ISSN: 2476-6917; Modares Journal of Biotechnology. 2018;9(4):517-523

Genetic Variability in Different Accessions of Agropyron Based on Morphological Traits

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Rahnemoun B.[1] *MSc*,
Hatami Maleki H.*[1] *PhD*,
Mohammadi R.[2] *PhD*

How to cite this article
Rahnemoun B, Hatami Maleki H, Mohammadi R. Genetic Variability in Different Accessions of Agropyron Based on Morphological Traits. Modares Journal of Biotechnology. 2018;9(4):517-523.

[1]Plant Production & Genetics Department, Agriculture Faculty, University of Maragheh, Maragheh, Iran
[2]Branch for Northwest & West Region, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Agricultural Research, Education & Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran

**Correspondence*
Address: University of Maragheh, Daneshgah Boulevard, Madar Square, Maragheh, East Azerbaijan province, Iran.
Phone: +98 (41) 37273068
Fax: +98 (41) 37276060
hatamimaleki@yahoo.com

Article History
Received: April 28, 2017
Accepted: October 24, 2017
ePublished: December 21, 2018

ABSTRACT

Aims The perennial grass is one of important grassland plants, which have special importance based on their feeding production, protection, and prevention of soil erosion. One of the important genera of the wheat family is the Agropyron. The aim of this study was to evaluate genetic variability in different accessions of Agropyron based on morphological traits.

Materials & Methods In this experimental research, 31 populations belonging to the 3 species of the Agropyron were evaluated in a randomized complete block design (RCBD) with 3 replications in research farm of Agricultural Biotechnology Research Institute of Northwest and West region of Iran. The cluster analysis was performed by SPSS 17, using Euclidean space and UPGMA and the principal components analysis was performed through trait correlation coefficient matrix and Minitab 14 software.

Findings The highest value of phenotypic coefficient of variation was seen in traits, including panicle length, fresh forage yield in the first cutting, and dry matter yield in the first cutting, respectively. In the second component, seed yield and crown diameter were the most important in explaining this component. There were significant differences between different populations in terms of morphological traits, so that for these traits, the various species in this genus could be separated. From a morphological point of view, there was a great similarity between *A. cristatum* and *A. desertorum*.

Conclusion Different populations of *A. elongatum* species could be distinguished from the populations of the *A. cristatum* and *A. desertorum* in terms of morphological traits, while utilization of molecular markers is mandatory to segregate the populations of *A. cristatum* and *A. desertorum* from each other.

Keywords Grass; Genetic Diversity; Principal Component Analysis; Cluster Analysis

CITATION LINKS

[1] Climate change effects on rangelands and rangeland management ... [2] Semi-arid grazing systems and climate change: a survey of present ... [3] A taxonomic revision of Elymus sect. Caespitosae and sect. Elytrigia (Poaceae, Triticeae) ... [4] An investigation on ecological and agronomic aspects of three important grasses in Golestan ... [5] Crossing experiment in Elymus transhyrcanus group, A new subspecies and ... [6] Evaluation for yield quality traits in 17 genotype of Agropyron elangatum under conservation and grazing ... [7] Genetic diversity in ecotypes of two Agropyron species using ... [8] Evolution studies and chromosomal analysis in some Agropyron genotypes ... [9] Man made stress in the grazing resource of the ... [10] Crested wheatgrass (Agropyron cristatum) seedings in Western ... [11] Germination response of three forage grasses to ... [12] Investigation of intra-specific variation in Agropyron elongatum L. using biochemical ... [13] Genome analysis in the genius ... [14] Genetic variation among different agropyron species ... [15] Genetic variation of clonally propagated tall wheat grass genotypes ... [16] Genetic study genus Agropyron and explore the possibility crosses between species to ... [17] Check forage yield and determination of drought tolerance indices In 22 genotypes ... [18] Study of yield and quality triats on 18 ecotypes of crestecd wheatgrass Agropyron cristatum L. for pasture and ... [19] Seed and hay production in 18 ecotypes of Crested wheatgrass Agropyron cristatum in cold-temperate ... [20] Investigation of genetic variation in tall wheat grass (Agropyron elongatum ... [21] Analysis of genetic diversity in crop plants-- salient ... [22] Eastern tobacco genetic diversity using by multivariate statistical ... [23] Investigation of genetic variation in Dactylis ... [24] Comparison of efficiency of multivariate statistical methods and a 2-stage screening ... [25] Evaluation of genetic variation of durum wheat genotypes using ... [26] The study genetic variation and factor analysis ... [27] Evaluation of variability and genetic parameters in morphological traits Agropyron trichophorum using ... [28] Genetic variation between and within populations of Agropyron Gaertn, using ...

Copyright© 2018, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

www.SID.ir

تنوع ژنتیکی در جمعیت‌های مختلف جنس آگروپیرون براساس صفات مورفولوژیک

بهمن رهنمون MSc
گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
حمید حاتمی‌ملکی* PhD
گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
رضا محمدی PhD
پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمالغرب و غرب کشور (تبریز)، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران

چکیده
اهداف: گراس‌های چندساله از مهم‌ترین گیاهان مرتعی هستند که به‌لحاظ تولید علوفه، حفاظت و جلوگیری از فرسایش خاک اهمیت زیادی دارند. یکی از جنس‌های مهم خانواده گندم، جنس آگروپیرون (Agropyron) است. هدف این پژوهش، بررسی تنوع ژنتیکی در جمعیت‌های مختلف جنس آگروپیرون براساس صفات مورفولوژیک بود.
مواد و روش‌ها: در پژوهش تجربی حاضر، ۳۱ جمعیت از ۳ گونه مختلف جنس آگروپیرون در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمال غرب و غرب کشور ارزیابی شدند. تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، پس از استانداردکردن داده‌ها با محاسبه فواصل اقلیدسی و روش جفت‌گروه بدون وزن با میانگین حسابی (UPGMA) با نرم‌افزار SPSS 17 و تحلیل مولفه‌های اصلی از طریق ماتریس ضرایب همبستگی صفات و نرم‌افزار Minitab 14 انجام گرفت.
یافته‌ها: بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی به‌ترتیب در صفات طول خوشه، عملکرد علوفه تر در چین اول و عملکرد علوفه خشک در چین اول بود. در مولفه دوم، صفات عملکرد بذر و قطر طوقه بیشترین اهمیت را در تبیین این مولفه داشتند. تفاوت‌های قابل توجهی بین جمعیت‌های مختلف از نظر صفات مورفولوژیک وجود داشت، به‌طوری که از نظر این صفات گونه‌های مختلف موجود در این جنس از همدیگر قابل تفکیک بودند. از نظر خصوصیات مورفولوژیک، شباهت زیادی بین *آگروپیرون کریستاتوم* (*Agropyron cristatum*) و *آگروپیرون دسرتوروم* (*Agropyron desertorum*) وجود داشت.
نتیجه‌گیری: جمعیت‌های مختلف گونه *آگروپیرون الانگاتوم* (*Agropyron elongatum*) به‌دلیل داشتن صفات مورفولوژیک متمایز، از جمعیت‌های مربوط به *آگروپیرون کریستاتوم* و *آگروپیرون دسرتوروم* قابل تشخیص هستند، اما برای تفکیک جمعیت‌های مربوط به *آگروپیرون کریستاتوم* و *آگروپیرون دسرتوروم* بایستی از نشانگرهای مولکولی استفاده نمود.
کلیدواژه‌ها: گراس، تنوع ژنتیکی، تحلیل مولفه‌های اصلی، تجزیه و تحلیل خوشه‌ای

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۰۲
*نویسنده مسئول: hatamimaleki@yahoo.com

مقدمه

مراتع از جمله اکوسیستم‌های زنده در بخش منابع طبیعی تجدیدشونده هر کشوری محسوب می‌شوند که در ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی به‌ویژه از نظر تولید آب و تنظیم گردش آب در طبیعت، حفاظت خاک، تامین زیستگاه حیات وحش، تصفیه هوا، حفظ ذخایر ژنتیک گیاهی و جانوری، استفاده تفرجگاهی و اکوتوریسم و تولید علوفه مورد نیاز دام‌ها ایفای نقش می‌کنند[1].

گراس‌ها از مهم‌ترین گیاهان مرتعی هستند که به‌لحاظ تولید علوفه، حفاظت و جلوگیری از فرسایش خاک اهمیت زیادی دارند[2]. همچنین، با توجه به اینکه در گراس‌ها تا قبل از مرحله گل‌دهی، تشکیل برگ در ضمن هر برداشت یا پس از آن ادامه می‌یابد، بنابراین سازگاری خوبی به چرا و برداشت محصول علوفه دارند. گراس‌ها از موقعیت ممتازی به‌عنوان گیاهان علوفه‌ای برخوردار هستند، زیرا در خلال دوره رویشی گراس‌ها، نواحی مریستمی نزدیک سطح خاک قرار گرفته و توسط برگ‌های غلاف‌دار محافظت می‌شوند و این امر موجب می‌شود که در صورت ازبین‌رفتن مریستم‌ها بر اثر برداشت علوفه، آنها بتوانند به‌طور منظم و پیوسته با ظهور پنجه‌های جدید جایگزین شوند[2].

خانواده غلات یکی از بزرگ‌ترین خانواده‌های گیاهی است که از نظر غذایی، مرتعی، صنعتی، دارویی، زینتی و به‌طور کلی از لحاظ تامین مایحتاج غذایی انسان و دام اهمیت بسزایی دارد. این گیاهان حدود یک‌سوم پوشش غالب مراتع را به خود اختصاص داده‌اند[3].

یکی از جنس‌های مهم خانواده گندم، جنس آگروپیرون (Agropyron) است. تعدادی از گونه‌های موجود در جنس آگروپیرون بومی ایران نیستند و در دهه‌های ۱۳۴۰ و ۱۳۵۰ به‌منظور اجرای پروژه مشترک بین ایران و سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی، بذر تعدادی از این گونه‌ها به کشور وارد شد[4]. منشا جنس آگروپیرون از آسیای مرکزی و روسیه مرکزی است[5]. از این جنس، ۱۵۰ گونه شناخته شده است که ۱۰۰ گونه آن در قاره آسیا یافت می‌شود[6]. جنس آگروپیرون، به‌عنوان یک گیاه مرتعی در بسیاری از مراتع ایران رشد می‌کند. این جنس، سازگاری گسترده‌ای داشته و در آب‌وهوای مختلف رشد می‌کند[7]. این گیاه علفی و دایمی بوده و در حدود ۱۸ گونه از آن به‌خصوص در مناطق غربی، مرکزی و شمال غرب ایران گزارش شده است[8]. گیاهان جنس آگروپیرون به شرایط آب‌وهوایی خشک مدیترانه مشابه ایران سازگاری خوبی دارند[9]. ریشه‌های این گیاه به ۲ متر می‌رسد و برای تثبیت خاک و جلوگیری از فرسایش آن مناسب هستند[10]. آگروپیرون در دسته گراس‌های فصل خنک است، زیرا این گراس در فصول خنک سال رشد می‌کند[11].

با توجه به سازگاری وسیع این گیاه، حفظ ذخیره ژنتیکی و کاربرد علمی و صحیح از این منبع ژنتیکی باعث احیای مراتع و افزایش تولید علوفه کشور می‌شود[12]. با بررسی تنوع و توان ژنتیکی این گیاه می‌توان از آن در برنامه‌های به‌نژادی، برنامه‌های تلاقی به‌منظور تولید هیبرید و حتی در تلاقی‌های بین گونه‌ای (با قرابت زیاد) به‌منظور انتقال ژن‌های مطلوب استفاده کرد. گیاهانی مانند گندم، جو و چاودار قرابت زیادی با آگروپیرون دارند و می‌توان از این گیاه به‌عنوان یک مخزن ژنی ارزشمند برای انتقال ژن‌های مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی به گونه‌های مذکور بهره جست[13].

در مطالعه‌ای، *رجبی* و همکاران میزان تنوع ژنتیکی بین گونه‌های مختلف جنس آگروپیرون را براساس صفات کاریوتیپی، شیمیایی و فنوتیپی محاسبه و گزارش نمودند[14]. نتایج پژوهش *محمدی* و همکاران نشان داد ارزیابی‌های کلونی در برآورد تنوع ژنتیکی، وراثت‌پذیری و گزینش والدین مناسب به‌منظور تدوین پروژه‌های تکمیلی، سودمند است[15].

