش از ۵۰ درصد از تغییرات کل صفات را با اکثر صفات مرتبط با رویش و عملکرد شامل می شوند. این نشان می دهد که می توان از این صفات برای تنوع بین جمعیت های مورد مطالعه استفاده کرد. در مطالعه ای، عامل اول با ۸۰/۳۳ درصد و با بیشترین تغییرات داده ها، به عنوان عامل عملکرد نامگذاری شد (Rezaeinia et al., 2022). توزیع جمعیت های مورد مطالعه بر اساس دو مولفه اول در شکل ۱ ارائه شده است. جمعیت های ۱۱۷۵۲ و ۳۲۹۳۰ تا حدی توسط مولفه اول از هم جدا شدند. صفات مربوط به این جداسازی عمدتاً ارتفاع بوته و صفات عملکرد (وزن تر و خشک بوته) است. جمعیت های ۱۱۷۵۲ و ۳۲۹۳۰ از *H. bulbosum* در سمت راست محور x شکل ۱ قرار گرفتند که دارای بیشترین ارتفاع بوته، وزن تر و خشک (مهم در جزء اول) بودند. بنابراین، این جمعیت ها به تولید علوفه توصیه می شوند.

طور متوسط، تفاوت روز از برداشت علوفه تا عملکرد دانه بین جمعیت ها حدود ۵۵ تا ۷۰ روز است. جمعیت های ۱۱۷۵۲ و ۳۲۹۳۰ بیشترین روز را برای گلدهی و بلوغ (۶۵ و ۱۳۰ روز) داشتند و کوتاهترین روز تا رسیدگی بذر (۱۲۰ روز) در جمعیت ۳۷۳۲۳ بود. اطلاعات تکمیلی در جدول ۳ آورده شده است. در این مطالعه، جمعیت های با ۶۵ و ۱۲۰ روز برای گلدهی و بلوغ بذر (جمعیت ۳۷۳۲۳)، به دلیل زودرس بودن برای گلدهی و رسیدگی بذر، برای تولید بذر، توصیه می شوند، در حالی که جمعیت های با مدت زمان طولانی برای رسیدگی بذر (۱۳۰ روز) باید در مناطقی با فصل رشد طولانی کشت شوند.

تجزیه و تحلیل همبستگی ژنتیکی بین صفات با استفاده از روش پیرسون در جمعیت های جویبازدار، وجود چندین ضریب مثبت معنی دار را نشان داد (جدول ۴). رابطه بین ارتفاع بوته با طول میانگره ( $r=0/77$ )، تعداد میانگره ( $r=0/34$ )، وزن تر ( $r=0/54$ )، وزن خشک ( $r=0/56$ )، عرض برگ ( $r=0/47$ ) و روز تا رسیدگی ( $r=0/48$ )، طول میانگره با وزن تر ( $r=0/39$ )، وزن خشک ( $r=0/41$ ) و عرض برگ ( $r=0/45$ )، تعداد میانگره با عرض برگ ( $r=0/39$ ) و روز تا رسیدگی ( $r=0/57$ )، تعداد پنجه با طول سنبله ( $r=0/69$ )، طول سنبله با طول برگ ( $r=0/42$ )، وزن تر با وزن خشک ( $r=1$ ) و روز تا رسیدگی ( $r=0/36$ )، وزن خشک با تعداد روز تا رسیدگی ( $r=0/34$ )، روز تا گلدهی با روز تا رسیدگی ( $r=0/91$ )، مثبت و معنی دار بودند. این نشان می دهد که گیاهان بلند، میانگره های

نتایج مشابهی در میان توده های جو به دست آمد (Drikvand *et al.*, 2012; Setotaw *et al.*, 2010; Rahal-Bouziane *et al.*, 2015).

تجزیه و تحلیل خوشه ای برای مشخص کردن تنوع ژنتیکی بین جمعیت های گونه ها و روابط متقابل بین صفات برای ایجاد دندروگرام انجام می شود (Al-Lawati *et al.*, 2021; Al-Sayaydeh *et al.*, 2019; Ebrahim *et al.*, 2015; Gadissa *et al.*, 2021; Mohamed *et al.*, 2021; Taibi *et al.*, 2019; Yadav *et al.*, 2018). تجزیه و تحلیل خوشه ای با مقادیر میانگین یازده صفت مورفولوژی، فنولوژی و عملکرد در ۱۸ جمعیت گونه *H. bulbosum* در فاصله ژنتیکی ۸/۴۰ به چهار خوشه اصلی ایجاد کرد (شکل ۲). در مطالعه ای که بر روی تنوع ژنتیکی جوپیازدار جمع آوری شده از نقاط مختلف کشور ترکیه با استفاده از نشانگرهای مولکولی (RAPD)، انجام شد یازده نمونه جوپیازدار، در تجزیه کلاستر و تجزیه به مولفه های اصلی در دو گروه اصلی قرار گرفتند (Okmus & Uzun, 2007).

