

A Morphometric Study of *Rhamnus Cathartica* and *Rhamnus Pallasii* in North of Iran

Samaneh Mahdiani¹, Ali Sattarian^{2*}, Meisam Habibi³

¹ M.A. S Graduate of Biology, Faculty of Basic Science, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

² Associate Professor Department of Biology, Faculty of Basic Science, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

³ Lecturer, Department of Biology, Faculty of Science and Engineering, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

Abstract

The current morphometric research was conducted collecting *Rhamnus cathartica* and *Rhamnus pallasii* from the natural habitats in North and West of Iran. In order to clarify the relationships in studied species and understand taxonomic values, 58 morphological characters were employed (26 quantitative and 32 qualitative characters) using numerical taxonomy, Principal Component Analysis (CPA), and cluster analysis. In this study, leaf shape, color fruit have been found to significantly contribute to the determination of the studied species (*Rhamnus pallasii* & *Rhamnus cathartica*). The results confirmed more diversity in *Rh. pallasii* and three sub-species. But, in *Rh. Cathartica*, diversity features in the two varieties were not effective. *Rh. × spathulifolia* were collected from sandy hill of North of Iran which was determined by morphometric features e.g., leaflet, abaxial, adaxial leaflet trichome, and fruit color. Overall, *Rh. × spathulifolia* can not be considered.

Key words: Numerical Taxonomy, Principal Component Analysis, Clustering, Qualitative and Quantitative Features.

* sattarian.ali@gmail.com

تاکسونومی و بیوسیستماتیک، سال یازدهم، شماره سی و نهم، تابستان ۱۳۹۸، صفحه ۳۱-۵۴
 دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۲/۱۸ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۱/۱۷

بررسی ریخت‌سنجی آرایه‌های فروگونه‌ای دو گونه تنگرس *Rhamnus pallasii* Fisch. & C. A. Mey. و *Rhamnus cathartica* L. از تیره Rhamnaceae در شمال ایران

سمانه مهدی یانی^۱، علی ستاریان^{۲*}، میثم حبیبی^۳

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زیست گیاهی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
^۲ دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
^۳ مربی گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

چکیده

در پژوهش حاضر، مطالعه‌های ریخت‌شناسی آرایه‌های فروگونه‌ای دو گونه *Rhamnus cathartica* و *Rhamnus pallasii* در شمال و شمال‌شرق ایران انجام شدند. به‌منظور درک درست روابط بین گونه‌ای و تعیین ارزش تاکسونومیک صفت‌ها با ثبت اطلاعات ریخت‌شناسی، ۵۸ صفت شامل ۲۶ صفت کمی و ۳۲ صفت کیفی اندازه‌گیری شدند؛ سپس با استفاده از روش تاکسونومی عددی از تحلیل‌های مؤلفه‌های اصلی و خوشه‌بندی بهره‌گیری شد و روابط بین آرایه‌های فروگونه‌ای مشخص شدند. مهم‌ترین صفت‌های کیفی برای جدایی گونه‌ها و آرایه‌های فروگونه‌ای در مطالعه حاضر، شکل برگ و رنگ میوه است. براساس نتایج، تنوع درون‌گونه‌ای *Rh. pallasii* به سه زیرگونه تأیید شد. و در گونه *Rh. cathartica*، صفت‌های مشاهده‌شده در تفکیک دو وارسته مؤثر نبودند. تنها جمعیت *Rh. × spathulifolia* از تپه‌های ماسه‌ای سواحل شمالی ایران جمع‌آوری شد و با توجه به تفاوت آن با دو گونه دیگر از نظر صفت‌های مشاهده‌شده در ریخت‌شناسی مانند رنگ شاخه جوان، شکل پهنک برگ، بدون کرک بودن سطح بالایی و زیری برگ، رنگ میوه نارس، *Rh. × spathulifolia* نمی‌توان آن را هیبرید در نظر گرفت، بلکه باید آن را گونه‌ای کامل و مستقل تعریف کرد.

واژه‌های کلیدی: تاکسونومی عددی، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، خوشه‌بندی، صفت‌های کیفی و کمی.

مقدمه

یکی از بزرگ‌ترین و اصلی‌ترین جنس‌های تیره Rhamnaceae است (Mabberley, 1987). Linnaeus در سال ۱۷۵۳ برای نخستین بار این جنس را با ۱۱ گونه در کتاب Species Plantarum معرفی کرد و سپس Gleason و Cronquist (۱۹۹۱)

تیره عناب (Rhamnaceae) در ایران پنج جنس دارد و درختان آن از عناصر رویشی بسیار شناخته‌شده جنگل‌های ایران به شمار می‌آیند (Ghahraman 1993; Soufiyan and Dinarvand, 2007). تنگرس

* sattarian.ali@gmail.com

Copyright©2019, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they cannot change it in any way or use it commercially.

جغرافیایی وسیع و تنوع درون گونه‌ای پیچیده‌ای در ایران دارند.

در فلور ایران، گونه *Rh. pallasii* با توجه به تنوع شکل و اندازه برگ‌ها و همچنین رنگ شاخه‌های مسن به سه زیرگونه تقسیم شده است (Soufiyan and Dinarvand, 2007; Mozaffarian, 2004; Browicz and Zielinski, 1977).

1. subsp. *pallasii*

همه برگ‌ها شبیه به یکدیگر، خطی تا نیزه‌ای باریکند و طول آنها بیش از شش برابر عرض است. شاخه‌های مسن خاکستری سیاه یا خاکستری تا قهوه‌ای‌اند.

2. subsp. *sintensisii* (Rech. f.) Browicz & J. Zielinski, Fl. Iranica 125: 20 (1977).
syn: *R. sintensisii* Rech. f., Ann. Nat. Hist. Mus. Wien 51: 398 (1941).

برگ‌ها متنوع، نیزه‌ای تا بیضوی‌اند و طول آنها پنج برابر عرض یا کمتر است. شاخه‌های مسن سیاه تا خاکستری‌اند.

3. subsp. *iranica* (Hauskn., in Bornm.) Browicz & J. Zielinski, Fl. Iranica 125: 21 (1977).

syn: *Rhamnus spathulifolia* Fisch. & C.A. Mey. var. *iranica* Hauskn., *R. iranicus* Hauskn. (Mozaffarian, 2004)

برگ‌ها واژنیزه‌ای تا واژتخم‌مرغی‌اند و طول آنها کمتر از پنج برابر عرض است. شاخه‌های مسن خاکستری تا قهوه‌ای‌اند.

گونه *Rh. cathartica* با توجه به وضعیت کرک در شاخه‌ها، دم‌برگ‌ها و برگ‌ها به دو وارسته تقسیم می‌شود (Soufiyan and Dinarvand, 2007; Mozaffarian, 2004; Mobayen, 1995; Browicz and Zielinski, 1977).

1. var. *cathartica*

برگ‌ها بدون کرک یا تقریباً کمی کرک دارند. دم‌برگ‌ها و شاخه‌های جوان بدون کرک تا کمی

گونه از این جنس را معرفی کردند. گونه‌های این جنس از نظر شکل رویشی درختان کوتاه، درختچه و در یک گونه علفی‌اند، اغلب خاردار، شاخه‌های جوان کرک‌دار، برگ‌ها خزان‌کننده یا گاهی همیشه‌سبز (پایا)، گل‌آذین گرزنی محوری یا گروهی، گل‌ها اغلب تک‌جنسی و به‌ندرت دوجنسی، کاسبرگ‌ها ۵ عدد، گلبرگ‌ها ۴ تا ۵ عدد و پرچم‌ها به تعداد گلبرگ‌ها هستند، تخمدان ۲ تا ۴ خانه‌ای و میوه شفت است (Soufiyan and Dinarvand, 2007). تاکنون مطالعه‌های تاکسونومیک مختلف دربارۀ گونه‌های مختلف این جنس در سطح دنیا انجام و نظریه‌هایی پیرامون رده‌بندی و گونه‌های شناخته‌شده آن ارائه شده است که همگی وجود مشکلات زیاد در زمینه رده‌بندی آن را مطرح کرده‌اند. طبق مطالعه‌های گیاه‌شناسان مختلف روی فلور ایران طی دو قرن اخیر، تعداد گونه‌های معرفی‌شده برای این جنس تا حدی متفاوت است؛ به‌طوری‌که Boissier (۱۸۷۲) در فلور شرق (Flora Orientalis)، ۲۵ گونه (۶ گونه برای ایران)، Shishkin و Bobrov (۱۹۷۴) در فلور روسیه U.S.S.R. (شوروی سابق) ۱۹ گونه (۵ گونه برای ایران) و Browicz و همکاران (۱۹۷۷) در فلورا ایرانیکا، ۶ گونه و ۱ هیبرید را برای ایران از این جنس معرفی کرده‌اند. Mobayen (۱۹۹۵) در رستنی‌های ایران، ۶ گونه برای این جنس معرفی کرده است و Soufiyan و Dinarvand (۲۰۰۷) این جنس را در ایران در ۸ گونه و ۱ هیبرید رده‌بندی کرده‌اند که در مناطق زاگرسی ایران - تورانی و خزری انتشار دارند. نگاهی دقیق به مجموعه منابع یادشده نشان می‌دهد از بین گونه‌های جنس *Rhamnus* دو گونه *Rh. cathartica* L. و *Rh. pallasii* Fisch. & C.A. Mey. پراکنش

ریخت‌شناسی شامل صفت‌های رویشی و زایشی با تکیه بر تاکسونومی عددی روی جمعیت‌های متعلق به این دو گونه خواهیم پرداخت.

پرسش‌های تاکسونومیکی که در مطالعه حاضر پاسخ داده خواهند شد، عبارتند از:

۱- آیا می‌توان سطوح فروگونه‌ای را به‌طور دقیق برای این دو گونه نام برد؟

۲- آیا زیرگونه *Rh. pallasii* subsp. *sinteinsii* مانند فلور روسیه U.S.S.R. (شوروی سابق) تا سطح گونه قابل تعریف است؟

۳- آیا هیبرید *Rh. ×spatulifolia* را می‌توان تا سطح گونه *Rh. spatulifolia* معرفی کرد؟

روش بررسی

به‌منظور انجام بررسی‌های ریخت‌سنجی روی جمعیت‌های گوناگون، نمونه‌های تازه از رویشگاه‌های طبیعی نقاط مختلف شمال (از محدوده گردنه حیران تا پارک ملی گلستان)، شمال‌شرق و غرب کشور طی سال ۹۴-۱۳۹۳ جمع‌آوری شدند و از نمونه‌های هر بار یومی نیز برای مطالعه استفاده شد (جدول ۱).

ابتدا به بررسی شرح گونه‌ها و زیرگونه‌ها در فلورهای مختلف پرداخته شد و سپس تمام صفت‌های کمی و کیفی از نظر ریخت‌شناسی به‌طور دقیق مطالعه و ارزیابی شدند؛ به این ترتیب، ۵۸ صفت (۲۶ صفت کمی و ۳۲ صفت کیفی) برای انجام مطالعه‌های بیومتری و تاکسونومی عددی انتخاب و در مجموع، ۵۵ جمعیت از سه زیرگونه *Rh. pallasii* و دو واریته *Rh. cathartica* تجزیه و تحلیل آماری شدند. فهرست صفت‌های کمی و کیفی بررسی شده در مطالعه‌های مورفومتریک به ترتیب در جدول‌های (۲) و (۳) آمده است.

کرک دارند.

2. var. *caucasica* Kuhn., Bull. Acad. Imper. Scienc. Petersbg. Ser. 34: 415 (1892)

Syn: *R. elbursensis* Gauba et Rech.f. (Mozaffarian, 2004; Mobayen, 1995)

برگ‌ها به‌ویژه برگ‌های پایینی کرک دارند.

دمبرگ‌ها و شاخه‌های جوان کرک‌های بادوام دارند.

Zielinski و Browicz (۱۹۷۷) در فلورا ایرانیکا به

وجود تنوع درون‌گونه‌ای در دو گونه *Rh. pallasii* و

Rh. cathartica معتقدند و به ترتیب سه زیرگونه و دو

واریته برای این گونه‌ها توصیف می‌کنند؛ اما در برخی

منابع مانند فلور روسیه U.S.S.R. (شوروی سابق)،

subsp. *sintensisii* گونه‌ای مجزا ذکر شده است

(Shishkin and Bobrov, 1974). (Godwin, ۱۹۴۳) و

Mobayen (۱۹۹۵) از جمله گیاه‌شناسانی‌اند که به وجود

تنوع فروگونه‌ای برای دو گونه یادشده اعتقاد ندارند.

