

ارزیابی وضعیت تیره شاه‌پسندیان تعریف شده بر اساس فلورا ایرانیکا در محدوده ایران بر

اساس صفات ریخت‌شناسی و تشریحی

نرجس رضازاده مقدم^۱، اصغر زمانی^۲

دانشجوی کارشناسی ارشد زیست‌شناسی - سیستماتیک گیاهی، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، آستادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت.

مسئول مکاتبات: اصغر زمانی، a.zamani@guilan.ac.ir

چکیده: تیره شاه‌پسندیان (Verbenaceae)، در حال حاضر متشکل از دو سرده *Phyla* و *Verbena* در مناطق مختلف ایران، به‌خصوص استان‌های شمالی است. محدوده این تیره در منابع قدیمی در مقایسه با مطالعات کنونی، دچار تغییرات قابل توجهی شده است. به عنوان مثال، دو سرده *Vitex* و *Clerodendrum* نیز در منابع قبلی در این تیره جای دارند. بر همین اساس، در این پژوهش، با بررسی صفات ریخت‌شناسی و تشریحی برگ در ۲۰ نمونه از سرده‌های *Phyla*، *Verbena*، *Vitex* و *Clerodendrum* به ارزیابی ارتباط بین این سرده‌ها پرداخته شده است. بدین منظور ۶۷ صفت کیفی و کمی ریخت‌شناسی و تشریحی مورد بررسی قرار گرفتند. جهت تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار R نسخه ۴.۳.۱ استفاده شد. به منظور تحلیل هم‌زمان داده‌های کمی و کیفی از روش آنالیز عاملی داده‌های ترکیبی (FAMD) استفاده شد. نتایج حاصل از این مطالعه حاکی از اهمیت بالای برخی صفات کمی مانند طول آوند چوب رگبرگ اصلی، عرض بذر، طول خامه و قطر پهنک و برخی صفات کیفی شامل شکل سلول‌های اپیدرمی پهنک، موقعیت روزنه، نحوه قرارگیری دو بازوی پهنک نسبت به هم، نوع پوشش کرکی، شکل سلول‌های اپیدرمی رگبرگ اصلی، رنگ گلبرگ، تعداد دستجات آوندی در پهنک، میزان تراکم پوشش کرکی، شکل حاشیه برگ و تعداد انشعابات ساقه در خوشه‌بندی سرده‌ها بود. به طور کلی، تحلیل داده‌ها بیانگر جدایی کامل این چهار سرده بود. بر اساس برخی از صفات جداساز، کلید شناسایی جهت جداسازی این سرده‌ها ارائه شد. بر اساس این مطالعه، جدایی دو سرده *Vitex* و *Clerodendrum* از دو سرده کنونی تیره شاه‌پسندیان در ایران یعنی *Phyla* و *Verbena* به خوبی تأیید می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تشریح، خوشه‌بندی، روش FAMD، ریخت‌شناسی، نرم‌افزار R

Assessment of Verbenaceae family circumscription in Iran according to Flora Iranica using morphological and anatomical traits

Narjes Rezazadeh Moghadam¹, Asghar Zamani²

¹MSc. Student in Plant Biology- Systematics, Department of Biology, Faculty of Science, University of Guilan, Rasht, Iran ² Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Science, University of Guilan, Rasht, Iran. Corresponding author email: a.zamani@guilan.ac.ir

Abstract. The Verbenaceae family, as currently recognized in Iran, particularly in the northern provinces, comprises the genera *Verbena* and *Phyla*. This framework has seen considerable alterations from earlier classifications, where *Vitex* and *Clerodendrum* were also included within the family. This study assesses the interrelationships between these four genera by examining morphological and leaf anatomical characteristics across 20 samples. A total of 67 morpho-anatomical features, both qualitative and quantitative, were analyzed using R software version 4.3.1. The Factor Analysis of Mixed Data (FAMD) approach was employed for the integrated assessment of the data. Findings highlight the significance of certain quantitative traits—main vein xylem length, seed width, style length, and blade width—and qualitative traits—shape of blade epidermal cells, stomatal positioning, relative orientation of blade arms, type of indumentum, shape of main vein epidermal cells, petal color, number of blade vascular bundles, indumentum density, leaf margin contour, and length of stem branches—in differentiating the genera. The data analysis facilitated the distinct segregation of these genera, revealing a closer affinity between *Vitex* and *Clerodendrum*, thus distinguishing them from the native Verbenaceae members in Iran, namely *Verbena* and *Phyla*.

Key words. anatomy, clustering, FAMD, morphology, R software

Received 06.10.2022/ Revised 13.09.2023/ Accepted 25.09.2023/ Published 20.12.2023

دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۱۴/اصلاح: ۱۴۰۲/۰۶/۲۲/پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۰۳/انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰

مقدمه

تیره شاه‌پسندیان (Verbenaceae) به عنوان یکی از اعضای راسته نعناسانان، در حال حاضر شامل ۳۲ تا ۳۴ سرده و ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ گونه است (Atkins, 2004; Marx et al., 2010). این تیره شامل گیاهان علفی، بوته‌ای، درختچه‌ای و درختان کوچک است (Patzak & Rechinger, 1967). در مفهوم امروزی، از این تیره دو سرده *Phyla Lour.*، *Verbena L.* به صورت بومی در ایران وجود دارند. *Verbena* شامل ۲۵۰ گونه از گیاهان یکساله یا چندساله نیمه‌چوبی در نقاط مختلف جهان است. اکثر گونه‌های این سرده، بومی اروپا و آمریکا هستند (Atkins, 2004). در ایران یک گونه با نام *V. officinalis L.* وجود دارد که پراکنش گسترده‌ای در نواحی مختلف کشور و به خصوص استان‌های شمالی دارد. البته اخیراً گونه مهاجمی با نام *V. brasiliensis Vell.* برای فلور ایران گزارش شده است (Moradi, 2021).

سرده *Phyla* حدود ۱۵ گونه در سراسر جهان داشته که بیشتر در نواحی حاره، نیمه‌حاره و نواحی گرم معتدله پراکنش دارند (Atkins, 2004) و با یک گونه *P. nodiflora (L.) Greene* در ایران شناخته می‌شود. این گونه پراکنش جغرافیایی نسبتاً گسترده‌ای در ایران دارد و در نواحی شمالی به‌وفور یافت می‌شود. علاوه بر دو سرده نامبرده، سرده‌های زینتی دیگری از این تیره همچون *Lantana L.* در نواحی مختلفی از ایران کاشته می‌شوند.

تحقیقات مختلفی در زمینه مطالعات تشریحی در اعضای این تیره انجام گرفته است که از بین آنها می‌توان به بررسی تشریحی بر روی اعضای مختلف این تیره به‌خصوص سرده‌های *Lippia L.*، *Glandularia* و *Acantholippia Griseb.*، *Aloysia Palau*، *J. F. Gmel.* (Metcalf & Chalk, 1979)، بررسی ویژگی‌های اپیدرم برگ به‌عنوان ابزاری در تعیین محدوده سرده‌های *Verbena*، *Lantana* و *Vitex L.* در کشور پاکستان (Munsif et al., 2007)، بررسی صفات تشریحی دمبرگ در ۳۵

آرایه در کشور هندوستان به منظور طبقه‌بندی آرایه‌ها (Mathew & Shah, 1987)، تعیین تیپ‌های روزنه‌ای آنیزوستیک، آنموستیک، پاراسیتیک و دیباسیتیک در اعضای این تیره (Metcalf & Chalk, 1979; Botta, 1993)، مشاهده انواع مختلف کرک در اعضای این تیره از نوع غده‌ای و غیرغده‌ای با قاعده چندسلولی و محتوی سیستولیت (Inamdar, 1969; Metcalf & Chalk 1979; Botta, 1993) اشاره کرد.