همچنین *عبدی قاضی جهانی* و همکاران تنوع ژنتیکی ۸ جمعیت *آگروپیرون تاوری* (*Agropyron tauri*) از منطقه شمال غرب کشور را مطالعه نموده و با استفاده از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، جمعیت‌ها را در دو گروه طبقه‌بندی کردند[16]. آنها گزارش نمودند

Archive of SID
www.SID.ir

که این تمایز با ارتفاع مبدا اولیه رویشگاه‌های جمعیت‌ها مطابقت داشته و جمعیت‌های موجود در ارتفاعات بالاتر از نظر ویژگی‌های مورفولوژیک متفاوت از جمعیت‌های موجود در ارتفاعات پایین‌تر هستند[16]. در تحقیق دیگری، *مرادی الوار* و همکاران توده‌های مختلف از گونه *آگروپیرون الانگاتوم* (*Agropyron elongatum*) را با استفاده از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای و تحلیل مولفه‌های اصلی ارزیابی و آنها را در ۳ گروه طبقه‌بندی نمودند[17]. *رحمانی* و همکاران تنوع چشمگیری را برای عملکرد و کیفیت علوفه در ۱۸ اکوتیپ *آگروپیرون کریستاتوم* (*Agropyron cristatum*) در شرایط آب‌وهوایی استان لرستان گزارش کردند[18]. همچنین *رحمانی* و همکاران در تحقیق دیگری اعلام نمودند که ارقام زودرس و پرمحصول گونه *آگروپیرون کریستاتوم* قابلیت سازگاری بیشتری دارند[19]. وجود تنوع ژنتیکی در ژرم پلاسم گونه *آگروپیرون الانگاتوم*، توسط *محمدی* و همکاران نیز به اثبات رسید[20].

این پژوهش با هدف ارزیابی تنوع ژنتیکی در ۳۱ جمعیت مختلف از جنس آگروپیرون براساس صفات مورفولوژیک در اقلیم آذربایجان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

بذور ۳۱ جمعیت از ۳ گونه مختلف جنس آگروپیرون موجود در بانک بذر پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمال غرب و غرب کشور در گلدان‌های پلاستیکی در گلخانه کشت شد (جدول ۱).

جدول ۱) کد و محل جمع‌آوری نمونه‌های مورد مطالعه

ردیف	نام	کد بانک بذر	منشا	ردیف	نام	کد بانک بذر	منشا
۱	*A. desertorum*- G D1	۱۰۰۰/۱۸۸	ایستگاه تحقیقات مراتع دماوند	۱۷	*A.cristatum*- G7	۱۰۰۰/۱۰۲	اصفهان- بانک بذر ایستگاه شهید فزوه
۲	*A. desertorum*- G D3	۱۰۰۰/۸۸	اصفهان - ایستگاه خرگوش سد زاینده‌رود	۱۸	*A.cristatum*- G10	۱۰۰۰/۳۶۰	اصفهان
۳	*A. desertorum*- G D4	۱۰۰۰/۱۱	اصفهان- بانک بذر ایستگاه شهید فزوه	۱۹	*A.cristatum*- G11	۱۰۰۰/۱۰۲	اصفهان- بانک بذر ایستگاه شهید فزوه
۴	*A. desertorum*- G D8	۱۰۰۰/۱۱۵	اصفهان- بانک بذر ایستگاه شهید فزوه	۲۰	*A.cristatum*- G13	۱۰۰۰/۳۷۷	اصفهان-چادگان- سد زاینده‌رود
۵	*A. desertorum*- G D16	۱۰۰۰/۱۶۹	اصفهان- بانک بذر ایستگاه شهید فزوه	۲۱	*A.elongatum*- G1	۱۰۰۰/۱۱۶	اصفهان- بانک بذر ایستگاه شهید فزوه
۶	*A. desertorum*- G D17	۱۰۰۰/۲۴۶	اصفهان- داران	۲۲	*A.elongatum*- G5	۱۰۰۰/۴۲۹	اصفهان- سمیرم- حنا
۷	*A. desertorum*- G D21	۱۰۰۰/۲۴۶	اصفهان- داران	۲۳	*A.elongatum*- G7	۱۰۰۰/۲۷۹	سمنان- ایستگاه تولید بذر
۸	*A. desertorum*- G D23	۱۰۰۰/۱۱۵	اصفهان- بانک بذر ایستگاه شهید فزوه	۲۴	*A.elongatum*- G8	۱۰۰۰/C12	اصفهان
۹	*A. desertorum*- G D24	۱۰۰۰/۱۹۰	اصفهان- بانک بذر ایستگاه شهید فزوه	۲۵	*A.elongatum*- G9	۱۰۰۰/C11	اصفهان- سمیرم- قلعه‌سنگی
۱۰	*A. desertorum*- G3	۱۰۰۰/۴۴۶	چهارمحال و بختیاری	۲۶	*A.elongatum*- G10	۱۰۰۰/۲۵۱	اصفهان- بانک بذر ایستگاه شهید فزوه
۱۱	*A. desertorum*- G8	۱۰۰۰/۴۱۸	اصفهان- داران- قهیز	۲۷	*A.elongatum*- G11	۱۰۰۰/۲۸۱	اصفهان- فریدون شهر- چشمه لنگان
۱۲	*A. desertorum*- G9	۱۰۰۰/۳۵۲	تبریز- مرکز تحقیقات کشاورزی	۲۸	*A.elongatum*- G15	۱۰۰۰/۲۷۹	سمنان- ایستگاه تولید بذر
۱۳	*A. desertorum*- G12	۱۰۰۰/۴۲۴	بروجن- نصیرآباد	۲۹	*A.elongatum*- G21	۱۰۰۰/۲۷۹	سمنان- ایستگاه تولید بذر
۱۴	*A.cristatum*- G2	۱۰۰۰/۳۸۸	ارومیه	۳۰	*A.elongatum*- G22	۱۰۰۰/۳۴۴	دماوند
۱۵	*A.cristatum*- G5	۱۰۰۰/۲۷۹	اصفهان- بانک بذر ایستگاه شهید فزوه	۳۱	*A.elongatum*- G24	۱۰۰۰/۱۹۶	اصفهان- فریدن
۱۶	*A.cristatum*- G6	۱۰۰۰/۴۴۳	اصفهان-چادگان- واحد آبخیزداری		-	-	-

