

بررسی تنوع ریخت‌شناختی لاله واژگون (*Fritillaria imperialis* L.) در پنج منطقه از استان لرستان

مجید آبروشن^۱، بهمن زاهدی^{۲*} و رضا سیاه منصور^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد تولیدات گیاهی، دانشگاه لرستان

۲. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه لرستان

۳. استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۵/۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۸/۳۰)

چکیده

به منظور بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های لاله واژگون (*Fritillaria imperialis* L.) در پنج منطقه از استان لرستان از چهل صفت ریخت‌شناختی (مورفولوژیکی) استفاده شد. در کل، ۱۴۰ نمونه یا بوم‌جور (اکوتیپ) از پنج منطقه از سه شهر خرم‌آباد، الیگودرز و دورود در طی دو سال (بهار ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) گردآوری و بررسی شدند. از هر منطقه سی نمونه تهیه شد. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین جمعیت‌ها از نظر بیشتر صفات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در این بررسی تجزیه خوشه‌ای داده‌های استاندارد شده صفات، به روش Ward و توان دو فاصله اقلیدسی، پنج جمعیت مورد بررسی را در سه خوشه گروه‌بندی کرد. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ده مؤلفه معرفی شدند که در مجموع ۸۵/۳۴ درصد از تنوع صفات را توجیه می‌کنند. در مؤلفه اول، صفات طول برگ بالایی و طول برگ میانی ضریب بالا و مثبت داشت. گروه‌بندی ناشی از تجزیه خوشه‌ای با نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی تأیید شد. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که صفات ریخت‌شناختی می‌توانند تنوع را در بین جمعیت‌های لاله واژگون نشان دهند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، صفات کمی، مؤلفه‌های اصلی.

Evaluation of morphological diversity of *Fritillaria* (*Fritillaria imperialis* L.) in five regions of Lorestan province

Majid Ab-Rooshan¹, Bahman Zahedi^{2*} and Reza Siahmansour³

1. M. Sc. Student, of Horticulture Science, University of Lorestan, Iran

2. Assistant Professor, Department of Horticulture Science, University of Lorestan, Iran

3. Research Instructor, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research, Iran

(Received: Jul. 27, 2015 - Accepted: Nov. 21, 2015)

ABSTRACT

In order to study of genetic diversity of *Fritillaria* populations (*Fritillaria imperialis* L.), in the five regions of Lorestan Province, used 40 morphological characteristics. Generally, 140 samples from five regions of the three cities including: Khorramabad, Aligudarz and Dorud were collected and analyzed in spring 2014 and 2015 for two years. From each area 30 samples were studied. These results showed that there is significant difference between populations of morphological characteristics. The results of cluster analysis using Ward method and Euclidean distance grouped the samples to five populations. Based on Principal Component Analysis (PCA) results, there were 10 factors that explained 85.34 % of their biological variations. In the first component, there was positive and high coefficient in length of upper and middle leaf. The classification of cluster analysis was confirmed by principal component analysis. According to this study morphological traits can apply to assess variation among populations of *Fritillaria*.

Keywords: Cluster analysis, quantitative traits, principal components.

مقدمه

لاله واژگون گیاهی با نام علمی (*Fritillaria imperialis* L.)، از جنس *Fritillaria* و تیره سوسن‌سانان (Liliaceae) است. این گیاه توانمندی بالایی برای استفاده به‌عنوان گیاه زینتی و دارویی را دارد. باوجود اینکه این گیاه قسمت‌های گسترده‌ای از کوهستان‌های غرب و مرکز ایران را هر ساله با آغاز فصل بهار زینت می‌بخشد، اما درباره آن تحقیقات علمی زیادی صورت نگرفته است. همچنین تاکنون از آن به‌عنوان یک گیاه زینتی و یا یک گیاه دارویی استفاده نشده است (Nadeem et al., 2002; Rahman et al., 2002). این گیاه به‌شدت در معرض هجوم ناآگاهانه انسان قرار گرفته و تنوع ژنتیکی آن به خطر افتاده تا جایی که امروزه به‌عنوان یکی از گونه‌های گیاهی ارزشمند در حال انقراض در ایران معرفی شده است (Mohammadi Dehcheshmeh et al., 2007; Meamar-moshrefi, M. 1997). آگاهی از تنوع ژنتیکی و مدیریت منابع ژنتیکی ضمن حفاظت ذخایر ژنتیکی گیاهی، قابلیت استفاده آن‌ها را در برنامه‌های اصلاحی افزایش می‌دهد؛ بنابراین آگاهی از تنوع ژنتیکی و مدیریت منابع ژنتیکی به‌عنوان یکی از اجزای مهم برنامه‌های اصلاح نباتات تلقی می‌شود (Lombard et al., 2000). با توجه به رابطه مثبت بین میزان تنوع ژنتیکی و میزان رخداد تغییرپذیری تکاملی، با افزایش تنوع ژنتیکی دستیابی به صفتهای مورد علاقه آسان‌تر است (Abdmyshany & Shah, 1998). بررسی‌های ژنتیکی روی لاله واژگون به‌منظور شناسایی هر چه بیشتر و دقیق‌تر ذخائر توارثی (ژرم‌پلاسم) این گونه و ایجاد زمینه‌ای برای بهره‌برداری از این تنوع ژنتیکی در برنامه‌های اصلاح نباتات، صنایع داروسازی و گردشگری ضروری است. در زمینه ویژگی‌های گیاه‌شناسی و به‌ویژه ژنتیک این گیاه اطلاعات بسیار اندکی در دست است؛ بنابراین لزوم گسترش بررسی‌های ژنتیکی و بررسی دقیق‌تر ذخائر توارثی این گیاه ضروری است. این بررسی به‌منظور شناخت سطح تنوع ژنتیکی لاله‌های واژگون در استان لرستان با استفاده از نشانگرهای ریخت‌شناختی (مورفولوژیکی) و نیز زمینه‌ای برای