تیره Verbenaceae در منابع قدیمی به صورت تیره‌ای بزرگ تعریف شده است که شامل زیرتیره‌ها و طایفه‌های متعددی است (Bentham, 1876; Briquet, 1895-1897). این در حالی است که در حال حاضر، چهارچوب تعریف شده این تیره فاقد بسیاری از این زیرتیره‌ها و طایفه‌ها است (Atkins, 2004).

در ایران، مطالعات انجام گرفته روی این گیاهان بیشتر در قالب مطالعات ریخت‌شناسی انجام گرفته است. در محدوده فلورا ایرانیک، هفت سرده شامل *Phyla*، *Lantana*، *Verbena*، *Caryopteris* و *Clerodendrum L.*، *Vitex*، *Priva Adans.* Bunge گزارش شده‌اند (Patzak & Rechinger, 1967). البته در فلور فارسی تنها سرده *Verbena* و *Phyla* به صورت خودرو و *Clerodendrum* به صورت کاشته شده در کشور ایران گزارش شده‌اند (Jamzad, 2012) و سرده *Vitex* به تیره Lamiaceae منتقل شده است.

به دلیل وجود تغییرات گسترده در تعریف این تیره، در این مطالعه تلاش شده است تا با بهره‌گیری از صفات ریخت‌شناسی و تشریحی و تحلیل داده‌های کیفی و کمی متغیر، ارتباط بین چهار سرده *Phyla*، *Verbena*، *Vitex* و *Clerodendrum* مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در قالب این مطالعه، ۲۰ نمونه مربوط به چهار سرده *Verbena*، *Phyla*، *Vitex* و *Clerodendrum* از هرباریوم‌های دانشگاه گیلان و دانشگاه تهران (TUH) مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۱- اطلاعات مربوط به آراییه‌های مورد استفاده در مطالعه جاری

Table 1. Voucher data of the studied taxa in the current survey

Species	Symbol in paper	Voucher data	Species	Symbol in paper	Voucher data
<i>Verbena officinalis</i>	<i>Verbena1</i>	Guilan: Lahijan; Nejad Ghabar, 9005- Guilan University Herbarium	<i>Phyla nodiflora</i>	<i>Phyla 1</i>	Guilan: Boojagh; Tamjidi; 9027- Guilan University Herbarium
<i>Verbena officinalis</i>	<i>Verbena3</i>	Guilan: Lasht- Nesha; Sherafat; 9007- Guilan University Herbarium	<i>Phyla nodiflora</i>	<i>Phyla 2</i>	Khuzestan: Abadan; 11200-TUH
<i>Verbena officinalis</i>	<i>Verbena5</i>	Guilan: Rasht; Rangrazian; 9009- Guilan University Herbarium	<i>Phyla nodiflora</i>	<i>Phyla 3</i>	Guilan: Fuman; Attar & Zamani; 42910-TUH
<i>Verbena officinalis</i>	<i>Verbena7</i>	Guilan: Rasht; Bozorgchenani; 9011- Guilan University Herbarium	<i>Phyla nodiflora</i>	<i>Phyla 5</i>	Kermanshah: Pole Dokhtar; Shafeian; 27088- TUH
<i>Verbena officinalis</i>	<i>Verbena10</i>	Guilan: Talesh; Bozorgchenani; 9014- Guilan University Herbarium	<i>Phyla nodiflora</i>	<i>Phyla 6</i>	Guilan: Bandar Anzali; Mozaffarian; 6948- TUH
<i>Verbena officinalis</i>	<i>Verbena14</i>	Guilan: Boojagh; Saeidi & Naghinejad; 272- Guilan University Herbarium	<i>Clerodendrum</i>	<i>Clerodendrum A</i>	Mazandaran: Javaher Dasht; Shahi, 9028- TUH
<i>Verbena officinalis</i>	<i>Verbena24</i>	Mazandaran: Ghahreman; 2047- Guilan University Herbarium	<i>Clerodendrum</i>	<i>Clerodendrum D</i>	Guilan: Sangar; Omid Pour; 9031- Guilan University Herbarium
<i>Verbena officinalis</i>	<i>Verbena 25</i>	Khorram Abad: Veiskarami; 24116- TUH	<i>Clerodendrum</i>	<i>Clerodendrum E</i>	Mazandaran: Tonekabon; Ghahreman; 14603- TUH
<i>Verbena officinalis</i>	<i>Verbena26</i>	Mazandaran: Kheyrood Kenar; Ghahreman; 11206-TUH	<i>Vitex negundo</i>	<i>Vitex 1</i>	Kermanshah: Kermanshah; Ghahreman; 11210- TUH
<i>Verbena officinalis</i>	<i>Verbena31</i>	Ilam: Ghahreman & Mirtajadini; 20240- TUH	<i>Vitex negundo</i>	<i>Vitex 3</i>	Ilam: Ilam; Attar & Mirtajadini; 19815-TUH

