

اهمیت ریزریخت‌شناسی فندقچه در رده‌بندی سرده سنبل یابانی از تیره نعنائیان

المیرا عیوض‌زاده خسروشاهی و یاسمن سلمکی*

دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۲۷ / پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۷ / چاپ: ۱۳۹۷/۳/۲۰

قطب تبارزایی موجودات زنده و گروه علوم گیاهی، دانشکده زیست‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

*مسئول مکاتبات: ysalmaki@ut.ac.ir

چکیده. فندقچه‌های ۲۰ گونه از سرده سنبل یابانی، که کمابیش به نمایندگی از تمام بخش‌های موجود در این سرده به شمار می‌روند توسط میکروسکوپ الکترونی نگاره مورد بررسی قرار گرفتند. شکل رایج در اغلب گونه‌های مورد مطالعه تخم‌مرغی پهن بود اما شکل‌هایی همچون تخم‌مرغی، مثلثی و مستطیلی نیز در بین گونه‌ها دیده شدند. در ارتباط با انواع الگوهای تزئینات سطحی چهار نوع اصلی تشخیص داده شدند که شامل مشبک، نردبانی، rugose و ruminant بودند. تزئینات سطحی از نوع مشبک نوع رایج تزئینات سطحی در بین گونه‌ها به شمار می‌رفت، هر چند که تنوع در شکل شبکه‌ها، نوع شبکه‌ها و نوع دیواره‌های این تزئینات شواهد تکمیلی مفیدی را در جهت تمایز گونه‌ها فراهم می‌کرد. اگرچه که تزئینات سطحی متنوع در تفکیک گونه‌های درون یک بخش بسیار مفید بود اما در مربوط ساختن بخش‌های مشابه به هم مفید واقع نشد. برای مثال، اغلب اعضای بخش بزرگ *Filipendula* بر اساس تنوع در شکل و تزئینات سطحی فندقچه‌ها از یکدیگر تفکیک شدند، اما بررسی این تزئینات سطحی در معرفی کردن گروه‌های طبیعی همچون بخش‌ها مفید نبود. بنابراین به نظر می‌رسد که بر خلاف سایر سرده‌های تیره نعنائیان، صفات مربوط به فندقچه‌ها دارای ارزش تبارزایی کمی است.

واژه‌های کلیدی. آرایه‌شناسی، زیرتیره نعنا، طبقه‌بندی، لبدیسیان، میکروسکوپ الکترونی

Nutlet micromorphology and its systematic implications in *Phlomoides* Moench (Lamiaceae)

Elmira Eyvazadeh Khosroshahi & Yasaman Salmaki*

Received 18.03.2018/ Accepted 08.05.2018/ Published 10.06.2018

Center of Excellence in Phylogeny of Living Organisms and Department of Plant Science, School of Biology, College of Science, University of Tehran, Tehran, Iran

*Corresponding author: ysalmaki@ut.ac.ir

Abstract. Nutlets of 20 taxa of *Phlomoides*, representing most of the currently recognized sections were examined by scanning electron microscopy. The basic shape of nutlets in most taxa studied is broadly ovate, but ovate, triangular and oblong ones can also be found in few species. Regarding the sculpturing pattern of nutlet surface, four basic types can be distinguished: reticulate, scalariform, ruminant and rugose. The reticulate type is the most common among the studied species, but the variation in alignment, size and shape of its composing cells provide further evidence that are useful as diagnostic characteristics. However, the type of sculpturing is more useful for separating species within the sections, rather than correlating them to each other. For example, sect. *Filipendula* show four different types of sculpturing. Therefore, nutlet microsculpturing is not useful in separating large natural groups like sections in this genus. It seems also that contrary to other genera of Lamiaceae, nutlet characters are of low phylogenetic value in this genus.