شناساندن اهمیت این گیاه، حفظ و گسترش دامنه تنوع ژنتیکی و ذخائر توارثی محدود آن است. برای اینکه یک صفت به‌عنوان نشانگر ژنتیکی استفاده شود باید دست‌کم واجد دو ویژگی باشد: ۱- در بین دو فرد متفاوت باشد و ۲- قابلیت وراثت‌پذیری داشته باشد (Qreh Yazy, 1996). نشانگرهای ریخت‌شناختی به دلیل کارایی بالا در تشخیص و طبقه‌بندی گونه‌ها و زیرگونه‌ها، اهمیت دارند (Roldan Ruiz et al., 2001; Celebi et al., 2006). از عیب‌های این نشانگرها این است که از نظر شمار محدودند، تحت تأثیر مرحله رشد و نمو موجود قرار می‌گیرند و فرآیندهای ارزیابی آن‌ها وقت‌گیر و به نسبت پرهزینه است (Naghvi et al., 2009). باوجود پیشرفت‌های اخیر در زمینه نشانگرهای مولکولی، نشانگرهای ریخت‌شناختی به دلیل عینیت بخشیدن به نتایج نشانگرهای مولکولی همچنان جایگاه خود را به‌عنوان مکمل نشانگرهای مولکولی حفظ کرده‌اند (Celebi et al., 2006; Fares et al., 2009).

مواد و روش‌ها

در مجموع شمار ۱۴۰ نمونه یا بوم‌جور (اکوتیپ) گیاه لاله واژگون از سه ناحیه استان لرستان طی دو سال (اردیبهشت ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) به‌طور تصادفی بررسی شد. با توجه به توزیع جغرافیایی، پنج منطقه (ریمله، نوژیان، چشمه‌خرم، گردنه پنبه‌کار و دشت دالانی) انتخاب شد (جدول ۱). به‌غیر از منطقه نوژیان که بیست نمونه در آن ارزیابی شد، در دیگر رویشگاه‌ها سی پایه سالم گیاه، با فاصله تقریبی ۵۰ تا ۱۰۰ متر از همدیگر برای پرهیز از همانندی‌های احتمالی رویشی (Miles et al., 1995)، به‌طور تصادفی انتخاب و نشانه‌گذاری شدند و فاصله بین جمعیت‌های دو منطقه ۷۰ تا ۸۰ کیلومتر بود. سپس برای آسانی و سادگی کار، نمونه‌ها از یک تا سی نام‌گذاری شدند، به صورتی که حرف لاتین نشان‌دهنده محل گردآوری نمونه بود. در جدول ۱ موقعیت جغرافیایی جمعیت‌های مورد ارزیابی، مشخص شده است.

اندازه‌گیری‌های شمار گل، ارتفاع کل، ارتفاع و قطر ساقه بدون برگ و نیز ارتفاع و قطر دمگل در محل

عرض و مساحت گلبرگ‌ها بودند (Persson, 1992). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS 19 و Minitab 16 انجام گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه‌های چندگانه از آزمون ANOVA و برای مقایسه زوجی میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. نمودار شجره‌ای (دندروگرام) رابطه‌های ژنتیکی با تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و توان دو فاصله اقلیدسی به دست آمد. همچنین از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به منظور کاهش ابعاد داده‌ها استفاده شد (Naruyirot *et al.*, 2006).

نمونه‌گیری انجام شد (Persson, 1992). همچنین صفاتی مانند طول و قطر بساک، طول و قطر میله پرچم، طول و قطر تخمدان، طول و قطر خامه و طول مادگی در محل نمونه‌برداری، اندازه‌گیری شدند. از گیاهان انتخاب شده، نمونه‌های هر بار یومی تهیه شد و پس از اسکن، اندازه‌گیری صفات کمی با استفاده از دستگاه مساحت‌سنج برگ مدل Licow (۰/۰۰۱) سانتی متر مربع) انجام گرفت. این متغیرها شامل طول، عرض و مساحت برگ‌ها، طول، عرض و مساحت برگوارک (براکته‌ها)، طول، عرض و مساحت کاسبرگ‌ها و طول،

جدول ۱. ویژگی‌های مناطق گردآوری بوم‌جورهای گونه لاله‌واژگون در استان لرستان

Table 1. The specificity of the gathering areas of regions of *Fritillaria imperialis* in Lorestan province

Number	Zone	Population	Number of samples	Sample code	Longitude	Latitude	Height (m)
1	Khorrabad	Nojian	20	N1-N20	48° 28' 27.6"	33° 17' 43.4"	1956
2		Rimmelleh	30	R1-R30	48° 27' 26.6"	33° 38' 59.5"	2425
3	Dorud	Panbeh kar	30	GP1-GP30	49° 13' 10.6"	33° 21' 09.0"	2535
4		Chashmeh khorram	30	CH1-CH30	49° 12' 13.0"	33° 22' 35.5"	2546
5	Aligudarz	Dalani	30	DD1-DD30	49° 29' 13.7"	33° 10' 18.9"	2470

بیشترین ضریب تغییرات به عنوان صفات متمایزکننده انتخاب کرد.

مقایسه میانگین ویژگی‌های ریخت‌شناختی با استفاده از آزمون دانکن، تفاوت میان بوم‌جورها را نشان می‌دهد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که دامنه ارتفاع کل توده‌های مورد بررسی بین ۷۲۶ تا ۸۶۹ میلی‌متر متفاوت بود. گل‌های بوم‌جور دالانی با میانگین ارتفاع ۸۶۹/۳۳ میلی‌متر بالاترین میزان ارتفاع را داشتند، این بوم‌جور همچنین از نظر ارتفاع ساقه بدون برگ و ارتفاع دمگل بیشترین میزان را داشت که از این نظر با دیگر بوم‌جورها اختلاف معنی‌داری داشت. در صورتی که هدف از کاشت لاله‌واژگون، گل بریده باشد این صفات بسیار با ارزش هستند.

