

بررسی سیستماتیک تیره لاله‌عباسی در ایران*

دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۵ / پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۷

منیژه پاکروان✉: دانشیار گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران (pakravan@alzahra.ac.ir)

زهره حاجعلیزاده: دانش‌آموخته کارشناسی ارشد سیستماتیک و اکولوژی گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

منصور میرتاج‌الدینی: دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه باهنر، کرمان، ایران

فاطمه فدایی: استادیار پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، گرگان، ایران

چکیده

در این پژوهش، برای نخستین بار بررسی‌های سیستماتیک تیره لاله‌عباسی در ایران با استفاده از مطالعات ریخت‌شناسی، ریزریخت‌شناسی، گرده‌شناسی و تشریحی انجام گردید. نتایج حاصل از بررسی‌های آماری روی داده‌های به دست آمده از مطالعات ریخت‌شناسی با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS Ver. 20 و Past Ver. 1.98 نشان داد که صفاتی همچون نسبت طول به عرض فندقه، طول میله پرچم، طول برگه، طول خامه، طول کوچکترین برگ، نسبت طول به عرض برگه و عرض فندقه، متغیرترین صفات در بین گونه‌ها می‌باشند. همچنین، در مطالعات تشریحی با بررسی ساقه، برگ، دم‌برگ و همچنین ساختار بشره مشخص شد که صفات ضخامت آوند چوب و آبکش در برش عرضی برگ و ساقه، ضخامت دستجات آوندی در برش عرضی برگ و ساقه، شکل برش عرضی دم‌برگ، ضخامت دستجات آبکش ثانویه، ضخامت آبکش اولیه و ضخامت چوب ثانویه در ساقه اختلاف معنی‌داری را در بین گونه‌ها نشان می‌دهند. از ویژگی‌های متمایزکننده بشره می‌توان به شکل سلول‌های آن و تیپ روزه اشاره کرد که براساس صفات تشریحی، کلید شناسایی ارائه گردید. در مطالعات گرده‌شناسی، دانه‌های گرده *Commicarpus stenocarpus* و *Boerhavia elegans* برای نخستین بار مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج گرده‌شناسی نشان داد که دانه گرده کروی (spheroidal) یا پخت-کروی (oblate-spheroidal) با تزئینات خاردار یا مشبک می‌باشد که بیشتر در سطح تفکیک جنس‌های تیره مورد مطالعه مفید و تاییدکننده نتایج سایر محققان بود. در نهایت، صفات تشریحی مانند ساختار تشریحی کرانز، ضخامت لایه پارانشیم و تیپ روزه اپیدرم برگ و همچنین صفات ریخت‌شناسی، جدایی *Boerhavia* و *Commicarpus* را به عنوان دو جنس مجزا مورد تایید قرار داد.

واژه‌های کلیدی: بشره، رسته‌بندی، ریزریخت‌شناسی، ساختار تشریحی کرانز، گرده‌شناسی

Systematic study of Nyctaginaceae in Iran

Received: 04.02.2023 / Accepted: 16.04.2023

Maneezheh Pakravan✉: Associate Prof., Department of plant sciences, Faculty of Biological Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran**Zohre Hajalizadeh**: MSc Graduate, Department of Plant Sciences, Faculty of Biological sciences, Alzahra University, Tehran, Iran**Mansoor Mirtadzadini**: Associate Prof., Department of Biology, Faculty of Biological Sciences, Bahonar University, Kerman, Iran**Fatemeh Fadaie**: Assistant Prof., Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Gorgan, Iran**Summary**

In this research, biosystematics of some species of *Nyctaginaceae* in Iran were studied using morphological and micromorphological characters for the first time. Statistical results using SPSS Ver. 20 and Past Ver. 1.98 softwares showed that, the most important characters for determinating *Nyctaginaceae* species are length to wide ratio of achene, length of filament, type of inflorescence, number of flowers in peduncles, shape and length of bracts, style length, smallest leaf length, and length to a wide ratio of bracts. Anatomical studies using cross sections of stems, leaves, petiole, and epidermis of the species were also carried out. The main characteristics such as the thickness and number of the vascular bundle of leaf and stem, the shape of the petiole in the cross section, the thickness of the secondary and primary phloem as well as primary xylem in the leaf cross section showed significant differences. The diagnostic characteristics in the epidermis were the stomatal type and shape of epidermis cells. In addition, an identification key is provided based on anatomical features. This is the first report on the anatomical structure of this family in Iran. In palynological studies, the pollen grains of *C. stenocarpus* and *B. elegans* have been investigated for the first time. Pollen grains were spherical to oblate-spheroidal with spinulose ornamentation and reticulate. The present study proved that, pollen characters are mostly useful in determination at the generic level. Finally, anatomical features such as the anatomical structure of Kranz, thickness of the parenchyma layer and stomatal type of leaf epidermis as well as morphological features confirmed separation of *Boerhavia* and *Commicarpus* as two distinct genera.

Keywords: Anatomical structure of Kranz, CVA, epidermis, micromorphology, palynology

مقدمه

تیره لاله‌عباسی (*Nyctaginaceae*) در برخی منابع به تیره ساعت ۴ (Four o'clock) نیز شناخته شده که به زمان باز شدن گل‌ها در بعدازظهر اشاره دارد (Levin et al. 2001). این تیره در دنیا دارای ۳۰ تا ۳۳ جنس و حدوداً ۴۰۰ گونه است (Douglas & Manos 2007).

در پاکستان از این تیره تا به حال، پنج جنس و ۱۱ گونه گزارش شده است (Nasir 1974). در ایران، چهار گونه خودرو متعلق به دو جنس حضور دارند که عبارتند از *Boerhavia Commicarpus stenocarpus* B. diffusa L. elegans Choisy. Cufod. (Chiov.) و *C. helenae* (J.A. Schultes) Meikle سه گونه شناخته شده دیگر از این تیره که بومی برزیل هستند از دیرباز وارد ایران شده و به صورت زینتی در مناطق مختلف کشت می‌شوند. این گونه‌ها عبارتند از لاله‌عباسی (*Mirabilis jalapa* L.) و دو گونه گل‌کاغذی (*Bougainvillea glabra* Choisy و *Oxybaphus spectabilis* Willd. به علاوه، گونه *nyctagineus* (Michx.) Sw. که بومی آمریکا است به اروپا و بعضی کشورهای دیگر مثل ایران به صورت علف هرز وارد شده و از این جهت در برخی منابع از ایران ذکر شده است (Chrtek & Krisa 1976, Fadaie 1998).

مطالعات سیستماتیک مولکولی روی تیره لاله‌عباسی نشان داد که این تیره به واسطه داشتن دو سیناپومورفی شامل عدم وجود جام گل و آنتوکارپ (ساختار ویژه میوه در این تیره)، تک‌نیا می‌باشد (Bogle 1974, Spellenberg 2003). مطالعات تشریحی متعددی نیز روی جنس‌های این تیره صورت گرفته که نشان می‌دهد ساختارهای تشریحی چطور می‌توانند به بقای این گیاهان در نواحی گرمسیری کمک کنند (Metcalf & Chalk 1972) که به طور مثال می‌توان به مطالعات استراویگ (Struwig 2011) و استراویگ و همکاران (Struwig et al. 2011) روی ساقه و برگ در دو جنس *Boerhavia* و *Commicarpus* و نیز مطالعات چپو (Chew 2010) روی *Bougainvillea* اشاره کرد. مطالعات گرده‌شناسی روش قابل اعتمادی در مطالعات سیستماتیک گیاهی محسوب می‌شود، به طوری که صفات کمی و کیفی گرده به عنوان ابزار مفیدی در اختیار گیاه‌شناسان قرار دارد تا از آن‌ها برای تسهیل در شناسایی گیاهان استفاده کنند (Noroozi et al. 2022). این مطالعات به طور کلی شکل گرده را در تیره لاله‌عباسی کروی، پنج منفذی (pantaporate) با تزئینات میله‌ای (tubuliferous) و خارهای کوتاه (spinolose) توصیف کرده است (Struwig et al. 2013a,b, Pramanick et al. 2015).

همیمرل (Heimerl 1934) استفاده از ویژگی‌های دانه گرده در این تیره را به چهار طایفه تقسیم کرد. نووایک (Nowicke 1970) در مطالعات خود نتیجه گرفت که شکل، اندازه و ضخامت آگزین در گرده‌های تیره مذکور ارزش محدودی در تاکسونومی تیره و جنس‌ها دارند. همچنین، مطالعات فیلولوژنتیکی داگلاس و مانوز (Douglas & Manos 2007) نشان داد که ریخت‌شناسی دانه گرده در بین جنس‌ها هموپلازی است و نمی‌توان آن را برای تقسیمات طایفه‌ای به کار برد.

گونه‌های *Commicarpus stenocarpus* و *Commicarpus helenae* Meikle در برخی منابع به جنس *Boerhavia* منتقل و با گونه‌های این جنس مترادف اعلام شده است (Douglas & Manos 2007). فدایی (Fadaie 2014) در مطالعه خود ضمن بررسی سیستماتیک تیره لاله‌عباسی در ایران، به کاربرد دارویی کمتر شناخته شده دو گونه *Boerhavia* *B. diffusa* و *elegans* پرداخته است.

هدف از این تحقیق، شناسایی گونه‌ها و جنس‌های تیره لاله‌عباسی در ایران و تعیین روابط بین گونه‌ها و جنس‌ها با استفاده از صفات جدیدی است که از نتایج ریخت‌شناسی، تشریح و گرده‌شناسی به دست می‌آیند. همچنین، با توجه به کمبود اطلاعات بیوسیستماتیک در این تیره، با استفاده از اطلاعات مذکور، جایگاه قرارگیری دو جنس *Boerhavia* و *Commicarpus* تعیین گردید. شایان ذکر است، از آنجایی که شرح کامل تاکسونومیکی گونه‌های مورد نظر قبلاً در فلور ایران (Fadaie 1998) ذکر گردیده، لذا در این بررسی از توصیف دوباره آن‌ها خودداری شده است.

روش بررسی

بررسی‌های هرباریومی روی نمونه‌های موجود در هرباریوم‌های زیر صورت گرفت: هرباریوم دانشکده علوم زیستی دانشگاه الزهرا (ALUH)، هرباریوم دانشگاه شهید باهنر کرمان (MAR)، هرباریوم دانشگاه تهران (TUH)، هرباریوم مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (TARI) (Holmgren et al. 1990). همچنین، نمونه‌برداری از زیستگاه‌های مختلف مانند استان‌های کرمان، هرمزگان، سیستان و بلوچستان و تهران انجام گرفت. فهرست نمونه‌های بررسی شده در مطالعات تشریحی و گرده‌شناسی در جدول ۱ آمده است.

در مطالعات ریخت‌شناسی، ۱۸ صفت کمی و ۲۷ صفت کیفی مورد بررسی بیومتری قرار گرفتند. به منظور انجام آنالیزهای آماری چند متغیره، صفات به صورت دو- یا چندحالتی کدگذاری

با رنگ سبز متیل رنگ‌آمیزی و توسط میکروسکوپ نوری مطالعه شدند (Bokhari 1970).

برای مطالعات گرده‌شناسی، دانه‌های گرده از نمونه‌های هرباریومی جدا شده و پس از شستشو با الکل توسط میکروسکوپ نوری Olympus مدل BX51 با بزرگ‌نمایی $100 \times$ مورد مطالعه قرار گرفتند. با استفاده از سیستم عکس‌برداری دیجیتال مدل DP12 از نمونه‌های مناسب تصویر تهیه گردید و به وسیله نرم‌افزار Digimizer اندازه‌گیری انجام شد. از هر نمونه، ۱۵ عدد دانه گرده مورد بررسی قرار گرفت. در بررسی ریزریخت‌شناسی، تزیینات سطح دانه گرده از میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) مدل Company TECAN VEGA3 و برای واژه‌شناسی دانه گرده، از منوگراف اردتمن (Erdtman ۱۹۴۳) و سایر منابع معتبر (Punt *et al.* 2007, Thomas 2007) استفاده شد. در صفات کمی، طول دانه گرده، ضخامت اگزین، فاصله بین خارها، قطر منفذ، طول خار همراه با طول قاعده آن اندازه‌گیری و همچنین در صفات کیفی، شکل و تزیینات اگزین مطالعه شدند (جدول ۸).

بررسی‌های آماری توسط روش‌های تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) Principal Component Analysis، تحلیل ممیزی (CVA) Canonical Variation Analysis و خوشه‌بندی (clustering) انجام گرفت.

(جدول ۱۰) و بررسی‌های آماری اولیه توسط نرم‌افزارهای SPSS Ver. 20 و Past Ver. 1.98 صورت گرفت.

در بررسی‌های ریزریخت‌شناسی سطح ساقه، برگ و شکل و تزیینات سطح فندقه از لوپ و استریومیکروسکوپ (Dino lite) مدل AM-413 T PRO استفاده گردید. صفات کمی و کیفی مورد استفاده در مطالعات ریزریخت‌شناسی ساقه، برگ و میوه در جدول ۹ ارائه شده‌اند.