بعد از جوانه‌زنی، گلدان‌ها برای بهاره‌سازی به بیرون از گلخانه منتقل شدند. گیاهان براساس طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه کشت شدند، به‌طوری که در هر تکرار ۵ بوته در هر ردیف کشت شد. در کاشت بوته‌ها فاصله بین ردیف و روی ردیف ۶۰سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از کاشت گیاهان بلافاصله آبیاری انجام شد. در طول آزمایش، به‌صورت مکانیکی با علف‌های هرز مبارزه شد. با توجه به چندساله‌بودن جنس آگروپیرون، در سال اول به‌منظور تثبیت بوته‌ها در مزرعه داده‌برداری انجام نگرفت و داده‌برداری از اوایل فروردین سال دوم و برای چین‌های اول و دوم انجام شد. صفات مختلفی از قبیل قطر تاج‌پوش، تاریخ ظهور خوشه (تعداد روز از اول فروردین تا ظهور ۳ خوشه در هر بوته)، تاریخ گرده‌افشانی (تعداد روز از اول فروردین تا گرده‌افشانی ۳ خوشه در هر بوته)، صفات ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد خوشه بارور، طول و عرض برگ پرچم به‌همراه صفات وزن تر و خشک، عملکرد بذر و قطر طوقه اندازه‌گیری شدند.

ابتدا آماره‌های توصیفی داده‌ها شامل حداقل، حداکثر، میانگین، انحراف‌معیار و ضریب تغییرات فنوتیپی (انحراف‌معیار فنوتیپی تقسیم بر میانگین) محاسبه شد. سپس ارزیابی و گروه‌بندی جمعیت‌های مختلف مورد مطالعه از طریق روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای و تحلیل مولفه‌های اصلی و با استفاده از میانگین داده‌های اصلی صورت گرفت. تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، پس از استانداردکردن داده‌ها با محاسبه فواصل اقلیدسی و روش جفت‌گروه بدون وزن با میانگین حسابی (UPGMA) با نرم‌افزار SPSS 17 و تحلیل مولفه‌های اصلی از طریق ماتریس ضرایب همبستگی صفات و نرم‌افزار Minitab 14 انجام شد.

یافته‌ها

صفات مورد بررسی و نحوه اندازه‌گیری این صفات ارایه شد (جدول ۲). بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی به‌ترتیب در صفات طول خوشه، عملکرد علوفه تر در چین اول و عملکرد علوفه خشک در چین اول بود (جدول ۳).

صفات قطر تاج‌پوش، ارتفاع بوته، طول خوشه، طول برگ پرچم، وزن تر علوفه، وزن خشک علوفه، قطر تاج‌پوش درچین دوم، وزن تر علوفه در چین دوم و وزن خشک علوفه در چین دوم عمده‌ترین نقش را در تشکیل این مولفه داشتند. در مولفه دوم، صفات عملکرد بذر و قطر طوقه بیشترین اهمیت را در تبیین این مولفه داشتند (جدول ٤).

www.SID.ir

جدول ۲) صفات مورد بررسی و نحوه اندازه‌گیری آنها

صفات	نحوه اندازه‌گیری صفات
قطر تاج‌پوش	انتخاب سه بوته از هر تکرار
تعداد روز تا خوشه‌دهی	براساس تعداد روز از اول فروردین تا ظهور سه خوشه در هر بوته
تعداد روز تا گرده‌افشانی	تعداد روز از اول فروردین تا ظاهرشدن پرچم‌ها در سه خوشه از هر بوته
ارتفاع بوته	ارتفاع بلندترین ساقه در زمان گرده‌افشانی
تعداد ساقه	شمارش تعداد ساقه در زمان گرده‌افشانی
عرض برگ پرچم	میانگین عرض سه برگ پرچم در زمان گرده‌افشانی
طول برگ پرچم	میانگین طول سه برگ پرچم در زمان گرده‌افشانی
طول خوشه	میانگین طول سه خوشه از هر بوته
عملکرد علوفه تر، دو چین در سال	وزن تر علوفه بلافاصله پس از برداشت در مزرعه
عملکرد علوفه خشک، دو چین در سال	نمونه‌ها به‌مدت حداقل ۴۸ ساعت در دمای ۶۵°C خشک و توزین شدند
قطر یقه پس از برداشت	قطر طوقه پس از برداشت
عملکرد بذر	انتخاب سه بوته از هر تکرار و محاسبه آن در واحد بوته

جدول ۳) آماره‌های توصیفی صفات مختلف در جنس آگروپیرون

صفات	دامنه		میانگین آماری	ضریب تغییرات فنوتیپی
	حداقل	حداکثر		
قطر تاج‌پوش چین اول (سانتی‌متر)	۲۵	۷۰	۴۶/۲۷±۱۲.۹۱	۲۷/۹۰
تعداد روز تا خوشه‌دهی	۳۳	۹۳	۵۹/۶۱±۲۰.۵۰	۳۴/۴۰
تعداد روز تا گرده‌افشانی	۷	۱۰۶	۷۸/۴۵±۱۵.۸۶	۲۰/۲۲
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۷۶	۲۲۳	۱۲۳/۷۷±۴۸.۴۱	۳۹/۱۲
طول خوشه (سانتی‌متر)	۶/۱۷	۴۹/۳۳	۱۹/۹۰±۱۵.۲۸	۷۶/۸۳
طول برگ پرچم (سانتی‌متر)	۶/۵	۴۷/۶۷	۱۶/۲۳۸±۸.۹۲	۵۴/۹۷
عرض برگ پرچم (میلی‌متر)	۲/۳۳	۷/۶۷	۵/۱۹۴±۱.۰۶	۲۰/۴۳
تعداد خوشه بارور	۵۶	۵۵۵	۲۹۶/۵۰±۱۳۴.۱۰	۴۴/۶۱
عملکرد علوفه تر چین اول (گرم)	۲۷۰	۲۴۶۷/۵	۹۰۹/۷۰±۶۱۷.۸۴	۶۸/۱۷
عملکرد علوفه خشک چین اول (گرم)	۲۷۸	۱۷۲۲	۶۳۰/۰۰±۴۱۲.۵۸	۶۷/۲۰
عملکرد بذر (گرم)	۸/۵	۱۱۳	۴۶/۰۱±۱۹.۷۲	۴۲/۷۶
قطر یقه پس از برداشت چین اول (سانتی‌متر)	۱۲	۲۸	۱۹/۳۲۳±۲.۲۶	۱۱/۷۳
قطر تاج‌پوش چین دوم (سانتی‌متر)	۴۲	۷۵	۵۲/۰۸۶±۷.۵۷	۱۴/۵۴
قطر یقه پس از برداشت چین دوم (سانتی‌متر)	۱۳	۲۷	۱۹/۶۰۲±۲.۱۱	۱۰/۷۷
عملکرد علوفه تر چین دوم (گرم)	۳۱۴	۲۰۲۰	۸۰۹/۶۰±۴۶۶.۸۸	۵۷/۶۷
عملکرد علوفه خشک چین دوم (گرم)	۱۵۸	۵۷۸	۲۸۷/۵۳±۷۸.۱۹	۲۷/۲۰