بوم‌جورهای منطقه ریمله اگرچه از نظر طول (۱۳/۸۵ میلی‌متر) و قطر (۳/۱۱ میلی‌متر) بساک بیشترین میزان در بین دیگر بوم‌جورهای مورد بررسی را دارند ولی کمترین ارتفاع دمگل را به خود اختصاص دادند. از بوم‌جورهای منطقه گردنه پنبه‌کار به خاطر داشتن کمترین میزان ارتفاع کل و ارتفاع ساقه بدون برگ برای هدف‌های گیاهان گلدانی استفاده کرد، این

نتایج و بحث

مقادیر کمینه، بیشینه، میانگین همه صفات کمی در جدول ۲ بیان شده است که بر پایه آن بیشترین میزان ارتفاع کل (۱۰۵۵ میلی‌متر)، ارتفاع ساقه بدون برگ، ارتفاع و قطر دمگل، قطر ساقه برگ‌دار، عرض و مساحت کاسبرگ و عرض و مساحت گلبرگ مربوط به نمونه‌های دشت دالانی بود. بیشترین طول و قطر بساک، قطر خامه و عرض و مساحت برگ مربوط به بوم‌جور ریمله و بیشترین میزان طول‌های میله، خامه، برگ، مادگی، کاسبرگ و گلبرگ در بوم‌جورهای نوژیان مشاهده شد. کمترین میزان ارتفاع کل (۵۴۵ میلی‌متر)، ارتفاع و قطر ساقه بدون برگ، طول میله پرچم و خامه، شمار گل، عرض و مساحت کاسبرگ و طول، عرض و مساحت گلبرگ مربوط به بوم‌جور پنبه‌کار و کمترین میزان ارتفاع دمگل، قطر میله پرچم، طول و قطر تخمدان، طول، عرض و مساحت برگ و طول و مساحت برگوارک مربوط به بوم‌جور ریمله بود. با توجه به نتایج به دست آمده از ضریب تغییرات صفات کمی جدول ۲ می‌توان صفات مساحت برگ‌ها و مساحت برگوارک‌ها را با توجه به داشتن

بوم‌جور به همراه بوم‌جور منطقه چشمه‌خرم بیشترین طول و قطر تخمدان در بین بوم‌جورهای بررسی‌شده را دارند. از نظر قطر ساقه برگ‌دار و بدون برگ بوم‌جور منطقه چشمه‌خرم با اختلاف معنی‌داری نسبت به دیگران بیشترین قطر را داشت، از این نظر بوم‌جور منطقه نوزیان کمترین میزان را داشت.

جدول ۲. صفات ریخت‌شناختی اندازه‌گیری‌شده از ۱۴۰ بوم‌جور لاله‌واژگون استان لرستان (طول، ارتفاع، قطر و عرض برحسب میلی‌متر و گستره‌ها بر پایه میلی‌متر مربع)

Table 2. The measured morphological qualities from 140 regions of *Fritillaria* in Lorestan Province (Length, height, diameter, width according (mm), spread according (m2))

Number	Index	Minimum	Maximum	Average	Co. variation	Number	Index	Minimum	Maximum	Average	Co. variation
1	Total height	345	1055	783	10.54	21	Middle leaf width	26.685	70.74	50.28	15.87
2	Stems without leaves height	265	470	349	11.72	22	The middle leaf area	1656.6	9010.95	5194.5	28.34
3	Peduncle height	26	76.5	44	17.2	23	Underside leaf length	103.5	247.5	166.89	13.94
4	Leafy stem diameter	8.41	20.91	13.88	12	24	Underside leaf width	43.515	108.59	74.5	16.41
5	Stems without leaves diameter	6.70	15.41	10.27	12.63	25	Underside leaf area	2262.15	13304.9	7643.24	30.43
6	Diameter of pedicle	2.62	4.55	3.48	9.81	26	Bracteole length Inner	39.5	107.5	71.67	16.99
7	Anther length	7.61	19.95	12	14	27	Inner bracteole width	3.7	15.55	9.78	23.72
8	Anther diameter	1.715	3.97	2.62	13.73	28	Inner bracteole area	95.2	1022.25	430.72	33.81
9	Filament length	27.72	47.24	36.51	8.47	29	Middle bracteole length	65.5	142	97.11	14.02
10	Filament diameter	1.36	2.94	2.09	16.41	30	Middle bracteole width	6.375	22.04	12.5	21.07
11	Ovary length	9.81	22.89	17.31	11.81	31	Middle bracteole area	255.75	1412.45	772.75	27.84
12	Ovary diameter	2.85	7.90	5.11	15.38	32	Bracteole length	61.6	152	111.3	13.65
13	Style length	17.84	49.36	32.88	10.61	33	Outer bracteole width	13.7	36.065	21.8	20.54
14	Style diameter	17899	2.66	2.05	11.5	34	Outer bracteole area	625.8	3639.15	1448.64	31.84
15	Pistil length	31.07	67.87	54.2	8.49	35	Sepal length	48.5	69.5	59.25	6.62
16	Flower number	3	8.5	5.08	17.88	36	Sepal width	14.71	28.32	20.54	9.74
17	Upper leaf length	101.5	222.5	155.13	14.33	37	Sepal area	413.65	1091.5	693.88	14.15
18	Upper leaf width	21.65	54	34.85	17.76	38	Petal length	45.5	67.75	57.27	6.73
19	The upper leaf area	1325.8	7194.3	3285.43	35.78	39	Petal width	17.37	34.59	25.06	10.27
20	Middle leaf length	107.5	233	168.64	13.47	40	Petal area	572.6	1227	806.54	16.52

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات ریخت‌شناختی بوم‌جورهای مختلف لاله‌واژگون در استان لرستان

Table 3. The average comparison of morphological qualities of regions of *Fritillaria* in Lorestan Province