در فلورا ایرانیکا و فلور ایران به هیبرید

Rh. ×spatulifolia اشاره شده است که هیبریدی بین

آرایه‌های فروگونه‌ای دو گونه یادشده است (Browicz

and Zielinski, 1977; Soufiyan and Dinarvand,

2007)؛ هرچند این هیبرید در فلور شوروی سابق

(U.S.S.R.) و فلور شرق (Flora Orientalis) گونه‌ای

مجزا معرفی شده است (Boissier, 1872; Shishkin

and Bobrov, 1974). هدف مطالعه حاضر، ارائه

رده‌بندی بهتر و حل مشکلات مرزبندی صحیح

آرایه‌های فروگونه‌ای دو گونه *Rh. pallasii* و

Rh. cathartica و بازنگری وضعیت آرایه‌های

فروگونه‌ای باتوجه به اطلاعات موجود در فلورهای ایران

و کشورهای هم‌جوار است؛ از این رو، باتوجه به موارد

یادشده و ابهام‌های موجود درباره وضعیت زیرگونه‌های

این دو گونه در ایران و به‌منظور روشن شدن وضعیت

رده‌بندی آرایه‌های فروگونه‌ای آنها به بررسی دقیق

تعیین ارتباط آنها در فضای چندبعدی متشکل از مؤلفه‌های اصلی است. تحلیل خوشه‌ای به روش Ward برای گروه‌بندی استفاده شد؛ این روش، یکی از روش‌های آماری پرکاربرد در بسیاری از شاخه‌های علمی است و در زمینه کاهش داده‌ها و یافتن گروه‌های واقعی استفاده می‌شود؛ در نهایت، جمعیت‌های گونه‌های بررسی شده با این روش در خوشه‌های مختلف از یکدیگر تفکیک شدند و سپس آزمون تابع تشخیص که یکی از روش‌های تجزیه آماری چندمتغیره است، برای آزمون درستی نتایج تحلیل خوشه‌ای استفاده شد (Rabiei and Rahimi, 2009) و با آن، درستی اختصاص جمعیت‌ها و گونه‌ها به خوشه‌های تشکیل شده بررسی و نقش هر یک از صفت‌ها در تمایز خوشه‌ها از یکدیگر با سنجش‌های چندمتغیره تعیین شد (جدول‌های (۴) و (۵) به ترتیب داده‌های صفت‌های کیفی و کمی را نشان می‌دهند).

به منظور انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری چندمتغیره، دست کم ۳ فرد از هر جمعیت و برای هر نمونه (فرد) ۵ تکرار در نظر گرفته شد. صفت‌های کیفی به شکل دوحالتی یا چندحالتی کدگذاری شدند و برای صفت‌های کمی از میانگین اندازه‌گیری‌ها در افراد استفاده شد. ابتدا داده‌ها استاندارد شدند (میانگین صفر و واریانس یک) و با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲/۰ بررسی‌های مقدماتی صفت‌های کمی و کیفی و سپس تجزیه و تحلیل‌های آماری چندمتغیره انجام شدند. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه ویژگی‌های ریخت‌شناسی بین جمعیت‌های مختلف از طرح تجزیه و تحلیل چندمتغیره، GLM و آزمون دانکن و برای تعیین مهم‌ترین صفت‌های ریخت‌شناسی در ایجاد تمایز بین جمعیت‌ها و تعیین قرابت گونه‌ها از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی PCA استفاده شد. هدف نهایی تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، دسته‌بندی آرایه‌های مطالعه شده و

جدول ۱- ویژگی‌های آرایه‌ها و جمعیت‌های استفاده شده در مطالعه‌های ریخت‌شناسی

شمارهٔ هرباریومی	جمع آوری کننده	ارتفاع (متر)	محل جمع آوری	نام آرایه‌ها
802593-GKUH	مهدی‌یانی، یازرلو؛ خرداد ۹۳	۱۰۲۰	گیلان: لوشان به جیرنده، روستای بیورزین	
802592-GKUH	مهدی‌یانی، حبیبی؛ مرداد ۹۳	۱۰۰۵-۱۰۲۰	گیلان: لوشان به جیرنده، روستای بیورزین، نزدیکی امامزاده حنفیه	
802596-GKUH	حبیبی؛ خرداد ۹۳	-	مازندران: پارک ملی پابند	
802597-GKUH	مهدی‌یانی، یازرلو، کسلخه؛ خرداد ۹۳	-	مازندران: کلاردشت	
802643-GKUH	مهدی‌یانی، کسلخه؛ شهریور ۹۳	۶۶۷	گلستان: زرین گل	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>pallasii</i>
915	(هرباریوم مرکز تحقیقات گرگان)	۷۰۰	گلستان: مراوه تپه	
-	(هرباریوم دانشگاه گلستان)	-	گلستان: شمال شرق جنگل گلستان، دره آلمه	
802594-GKUH	حبیبی، قربانی؛ شهریور ۹۳	۱۲۱۹	آذربایجان شرقی: تبریز به سمت کلیبر، ۵ کیلومتری کلیبر	

شمارهٔ هرباریومی	جمع آوری کنندنده	ارتفاع (متر)	محل جمع آوری	نام آرایه‌ها
802595-GKUH	حبیبی، قربانی؛ شهریور ۹۳	۳۲۰	آذربایجان شرقی: جانانلو به سمت جلفا، پس از روستای تاتار علیا	
-GKUH	عابدی؛ خرداد ۹۴	۱۲۵۰	خراسان شمالی: بجنورد، راز و جرگلان، روستای تنگه‌راز	
802513-GKUH	مهدی‌یانی، یازرلو؛ خرداد ۹۳	۲۸۵	گیلان: ۲۰ کیلومتری رودبار	
802512-GKUH	مهدی‌یانی، یازرلو، کسلخه؛ خرداد ۹۳	۷۰۰	مازندران: جاده چالوس	
802514-GKUH	مهدی‌یانی، یازرلو، کسلخه؛ خرداد ۹۳	۶۵۸	مازندران: کلاردشت، روستای گل‌کاه	
802515-GKUH	مهدی‌یانی، یازرلو، کسلخه؛ خرداد ۹۳	۹۰۵	مازندران: خطیرکوه	
802516-GKUH	مهدی‌یانی، کسلخه؛ خرداد ۹۳	۸۰۰	مازندران: گدوک	
802518-GKUH	مهدی‌یانی، کسلخه؛ خرداد ۹۳	۸۷۰	مازندران: گدوک، دوآب	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>sintenisii</i>
802523-GKUH	مهدی‌یانی، حبیبی؛ مرداد ۹۳	۴۸۵	مازندران: کجور، ۳ کیلومتری روستای حسن‌آباد	
802511-GKUH	مهدی‌یانی، حبیبی، کسلخه؛ مرداد ۹۳	۷۲۵	مازندران: ۳۲ کیلومتری چالوس، ۵ کیلومتری مرزن‌آباد	
802517-GKUH	مهدی‌یانی، حبیبی، کسلخه؛ خرداد ۹۳	۹۱۱	گلستان: ابتدای محدودهٔ خراسان شمالی	
802520-GKUH	حبیبی؛ خرداد ۹۳	-	گلستان: جنگل گلستان، پس از تونل	
802522-GKUH	صدقی‌پور؛ خرداد ۹۳	-	گلستان: مینودشت، نیشک	
802525-GKUH	مهدی‌یانی، حبیبی، کسلخه؛ خرداد ۹۳	-	گلستان: محدودهٔ جنگل گلستان	
802628-GKUH	مهدی‌یانی، حبیبی، کسلخه؛ شهریور ۹۳	۵۷۱	گلستان: محور آزادشهر به شاهرود، ۳۵ کیلومتری خوش‌بیلاق، ۱ کیلومتری روستای نرگس‌چال	
802521-GKUH	مهدی‌یانی، حبیبی، کسلخه؛ شهریور ۹۳	۵۰۰	گلستان: محور آزادشهر به شاهرود، ۳۵ کیلومتری خوش‌بیلاق	
802526-GKUH	مهدی‌یانی، کسلخه؛ شهریور ۹۳	۵۰۴	گلستان: زرین‌گل	
802519-GKUH	مهدی‌یانی، حبیبی، کسلخه؛ شهریور ۹۳	۹۵۰	محدودهٔ خراسان شمالی	
802545-GKUH	مهدی‌یانی، حبیبی؛ شهریور ۹۳	-	گلستان: گرگان، روستای زیارت	

شمارهٔ هرباریومی	جمع آوری کننده	ارتفاع (متر)	محل جمع آوری	نام آرایه‌ها
802524-GKUH	مهدی یانی، کسلخه؛ اردیبهشت ۹۴	۶۸۱	گلستان: نرسیده به خوش ییلاق	
-	(هرباریوم دانشگاه گلستان)	۲۵۳۶	گلستان: اطراف درهٔ کتول، جنوب فاضل آباد	
-	(هرباریوم دانشگاه گلستان، آخوندیان)	۱۴۰۰	گلستان: رامیان، روستای ملج آرام	
802527-GKUH	حبیبی، قربانی؛ شهریور ۹۳	-	پراکندگی در شمال غرب: تیریز به سمت کلیبر	
802528-GKUH	حبیبی، قربانی؛ شهریور ۹۳	-	پراکندگی در شمال غرب: زنجان، طمارم	
802544-GKUH	مهدی یانی، کسلخه؛ خرداد ۹۳	۸۰۰	مازندران: گدوک، دو آب	
802540-GKUH	مهدی یانی، حبیبی؛ مرداد ۹۳	۱۸۹۲	مازندران: جاده چالوس، نرسیده به روستای ولی آباد	
802542-GKUH	مهدی یانی، حبیبی، کسلخه؛ مرداد ۹۳	۱۲۳۸	مازندران: مرزن آباد به بخش کجور، روستای کینچه	
802541-GKUH	مهدی یانی، حبیبی؛ مرداد ۹۳		مازندران: کجور	
802543-GKUH	مهدی یانی، حبیبی؛ مرداد ۹۳	۸۳۵	مازندران: کجور، حوالی حسن آباد	
802613-GKUH	مهدی یانی، حبیبی؛ مرداد ۹۳	۵۲۸	مازندران: رویان، ۲۰ کیلومتری گلندرود	
(هرباریوم باغ اکولوژی نوشهر)	امینی، زارع	-	مازندران: کجور	
1502، (هرباریوم مرکز تحقیقات گرگان)	-	۱۶۰۰	مازندران: پارک ملی سولگرد	<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>iranica</i>
802537-GKUH	حبیبی؛ خرداد ۹۳	۷۰۰	گلستان: ۹۰ کیلومتری گنبد کاووس، اطراف زیارتگاه خالدنی	
802539-GKUH	مهدی یانی، حبیبی، کسلخه؛ مرداد ۹۳	۷۱۵	ابتدای محدودهٔ خراسان شمالی	
802538-GKUH	مهدی یانی، کسلخه؛ اردیبهشت ۹۴	۵۶۸	گلستان: ۹۰ کیلومتری گنبد کاووس، اطراف زیارتگاه خالدنی	
802546-GKUH	عابدی؛ اردیبهشت ۹۴	۱۲۵۰	خراسان شمالی: بجنورد، راز و جرگلان، ۲۵ کیلومتری شمال شرق بجنورد، روستای تنگه راز	
802618-GKUH	مهدی یانی، حبیبی؛ مرداد ۹۳	-۶، -۱۰	مازندران: بابلسر، روستای میررود	<i>Rh. ×</i> <i>spathulifolia</i>
802619-GKUH	حبیبی؛ خرداد ۹۴	-۶	مازندران: بابلسر، روستای میررود	
3639، (هرباریوم باغ اکولوژی نوشهر)	امینی، زارع	-	مازندران: منطقهٔ کجور، پس از کندلوس - نیچکوه	<i>Rh. cathartica</i> var. <i>cathartica</i>