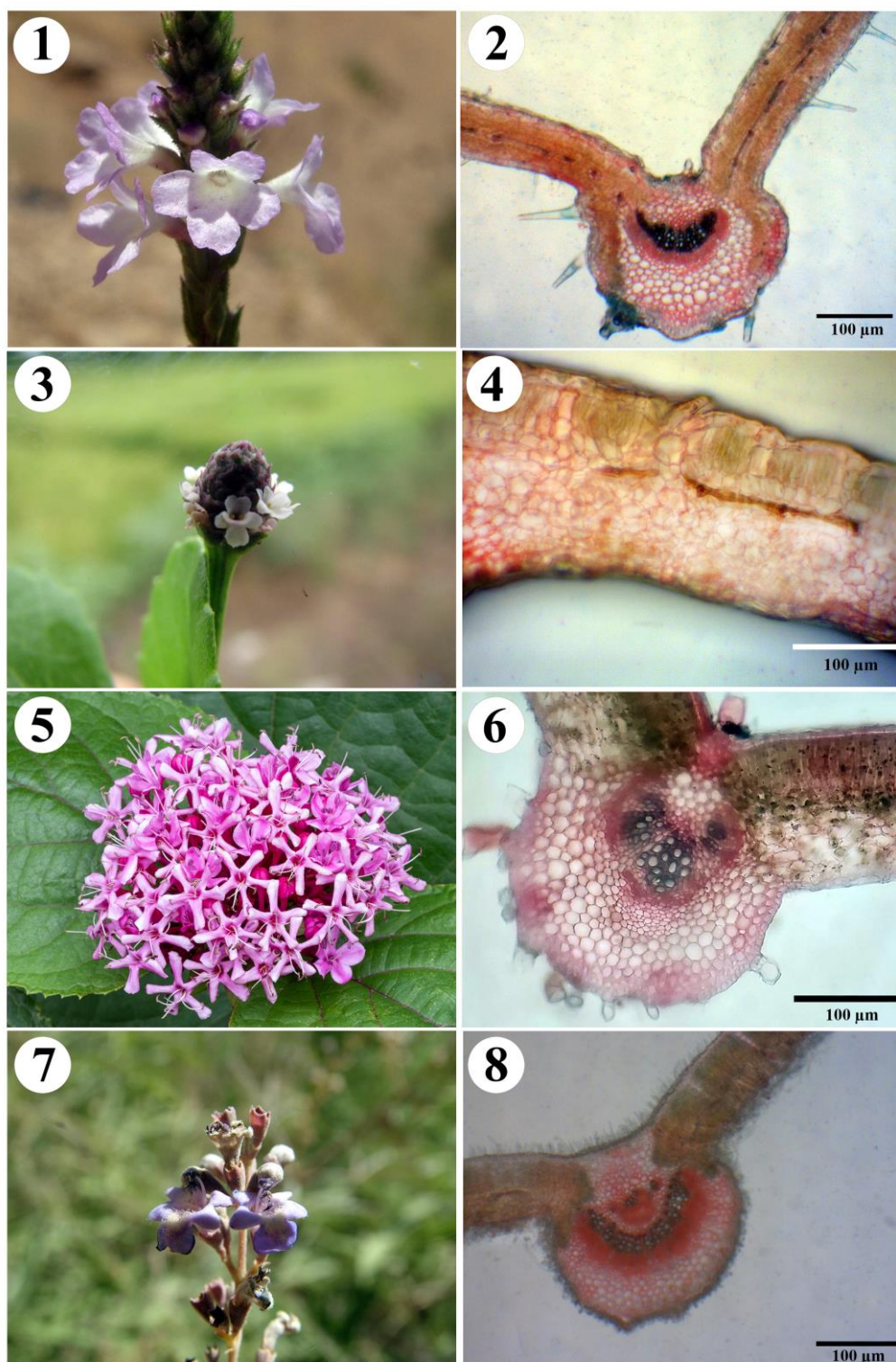
رنگ قرمز کنگو قرار داده شده و سپس با آب مقطر شست و شو داده شدند. تصاویر به دست آمده با بزرگ‌نمایی‌های مختلف میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۱). سپس از نمونه‌ها با استفاده از دوربین عکاسی، تصاویر مختلفی تهیه شد. اندازه‌گیری صفات کمی، با کمک نرم‌افزار Microstructure Measurement انجام گرفت. برای اندازه‌گیری صفات کمی، از هر صفت، پنج تکرار اندازه‌گیری انجام گرفت و در نهایت، عدد میانگین هر صفت در ماتریس داده‌های خام وارد شد. همچنین ۲۷ صفت کیفی متغیر ریخت‌شناسی و تشریحی مورد بررسی قرار گرفتند. در مورد این صفات، حالات مختلف هر صفت مشخص شده و به تفکیک هر سرده به صورت کدهایی وارد ماتریس داده‌های خام در قالب فایل Excel شد. به دلیل ثابت بودن حالات مختلف صفات مورد بررسی در تمام اعضای هر سرده، مقایسه این صفات در سطح سرده انجام گرفت (جدول ۳).

در مجموع ۴۰ صفت کمی مربوط به ریخت‌شناسی و تشریح برگ اندازه‌گیری شدند (جدول ۲). صفات ریخت‌شناسی با کمک استریومیکروسکوپ اندازه‌گیری شدند. جهت بررسی صفات تشریحی، پس از آماده‌سازی نمونه‌ها با استفاده از فیسکاتیو FAA، برش‌گیری با استفاده از تیغ‌های تجاری انجام گرفت. نمونه‌های برش گرفته شده با روش مضاعف رنگ‌آمیزی شدند. برای این منظور، برش‌های تهیه شده با تیغ تجاری، به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه در محلول آب ژاول ۲۰٪ قرار داده شدند. سپس در آب مقطر قرار داده شده و در مرحله بعدی به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه در اسید استیک گلاسیال ۵٪ به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه نگهداری شدند. سپس برش‌ها به مدت ۱۰ ثانیه در رنگ متیلن آبی قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها توسط آب مقطر شسته شده و به منظور خروج رنگ اضافی، به مدت ۳۰ ثانیه در الکل ۷۰٪ قرار داده شدند. در نهایت، نمونه‌ها به مدت ۳ الی ۵ دقیقه در

جدول ۲- اطلاعات مربوط به صفات کمی ریخت‌شناسی و تشریحی مورد بررسی در مطالعه جاری

Table 2. Information of quantitative morphological and anatomical traits used in the current study

Quantitative anatomical and morphological character	Abbreviation	Quantitative anatomical and morphological character	Abbreviation	Quantitative anatomical and morphological character	Abbreviation	Quantitative anatomical and morphological character	Abbreviation
Lower epidermis cells' length	Aa	Midrib upper epidermis cells' width	Ka	Leaf length (mm)	A	Petiole length (mm)	K
Lower epidermis cells' width	Ba	Palisade parenchyma diameter	La	Leaf width (mm)	B	Stem width (mm)	L
Upper epidermis cells' length	Ca	Spongy parenchyma diameter	Ma	Calyx length (mm)	C	Stem length (mm)	M
Lower epidermis cells' width	Da	Midrib parenchyma diameter	Na	Calyx width (mm)	D	Anther length (mm)	N
Lower cuticle diameter	Ea	Midrib xylem width	Oa	Petal length (mm)	E	Leaf width (mm)	O
Upper cuticle diameter	Fa	Midrib xylem length	Pa	Petal width (mm)	F	Filament length (mm)	R
Blade diameter	Ga	Midrib phloem width	Qa	Seed length (mm)	G	Style length (mm)	S
Midrib lower epidermis cells' length	Ha	Midrib phloem length	Ra	Seed width (mm)	H	Ovary length (mm)	T
Midrib lower epidermis cells' width	Ia	Hair length	Sa	Pedicel length (mm)	I	Ovary width (mm)	U
Midrib upper epidermis cells' length	Ja	Hair width	Ta	Peduncle length (mm)	J	Length to width ratio of leaf	W



شکل ۱- تصاویر نمونه میدانی و برش تشریحی از تاکسون‌های مورد مطالعه: ۱، ۲: *Verbena*; ۳، ۴: *Phyla*; ۵، ۶: *Clerodendrum*; ۷، ۸: *Vitex*

جدول ۳- اطلاعات مربوط به صفات کیفی ریخت‌شناسی و تشریحی مورد بررسی در مطالعه جاری

Table 3. Information of qualitative morphological and anatomical traits used in the current study