برای بررسی‌های تشریحی، از نمونه‌های هرباریومی، قطعاتی از ساقه، برگ و دم‌برگ، ۲-۷ جمعیت از هر گونه انتخاب و در محلول الکل ۷۰٪ تثبیت شدند. برش‌گیری به صورت دستی توسط تیغ و رنگ‌آمیزی مضاعف با قرار دادن نمونه‌ها در رنگ سبز متیل و کارمن زاجی انجام شد. سپس نمونه‌ها را شسته و اسلایدها آماده‌سازی شدند و توسط میکروسکوپ نوری Olympus مدل BX51 مورد بررسی قرار گرفتند. با استفاده از سیستم عکس‌برداری دیجیتال مدل DP12 از نمونه‌ها تصویر مناسب تهیه شد و اندازه‌گیری به وسیله نرم‌افزار Digimizer انجام گرفت.

جهت مطالعه بشره برگ، بعد از نرم شدن برگ در الکل ۷۰ درجه سلسیوس (به منظور جداسازی بشره)، نمونه‌ها در محلول KOH نرمال و آب اکسیژنه (H_2O_2) به نسبت سه به یک به مدت یک روز قرار داده، سپس شستشو و رنگ‌بری و در نهایت

جدول ۱- مشخصات نمونه‌های مورد بررسی در مطالعات تشریحی و گرده‌شناسی در تیره لاله‌عباسی

Table 1. Specifications of the specimens used in anatomical and palynological studies in *Nyctaginaceae*

Taxon	Locality	Collector	Herbarium No.*	Palynology	Anatomy
<i>Commicarpus stenocarpus</i> (Chiov.) Cufod.	Sistan & Baluchestan prov.: Chahbahar, Ghasr-e Ghand, 1200 m,	Mirtadzadini	BUH-1862	+	+
	Sistan & Baluchestan prov.: Chahbahar road, beginning Goller	Mirtadzadini	BUH-1861		+
<i>C. helenae</i> (J.A. Schultes) Meikle	Sistan & Baluchestan prov.: Ghasr-e Ghand to Jakigor Hormozgan prov.: Minab	Mirtadzadini	BUH-1862	+	+
		Fadaie Fadaie	TARI-2511 TARI-2507	+	+
<i>Boerhavia diffusa</i> L.	Sistan & Baluchestan prov.: 42 km from Iranshahr to Chahbahar, Pol-e Sarbaz	Mirtadzadini	BUH-1865		+
	Sistan & Baluchestan prov.: 12 km from Jakigor to Nikshahr				
	Sistan & Baluchestan prov.: 102 km from Iranshahr to Sarbaz				
<i>B. elegans</i> Choisy	Kerman prov.: Jiroft dam road Sistan & Baluchestan prov.: Nikshahr Sistan & Baluchestan: Chahbahar to Rask	Hajalizadeh	ALUH- 37575	+	+
		Mirtadzadini	BUH-1863		+
		Fadaie	TARI-2513		+
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	Kerman prov.: Jiroft, Park	Hajalizadeh	ALUH- 1034		+
	Tehran prov.: Taleghan Hormozgan prov.: Bandar-Abbas, Park	Hajalizadeh Mirtadzadini	ALUH- 37587 BUH-1866	+	+
<i>Mirabilis jalapa</i> L.	Tehran prov.: Vanak, 1200 m Kerman prov.: Baft Golestan prov.: Ali-abad	Hajalizadeh	ALUH- 37580		+
		Hajalizadeh	ALUH- 37583	+	+
		Hajalizadeh	ALUH- 37582	+	+
<i>Oxybaphus nyctagineus</i> (Michx.) Sw.	Tehran prov.: Chitgar, Botanical Garden	Ghahreman & Sheikholeslami	TUH-s.n.	-	-

* هرباریوم دانشکده علوم زیستی دانشگاه الزهرا (ALUH)، هرباریوم دانشگاه شهید باهنر کرمان (BUH)، هرباریوم دانشگاه تهران (TUH)، هرباریوم مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (TARI)

نتیجه

- صفات تشریحی

ساقه: ساقه در تمامی گونه‌های مورد بررسی دارای رشد ثانویه غیرعادی بود. دستجات آوندی ثانویه فراوان و به وسیله حلقه کامبیومی هلالی به هم چسبیده بودند که این حلقه در دایره محیطیه وجود داشت. شکل برش عرضی ساقه در گونه *M. jalapa* به صورت چندوجهی و در تمامی گونه‌های دیگر به صورت کروی-سینوسی (موج‌دار) بود. کوتیکول، کلانشیم، غلاف نشاسته و آندودرم در تمامی گونه‌های مورد مطالعه وجود داشت.

دستجات آوندی اولیه در تمام گونه‌های مورد بررسی دارای اندازه‌های مختلف و کروی، بیضوی و تخم‌مرغی بودند. مغز ساقه در گونه‌های *B. glabra* و *M. jalapa* توپُر و در سایر گونه‌ها توخالی بود (شکل ۱- c، a). کلانشیم در گونه *M. jalapa* در گوشه‌ها وجود داشت ولی در سایر گونه‌ها و جنس‌ها کلانشیم به صورت پیوسته و سراسری مشاهده شد. کرک در تمامی گونه‌ها به صورت غده‌ای چندسلولی بود. تعداد لایه‌های بشره در تمامی گونه‌های مورد بررسی یک‌لایه بود. بافت کلانشیم در گونه‌های *B. elegans* و *B. diffusa* (شکل ۱- d، e). در گونه‌های *C. stenocarpus*، *C. helenae* و *B. glabra* یک‌لایه و در گونه *M. jalapa* در زیر بشره مشاهده شد. تعداد لایه‌های پارانشیم در گونه‌های *B. elegans* و *B. diffusa* دو- تا سه‌لایه، در گونه‌های *C. stenocarpus* و *C. helenae* پنج‌لایه (شکل ۱- b، f) و در گونه‌های *M. jalapa* و *B. glabra* سه‌لایه مشاهده شد (جدول‌های ۲ و ۳).

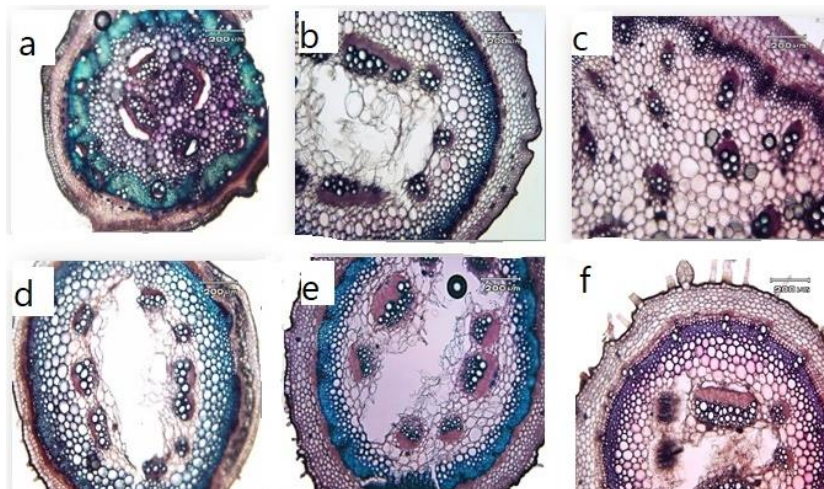
ضخامت آوند آبکش اولیه از ۱۸ تا ۶۳ میکرومتر و ضخامت آوند چوب اولیه بین ۲۵ تا ۸۰ و ضخامت دستجات آوندی ثانویه بین ۳۳ تا ۱۹۱ میکرومتر متغیر بود (شکل ۱).

دمبرگ: شکل مقطع عرضی دمبرگ در میان گونه‌ها، از لوبیایی تا نیم‌دایره‌ای متغیر بود. شکل دستجات آوندی در گونه *M. jalapa* به صورت حلقوی ناپیوسته و در سایر گونه‌ها به صورت هلالی ناپیوسته مشاهده شد. تعداد دستجات آوندی از سه تا شش در جمعیت‌های مختلف متغیر بودند.

بافت کلانشیم در *B. elegans* یک‌لایه، در *B. diffusa* دولایه، در *C. stenocarpus* سه‌لایه، در *C. helenae* و *M. jalapa* و *B. glabra* سه‌لایه مشاهده شد (شکل ۲، جدول‌های ۲ و ۳).

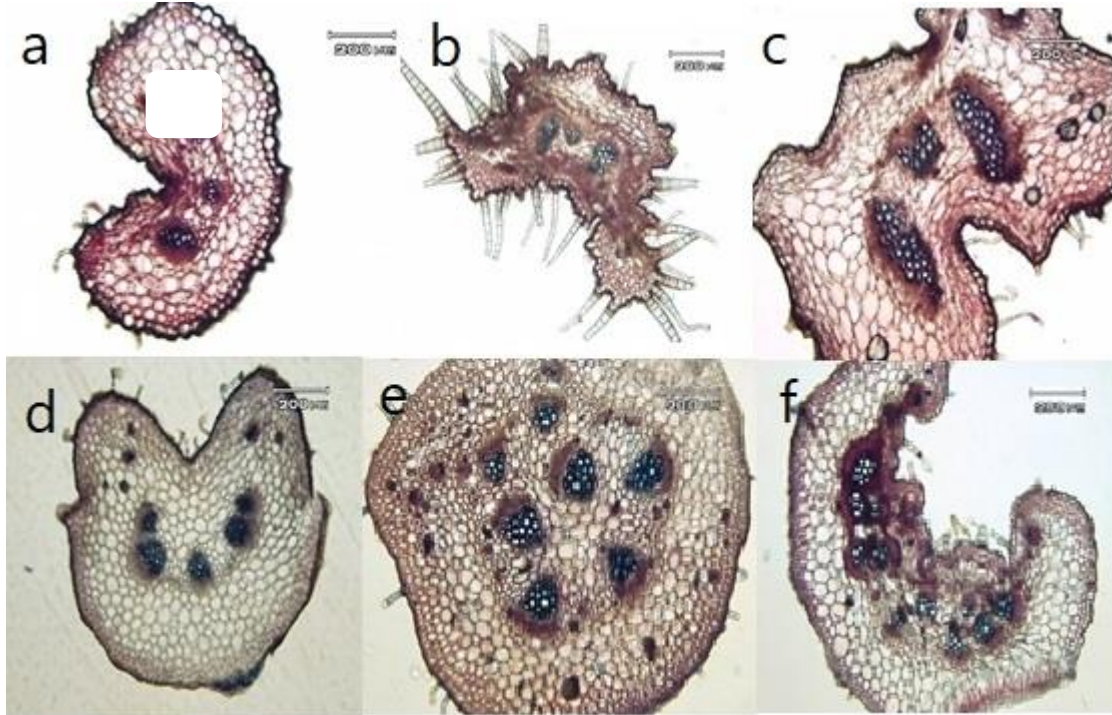
برگ: رگبرگ میانی در بخش پشتی دارای برآمدگی دایره‌ای تا گنبدی و صاف و در بخش شکمی دارای برآمدگی صاف تا گنبدی و با سطوح صاف و موج‌دار در هر دو سطح مشاهده شد. کرک در تمامی گونه‌های مورد مطالعه دیده شد که از نوع کرک‌های چندسلولی بودند. رگبرگ‌های فرعی برگ در گونه‌های *B. diffusa* و *B. elegans* دارای ساختار تشریحی کرانز بوده که نشان‌دهنده سیستم فتوسنتزی C4 است (شکل ۳- a، b).

بشره در هر دو سطح فوقانی و تحتانی برگ در تمام گونه‌های مورد مطالعه یک‌لایه بود. کلانشیم هم در هر دو سطح فوقانی و تحتانی موجود بوده و تعداد آن در سطح فوقانی و تحتانی از یک- تا دولایه متغیر بود. تعداد دستجات آوندی در تمام گونه‌های مورد مطالعه از ۱ تا ۱۰ متغیر بود (شکل ۳ و جدول‌های ۲ و ۳).



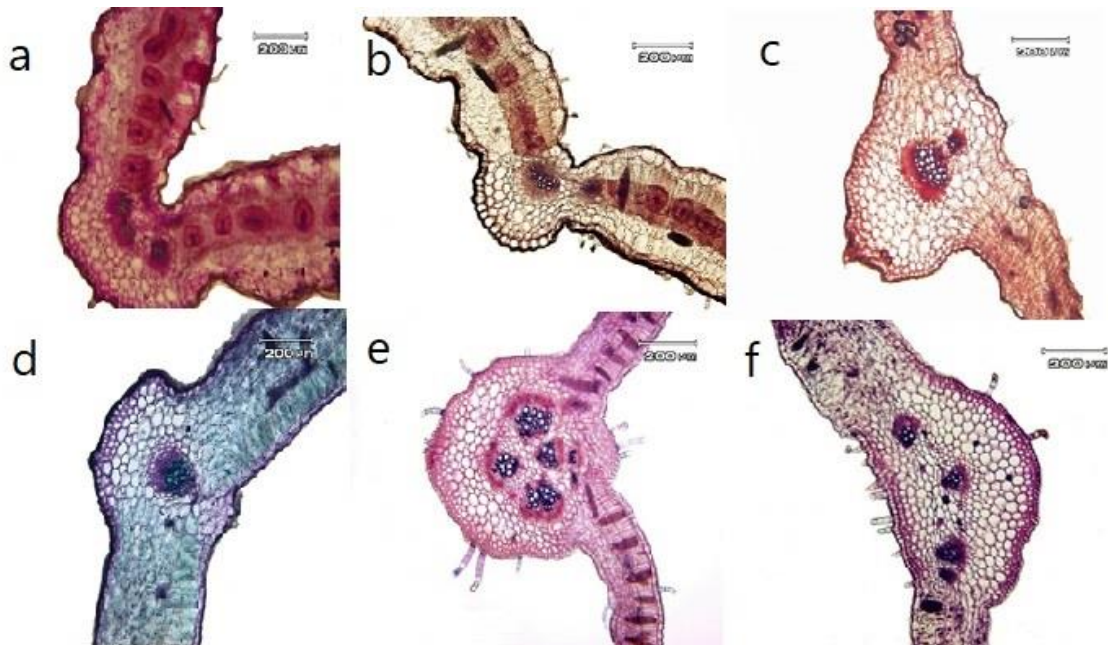
شکل ۱- برش عرضی ساقه در: a. *B. glabra*, b. *C. helenae*, c. *M. jalapa*, d. *B. elegans*, e. *B. diffusa*, f. *C. stenocarpus* (مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر).