شمارهٔ هرباریومی	جمع آوری کننده	ارتفاع (متر)	محل جمع آوری	نام آرایه‌ها
(هرباریوم باغ اکولوژی نوشهر)	-	-	مازندران: رامسر	
(هرباریوم باغ اکولوژی نوشهر)	-	۲۲۰۰-۲۵۰۰	مازندران؛ چالوس، کندوان، هریجان	
(هرباریوم باغ اکولوژی نوشهر)	رضایی	-	مازندران	
(هرباریوم دانشگاه گلستان)	-	۲۲۵۰	مازندران: محور دوهزار به دریاسرتنکابن	
(هرباریوم دانشگاه گلستان)	عباسی	۱۵۰۰	گلستان: محور توسکستان به چهارباغ	
1148، (هرباریوم مرکز تحقیقات گرگان)	-	۲۰۰۰	گلستان: بندرگز، روستای سرخ‌گریوه	
(هرباریوم باغ اکولوژی نوشهر)، 3641	امینی، زارع	-	مازندران: رامسر، اشکوارات، روستای پوده	
3644، (هرباریوم باغ اکولوژی نوشهر)،	امینی، کلبادی	۲۰۰۰-۲۴۰۰	مازندران: چالوس، کندوان	<i>Rh. cathartica</i> <i>var. caucasica</i>
447، (هرباریوم مرکز تحقیقات گرگان).	-	۱۵۸۰	گلستان: کردکوی	

جدول ۲- صفت‌های کمی و کدگذاری آنها در مطالعه‌های ریخت‌شناسی

ردیف	صفت	نشانه اختصاری	شرح
۱	ارتفاع درختچه	high. shrub	m
۲	اندازه خار	prickle. size	cm
۳	تعداد خار	prickle. no	
۴	تعداد برگ	Leaf. no	
۵	طول برگ	Leaf. l	mm
۶	عرض برگ	Leaf. w	mm
۷	نسبت طول به عرض برگ	vation. l/w. leaf	mm
۸	عرض ۱/۳	1/3. w	mm
۹	عرض ۲/۳	2/3. w	mm
۱۰	تعداد رگبرگ	vein. no	
۱۱	طول دم‌برگ	petiole. l	mm
۱۲	تعداد گل	flower. no	
۱۳	طول دمگل	pedicle. l	mm

ردیف	صفت	نشانه اختصاری	شرح
۱۴	تعداد کاسبرگ	sepal. no	
۱۵	طول کاسبرگ	sepal. l	mm
۱۶	عرض کاسبرگ	sepal. w	mm
۱۷	تعداد گلبرگ	petal. no	
۱۸	طول گلبرگ	petal. l	mm
۱۹	عرض گلبرگ	petal. w	mm
۲۰	تعداد پرچم	stamen. no	
۲۱	طول پرچم	stamen. l	mm
۲۲	طول بساک	anther. l	mm
۲۳	طول میله	filament. l	mm
۲۴	قطر میوه	fruit. w	mm
۲۵	تعداد دانه	seed. no	
۲۶	قطر دانه	seed. w	mm

جدول ۳- صفت‌های کیفی و کدگذاری آنها در مطالعه‌های ریخت‌شناسی

ردیف	صفت	نشانه اختصاری	شرح
۱	شکل رویشی	grow. form	درختچه‌ای افراشته (صفر)، درختچه‌ای گسترده (۱)
۲	حالت شاخه (شیوه خروج)	branch. style	متناوب (صفر)، متقابل (۱)
۳	رنگ شاخه جوان	br. col.new	وجودنداشتن شاخه جوان (صفر)، قهوه‌ای تیره مایل به سیاه (۱)، قهوه‌ای (۲)، خاکستری تا قهوه‌ای (۳)، خاکستری (۴)، خاکستری روشن (۵)، قهوه‌ای مایل به قرمز (۶)
۴	پوشش شاخه جوان	new. br. cov	بدون کرک (صفر)، کم کرک (۱)، کرک دار متوسط (۲)، پوشیده از کرک (۳)
۵	نوع کرک شاخه جوان	new. br. tr. type	بدون کرک (صفر)، رشته‌ای (۱)
۶	رنگ شاخه مسن	old. br. col	خاکستری (صفر)، خاکستری روشن (۱)، خاکستری تیره مایل به سیاه (۲)، خاکستری تا قهوه‌ای (۳)
۷	پوشش شاخه مسن	old. br. cov	بدون کرک (صفر)، کم کرک (۱)، کرک دار متوسط (۲)، پوشیده از کرک (۳)
۸	نوع کرک شاخه مسن	old. br. tr. type	بدون کرک (صفر)، رشته‌ای (۱)
۹	شیوه خروج برگ	leaf. exit	مجمع گروهی (صفر)، متقابل (۱)
۱۰	شکل پهنک	blade. shape	خطی - نیزه‌ای (صفر)، قاشقی (۱)، قاشقی - بیضوی (۲)، بیضوی (۳)، بیضوی پهن (۴)، بیضوی تا نیزه‌ای (۵)، گرد تا بیضوی (۶)
۱۱	حاشیه پهنک	margin. blade	دندانه‌دار با غده قهوه‌ای (صفر)، دندانه‌ای ظریف (۱)
۱۲	پوشش حاشیه پهنک	blade. margin. cov	بدون کرک (صفر)، کم کرک (۱)، کرک دار متوسط (۲) پوشیده از کرک (۳)، پراکنده (۴)

ردیف	صفت	نشانه اختصاری	شرح
۱۳	نوک پهنک	apex. blade	نوک تیز (صفر)، نوک کند (۱)، نوک تیز و نوک کند (نیمه کند) (۲)، سرنیزه‌ای (۳)
۱۴	قاعده پهنک	base. blade	گوه‌ای (صفر)، گرد (۱)
۱۵	پوشش سطح فوقانی برگ	leaf. ad. cov	بدون کرک (صفر)، کم کرک (۱)، کرک دار متوسط (۲)، پوشیده از کرک (۳)
۱۶	پوشش سطح تحتانی برگ	leaf. ab. cov	بدون کرک (صفر)، کم کرک (۱)، کرک دار متوسط (۲)، پوشیده از کرک (۳)
۱۷	نوع کرک سطح فوقانی برگ	leaf. ad. tr. type	بدون کرک (صفر)، رشته‌ای (۱)
۱۸	نوع کرک سطح تحتانی برگ	leaf. ab. tr. type	بدون کرک (صفر)، رشته‌ای (۱)
۱۹	رنگ سطح بالایی برگ	leaf. ad. col	سبز تیره (صفر)، سبز (۱)
۲۰	رنگ سطح زیری برگ	leaf. ab. col	سبز کم‌رنگ (صفر)، سبز روشن (۱)
۲۱	پوشش رگبرگ سطح بالایی برگ	leaf. ad. midrib. cov	بدون کرک (صفر)، کرک پراکنده (۱)، کم کرک (۲)، کرک دار متوسط (۳)، پوشیده از کرک (۴)
۲۲	پوشش رگبرگ سطح زیری برگ	leaf. ab. midrib. cov	بدون کرک (صفر)، کرک پراکنده (۱)، کم کرک (۲)، کرک دار متوسط (۳)، پوشیده از کرک (۴)
۲۳	پوشش دمبرگ	petiole. cov	بدون کرک (صفر)، کرک پراکنده (۱)، کم کرک (۲)، کرک دار متوسط (۳)، پوشیده از کرک (۴)
۲۴	نوع کرک دمبرگ	petiol. tr. type	بدون کرک (صفر)، رشته‌ای (۱)
۲۵	پوشش دمگل	pedicle. cov	بدون کرک (صفر)، کرک پراکنده (۱)، کم کرک (۲)، کرک دار متوسط (۳)، پوشیده از کرک (۴)
۲۶	نوع کرک دمگل	pedicle. tr. type	بدون کرک (صفر)، رشته‌ای (۱)
۲۷	پوشش کاسبرگ	sepal. cov	بدون کرک (صفر)، کرک پراکنده (۱)، کم کرک (۲)، کرک دار متوسط (۳)، پوشیده از کرک (۴)
۲۸	نوع کرک کاسبرگ	sepal. tr. type	بدون کرک (صفر)، رشته‌ای (۱)
۲۹	پوشش بساک	anther. cov	بدون کرک (صفر)، کرک دار (۱)
۳۰	شکل میوه	fruit. shape	کروی (صفر)، کروی تا بیضوی (۱)، دو وجهی (قلبی شکل) (۲)، سه وجهی (۳)، ۲-۳ وجهی (۴)
۳۱	رنگ میوه	fruit. col	نرسیده سبز - رسیده سیاه (صفر)، نابالغ قرمز - رسیده سیاه (۱)
۳۲	رنگ دانه	seed. col	قهوه‌ای کم‌رنگ (صفر)، قهوه‌ای مایل به زرد (۱)، نابالغ زرد (۲)

جدول ۴- داده‌های صفت‌های کیفی

ها جمعیت	gr.fo	st.br	col.br.new	tri.den.new.br	col.old.br	tri.den.old.br	ex.leaf	sh.leaf	blad.m arg	blad.ap s	blad.ba s	cov.lea f.ad	cov.lea f.ab	ad.mid .cov	ab.mid .cov	petiol.c ov	ped.co v	unisexual	fru.sh	fru.col	col.see d
Mpabnd.pal	0	0	1	2	2	0	0	0	0	3	0	2	2	2	2	4	2	2	0	0	0
Mklardasht.pal	0	0	2	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	3	0	2	1	0	0
Gloshan.pal	0	0	1	2	2	0	0	0	0	3	0	1	1	2	3	4	2	2	4	0	0
Gbivrz.pal	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0	3	1	2	0	0	0
grzin.pal	0	0	2	2	1	1	0	0	0	3	0	0	0	2	2	3	1	2	1	0	0
Ajananlo.pal	0	0	1	2	2	1	0	0	0	3	0	2	2	3	3	3	2	2	0	0	0
Atabriz.pal	0	0	1	2	2	1	0	0	0	3	0	2	2	2	2	4	2	2	4	0	0
gmarave.pal	0	0	1	2	2	0	0	0	0	3	0	1	1	2	2	3	1	2	1	0	0
gdrealme.pal	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0	0
Mmarz.sin	0	0	1	2	0	0	0	3	0	2	0	1	1	2	3	4	1	2	0	0	1
Grodbar.sin	0	0	1	2	0	0	0	3	0	2	0	0	0	2	2	4	1	2	1	0	1
Mklar.sin	0	0	1	2	2	0	0	3	0	2	0	2	2	3	3	4	0	2	4	0	1
Mkhatir.sin	0	0	1	2	2	0	0	3	0	2	0	1	1	3	3	4	1	2	4	0	1
Mgadok.sin	0	0	1	2	2	0	0	3	0	2	0	2	2	3	4	4	1	2	0	0	1
Mdoab.sin	0	0	1	2	2	0	0	3	0	2	0	2	2	3	4	4	2	2	0	0	1
gkharsn.sin	0	0	1	2	2	0	0	3	0	2	0	1	1	2	2	3	2	2	0	0	1
gtonel.sin	0	0	1	2	0	0	0	3	0	2	0	1	1	3	2	3	1	2	4	0	1
gnishk.sin	0	0	0	0	2	1	0	3	0	2	0	1	1	2	2	3	1	2	0	0	1
Mchlus.sin	0	0	3	2	2	0	0	3	0	2	0	0	0	2	2	4	2	2	0	0	1
Mhasn.sin	0	0	3	2	0	1	0	3	0	2	0	2	2	2	2	2	2	2	0	0	1
gkhorsn.sin	0	0	1	2	2	1	0	3	0	2	0	0	0	2	2	2	1	2	0	0	1
g1yey.sin	1	0	3	2	2	1	0	3	0	2	0	0	0	2	2	2	1	2	0	0	1
g2yey.sin	0	0	1	1	0	1	0	3	0	2	0	0	0	0	2	2	0	2	0	0	1
gzrin.sin	0	0	3	2	0	1	0	3	0	2	0	1	0	2	2	3	1	2	0	0	1
gglstn.sin	0	0	3	2	2	1	0	3	0	2	0	0	0	2	2	2	1	2	0	0	1
Atabriz.sin	0	0	3	1	2	1	0	3	0	2	0	2	3	2	2	4	1	2	0	0	1
zanjan.sin	0	0	2	2	3	0	0	3	0	2	0	2	1	3	2	3	1	2	0	0	1
gkshosn.sin	0	0	3	2	2	2	0	3	0	2	0	0	0	0	2	4	1	2	1	0	1
gdrekatal.sin	0	0	1	2	2	0	0	3	0	2	0	2	1	2	2	3	1	2	1	0	1
gramian.sin	0	0	3	1	0	0	0	3	0	2	0	1	0	2	2	2	0	2	0	0	1
g.khald.ira	0	0	1	2	1	1	0	1	0	1	0	3	3	4	4	4	2	2	0	0	1
Mdoab.ira	0	0	1	2	0	0	0	1	0	1	0	3	3	3	3	4	1	2	0	0	1
g.kharsn.ira	0	0	1	2	1	0	0	1	0	1	0	3	3	3	3	4	2	2	1	0	1
Mkojur.ira	0	0	3	2	0	1	0	1	0	1	0	3	3	3	3	4	2	2	0	0	1
mvali.ira	1	0	3	2	2	1	0	1	0	1	0	3	3	3	3	4	2	2	4	0	1
Mkinch.ira	0	0	2	1	0	1	0	1	0	1	0	3	3	4	4	4	2	2	0	0	1
Mhasn.ira	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	3	3	3	4	4	2	2	1	0	1
Mgland.ira	0	0	1	2	3	2	0	1	0	1	0	3	3	3	3	4	1	2	1	0	1
gziart.ira	0	0	2	2	0	1	0	1	0	1	0	3	3	3	4	4	2	2	2	0	1
gkhald.ira	0	0	3	3	1	1	0	1	0	1	0	3	3	3	4	4	1	1	1	0	1
Mkojur.ira	0	0	1	1	2	0	0	1	0	1	0	3	3	4	2	3	2	2	1	0	1
sulgerd.ira	0	0	1	2	3	0	0	1	0	1	0	3	3	3	3	4	1	2	2	0	1
khbojnord.ira	0	0	3	3	1	0	0	1	0	1	0	3	3	4	2	4	2	2	1	0	1
Mmirud.spa	0	0	6	1	0	1	0	4	0	0	0	0	0	1	1	2	0	2	1	1	1
Mmirrud.spa	0	0	6	1	3	1	0	4	0	0	0	0	0	1	1	2	0	2	1	1	1
Mnkojur.cat	0	1	4	1	2	0	1	6	1	1	1	0	0	0	1	1	0	2	0	0	1
Grjanat.cat	0	1	4	0	2	0	1	6	1	1	1	0	0	1	1	2	0	2	0	0	1
Mnoshhr.cat	0	1	5	1	2	0	1	6	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	0	0	1
Ghrijan.cat	0	1	4	1	2	0	1	6	1	1	1	0	1	1	1	2	0	2	0	0	1
ggaz.cat	0	1	5	1	2	0	1	6	1	0	1	0	0	1	2	3	0	2	0	0	1
g4bagh.cat	0	1	4	1	2	0	1	6	1	0	1	0	0	0	0	2	0	2	0	0	1
Mtonkaton.cat	0	1	4	1	2	0	1	6	1	1	1	0	0	0	0	2	0	2	0	0	1
Meshke.cau	0	1	4	2	2	0	1	6	1	0	1	1	2	2	3	4	0	2	0	0	1
Mchkan.cau	0	1	4	2	2	0	1	6	1	1	1	1	1	2	2	4	0	2	0	0	1
gkordkuy.cau	0	1	5	2	2	0	1	6	1	2	1	1	3	3	4	4	0	2	0	0	1