Keywords. classification, Labiatae, Lamioideae, scanning electron microscopy, taxonomy

مقدمه

سرده *Phlomoidea* Moench با ۱۵۰ تا ۱۷۰ گونه در جهان در نواحی اروپای مرکزی تا ناحیه شرقی روسیه پراکنده‌گی دارند. مرکز اصلی تنوع این سرده در ناحیه آسیای مرکزی (۵۹ گونه)، ارتفاعات فلات ایران (۴۱ گونه) شامل افغانستان، ایران، غرب پاکستان، جنوب غربی ترکمنستان و شمال شرقی عراق، و چین (تقریباً ۴۲ گونه)، با یک مرکز تنوع در یونان و سیچوان چین (۲۲ گونه) است، اما تعداد کمتری از گونه‌ها در اروپای مدیترانه‌ای گسترش یافته‌اند (Salmaki et al., 2012a). گونه‌های این سرده به طور معمول علفی‌های غیر معطر بوده و اغلب در دامنه‌های کوه و رویشگاه‌های کوهستانی یافت می‌شوند، اما تعداد کمتری از گونه‌های در حال رشد در شرایط بیابانی رویش می‌یابند.

امروزه تمامی اعضای این سرده بواسطه صفات ریخت‌شناسی که در زیر به آن اشاره شده است از سایر گونه‌های تیره‌ی نعنائیان (Lamiaceae Jussieu) متمایز می‌شوند. صفاتی نظیر: گیاهانی علفی چندساله با ریزوم چوبی و یا غده‌ی زیرزمینی و به ندرت معطر؛ ساقه راست، ساده یا منشعب، به طول ۲۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر؛ برگ‌های قاعده‌ای غیر منقسم یا شکافته تا شکافته عمیق با حاشیه دندانه‌دار، اغلب دارای دم‌برگ؛ برگ‌های ساقه‌ای شبیه برگ‌های قاعده‌ای اما کوچکتر و اغلب فاقد دم‌برگ یا دم‌برگ کوتاه؛ گل آذین گرز، گاهی خوشه با ۲ تا ۲۰ گل، گل آذین دارای برگ‌های گل آذینی؛ دارای براکت یا به طور معمول براکتول و گاهی در انتها خار مانند؛ کاسه گل لوله‌ای - استکانی یا به طور گسترده قیفی شکل، دارای ۵ لبه برابر یا نابرابر، گاهی اوقات در پایه پهن و یا بسیار باریک با خارهای کوتاه در رأس، یا نسبتاً قلاب مانند؛ جام گل سفید تا زرد، صورتی تیره تا ارغوانی، و دو لبه عمیق، لوله جام گل استوانه‌ای و در انتها کرک‌دار؛ دارای ۴ پرچم. فندقچه‌ها سربریده، بیشتر در رأس ریش‌دار؛ (Salmaki et al. 2012a) (n=22).

آرایه‌شناسی سرده *Phlomoidea* و خویشاوندان آن برای سال‌های متمادی از جمله موضوعات بحث‌برانگیز به شمار می‌رفت. نخستین بار Moench (1974) با مطالعه دقیق بروی گونه‌ی *Phlomis tuberosa* L. که اولین بار توسط Lineh (1756) شرح داده شده بود و بر اساس تفاوت‌هایی که در شکل