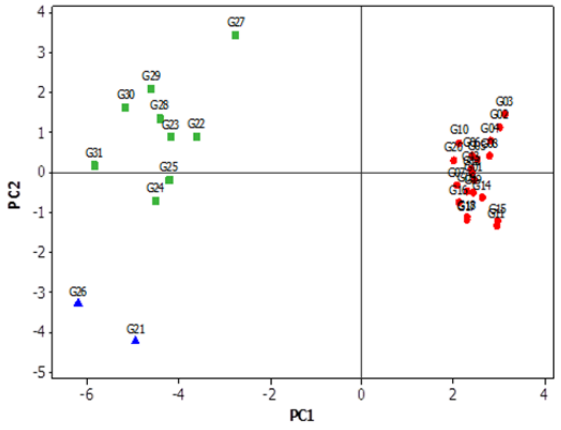
جدول ۴) بردارهای ویژه، واریانس‌های نسبی و تجمعی مولفه‌های اصلی برای کلیه صفات

صفات	مولفه اول	مولفه دوم	مولفه سوم	مولفه چهارم	مولفه پنجم
قطر تاج پوش (چین اول)	-۰/۲۷۵	-۰/۲۶۰	-۰/۰۰۳	۰/۳۰۶	-۰/۱۰۲
تعداد روز تا ظهور خوشه	-۰/۲۶۸	۰/۰۹۳	۰/۳۷۵	-۰/۱۹۷	۰/۰۹۰
تعداد روز تا گرده‌افشانی	-۰/۲۵۰	۰/۰۸۵	۰/۵۷۳	-۰/۳۲۰	۰/۰۴۰
ارتفاع بوته	-۰/۲۷۸	۰/۱۳۰	۰/۰۹۰	-۰/۰۱۷	۰/۰۰۶
طول خوشه	-۰/۲۸۰	۰/۰۵۸	۰/۰۹۲	۰/۰۲۴	۰/۰۲۸
طول برگ پرچم	-۰/۲۷۰	۰/۰۶۸	۰/۰۵۰	۰/۲۹۶	۰/۱۰۴
عرض برگ پرچم	-۰/۲۶۰	۰/۱۲۷	-۰/۲۷۲	۰/۲۲۱	۰/۴۸۵
تعداد خوشه بارور	۰/۲۵۰	-۰/۲۱۷	۰/۰۸۸	۰/۱۴۷	-۰/۴۷۲
عملکرد علوفه تر (چین اول)	-۰/۲۸۰	۰/۰۱۲	-۰/۰۱۷	۰/۰۶۱	-۰/۲۳۱
عملکرد علوفه خشک (چین اول)	-۰/۲۸۰	۰/۰۱۴	-۰/۰۳۴	۰/۱۰۳	-۰/۲۰۷
عملکرد بذر	-۰/۰۴۰	-۰/۶۱۰	۰/۴۱۰	۰/۵۲۱	۰/۰۶۹
قطر یقه پس از برداشت (چین اول)	-۰/۱۵۰	-۰/۵۲۵	-۰/۰۴۰	-۰/۵۴۸	-۰/۰۲۲
قطر تاج پوش (چین دوم)	-۰/۲۷۰	-۰/۰۲۰	-۰/۲۹۲	-۰/۰۱۲	-۰/۲۱۳
قطر یقه پس از برداشت (چین دوم)	-۰/۱۷۰	-۰/۴۸۶	-۰/۲۹۸	-۰/۱۲۰	۰/۳۸۷
عملکرد علوفه تر (چین دوم)	-۰/۲۸۰	۰/۰۳۳	-۰/۰۲۰	۰/۰۱۴	-۰/۲۳۴
عملکرد علوفه خشک (چین دوم)	-۰/۲۷۰	-۰/۱۰۰	-۰/۲۹۲	-۰/۰۶۹	-۰/۳۹۸
مقادیر ویژه	۱۲/۲۶	۲/۱۴	۰/۴۹	۰/۳۱	۰/۲۶
واریانس توجیه‌شده	۰/۷۶۶	۰/۱۳۴	۰/۰۳۱	۰/۰۲	۰/۰۱۶
واریانس تجمعی	۰/۷۶۶	۰/۹۰	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۹۶۶