Number	Index	Nojjan	Dalani	Chashmeh khorrām	Panbeh kar	Rimmelleh
1	Total height	731 ^c	869 ^a	807 ^b	726 ^c	763 ^b
2	Stems without leaves height	325 ^b	375 ^a	365 ^a	331 ^b	341 ^b
3	Peduncle height	45 ^b	51 ^a	45 ^b	41 ^{cd}	39 ^d
4	Leafy stem diameter	11.45 ^d	14.46 ^b	15.43 ^a	13.74 ^{bc}	13.5 ^c
5	Stems without leaves diameter	8.45 ^c	10.47 ^b	11.64 ^a	10 ^b	10.17 ^b
6	Diameter of pedicle	3.28 ^b	3.65 ^a	3.59 ^a	3.56 ^a	3.23 ^b
7	Anther length	9 ^c	9.5 ^c	12.94 ^b	12.13 ^b	13.58 ^a
8	Anther diameter	2.14 ^c	2.09 ^c	2.78 ^b	2.78 ^b	3.11 ^a
9	Filament length	42.98 ^a	35.52 ^b	36.37 ^b	35.28 ^b	34.54 ^b
10	Filament diameter	2.1 ^a	2.02 ^a	2.08 ^a	2.08 ^a	2.14 ^a
11	Ovary length	17.13 ^b	17.3 ^b	18.56 ^a	18.81 ^a	14.67 ^c
12	Ovary diameter	5.15 ^b	4.5 ^c	5.9 ^a	5.97 ^a	4.01 ^d
13	Style length	39.62 ^a	31.99 ^b	32.23 ^b	31.7 ^b	31.09 ^b
14	Style diameter	1.89 ^c	1.96 ^{bc}	2.12 ^a	2.07 ^{ab}	2.12 ^a
15	Pistil length	59.53 ^a	53.7 ^b	53.78 ^b	54.82 ^b	50.9 ^c
16	Flower number	4.05 ^d	5.38 ^b	5.88 ^a	4.63 ^c	5.08 ^{bc}
17	Upper leaf length	143.82 ^c	157.46 ^b	170.1 ^a	140.1 ^c	160.37 ^{ab}
18	Upper leaf width	34.3 ^a	37.65 ^a	36.48 ^a	30.47 ^b	35.16 ^a
19	The upper leaf area	2504.3 ^b	3538.03 ^a	3687.24 ^a	2386.85 ^b	4050.36 ^a
20	Middle leaf length	154.96 ^b	171.95 ^a	184 ^a	153.9 ^b	173.79 ^a
21	Middle leaf width	48.58 ^{bc}	51.43 ^{ab}	52.48 ^{ab}	44.66 ^c	53.34 ^a
22	The middle leaf area	4363.87 ^b	5522.64 ^a	6047.38 ^a	4141.23 ^b	5620.48 ^a
23	Underside leaf length	147.45 ^c	167.89 ^b	186.12 ^a	155.14 ^c	171.34 ^b
24	Underside leaf width	71.49 ^b	72.98 ^{ab}	79.16 ^a	71.07 ^b	76.79 ^{ab}
25	Underside leaf area	6817.37 ^{bc}	7893 ^b	9906.42 ^a	6981.04 ^{bc}	6343.06 ^c
26	Bracteole length	74.47 ^{ab}	76.07 ^a	71.44 ^{ab}	67.5 ^b	69.77 ^{ab}
27	Inner bracteole width	9.63 ^a	9.68 ^a	10.26 ^a	9.99 ^a	9.26 ^a
28	Inner bracteole area	353.39 ^b	523.94 ^a	507.2 ^a	375.68 ^b	367.6 ^b
29	Middle Bracteole length	95.86 ^{ab}	100.71 ^a	100.63 ^a	90.93 ^b	96.98 ^{ab}
30	Middle bracteole width	11.53 ^b	13.41 ^a	13.84 ^a	11.92 ^b	11.44 ^b
31	Middle bracteole area	607.09 ^b	942.97 ^a	944.68 ^a	663.06 ^b	650.7 ^b
32	Outer bracteole length	105.3 ^b	117.87 ^a	116.77 ^a	103.77 ^b	110.79 ^{ab}
33	Outer bracteole width	21.78 ^{ab}	21.99 ^{ab}	24.05 ^a	20.85 ^b	20.27 ^b
34	Outer bracteole area	1254.86 ^b	1682.6 ^a	1764.85 ^a	1196.78 ^b	1279.51 ^b
35	Sepal length	63.27 ^a	59.3 ^{bc}	56.84 ^d	57.53 ^{cd}	60.65 ^b
36	Sepal width	21.03 ^b	23.78 ^a	19.4 ^{cd}	18.59 ^d	20.01 ^{bc}
37	Sepal area	723.17 ^b	823.31 ^a	649.22 ^c	615.17 ^c	668.28 ^{bc}
38	Petal length	61.59 ^a	57.23 ^b	54.94 ^c	55.07 ^c	58.96 ^b
39	Petal width	25.31 ^b	29.05 ^a	23.39 ^c	22.39 ^c	25.2 ^b
40	Petal area	832.73 ^b	929.48 ^a	773.47 ^{bc}	720.48 ^c	785.25 ^{bc}

* در هر ستون میانگین‌هایی که حرف‌های یکسانی دارند در سطح ۱ درصد معنی‌دار نیستند.

* In each column means with same letters are not significant at probability level of 1%.

تجزیه خوشه‌ای

تجزیه خوشه‌ای به گروهی از روش‌های چند متغیره که هدف اولیه آن گروه‌بندی افراد است، به طوری که افراد همسان از نظر ویژگی‌های مورد بررسی در یک خوشه کنار هم قرار می‌گیرند، اطلاق می‌شود. در نتیجه دسته‌بندی کردن افرادی که در یک خوشه قرار می‌گیرند، دارای همانندی‌های زیاد و افرادی که در خوشه‌های جداگانه قرار می‌گیرند ناهمگن تر یا به عبارت دیگر افراد با هم تفاوت زیادی دارند (Farshadfar, 1998).