Qualitative anatomical and morphological character	Abbreviation	Character state observed in taxa			
		<i>Verbena</i>	<i>Phyla</i>	<i>Clerodendrum</i>	<i>Vitex</i>
Variable characters in all four genera					
Blade epidermal cells' shape	Ua	Ovate (Ua4)	Elliptic- oblong (Ua1)	Oblong (Ua2)	Elliptic (Ua3)
Stomata position to other cells of epidermis	Xa	Sunken (Xa4)	Raised (Xa1)	Same level (Xa2)	Semi-raised (Xa3)
Position of two arms of blade to each other	Za	Curved (Za4)	Straight (Za1)	Semi-curved and crescent (Za2)	Straight- upright (Za3)
Indumentum type	Aha	Bristle like (Aha4)	Appressed (Aha1)	Strigose (Aha2)	Hirsute (Aha3)
Midrib epidermal cells' shape	Aea	Elliptic- ovate (Aea4)	Ovate (Aea1)	Circular- elliptic (Aea2)	Circular (Aea3)
Petal color	AT	Pale pink (AT2)	White (AT1)	Purple (AT4)	Bluish (AT3)
Number of blade vascular bundles	Va	26-29 (Va2)	20-25 (Va1)	Less than 20 (Va4)	30 and more (Va3)
Indumentum density on lower surface of leaf	Wa	High (Wa2)	Medium (Wa1)	Very lax (Wa4)	Very dense (Wa3)
Leaf margin shape	AE	Lobed (AE1)	Serrate (AE2)	Dentate (AE4)	Dentate- entire (AE3)
Stem branches number	Z	High (Z1)	Little (Z2)	Very little (Z4)	Medium (Z3)
Central Xylary bundles number	Afa	19 (Afa2)	12 (Afa4)	14 (Afa1)	24 (Afa3)
Shared characters of <i>Verbena</i> and <i>Phyla</i>					
Approximate height of plant	X	30-70 cm (X1)	30-70 cm (X1)	More than 2 m (X3)	1-2 m (X2)
Indumentum position on lower side of leaf	AI	Surface and on midribs (AI1)	Surface and on midribs (AI1)	Only on midribs (AI2)	All surface (AI3)
Shared characters of <i>Vitex</i> and <i>Clerodendrum</i>					
Leaf apex shape	AD	Acute (AD1)	Rounded (AD2)	Acuminate (AD3)	Acuminate (AD3)
Fruit type	CC	Schizocarp (CC1)	Capsule (CC2)	Drupe (CC3)	Drupe (CC3)
Shared characters of <i>Verbena</i>, <i>Phyla</i> and <i>Clerodendrum</i>					
Number of palisade parenchyma layers	Aba	One (Aba1)	One (Aba1)	One (Aba1)	Two (Aba2)
Indumentum density on upper surface of leaf	AH	Lax (AH1)	Lax (AH1)	Lax (AH1)	Dense (AH2)
Leaf type	AK	Simple (AK1)	Simple (AK1)	Simple (AK1)	Compound (AK2)
Petal apex shape	AW	Irregular (AW2)	Irregular (AW2)	Irregular (AW2)	Irregular (AW1)
Shared characters of <i>Verbena</i> and <i>Clerodendrum</i> and shared characters of <i>Vitex</i> and <i>Phyla</i>					
Calyx apex shape	AR	Acute (AR1)	Rounded (AR2)	Acute (AR1)	Rounded (AR2)
Shared characters of <i>Verbena</i> and <i>Phyla</i> and shared characters of <i>Vitex</i> and <i>Clerodendrum</i>					
Total surface of leaf	AF	Little (AF1)	Little (AF1)	High (AF2)	High (AF2)
Indumentum position on upper side of leaf	AG	On midribs (AG1)	On midribs (AG1)	All surface (AG2)	All surface (AG2)
Inflorescence type	CA	Raceme (CA1)	Raceme (CA1)	Cyme (CA2)	Cyme (CA2)
Plant habit	V	Herb (V1)	Herb (V1)	Shrubby (V2)	Shrubby (V2)
Shared characters of <i>Phyla</i> and <i>Clerodendrum</i>					
Calyx Indumentum	AS	Lanate (AS1)	Absent (AS3)	Absent (AS3)	Hirsute (AS2)
Shared characters of <i>Vitex</i>, <i>Clerodendrum</i> and <i>Verbena</i>					
Gynoecium locules number	CB	4 (CB1)	2 (CB2)	4 (CB1)	4 (CB1)
Shared characters of <i>Vitex</i>, <i>Phyla</i> and <i>Verbena</i>					
Pedicle presence	AN	Absent (AN2)	Absent (AN2)	Present (AN1)	Absent (AN2)

مولفه‌های اول و دوم، مشخص شد. همچنین میزان ارزش تک‌تک صفات کیفی و کمی در دو مولفه اول نیز محاسبه شد. به علاوه، میزان تأثیر حالات مختلف صفات کیفی در جداسازی سرده‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت، بر پایه روش FAMD و با به کارگیری همزمان صفات کیفی نماینده و همچنین تمام صفات کمی، خوشه‌بندی سلسله مراتبی آرایه‌ها نیز ترسیم شد.

به منظور تحلیل همزمان داده‌های کیفی و کمی، روش آنالیز عاملی داده‌های ترکیبی یا FAMD (Factor Analysis of Mixed Data) مورد استفاده قرار گرفت. آنالیزها در بستر نرم افزار R نسخه ۴,۳,۱ انجام گرفت. با استفاده از این روش تحلیلی، مقادیر ویژه (Eigenvalues) مولفه‌های اول تا پنجم محاسبه شد. سهم صفات کیفی و صفات کمی در تبیین

جدول ۴- امتیاز ویژه محورهای اول تا پنجم حاصل از آنالیز عاملی داده‌های ترکیبی (FAMD) بر روی تلفیق صفات کمی و کیفی مربوط به مطالعه بر روی صفات ریخت‌شناسی و تشریحی

Table 4. Information of Eigenvalues of five first dimensions of FAMD analysis using both quantitative and qualitative morphological and anatomical traits

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
Variance	34.76	26.41	23.04	2.80	1.71
% of var.	36.98	28.09	24.51	2.98	1.82
Cumulative % of var.	36.98	65.07	89.58	92.56	94.38

مطالعه، به صورت متغیر مشاهده شدند که صفات هر گروه ارزش یکسانی در جداسازی سرده‌ها داشتند و بر اساس نحوه جداسازی آرایه‌ها (جدول ۳) و همچنین میزان ارزش در جداسازی آرایه‌ها مشخص شدند (جدول ۶). میزان ارزش همزمان صفات کیفی و کمی در تفکیک آرایه‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲). متغیرهای کیفی بیانگر ۶۱/۹۹٪ و ۶۱/۳۱٪ از واریانس مشاهده شده در مولفه‌های اول و دوم FAMD هستند (جدول ۷). تحلیل دقیق‌تر متغیرهای کیفی نشان داد که حالات صفات مختلف دارای ۱۱ گروه‌بندی کلی از نظر ارزش در جداسازی سرده‌ها هستند (جدول ۷).

متغیرهای کمی بیانگر ۳۸/۰۱٪ و ۳۸/۶۹٪ از واریانس مشاهده شده در مولفه‌های اول و دوم FAMD هستند. از بین این صفات، طول آوند چوب رگبرگ اصلی (Pa)، عرض بذر (H)، طول خامه (S) و قطر پهنک (Ga) دارای بیشترین ارزش در طبقه‌بندی بودند. همچنین قطر پارانشیم نردبانی (La)، طول دمگل آذین (J)، عرض تخمدان (U)، طول تخمدان (T) و قطر پارانشیم اسفنجی (Ma)، دارای کمترین ارزش بودند (جدول ۵). تحلیل صفات کیفی متغیر در سرده‌های مورد مطالعه نشان داد این صفات به طرق مختلفی در جداسازی سهیم هستند. به طور کلی، صفات کیفی به ۹ طریق کلی در بین آرایه‌های مورد

جدول ۵- مختصات (Coord.)، کیفیت (Cos²) و سهم (Ctr.) صفات کمی در تبیین محور اول و دوم و برآیند سهم صفات کمی در تبیین دو محور اول FAMD
Table 5. Coordination (Coord.), quality of projection (cos²) and coordination (Ctr.) quantitative traits on two first dimensions of FAMD