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه بین خوشه ها در جدول ۶ آورده شده است. مطابق با جدول ۶ و شکل ۲، تعداد جمعیت های متعلق به خوشه های مجزا، از دو جمعیت در  $G_1$  تا هشت جمعیت در خوشه  $G_4$  متغیر است. خوشه  $G_2$  پنج جمعیت و خوشه  $G_3$  سه جمعیت در خود جا دادند (شکل ۲). خوشه اول ( $G_1$ ) شامل جمعیت های: ۱۱۷۵۲ و ۳۲۹۳۰ از مناطق گیلان و کرمانشاه بودند که با بیشترین ارتفاع بوته و میانگره، وزن تر و خشک علوفه و روز تا گلدهی و رسیدگی بذر، از بقیه جمعیت ها

جدا شدند. خوشه دوم ( $G_2$ ) شامل جمعیت های ۱۱۷۵۱، ۱۱۷۵۰، ۳۷۳۲۳، ۱۱۷۴۸ و ۱۱۷۴۶ بودند که دارای بیشترین مقادیر روز تا گلدهی بودند و برای مناطق با فصل رشد طولانی توصیه می شوند. خوشه سوم ( $G_3$ ) شامل جمعیت های ۱۸۷۸۰، ۱۸۱۹۷ و ۱۱۷۵۷ از مناطق گیلان، اصفهان و گلستان بودند که دارای برگ های زیاد، پهن و دراز و روز تا رسیدگی بذر، زیاد داشتند. بقیه جمعیت ها با داشتن تعداد پنجه زیاد و سنبله های بلند در خوشه چهار قرار گرفتند که این جمعیت ها برای تولید انبوه بوته و بذر زیاد توصیه می شوند. پراکندگی جمعیت ها در کلاستر با پراکندگی آنها در نمودار PCA مشابهت دارد (شکل ۱). جالب است که جمعیت های اقلیم های مختلف مانند گیلان و قم در یک گروه قرار گرفتند. این نشان دهنده تشابه جمعیت از مناطق مختلف جغرافیایی است.

در نهایت در مطالعه ما جمعیت ها بر اساس صفات مورفولوژی، فنولوژی و عملکرد در چهار گروه قرار گرفتند. اعضای هر گروه از نظر صفات ذکر شده مشابه هستند و می توان آنها را برای برنامه های اصلاحی توصیه کرد. تجزیه و تحلیل همچنین نشان داد که شباهت های جمعیت ها خارج از منبع جغرافیایی جمع آوری آنها است، یعنی شباهت های بین جمعیت ها از لحاظ صفات مورد بررسی ربطی به محل جمع آوری آنها ندارد. نتایج مشابهی در یافته های سایر محققان مشاهده شده است (Abebe *et al.*, 2010; Mekonnen *et al.*, 2015).

### نتیجه گیری

یافته های ما به عنوان اولین نتیجه از آزمایشاتی

هستند و با تکمیل آزمایشات و تعیین پایداری صفات می توان برای انتخاب ارقام مناسب مختلف جوپیازدار را می توان به عنوان علوفه در مناطق مختلف با عملکرد علوفه تازه و خشک مناسب برای رفع نیازهای دام کشت کرد. جمعیت های ۱۱۷۵۲ (رودبار، گیلان)، ۱۸۷۸۰ (گلستان) و ۲۴۴۰۷ (قم)، از مناطق جغرافیایی متفاوت بوته های بلند تولید کردند و دو جمعیت ۱۱۷۵۲ (رودبار، گیلان) و ۳۲۹۳۰ (کرمانشاه) از نظر عملکرد علوفه تر و خشک برتر بودند. برای مناطقی با فصل رشد طولانی، جمعیت های ۱۱۷۵۲ و ۳۲۹۳۰ و برای مناطقی با فصل رشد کوتاه، جمعیت ۳۷۳۲۳ (کهگیلویه و بویراحمد) توصیه می شوند.

### سپاسگزاری

نویسندگان مقاله، از جناب آقای دکتر بهنام حمزه ای برای شناسایی گیاهان و رئیس بانک ژن منابع طبیعی ایران برای تهیه بذر و در دسترس قرار دادن امکانات آزمایشگاهی و همچنین از رئیس موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور برای حمایت مالی تشکر می کنند.

جدول ۲. تجزیه واریانس نه صفت مورفولوژی و عملکرد علوفه در ۱۸ جمعیت گونه *H. bulbosum*  
Table 2. Analysis variance of nine morphological traits and yield of 18 populations of *H. bulbosum*

| منابع تغییرات |      | میانگین مربعات              |                                 |                                   |                             |                           |                        |                       |                        |                       |
|---------------|------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| درجه آزادی    |      | Mean Squares                |                                 |                                   |                             |                           |                        |                       |                        |                       |
| S.O.V.        | d.f. | ارتفاع گیاه<br>Plant height | طول میانگوه<br>Internode length | تعداد میانگوه<br>Internode number | تعداد پنجه<br>Tiller number | طول سنبله<br>Spike length | وزن تر<br>Fresh weight | وزن خشک<br>Dry weight | طول برگ<br>Leaf length | عرض برگ<br>Leaf width |
| جمعیت         | 17   | 418.08**                    | 15.30**                         | 1.63**                            | 17.68**                     | 3.54**                    | 111.00**               | 21.67**               | 48.35**                | 0.03**                |
| خطا           | 34   | 58.99                       | 4.00                            | 0.24                              | 3.32                        | 0.65                      | 6.86                   | 1.91                  | 11.85                  | 0.01                  |
| ضریب تغییرات  |      | 16.54                       | 22.91                           | 9.99                              | 10.67                       | 21.49                     | 9.22                   | 12.56                 | 18.70                  | 21.10                 |
| CV%           |      |                             |                                 |                                   |                             |                           |                        |                       |                        |                       |

\*\* Significant at 0.01 level

معنی دار در سطح ۱٪

جدول ۳. مقایسه میانگین  
populations

حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت‌های معنی‌دار بین جمعیت‌های مختلف یک گونه هستند.  $P < 0.05$ .