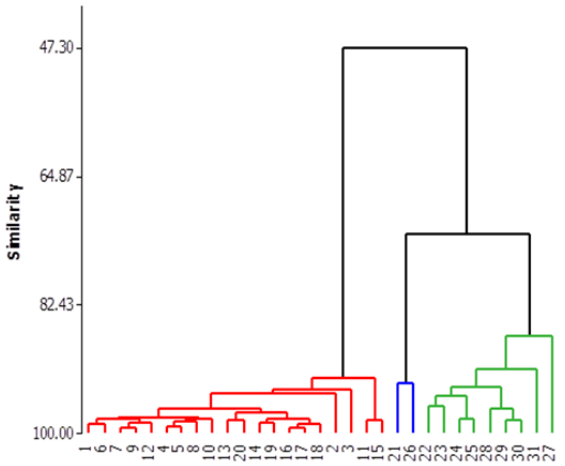
www.SID.ir

با توجه به پلات دوبعدی حاصل از دو مولفه اول و دوم، جمعیت‌های مورد بررسی در ۳ گروه مجزا قرار گرفتند (نمودار ۱). تفاوت‌های قابل توجهی بین جمعیت‌های مختلف از نظر صفات مورفولوژیک وجود داشت، به‌طوری که از نظر این صفات گونه‌های مختلف موجود در این جنس از همدیگر قابل تفکیک بودند. جمعیت‌های مختلف از دو گونه *آگروپیرون دسرتوروم* (*Agropyron. desertorum*) و *آگروپیرون کریستاتوم* با توجه به‌خصوصیات رشدی نزدیک به هم و داشتن ساقه‌های کوتاه در گروه ۱ قرار گرفتند. جمعیت‌های مختلف از گونه *آگروپیرون الانگاتوم* با توجه به دیررس‌بودن، دوره رشد طولانی و داشتن ساقه‌های بلند در گروه ۲ قرار گرفتند. دو جمعیت از جمعیت‌های متعلق به گونه *آگروپیرون الانگاتوم* به‌طور مجزا در گروه ۳ قرار گرفتند (نمودار ۱).

۳۱ جمعیت مورد بررسی به ۳ گروه منتسب شدند. گروه‌بندی حاصل، با گروه‌بندی حاصل از تحلیل مولفه‌های اصلی مطابقت داشت (نمودار ۲).



نمودار ۱) دسته‌بندی جمعیت‌های مختلف جنس آگروپیرون براساس دو مولفه اول و دوم با تجزیه به مولفه‌های اصلی روی صفات مورفولوژیک (شماره‌های ۱ تا ۱۳ مربوط به جمعیت‌های گونه *A. desertorum*، شماره‌های ۱۴ تا ۲۰ مربوط به گونه *A.cristatum* و شماره‌های ۲۱ تا ۳۱ مربوط به گونه *A. elongatum* هستند)



نمودار ۲) دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌های جنس آگروپیرون براساس صفات مورفولوژیک (شماره‌های ۱ تا ۱۳ مربوط به جمعیت‌های گونه *A. desertorum*، شماره‌های ۱۴ تا ۲۰ مربوط به گونه *A.cristatum* و شماره‌های ۲۱ تا ۳۱ مربوط به گونه *A. elongatum* هستند)

در گونه *آگروپیرون الانگاتوم* جمعیت‌های شماره ۲۱ و ۲۶ در یک گروه قرار گرفته و بقیه در گروه دیگر قرار گرفتند (نمودارهای ۱ و ۲). جمعیت‌های مربوط به دو گونه *آگروپیرون کریستاتوم* و *آگروپیرون دسرتوروم* در یک گروه قرار گرفته و از هم تفکیک نشدند. از نظر خصوصیات مورفولوژیک، شباهت زیادی بین دو گونه *آگروپیرون کریستاتوم* و *آگروپیرون دسرتوروم* وجود داشت. بیشترین معیار فاصله ماهالانوبیس بین گروه‌های ۱ و ۲ (۸/۸۷) و کمترین فاصله بین گروه‌های ۲ و ۳ (۵/۰۰) بود. معیار فاصله ماهالانوبیس بین گروه‌های ۱ و نیز برابر ۶/۹۶ بود.

بحث

با توجه به آماره‌های ارایه‌شده، تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای در جنس آگروپیرون وجود دارد. در مطالعه‌ای که با استفاده از آماره‌های توصیفی به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی در ۲۳ جمعیت مختلف از *آگروپیرون الانگاتوم* توسط *محمدی* و همکاران انجام گرفت، تفاوت معنی‌داری میان مقادیر حداقل و حداکثر در هر یک از صفات مورد بررسی وجود داشت که حاکی از وجود تنوع ژنتیکی بالقوه در گونه *آگروپیرون الانگاتوم* بود[20]. یکی از موارد مهم در تحقیق حاضر وجود تنوع ژنتیکی وزن خشک علوفه به‌عنوان عملکرد اقتصادی گیاه در جمعیت‌های آگروپیرون است. بنابراین تنوع ژنتیکی شناسایی‌شده برای این صفت می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی گیاهی این جنس مورد استفاده قرار گیرد.

یکی از روش‌های بررسی تنوع ژنتیکی موجود در یک ژرم‌پلاسم، استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره نظیر تحلیل مولفه‌های اصلی و تجزیه و تحلیل خوشه‌ای است[21]. از این روش‌ها در بررسی تنوع ژنتیکی ژرم‌پلاسم گیاهان مختلفی از قبیل توتون‌های شرقی، علف باغ (*Dactylis glomerata*) و جمعیت‌های گندم استفاده شده است[22-24]. تحلیل مولفه‌های اصلی برای رسیدن به اهداف تشریح و توجیه تنوع موجود در جامعه، تعیین سهم هر صفت در تنوع و کاهش تعداد متغیرهای اصلی از طریق محاسبه مولفه‌های غیرهمبسته که ترکیبی از متغیرهای اصلی هستند، استفاده می‌شود[25].

از دیگر کاربردهای این روش، گروه‌بندی جمعیت‌ها براساس موقعیت تقریبی آنها در نمودار بای‌پلات حاصل از مولفه‌ها و یافتن جمعیت‌هایی است که دارای ویژگی‌های خاص هستند[26]. تحلیل مولفه‌های اصلی اغلب قبل از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای انجام می‌گیرد تا اهمیت نسبی متغیرهای دخیل در گروه‌بندی نیز مشخص شود.

همان طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، در مطالعه حاضر با استفاده از تحلیل مولفه‌های اصلی متغیرهای مورد مطالعه به ۵ مولفه با واریانس تجمعی ۹۶/۶% کاهش یافتند. در مورد استفاده از تحلیل مولفه‌های اصلی در گونه‌های مختلف جنس آگروپیرون گزارشات مختلفی وجود دارد. نتایج تحقیق *شیروانی* و همکاران نشان داد که دو مولفه اول حاصل از تحلیل مولفه‌های اصلی، ۷۰/۸۷% تغییرات داده‌های مورفولوژیک را در *آگروپیرون تریکوفورم* (*Agropyron trichophorum*) توجیه می‌نمایند[27].