جدول ۵- داده‌های صفت‌های کمی

ها جمعیت	high.shr ub.m	prick.s iz	prick. No	leaf.l.c m	leaf.w. cm	l.w.vat ion	one.th ree.w. mm	two.th ree.w. mm	vein.N o	petiol. l.mm	ped.l. mm	fruit.w .mm	seed. No	seed. w.mm
Mpabnd.pal	2.5	9.2	1	2.1	0.3	7	3	2	1	3	5	3	0	2
Mklardasht.pal	2.5	7	0	2.5	0.3	8.33	2	2	1	5	4	3	0	2
Gloshan.pal	2.5	6.31	1	2.73	0.36	7.82	2.3	2.3	2	4.7	3.4	4.2	1	2
Gbivrz.pal	2	7.17	0	3.51	0.44	8.21	3.14	2.71	1	5.42	4.6	5.21	1	2.6
gzrin.pal	1.5	8.2	1	4.2	0.5	8.4	3	3	0	6				
Ajananlo.pal	2.5	6.58	1	2.55	0.3	8.94	2.33	1.66	1	3	2.5	3.83	0	2
Atabriz.pal		5.04	1	2.78	0.34	8.28	2.8	2.2	1	4.6				
gmarave.pal		5.85	1	3.85	0.55	7.08	5	4.5	1	7.5	8	5	1	2
gdrealme.pal		4	1	3	0.5	6	3	3	1	4	5	4	0	2
Mmarz.sin		6.5	1	2.36	0.59	4	4.57	3.5	1	5.78	2.66	4	1	2.11
Grodbar.sin		7.08	1	2.4	0.5	4.79	4	3.4	1	4	4.5	5	1	2
Mklar.sin		6.82	1	1.8	0.4	4.6	3	2.25	1	3.5	3	4	1	2
Mkhatir.sin		5.26	1	2.4	0.5	4.79	3.9	3.3	1	4.5	4.2	4	1	2.25
Mgadok.sin		5.69	1	1.81	0.39	4.66	3.36	2.36	1	3.81	3.57	3.75	0	2
Mdoab.sin		5.47	1	2.27	0.45	5.1	3.5	2.75	2	5	4.66	4	0	2
gkhrsn.sin	2	5.58	1	1.96	0.38	5.18	3.2	2.2	2	4.2	3.8	3	0	2
gtonel.sin		4.85	1	2.4	0.65	3.68	4	3	2	5	4.5	4.5	1	2
gnishk.sin		6.4	1	2	0.4	5	3	2	1	4	4			
Mchlus.sin	2	5.17	1	2.1	0.57	3.65	4.5	4	1	5.5	4.5	5	1	2
Mhasn.sin		4.82	0	2.32	0.48	4.84	3.6	3	1	3.6				
gkhorsn.sin	2.5	5.78	1	2	0.41	4.8	3.33	3	0	4	4.66	5	1	2
g1yey.sin	0.5	5.85	1	2.38	0.58	4.1	4.33	3.5	1	6	4.66	5	0	2
g2yey.sin	2	6.46	1	2.5	0.57	4.39	4.5	3.62	1	4	4.8	5	0	2
gzrin.sin		5.35	1	2.3	0.45	5.15	4	2.5	1	4				
gglstn.sin		4.52	1	2.05	0.45	4.6	3.25	3	1	3.75	3.5	5	0	2
Atabriz.sin		8.8	1	3.2	0.6	5.33	3	3	1	5	4	5	0	2
zanjan.sin		7.35	0	3.45	0.65	5.3	4.5	4.5	1	5	3	4	0	2
gkhosh.sin	1.5	3.78	1	2.12	0.58	3.86	4.6	4.2	0	6.6	6.6			
gdrekatol.sin		2.8	1	2.5	0.6	4.16	5	4	1	8	5			
gramian.sin		6	1	3.6	0.8	4.5	6	6	1	5	5	4	0	2
g.khald.ira		5.7	0	1.46	0.46	3.15	4.33	2.66	1	3.33	5	3.66	0	2
Mdoab.ira		4.2	1	1.75	0.5	3.5	4.5	3	1	5.5	4	4	0	2
g.khrsn.ira	2	4.85	1	1.67	0.5	3.38	3.85	3.28	2	4.42	3.71			
Mkojur.ira		4	1	1.35	0.4	3.37	4	2.5	1	3.5	4	5	1	2
mvali.ira	0.5	3.72	1	1.7	0.4	4.24	4	2.25	1	3.25	4	5	1	2
Mkinch.ira	1	5.96	1	1.43	0.4	3.58	3.33	2	1	3	4	5	1	2
Mhasn.ira	1	4.25	1	2.22	0.67	3.32	5	3.75	2	4.25	3.5	5	1	2
Mgland.ira		4.32	1	1.3	0.42	3.09	3.75	2.25	1	2.25	3.75	4	0	2
gziart.ira		5.5	1	2.4	0.8	3	6	4	1	5				
gkhald.ira	1	6.1	2	1.41	0.47	3.04	3.71	2.42	1	3.85	4.85			
Mkojur.ira			0	1.8	0.4	4.5	4	2	2	5	5			
sulgerd.ira		4	1	2.2	0.9	2.4	6	5	1	3	5	5	0	2
khbojnord.ira		6.35	1	1.25	0.4	3.12	4	2	1	3	4			
Mmirud.spa	2	5.14	1	3.41	1.18	2.95	8	7.57	0	9.85	5	5	2	2
Mmirrud.spa	2	4.75	1	2.2	0.7	3.12	5.5	5.5	0	10	5			
Mnkojur.cat			0	4.5	3	1.5	24	25	2	20		7	2	3
Grjanat.cat			0	3.8	3.1	1.22	26	26	3	15				
Mnoshhr.cat			0	3.5	2.5	1.49	16.5	18	2	12.5		6	2	3
Ghrijan.cat			0	3.5	3	1.16	25	23	2	10				
ggaz.cat			0	4.4	2.46	1.78	22	17.66	2	19	7.33	6.66	2	3
g4bagh.cat		1	0	6.4	3.6	1.77	29	27	2	30	8	6	2	2
Mtonkaton.cat		1.5	0	4.7	4.2	1.11	40	33	2	30	6	6	2	2
Meshke.cau			0	3.3	1.9	1.7	15	12	2	14		6	2	3
Mchkand.cau			0	3.5	2.8	1.25	24	24	2	15				
gkordkuy.cau			0	4.55	3.15	1.43	25	23	2	19	6.5	6.5	2	3

نتایج

به منظور بررسی الگوی روابط بین آرایه‌ها و گروه‌بندی آنها با توجه به صفت‌های ریخت‌شناختی از مطالعه تاکسونومی عددی استفاده شد. پیش از تجزیه و تحلیل، میانگین صفت‌های افراد یک جمعیت محاسبه شد (صفت‌های کمی مستقیماً اندازه‌گیری شدند و صفت‌های کیفی کدبندی شدند و میانگین بر حسب بیشترین تکرار کد در هر یک از جمعیت‌ها در نظر گرفته شد). با توجه به وجود دو نوع صفت کیفی و کمی، ابتدا داده‌ها در این آزمون استاندارد شدند؛ به این منظور، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین چندگانه با آزمون دانکن انجام و سپس ماتریس همبستگی برای آنها محاسبه شد. در مرحله بعد، به منظور تأیید گروه‌بندی حاصل از PCA، تجزیه و تحلیل خوشه‌ای و تجزیه و تحلیل تشخیص تابع به روش Ward برای جمعیت‌های مختلف با نرم‌افزار SPSS انجام شد.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین

نتایج تجزیه واریانس بر اساس کل صفت‌های مطالعه شده نشان دادند تفاوت معناداری در سطح احتمال ۹۹ درصد ($P < 0/01$) بین فروگونه‌ها وجود دارد. صفت‌های شکل رویشی، رنگ شاخه مسن، نوع

گل، شکل میوه، طول دمگل و ارتفاع درختچه بین گونه‌ها تفاوت معناداری نشان ندادند. صفت‌های تراکم کرک شاخه جوان، تراکم کرک شاخه مسن و رنگ میوه در سطح احتمال ۹۵ درصد ($P < 0/05$) و سایر صفت‌ها در سطح احتمال ۹۹ درصد ($P < 0/01$) معنادار بودند (جدول‌های ۶، ۷ و ۸).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد آرایه‌های فروگونه‌ای از نظر برخی صفت‌های کیفی (برای نمونه، صفت رنگ میوه) در دو زیرمجموعه a و b قرار می‌گیرند؛ به طوری که آرایه‌های فروگونه‌ای در زیرمجموعه a و *Rh. × spathulifolia* در زیرمجموعه b قرار می‌گیرد. از نظر صفت حالت شاخه، حاشیه پهنک و قاعده پهنک، آرایه‌های فروگونه‌ای *Rh. pallasii* در زیرمجموعه a و اریته *Rh. cathartica* در زیرمجموعه b قرار می‌گیرد. از نظر صفت کمی نسبت طول به عرض برگ، *Rh. pallasii* subsp. *pallasii* بیشترین میزان و دو اریته *Rh. cathartica* و *Rh. × spathulifolia* کمترین میزان را دارند. در صفت طول دمبرگ، دو اریته *Rh. cathartica* و *Rh. × spathulifolia* بیشترین و *Rh. pallasii* subsp. *iranica* کمترین مقدار را دارند.