جدول ۴. ماتریس همبستگی یازده صفت مورد بررسی در ۱۸ جمعیت از گونه *H. bulbosum*Table 4. Simple correlation matrix for the eleven traits in 18 populations of *H. bulbosum*

| صفات<br>Traits                    | ارتفاع گیاه<br>Plant height | طول میانگوه<br>Internode length | تعداد میانگوه<br>Internode number | تعداد پنجه<br>Tiller number | طول سنبله<br>Spike length | وزن تر<br>Fresh weight | وزن خشک<br>Dry weight | طول برگ<br>Leaf length | عرض برگ<br>Leaf width | روز تا گلدهی<br>Days to flowering |
|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| طول میانگوه<br>Internode length   | 0.77**                      |                                 |                                   |                             |                           |                        |                       |                        |                       |                                   |
| تعداد میانگوه<br>Internode number | 0.34*                       | -0.17 <sup>ns</sup>             |                                   |                             |                           |                        |                       |                        |                       |                                   |
| تعداد پنجه<br>tiller number       | 0.01 <sup>ns</sup>          | 0.25 <sup>ns</sup>              | -0.50*                            |                             |                           |                        |                       |                        |                       |                                   |
| طول سنبله<br>spike length         | -0.05 <sup>ns</sup>         | 0.23 <sup>ns</sup>              | -0.54*                            | 0.69**                      |                           |                        |                       |                        |                       |                                   |
| وزن تر<br>Fresh weight            | 0.54*                       | 0.39*                           | 0.27 <sup>ns</sup>                | 0.25 <sup>ns</sup>          | -0.27 <sup>ns</sup>       |                        |                       |                        |                       |                                   |
| وزن خشک<br>Dry weight             | 0.56*                       | 0.41*                           | 0.27 <sup>ns</sup>                | 0.23 <sup>ns</sup>          | -0.28 <sup>ns</sup>       | 1**                    |                       |                        |                       |                                   |
| طول برگ<br>Leaf length            | 0.09 <sup>ns</sup>          | 0.11 <sup>ns</sup>              | -0.70**                           | 0.17 <sup>ns</sup>          | 0.42*                     | -0.43*                 | -0.46*                |                        |                       |                                   |
| عرض برگ<br>Leaf width             | 0.47*                       | 0.45*                           | 0.39*                             | -0.37*                      | -0.23 <sup>ns</sup>       | 0.26 <sup>ns</sup>     | 0.27 <sup>ns</sup>    | -0.03 <sup>ns</sup>    |                       |                                   |
| روز تا گلدهی<br>Days to flowering | -0.20 <sup>ns</sup>         | -0.03 <sup>ns</sup>             | -0.09 <sup>ns</sup>               | 0.05 <sup>ns</sup>          | -0.23 <sup>ns</sup>       | 0.27 <sup>ns</sup>     | 0.29 <sup>ns</sup>    | -0.45*                 | 0.09 <sup>ns</sup>    |                                   |
| روز تا رسیدگی<br>Days to maturity | 0.48*                       | 0.08 <sup>ns</sup>              | 0.57*                             | -0.13 <sup>ns</sup>         | -0.36*                    | 0.36*                  | 0.34*                 | -0.02 <sup>ns</sup>    | 0.35*                 | 0.91**                            |

\* و \*\* معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

\*and \*\* Significant at 5% and 1 %

ارزش پدیده  
...