	Dim.1			Dim.2			Dim.1+Dim.2
	Coord.	cos ²	Ctr.	Coord.	cos ²	Ctr.	Ctr.
Pa	0.40	0.16	0.47	0.90	0.81	3.07	3.54
H	0.41	0.17	0.49	-0.88	0.78	2.96	3.45
S	0.37	0.13	0.39	0.88	0.78	2.95	3.34
Ga	-0.44	0.20	0.57	0.85	0.73	2.75	3.32
N	0.62	0.38	1.09	0.72	0.52	1.98	3.08
L	0.54	0.29	0.83	0.73	0.53	2.01	2.84
O	0.69	0.48	1.37	0.62	0.38	1.43	2.81
F	0.92	0.85	2.44	-0.29	0.09	0.33	2.77
Ba	-0.67	0.45	1.28	0.60	0.36	1.38	2.66
M	-0.77	0.60	1.72	0.49	0.24	0.92	2.65
Da	-0.94	0.89	2.56	0.05	0.00	0.01	2.57
E	0.85	0.72	2.07	0.36	0.13	0.48	2.55
Oa	0.18	0.03	0.10	0.80	0.65	2.44	2.54
D	0.76	0.58	1.67	0.47	0.22	0.85	2.52
Ra	-0.62	0.39	1.11	0.61	0.37	1.40	2.51
Ia	-0.92	0.85	2.45	-0.03	0.00	0.00	2.45
Aa	-0.89	0.80	2.29	0.17	0.03	0.11	2.40
Sa	-0.59	0.35	1.02	0.56	0.32	1.20	2.22
Ca	-0.86	0.74	2.12	0.15	0.02	0.08	2.20
I	0.34	0.12	0.34	0.68	0.46	1.73	2.07
Ha	-0.81	0.66	1.89	0.19	0.04	0.14	2.03
Ta	-0.44	0.20	0.56	0.60	0.36	1.37	1.94
Ka	-0.64	0.40	1.16	-0.44	0.19	0.72	1.88
R	-0.22	0.05	0.15	0.65	0.42	1.58	1.73
Ja	-0.64	0.41	1.19	-0.33	0.11	0.42	1.61
K	0.25	0.06	0.19	0.61	0.37	1.42	1.60
W	-0.71	0.51	1.47	0.13	0.02	0.06	1.53
B	0.51	0.26	0.76	0.41	0.17	0.64	1.39
Qa	-0.45	0.20	0.58	-0.44	0.20	0.74	1.32
Ea	-0.59	0.35	1.01	0.25	0.06	0.23	1.24
Fa	-0.47	0.22	0.64	0.40	0.16	0.59	1.23
C	0.48	0.23	0.66	0.31	0.10	0.37	1.03
Na	-0.56	0.32	0.92	-0.13	0.02	0.06	0.98
G	0.18	0.03	0.09	-0.44	0.19	0.74	0.83
A	-0.02	0.00	0.00	0.45	0.21	0.78	0.78
Ma	0.19	0.04	0.11	0.24	0.06	0.22	0.32
T	-0.21	0.05	0.13	-0.22	0.05	0.19	0.32
U	-0.16	0.03	0.07	-0.20	0.04	0.16	0.23
J	0.09	0.01	0.02	-0.18	0.03	0.12	0.14
La	-0.10	0.01	0.03	-0.13	0.02	0.06	0.09
Sum			38.01			38.69	

جدول ۶- میزان اهمیت متغیرهای کیفی در مطالعه بر اساس نسبت مربع همبستگی بین مولفه‌ها و متغیرها (R^2) و مقادیر p به تفکیک دو محور اول و برآیند دو محور اول FAMD

Table 6. Importance level of categorical variables as the squared correlation ratio (p value) between the dimensions and variables (R^2) per separated and mixed two first dimensions of FAMD

	Dim.1		Dim.2		Dim.1+Dim.2
	R^2	p value	R^2	p value	R^2
Ua, Xa, Za, Aha, Aea, AT, Va, Wa, AE, Z, Afa	0.99	1.26×10^{-17}	1.00	9.98×10^{-19}	1.99
AI, X	0.95	1.02×10^{-11}	0.63	2.07×10^{-4}	1.58
AD, CC	0.82	4.15×10^{-7}	0.41	1.13×10^{-2}	1.23
AW, AH, AK, Aba	0.72	2.49×10^{-6}	0.25	2.45×10^{-2}	0.97
AR			0.80	9.13×10^{-8}	0.80
AF, AG, CA, V	0.78	2.69×10^{-7}			0.78
AS	0.72	1.97×10^{-5}			0.72
CB	0.24	2.74×10^{-2}	0.41	2.36×10^{-3}	0.65
AN			0.46	9.47×10^{-4}	0.46

جدول ۷- مختصات، کیفیت و سهم حالات مختلف صفات کیفی مورد مطالعه در محورهای اول و دوم و برآیند دو محور اول FAMD به همراه تاثیر تفکیکی آنها در جداسازی سرده‌ها

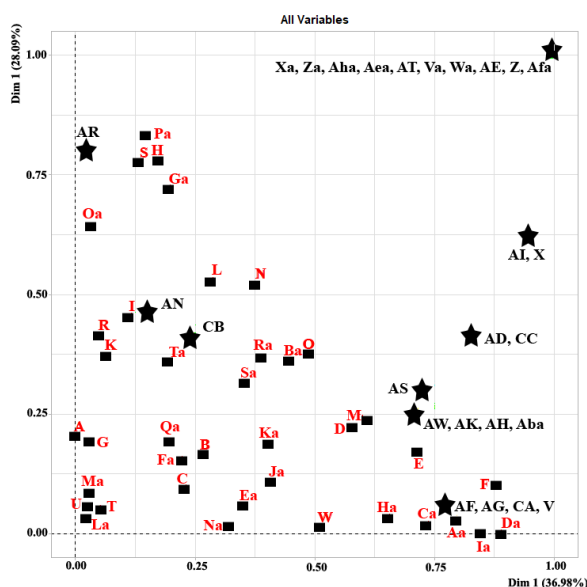
Table 7. Coordination (Coord.), quality of projection (\cos^2), Contribution (Ctr.) of categories of qualitative variables per separated and mixed two first dimensions of FAMD plus their influence pattern in separating genera

	Dim.1			Dim.2			Dim.1+Dim.2	Character stated shared by
	Coord.	\cos^2	Ctr.	Coord.	\cos^2	Ctr.	Ctr.	
AE3, X2, AS2, AW1, AT3, Z3, Ua3, Va3, Wa3, Xa3, Za3, Aha3, Aea3, Afa3, AI3, AH2, AK2, Aba2	14.98	0.78	1.86	-7.72	0.21	0.85	2.71	<i>Vitex</i>
AR2	0.69	0.01	0.01	-6.28	0.82	1.98	1.99	<i>Vitex+ Phyla</i>
AD3, AF2, CC3, AG2, CA2, V2	9.01	0.84	1.68	1.91	0.04	0.13	1.81	<i>Vitex+ Clerodendrum</i>
AE4, X3, AN1, AT4, Z4, Ua2, Va4, Wa4, Xa2, Za2, Aha2, Aea2, Afa1, AI2	9.01	0.84	1.68	1.91	0.04	0.13	1.81	<i>Clerodendrum</i>
AE2, AD2, CB2, AT1, Z2, Ua1, Va1, Wa1, Xa1, Za1, Aha1, Aea1, Afa4, CC2	-5.03	0.31	0.52	-5.70	0.40	1.16	1.69	<i>Phyla</i>
AR1	-0.37	0.01	0.01	3.38	0.82	1.06	1.07	<i>Verbena+ Clerodendrum</i>
X1, AF1, AI1, AG1, CA1, V1	-3.00	0.84	0.56	-0.64	0.04	0.04	0.60	<i>Verbena+ Phyla</i>
CB1	1.68	0.31	0.17	1.90	0.40	0.39	0.56	<i>Verbena+ Clerodendrum+ Vitex</i>
AE1, AD1, AS1, AT2, Z1, Ua4, Va2, Wa2, Xa4, Za4, Aha4, Aea4, Afa2, CC1	-1.99	0.16	0.16	1.89	0.14	0.26	0.42	<i>Verbena</i>
AN2	-0.89	0.17	0.06	-1.47	0.47	0.26	0.32	<i>Verbena+ Phyla+ Vitex</i>
AW2, AH1, AK1, Aba1	-1.66	0.78	0.21	0.86	0.21	0.09	0.30	<i>Verbena+ Phyla+ Clerodendrum</i>
AS3	-1.26	0.05	0.05	-0.44	0.01	0.01	0.06	<i>Phyla+ Clerodendrum</i>
Sum			61.99			61.31		