Fig. 1. Stem cross section in: a. *B. glabra*, b. *C. helenae*, c. *M. jalapa*, d. *B. elegans*, e. *B. diffusa*, f. *C. stenocarpus* (Bar = 200 µm).



شکل ۲- برش عرضی دم‌برگ در: a: *B. elegans*, b: *B. diffusa*, c: *C. stenocarpus*, d: *C. helenae*, e: *B. glabra*, f: *M. jalapa* (مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر).

Fig. 2. Petiole cross section in: a. *B. elegans*, b. *B. diffusa*, c. *C. stenocarpus*, d. *C. helenae*, e. *B. glabra*, f. *M. jalapa* (Bar = 200 µm).

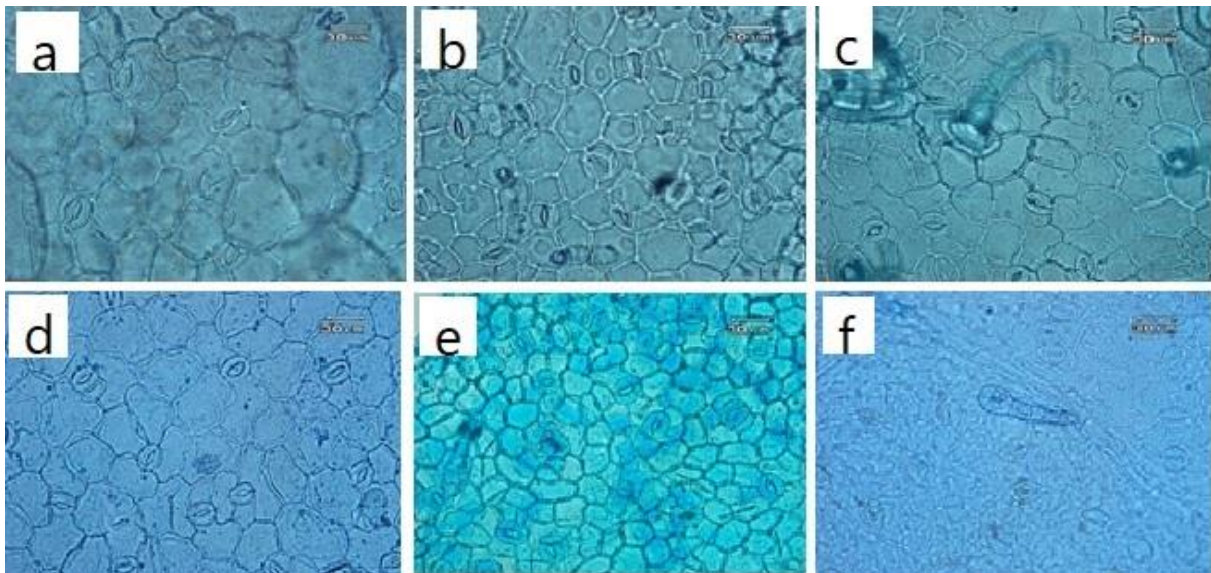


شکل ۳- برش عرضی برگ در: a: *B. elegans*, b: *B. diffusa*, c: *B. stenocarpus*, d: *C. helenae*, e: *B. glabra*, f: *M. jalapa* (مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر).

Fig. 3. Leaf cross section in: a. *B. elegans*, b. *B. diffusa*, c. *B. stenocarpus*, d. *C. helenae*, e. *B. glabra*, f. *M. jalapa* (Bar = 200 µm).

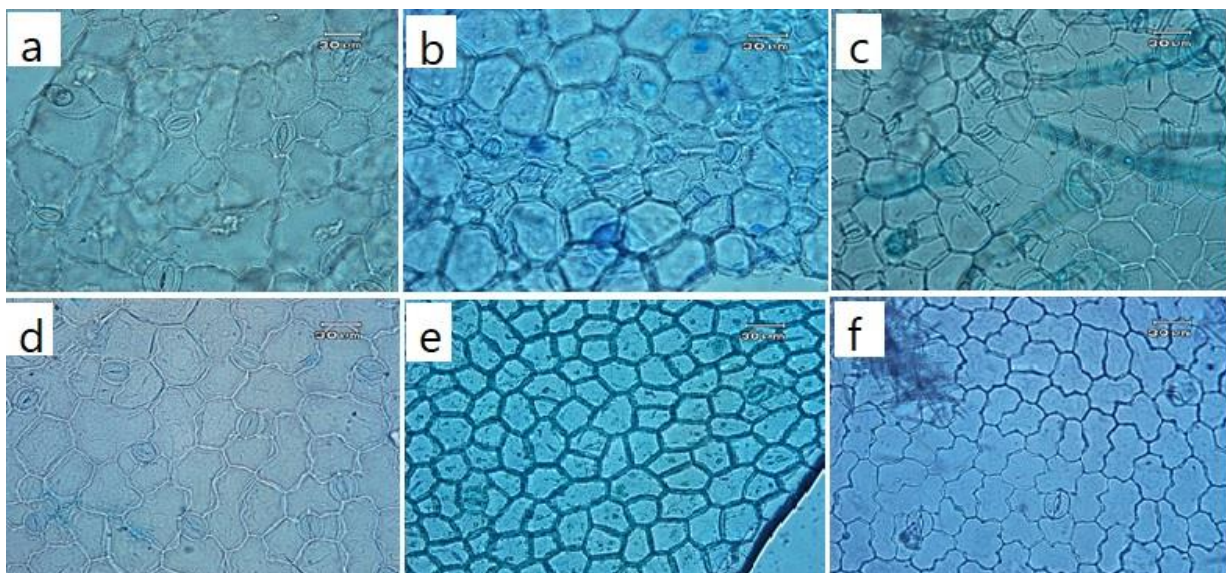
جنس‌ها و گونه‌ها در هر دو سطح پشتی و شکمی به صورت آنموسیتیک مشاهده شد. شکل دیواره سلول‌های اپیدرمی در گونه *M. jalapa* در هر دو سطح فوقانی و تحتانی به صورت موج‌دار و چندوجهی و در سایر گونه‌ها به صورت صاف تا کشیده مشاهده شد. کرک‌های غده‌ای چندسلولی در تمام گونه‌های مورد بررسی وجود داشت (شکل‌های ۴ و ۵).

در مطالعات بشره، در گونه‌های *B. elegans* و *B. diffusa*، *B. glabra*، *M. jalapa* اندکس روزنه در سطح پشتی بیشتر از سطح شکمی مشاهده شد. در گونه‌های *C. stenocarpus* و *C. helenae* در سطح شکمی بیشتر از سطح پشتی بود. تیپ روزنه در گونه *C. stenocarpus* در هر دو سطح تحتانی و فوقانی به صورت آنموسیتیک-آنیزوسیتیک بوده، در حالی که در سایر



شکل ۴- بشره فوقانی در: a. *B. elegans*, b. *B. diffusa*, c. *B. stenocarpus*, d. *C. helenae*, e. *B. glabra*, f. *M. jalapa* (مقیاس = ۳۰ میکرومتر).

Fig. 4. Adaxial epidermis in: a. *B. elegans*, b. *B. diffusa*, c. *B. stenocarpus*, d. *C. helenae*, e. *B. glabra*, f. *M. jalapa* (Bar = 30 μ m).



شکل ۵- بشره تحتانی در: a. *B. elegans*, b. *B. diffusa*, c. *B. stenocarpus*, d. *C. helenae*, e. *B. glabra*, f. *M. jalapa* (مقیاس = ۳۰ میکرومتر).

Fig. 5. Abaxial epidermis in: a. *B. elegans*, b. *B. diffusa*, c. *B. stenocarpus*, d. *C. helenae*, e. *B. glabra*, f. *M. jalapa* (Bar = 30 μ m).

جدول ۲- صفات تشریحی کمی در ساقه، برگ و دم‌برگ (میکرومتر) در تیره لاله‌عباسی

Table 2. Anatomical quantitative characters of stem, leaf and petiole (μm) in *Nyctaginaceae*

Taxon	Tpph	Tpxl	Tpph/ Tpx	Npa	Nvbs	Tsvb	Tsx	Tsph	Tsxl/ Tspsh	NChs	Npal	Nvbl	Tvbp	Nclp	Tpph/ Tslp	Nvbp	Nchl
<i>Boerhavia elegans</i>	34-	39-	0.62	2-3	1-3	33-	27-	13-	1.3-	2	2-4	7-10	65-	1-2	1.42-	3	1-2
	50	65	-0.82			64	42	23	2.3				107		1.8		
<i>B. diffusa</i>	39-	46-	0.87-	2-3	1-4	35-	17-	13-	0.99-	2	2-3	6-8	67-	2	1.8-2	3-5	2
	42	47	0.89			40	29	22	1.6				75				
<i>Commicarpus stenocarpus</i>	37-	62-	1.6-	2-5	1-5	119-	85-	21-	3.4-4	1	2-5	7-8	120-	3	2.1-	3-10	3
	47	80	2.2			146	98	28					141		2.3		
<i>C. helena</i>	42-	68-	1.38-	4-5	1-2	99-	63-	21-	2-5	1	4-5	7-8	93-	2	1.2-	3-5	2
	63	93	1.96			191	151	28					117		2.4		
<i>Bougainvillea glabra</i>	27-	50-	1.96-	5-6	1-6	96-	59-	26-	1.9-	1	5-6	10-	153-	3	1.6-	5-6	3
	30	55	2			97	60	30	2.2			15	197		1.7		
<i>Mirabilis jalapa</i>	18-	25-	1.2-	3-5	6	100-	76-	27-	2.5-	3	6	23-	57-	3	0.98-	10-	3
	31	35	1.36			109	99	39	2.8			25	80		1.49	12	

Tpph: Primary phloem thickness in the cross section of the stem, Tpxl: Primary xylem thickness in the cross-section of the stem, Npa: Number of parenchyma layers in the cross section of the stem, Tsvb: Thickness of second vascular bundles in the cross section of stem, Tsxl: Secondary xylem thickness in the cross section of the stem, Tsph: Secondary phloem thickness in the cross section of the stem, NChs: Number of collenchyma layers in the cross section of stem, Npal: Number of collenchyma layer in the cross section of leaf, Nvbl: Number of vascular bundles in the cross section of leaf, Tvbp: Thickness of vascular bundles of the cross section of petiole, Nclp: Number of collenchyma layers in the cross section of petiole, Nvbp: Number of vascular bundles in the cross section of petiole, Nchl: Number of collenchyma layers in the cross section of the leaf.

جدول ۳- صفات کیفی حاصل از مطالعات تشریحی در ساقه، برگ و دم‌برگ در تیره لاله‌عباسی

Table 3. Anatomical qualitative measurements of stem, leaf and petiole studies in *Nyctaginaceae*

Taxon	SH.s	SH.bun	Tcol	A.K	Thr.s	Sh.p	Thr.p	Sh.bun
<i>Boerhavia elegans</i>	Circular-sinusoidal	Elliptic	Continuous ring	+	Pilose	Reniform	Short simple & glandular	Discontinuous crescent
<i>B. diffusa</i>	Circular-sinusoidal	± Circular	Continuous ring	+	Pilose-glandular hair	Winged - dentate	Long glandular	Discontinuous crescent
<i>Commicarpus stenocarpus</i>	Circular-sinusoidal	Circular-elliptic	Continuous ring	-	Glandular hair	Rectangulate	Short simple & glandular	Discontinuous crescent
<i>C. helena</i>	Circular-sinusoidal	Circular-elliptic	Continuous ring	-	± Pilose	Concave-convex	Short simple & glandular	Discontinuous crescent
<i>Bougainvillea glabra</i>	Circular-sinusoidal	Elliptic	Continuous ring	-	Pilose	Circular	Short simple & glandular	Discontinuous crescent
<i>Mirabilis jalapa</i>	Polygonal	Circular-elliptic	Corner	-	± Glabrous	Semicircular	Short simple & glandular	Discontinuous ring

SH.s: Stem shape in cross section, SH.bun: Shape of vascular in the cross section of stem, Tcol: Thickness of collenchyma, Thr.p: Petiole indumentum, Thr.s: Stem indumentum, A.K: Presence of Kranz anatomy, Sh.bun: Shape of vascular bundles in the petiole cross section, Sh.p: Petiole shape in cross section.

معنی‌دار بودند ($P > 0.05$). دندروگرام حاصل از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای به روش WARD در سطح ۰.۲۵، دو خوشه اصلی را نشان داد که خوشه اصلی نخست شامل جمعیت‌های گونه‌های *Commicarpus*، *Bougainvillea* و *Mirabilis* و خوشه اصلی دوم شامل گونه‌های *Boerhavia* بود (شکل ۶).