همچنین در مطالعه دیگری، *مرادی الوار* و همکاران به‌منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌های *آگروپیرون الانگاتوم* با استفاده از تحلیل مولفه‌های اصلی نشان دادند که چهار مولفه اول ۸۵% کل واریانس متغیرها را توجیه نموده و با استفاده از

Archive of SID
www.SID.ir

بای‌پلات حاصل از دو مولفه اول، جمعیت‌های مورد مطالعه در ۳ گروه طبقه‌بندی می‌شوند[17].

مطابق گزارشات *حاتمی ملکی* و همکاران در بررسی تنوع ژنتیکی توتون‌های شرقی[22] و *محمدی* و همکاران در بررسی تنوع ژنتیکی در جمعیت‌های مختلف گونه علف باغ[23] و *فراهانی* و *ارزانی* در بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم[25]، با توجه به اینکه دو مولفه اول سهم بیشتری از تنوعات موجود در داده‌ها را توجیه می‌نمایند (۹۰% کل تغییرات داده‌ها)، می‌توان از بای‌پلات حاصل از این دو مولفه به‌طور موثری در راستای گروه‌بندی جمعیت‌های مختلف جنس آگروپیرون استفاده نمود.

محققان به‌منظور انتخاب بهترین والدین در هر تلاقی در پی ارقام یا ژنوتیپ‌هایی هستند که از نظر ژنتیکی از هم دور باشند که این امر مهم می‌تواند از طریق بررسی فاصله بین ژنوتیپ‌ها براساس صفات مورفولوژیک با استفاده از روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای به دست آید. در این پژوهش، با استفاده از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، ۳۱ جمعیت مورد بررسی به ۳ گروه منتسب شدند. با توجه به نمودار ۲ گروه‌بندی حاصل با گروه‌بندی حاصل از تحلیل مولفه‌های اصلی مطابقت دارد که این نتیجه با یافته‌های *مرادی الوار* و همکاران در گروه‌بندی جمعیت‌های مختلف از *آگروپیرون الانگاتوم* مطابق است[17].

از نظر خصوصیات مورفولوژیک، شباهت زیادی بین دو گونه *آگروپیرون کریستاتوم* و *آگروپیرون دسرتوروم* وجود دارد. *اصغری* و همکاران با استفاده از نشانگرهای تکثیر تصادفی پلی‌مورفیسم (RAPD) نشان دادند که می‌توان جمعیت‌های مختلف از دو گونه *آگروپیرون کریستاتوم* و *آگروپیرون دسرتوروم* را از جمعیت‌های مختلف گونه‌های *آگروپیرون پکتینیفورم* (*Agropyron pectiniforme*) و *آگروپیرون الانگاتوم* تفکیک نمود[28].

ارزیابی تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها پیش‌نیاز برنامه‌های دورگ‌گیری در گیاهان است. در گیاهان دگرگشن نظیر جمعیت‌های مختلف از جنس آگروپیرون نیز می‌توان از تلاقی تصادفی تعدادی والد با ترکیب‌پذیری عمومی بالا و فاصله ژنتیکی زیاد (واریته ساختگی یا سنتتیک) از پدیده هتروزیس بهره برد. در این پژوهش، بیشترین معیار فاصله ماهالانوبیس بین گروه‌های ۱ و ۲ و کمترین فاصله بین گروه‌های ۲ و ۳ بود. بنابراین می‌توان از جمعیت‌های گروه ۱ و ۲ در برنامه‌های به‌نژادی، برنامه‌های تلاقی به‌منظور تولید هیبرید و حتی در تلاقی‌های بین گونه‌ای (با قرابت زیاد) به‌منظور انتقال ژن‌های مطلوب استفاده کرد.

برای موفقیت برنامه‌های اصلاحی دانستن میزان قرابت ژنتیکی والدین اهمیت بسیار زیادی دارد. تجزیه کلاستر ما را یاری خواهد کرد تا به‌جای صرف وقت و هزینه زیاد، برای رسیدن به ژنوتیپ‌های مطلوب به‌جای انجام تلاقی‌های تصادفی از تلاقی‌های کلاسترهای دور استفاده کنیم.

در انجام این پژوهش، محدودیتی وجود نداشت.

نتیجه‌گیری

جمعیت‌های مختلف گونه *آگروپیرون الانگاتوم* به‌دلیل داشتن صفات مورفولوژیک متمایز، از جمعیت‌های مربوط به *آگروپیرون کریستاتوم* و *آگروپیرون دسرتوروم* قابل تشخیص هستند، اما برای تفکیک جمعیت‌های مربوط به *آگروپیرون کریستاتوم* و *آگروپیرون دسرتوروم* بایستی از نشانگرهای مولکولی استفاده نمود.

تشکر و قدردانی: از همکاران محترم دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه و پژوهشکده بیوتکنولوژی شمالغرب و غرب کشور که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاریم.

تاییدیه اخلاقی: موردی از سوی نویسنگان گزارش نشده است.

تضاد منافع: موردی از سوی نویسنگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان: بهمن رهنمون (نویسنده اول)، نگارنده مقدمه/پژوهشگر اصلی/نگارنده بحث (۳۵%)؛ حمید حاتمی ملکی (نویسنده دوم)، روش‌شناس/پژوهشگر اصلی/تحلیلگر آماری (۲۵%)؛ رضا محمدی (نویسنده سوم)، روش‌شناس/پژوهشگر اصلی/تحلیلگر آماری/نگارنده بحث (۲۵%)؛ مجتبی نورآیین (نویسنده چهارم)، نگارنده مقدمه/پژوهشگر کمکی/تحلیلگر آماری/نگارنده بحث (۱۵%).

منابع مالی: منابع مالی تحقیق حاضر از محل اعتبار پژوهشی پایان‌نامه نویسنده اول تامین شده است.

منابع

1- Mc Collum DW, Tanaka JA, Morgan JA, Mitchell JE, Fox WE, Maczko KA, et al. Climate change effects on rangelands and rangeland management: affirming the need for monitoring. Ecosyst Health Sustain. 2017;3(3):1-13.