و ساختار گل) داشتن لب بالایی کرک‌دار و غیر تخت (و ساختار میوه (به احتمال زیاد کاکل‌دار بودن رأس فندقچه‌ها) سرده تک - گونه‌ای *Phlomoidea* را معرفی نمود. چنین نظریه‌ای توسط گیاه‌شناسان بعدی به رسمیت شناخته نشد و مورد استقبال نگرفت. در سال ۱۸۲۹ گیاه‌شناسی به نام Link تنها کسی بود که موافق جداسازی *Phlomis tuberosa* از سایر گونه‌های *Phlomis* شد، اما او نام ارائه شده توسط Moench را نادیده گرفت و نام *Phlomidopsis* Link را ابداع نمود. در سال ۱۸۳۰ سرده *Eremostachys* توسط Bunge معرفی شد. Bunge در کتاب «Flora Altai» برای اولین بار *Eremo-stachys* را به عنوان سرده‌ای حدواسط سرده‌های *Phlomis* و *Moluccella* با ویژگی منحصر به فرد کاسه‌های قیفی شکل معرفی نمود. وی همچنین گونه *P. tuberosa* را به عنوان گونه‌ای از سرده *Phlomis* حفظ نمود، اما *Phlomis laci-niata* L. را به سرده *Eremostachys* منتقل نمود. گونه دوم با داشتن فندقچه‌هایی که در رأس کاکل‌دار هستند از سایر گونه‌ها متمایز می‌شود. Bentham طی سالهای ۱۹۳۲ تا ۱۹۳۶ سرده *Eremostachys* را به عنوان سرده‌ای مستقل پذیرفت. وی گونه *P. tuberosa* را درون سرده *Phlomis* اما در بخش‌های جداگانه و تحت عنوان *Phlomis sect. Phlomidopsis* Link ex Bentham جای داد. وی همچنین سرده مستقل دیگری را تحت عنوان *Notochaete* با وجود دندانه‌های قلاب مانند کاسه به عنوان خویشاوند سرده‌های فوق معرفی نمود. پس از او (1873) Bunge گونه‌های *Eremo-stachys* را در دو بخش به نام‌های *Phlomoidea* و *Molucelloidea* جای داد. Briquet به طور عمده از رده‌بندی ارائه شده توسط Bentham تبعیت نمود تنها با این تفاوت که نام بخش *Phlomidopsis* Link ex Benth را به بخش *Phlomoidea* (Moench) Briquet در درون سرده *Phlomis* تغییر داد. او همچنین بخش‌ی *Phlomoidea* در *Eremostachys* را به دو بخش تقسیم‌بندی نمود و در نتیجه سه بخش در سرده *Eremostachys* شناخته شدند. تا اینکه Reching (1982) که خود تا حد زیادی پیرو رده‌بندی ارائه شده توسط Briquet (1895-1899) بود، تنها با این تفاوت که دو بخش *Thyrsiflorae* با گل آذین تنک گرز و *Vulneranthes* را با دارا بودن دندانه‌های نابرابر کاسه،

می‌توان به احیای سرده *Phlomoides* اشاره داشت. همچنین سرده‌هایی همچون *Notochaete Pseuderemostachys* و *Lamiophlomis* به‌عنوان مترادف سرده *Phlomoides* در نظر گرفته شدند (Mattiesen et al., 2011). به تازگی جامع‌ترین مطالعه تبارزایشی مولکولی با استفاده از نشانگرهای هسته‌ای و کلروپلاستی توسط Salmaki و همکاران (2012a) انجام شد. این مطالعه با استفاده از نشانگر هسته‌ای ITS و نشانگرهای کلروپلاستی (*rpl16-trnL trnT-A* و *trnK*) بر روی ۵۶ آرایه به نمایندگی از تمام سرده‌ها و گونه‌های طایفه *Phlomideae* انجام گرفت. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش تک‌تباری *Phlomis* با مفهوم باریک تأیید شد و سرده *Eremostachys* نیز به عنوان مترادف سرده *Phlomoides* در نظر گرفته شد و بدین ترتیب تعداد سرده‌های طایفه *Phlomideae* به ۲ سرده‌ی *Phlomis* و *Phlomoides* کاهش یافت.