جدول ۶- مقایسه صفت‌ها بر اساس آزمون دانکن

F	مقدار	آماره
۰/۰۱۱**	۱/۰۰۰	ضریب پیلایس (Pillais Trace)
۱/۴۹۲**	۰/۰۰۰	ویکز لامبدا (Wilks Lambda)
۱/۴۹۲**	۲/۰۶۰	ضریب هوتلینگ (Hotelling Trace)
۱/۴۹۲**	۲/۰۶۰	رویز لارجست روت (Roys Largest Root)

** اختلاف معنادار در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس صفت‌های بررسی شده در گونه‌های مختلف

میانگین مربعات											
منابع تغییرات	درجه آزادی	شکل رویشی	حالت شاخه	رنگ شاخه جوان	تراکم شاخه جوان	رنگ کرک	تراکم کرک	رنگ شاخه مسن	شیوه خروج برگ	شکل پهنک برگ	حاشیه پهنک
گونه	۵	۰/۰۵۲ ^{ns}	۸/۱۸۲**	۹۰/۸۷۳**	۶/۴۰۱*	۴/۳۴۲ ^{ns}	۳/۵۲۰*	۸/۱۸۲**	۷۷/۳۴۵**	۸/۱۸۲**	۸/۱۸۲**
خطا	۴۹	۱/۸۷۵	۱/۶۰۲	۳۹/۵۶۳	۲۰/۵۸۱	۴۳/۳۶۷	۱۴/۰۰۷	۱/۶۰۲	۱/۷۷۵	۱/۶۰۲	۱/۶۰۲

میانگین مربعات											
منابع تغییرات	درجه آزادی	نوک پهنک	پوشش کرک	پوشش کرک	پوشش رگرگ	پوشش رگرگ	پوشش رگرگ	پوشش رگرگ	پوشش رگرگ	پوشش رگرگ	نوع گل
گونه	۵	۳۷/۲۹۹**	۸/۱۸۲**	۵۳/۹۹۹**	۵۵/۲۲۰**	۳۷/۸۷۷**	۳۵/۳۲۸**	۲۴/۲۷۵**	۱۸/۷۲۳**	۰/۰۵۹ ^{ns}	۰/۰۹۲۳
خطا	۴۹	۳/۴۲۹	۱/۶۰۲	۲۱/۷۴۶	۲۶/۸۸۹	۲۴/۹۶۰	۳۲/۰۵۴	۲۱/۹۰۷	۱۵/۲۷۷	۰/۹۲۳	۰/۹۲۳

میانگین مربعات										
منابع تغییرات	درجه آزادی	شکل میوه	رنگ میوه	رنگ دانه	ارتفاع درختچه	اندازه خار	تراکم خار	طول برگ	عرض برگ	نسبت طول به عرض برگ
گونه	۵	۱۱/۳۶۹ ^{ns}	۱/۹۲۷*	۷/۵۲۷**	۲/۲۳۳ ^{ns}	۶۹/۴۸۲**	۶/۶۲۱**	۴۰/۱۸۱**	۵۰/۳۶۱**	۲۰۶/۸۹۰**
خطا	۴۹	۷۵/۴۳۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱۶/۸۰۴	۱۲۸/۲۵۴	۶/۲۸۸	۱۷/۹۷۶	۳/۸۴۲	۱۶/۱۹۰

میانگین مربعات										
منابع تغییرات	درجه آزادی	عرض برگ	عرض برگ	عرض برگ	تعداد رگرگ	طول دمبرگ	طول دمگل	عرض میوه	تعداد دانه	عرض دانه
گونه	۵	۳۵۶۵/۰۳۴**	۳۲۴۵/۲۰۱**	۱۱/۸۱۰**	۱۶۳۲/۲۰۴**	۱۰/۲۴۹ ^{ns}	۲۷/۸۰۳**	۱۵/۰۵۹**	۴/۳۳۶**	۴/۳۳۶**
خطا	۴۹	۴۰۶/۴۱۳	۲۹۵/۵۸۸	۱۰/۱۱۷	۴۴۷/۵۴۹	۶۹/۹۱۹	۲۰/۵۱۵	۱۳/۰۴۹	۱/۸۶۹	۱/۸۶۹

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنادار، معنادار در سطح ۱ درصد و معنادار ۵ درصد

جدول ۸- نتایج مقایسه‌های چندگانه صفت‌های بررسی شده با استفاده از آزمون دانکن

نام گونه	شکل رویشی	حالت شاخه	رنگ شاخه جوان	تراکم کرک شاخه جوان	رنگ شاخه مسن	تراکم کرک شاخه مسن	شیوه خروج برگ	شکل پهنک	حاشیه پهنک	نوک پهنک	قاعده پهنک
<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>pallasii</i>	۰/۰۰ا	۰/۰۰ا	۱/۱۱ا	۱/۵۶a-b-c	۱/۵۶a	۰/۳۳a-b	۰/۰۰ا	۰/۰۰ا	۰/۰۰ا	۳/۰۰d	۰/۰۰ا
<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>sintensisii</i>	۰/۰۵ا	۰/۰۰ا	۱/۷۶ا	۱/۷۶b-c	۱/۳۸ا	۰/۴۸a-b	۰/۰۰ا	۲/۶۷c	۰/۰۰ا	۲/۰۰c	۰/۰۰ا
<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>iranica</i>	۰/۰۸ا	۰/۰۰ا	۱/۶۹ا	۱/۸۵b-c	۱/۱۵ا	۰/۶۹a-b	۰/۰۰ا	۱/۰۰b	۰/۰۰ا	۱/۰۰b	۰/۰۰ا
<i>Rh. × spathulifolia</i>	۰/۰۰ا	۰/۰۰ا	۶/۰۰c	۱/۰۰a-b	۱/۵۰ا	۱/۰۰b	۰/۰۰ا	۴/۰۰d	۰/۰۰ا	۰/۰۰ا	۰/۰۰ا
<i>Rh. cathartica</i> var. <i>cathartica</i>	۰/۰۰ا	۱/۰۰b	۴/۲۹b	۰/۸۶a	۲/۰۰ا	۰/۰۰ا	۱/۰۰b	۶/۰۰e	۱/۰۰b	۰/۷۱b	۱/۰۰b
<i>Rh. cathartica</i> var. <i>caucasica</i>	۰/۰۰ا	۱/۰۰b	۴/۳۳b	۲/۰۰c	۲/۰۰ا	۰/۰۰ا	۱/۰۰b	۶/۰۰e	۱/۰۰b	۱/۰۰b	۱/۰۰b

نام گونه	کرک سطح بالایی	کرک سطح زیری	پوشش سطح بالایی	پوشش سطح زیری	رنگ کرک	رنگ میوه	شکل میوه	نوع گل	پوشش دمگل	پوشش دمبرگ	پوشش سطح	رگبرگ	پوشش سطح	پوشش بالایی	پوشش زیری	ارتفاع درختچه (متر)	اندازه خار (سانتی متر)
<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>pallasii</i>	۰/۸۹a-b	۰/۸۹a	۲/۰۰b	۱/۵۶a-b	۳/۲۲b	۱/۲۲b	۲/۰۰ا	۱/۴۴a	۱/۰۰a	۱/۰۰b	۲/۱۷a	۶/۵۹b-c	۲/۱۷a	۱/۰۰b	۰/۰۰a	۲/۱۷a	۶/۵۹b-c
<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>sintensisii</i>	۱/۰۰b	۰/۸۶a	۲/۱۰b	۲/۳۳b-c	۳/۱۴b	۱/۰۵b	۲/۰۰ا	۰/۷۱a	۱/۰۵b	۳/۱۴b	۲/۳۳b-c	۲/۱۰b	۰/۸۶a	۱/۰۰b	۱/۸۱a	۵/۷۳a-b	۱/۸۱a
<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>iranica</i>	۳/۰۰c	۳/۰۰c	۳/۳۱c	۳/۲۲c	۳/۹۲b	۱/۹۲a	۱/۰۸a	۱/۹۲a	۱/۶۹b	۳/۹۲b	۳/۲۲c	۳/۳۱c	۳/۰۰c	۳/۰۰c	۱/۵۴a	۴/۸۸a-b	۱/۵۴a
<i>Rh. × spathulifolia</i>	۰/۰۰ا	۰/۰۰ا	۱/۰۰ا	۱/۰۰ا	۲/۰۰ا	۰/۰۰ا	۲/۰۰ا	۰/۰۰ا	۲/۰۰ا	۲/۰۰ا	۱/۰۰ا	۱/۰۰ا	۰/۰۰ا	۰/۰۰ا	۲/۰۰ا	۴/۹۴a-b	۲/۰۰ا
<i>Rh. cathartica</i> var. <i>cathartica</i>	۰/۱۴a-b	۰/۲۹a	۰/۵۷a	۰/۸۶a	۱/۸۶a	۰/۰۰ا	۲/۰۰ا	۰/۰۰ا	۰/۰۰ا	۱/۸۶a	۰/۸۶a	۰/۵۷a	۰/۲۹a	۰/۱۴a-b	۱/۷۵a	۳/۵۷a	۱/۷۵a
<i>Rh. cathartica</i> var. <i>caucasica</i>	۱/۰۰b	۲/۰۰b	۲/۳۳b	۳/۰۰c	۴/۰۰b	۰/۰۰ا	۲/۰۰ا	۰/۰۰ا	۴/۰۰b	۳/۰۰c	۲/۳۳b	۲/۰۰b	۱/۰۰b	۱/۰۰b	۱/۷۳۳a	۸/۴۵c	۱/۷۳۳a

نام گونه	تراکم خار	طول برگ (سانتی متر)	عرض برگ (سانتی متر)	نسبت طول به عرض برگ (سانتی متر)	عرض ۱/۳ برگ (میلی متر)	عرض ۲/۳ برگ (میلی متر)	تعداد رگبرگ	طول دمگل (میلی متر)	عرض دمگل (میلی متر)	تعداد عرض دانه (میلی متر)
<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>pallasii</i>	۰/۷۸b	۳/۰۲b-c	۰/۳۹a	۷/۷۸d	۲/۹۵a	۲/۵۹a	۱/۰۰b	۴/۸۰a	۴/۷۶a	۲/۰۸a
<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>sintensisii</i>	۰/۹۰b	۲/۳۷a-b	۰/۵۲a	۴/۵۹c	۳/۹۵a	۳/۲۸a	۱/۰۵b	۴/۷۷a	۴/۱۸a	۲/۰۲a
<i>Rh. pallasii</i> subsp. <i>iranica</i>	۰/۹۲b	۱/۶۸a	۰/۵۱a	۳/۳۶b	۴/۳۴a	۲/۸۵a	۱/۲۳b	۳/۷۹a	۴/۲۸a	۱/۹۸a
<i>Rh. × spathulifolia</i>	۱/۰۰b	۲/۸۰b	۰/۹۴b	۳/۰۳b	۶/۷۵a	۶/۵۳b	۰/۰۰a	۹/۹۲b	۵/۰۰a	۲/۰۸a
<i>Rh. cathartica</i> var. <i>cathartica</i>	۰/۰۰ا	۴/۴۰d	۳/۱۲d	۱/۴۳a	۲۶/۰۷c	۲۴/۲۳d	۲/۱۴c	۱۹/۵۰c	۵/۲۳a	۲/۶۶b
<i>Rh. cathartica</i> var. <i>caucasica</i>	۰/۰۰ا	۳/۷۸acd	۲/۶۱c	۱/۴۶a	۲۱/۳۳b	۱۹/۶۶c	۲/۰۰c	۱۶/۰۰c	۵/۴۵a	۲/۹۲c

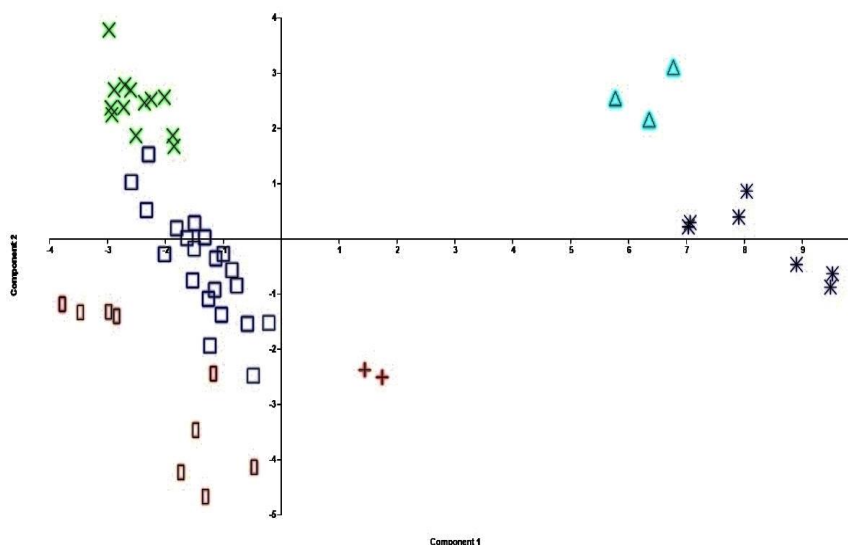
نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA)