- تاکسونومی عددی براساس صفات تشریحی در مطالعات تاکسونومی عددی براساس صفات تشریحی برگ، ساقه و دم‌برگ، ۲۶ صفت تشریحی در ۲۲ جمعیت از تیره لاله‌عباسی مورد بررسی قرار گرفتند (جدول‌های ۴ و ۵). صفات کمی با استفاده از آنالیز تک‌متغیره (ANOVA) بررسی شدند و همگی دارای اختلاف

جدول ۴- صفات کیفی مورد استفاده در مطالعات تشریحی ساقه، برگ و دم‌برگ در تیره لاله‌عباسی

Table 4. Anatomical qualitative characters of stem, leaf and petiole in *Nyctaginaceae*

No.	Symbol	Character state	Qualitative character
1	SH.s	(0) Ovate, (1) elliptic, (2) spherical, (3) ovate-elliptic	Shape of stem in cross section
2	SH.bun	(0) Ovate, (1) elliptic, (2) spherical, (3) ovate-elliptic	Shape of vascular bundles in stem cross section
3	Thr.p	(0) Hairy, (1) glabrous	Petiole indumentums
4	Thr.s	(0) Hairy, (1) glabrous	Stem indumentums
5	Thr.L.L	(0) Hairy, (1) glabrous	Indumentums of lower surface of leaf
6	Thr.U.L	(0) Hairy, (1) glabrous	Indumentums of upper surface of leaf
7	A.K	(0) Present, (1) absent	Presence of Kranz anatomy
8	Sh.bun	(0) Open arch, (1) circle	Shape of vascular bundles in petiole cross section
9	Sh.P	(0) Crescent, (1) spherical, (2) hemispherical, (3) polygonal	Shape of petiole in cross section
10	Tcol	Continous ring, (2) corner	Thikness of collenchyma

برش عرضی برگ، ضخامت آوند آبکش ثانویه در برش عرضی ساقه، ضخامت دستجات آوندی در برش عرضی برگ را نشان می‌دهد که متغیرترین صفات در میان جمعیت‌های مورد مطالعه می‌باشند. مولفه دوم که ۱۷/۲٪ تنوع را نشان می‌دهد شامل ضخامت آوند آبکش اولیه در برش عرضی ساقه و ضخامت آوند چوب ثانویه در برش عرضی ساقه است (جدول ۴). نمودار رسم شده براساس دو مولفه اصلی صفات تشریحی ساقه، برگ و دم‌برگ در جمعیت‌های مورد مطالعه گونه‌های مختلف را به خوبی از هم جدا می‌کند (شکل ۷).

به منظور شناسایی و مشخص نمودن مهمترین صفات تشریحی در میان شش گونه مطالعه شده از چهار جنس *Boerhavia*, *Commicarpus*, *Bougainvillea* و *Mirabilis* از تیره لاله‌عباسی، آزمون CVA صورت گرفت. پنج مولفه نخست که مجموعاً ۱۰۰٪ کل تنوع را بیان می‌کردند جهت بررسی‌های بعدی انتخاب شدند. نمودار رسته‌بندی رسم شده منطبق با دو مولفه اصلی CVA بیانگر میزان نزدیکی یا واگرایی جمعیت‌های مطالعه شده براساس این دو مولفه می‌باشد. مولفه نخست که ۷۸/۷٪ تنوع را نشان می‌دهد صفات نسبت ضخامت آوند چوب به آبکش در

جدول ۵- صفات کمی مطالعه شده در بررسی تشریحی ساقه، برگ و دم‌برگ در تیره لاله‌عباسی

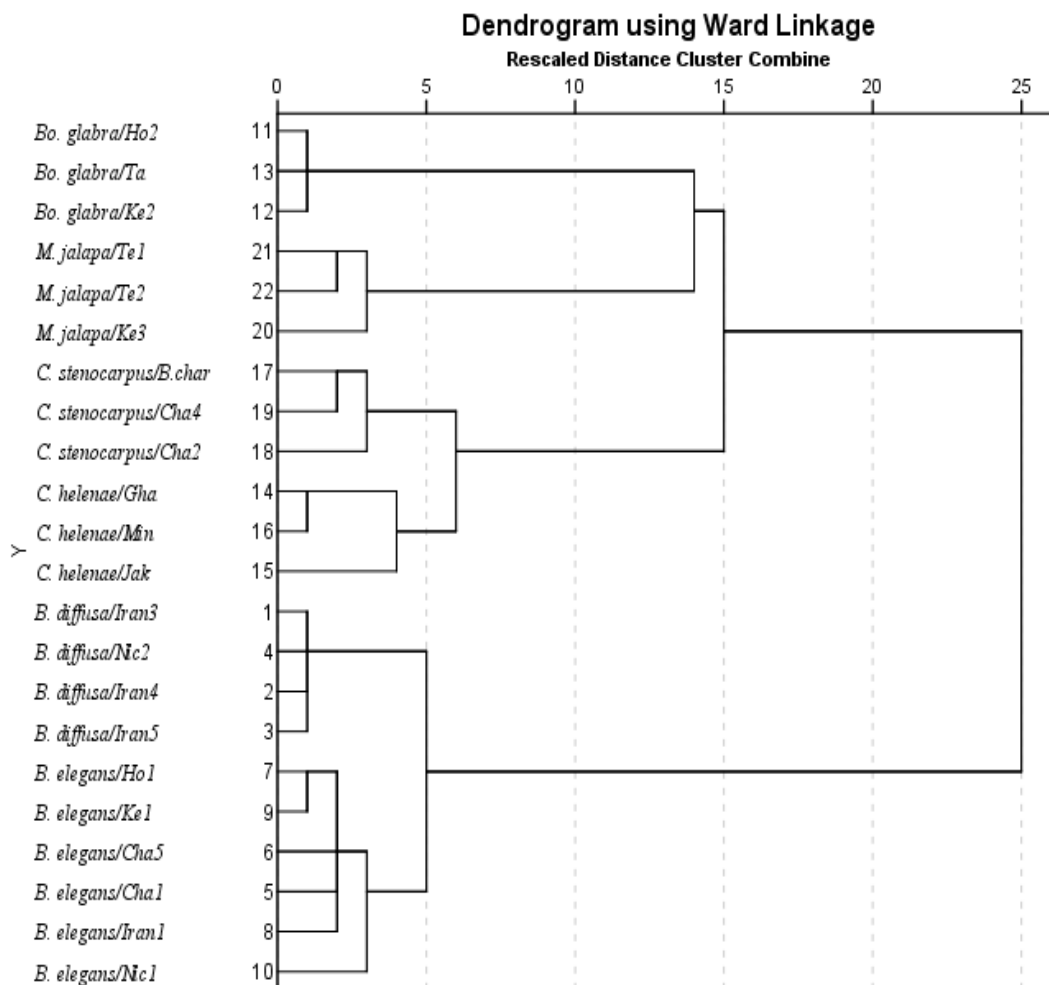
Table 5. Anatomical quantitative characters of stem, leaf and petiole in *Nyctaginaceae*

No.	Abbreviation	Quantitative character
1	Tpph	Primary phloem thickness in the cross section of the stem
2	Tpxl	Primary xylem thickness in the cross section of the stem
3	Tpph/ Tpxl	Primary phloem thickness in the cross section of the stem/primary xylem thickness in the cross section of the stem
4	Npa	Number of parenchyma layers in the cross section of the stem
5	Nvb	Number of vascular bundles in the cross section of the stem
6	Tsvb	Thickness of second vascular bundles in the cross section of the stem
7	Tsxl	Secondary xylem thickness in the cross section of the stem

Table 5 (contd)

جدول ۵ (ادامه)

8	Tsph	Secondary phloem thickness in the cross section of the stem
9	Tsxl/ Tsph	Secondary phloem thickness in the cross section of the stem/secondary xylem thickness in the cross section of the stem
10	NCIs	Number of collenchyma layers in the cross section of the stem
11	Npal	Number of collenchyma layer in the cross section of the leaf
12	Nvbl	Number of vascular bundles in the cross section of the leaf
13	Tvbp	Thickness of vascular bundles of the cross section of the petiole
14	Nclp	Number of collenchyma layers in the cross section of the petiole
15	Txlp/ Tphp	Xylem thickness in the cross section of petiole/phloem thickness in the cross section of the petiole
16	Nvbp	Number of vascular bundles in the cross section of the petiole
17	Nchl	Number of collenchyma layers in the cross section of the leaf



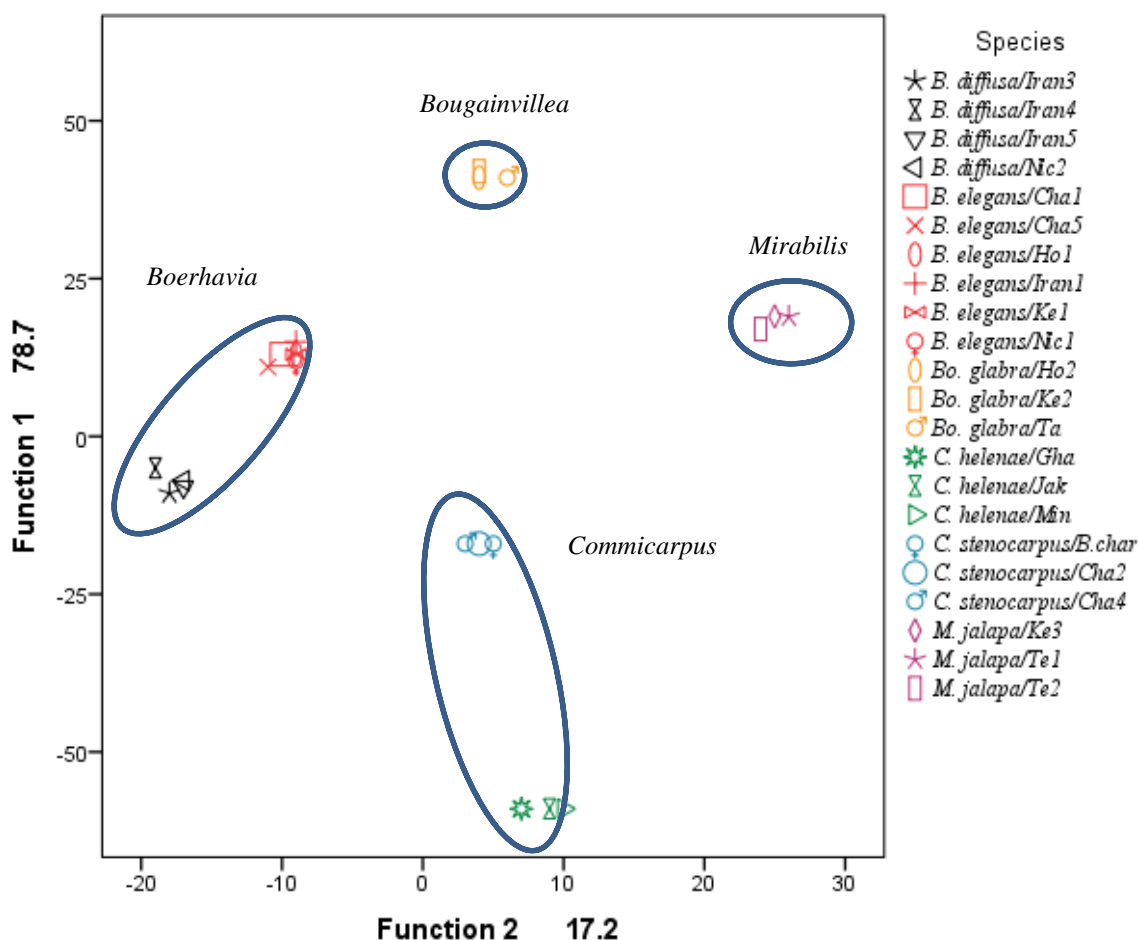
شکل ۶- دندروگرام به روش WARD براساس صفات تشریحی کمی در ساقه، برگ و دم‌برگ.

Fig. 6. The dendrogram of cluster analysis by WARD method on the quantitative anatomical characters of stem, leaf and petiole.

جدول ۶- ماتریس حاصل از تجزیه به عامل‌ها و درصد واریانس آن‌ها براساس صفات تشریحی برگ، ساقه و دم‌برگ

Table 6. Matrix of Eigen values of the principal components for anatomical traits of leaf, stem and petiole

Component	Initial Eigen value	
	Variance %age	Cumulative %age
1	78.7	78.7
2	17.2	96.0
3	2.5	98.5
4	1.1	99.6
5	0.4	100.0

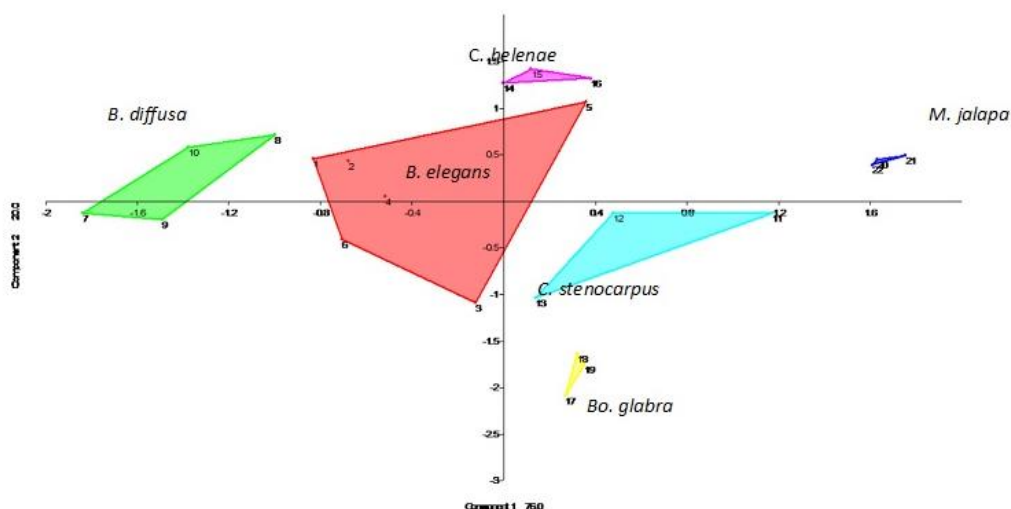


شکل ۷- نمودار رسته‌بندی براساس دو مولفه اصلی CVA براساس صفات تشریحی برگ، ساقه و دم‌برگ.