امروزه با وجود تمام این تلاش‌ها در احیا و تعیین حد و مرز سرده *Phlomoides* بر اساس مطالعات تبارزایشی مولکولی همچنان طبقه‌بندی گونه‌های ناهمگن درون این سرده در حاله‌ای از ابهام باقی مانده است. از این رو هر گونه مطالعه ریخت‌شناسی بروی اعضای این سرده می‌تواند به فهم و درک دقیق‌تر گونه‌های این سرده و طبقه‌بندی آنها در گروه‌های طبیعی بر اساس درخت‌های مولکولی موجود کمک شایانی نماید. تنها مطالعه ریزریخت‌شناسی صورت گرفته به روی این سرده به مطالعه Seyedi و Salmaki (2015) محدود می‌شود که در آن کرک‌پوش ۳۲ گونه از این سرده مورد مطالعه قرار گرفت. از آنجایی که صفات مربوط به ریخت‌شناسی فندقچه‌ها نیز از جمله صفات مهم و کارآمد در رده‌بندی سرده به شمار می‌رود در این پژوهش بر آن شدیم تا با بررسی این صفات به اهمیت آنها در رده‌بندی این سرده پردازیم. هدف از این پژوهش حاضر ارزیابی کارایی صفات ریخت‌شناسی مربوط به فندقچه‌ها در برخی از گونه‌های سرده *Phlomoides* به منظور شناسایی صفات قابل اعتماد و استفاده از آنها در رده‌بندی درون سرده‌ای است.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر به بررسی صفات ریخت‌شناسی و ریز-

معرفی نمود و در نهایت در مجموعه Flora Iranica پنج بخشه برای این سرده در نظر گرفته شد. طی سالهای ۱۹۴۰ تا ۱۹۵۴ گیاه‌شناسان روس (Popov (1940) و Knorring (1954) متوجه ناهمگن بودن سرده *Phlomis* شدند و تعداد زیادی از گونه‌های *Phlomis* را نزدیک تر به سرده *Eremostachys* شناختند. همچنین آنان، از جمله محدود گیاه‌شناسانی بودند که نظریه ارائه شده توسط Moench (1794) را پذیرفتند. آنان تمام اعضای *Phlomis* sect. *Phlomoides* را به عنوان گونه‌های سرده‌ی احیاء شده‌ی *Phlomoides* در نظر گرفتند. بنابراین بر اساس مطالعه Adylov و همکاران (1986) و همچنین Adylov و Makhmedov (1987) نام سرده‌ای *Phlomoides* را به آن دسته از گونه‌های *Phlomis* که متعلق به بخشه‌ی *Phlomoides* بودند و از لحاظ ریخت‌شناسی کب بالای جام گل در آنها غیرفشرده و دارای کرک‌های بیرون زده بود و دارای ریشه‌های جانبی غده‌دار بودند، نسبت دادند. آنها همچنین گونه‌هایی از سرده *Eremostachys* که متعلق به بخشه *Phlomis* بودند را نیز در سرده *Phlomoides* جای دادند. به این ترتیب تنها آن دسته از گونه‌هایی که کب بالای جام گل در آنها به طور کامل تخت بود تحت عنوان گونه‌های سرده‌ی *Phlomis* باقی ماندند. همچنین آن دسته از گونه‌هایی از *Eremostachys* در این سرده حفظ شدند که جام گل با کب بالایی غیر فشرده غیرتخت، کاسه‌های به شدت پهن و قیفی شکل و ریشه‌های اصلی غده‌دار بودند (Adylov et al., 1986; Adylov & Makhmedov, 1987). علاوه بر این گونه‌هایی که به بخشه *Metaxoides* از سرده *Eremostachys* اختصاص داشتند به واسطه دارا بودن کاسه لوله‌ای-استکانی در سرده جدیدی به نام *Paraeremostachys* قرار گرفتند (Adylov et al., 1986).

نخستین مطالعه تبارزایشی مولکولی و بوم‌شناسی سرده *Phlomis* توسط Mattiesen و همکاران (2011) با استفاده از نشانگرهای کلروپلاستی *rps16* و *trnL-F* صورت گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده سرده *Phlomis* در مفهوم باریک خود (*Phlomis* s.str.) تک‌تبار بوده و پراکنندگی گونه‌های آن از مناطق شرقی میدترانه آغاز گشته و تا آسیای مرکزی و چین امتداد می‌یابد. از دیگر نتایج مهم این مطالعه تبارزایی مولکولی

جدول ۱- نمایه نمونه‌های شاهد *Phlomoidea* مورد مطالعه، موقعیت آنها بر اساس رده‌بندی Kamelin و Makhmedov (1990) و همچنین Sennikov و Lazkov (2013).