از این بین، حالات صفات شامل حاشیه برگ با دندان‌های ریز تا صاف (AE3)، ارتفاع تقریبی گیاه بین ۱ تا ۲ متر (X2)، نوک گلبرگ منظم (AW1)، گلبرگ ارغوانی رنگ (AT3)، تعداد انشعابات متوسط در ساقه (Z3)، شکل بیضی سلول‌های اپیدرمی

شکل نوک گرد برگ (AR2) که در دو سرده *Phyla* و *Vitex* به صورت مشترک دیده می‌شد، در رتبه بعدی ارزش قرار دارد. حالات صفات نوک باریک برگ (AD3)، نبود کرک در سطح فوقانی برگ، اندازه بزرگ برگ (AF2)، پراکنش پوشش کرکی در کل سطح فوقانی برگ (AG2)، میوه شفت (CC3)، گل آذین گرز (CA2) و فرم رویشی درختچه‌ای (V2) به طور مشترک در دو سرده *Clerodendrum* و *Vitex* مشاهده شدند.

پهنک (Ua3)، دستجات آوندی پهنک به تعداد ۳۰ و بیشتر از ۳۰ (Va3)، پوشش کرکی خیلی متراکم (Wa3)، روزنه کمی برجسته (Xa3)، شکل دو بازوی پهنک صاف تا رو به بالا (Za3)، پوشش کرکی کرک آلود (Aha3)، شکل گرد سلول‌های اپیدرمی رگبرگ اصلی (Aea3)، عدد رگه چوب در آوند چوب مرکزی (Afa3)، وجود پوشش کرکی متراکم در سطح تحتانی برگ و گسترش یافته در کل سطح برگ (AI3, AH2)، برگ مرکب (AK2)، پوشش کرکی کاسبرگ مویی (AS2) و پارانشیم نردبانی دولایه (Aba2) بیشترین ارزش را در جداسازی از خود نشان می‌دهند. تمامی این حالات نامبرده، فقط در سرده *Vitex* مشاهده می‌شوند و در جدایی این سرده از سایر سرده‌های مورد مطالعه نقش کلیدی دارند (جدول ۷).



شکل ۲- میزان اهمیت همزمان صفات کیفی و کمی در دو مولفه اول حاصل از روش FAMD (علائم ستاره بیانگر صفات کیفی و علائم مربع بیانگر صفات کمی است).

Figure 2. Value level of qualitative and quantitative traits on two first dimensions of FAMD (qualitative traits are shown in star symbols and quantitative traits are shown in square symbols).

رگبرگ‌های اصلی سطح تحتانی برگ (AI2) منحصر به سرده *Clerodendrum* هستند. همچنین سرده *Phyla* به واسطه داشتن حالات صفات نوک برگ گرد (AD2)، وجود دو حجره در مادگی (CB2)، گلبرگ سفید (AT1)، تعداد کم انشعابات ساقه (Z2)، شکل سلول‌های اپیدرمی پهنک به صورت بیضی-مستطیلی (Ua1)، تعداد ۲۰-۲۵ دسته آوندی در پهنک (Va1)، تراکم متوسط پوشش کرکی (Wa1)، روزنه برجسته نسبت به سایر سلول‌های اپیدرمی (Xa1)، شکل دو بازوی پهنک نسبت به هم به صورت صاف (Za1)، پوشش کرکی نمدی (Aha1)، شکل سلول‌های اپیدرمی رگبرگ اصلی به صورت تخم‌مرغی (Aea1)، تعداد ۱۲ رگه چوب

حالات صفات دندان‌های ریز در حاشیه برگ (AE4)، ارتفاع بیش از دو متر گیاه (X3)، وجود دمگل (AN1)، گلبرگ آبی (AT4)، انشعابات کم ساقه (Z4)، سلول اپیدرمی مستطیلی شکل در پهنک (Ua2)، تعداد دستجات آوندی کمتر از ۲۰ در پهنک (Va4)، تراکم بسیار کم پوشش کرکی (Wa4)، روزنه هم‌سطح با سایر سلول‌های اپیدرمی (Xa2)، شکل دو بازوی پهنک به صورت نسبتاً خمیده به پایین و هلالی (Za2)، پوشش کرکی زبر (Aha2)، شکل سلول‌های اپیدرمی رگبرگ اصلی به صورت گرد-بیضی (Aea2)، تعداد ۱۴ رگه چوب در آوند چوب مرکزی (Afa1) و پوشش کرکی مستقر فقط در روی

اپیدرمی تخم‌مرغی-بیضی شکل در رگبرگ اصلی (Aea4)، تعداد ۱۹ رگه چوب در آوند چوب مرکزی (Afa2) و میوه شیژوکارپ (CC1) منحصر به سرده *Verbena* هستند. سه سرده *Phyla*، *Verbena* و *Vitex* صورت مشترک فاقد دمگل هستند (AN2).

شکل نوک گلبرگ نامنظم (AW2)، وجود کرک در سطح تحتانی برگ (AH1)، برگ ساده (AK1) و یک لایه پارانشیم نردبانی (Aba1) به صورت مشترک در سه سرده *Verbena*، *Phyla* و *Clerodendrum* مشاهده شدند.

در نهایت دو سرده *Phyla* و *Clerodendrum* به طور مشترک فاقد پوشش کرکی در سطح کاسبرگ هستند (AS3).

در نهایت، درخت به دست آمده از تحلیل صفات کیفی و کمی با استفاده از روش FAMD، نشانگر جدایی چهار سرده مورد مطالعه است. در این درخت، در ابتدا سرده *Vitex* به واسطه دارا بودن صفات شاخص بیشتر، از بقیه جدا شد. سپس سرده *Clerodendrum* از دو سرده دیگر جدا شد. دو سرده *Clerodendrum* و *Vitex* ارتباط نزدیک‌تری با همدیگر نشان دادند، در حالی که دو سرده *Phyla* و *Verbena* نیز شباهت بیشتری را با هم نشان دادند (شکل ۳).

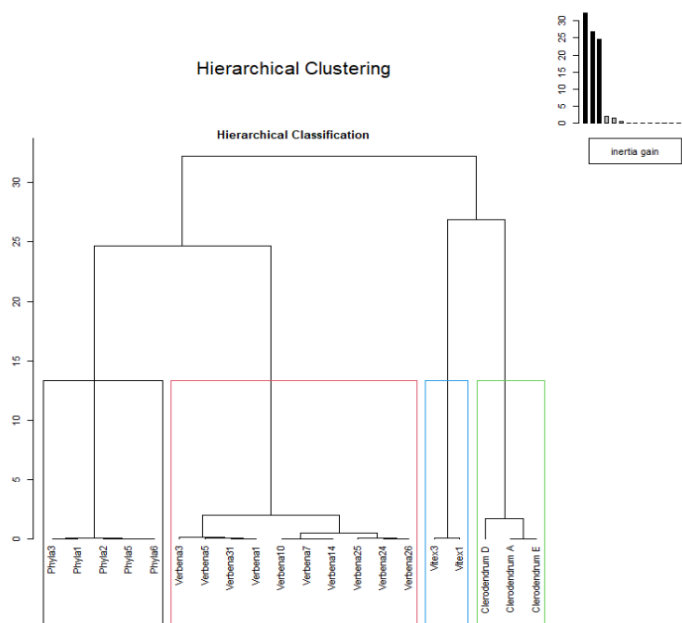
در آوند چوب مرکزی (Afa4) و میوه کیسول (CC2) از سایر سرده‌ها تفکیک می‌شود.