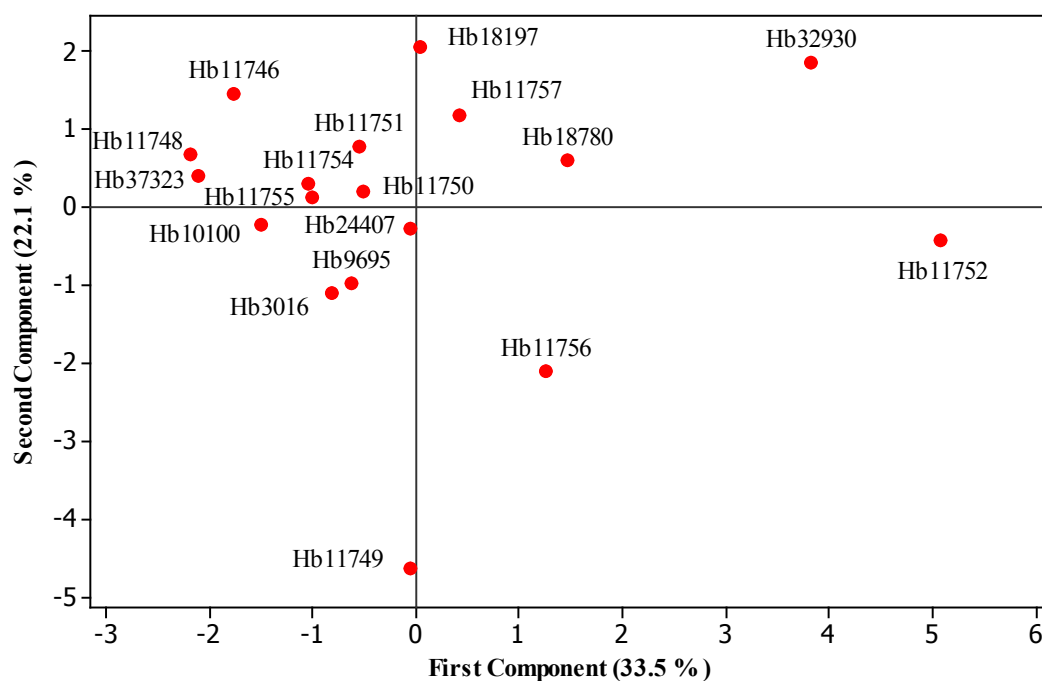
جدول ۶. مقایسه میانگین یازده صفت در چهار گروه حاصل از تجزیه کلانستر در شکل ۲  
Table 6. Means comparison of eleven traits in four barley groups produced in figure 2

| گروه ها<br>Groups | ارتفاع بوته<br>(سانتی متر)<br>Plant<br>height (cm) | طول میانگره<br>(سانتی متر)<br>Internode<br>length (cm) | تعداد میانگره<br>Internode<br>number | تعداد پنجه<br>Tiller<br>number | طول سنبله<br>(سانتی متر)<br>Spike<br>length (cm) | وزن تر (گرم)<br>Fresh<br>weight (g) | وزن خشک<br>(گرم در بوته)<br>Dry<br>weight (g) | طول برگ<br>(سانتی متر)<br>Leaf<br>length (cm) | عرض<br>برگ (سانتی متر)<br>Leaf<br>width (cm) | روز تا<br>گلدهی<br>Days to<br>flowering | روز تا<br>رسیده گی<br>Days to<br>maturity |
|-------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|
| گروه ۱<br>G1      | 59.25 <sup>a</sup>                                 | 10 <sup>a</sup>                                        | 5.83 <sup>ab</sup>                   | 1.5 <sup>c</sup>               | 1.86 <sup>c</sup>                                | 18.5 <sup>a</sup>                   | 8.27 <sup>a</sup>                             | 0.45 <sup>d</sup>                             | 0.59 <sup>a</sup>                            | 65 <sup>a</sup>                         | 130 <sup>a</sup>                          |
| گروه ۲<br>G2      | 35.63 <sup>c</sup>                                 | 7.3 <sup>c</sup>                                       | 4.60 <sup>b</sup>                    | 2.2 <sup>b</sup>               | 3.66 <sup>b</sup>                                | 1.01 <sup>c</sup>                   | 0.48 <sup>c</sup>                             | 9.37 <sup>c</sup>                             | 0.47 <sup>b</sup>                            | 65 <sup>a</sup>                         | 124 <sup>c</sup>                          |
| گروه ۳<br>G3      | 51.78 <sup>b</sup>                                 | 8.56 <sup>b</sup>                                      | 6 <sup>a</sup>                       | 1 <sup>c</sup>                 | 3.28 <sup>b</sup>                                | 1.81 <sup>c</sup>                   | 0.73 <sup>c</sup>                             | 14.28 <sup>a</sup>                            | 0.57 <sup>a</sup>                            | 60 <sup>bc</sup>                        | 130 <sup>a</sup>                          |
| گروه ۴<br>G4      | 47.96 <sup>bc</sup>                                | 9.38 <sup>ab</sup>                                     | 4.46 <sup>bc</sup>                   | 4.63 <sup>a</sup>              | 4.46 <sup>a</sup>                                | 5.05 <sup>b</sup>                   | 2.13 <sup>b</sup>                             | 11.21 <sup>b</sup>                            | 0.43 <sup>bc</sup>                           | 60.63 <sup>b</sup>                      | 127.50 <sup>b</sup>                       |