گروه‌بندی بوم‌جورهای مختلف بر پایه میانگین چهل صفت کمی مورد ارزیابی در بین پنج بوم‌جور صورت گرفت. در فاصله پنج اقلدیدی، پنج بوم‌جور به سه گروه تقسیم شدند. گروه اول شامل دو بوم‌جور سه و چهار بود که از نظر صفات ارتفاع کل، ارتفاع و قطر ساقه بدون برگ، ارتفاع و قطر دمگل، قطر ساقه برگ‌دار، شمار گل، طول، عرض و مساحت برگ بالایی، طول، عرض و مساحت برگ میانی، طول و مساحت برگ زیرین، طول، عرض و مساحت برگوارک میانی، طول، عرض و مساحت برگوارک بیرونی، مساحت برگوارک درونی و طول تخمدان بیشتر از میانگین بودند. همچنین در این گروه بوم‌جور چشمه خرم در صفات طول و قطر بساک، قطر خامه، قطر تخمدان، عرض برگ زیرین و برگوارک درونی و بوم‌جور دالانی در صفات طول برگوارک درونی، عرض و مساحت کاسبرگ و عرض و مساحت گلبرگ به تنهایی بیشتر از میانگین بودند.

گروه دوم که از دو بوم‌جور تشکیل شده، شامل بوم‌جورهای دو و پنج بود. ویژگی مشترک در این بوم‌جورها صفات کمتر از میانگین بودند؛ هرچند از بعضی صفات مانند طول مادگی در هر دو بوم‌جور بیشتر از میانگین بودند.

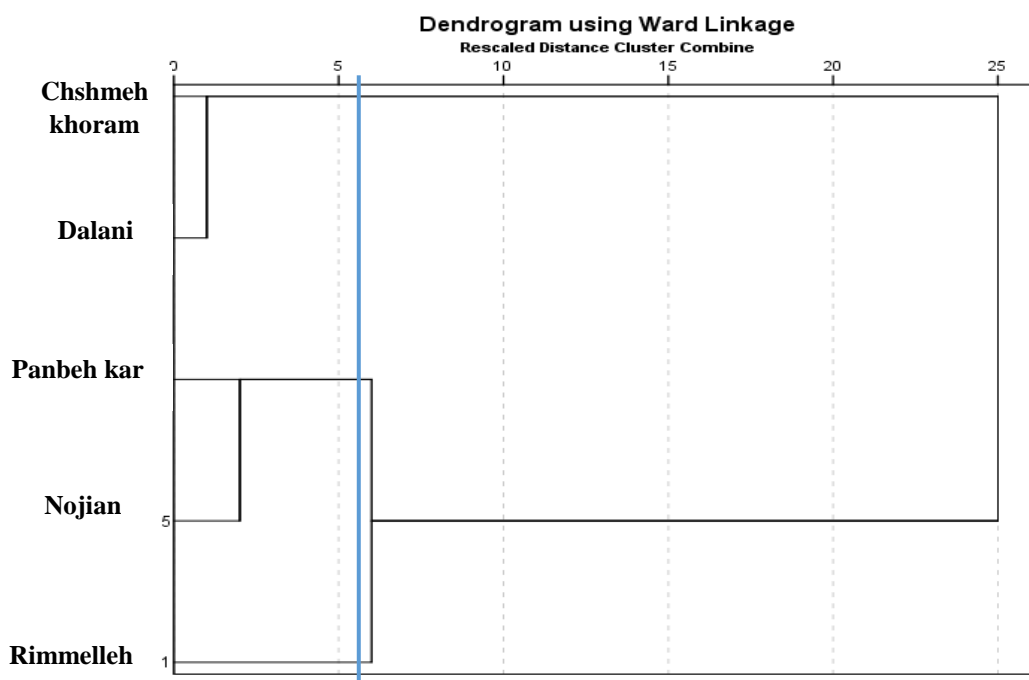
گروه سوم که شامل بوم‌جور ریمله است و از دیگر بوم‌جورها جدا افتاده بود، در صفات قطر ساقه بدون برگ، طول بساک، قطر میله پرچم و خامه، شمار گل، طول، عرض و مساحت برگ بالایی، طول، عرض و مساحت میانی، طول و عرض برگ زیرین، طول و عرض گلبرگ و طول کاسبرگ بیشتر از میانگین بود.

از نکات قابل توجه در این نمودار شجره‌ای، این است که ۱۴۰ لاله‌ واژگون متعلق به پنج جمعیت به خوبی از هم جدا شده‌اند و در گروه‌های جداگانه و خاص - جمعیتی قرار گرفته‌اند، که نشان‌دهنده وجود تمایز ژنتیکی بالا بین جمعیت‌های استان است. Yamagishi et al. (2010) در بررسی روی *F. Camschatcensis* نیز نشان دادند که تمایز ژنتیکی بالایی بین سه جمعیت مورد بررسی وجود دارد و افراد متعلق به هر جمعیت در گروه‌های جداگانه و خاص - جمعیتی قرار گرفتند.

Momeni et al. (2013) روی هشت بوم‌جور لاله‌ واژگون (*Fritillaria imperialis* L.) در منطقه زاگرس پژوهشی انجام داده‌اند که نتایج به دست آمده از این بررسی تنوع زیادی بین و درون هر جمعیت با استفاده از نشانگر مولکولی ISSR نشان داد، از سوی دیگر در پژوهش آنان صفات ریخت‌شناختی قادر به شناسایی تنوع موجود نبوده و نتایج به دست آمده از صفات ریخت‌شناختی و نشانگر مولکولی ISSR، منطبق نبود؛ که این نتایج با نتایج این پژوهش همخوانی ندارد. در پژوهشی که توسط Koohgard et al. (2012) روی لاله‌ واژگون (*Fritillaria imperialis* L.) انجام شد، میانگین درصد همردیف (آل)‌های ژنی چند شکل بین جمعیت‌های لاله‌ واژگون حدود ۸۷/۶۵ برآورد شد که نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی بالا بین جمعیت‌های لاله‌ واژگون است. در بررسی تجزیه خوشه‌ای، ۱۶۰ لاله‌ واژگون متعلق به هشت بوم‌جور به خوبی از هم جدا شدند و در گروه‌های جداگانه قرار گرفته‌اند که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. در بررسی (Azarkish, 2014) که تنوع بین ۳۵ بوم‌جور پونه وحشی (*Mentha longifolia* L.) از تیره نعناعیان در جنوب غربی ایران بررسی شد؛ تنوع گسترده‌ای درون هر بوم‌جور گزارش شد.