به منظور تعیین مؤثرترین صفت‌های ریخت‌شناسی در ایجاد تمایز بین جمعیت‌های مطالعه‌شده آرایه‌های فروگونه‌ای دو گونه مطالعه‌شده، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) انجام شد. جدول (۹) نتایج مقادیر ویژه و واریانس حاصل را برای هر مؤلفه نشان می‌دهد. پنج مؤلفه اول حدود ۷۲/۱۵ درصد واریانس‌ها را به خود اختصاص می‌دهند؛ به طوری که، سهم فاکتور اول ۴۲/۶۷ درصد، فاکتور دوم ۱۲/۱۱ درصد، فاکتور سوم ۸/۱۱ درصد، فاکتور چهارم ۴/۸۳ درصد و فاکتور پنجم ۴/۴۲ درصد است. در تشکیل مؤلفه اول، صفت‌هایی از جمله حالت شاخه، رنگ شاخه جوان، تراکم کرک شاخه جوان، رنگ شاخه مسن، شیوه خروج برگ، شکل پهنک برگ، حاشیه پهنک، قاعده پهنک، پوشش رگبرگ سطح بالایی، پوشش دمگل، تراکم خار، طول برگ، عرض برگ، نسبت طول به

عرض برگ، عرض ۱/۳ برگ، عرض ۲/۳ برگ، تعداد رگبرگ، طول دمبرگ، عرض میوه، تعداد دانه و عرض دانه اهمیت بیشتری را در مقایسه با سایر صفت‌ها نشان می‌دهند. در فاکتور دوم، صفت‌های نوک پهنک، پوشش کرک سطح بالایی، پوشش کرک سطح زیری، پوشش رگبرگ سطح زیری، پوشش دمبرگ و در فاکتور سوم، صفت‌های تراکم کرک شاخه مسن، رنگ میوه و رنگ دانه بیشترین سهم را در بین واریانس‌ها دارند. در فاکتور چهارم، صفت‌های نوع گل، شکل میوه، طول دمگل و در مؤلفه پنجم، شکل رویشی، ارتفاع درختچه و اندازه خار بیشترین سهم را بین واریانس‌ها دارند؛ همچنین در نمودار پراکنش جمعیت‌ها، حاصل از تجزیه PCA بر اساس دو مؤلفه اول، پنج گروه عمده تشخیص داده می‌شود (شکل ۱).

جدول ۹- مقادیر ویژه و درصد تبیین واریانس هر یک از محورها

مقادیر ویژه اولیه			
مؤلفه	مقدار ویژه	درصد واریانس توجیحی	درصد واریانس تجمعی
۱	۱۵/۳۶	۴۲/۶۷	۴۲/۶۷
۲	۴/۳۶	۱۲/۱۱	۵۴/۷۸
۳	۲/۹۲	۸/۱۱	۶۲/۸۹
۴	۱/۷۴	۴/۸۳	۶۷/۷۳
۵	۱/۵۹	۴/۴۲	۷۲/۱۵



شکل ۱- نمودار پراکنش جمعیت‌های گونه‌های مطالعه‌شده در فضای محور مختصات بر اساس دو مؤلفه اول حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی؛ مستطیل: *Rh. pallasii* subsp. *pallasii*، مربع: *Rh. pallasii* subsp. *sintenisii*، ضربدر: *Rh. pallasii* subsp. *iranica*، مثبت: *Rh. × spathulifolia*، ستاره: *Rh. cathartica* var. *cathartica*، مثلث: *Rh. cathartica* var. *caucasica*

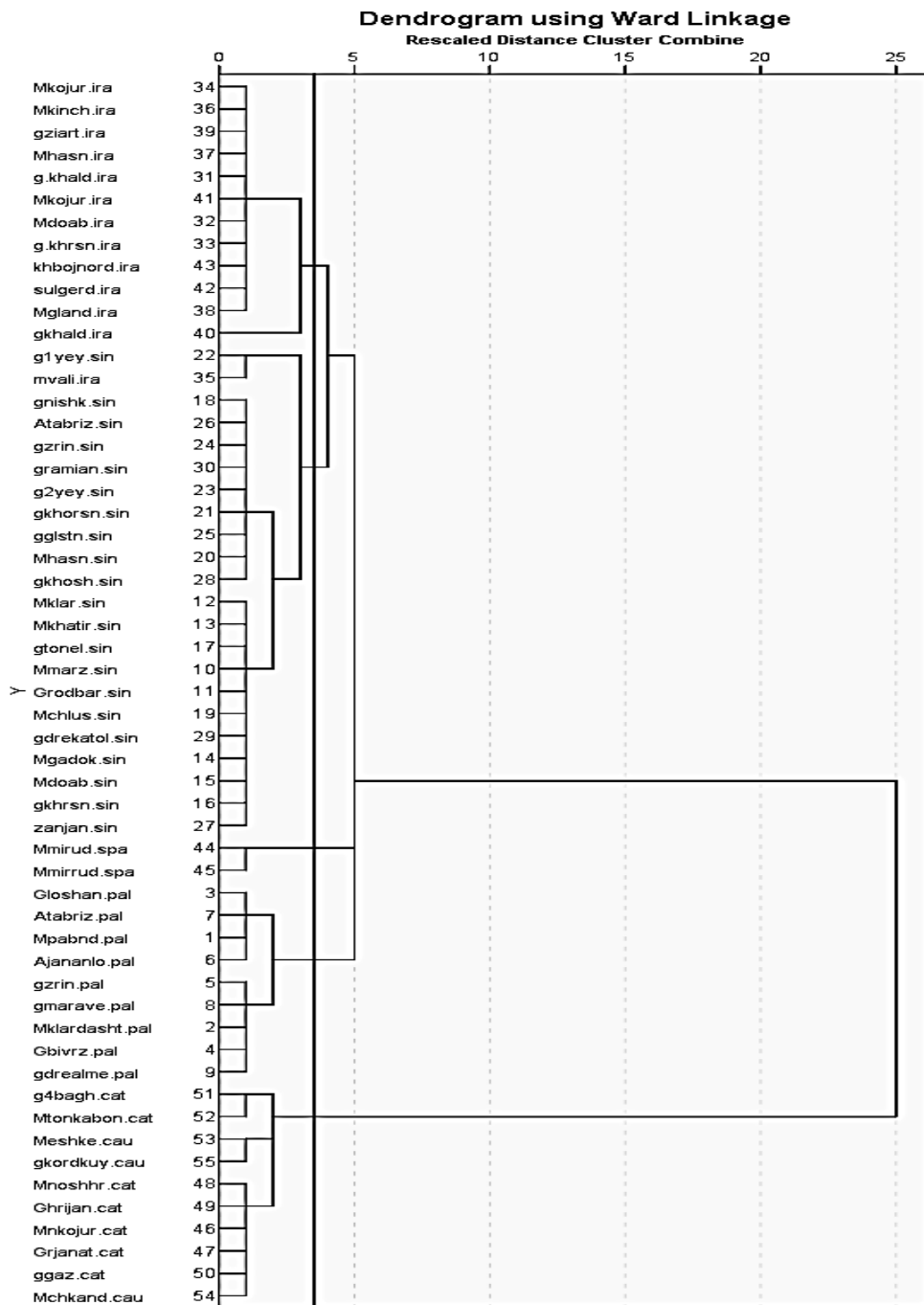
رویشی، شکل پهنک برگ، نوک پهنک، پوشش کرک سطح بالایی و پوشش رگبرگ سطح بالایی و صفت کمی نسبت طول به عرض برگ بیشترین مقدار و ارزش را دارند. گروه سوم شامل جمعیت *Rh. × spathulifolia* است که از نظر صفت‌های کیفی رنگ شاخه جوان، تراکم کرک شاخه مسن، شکل پهنک برگ، نوک پهنک، پوشش کرک سطح بالایی، پوشش رگبرگ سطح بالایی، پوشش رگبرگ سطح زیری، پوشش دمبرگ، پوشش دمگل، شکل میوه، رنگ میوه و صفت‌های کمی عرض برگ، نسبت طول به عرض برگ، نسبت ۲/۳ عرض برگ، تعداد رگبرگ، طول دمبرگ و تعداد دانه از سایر گروه‌ها متمایز می‌شود. جمعیت‌های گروه چهارم شامل *Rh. pallasii* subsp. *pallasii* از نظر صفت‌های کیفی شکل پهنک برگ، نوک پهنک، رنگ دانه و صفت‌های کمی طول برگ، عرض برگ و نسبت طول به عرض برگ بیشترین مقدار و ارزش را نسبت به سایر

تجزیه و تحلیل خوشه‌ای

جمعیت‌ها بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای بر مبنای تمام صفت‌های ریخت‌شناسی مطالعه‌شده به روش فواصل اقلیدسی Ward در پنج گروه مجزا جای می‌گیرند؛ الگوی مشابهی نیز در نمودار پراکنش حاصل از PCA مشاهده می‌شود. گروه اول شامل جمعیت‌های زیرگونه *Rh. pallasii* subsp. *iranica* است. جمعیت‌های گروه اول از نظر صفت‌های کیفی شکل پهنک برگ، نوک پهنک، پوشش کرک سطح بالایی، پوشش کرک سطح زیری، پوشش رگبرگ سطح بالایی، پوشش رگبرگ سطح زیری، پوشش دمبرگ، نوع گل و از نظر صفت‌های کمی طول برگ و نسبت طول به عرض برگ از سایر گروه‌ها متمایز می‌شوند. گروه دوم شامل جمعیت‌های زیرگونه *Rh. pallasii* subsp. *sintenisii* و یک جمعیت از زیرگونه *Rh. pallasii* subsp. *iranica* است. جمعیت‌های گروه دوم از نظر صفت‌های کیفی شکل

دمگل و صفت‌های کمی تراکم خار، طول برگ، عرض برگ، نسبت طول به عرض برگ، نسبت ۱/۳ عرض، نسبت ۲/۳ عرض برگ، تعداد رگبرگ، طول دمبرگ، عرض میوه، تعداد دانه و قطر دانه از سایر گروه‌ها متمایز می‌شوند (شکل ۲).

گروه‌ها دارند. جمعیت‌های گروه پنجم شامل واریته‌های گونه *Rh. cathartica* از نظر صفت‌های کیفی حالت شاخه، رنگ شاخه جوان، تراکم کرک شاخه مسن، شیوه خروج برگ، شکل پهنک برگ، حاشیه پهنک، نوک پهنک، قاعده پهنک، پوشش



شکل ۲- نمودار روابط بین گونه‌ای جنس *Rhamnus* حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward

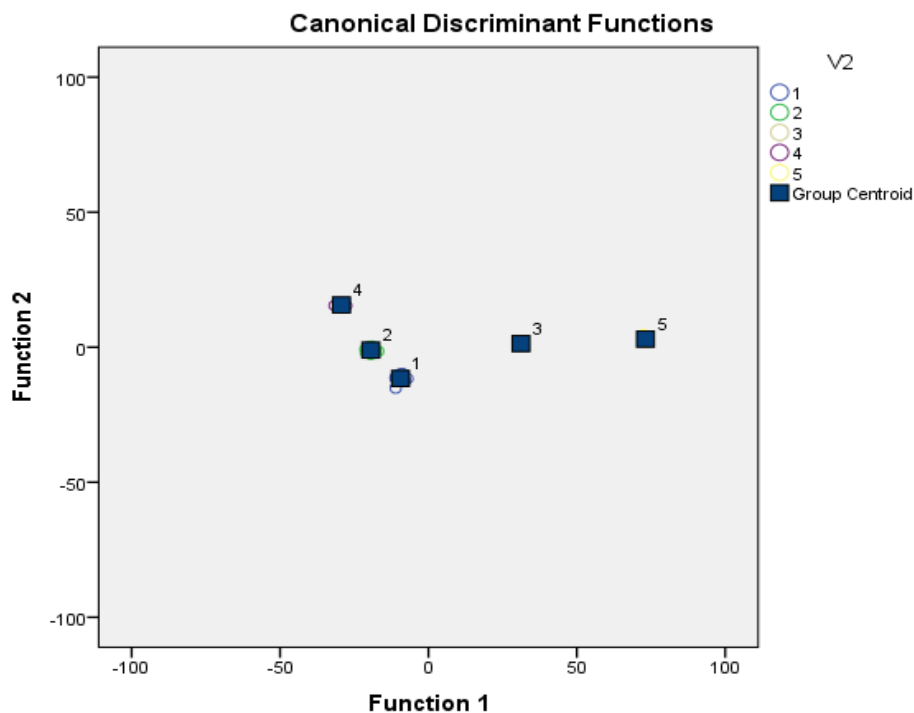
تابع تشخیص

آزمون تابع تشخیص برای آزمودن درستی نتایج تحلیل خوشه‌ای استفاده شد. در تحلیل خوشه‌ای بر مبنای تمام صفت‌ها، پنج گروه انتخاب شدند و نتایج تابع تشخیص آنها را تأیید کردند. سه تابع تشخیص میزان ۱۰۰ درصد از واریانس کل را تشکیل می‌دهند و با این سه تابع می‌توان زیرگونه‌ها را به گروه‌های مربوطه نسبت داد (جدول ۱۰).