Table 1. Taxa, voucher specimens, and herbarium data of *Phlomoidea* used in the present study. The classification follows Kamelin and Makhmadov (1990) and Sennikov and Lazkov (2013).

Genus	Section	Species	Collection data
<i>Phlomoidea</i>	<i>Phlomoidea</i>		
		<i>Phlomoidea tuberosa</i> (L.) Moench	Iran: E. Azarbaijan, A. Ghahreman & V. Mozaffarian 9703 (TUH)
		<i>Phlomoidea canescens</i> (Regel) Adylov, Kamelin & Makhm.	C Asia: – (LE)
	<i>Filipendula</i>		
		<i>Phlomoidea ebracteolata</i> (Popov) Adylov, Kamelin & Makhm.	C Asia: Regel s.n. (LE)
		<i>Phlomoidea hissarica</i> (Regel) Adylov, Kamelin & Makhm.	Russia: Vasek s.n. (LE)
		<i>Phlomoidea seravschanica</i> (Regel) Adylov, Kamelin & Makhm.	China: s.n. (W)
		<i>Phlomoidea botschantzevii</i> (Adylov) Adylov	C Asia: s.n. (LE)
		<i>Phlomoidea labiosa</i> (Bunge) Adylov, Kamelin & Makhm.	Iran: Salmaki, Seyedi & Eiji s.n. (TUH)
		<i>Phlomoidea gymnocalyx</i> (Schrenk) Adylov, Kamelin & Makhm.	C Asia: 3861 (E)
		<i>Phlomoidea kirghisorum</i> Adylov, Kamelin & Makhm.	Kirgizstan: Schach <i>et al.</i> s.n. (LE)
		<i>Phlomoidea leiocalyx</i> (Pazij & Vved.) Adylov, Kamelin & Makhm.	C Asia: – (LE)
		<i>Phlomoidea nuda</i> (Regel) Adylov, Kamelin & Makhm.	C Asia: – 06257 (W)
		<i>Phlomoidea codonocalyx</i> Kamelin & Makhm.	C Asia: – 77641 (LE)
		<i>Phlomoidea regeliana</i> (Aitch. & Hemsl.) Adylov, Kamelin & Makhm.	C Asia: Michelson 117 (LE)
	<i>Eremostachys</i>		
		<i>Phlomoidea boissieriana</i> (Regel) Adylov, Kamelin & Makhm.	Iran: Salmaki & Amini s.n. (TUH)
	<i>Paraeremostachys</i>		
		<i>Phlomoidea anisochila</i> (Pazij & Vved.) Salmaki	C Asia: – 8873 (LE)
		<i>Phlomoidea aralensis</i> (Bunge) Salmaki	Ashabad: – 108 (M)
	Unplaced taxa		
		<i>Phlomoidea gymnoclada</i> (Rech.f. & Köie) Kamelin & Makhm.	C Asia: – 3861 (E)
		<i>Phlomoidea tianschanica</i> (Popov) Adylov, Kamelin & Makhm.	C Asia: – 9617 (LE)
		<i>Phlomoidea transoxana</i> (Bunge) Salmaki	C Asia: F. Ryezanov s.n. (LE)
		<i>Phlomoidea sewerzovii</i> (Herder) Mathiesen	China: Feoskogov s.n. (LE)

عکس‌برداری شدند برای تهیه میکروگرافها از میکروسکوپ الکترونی مدل (England) SEM-440I در ولتاژ ۱۰-۱۵ کیلوولت استفاده شد. از هر نمونه دو عکس تهیه شد: ۱- با درشت نمایی کم، نمایش دهنده نمای کلی فندقچه و ۲- با درشت نمایی زیاد که تزئینات سطح فندقچه‌ها را نشان می‌دهد. جهت نام‌گذاری تزئینات سطح فندقچه‌ها از واژه‌شناسی Husain و همکاران (1990) و Stearn (1992) استفاده شد. شایان ذکر است که واژه‌های به کار رفته در پژوهش حاضر همخوانی نزدیکی با الگوهای ارائه‌شده در مطالعه Stearn (1992) نشان می‌دهد.