تجزیه به عامل‌ها

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی یک روش کاهش داده‌ها برای توضیح اثر متقابل بوم‌جور در محیط با چند متغیر محدودتر است (Farshadfar, 1998). با کنار گذاشتن متغیرهایی با واریانس پایین و توجه به متغیرهایی با واریانس بالا، می‌توان به سادگی مسئله را در زیر فضایی با بُعد کمتر بررسی کرد (Naruyirod et al., 2006).



شکل ۱. نمودار شجره‌ای به‌دست‌آمده از گروه‌بندی پنج جمعیت بوم جور لاله‌ واژگون استان لرستان بر پایه روش Ward
Figure 1. Pedigree histograms of cluster from of five population regions of *Fritillaria* in Lorestan Province base on Wards method

۱۱/۷۲ درصد از تغییر داده‌ها را توجیه کرد، صفات مساحت برگوارک بیرونی، قطر ساقه‌ برگ‌دار، قطر ساقه‌ بدون برگ و عرض برگوارک بیرونی قرار گرفتند. صفات طول برگوارک میانی و طول، عرض و مساحت برگوارک درونی با قرار گرفتن در عامل سوم ۸/۰۷ درصد واریانس کل را توجیه کردند. در عامل چهارم صفات طول گلبرگ، مادگی، خامه، تخمدان و میله‌ پرچم قرار گرفتند و ۶/۸۵ درصد تغییر را توجیه کردند. صفات عرض و مساحت کاسبرگ و عرض و مساحت گلبرگ با قرار گرفتن در مؤلفه پنجم توانستند ۵/۷۲ درصد از کل واریانس را توجیه کنند. عامل ششم با صفات ارتفاع کل بوته و ارتفاع ساقه‌ بدون برگ عامل هفتم با دو صفت قطر تخمدان و قطر خامه و عامل هشتم همانند دو عامل پیش با دو صفت عرض و مساحت برگ زیرین توانستند به ترتیب ۴/۶۴، ۴/۵۰ و ۳/۲۸ درصد از واریانس کل را در برگیرند و در نهایت دو عامل نهم و دهم هرکدام به ترتیب با داشتن هر یک از صفات قطر میله‌ پرچم و طول بساک به‌طور جداگانه ۳/۱۲ و ۲/۸۵ درصد از کل واریانس را توجیه کردند. تجزیه به عامل‌ها توانست چهار صفت کمی مورد ارزیابی را به‌صورت ده عامل اصلی تقسیم کند که

تجزیه به عامل‌ها کاربرد زیادی در بررسی تنوع ژنتیکی دارد. با توجه به حجم گسترده داده‌های به‌دست‌آمده از ارزیابی صفات مختلف ریخت‌شناختی در محدوده گونه‌ها و بوم‌جورهای مورد بررسی امکان نتیجه‌گیری روشن و آسان با استفاده از تجزیه‌های واریانس و یا یک متغیره وجود ندارد. به‌طور معمول عامل‌ها که مقادیر ویژه بالاتر از یک دارند به‌عنوان عامل‌های اصلی انتخاب می‌شوند. هر عامل همه صفات مورد بررسی را در بر می‌گیرد و تنها صفاتی که درون هر عامل ضریب‌های عامل معنی‌داری دارند (بیشتر از ۰/۶۵)، به‌عنوان صفات آن عامل مدنظر قرار می‌گیرند. میزان واریانس نسبی هر عامل نشان‌دهنده اهمیت آن عامل در واریانس کل صفات مورد بررسی است و به‌صورت درصد بیان شده است (Azarkish, 2014). در این بررسی، ده عامل اصلی توانستند در مجموع ۸۵/۳۴ درصد از تنوع صفات را توجیه کنند (جدول ۴). عامل اول با بیشترین سهم در توجیه تغییرات داده‌ها (۳۴/۵۶ درصد)، صفات طول برگ بالایی، طول برگ میانی، مساحت برگ میانی، طول برگ زیرین با ضرایب مثبت بیشتر از ۰/۶۵ را شامل شد. در عامل دوم که

وحشی بومی ایران نشان داد پنج مؤلفه اصلی، ۷۴/۲۳ درصد از تغییر کل داده‌ها را توجیه کردند. همچنین نتایج تجزیه به مؤلفه گونه‌های وحشی سیر خراسان نیز نشان داد پنج عامل اصلی ۹۱/۶۲ درصد واریانس کل را توجیه می‌کنند و برخی صفات مانند قطر ساقه گل‌دهنده، قطر گل‌آذین، طول دمگل، شکل گل، طول میله پرچم، قطر و طول تخمدان و طول خامه در عامل اول قرار گرفتند (Hoseini, 2014).