جدول ۱۰- مقادیر ویژه و درصد تبیین واریانس هر یک از توابع

تابع	مقدار ویژه	درصد واریانس توجیحی	درصد واریانس جمععی
۱	۱۴۴۴/۱۹۳	۹۴/۱	۹۴/۱
۲	۸۱/۲۴۲	۵/۳	۹۹/۴
۳	۶/۵۵۸	۰/۴	۹۹/۸
۴	۳/۱۸۸	۰/۲	۱۰۰/۰

باتوجه به ضرایب استاندارد به دست آمده صفت‌ها، در توابع تشخیص اول و دوم می‌توان مقدار عددی هر آرایه را باتوجه به صفت‌های مربوط به آن به دست آورد؛ از مقایسه این مقدار با مقادیر ارائه شده برای هر گروه و تابع تشخیص می‌توان گونه یاد شده را به گروهی نسبت داد که کمترین فاصله را با آن داشته باشد تا قرابت گونه‌ها و زیرگونه‌های این بخش مشخص شود. باتوجه به ضرایب صفت‌ها در هر تابع به اهمیت نسبی هر صفت در تفکیک گروه‌ها پی برده می‌شود؛ صفت‌هایی از جمله شکل رویشی، رنگ شاخه جوان، شکل پهنک برگ، نوک پهنک، پوشش کرک سطح بالایی، پوشش کرک سطح زیری، پوشش کرک رگبرگ سطح بالایی و زیری، پوشش کرک دمبرگ، طول و عرض برگ، طول دمبرگ، رنگ میوه و رنگ دانه اهمیت بیشتری در تمایز بین گروه‌ها دارند (شکل ۳).



شکل ۳- نمودار پراکنش جمعیت‌های گونه‌های مطالعه شده در فضای محور مختصات بر اساس دو مؤلفه اول حاصل از تجزیه و تحلیل تابع تشخیص

نتایج و بحث

باتوجه به مشکلاتی که در کلید شناسایی و نیز معرفی هیبرید و تعداد آرایه‌های فروگونه‌ای متفاوت بین منابع موجود برای دو گونه *Rh. pallasii* و *Rh. cathartica* در ایران وجود داشت، ارائه رده‌بندی بهتر و حل مشکلات مرزبندی درست آرایه‌های فروگونه‌ای این دو گونه با مطالعه‌های بیشتر ضروری احساس شد؛ از این رو، تصمیم گرفته شد با بررسی جنبه‌های مختلف سیستماتیکی در پژوهش حاضر، تعداد دقیق آرایه‌های فروگونه‌ای دو گونه یادشده در شمال ایران مشخص شود.

Zielinski و Browicz (۱۹۷۷) در فلورا ایرانیکا، ۶ گونه و ۱ هیبرید از جنس *Rhamnus* را برای ایران معرفی کرده است؛ در حالی که Soufiyan و Dinarvand (۲۰۰۷) در فلور ایران، ۸ گونه و ۱ هیبرید را شرح داده‌اند؛ در این بین، ابهاماتی در زمینه وضعیت تاکسونومیکی آرایه‌های فروگونه‌ای دو گونه *Rh. pallasii* و *Rh. cathartica* وجود دارند. تقسیمات فروگونه‌ای گونه *Rh. pallasii* در مجموعه‌های فلور ایران و فلورا ایرانیکا بر اساس تنوع شکل و اندازه برگ‌ها و همچنین رنگ شاخه‌های مسن تشخیص داده شده‌اند؛ اما Mobayen (۱۹۹۵) معتقد است اختلاف‌های جزئی از جمله رنگ شاخه‌ها و برگ‌ها و اختلاف‌های ناچیز طول دم‌برگ ممکن است بین اندام‌های متعلق به یک زیرگونه نیز دیده شوند و بهتر بود سه زیرگونه *Rh. pallasii* subsp. *pallasii*، *Rh. pallasii* subsp. *sintensisii* و *Rh. pallasii* subsp. *iranica* با نام یک گونه شناخته می‌شدند.

تجزیه و تحلیل مورفومتریکی برای ارزیابی روابط فنتیکی میان گونه‌هایی که شباهت ریخت‌شناسی زیاد و

ارتباط نزدیک دارند، ابزار بسیار مناسبی است (Otieno et al., 2006). بر مبنای مطالعه‌های تاکسونومیکی ما و بر اساس تاکسونومی عددی، زیرگونه *Rh. pallasii* subsp. *iranica* از نظر برخی صفت‌های ریخت‌شناسی نظیر شکل پهنک قاشقی، نوک پهنک کند، پوشش کرکی متراکم در دو سطح برگ (به نسبت در سطح زیری بیشتر از سطح بالایی)، پوشش کرک فراوان در دم‌برگ و داشتن طول و عرض برگ کمتر نسبت به سایر زیرگونه‌ها متمایز می‌شود؛ همچنین از نظر صفت گل، دوجنسی (دارای مادگی و پرچم) است؛ هرچند در جمعیتی از خال‌دنبی، علاوه بر گل دوجنسی، گل تک‌جنس (فقط دارای مادگی) در دو پایه درختچه جدا مشاهده شد. این زیرگونه انحصاری ایران است و در فلور ایران و فلورا ایرانیکا از نظر صفت شکل برگ و اثرنیزه‌ای و به طول کمتر از پنج برابر عرض از سایر زیرگونه‌ها متمایز می‌شود که با مطالعه‌های ما همخوانی دارد.

زیرگونه *Rh. pallasii* subsp. *sintensisii* در فلور روسیه U.S.S.R. (شوروی سابق)، گونه‌ای مجزا (Shishkin and Bobrov, 1974) و در فلور ایران، زیرگونه‌ای از *Rh. pallasii* ذکر شده است. در پژوهش حاضر، زیرگونه *Rh. pallasii* subsp. *sintensisii* با داشتن شکل پهنک متنوع بیضوی تا نیزه‌ای و یا بیضوی تا قاشقی و به طول پنج برابر عرض برگ از زیرگونه‌های دیگر مجزا شد؛ این ویژگی در فلور ایران و فلورا ایرانیکا، صفت متمایزکننده زیرگونه‌ها ذکر شده است. این زیرگونه در فلور روسیه U.S.S.R. (شوروی سابق) بر اساس ویژگی شکل برگ قاشقی یا سرنیزه‌ای به طول ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر، عرض ۴ تا ۵ میلی‌متر، نوک کند یا گرد، بدون کرک یا با

یا خطی - نیزه‌ای، گاهی به ندرت قاشقی، به طول ۱/۵ تا ۶ سانتی‌متر، عرض ۱/۵ تا ۶ میلی‌متر و دانه متقارن و براق به عنوان گونه‌ای متمایز از سایر گونه‌ها ذکر شده است که با مطالعه‌های ما مغایرت دارد.

نتایج بررسی‌های ریخت‌شناسی با دیدگاه جمعیتی و تأکید بر صفت‌های مربوط به برگ‌ها در این آرایه‌ها با طبقه‌بندی فلور ایران و فلورا ایرانیکا مطابقت دارند و وجود سه زیرگونه *Rh. pallasii* subsp. *pallasii*، *Rh. pallasii* subsp. *sintenisii* و *Rh. pallasii* subsp. *iranica* را براساس شکل پهنک و اندازه برگ تأیید می‌کنند؛ اما از نظر صفت رنگ شاخه مسن از هم تفکیک نمی‌شوند و ممکن است این صفت در افراد مختلف یک جمعیت متفاوت باشد و صفت متمایز کننده زیرگونه‌ها محسوب نمی‌شود.

Rh. × spathulifolia در فلور روسیه و فلورا اورینتالیس (فلور شرق) گونه‌ای مجزا و در فلورا ایرانیکا و فلور ایران، هیبریدی بین دو گونه *Rh. cathartica* و *Rh. pallasii* معرفی شده است؛ اما نتایج مطالعه‌های ما نشان می‌دهند از نظر ساختار شکل رویشی و نوع برگ به گونه *Rh. pallasii* نزدیک است و شباهتی به گونه *Rh. cathartica* ندارد. *Rh. × spathulifolia* در صفت‌هایی مانند شکل پهنک برگ بیضوی پهن، سطح بالایی و زیری برگ بدون کرک، طول دمبرگ، رنگ شاخه جوان قهوه‌ای مایل به قرمز و رنگ قرمز میوه نارس و همچنین از نظر زیستگاه و جغرافیای محل پراکنش کاملاً از سایر آرایه‌های این جنس متمایز است. اعضای این جنس در ایران غالباً در ارتفاع ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متری و دامنه‌های استپی - خشک، پوشیده از بوته، مکان‌های سنگی یا شنی، کناره‌های جنگل، کنار رودخانه‌ها و نهرها و دامنه علفی مناطق کوهستانی

کرک‌های ریز، حاشیه دندانه‌ای با غده سیاه روی آن و دمبرگ به طول ۳ تا ۱۰ میلی‌متر به عنوان گونه معرفی شده است که با مطالعه‌های ما سازگار نیست. مطالعه‌های ما با طبقه‌بندی فلورا ایرانیکا و فلور ایران (Soufiyan and Dinarvand, 2007; Browicz and Zielinski, 1977) مطابقت دارند و این زیرگونه در حد زیرگونه تعریف می‌شود. Soufiyan و Dinarvand (۲۰۰۷) در فلور ایران، ارتفاع این زیرگونه را کمتر از دو زیرگونه دیگر و بیشتر آن را پخش و گسترده روی زمین دانسته‌اند؛ اما در مطالعه‌های ما، این زیرگونه بیشتر به شکل رویشی افراشته مشاهده شد؛ چنانچه در جمعیت خوش‌یلاق، شکل رویشی گسترده و شکل رویشی افراشته به ارتفاع حدود ۲ متر در دو سمت کوه وجود داشتند و اگرچه در یک سطح وجود داشتند، بیشتر آنها در فصل میوه‌دهی بدون میوه بودند؛ علاوه بر این، زیرگونه *Rh. pallasii* subsp. *iranica* در جمعیت گلندرود به علت داشتن صفت شکل رویشی گسترده بر اساس مطالعه‌های تاکسونومی در گروه زیرگونه *Rh. pallasii* subsp. *sintenisii* قرار گرفت و بنابراین از نظر این صفت، مخالف با فلور ایران و Soufiyan و Dinarvand (۲۰۰۷) است.