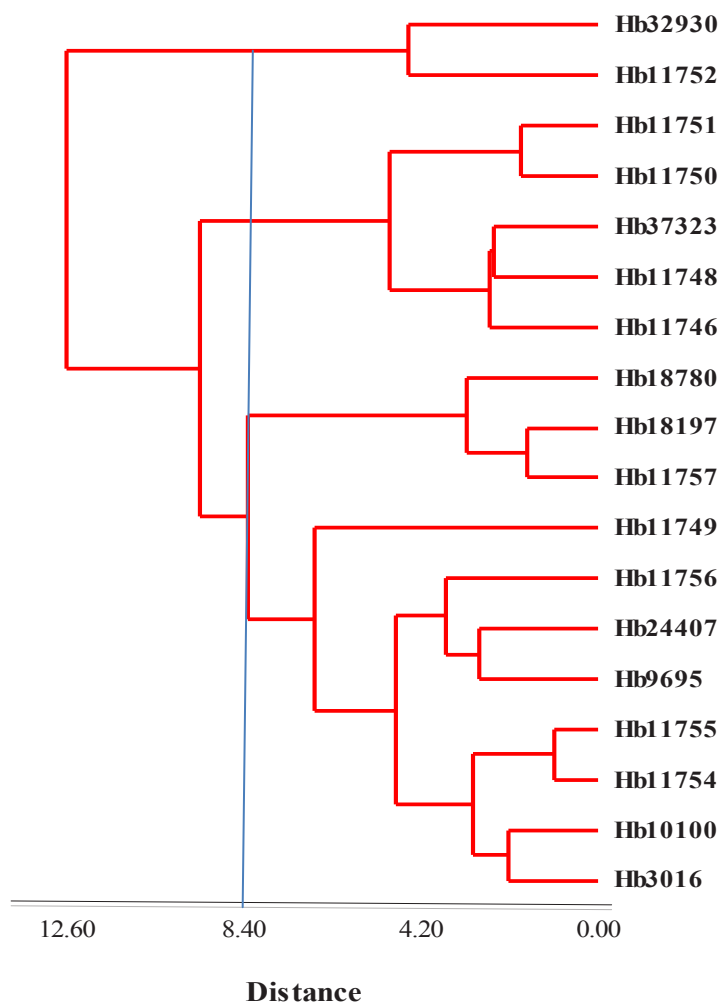
جدول ۵. مقادیر بردارهای ویژه، و .. در چهار مولفه اول حاصل از تجزیه به مولفه های اصلی

Table 5. Eigenvalues, the proportion of variance, and morphological traits that contributed to the first four PCs

| متغیر<br>Variable                 | مولفه اول<br>PC1 | مولفه دوم<br>PC2 | مولفه سوم<br>PC3 | مولفه چهارم<br>PC4 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|
| ارتفاع بوته<br>Plant height       | <u>0.392</u>     | -0.223           | 0.281            | 0.114              |
| طول میانگره<br>Internode length   | 0.244            | <u>-0.438</u>    | 0.144            | 0.371              |
| تعداد میانگره<br>Internode number | 0.306            | <u>0.358</u>     | 0.196            | -0.101             |
| عدد پنجه<br>Tiller number         | -0.091           | <u>-0.537</u>    | -0.125           | -0.335             |
| طول سنبله<br>Spike length         | -0.265           | <u>-0.47</u>     | 0.128            | -0.003             |
| وزن تر<br>Fresh weight            | <u>0.434</u>     | -0.193           | -0.237           | -0.213             |
| وزن خشک<br>Dry weight             | <u>0.440</u>     | -0.188           | -0.248           | -0.213             |
| طول برگ<br>Leaf length            | -0.193           | -0.158           | <u>0.49</u>      | 0.094              |
| عرض برگ<br>Leaf width             | 0.307            | 0.05             | 0.161            | <u>0.576</u>       |
| روز تا گلدهی<br>Days to flowering | 0.056            | 0.016            | <u>-0.577</u>    | 0.338              |
| روز تا رسیدگی<br>Days to maturity | 0.315            | 0.117            | 0.338            | <u>-0.439</u>      |
| مقادیر ویژه<br>Eigen value        | 3.686            | 2.428            | 2.067            | 1.219              |
| درصد واریانس<br>Proportion        | 0.335            | 0.221            | 0.188            | 0.111              |
| درصد واریانس تجمعی<br>Cumulative  | 0.335            | 0.556            | 0.744            | 0.855              |



شکل ۱- دیاگرام پراکنش جمعیت های مختلف گونه *H. bulbosum* براساس دو مولفه اول و دوم حاصل از تجزیه به مولفه های اصلی  
 Fig. 1. Dispersion of *H. bulbosum* populations based on two principal components analysis



شکل ۲. دسته بندی جمعیت های *H. bulbosum* بر اساس یازده صفت حاصل از تجزیه کلاستر  
Fig. 2. Dendrogram of populations of *H. bulbosum* explained by complete linkage clustering of eleven traits.