در بین آن‌ها عامل‌های اول، دوم و سوم بیشترین سهم را در توجیه واریانس نشان دادند که نشان‌دهنده اهمیت صفات قرار گرفته در این سه مؤلفه در جداسازی بوم‌جورها است. Azarkish (2014) عادت‌های ریخت‌شناختی ۳۵ بوم‌جور پونه وحشی (*Mentha longifolia*) را بررسی کرد که در مؤلفه‌های ریخت‌شناختی اختلاف‌هایی گزارش شد. همچنین نتایج تجزیه به مؤلفه‌ها در بررسی تنوع این ۳۵ بوم‌جور پونه

جدول ۴. تجزیه به مؤلفه اصلی صفات ریخت‌شناختی بوم‌جورهای لاله‌واژگون در استان لرستان

Table 4. The analysis of the main compilation of morphological qualities of regions of *Fritillaria* in Lorestan Province

Parameter weight	Indexes	Cumulative variance %	Relative variance	Eigenvalues	Factor
0.87	Upper leaf length	56.34	56.34	82.13	First
0.88	Middle leaf length				
0.74	The middle leaf area				
0.88	Underside leaf length				
0.75	Outer bracteole area	28.46	72.11	68.4	Second
0.84	Outer bracteole width				
0.68	Stems without leaves diameter				
0.77	Leafy stem diameter				
0.86	Bracteole length Inner	35.54	07.8	22.3	Third
0.81	Inner bracteole width				
0.88	Inner bracteole area				
0.68	Middle bracteole length				
0.69	Petal length	21.61	85.6	74.2	Fourth
0.9	Pistil length				
0.8	Style length				
0.63	Ovary length				
0.65	Filament length				
0.69	Petal area	93.66	72.5	29.2	Fifth
0.81	Petal width				
0.66	Sepal area				
0.85	Sepal width				
0.8	Total height	58.71	64.4	85.1	Sixth
0.85	Stems without leaves height				
0.82	Ovary diameter	08.76	50.4	80.1	Seventh
0.68	Style diameter				
0.76	Underside leaf area	37.79	28.3	31.1	Eighth
0.76	Underside leaf width				
0.7	Filament diameter	49.82	12.3	25.1	Ninth
0.79	Anther length	34.85	85.2	14.1	Tenth

نتیجه‌گیری کلی

بررسی دور از انتظار نبود. به‌این‌ترتیب تفاوت بین بوم‌جورها در بوم‌جورهای مناطقی که فاصله جغرافیایی بیشتری داشتند، آشکارتر بود. Kiani *et al.* (2010) نیز در بررسی که روی صفات ریخت‌شناختی بوم‌جورهای گل‌محمدی انجام دادند، تفاوت‌های بارزی را بین بوم‌جورهای آذربایجان در مقایسه با دیگر استان‌ها با توجه به شرایط متمایز آب و هوایی این منطقه گزارش کردند. ویژگی‌های گیاهی مانند نوع سامانه گرده‌افشانی و افزایش، شکل زندگی، اندازه جمعیت، جهش، جریان ژنی و شرایط محیطی به‌عنوان عامل‌های مؤثر بر انتقال ماده وراثتی میان نسل‌ها و تنوع و ساختار ژنتیکی گونه‌های

در این بررسی، بوم‌جورهای مختلف گیاه لاله‌واژگون از نظر صفات ریخت‌شناختی مختلف با یکدیگر تفاوت بارزی داشتند؛ که برخی از آن‌ها مانند ارتفاع، شمار گل، مساحت گلبرگ و کاسبرگ از نظر صنعت گل‌کاری مهم‌اند؛ بنابراین گیاهان یادشده می‌توانند به‌منزله بخشی از ذخائر توارثی گیاه لاله‌واژگون در نظر گرفته شوند. بوم‌جورهای دشت دالانی الیگودرز به‌خوبی از بوم‌جورهای دیگر مناطق جدا شدند که این زمینه با توجه به شرایط اقلیمی متفاوت این منطقه (دمای مناسب‌تر و بارندگی بیشتر) و اختلاف‌های مشاهده‌شده در صفات مورد

فاصله ژنتیکی بیشتر اشاره داشت. به هر حال، از آنجاکه نشانگرهای ریخت‌شناختی محدودند و تنها بخش کوچکی از ژنگان (ژنوم) را تشکیل می‌دهند و نیز با توجه به تأثیرپذیری این دسته از نشانگرها از شرایط محیطی، استفاده از نشانگرهای مولکولی و روش‌های زیست فناوری (بیوتکنولوژی) مختلف در بررسی‌های آینده برای شناسایی ذخائر توارثی و تکمیل اطلاعات به دست آمده از این بررسی توصیه می‌شود. در این زمینه، باور بر این است که برآورد فاصله‌های ژنتیکی با استفاده از نشانگرهای مولکولی همگام با ارزیابی‌های ریخت‌شناختی می‌تواند ابزاری قابل اعتماد را در برای تعیین رابطه‌های ژنتیکی فراهم کند (Singh et al., 2011).

گیاهی شناخته شده‌اند (Chang et al., 2007; Gong et al., 2010).

بدین ترتیب، آمیزش با خویشاوندان نزدیک و افزایش به روش‌های غیرجنسی نقش مهمی در از دست رفتن تنوع ژنتیکی جمعیت‌ها و کاهش آن‌ها از راه فرآیند پس‌روی خویش‌آمیزی خواهد داشت (Chang et al., 2003; Gong et al., 2010). از آنجاکه تنوع ژنتیکی اندک با کاهش قابلیت سازگاری جمعیت‌ها سرعت انقراض آن‌ها را افزایش می‌دهد، راهکارهایی به منظور جلوگیری از این فرآیند نیاز است که از جمله می‌توان به حفظ زیستگاه و تقویت جمعیت‌های موجود از راه واردسازی بوم‌جورهای با