Fig. 7. CVA of the first and second factors based on anatomical characters of stem, leaf and petiole.

اصلی بیانگر میزان نزدیکی یا واگرایی گونه‌های مطالعه شده براساس این دو مولفه می‌باشد. فاکتور نخست ۷۶/۰۷٪ از کل تنوع و فاکتور دوم ۲۰/۰۵٪ کل تنوع را نشان می‌دهند. نمودار رسم شده براساس دو مولفه اصلی صفات کمی ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی براساس گونه‌ها و جنس‌های مورد مطالعه، جدایی این آرایه‌ها را نشان می‌دهد (شکل ۸).

به منظور شناسایی و مشخص نمودن مهمترین صفات در میان شش گونه مطالعه شده از چهار جنس *Commicarpus* و *Boerhavia* و *Bougainvillea* و *Mirabilis* از تیره لاله‌عباسی، آزمون CVA با استفاده از نرم‌افزار Past Ver. 1.98 روی صفات کمی تشریحی صورت گرفت. دو فاکتور نخست که مجموعاً ۹۶/۱۲٪ از کل تنوع را بیان می‌کنند، برای بررسی‌های بعدی انتخاب شدند. نمودار رسته‌بندی رسم شده براساس دو مولفه



شکل ۸- نمودار رسته‌بندی براساس دو مولفه اصلی CVA براساس صفات تشریحی برگ، ساقه و دمبرگ (Past Ver. 1.98).

Fig. 8. CVA analysis based on main qualitative micromorphological and morphological characters of stem, leaf and petiole (Past Ver. 1.98).

کلید شناسایی آرایه‌های تیره لاله‌عباسی براساس صفات تشریحی

- ۱- ساقه در برش عرضی چندگوشه، تقریباً بدون مو؛ کلانشیم در گوشه‌های ساقه *Mirabilis jalapa*
- ۲- ساقه در برش عرضی دایره‌ای، کرک‌دار؛ کلانشیم حلقه پیوسته در ساقه
۲- برگ‌ها دارای ساختار تشریحی کرانز
۳- برگ‌ها فاقد ساختار تشریحی کرانز
۴- دمبرگ در برش عرضی باله‌دار، ساقه با کرک‌های بلند غده‌ای *Boerhavia diffusa*
- ۵- دمبرگ در برش عرضی بدون باله، ساقه با کرک‌های ساده و بدون غده *B. elegans*
- ۴- دستجات آوندی ساقه در برش عرضی بیضوی، دمبرگ در برش عرضی دایره‌ای *Bougainvillea glabra*
- ۵- دستجات آوندی ساقه در برش عرضی دایره‌ای-بیضوی، دمبرگ در برش عرضی غیردایره‌ای
۵- ساقه با کرک‌های غده‌ای، دمبرگ در برش عرضی زاویه‌دار *Commicarpus stenocarpus*
- ساقه با کرک‌های ساده، دمبرگ در برش عرضی غیرزاویه‌دار *C. helenae*

صفات تشریحی بشره

در گونه *C. stenocarpus* در هر دو سطح تحتانی و فوقانی به صورت آنموسیتیک-آنیزوسیتیک و در سایر جنس‌ها و گونه‌ها در هر دو سطح پشتی و شکمی به صورت آنموسیتیک می‌باشد. شکل دیواره سلول‌های اپیدرمی در گونه *M. jalapa* در هر دو سطح فوقانی و تحتانی به صورت موج‌دار و چندوجهی و در سایر گونه‌ها به صورت صاف تا کشیده بودند. کرک در تمام گونه‌های مورد بررسی از نوع چندسلولی و غده‌ای مشاهده شد (جدول ۷، شکل‌های ۴ و ۵).

از بررسی‌های طول روزنه، عرض سلول روزنه، اندکس روزنه، تیپ روزنه و شکل دیواره سلول‌های اپیدرمی در بشره فوقانی و تحتانی جمعیت‌های مختلف گونه‌های تیره لاله‌عباسی مورد بررسی، نتایج زیر به دست آمد:
اندکس روزنه در گونه‌های *B. diffusa* و *B. elegans* و در جنس‌های *Mirabilis* و *Bougainvillea* در سطح پشتی بیشتر از سطح شکمی بود. همچنین، در گونه‌های *C. stenocarpus* و *C. helenae* در سطح شکمی بیشتر از سطح پشتی بود. تیپ روزنه

جدول ۷- مشخصات بشره، روزنه‌ها و کرک در تیره لاله‌عباسی

Table 7. Characteristic of of leaf epidermis, stoma, and trichoms in *Nyctaginaceae*

Taxon	Type of stoma on both sides	Shape of cell wall in abaxial surface	Type of trichom	Shape of cell wall in adaxial surface
<i>Boerhavia elegans</i>	Anomocytic	Pentagonal	± Pilose	Pentagonal
<i>B. diffusa</i>	Anomocytic	Pentagonal	Glandular hair	Pentagonal
<i>Commicarpus stenocarpus</i>	Anomocytic-anisocytic	Pentagonal	Dense glandular hair	Pentagonal
<i>C. helenae</i>	Anomocytic	Pentagonal-polygonal	Glabrous to ± pilose	Pentagonal-polygonal
<i>Bougainvillea glabra</i>	Anomocytic	Pentagonal	Glabrous to ± pilose	Pentagonal
<i>Mirabilis jalapa</i>	Anomocytic	Polygonal	Pilose	Polygonal

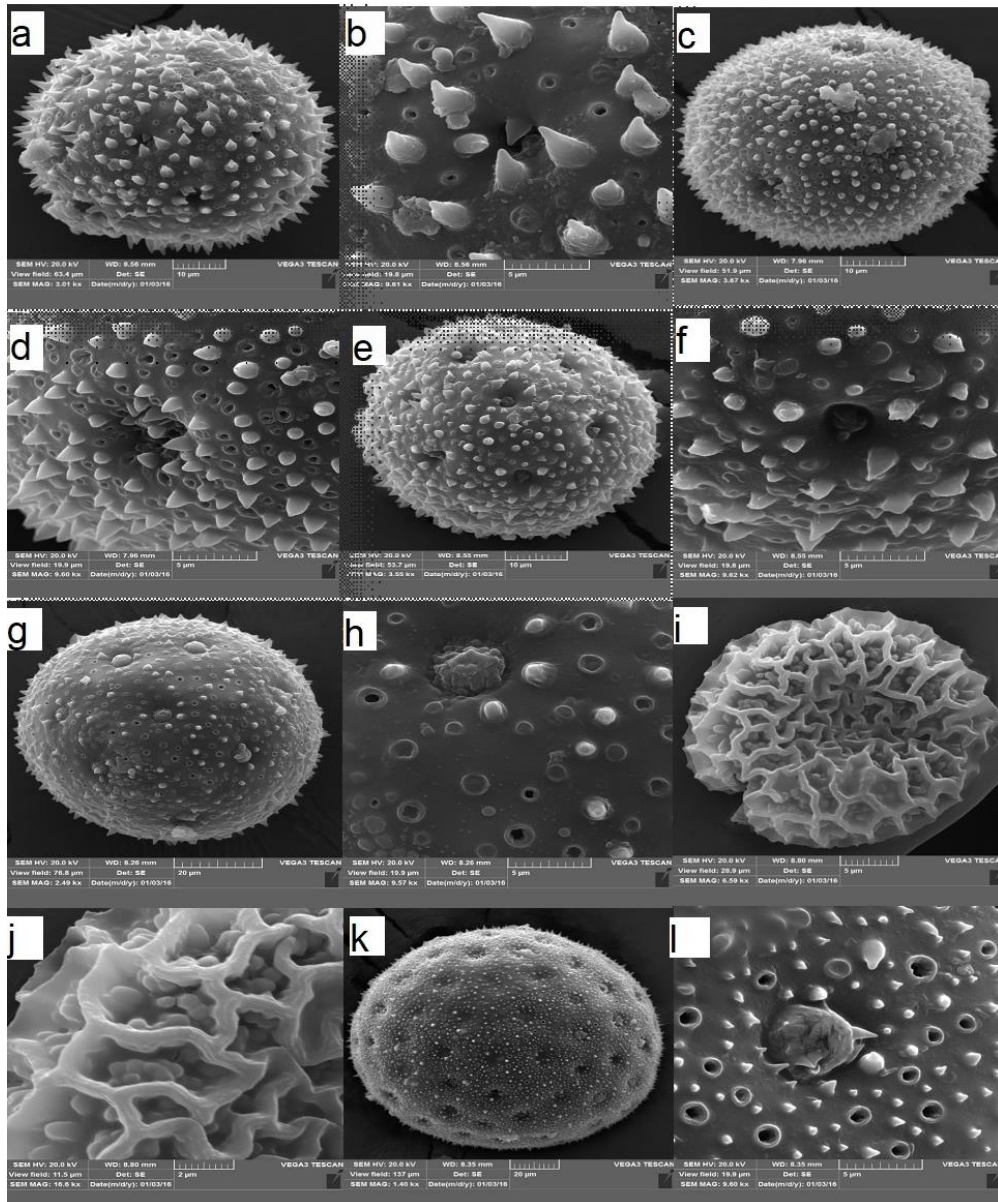
متغیر بود. طول خار از ۰/۸۳ میکرومتر در *M. jalapa* تا ۲/۸۵ میکرومتر در *B. diffusa*، عرض قاعده خار از ۰/۸۱ میکرومتر در *M. jalapa* تا ۲/۱۵ میکرومتر در *C. stenocarpus*، بیشترین فاصله بین خارها در *C. stenocarpus* با ۵/۴۴ میکرومتر و کمترین آن در *M. jalapa* با ۱/۷۷ میکرومتر و بیشترین فاصله بین منافذ در *B. diffusa* با ۱۹/۰۲ میکرومتر و کمترین فاصله بین منافذ در *C. helenae* با ۱۲/۲۳ میکرومتر مشاهده شد. *B. diffusa* با ۲/۷۱ میکرومتر و *M. jalapa* با ۵/۰۸ میکرومتر به ترتیب دارای کمترین و بیشترین قطر منافذ در دانه گرده بودند (جدول ۸ و شکل ۹).

- مطالعات ریزریخت‌شناسی دانه گرده
شکل دانه گرده در گونه *B. glabra* (oblate-spheroidal) پخت-کروی و در سایر گونه‌های مورد مطالعه کروی (spheroidal) بود. بررسی نتایج به دست آمده نشان داد که بزرگترین دانه گرده متعلق به گونه *M. jalapa* و کوچکترین دانه گرده مربوط به گونه *B. glabra* بود.
نوع دانه گرده در گونه *B. glabra* به صورت سه‌شیاری (tricolpate) و در سایر گونه‌ها به صورت پنج‌منفذی (pentaporate) دیده شد.
ضخامت اگزین در گونه‌های مورد بررسی، از ۲/۷۲ میکرومتر در *C. stenocarpus* تا ۸/۸۹ میکرومتر در *M. jalapa*

جدول ۸- ویژگی‌های دانه گرده در تیره لاله‌عباسی در ایران (میکرومتر)

Table 8. Pollen characters of *Nyctaginaceae* in Iran (μm)

Taxon	Pollen size	Exine thickness	Spine length	Pore diameter	Average distance between spine	Average distance between pore
<i>Boerhavia elegans</i>	51.62–62.26	3.55–5.32	0.83–2.14	2.90–3.46	4.83	16.58
<i>B. diffusa</i>	64.02–72.25	3.73–4.80	1.97–4.89	2.76–3.7	3.83	19.02
<i>Commicarpus stenocarpus</i>	89.93–64.55	2.28–3.72	0.95–3.26	4.50–5.71	5.44	17.86
<i>C. helenae</i>	54.53–65.70	3.35–4.51	0.57–3.03	2.40–3.10	2.70	12.23
<i>Bougainvillea glabra</i>	26.42–29.74	2.31–3.58	0	0	0	0
<i>Mirabilis jalapa</i>	136.63–157.95	7.16–9.78	0.42–2.9	3.97–5.97	1.77	13.52



شکل ۹- میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) از دانه‌های گرده گونه‌های ایرانی تیره لاله‌عباسی. a, d. *B. elegans*, b, c. *B. diffusa*, e, f. *C. helenae*, g, h. *C. stenocarpus*, i, j. *B. glabra*, k, l. *M. jalapa*.