نتایج

ریخت‌شناسی فندقچه‌های برخی گونه‌های سرده *Phlomoidea* پرداخته شد. تحقیق حاضر بر اساس مشاهدات و اندازه‌گیری‌های فندقچه در ۲۰ گونه از سرده *Phlomoidea* انجام گرفته است. جدول ۱ نمایه‌ای از گونه‌های مورد مطالعه در این پژوهش و موقعیت آنها را در برخی رده‌بندی‌های مهم نشان می‌دهد. در ابتدا اندازه‌گیری صفات عمومی مربوط به فندقچه‌ها نظیر طول و عرض با استفاده از استریومیوسکوپ Olympus (SZ40) انجام گرفت. سپس به بررسی جزئیات صفات مربوط به آنها با استفاده از عکس‌های میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) پرداخته شد. به این منظور فندقچه‌ها از نمونه‌های گیاهکده‌ای جدا شدند و پس از قرارگیری بر روی استاب‌ها با لایه نازکی (به قطر ۳۰ نانومتر) از طلا پوشیده شده و آماده

جدول ۲- صفات بررسی شده فندقچه‌ها در آرایه‌های مورد مطالعه *Phlomoidea*.Table 2. Details of nutlet characteristics of the studied taxa of *Phlomoidea*.

Species	Nutlet Length (mm)	Nutlet Width (mm)	Nutlet Shape	Surface Sculpturing	Apex Bearded
<i>Phlomoidea anisochila</i>	3.80	1.90	triangular	reticulate	+
<i>Phlomoidea aralensis</i>	4.62	3.08	broad ovate	reticulate	+
<i>Phlomoidea boissieriana</i>	4.00	2.67	broad ovate	reticulate	+
<i>Phlomoidea botschantzevii</i>	6.07	3.75	broad ovate	reticulate	+
<i>Phlomoidea canescens</i>	4.50	1.88	oblong	scalariform	-
<i>Phlomoidea codonocalyx</i>	4.48	2.59	broad triangular	reticulate	+
<i>Phlomoidea ebracteolata</i>	5.22	3.26	ovate	reticulate	+
<i>Phlomoidea gymnocalyx</i>	6.17	2.67	oblong	rugose	+
<i>Phlomoidea gymnoclada</i>	6.11	2.76	oblong	rugose	+
<i>Phlomoidea hissarica</i>	5.21	2.29	oblong	scalariform	+
<i>Phlomoidea kirghisorum</i>	6.04	2.71	triangular	reticulate	+
<i>Phlomoidea labiosa</i>	6.00	3.80	broad ovate	ruminate	+
<i>Phlomoidea leiocalyx</i>	6.82	2.50	oblong	reticulate	+
<i>Phlomoidea nuda</i>	5.67	2.83	broad ovate	reticulate	-
<i>Phlomoidea regeliana</i>	6.09	3.26	broad ovate	reticulate	+
<i>Phlomoidea seravschanica</i>	5.93	3.34	broad ovate	reticulate	+
<i>Phlomoidea sewerzovii</i>	5.29	2.21	ovate	reticulate	+
<i>Phlomoidea tianschanica</i>	4.83	2.59	broad ovate	rugose	+
<i>Phlomoidea transoxana</i>	7.39	2.61	triangular	scalariform- reticulate	+
<i>Phlomoidea tuberosa</i>	6.02	1.91	oblong	-	+
Species	Outer Periclinal Wall	Anticlinal Wall	Note		Figures
<i>Phlomoidea anisochila</i>	deep Concave	raised	apex densely covered by simple hairs more than 4 mm in size		1 (A, B, C)
<i>Phlomoidea aralensis</i>	shallow Concave	raised and wavy	apex densely covered by simple hairs ca. 2 mm in size		1 (D, E, F)
<i>Phlomoidea boissieriana</i>	shallow Concave	raised and wavy	apex densely covered by simple hairs ca. 2 mm in size		1 (G, H)
<i>Phlomoidea botschantzevii</i>	shallow Concave	raised and wavy	apex densely covered by simple less than 2 mm in size		1 (I, J)
<i>Phlomoidea canescens</i>	shallow Concave	raised	-		1 (K, L)
<i>Phlomoidea codonocalyx</i>	deep Concave	raised	apex densely covered by simple hairs clearly more than 5 mm in size		1 (M, N, O)
<i>Phlomoidea ebracteolata</i>	shallow Concave	raised	apex densely covered by simple hairs ca. 3 mm in size		2 (A, B)
<i>Phlomoidea gymnocalyx</i>	-	-	apex sparsely covered by simple hairs less than 0.3 mm in size		2 (C, D)
<i>Phlomoidea gymnoclada</i>	-	-	apex densely covered by simple hairs more than 1 mm in size		2 (E, F, G)
<i>Phlomoidea hissarica</i>	deep Concave	raised	apex densely covered by simple hairs ca. 2 mm in size		2 (H, I)
<i>Phlomoidea kirghisorum</i>	shallow Concave	raised	apex densely covered by simple hairs ca. 2 mm in size		2 (J, K)
<i>Phlomoidea labiosa</i>	concave	raised	apex densely covered by simple hairs ca. 1 mm in size		2 (L, M, N)
<i>Phlomoidea leiocalyx</i>	concave	raised	apex densely covered by simple hairs more than 1 mm in size		2 (O); 3 (A)
<i>Phlomoidea nuda</i>	deep Concave	raised	-		3 (B, C)
<i>Phlomoidea regeliana</i>	shallow Concave	raised	apex densely covered by simple hairs more than 1 mm in size		3 (D, E)
<i>Phlomoidea seravschanica</i>	shallow Concave	raised	apex densely covered by simple hairs more than 1 mm in size		3 (G, F)
<i>Phlomoidea sewerzovii</i>	deep Concave	raised	apex covered by simple hairs less than 0.5 mm in size		3 (H, I, J)
<i>Phlomoidea tianschanica</i>	-	-	apex covered by simple hairs ca. 2 mm in size		3 (K, L, M)
<i>Phlomoidea transoxana</i>	shallow Concave	raised	apex covered by simple hairs more than 1.5 mm in size		3 (N, O)
<i>Phlomoidea tuberosa</i>	-	-	-		-