زیرگونه *Rh. pallasii* subsp. *pallasii* از نظر صفت‌های شکل پهنک خطی تا نیزه‌ای، رنگ دانه قهوه‌ای روشن و داشتن بیشترین نسبت طول به عرض برگ از سایر زیرگونه‌ها متمایز می‌شود. این زیرگونه در فلور ایران و فلورا ایرانیکا بر اساس صفت برگ خطی تا نیزه‌ای باریک و به طول بیش از شش برابر عرض از سایر زیرگونه‌ها متمایز می‌شود که با نتایج ما همخوانی دارد؛ در فلور روسیه با ویژگی‌های برگ‌های گروهی، با کرک‌های ریز یا تقریباً بدون کرک، خطی

نوک تیز کوتاه، نوک کند، با سه جفت رگبرگ جانبی، بدون کرک یا کرک کم در هر دو سطح و بیشتر در سطح زیری برگ، قاعده برگ گوه‌ای یا گرد، دم‌برگ به طول ۱ تا ۲ سانتی‌متر، میوه کروی با ۳ یا ۴ هسته و دانه تخم‌مرغی شکل صفت‌های متمایزکننده این گونه از سایر گونه‌ها ذکر شده‌اند؛ همچنین در قفقاز معمولاً به شکل نابالغ با عنوان *var. caucasica* توصیف شده است که به شکل معمولی بدون کرک وجود دارد، ولی در آسیای مرکزی به شکل درشت‌برگ و با دم‌برگ طویل‌تر کاملاً رایج است (Shishkin and Bobrov, 1974). متأسفانه گونه *Rh. cathartica* با توجه به محل پراکنشی که در فلورها ذکر شده است، طی جمع‌آوری‌های مختلف در شمال ایران یافت نشد و از نمونه‌های هرباریومی شمال کشور (۱۰ جمعیت) و از هر جمعیت ۳ تکرار برای مطالعه استفاده شد. طبق بررسی انجام‌شده، دو وارسته مشابهت‌های ریخت‌شناسی بسیاری با یکدیگر دارند و اگرچه تفاوت در تراکم کرک دو وارسته طبق فلور ایران و فلورا ایرانیکا تأیید می‌شود، می‌توان بیان کرد تراکم ناچیز کرک مشاهده‌شده در صفت‌های ریختی برگ، صفت ناپایداری در راستای سازگاری به شرایط محیطی، اکولوژیک و رویشگاه است؛ از این رو، به منظور اطمینان از میزان جدایی تاکسونومیکی آرایه‌های مطالعه‌شده به داده‌های دیگری نیز نیاز است و پیشنهاد می‌شود مطالعه‌های مولکولی به منظور تفکیک دقیق‌تر دو وارسته مدنظر گیاهشناسان قرار گیرند؛ در این راستا، علاوه بر بررسی ریخت‌سنجی در پژوهش حاضر، مطالعه‌های جامع بیوسستماتیکی با توجه به ویژگی‌های ریخت‌شناسی، تشریحی، سلول‌شناسی و ... انجام شدند و اختلاف‌ها و شباهت‌های صفت‌های مربوط به اپیدرم

گسترش دارند و *Rh. × spathulifolia* تنها آرایه‌ایست که در نزدیکی سواحل دریای خزر و تپه‌های ماسه‌ای و ساحلی و ارتفاع کمتری از سطح دریا‌های آزاد پراکنش دارد و از سایر گونه‌ها متمایز و طبق فلور روسیه به عنوان گونه تعریف می‌شود. *Rh. × spathulifolia* در فلور روسیه، از نظر شیوه رشد و دانه حدواسط دو گونه *R. pallasii* و *Rh. cathartica* ذکر شده است و بر اساس صفت برگ گروهی یا متناوب، شکل پهنک بیضوی تا سرنیزه‌ای با ۲/۵ تا ۷ سانتی‌متر طول، ۰/۸ تا ۲ سانتی‌متر عرض، نوک تیز یا نوک کند و طول دم‌برگ ۱/۵ سانتی‌متر گونه‌ای مجزا معرفی شده است.

صفت کیفی شکل پهنک برگ در کلید شناسایی و شرح گونه فلور ایران نیز مهم‌ترین صفت متمایزکننده بین زیرگونه‌ها ذکر شده است.

طبق مطالعه‌های تاکسونومیکی انجام‌شده، جمعیت‌های وارسته‌های *Rh. cathartica var. cathartica* و *Rh. cathartica var. caucasica* بر اساس صفت‌های ریخت‌شناسی بسیار مشابه از جمله شاخه‌های متقابل، برگ‌های متقابل، شکل پهنک برگ بیضوی تا واژتخم‌مرغی و یا دایره‌ای، کم‌ویش بودن کرک‌ها، قطر میوه و دانه در یک گروه جای می‌گیرند. در فلور ایران و فلورا ایرانیکا، *var. cathartica* بر اساس ویژگی برگ‌ها، دم‌برگ‌ها و شاخه‌های جوان بدون کرک یا تقریباً کمی کرک‌دار و *var. caucasica* بر اساس ویژگی برگ‌ها به‌ویژه برگ‌های پایینی کرک‌دار، دم‌برگ‌ها و شاخه‌های جوان با کرک‌های بادوام از هم تفکیک می‌شوند. در فلور روسیه، برگ‌های بیضوی مدور یا بیضوی، با ۳(۲) تا ۵(۶) سانتی‌متر طول و ۱/۵(۱/۲) تا ۳(۴) سانتی‌متر عرض،

شکافته.....*Rh. pallasii*

– برگ‌ها بیضوی تا دایره‌ای، حداکثر به طول ۱/۵ برابر عرض.....۴

۴. برگ‌ها به طول بیش از ۲۰ میلی‌متر، شیار دانه در بالا و پایین وسیع شده.....*Rh. kurdica*

– برگ‌ها کوچک، به طول حداکثر ۲۰ میلی‌متر، شیار دانه به‌طور نامنظم شکافته شده.....۵

۵. برگ‌ها با حاشیه صاف یا با دندانه‌های کم و پراکنده.....۶

– برگ‌ها با حاشیه دندانه‌دار.....۷

۶– برگ‌ها بیضوی تا دایره‌ای با نوک کند، در حاشیه صاف یا کمی دندانه‌دار، رگبرگ‌ها نامشخص، میوه قهوه‌ای و در رسیدگی کامل قرمز، شیار دانه نامنظم و با شکاف وسیع.....*Rh. persica*

– برگ‌ها بیضوی با نوک تیز، در حاشیه صاف تا کمی دندانه‌دار، رگبرگ‌ها برجسته و گاهی قهوه‌ای تا ارغوانی‌رنگ، میوه سیاه قرمز تا زرد.....*Rh. oleoides*

۷. برگ‌ها بیضوی، نوک گرد با حاشیه‌های دندانه‌ای ریز و نامشخص، در هر دو سطح کمی کرکی.....*Rh. prostrata*

– برگ‌ها بیضوی تا قلبی، نوک تیز، با حاشیه دندانه‌ای ریز منظم، در هر دو سطح به‌شدت کرکی.....*Rh. minuta*

کلید شناسایی آرایه‌های فروگونه‌ای دو گونه *Rh. cathartica* و *Rh. pallasii* در شمال ایران

۱. شاخه‌ها متقابل، برگ‌ها ساده متقابل، شکل پهنک برگ تخم‌مرغی یا بیضوی پهن و گاهی دایره‌ای، به

و سطح مقطع دمبرگ در آرایه‌های فروگونه‌ای این دو گونه مشاهده شدند که همراه با صفت‌های دیگر در حل وضعیت این آرایه‌ها و مرزبندی بین آنها مؤثر هستند (Mahdiyani et al., 2016)؛ ازسویی، به‌کارگیری روش‌های ریزریختارشناسی به‌ویژه مطالعه‌های الکترومیکروسکوپی دانه گرده کمک مؤثری در راستای تأیید تشابه‌ها و اختلاف‌های درون‌گونه‌ای دو گونه به شمار می‌رود (Sattarian et al., 2017).

درنهایت، کلید شناسایی دو گونه بررسی شده در شمال ایران بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر ارائه شد.

کلید شناسایی سرده *Rhamnus* مطابق با فلور ایران

۱. درختچه‌ای بدون خار، برگ‌ها همگی متناوب با دندانه‌های ریز نامنظم، گل‌ها در گروه‌های چهارتایی یا بیشتر، کاسبرگ‌ها باقیمانده روی میوه.....*Rh. cornifolia*

– درختچه‌ای خاردار، برگ‌ها متناوب یا متقابل، روی شاخه‌های کوتاه گروهی، کاسبرگ‌ها روی میوه باقی نمی‌مانند.....۲

۲. برگ‌ها به طول ۳ تا ۹ و عرض ۱/۵ تا ۵ سانتی‌متر، پهنک تخم‌مرغی یا واژتخم‌مرغی، در حاشیه با دندانه‌های ریز، دانه با شیار باریک یا بسته.....*Rh. cathartica*

– برگ‌ها کوچک‌تر، پهنک نیزه‌ای باریک تا تخم‌مرغی یا گرد، در حاشیه دندانه‌ای، دانه با شیار وسیع.....۳

۳. برگ‌ها خطی تا واژنیزه‌ای و یا تخم‌مرغی تا بیضوی کشیده، به طول حداقل ۲/۵ برابر عرض، دانه با شیار

Rhamnus ۸ میلی‌متر، با کرک کم تراکم
pallasii subsp. *sintenisii*
 - رأس برگ نوک کند، طول دمبرگ کم ۳ تا ۶
 میلی‌متر، با کرک فراوان ۴
 ۴. برگ قاشقی، سطح بالایی و زیری برگ با کرک
 فراوان، گل دوجنسی و تک‌جنسی، دمگل کرک‌دار،
 میوه نرسیده سبز - رسیده سیاه
Rhamnus pallasii subsp. *iranica*
 - برگ بیضوی پهن، سطح زیری و بالایی بدون کرک،
 گل دوجنسی، دمگل بدون کرک، میوه نابالغ قرمز-
 رسیده سیاه
Rhamnus spathulifolia.....

طول ۲ تا ۷ و عرض ۱/۵ تا ۵ سانتی‌متر، در حاشیه برگ
Rhamnus cathartica.....
 - شاخه‌ها متناوب، برگ‌ها مجتمع گروهی و در
 شاخه‌های جوان متناوب، در حاشیه دنداندار با غده
 قهوه‌ای در سر دندانها ۲
 ۲. برگ‌ها شبیه یکدیگر، شکل پهنک برگ خطی تا
 نیزه‌ای باریک، به طول بیش از ۶ برابر عرض
Rhamnus pallasii subsp. *pallasii*.....
 - برگ‌ها متنوع، شکل پهنک برگ بیضوی تا قاشقی،
 به طول ۳/۵ تا ۵/۵ برابر عرض ۳
 ۳. رأس برگ نوک تیز و نوک کند، طول دمبرگ ۴ تا

منابع

- Boissier, E. (1872) *Flora Orientalis*. Vol. 2. Impression fac simile A. Asher and Company, Ltd, Geneva and Basel.
- Browicz, K. and Zielinski, J. (1977) *Flora Iranica*. Akademische Druck-U VerlagsanstaltG graz.
- Ghahraman, A. (1993) *Iranian Chromophytes (Plant Systematic)*. vol. 2. Academic Publishing Center, Tehran (in Persian).
- Gleason, H. A. and Cronquist, A. (1991) *Manual of vascular plants of Northeastern United States and Adjacent Canada*. 2nd Ed. The New York Botanical Garden Press, New York.
- Godwin, H. (1943) Biological flora of the British Isles. *Rhamnaceae*. *Rhamnus cathartica* L. and *Frangula alnus* Miller. *Journal of Ecology* 31: 66-92.
- Mabberley, D. I. (1987) *The Plant Book*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Mahdiyani, S., Sattarian, A. and Habibi, M. (2016) An anatomical study of *Rhamnus cathartica* L. and *Rhamnus pallasii* Fisch. & C. A. Mey. (Rhamnaceae) in North of Iran. *Nova Biologica Reperta* 2: 272-285 (in persian).
- Mobayen, S. (1995) *Flora of vascular plants*. vol. 4. Tehran University Press, Tehran (in Persian).
- Mozaffarian, V. (2004) *Trees and shrubs of Iran*. Farhang Moaser Publishers, Tehran (in persian).
- Otieno, D. F., Balkwill, K. and Paton, A. J. (2006) A multivariate analysis of morphological variation in the *Hemizygia bracteosa* complex (*Lamiaceae*, *Ocimeae*). *Plant Systematics and Evolution* 261: 19-38.
- Rabiei, B. and Rahimi, M. (2009) Evaluation of methods for grouping rapeseed genotypes using Fisher's discriminant function analysis. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 47: 542-529 (in Persian).
- Sattarian, A., Mahdiyani, S. and Habibi, M. (2017) Pollen morphology & endocarp studies of *Rhamnus cathartica* L. and *Rhamnus pallasii* Fisch. & C. A. Mey. (Rhamnaceae) in North of Iran. *Taxonomy and Biosystematics* 31: 43-60 (in persian).

- Shishkin, B. K. and Bobrov, E. G. (1974) Flora of the U.S.S.R. vol. 14. Russian Academy of Sciences, Moscow.
- Soufiyan, K. H. and Dinarvand, M. (2007) Flora of Iran. vol. 55: Rhamnaceae. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran (in persian).