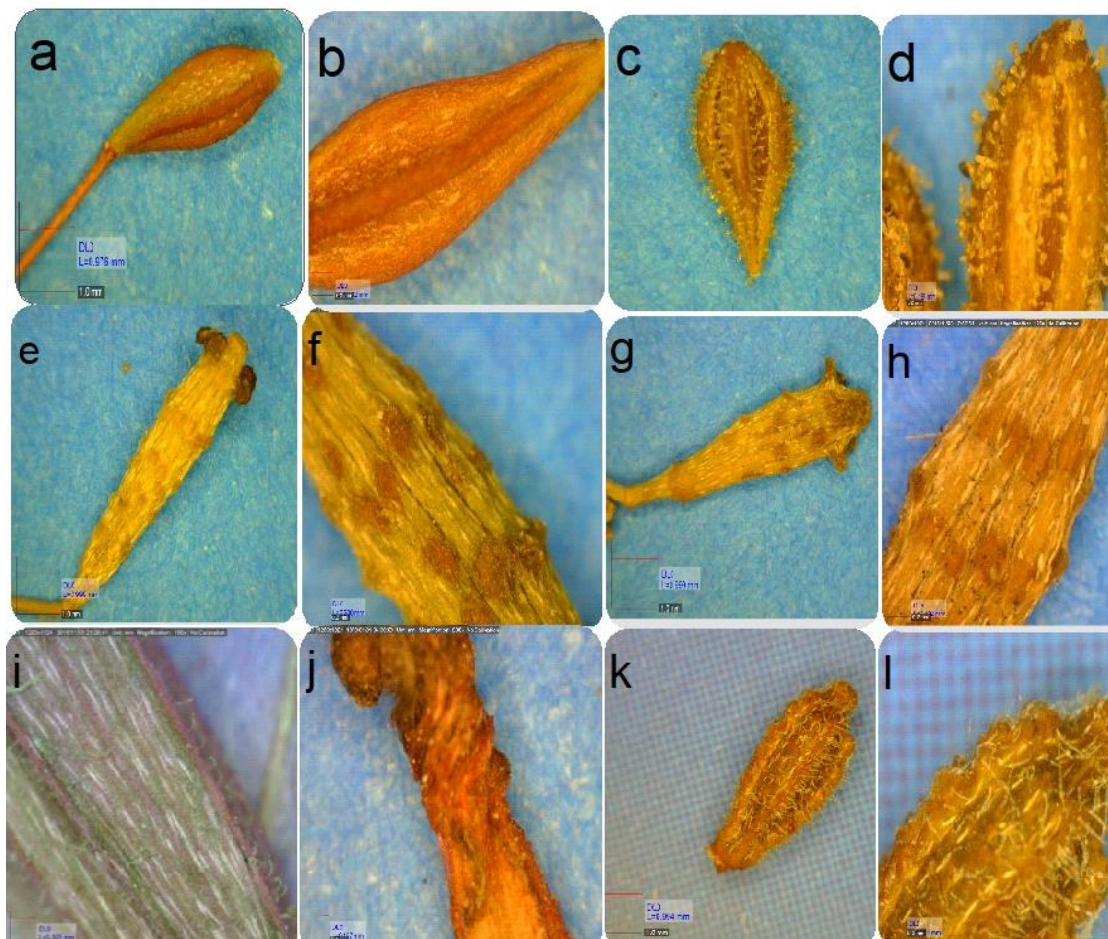
Fig. 9. Scanning electron microscope image (SEM) of pollen grains of Iranian taxa of Nyctaginaceae. a, d. *B. elegans*, b, c. *B. diffusa*, e, f. *C. helenae*, g, h. *C. stenocarpus*, i, j. *B. glabra*, k, l. *M. jalapa*.

مطالعات ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی اعضای تیره لاله‌عباسی در ایران به ندرت دارای شکل رویشی یک‌ساله یا چندساله (*O. nyctagineus* و *M. jalapa*) و بیشتر به صورت بوته‌ای یا درختچه‌ای هستند. ساقه افراشته (*O. nyctagineus*، *B. elegans*، *C. stenocarpus* و *B. glabra*) یا خیزان و یا خوابیده (*B. diffusa* و *C. helenae*) *M. jalapa* بود. ساقه به جز *O. nyctagineus* و *M. jalapa* که بدون کرک یا با کرک‌های پراکنده بودند، در سایر گونه‌ها دارای پوشش کرکی متراکم یا غده‌ای بودند. برگ‌ها متقابل (*O. nyctagineus*)

فراهم سببرگی (*C. stenocarpus*، *C. helenae* و *M. jalapa*)، فراهم سه‌برگی (*B. diffusa* و *B. elegans*) و یا متناوب (*B. glabra*) بودند. شکل برگ تخم‌مرغی، دایره‌ای یا قلبی بود. گل آذین گرزن دوسویه با دمگل‌های باریک (*B. glabra* و *B. elegans*)، گرزن‌ها یک سویه (*B. diffusa*)، خوشه مرکب (*M. jalapa* و *O. nyctaginu*) و یا فراهم (*C. stenocarpus* و *C. helenae*) بودند. گل‌ها به ندرت منفرد، دوتایی و یا در دسته‌های ۲ تا ۸ تایی دیده شدند. برگ‌ها به شکل‌های تخم‌مرغی، استوانه‌ای، بیضی و یا مخروطی بودند. شکل فندقه مستطیلی-گرزی (*B. elegans*)، دوکی (*B. diffusa*)

مطالعات ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی اعضای تیره لاله‌عباسی در ایران به ندرت دارای شکل رویشی یک‌ساله یا چندساله (*O. nyctagineus* و *M. jalapa*) و بیشتر به صورت بوته‌ای یا درختچه‌ای هستند. ساقه افراشته (*O. nyctagineus*، *B. elegans*، *C. stenocarpus* و *B. glabra*) یا خیزان و یا خوابیده (*B. diffusa* و *C. helenae*) *M. jalapa* بود. ساقه به جز *O. nyctagineus* و *M. jalapa* که بدون کرک یا با کرک‌های پراکنده بودند، در سایر گونه‌ها دارای پوشش کرکی متراکم یا غده‌ای بودند. برگ‌ها متقابل (*O. nyctagineus*)

کرک‌های غده (*B. elegans* و *B. diffusa*)، زگیل‌دار (*C. stenocarpus* و *C. helenae*) و یا دارای کرک‌های ساده متراکم (*O. nyctagineus*) بود (جدول ۹ و شکل ۱۰).



شکل ۱۰- فندقه در: *B. elegans* a, b، *B. diffusa* c, d، *C. stenocarpus* e, f، *C. helenae* g, h، *B. glabra* i, j، *O. nyctagineus* k, l

Fig. 10. Fruit micrograph in: a, b. *B. elegans*, c, d. *B. diffusa*, e, f. *C. stenocarpus*, g, h. *C. helenae*, j. *B. glabra*, k, l. *O. nyctagineus*.

Commicarpus و خوشه اصلی دوم شامل گونه‌های زینتی و هرز جنس‌های *Bougainvillea*، *Mirabilis* و *Oxybaphus* می‌باشد (شکل ۱۲).

در دندروگرام حاصل از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای به روش WARD براساس صفات کیفی، در سطح ۰.۲۵، سه خوشه اصلی مشاهده شد که خوشه اصلی نخست شامل گونه‌های جنس‌های زینتی *Bougainvillea*، *Mirabilis* و *Oxybaphus*، خوشه اصلی دوم شامل گونه‌های جنس *Boerhavia* و خوشه اصلی سوم شامل گونه‌های جنس *Commicarpus* می‌باشد (شکل ۱۱).

در مطالعات مورفومتری سنتی، براساس صفات ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی در هفت گونه از تیره لاله‌عباسی، ۴۶ صفت ریخت‌شناسی برای ۲۸ جمعیت (جدول ۹) مورد استفاده قرار گرفت. براساس آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA)، تمام صفات مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P > 0.05$). همچنین، میانگین \pm انحراف معیار ۱۸ صفت کمی ریخت‌شناسی در بین هفت گونه اندازه‌گیری شد.

نتیجه تجزیه و تحلیل خوشه‌ای به روش WARD براساس صفات کمی در سطح ۰.۲۵، دو خوشه اصلی دیده شد که خوشه اصلی نخست شامل گونه‌های بومی جنس‌های *Boerhavia*

جدول ۹- صفات کمی و کیفی به کار رفته در بررسی‌های ریخت‌شناسی (میکرومتر)

Table 9. Quantitative characters used in morphological studies (μm)

Symbol	Qualitative characteristic	Symbol	Quantitative characteristic
Hs	Habitat	Lma	Length of largest leaf
Sc	Stem condition	Lmi	Length of smaller leaf
Sr	Stem ramification	Wma	Width of largest leaf
Sc	Stem color	Wmi	Width of smallest leaf
Sin	Stem indumentums	Al	Achene length
Ls	Leaf shape	Aw	Achene width
Sbl	Shape of leaf blade	Fl	Flower length
	-	FW	Flower width
La	Leaf apex	Pl	Pedicle length
Lm	Leaf margin	Nrf	Number of fruit ribs
Lb	Leaf base	Lbp	Length of basal leaf petiole
Is	Inflorescent condition	Ns	Number of stamens
Fp	Fruit papilae	Fil	Filament length
As	Achene shape	Sl	Style length
Ag	Achene gland	Anl	Anther length
Ain	Achene indumentum	Anw	Anther width
Aap	Achene apex	Bl	Bracte length
Ssh	Stigma shape	Bw	Bracte width
Sc	Stamen condition	-	-
Pc	Perianth color	-	-
Lphi	Leaf phylotaxy	-	-
Iab	Indumentum of abaxial side	-	-
Iad	Indumentum of adaxial side	-	-

و *Mirabilis*, *Bougainvillea*, *Commicarpus*, *Boerhavia* و *Oxybaphus* آزمون "CVA" صورت گرفت. بر این اساس، پنج فاکتور نخست که مجموعاً ۱۰۰٪ از کل تنوع را بیان می‌کنند مشخص شدند. نمودار رسته‌بندی رسم شده براساس دو مولفه اصلی (CVA) بیانگر میزان نزدیکی یا واگرایی جمعیت‌های مطالعه شده براساس این دو مولفه می‌باشد (شکل ۱۳). فاکتور نخست که ۷۶٪ تنوع را نشان می‌دهد شامل صفات پهنای فندقه، نسبت طول به عرض فندقه، طول میله پرچم و طول براکته بوده و ضریب همبستگی بیشتر از ۰/۶ (>۰/۶) را نشان می‌دهند و به این ترتیب متغیرترین صفات کمی در میان جمعیت‌های مورد مطالعه می‌باشند. فاکتور دوم که ۱۱٪ تنوع را نشان می‌دهد صفات طول خامه، طول کوچکترین برگ، عرض برگه و پهنای فندقه را شامل می‌شود. نمودار رسم شده براساس دو مولفه اصلی حاصل از آنالیز صفات کمی ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی نزدیکی گونه‌ها در هر جنس را نشان می‌دهند (شکل ۱۳).

به منظور شناسایی و مشخص نمودن مهمترین صفات کیفی در میان گونه‌های مطالعه شده آزمون "CVA" صورت گرفت. چهار فاکتور نخست که مجموعاً ۹۹/۸٪ از کل تنوع را بیان می‌کنند، جهت بررسی‌های بعدی انتخاب شدند. نمودار رسته‌بندی رسم شده براساس دو مولفه اصلی (CVA)، بیانگر میزان نزدیکی یا واگرایی جمعیت‌های مطالعه شده براساس این دو مولفه می‌باشد. این فاکتورها شامل کرک‌پوش سطح رویی برگ، پوشش ساقه در قاعده و کرک‌پوش سطح پشتی برگ، رنگ گلپوش، شکل گلپوش و پوشش ساقه در قاعده می‌باشند.

نمودار رسم شده براساس دو مولفه اصلی صفات کیفی ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی، جدایی جنس‌ها و گونه‌های مورد بررسی را مشابه نمودار رسم شده براساس صفات کمی نشان می‌دهد (شکل ۱۴).