حالت صفت نوک کاسبرگ تیز (AR1) به صورت مشترک در دو سرده *Verbena* و *Clerodendrum* مشاهده شد.

حالات صفات ارتفاع تقریبی ۳۰-۷۰ سانتی‌متری گیاه (X1)، وجود کرک در سطح فوقانی برگ (AF1)، حضور پوشش کرکی در کل سطح تحتانی برگ (AI1)، حضور پوشش کرکی در روی رگبرگ‌های سطح فوقانی (AG1)، گل‌آذین خوشه (CA1) و فرم رویشی علفی (V1) به طور مشترک بین *Phyla* و *Verbena* مشاهده شدند.

مادگی چهارحجره (CB1) حالتی است که به صورت مشترک بین سه سرده *Verbena*، *Clerodendrum* و *Vitex* مشاهده شد.

شکل حاشیه برگ لوب‌دار (AE1)، شکل نوک برگ تیز (AD1)، پوشش کرکی پشمی (AS1)، گلبرگ صورتی کم‌رنگ (AT2)، ساقه شدیداً منشعب (Z1)، سلول‌های اپیدرمی تخم‌مرغی شکل در پهنک (Ua4)، تعداد ۲۶-۲۹ دسته آوندی در پهنک (Va2)، تراکم زیاد پوشش کرکی (Wa2)، روزنه فرورفته نسبت به سایر سلول‌های اپیدرمی (Xa4)، دو بازوی پهنک کاملاً خمیده نسبت به هم (Za4)، پوشش کرکی مویی (Aha4)، شکل سلول‌های



شکل ۳- خوشه‌بندی سلسله مراتبی آرایه‌های مورد مطالعه بر اساس روش FAMD.

Figure 3. Hierarchical clustering of the studied taxa based on the results of FAMD analysis.

مثال، هر دو تیره دارای برگ‌های متقابل، گل‌های نامنظم و مادگی دوبرچه‌ای دارند که این مادگی به واسطه ایجاد

در تاریخچه آرایه‌شناسی، تیره *Verbenaceae* و *Lamiaceae* ارتباطات ریخت‌شناسی بسیار نزدیکی با هم دارند. به عنوان

Cantino *et al.*,) Phrymaceae و Stilbaceae معرفی شدند (1992; Atkins, 2004). در حقیقت، در قیاس با طبقه‌بندی‌های قدیمی، صرفاً زیرتیره Verbenoideae به جز طایفه Monochileae در تعریف جدید، به عنوان تیره شاه‌پسندیان تک‌نیایی در نظر گرفته می‌شود. بر اساس آخرین شواهد مولکولی، تیره شاه‌پسندیان متشکل از هشت طایفه Petreeae, Priveae, Citharexyleae, Casseliae, Duranteae, Neospartoneae و Verbeneae است (Stevens, 2017). با احتساب این تغییرات گسترده، می‌توان از صفاتی مانند مادگی دو یا چهار حجره‌ای، دو عدد تخمک در هر برچه با جفت‌بندی حاشیه‌ای، دانه‌گرده سه‌شیار-منفذی، بافت کللاه‌ای ضخیم، گل‌آذین خوشه و جام گل کیفی شکل به عنوان صفات شاخص این تیره نام برد. بر اساس مفاهیم جدید تعریف شده برای این تیره، تنها دو سرده *Verbena* و *Phyla* در ایران به صورت بومی وجود دارند. سرده *Verbena* در قالب طایفه Verbeneae و سرده *Phyla* در قالب طایفه Lantaneae قرار می‌گیرد. سرده *Vitex* و *Clerodendrum* نیز در طبقه‌بندی‌های قدیمی (به عنوان نمونه Briquet, 1895-1897; Patzak and Rechinger, 1967) در تیره Verbenaceae قرار داده شدند. این در حالی است که در منابع تبارزایی (مثل Wagstaff and Vitex, Olmstead, 1997; Atkins, 2004; Stevens, 2017) در قالب زیرتیره Viticoideae به تیره Lamiaceae منتقل شده است (Wagstaff and Olmstead, 1997). همچنین سرده *Clerodendrum* نیز به زیرتیره Ajugoideae در تیره Lamiaceae منتقل شده است (Atkins, 2004). بر همین اساس، وجود صفاتی مانند مادگی دوبرچه‌ای چهارحجره‌ای به عنوان صفتی پیشنهاد شد که به طور مستقل از هم در این دو تیره تکامل پیدا کرده است (Wagstaff and Olmstead, 1997). در نهایت به دنبال این جابجایی‌ها، تیره Verbenaceae را می‌توان به واسطه داشتن گل‌آذین خوشه، دانه‌های منفذدار یا شیار-منفذدار و تیره Lamiaceae به واسطه داشتن گل‌آذین‌گرزن و دانه‌های گرده‌شیاردار از هم متمایز کرد (Atkins, 2004). به طور کلی، هر دو تیره نامبرده از تیره‌های دارای تغییرات گسترده در سطح مطالعات تبارزایی هستند (Atkins, 2004; Khakpash and Salmaki, 2023). در نهایت با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه و با استفاده از چند صفت مهم و جداساز ارزیابی شده، کلید شناسایی جهت جداسازی چهار سرده ارائه می‌شود:

۱ الف) گیاه با فرم رویشی درختچه‌ای، دارای گل‌آذین‌گرزن، برگ با ابعاد بزرگ.....۲

دیواره‌هایی کاذب، به چهار حجره تک‌تخمکی تقسیم می‌شوند. طبقه‌بندی Verbenaceae از گذشته تاکنون دچار تغییرات قابل توجهی شده است. در یکی از اولین مطالعات جامع انجام گرفته در مورد این تیره، ۴۲ سرده در قالب سه طایفه و ده زیرطایفه معرفی شد (Schauer, 1847). وی دو طایفه Avicenniae و Symphoremeae را در این تیره قرار داد. بعدها، بنتام پیشنهاد اضافه کردن طایفه‌های Phrymeae, Stilbeae و Chloanthoeae را در این تیره داد (Bentham, 1876). بعدها، یک سیستم طبقه‌بندی توسط بریکت ارائه شد که تا همین اواخر، به طور گسترده مورد پذیرش بوده است. وی هفت زیرتیره شامل Verbenoideae, Stilboideae, Symphoremoideae, Avicennioideae, Viticoideae, Caryopteridoideae و Chloanthoideae و ۱۳ طایفه در این تیره معرفی کرد (Briquet, 1895-1897). طبقه‌بندی وی تا حد زیادی بر اساس ساختار مادگی است، به طوری که فرض بر این است که اکثر اعضای تیره نعناییان دارای تخمدان عمیقاً چهار لوبه با خامه قاعده‌چسب بوده و اکثر اعضای تیره شاه‌پسندیان دارای تخمدان بدون لوب با خامه راسی هستند. بررسی تنوع در این دو تیره، حاکی از آن است که بیش از آنکه تفاوت‌های واضحی بین آنها وجود داشته باشد، یک پیوستگی از تغییرات در آنها قابل تشخیص است (Cantino, 1992). بررسی ریخت‌شناسی مادگی، حاکی از آن است که فقط اعضای زیرتیره Verbenoideae دارای تخمک‌هایی هستند که دارای جفت‌بندی حاشیه‌ای بوده و بر خلاف اعضای تیره نعناییان، تخمک‌ها هرگز بر روی سطوح جانبی دیواره کاذب قرار ندارند (Junell, 1934). وی تغییرات اساسی در طبقه‌بندی این گروه پیشنهاد کرد و معتقد بود که فقط زیرتیره Verbenoideae معرفی شده توسط بریکت واقعاً در قالب تیره شاه‌پسندیان قرار می‌گیرد. جالب اینجاست که امروزه این دیدگاه بر اساس مطالعات تبارزایی نیز مورد تایید بوده و اعتقاد بر این است که اگر Verbenaceae محدود به ۳۴ سرده و ۱۲۰۰ گونه مربوط به زیرتیره Verbenoideae به استثنای طایفه Monochileae در نظر گرفته شود، این تیره، گروهی تک‌نیایی خواهد بود. این نگرش توسط مطالعات تبارزایی بعدی نیز تأیید شد (Cantino, 1992; Wagstaff and Olmstead, 1997). به طوری که مشخص شد بسیاری از اعضای تیره شاه‌پسندیان شامل زیرتیره‌های Caryopteridoideae, Chloanthoideae, Viticoideae و طایفه Monochileae از زیرتیره Verbenoideae به تیره Lamiaceae منتقل شده‌اند. همچنین برخی دیگر از اعضای این تیره در قالب تیره‌هایی مستقل شامل Cyclocheilaceae, Nesogenaceae

۳ ب) برگ با حاشیه آزه‌ای، مادگی متشکل از دو حجره، گلبرگ سفید رنگ.....*Phyla*
سپاسگزاری
 نویسندگان لازم می‌دانند از سرکار خانم دکتر فریده عطار به جهت همکاری و در اختیار گذاشتن نمونه‌های هرباریوم مرکزی دانشگاه تهران، کمال تشکر را به عمل آورند.

۱ ب) گیاه با فرم رویشی علفی، دارای گل‌آذین خوشه، برگ با ابعاد کوچک.....
 ۲ الف) گیاه پوشیده از کرک‌های متراکم، دارای برگ‌های مرکب و گلبرگ آبی.....*Vitex*
 ۲ ب) گیاه پوشیده از کرک‌های تنک، دارای برگ‌های ساده و گلبرگ ارغوانی.....*Clerodendrum*
 ۳ الف) برگ با حاشیه لوب‌دار، مادگی متشکل از دو چهار حجره، گلبرگ صورتی رنگ.....*Verbena*

REFERENCES

- Atkins, S.** 2004. Verbenaceae. *in*: Kubizki, K. (editor), Flowering Plants. Dicotyledons. vol. 7. Springer, Berlin, Heidelberg. pp. 449-468.
- Bentham, G.** 1876. Verbenaceae and Labiatae. *in*: Bentham, G. & Hooker, J. D. (editors), Genera Plantarum, Vol. 2. London: Reeve and Co.
- Botta, S. M.** 1993. Notas en el género *Glandularia* (Verbenaceae-Verbenoideae) III. Estudio taxonómico de las especies patagónicas. *Parodiana* 8: 9-36.
- Briquet, J.** 1895-97. Labiatae. *in*: Engler, A. & Prantl, K. (editors), Die Natürlichen Pflanzenfamilien. Vol. 4, part 3a. Leipzig: W. Engelmann. pp. 183-375.
- Cantino, P.D.** 1992. Evidence for a polyphyletic origin of the Labiatae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 79: 361-379.
- Cantino, P.D., Harley, R.M. & Wagstaff, S.J.** 1992. Genera of Labiatae: status and classification. *in*: Harley, R. M. & Reynolds, T. (editors), Advances in Labiate science. Kew: Royal Botanic Gardens. pp. 511-522.
- Inamdar, J. A.** 1969. Epidermal Structure and Ontogeny of Stomata in some Verbenaceae. *Annals of Botany* 33: 55-66.
- Jamzad, Z.** 2012. Lamaiceae. *in*: Assadi, M., Maassoumi, A. & Mozaffarian, V. (editors), Flora of Iran. Vol. 76. Research Institute of Forests & Rangelands, Tehran (in Persian).
- Junell, S.** 1934. Zur Gynäceummorphologie und Systematik der Verbenaceen und Labiaten nebst Bemerkungen über ihre Samenentwicklung. *Symbolae botanicae Upsalienses* 4: 1-219.
- Khakpash, M. & Salmaki, Y.** 2023. Phylogenetic placement of *Stachys* sect. *Satureoides* (Lamiaceae; Lamioideae). *Nova Biologica Reperta* 10: 158-168. (In Persian).
- Marx, H. E., O'Leary, N., Yuan, Y.W., Lu-Irving, P., Tank, D. C., Múlgura, M. E. & Olmstead, R. G.** 2010. A molecular phylogeny and classification of Verbenaceae. *American journal of Botany* 97: 1647-1663.
- Mathew, L. & Shah, G. L.** 1987. Anatomical contributions to the taxonomy of some Verbenaceae: Petiole. *Proceedings: Indian Academy of Sciences* 97: 235-246.
- Metcalf, C. R. & Chalk, L.** 1979. Anatomy of the dicotyledons. *Systematic anatomy of leaf and stem, with a brief history of the subject.* Oxford, Clarendon Press. Vol. 1. 794 p.
- Moradi, A.** (2021). A new record of an invasive species *Verbena brasiliensis* from Iran. *Rostaniha* 22: 155-158.
- Munsif, S., Khan, M. A., Ahmad, M., Zafar, M., Shah, G. M. & Shaheen, N.** 2007. Leaf epidermal anatomy as an aid to the identification of genera *Lantana*, *Verbena* and *Vitex* of family Verbenaceae from Pakistan. *Journal of Agriculture & Social Sciences* 3: 43-46.
- Patzak, A. & Rechinger, K. H.** (1967). Verbenaceae. *in*: Rechinger K. H. (editor), Flora Iranica, no. 43, Akademische Druck-u. Verlagsanstalt und Naturhistorisches Museum Wien. Graz, Austria.
- Schauer, J. C.** 1847. Verbenaceae. *in*: de Candolle, A.P. (editor), *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis, sive, Enumeratio contracta ordinum generum specierumque plantarum huc usque cognitatum, juxta methodi naturalis, normas digesta.* Vol. 11: 522-700.
- Stevens, P. F.** 2001 onwards. Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017 [& more or less continuously updated since]. will do. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.
- Wagstaff, S. J. & Olmstead, R. G.** 1997. Phylogeny of Labiatae and Verbenaceae inferred from *rbcL* sequences. *Systematic Botany* 22: 165-179.

How to cite this article:

Zamani, A. & Rezazadeh Moghadam, N 2023. Assessment of Verbenaceae family circumscription in Iran according to Flora Iranica using morphological and anatomical traits 10: 58-71. (In Persian).

زمانی، الف و رضا زاده مقدم، ن ۱۴۰۲. ارزیابی وضعیت تیره شاه‌پسندیان تعریف شده بر اساس فلورا ایرانیکا در محدوده ایران بر اساس صفات ریخت‌شناسی و تشریحی. یافته‌های نوین در علوم زیستی ۱۰: ۵۸-۷۱.