REFERENCES

1. Abdmyshany, S. & Shah nejat Bushehri, A. (1998). *More plant breeding*. Vol. 1. Tehran University Press, p. 330. (in Farsi)
2. Azarkish, P. (2014). *Evaluation of Morphological and Phytochemical Diversity of Some Ecotypes of Horse Mint (Mentha longifolia L.) in the South West of Iran*. MSc. Thesis Ferdowsi University of Mashhad Faculty of Agriculture.
3. Celebi, A., Texen, M., Acik, L. & Aytac, Z. (2006). Taxonomic relationships in genus *Fritillaria* (Liliaceae): Evidence from RAPD-PCR and SDS PAGE of seed proteins. *Acta Botanica Hungarica*, 50, 325-343.
4. Chang, C. S., Choi, D. Y., Kim, H., Kim, Y. S. & Park, T. Y. (2007). Genetic diversity and mating system of the threatened plant *Kirengeshoma palmata* (Saxifragaceae) in Korea. *Journal of Plant Research*, 120, 149-156.
5. Chang, C. S., Kimi, H. & Park, T. Y. (2003). Patterns of allozyme diversity in several selected rare species in Korea and implications for conservation. *Biodiversity and conservation*, 12, 529-544.
6. Fares, K., Guasmi, F., Touil, L., Triki, T. & Ferchichi, A. (2009). Genetic diversity of Pistachio tree using Inter-Simple Sequence markers (ISSR) supported by morphological and chemical markers. *Biotechnology*, 8(1), 24-34.
7. Farshadfar, A. S. (1998). *The application of quantitative genetics in plant breeding*. Publications Taq-e Bostan, Razi University, the first volume. (in Farsi)
8. Gong, W., Gu, L. & Zhang, D. (2010). Low genetic diversity and high genetic divergence caused by inbreeding and geographical isolation in the populations of endangered species *Loropetalum subcordatum* (Hamamelidaceae) endemic to China. *Conservation Genetics*, 11, 2281-2288.
9. Hoseini, A. (2014). *Evaluation the ornamental potential and germination of several species endemic Alliums (Allium spp.) in climate of Mashhad*. M.Sc. Thesis Ferdowsi University of Mashhad Faculty of Agriculture. (in Farsi)
10. Kiani, M., Zamani, Z., Khalighi, A., Fatahi, R. & Kiani, M. R. (2010). Collection and evaluation of morphological diversity of *Rosa damascena* Mill. Genotypes. *Iranian Journal of Horticultural Sciences*, 41(3), 223-233.
11. Koohgard, M., Sheeran, B. & Mirakhorli, N. (2012). Genetic diversity between and within populations of *Fritillaria imperialis* L.) Zagros using molecular markers RAPD. *Modern Genetics*, 7(4), 353-362. (in Farsi)
12. Lombard, V., Baril, C. P., Dubreuil, P., Blouet, F. & Zhang, D. (2000). Genetic relationship and fingerprinting of rapeseed cultivars by AFLP consequences for varietal registration. *Crop Science*, 40, 1417-1425.
13. Meamar-Moshrefi, M. (1997). *Effects of plant growth regulators and environmental condition on growth development, propagation of bulb, and senescence of flower of fritillaria (Fritillaria imperialis L.)*. Ph.D. thesis in Horticulture. Tarbiat Modares University. (in Farsi)
14. Miles, L. M., Jeanne, A. M. & Robert, D. W. (1995). Provenance and progeny variation in growth and frost tolerance of *Casuarina cunninghamiana* in California, USA. *Forest Ecology and Management*, 79, 161-171.

15. Mohammadi-Dehcheshmeh, M., Khalighi, A., Naderi, A., Sardari, M. & Ebrahimie, E. (2007). Petal: a reliable explant for direct bulblet regeneration of endangered wild populations of *Fritillaria imperialis* L. *Acta Physiologia Plantarum*, 30, 395-399.
16. Momeni, H. Sheeran, B. Khoddambashi, D. & Cheghamirza, K. (2013). Evaluation of genetic variation between species of fritillaria in the Zagros Mountains of Iran by using ISSR molecular markers and morphological traits, *Horticultural Science's journal*, 44(1): 61-72. (in Farsi)
17. Nadeem, M. A., Rahman, A. U., Choudhary, M. I., Sener, B., Erdogan, I. & Tsuda, Y. (2002). New class of steroidal alkaloids from *Fritillaria imperialis*. *Phytochemistry*, 63, 115-122.
18. Naghavi, M., Ghareyazi, B. and Hosseini Salekdeh, Gh. (2009). Molecular marker, Tehran university press. Fourth edit. Tehran Iran pp: 340. (in Farsi)
19. Naroui Rad, M. R., Farzanju, M., Fanay, H. R., Arjmandy Nejad, R., Ghasemy, A. & Polshokane Pahlevan, M. R. (2006). *Factor analysis to determine the genetic diversity and morphological characteristics of wheat cultivars in Sistan and Baluchestan. Research and Manufacturers in agriculture and horticulture*, No. 73, pp. 50-57. (in Farsi)
20. Persson, K. (1992). Liliaceae III. In: Rechinger K.H. (ed.) *Flora Iranica*. 170, 1-40. Graz: Akademische Druck-u-Verlagsanstalt.
21. Qreh Yazy, B. (1996). Application of DNA markers in plant breeding. *The fourth key Iranian Crop Science Congress Proceedings*, 6(4), 328-380. (in Farsi)
22. Rahman, A., Akhtar, M. N., Choudhary, M. I., Tsuda, Y., Sener, B., Khalid, A. & Parvez, M. (2002). New steroidal alkaloids from *Fritillaria imperialis* and their cholinesterase inhibiting activities. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*, 50, 1013-1016.
23. Roldan-Ruiz, F. A., Galliland, T. J., Dubreuil, C., Dillman, C. & Lallemand, J. (2001). A comparative study of molecular and morphological methods of describing relationships between perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) varieties. *Theoretical and Applied Genetics*, 103, 1161-1168.
24. Singh, V. K., Upadhyay, P., Sinha, P., Mall, A. K., Jaiswal, S. K., Singh, A., Ellur, R. K., Biradar, S., Sundaram, R. M., Singh, S., Ahmed, I., Mishra, B., Singh, A. K. & Kole, C. (2011). Determination of genetic relationships among elite thermosensitive genic male sterile lines (TGMS) of rice (*Oryza sativa* L.) employing morphological and simple sequence repeat (SSR) markers. *Journal of Genetics*, 90, 11-19.
25. Yamagishi, M., Nishioka, M. & Kondo, T. (2010). Phenetic diversity in the *Fritillaria camschatcensis* population grown on the Sapporo campus of Hokkaido University. *Landscape and Ecological Engineering*, 6, 75-79.