## References:

- Abebe, T.D., Bauer, A.M., and Leon, J. 2010. Morphological diversity of Ethiopian barleys (*Hordeum vulgare* L.) in relation to geographic regions and altitudes. *Hereditas*, 147:154-164. DOI:10.1111/j.1601-5223.2010.02173
- Albarrán-Lara, A.L., Petit, R.J., Kremer, A., Caron, H., Dávila, P., Gruger, P.F., Peñaloza Ramírez, J.M., and Oyama, K. 2019. Low genetic differentiation between two morphologically and ecologically distinct giant-leaved Mexican oaks. *Plant Systematic Evolution*, 9 (305), 89-101. DOI: 10.1007/s00606-018-1554-8
- Al-Lawati, A.H., Nadaf, S.K., Al-Saady, N.A., Al-Hinai, S.A., Al-mamari, A.R., and Al-Maawali, A.A. 2021. Genetic diversity of Omani barley (*Hordeum vulgare* L.) germplasm. *Open Agriculture*, 6: 628-639. DOI: 10.1515/opag-2021-0038
- Al-Sayaydeh, R., Al-Bawalize, A., Al-Ajlouni, Z., Akash, M.W., Abu-Elenein, J., and Al-Abdallat, A.M. 2019. Agronomic evaluation and yield performance of selected barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces from Jordan. *International Journal of Agronomy*, 2019:1-12. DOI:10.1155/2019/9575081
- Arzani, H., Ahmadi, Z., Azarnivand, H., and Bihamta, M.R. 2010. Forage quality of three life forms of rangeland species in semi-arid and semi-humid regions in different phonological stages. *Desert*, 15:71-74. DOI: 10.22059/JDESERT.2011.23003
- Assefa, A., Girmay, G., Alemayehu, T., and Lakew, A. 2021. Performance evaluation and stability analysis of malt barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties for yield and quality traits in Eastern Amhara, Ethiopia. *CABI Agriculture and Bioscience*, 2(31), 1-7. DOI:10.1186/s43170-021-00051-w
- Castro, A., Hayes, P., Viega, L., and Vales, I. 2008. Transgressive segregation for phonological traits in barley explained by two major QTL alleles with additivity. *Plant Breeding*, 127(6), 561-568. DOI:10.1111/j.1439-0523.2008.01520.
- Chebouti, A., Meziani, N., Bessedik, F., Laib, M., and Amrani, S. 2019. Variation in morphological traits and yield evaluation among natural populations of *Medicago truncatula* and *Medicago laciniata*. *Asian Journal of Biological*

- Science*, 12(3), 596-603. DOI :10.3923/ajbs.2019.596.603
- Csajbók, J., Pepó, P., and Kutasy, E. 2020. Photosynthetic and agronomic traits of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties. *Agronomy*, 10(12): 1-19. DOI: 10.3390/agronomy10121999
- Derbew, S. 2020. Multivariate analysis of hulled barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces of Southern Ethiopia. *Cogent Food and Agriculture*, 6:1-13. DOI: 10.1080/23311932.2020.1841357
- Drikvand, R., Salahvarzi, E., Salahvarzi, A., and Hossinpour, T. 2012. Study of genetic diversity among rain fed barley genotypes using ISJ markers and morphological traits. *Journal of Agriculture Science*, 4(9), 137-144. DOI:10.5539/jas.v4n9p137
- Ebrahim, S., Shiferaw, E., and Hailu, F. 2015. Evaluation of genetic diversity in barley (*Hordeum vulgare* L.) from Wollo high land areas using agro-morphological traits and hordein. *African Journal of Biotechnology*, 14(22), 1886-1896. DOI:10.5897/AJB2014.14258
- Gadissa, F., Abebe, M., and Bekele, T. 2021. Agro-morphological traits-based genetic diversity assessment in Ethiopian barley (*Hordeum vulgare* L.) landrace collections from Bale highlands, Southeast Ethiopia. *Agriculture and Food Security*, 10(58):1-15. DOI:10.1186/s40066-021-00335-4
- Ghahreman, A. 2017. *Flora of Iran*. Research Institute of Forests and Rangelands Publications, Tehran, Iran, No.2188 (18).
- Heydari Sharifabadi, H., and Dari, M. A. 2003. *Grassland Forage*. Research Institute of Forests and Rangelands Publications, Tehran, Iran, No. 43.
- Li, Z., Lhundrup, N., Guo, G., Dol, K., Chen, P., Gao, L., Chemi, W., Zhang, J., Wang, J., Nyema, T., Dawa, D., and Li, H. 2020. Characterization of genetic diversity and genome-wide association, apping of three agronomic traits in Qingke barley (*Hordeum Vulgare* L.) in the Qinghai-Tibet Plateau. *Frontiers in Genetics*, 11(638),1-15. DOI:10.3389/fgene.2020.00638
- Mekonnon, B., Lakew, B., and Dessalegn, T. 2015. Morphological diversity and association of traits in Ethiopian food barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces in relation to regions of origin and altitudes. *International Journal of Plant*