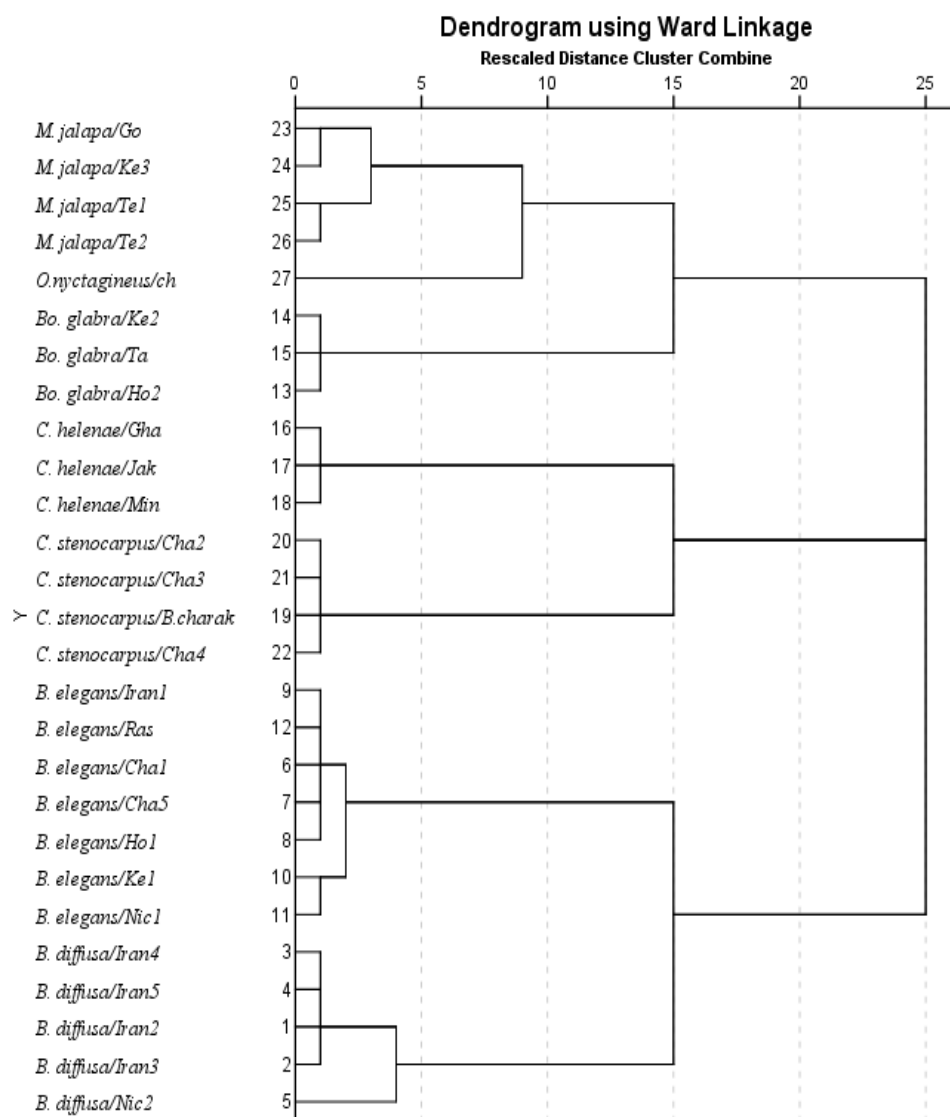
به منظور شناسایی و مشخص نمودن مهمترین صفات کمی در میان هفت گونه مطالعه شده از پنج جنس

جدول ۱۰- صفات کمی به کار رفته در بررسی‌های ریخت‌شناسی

Table 10. Quantitative characters used in morphological analysis

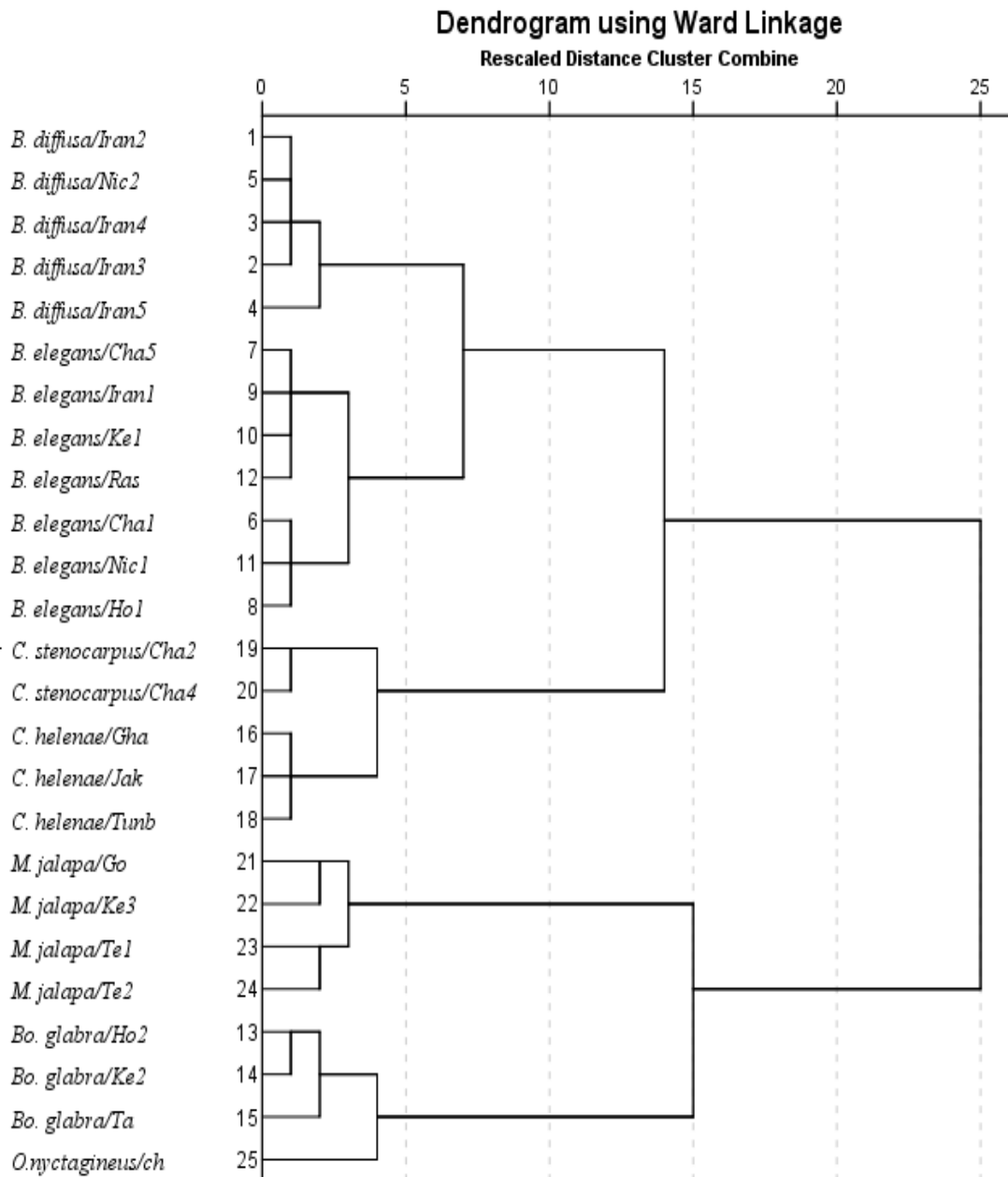
Taxon	Lma	Lmi	Wmi	Wma	Al	Aw	Al/Aw	Lbp	Fl	Pl	FW	Sl	Bl	Bw
<i>Commicarpus</i>	20-22	12-	10-17	19-27	5-	1-	3.26-5	10-	4.36-	2.50-	2.12-	2.56-	1.94-	0.28-
<i>Stenocarpus</i>		15			5.89	1.63		20	5.90	3.12	3.31	5.70	2.61	0.63
<i>C. helenae</i>	34-50	10-	10-17	28-40	3.1-	1.03-	2.05-	18-	2.56-	1.21-	1.26-	1.10-	1-	0.27-
		18			4.94	1.64	3.24	25	3.34	2.50	1.84	1.97	1.83	0.42
<i>Boerhavia</i>	18-46	10-	3-6	3-15	1.73-	0.76-	1.71-	1-25	1.93-	15-	0.69-	1.10-	0.61-	0.26-
<i>elegans</i>		23			3.37	1.64	3.43		3.80	20	1.79	2.11	1.07	0.45
<i>B. diffusa</i>	14-24	6-15	2-8	6-12	2.55-	1-	2.07-3	6-20	2-	0.51-	0.77-	0.76-	1.27-	0.38-
					3.39	1.50			3.35	0.77	1.46	1.52	5.42	0.76
<i>Bougainvillea</i>	50-55	33-	23-27	25-29	8-10	1.50-	5-5.33	10	10-	5-12	7.88-	4.1-5	17-	12-
<i>glabra</i>		38				1.59			14	10	10	35	27	
<i>Mirabilis</i>	27-57	19-	1-15	10-30	6.30-	4.5-	1.23-	15-	22-	1.50-	18.50-	20-	13	2.50-
<i>jalapa</i>		57			8	5.50	1.66	25	39	2.50	21	35		4.50

L ma: Length of largest leaf, Lmi: Length of smaller leaf, Wma: Width of largest leaf, Wmi: Width of smallest leaf, Al: Achene length, Aw: Achene width, Lbp: Length of basal leaf petiole, Fl: Flower length, Pl: Pedicle length, FW: Flower width, Sl: Style length, Bl: Bracte length, BW: Bracte width



شکل ۱۱- دندروگرام حاصل از آنالیز خوشه‌ای به روش WARD براساس صفات کیفی ریخت‌شناسی.

Fig. 11. The dendrogram of cluster analysis by WARD method on the qualitative morphological characters.



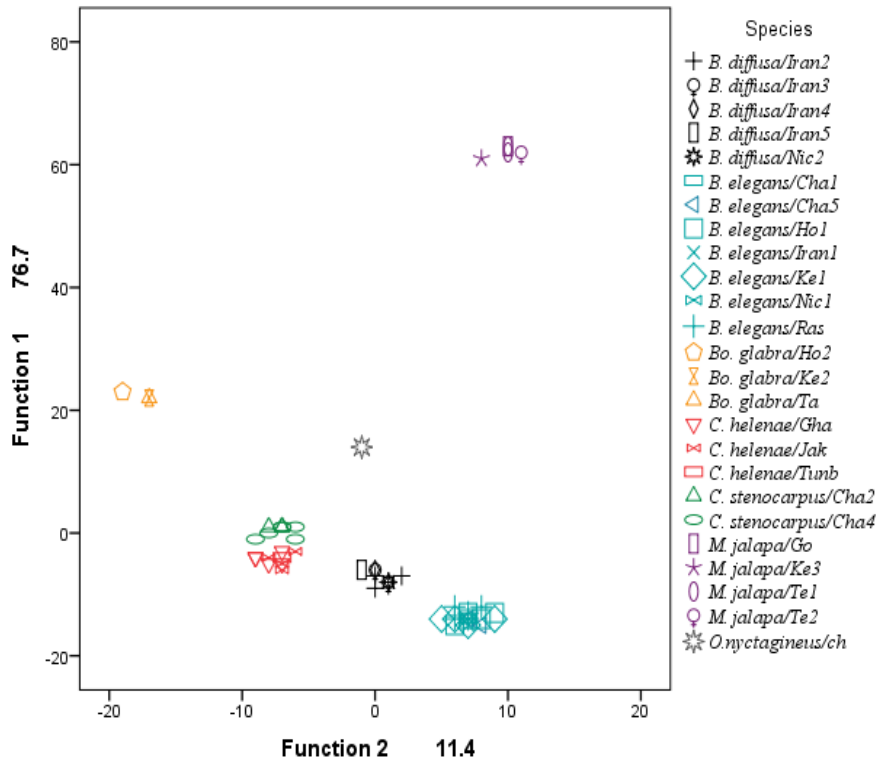
شکل ۱۲- دندروگرام حاصل از آنالیز خوشه‌ای به روش WARD براساس صفات کمی ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی.

Fig. 12. The dendrogram of cluster analysis by WARD method based on the quantitative morphological characters.

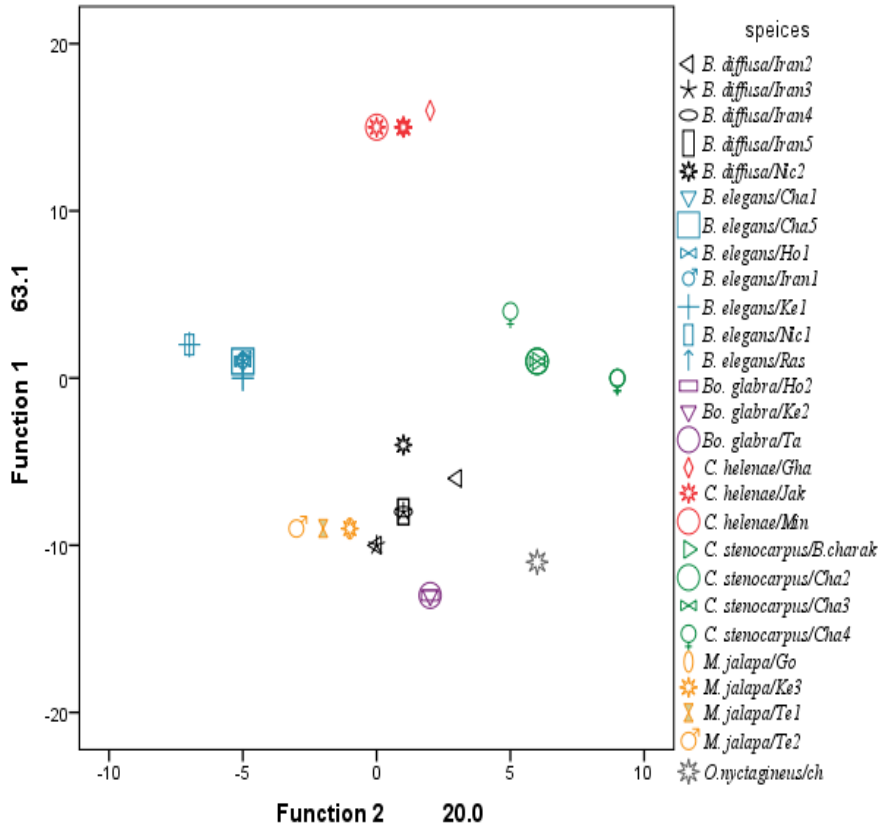
از کل تنوع و فاکتور دوم ۱۸/۸٪ کل تنوع را نشان می‌دهد و صفات طول و عرض کوچکترین برگ، طول گل، طول دمگل، طول میله پرچم و عرض فندقه متغیرترین صفات در میان گونه‌های مورد مطالعه هستند.

نمودار رسم شده براساس دو مولفه اصلی صفات کمی ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی براساس گونه‌ها و جنس‌های مورد مطالعه، جدایی این آرایه‌ها را نشان می‌دهد (شکل ۱۵).