2- Tietjen B. Jeltsch F. Semi-arid grazing systems and climate change: A survey of present modelling potential and future needs. J Appl Ecol. 2007;44(2):425-34.

3- Assadi M. A taxonomic revision of Elymus sect. Caespitosae and sect. Elytrigia (Poaceae, Triticeae) in Iran. Willdenawia. 1996;26(1-2):251-71.

4- Amirkhani M, Mesdaghi M, Karimabadi R. An investigation on ecological and agronomic aspects of three important grasses in Golestan National Park and vicinities. Gorgan: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources; 2007. p. 29 [Persian]

5- Assadi M. Crossing experiment in Elymus transhyrcanus group, A new subspecies and species. Iran Journ Bot. 1994;6(2):185-96. [Persian]

6- Ashraf Jafari A, Elmi A, Bakhtiari M. Evaluation for yield quality traits in 17 genotype of Agropyron elangatum under conservation and grazing conditions. Romanian Agric Res. 2014;3(31):49-58.

7- Arghavani A, Asghari A, Shokrpour M, Mohammaddost chamanabad. Genetic diversity in ecotypes of two Agropyron species using RAPD markers. Res J Environ Sci. 2010;4(1):50-6.

8- Rafezi A, Feizi A, Farshadfar M, Farshadfar E. Evolution studies and chromosomal analysis in some Agropyron genotypes (Agropyron elongatum L.). Annals Biol Res.

9- Cerpo DG. Man made stress in the grazing resource of the Medeiterranean region. Proc 19th EUCARPIA fodder crops Section Meeting Portugal. 2000;199-206.

10- Grant-Hoffman NM, Clements A, Lincoln A, Dollerschell J. Crested wheatgrass (Agropyron cristatum) seedings in Western Colorado: What can we learn?. Manag Biol Invasions. 2012;3(2):89-96.

11- Miller TR, chapman SR. Germination response of three forage grasses to different concentrations of six salts. J Range Manag. 1978;31(2):123-4.

12- Rafezi A. Farshadfar M. Farshadfar EA. Investigation of intra-specific variation in Agropyron elongatum L. using biochemical (proteins) marker. Iran J Rangel For Plant Breed Genet Res. 2009;16(2):247-53. [Persian]

13- Cauderon Y. Genome analysis in the genius Agropyron. Hereditas. 1996;2:218-34.

Archive of SID

www.SID.ir

14- Farshadfar M, Farshadfar E. Genetic variation among different agropyron species based on morphological and chemical indices. J Crop Prod Process. 2004; 8(2):243-51. [Persian]
15- Mohamadi R, Majidi MM, Khayam Nekouei M, Mirlohi AF. Genetic variation of clonally propagated tall wheat grass genotypes (Agropyron elongatum). Iran J Field Crop Sci. 2010;41(2):355-64. [Persian]
16- Abdi Ghazi Jahani A, Zarban Haghighi A, Mirzaee Nodoushan H. Genetic study genus Agropyron and explore the possibility crosses between species to achieve the existing potentials its various species. Babolsar: Institute of Forests and Rangelands; 2007. p. 37. [Persian]
17- Moradi Alvar Sh, Jafari AA, Rahmani E. Check forage yield and determination of drought tolerance indices In 22 genotypes Agropyrone elongatum in two conditions, irrigated and rainfed in north of Lorestan. 11th Congr Agron Plant Breed. 2010;758-64. [Persian]
18- Rahmani E, Jafari AA, Torkaman M. Study of yield and quality triats on 18 ecotypes of crestecd wheatgrass Agropyron cristatum L. for pasture and rangelands improvement in Lorestan province. Iran J Range Desert Res. 2006;13(1):53-61. [Persian]
19- Rahmani E, Jafari AA, Ghalanader I. Seed and hay production in 18 ecotypes of Crested wheatgrass Agropyron cristatum in cold-temperate territory of northern Lorestan. Iran J Range Desert Res. 2009;16(1):66-78. [Persian]
20- Mohamadi R, Khayam-Nekouei M, Mirlohi AF, Razmjou K. Investigation of genetic variation in tall wheat grass (Agropyron elongatum (Host) Beauv.) populations. Iran J Rangel For Plant Breed Genet Res. 2006;14(1):15-24. [Persian]
21- Mohammadi SA, Prasanna BM. Analysis of genetic diversity in crop plants-- salient statistical tools and considerations. Crop Sci. 2003;43(1):235-1248.
22- Hatami Maleki H, Karim Zadeh G, Darvishzadeh R, Alavi R. Eastern tobacco genetic diversity using by multivariate statistical methods. Iranian Journal of Field Crops Research. 2012;10(1):100-6. [Persian]
23- Mohammadi R, Khayyam-Nekouei M, Mirlohi AF, Razmjoo Kh. Investigation of genetic variation in Dactylis glomerata L. populations. Iran J Rangel For Plant Breed Genet Res. 2008;16(1):14-26. [Persian]
24- Motaghi M, Najafian G, Bihamta, MR. Comparison of efficiency of multivariate statistical methods and a 2-stage screening method for selection Wheat genotypes with favorable yield potential and tolerance to water scarcity. J Agric Sci. 2010;2(1-2):39-54. [Persian]
25- Farahani E, Arzani A. Evaluation of genetic variation of durum wheat genotypes using multivariate analyses. Electron J Corp Prod. 2009;1(4):51-64. [Persian]
26- Naroui Rad MR, Farzanju M, Fanaei HR, Arjmandi Nejad AR, Ghasemi A, Polshekan Pahlevan MR. The study genetic variation and factor analysis for morphological characters of wheat native accessions of Sistan and Baluchistan. Pajouhesh Sazandegi. 2007;73:50-7. [Persian]
27- Shirvani H, Etminan AR, Safari H. Evaluation of variability and genetic parameters in morphological traits Agropyron trichophorum using multivariate statistical analysis. Int J Biosci. 2014;4(2):125-32.
28- Asghari A, Jafari AA, Shokrpour M, Mohammaddoust Chamanabad HR. Genetic variation between and within populations of Agropyron Gaertn, using RAPD markers. Iran J Rangel For Plant Breed Genet Res. 2011;18(2):143-53. [Persian]

Archive of SID

www.SID.ir