- Breeding and Crop Science*, 7(2), 243-53. DOI:10.5897/JPBCS2014.0480
- Mir Drikvand, R. 2017. Investigation of heritability of morphological traits and genetic diversity among rainfed barley genotypes using molecular and morphological markers. *Plant Genetic Researches*, 3(2): 69-82. DOI: org/10.29252/pgr.3.2.69
- Modarresi, R., Pourmohammad, A.R., and Sadegzadeh, B. 2022. Evaluation of genetic diversity of spring barley genotypes with respect to some phenological and morphological traits. *Journal of Crop Science Research in Arid Regions*, 4 (1), 197-212. DOI: 10.22034/CSRAR.2022.343913.1242
- Mohamed, A.H., Omar, A.A., Attya, A.M., Elashtokhy, M.M.A., Zayed, E.M., and Rizk, R.M. 2021. Morphological and molecular characterization of some Egyptian six-rowed barley (*Hordeum vulgare* L.). *Planta*, 10(11), 25-27. DOI:10.3390/plants10112527
- Mozaffarian, V. 2006. *A Dictionary of Plant Names*. Farhang Moaser Press, Tehran, Iran. (In Persian)
- Nikkhah, H.R., Tajali, H., Tabatabaie, S.A., and Taher, M. 2023. Evaluation of yield stability and drought tolerance of barley genotypes in temperate regions of the Iran. *Journal of Crop Breeding*, 14(44), 1-17. DOI:10.52547/jcb.14.44.1
- Okumus, A., and Uzun, F. 2007. Genetic and geographic variation of Bulbous barley (*Hordeum bulbosum* L.) assessed by RAPD markers. *Russian Journal of Genetics*, 43(3), 294-298.
- Petersen, L., Ostergard, H., and Giese, H. 1994. Genetic diversity among wild and cultivated barley as revealed by RFLP. *Theoretical and Applied Genetics*, 89: 676-681. DOI:10.1007/BF00223704
- Pishkam-Rad, R., Izadi Darbandi, A., Shahbazi, M., Fazel Najaf-Abadi, M., Nikkhah, H.R., Abedini, R., and Barati, M. 2014. Evaluation of morphophysiological traits of cultivated and wild barley cultivars under water deficit stress. *Agricultural Crop Management*, 16(1), 85-98. DOI:10.22059/JCI.2014.51944
- Rahal-Bouziane, H., Berkani, S., Merdas, S., Nait Merzoug, S., and Abdelguerfi, A. 2015. Genetic diversity of traditional genotypes of barley (*Hordeum vulgare* L.) in Algeria by pheno-morphological and agronomic traits. *Journal of*

- Agriculture Research*, 10(31), 3041-3048. DOI:10.5897/AJAR2015.9513
- Rezaeinia, M., Peighambari, S.A., Abbasi, A.R., and Ataei, R. 2022. Evaluation the diversity of agro-morphological traits of barley under optimal and limited irrigation conditions and grouping its foreign germplasm using multivariate statistical methods. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 53(3), 121-133. DOI: 10.22059/IJFCS.2021.
- Rodrigues, O., Minella, E., and Roberto Costenaro, E. 2020. Genetic improvement of barley (*Hordeum vulgare*, L.) in Brazil: Yield increase and associated traits. *Journal of Agriculture Science*, 11: 417-430. DOI:10.4236/as.2020.114025
- Salehi Shanjani, P., Dadmand, M., and Seyyedean, S.E. 2000. Seed regeneration and evaluation guide. Natural Resource Plants: Cereals. Research Institute of Forests and Rangelands press. Tehran, Iran.
- Setotaw, T.A., Lads, D., and Missio, R.F. 2010. Genetic divergence among barley accessions from Ethiopia. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 10(2), 116-123. DOI:10.12702/1984-7033.v10n02a03
- Shahmoradi, Sh., Chaeichi, M.R., Mozaffari, J., Mazaheri, D., and Sharifzadeh, F. 2013. Evaluation of genetic and geographic diversity of wild barley (*Hordeum spontaneum* L. Ecotypes from different habitats in Iran. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 44(2), 209-225. DOI:10.22059/ijfcs.2013.35111
- Shahmoradi, Sh. 2022. Analysis of traits of two-row and six-row barley with emphasis on climatic conditions of origin. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 52(4), 35-44. DOI: 10.22059/IJFCS.2020.292355.654657
- Taibi, W., Belletreche, A., Kharsi, M., and Suhell Gaouar, S.B. 2019. Phenotypic diversity for quantitative and qualitative characters of barley (*Hordeum vulgare*) accession from Algeria. *Biodiversitas*, 20(12), 3794-3803. DOI:10.13057/biodiv/d201244
- Tajalli, H., Mosavi, G.H., and Arazmjo, E. 2012. Assessment of drought resistance in promising barley genotypes using stress tolerance indices. *Journal of Crop Production Research*, 3(4), 339-350.
- Wilczek, A., Burghardt, L., Cobb, A., Cooper, M., Welch, S., and Schmitt, J. 2010. Genetic and physiological bases for phenological responses to current

- and predicted climates. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1555), 3129-3147. DOI:10.1098/rstb.2010.0128
- Yadav, R., and Yadav, S. 2006. Distinctive morphological characters for varieties of barley (*Hordeum vulgare*) in India. *Indian Journal of Agriculture Science*, 76 (5), 325-327.
- Yadav, R.K., Gautam, S., Palikhey, E., Joshi, B.K., Ghimire, K.H., Gurung, R., Adhikari, A.R., Pudasaini, N., and Dhakal, R. 2018. Agro-morphological diversity of Nepalese naked barley landraces. *Agriculture and Food Security*, 7 (86), 2-12. DOI:10.1186/s40066-018-0238-5
- Zahravi, M., Taghinejad, A.R., Afzalifar, A., Bihamta, M.R., Mozaffari, J., and 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. DOI: org/10.22092/ijrfpbgr.2011.7440

## Evaluation of genetic diversity of phenomorphological traits and forage yield in different populations of *Hordeum bulbosum* L.

Hamideh Javadi\*1 and Parvin Salehi Shanjani2

1. Assistant professor of Natural Resources Gene Bank of Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension organization, Tehran, Iran. . (Corresponding author)
2. Associate professor of Natural Resources Gene Bank of Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension organization, Tehran, Iran.