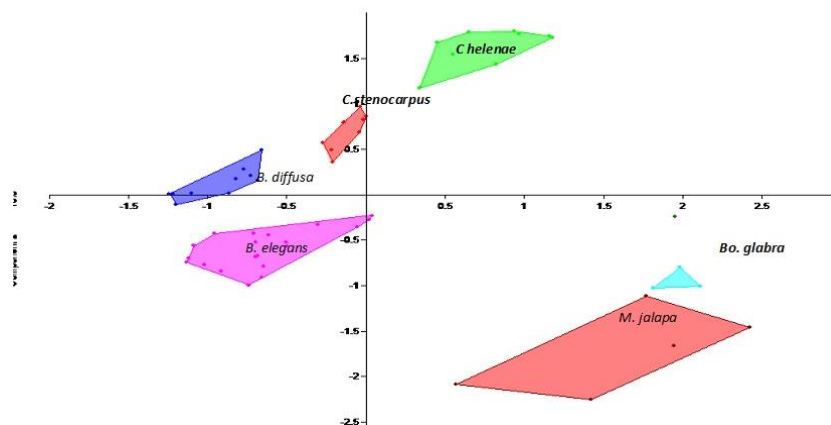
به منظور شناسایی و مشخص نمودن مهمترین صفات در میان گونه‌های مطالعه شده، آزمون "CVA" با استفاده از نرم‌افزار Past Ver. 1.98 روی صفات کمی ریخت‌شناسی صورت گرفت. دو فاکتور نخست که مجموعاً ۶۸/۲٪ از کل تنوع را بیان می‌کنند، برای بررسی‌های بعدی انتخاب شدند. نمودار رسته‌بندی رسم شده براساس دو مولفه اصلی بیانگر میزان نزدیکی یا واگرایی گونه‌های مطالعه شده براساس این دو مولفه می‌باشد. فاکتور نخست ۴۹/۴٪



شکل ۱۳- نمودار رسته‌بندی براساس دو مولفه اصلی CVA براساس صفات کمی ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی.
Fig. 13. CVA analysis based on main quantitative micromorphological and morphological characters.



شکل ۱۴- نمودار رسته‌بندی براساس دو مولفه اصلی CVA براساس صفات کیفی ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی.
Fig. 14. CVA analysis based on main qualitative micromorphological and morphological characters.



شکل ۱۵- نمودار رسته‌بندی براساس دو مولفه اصلی CVA براساس صفات ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی (Past Ver. 1.98).
Fig. 15. CVA analysis based on main qualitative micromorphological and morphological characters (Past Ver. 1.98).

بحث

این تحقیق نخستین مطالعه مورفومتری و تشریحی در تیره لاله‌عباسی در ایران است. مروری بر نتایج مطالعات تشریحی نشان می‌دهد که این دسته از صفات اختلافات مشخصی بین گونه‌ها و جنس‌های مختلف تیره لاله‌عباسی دارند که می‌توان از آن‌ها برای تشخیص جنس‌ها و گونه‌های مختلف استفاده کرد. به عنوان مثال در مطالعات مربوط به بشره، شکل دیواره سلول‌های اپیدرمی در *M. jalapa* در هر دو سطح برگ به صورت موج‌دار و چندوجهی بوده، در حالی که در سایر گونه‌ها صاف تا کشیده بوده که باعث جدایی جنس *Mirabilis* از سایر جنس‌ها می‌شود (شکل‌های ۴ و ۵).

صفت تیپ روزنه باعث تفکیک گونه‌های جنس *Commicarpus* می‌شود، به طوری که تیپ روزنه در هر دو سطح برگ این جنس آنموسیتیک-آنیزوسیتیک است، در حالی که در سایر جنس‌ها و گونه‌ها در هر دو سطح پشتی و شکمی به صورت آنموسیتیک می‌باشد. از صفات تشریحی شاخص، ساختار تشریحی کرانز است که سبب جدایی جنس *Boerhavia* از سایر جنس‌ها می‌گردد (شکل ۳ a). همچنین، ضخامت لایه پارانشیم می‌تواند باعث جدایی جنس *Boerhavia* از *Commicarpus* می‌گردد. در نتیجه با وجود اختلافات فوق مترادف بودن گونه‌های *C. stenocarpus* و *C. helenae* و انتقال آن‌ها به جنس *Boerhavia* مورد تایید قرار نمی‌گیرد.

نتایج مطالعات دانه‌گرده نشان داد، اندازه دانه‌گرده سبب تشخیص *M. jalapa* بوده و همچنین قطر منافذ که در گونه‌های *Commicarpus* به طور کلی بزرگتر از *Boerhavia* و اگزین در گونه‌های جنس *Commicarpus* نازکتر از *Boerhavia* است سبب تفکیک این جنس‌ها می‌گردد. در این مطالعه، دانه‌های

بررسی قرار گرفتند. هرچند که تراکم و طول خارچه‌ها در *C. stenocarpus* با سایر گونه‌های *Boerhavia* متفاوت است و می‌تواند سبب تشخیص آن از گونه‌های جنس‌های دیگر شود، ولی در سایر گونه‌ها صفات دانه‌گرده دارای هم‌پوشانی هستند و بنابراین، دانه‌گرده بیشتر در سطح تفکیک جنس‌های این تیره مفید است. یافته‌های این پژوهش تاییدکننده نتایج محققان پیشین از جمله نوویک (Nowicke 1970) و استراویگ و همکاران (Strowig 2013b) است. صفات ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی به خوبی جایگاه جنس‌ها و گونه‌ها شامل فرم رویشی، تیپ گل‌آذین، شکل و کرک‌پوش بخش‌های بالا و پایین گل و شکل کرک‌پوش آنتوکارپ و همچنین رگه‌های موجود در آندوکارپ را مشخص کردند. به علاوه، صفات تشریحی به خوبی جدایی گونه‌ها و جنس‌ها را نشان دادند که در دندروگرام به دست آمده براساس صفات تشریحی می‌توان گروه‌بندی این آرایه‌ها را تشخیص داد، به طوری که گونه‌های جنس‌های *Boerhavia* و *Commicarpus* در دو خوشه مجزا قرار می‌گیرند. این در حالی است که در دندروگرام ترسیم شده براساس صفات ریخت‌شناسی، گونه‌های این دو جنس در زیرخوشه‌های مجاور واقع می‌شوند که تاییدکننده کارآمدتر بودن صفات تشریحی نسبت به صفات ریخت‌شناسی است. این صفات در گونه‌های مختلف شباهت‌هایی را نشان می‌دادند که معرف زیستگاه‌های گرم و خشک مشابه بود (مانند فراوانی بافت پارانشیم نردبانی، ساختار تشریحی کرانز، توسعه بافت استحکامی و حضور کرک). نتایج مطالعات حاضر براساس تفاوت‌های ریخت‌شناسی، ریزریخت‌شناسی و تشریحی، برخلاف یافته‌های داگلاس و مانوز (۲۰۰۷) حاصل از مطالعات فیلوژنتیکی، جدایی گونه‌های جنس‌های *Boerhavia* و *Commicarpus* را به عنوان دو جنس معتبر تایید می‌کند.

این تحقیق نخستین مطالعه مورفومتری و تشریحی در تیره لاله‌عباسی در ایران است. مروری بر نتایج مطالعات تشریحی نشان می‌دهد که این دسته از صفات اختلافات مشخصی بین گونه‌ها و جنس‌های مختلف تیره لاله‌عباسی دارند که می‌توان از آن‌ها برای تشخیص جنس‌ها و گونه‌های مختلف استفاده کرد. به عنوان مثال در مطالعات مربوط به بشره، شکل دیواره سلول‌های اپیدرمی در *M. jalapa* در هر دو سطح برگ به صورت موج‌دار و چندوجهی بوده، در حالی که در سایر گونه‌ها صاف تا کشیده بوده که باعث جدایی جنس *Mirabilis* از سایر جنس‌ها می‌شود (شکل‌های ۴ و ۵).

صفت تیپ روزنه باعث تفکیک گونه‌های جنس *Commicarpus* می‌شود، به طوری که تیپ روزنه در هر دو سطح برگ این جنس آنموسیتیک-آنیزوسیتیک است، در حالی که در سایر جنس‌ها و گونه‌ها در هر دو سطح پشتی و شکمی به صورت آنموسیتیک می‌باشد. از صفات تشریحی شاخص، ساختار تشریحی کرانز است که سبب جدایی جنس *Boerhavia* از سایر جنس‌ها می‌گردد (شکل ۳ a). همچنین، ضخامت لایه پارانشیم می‌تواند باعث جدایی جنس *Boerhavia* از *Commicarpus* می‌گردد. در نتیجه با وجود اختلافات فوق مترادف بودن گونه‌های *C. stenocarpus* و *C. helenae* و انتقال آن‌ها به جنس *Boerhavia* مورد تایید قرار نمی‌گیرد.

نتایج مطالعات دانه‌گرده نشان داد، اندازه دانه‌گرده سبب تشخیص *M. jalapa* بوده و همچنین قطر منافذ که در گونه‌های *Commicarpus* به طور کلی بزرگتر از *Boerhavia* و اگزین در گونه‌های جنس *Commicarpus* نازکتر از *Boerhavia* است سبب تفکیک این جنس‌ها می‌گردد. در این مطالعه، دانه‌های

References

- Bokhari, M.H. 1970. Morphology and taxonomic significance of foliar sclereids in *Limonium*. Notes from the Royal Botanical Garden Edinburgh 30: 43–53.
- Bogle, A.L. 1974. The genera of Nyctaginaceae in the southeastern United States. *Journal of the Arnold Arboretum* 55: 1–37.
- Chew, S. 2010. Anatomical features of *Bougainvillea* (Nyctaginaceae). *Studies by Undergraduate Researchers at Guelph* 4(1): 72–78.
- Chrtok, J. & Krisa, B. 1976. Nyctaginaceae. *In*: Rechinger, K.H. (ed.), *Flora Iranica*, Lfg. 115. Akad. Druck- und Verlagsanstalt, Graz.
- Douglas, N.A. & Manos, P.S. 2007. Molecular phylogeny of Nyctaginaceae: taxonomy, biogeography and characters associated with a radiation of xerophytic genera in North America. *American Journal of Botany* 96: 856–872.
- Erdtman, G. 1969. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy*. Hafner Publishers & Co., New York.
- Fadaie, F. 1998. Nyctaginaceae. *In*: Assadi, M., Maassoumi, A.A. & Khatamsaz, M. (eds), *Flora of Iran*, Vol. 26. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran.
- Fadaie, F. 2014. Systematic review and introduction of two lesser-known species of medicinal plants, *Boerhavia diffusa* L. and *B. elegans* Choisy in DC, belonging to the Abbasid tulip family (Nyctaginaceae) from Iran. *The First National Congress of Biology and Natural Sciences of Iran*. <http://civilica.com/doc/333058>.
- Heimerl, A. 1934. Nyctaginaceae. Pp. 84–134. *In*: Engler, A. & Prantl, K. (eds), *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, edn 2, 16 c: Leipzig: Engelmann.
- Holmgren, N.P.K., Holmgren, N.H. & Barnett, L.C. 1990. *Index Herbariorum*, Part 1: The Herbaria of the World. New York Botanical Garden.
- Levin, R.A., Raguso, R.A. & Mcdade, L.A. 2001. Fragrance chemistry and pollinator affinities in Nyctaginaceae. *Phytochemistry* 58: 429–440.
- Metcalf, C.R. & Chalk, L. 1972. *Anatomy of the Dicotyledons. Leaves, Stem, and Wood in Relation to Taxonomy. With Notes on Economic Uses*, Oxford University Press, Oxford.
- Nasir, Y.J. 1974. Nyctaginaceae. P. 116. *In*: Nasir, E. & Ali, S.I. (eds), *Flora of Pakistan* Vol. 115.
- Noroozi, M., Ghahremaninejad, F., Bogler, D., Witherspoon, J.M., Ryand, G.L., Miller, J.S., Riahi, M. & Cohen, J.I. 2022. Parsing a plethora of pollen: the role of pollen size and shape in the evolution of Boraginaceae. *Cladistics* 38(2): 204–226. DOI: 10.1111/cla.12488.
- Nowicke, J.W. 1970. Pollen morphology in the Nyctaginaceae. *Grana* 10: 79–88.
- Pramanick, D.D., Mondal, M. & Maiti, G.G. 2015. Pollen morphological studies of some members of the family Nyctaginaceae in India. *Asian Journal of Plant Science and Research* 5(2): 72–76.
- Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S. & Le Thomas, A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 143: 1–81.
- Struwig, M. 2011. *A Systematic Study of Boerhavia L. and Commicarpus Standl. (Nyctaginaceae) in Southern Africa*. PhD thesis, North-West University, Potchefstroom.
- Struwig, M., Jordaan, A. & Siebert, S.G. 2011. Anatomy of the southern African *Boerhavia* and *Commicarpus* species (Nyctaginaceae). *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy* 18(2): 105–115.
- Struwig, M., Siebert, S.J. & Jordaan, A. 2013a. Diagnostic characters of *Boerhavia* L. in southern Africa: Morphology, anatomy, palynology and biogeography. *South African Journal of Botany* 86: 151.
- Struwig, M., Siebert, S.J. & Jordaan, A. 2013b. Pollen morphology of members of southern African *Boerhavia* and *Commicarpus* (Nyctaginaceae). *Bothalia* 43(1): 15–22.
- Thomas, A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 143: 1–81.