Received: January 2025 Accepted: October 2025- DOI: 10.22092/aj.2025.368439.1692

### Extended Abstract

**Javadi, H., Salehi Shanjani, P.,** Evaluation of genetic diversity of phenomorphological traits and forage yield in different populations of *Hordeum bulbosum* L.  
**Applied Research in Field Crops Vol 37, No.1, 2024, 7-9: 47-66(in Persian)**

### Introduction

Barley (*Hordeum bulbosum* L.) is characterized by low water requirements, strong resistance to cold and notable tolerance to salinity. Given Iran's climatic challenges, particularly drought, identifying high-yielding genotypes and incorporating them into breeding programs is essential. In plants, geographical separation contributes to the genotypic and phenotypic variation among populations, driven by differences in habitats, environmental conditions, and historical and phylogenetic processes, which are the main drivers of phenotypic variation among individuals (Albarran-Lara *et al.*, 2019). This study aimed to investigate morphological, phenological, and forage yield traits to assess the genetic diversity among various populations of the *H. bulbosum*. The findings obtained from the present study could provide valuable insights for developing new barley cultivars that are both high-yielding or environmentally adaptable. Such cultivars hold promise for forage production and rangeland development across diverse regions.

---

**Email address of the corresponding author:** Javadi@rifr-ac.ir;hjadim@yahoo.com

## Materials & Methods

In this study, 18 populations of *Hordeum bulbosum* L., were evaluated for morphological, phenological and forage yield traits. This study was carried out in 2022 at the Alborz Research Station, Karaj field. Field experiments were conducted using a one-way analysis of variance (ANOVA) design with thress replications. Eleven different quantitative traits were evaluated at harvest. Traits included: days to flowering, days to seed maturity (calculated when approximately 50% of each plot had flowered and 90% had reached seed maturity), plant height (at 50% flowering), internode length (at 50% flowering), number of internodes, number of tillers, spike length (cm), leaf length (cm), leaf width (cm), forage yield (plant fresh weight, g) and plant dry weight (g) (Arzani *et al.*, 2010). Data were analyzed sing SPSS-19 and Minitab-16 software.

## Results & Discussion

Significant variation ( $p < 0.01$ ) was observed across all evaluated traits among the populations. Populations 11752 (Gilan, Roudbar), 18780 (Golestan), and population 40293 (Babajani, Kermanshah) exhibited the greatest plant height. Also, populations 11752 (Roudbar, Gilan) and 32930 (Kermanshah), produced the highest biomass per plant. Populations 11752 and 32930 showed the longest durations to flowering and maturity (65 and 130 days), respectively, while the shortest time to seed maturity (120 days) was recorded in population 37323. Principal component analysis (PCA) revealed that the first four components were able to explain over 85% of the total variation in traits. The values of the first four components were 33.5, 22, 18 and 11%, respectively. The first component was associated with plant height, plant fresh and dry weight, the second component with internode length and number, tiller number and spike length, the third component with leaf length and days to flowering and the fourth component with leaf width and days to maturity. Populations 11752 and 32930 were partially separated by the first component. The traits related to this separation were mainly plant height and yield traits (plant fresh and dry weight). A cluster analysis at a genetic distance of 8.40, resulted in four main clusters. The distribution of populations in the cluster was similar to

their distribution in the PCA. The analysis also showed that the similarities of the populations extend beyond their geographical source of collection. Similar results observed in the findings of other researchers (Mekonnen *et al.*, 2015).

### Conclusion

Our findings indicate that different barley cultivars can be grown as forage in different regions with suitable fresh and dry forage yields to meet livestock needs. Populations 11752 (Rodbar, Gilan), 18780 (Golestan), and 24407 (Qom), produced tall plants, and two populations 11752 (Rodbar, Gilan) and 32930 (Kermanshah) were superior in terms of fresh and dry forage yields. Populations 11752 and 32930, for long and population 37323 (Kohkiluyeh and Boyer-Ahmad), for short growing season are recommended, respectively.

**Keywords:** Agronomic, Fresh and Dry Plant weight, Internode length, leaf length, Plant height

### References

- Albarrán-Lara, A.L., Petit, R.J., Kremer, A., Caron, H., Dávila, P., Gruger, P.F., Peñaloza Ramírez, J.M., and Oyama, K. 2019. Low genetic differentiation between two morphologically and ecologically distinct giant-leaved Mexican oaks. *Plant Systematic Evolution*, 9 (305), 89-101. DOI: 10.1007/s00606-018-1554-8
- Arzani, H., Ahmadi, Z., Azarnivand, H., and Bihamta, M.R. 2010. Forage quality of three life forms of rangeland species in semi-arid and semi-humid regions in different phenological stages. *Desert*, 15:71-74. DOI: 10.22059/JDESERT.2011.23003
- Mekonnen, B., Lakew, B., and Dessalegn, T. 2015. Morphological diversity and association of traits in Ethiopian food barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces in relation to regions of origin and altitudes. *International Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 7(2), 243-53. DOI:10.5897/JPBCS2014.0480