همچنین این شبکه‌ها می‌توانند عمیق (برای مثال در *P. anisochila*، شکل ۱-۱) و یا کم‌عمق (برای مثال در *P. regeliana*، شکل ۳-۱) باشند. همچنین علاوه بر شکل این شبکه‌ها، دیواره‌های این شبکه‌ها می‌تواند ساده باشد (برای مثال در *P. codonocalyx*، شکل ۱-۱) O، که این حالتی رایج در اغلب گونه‌های دارای تزئینات مشبک به شمار می‌رود. همچنین به ندرت می‌تواند دارای موم (برای مثال در *P. botschantzevii*، شکل ۱-۱) J باشد.

بحث

مطالعات متعدد صورت گرفته بر روی تزئینات سطحی فندقچه‌ها، نشان می‌دهند که این صفت در تیره‌ی نعنائیان به عنوان یک صفت مهم در تعیین روابط بین گونه‌ای به شمار می‌رود (Husain et al., 1990; Oran, 1996). هر چند که اغلب مطالعات صورت گرفته بروی فندقچه‌ها در تیره‌ی نعنائیان نشان می‌دهد که این صفات بیش از اینکه در سطح تعیین گروه‌های طبیعی کاربرد داشته باشند، در سطح تمایز بین گونه‌ها مفید واقع شده‌اند (Ryding, 2008; Salmaki et al., 2008). شایان ذکر است که مطالعه‌ی صورت گرفته توسط Ryding (2008) بروی ساختار فرابر فندقچه‌های برخی گونه‌های سرده *Phlomis* s.l. و خویشاوندان، بیشترین تطابق را با نتایج حاصل از مطالعات تبارزایی مولکولی Mathiesen و همکاران (2011) نشان می‌داد.

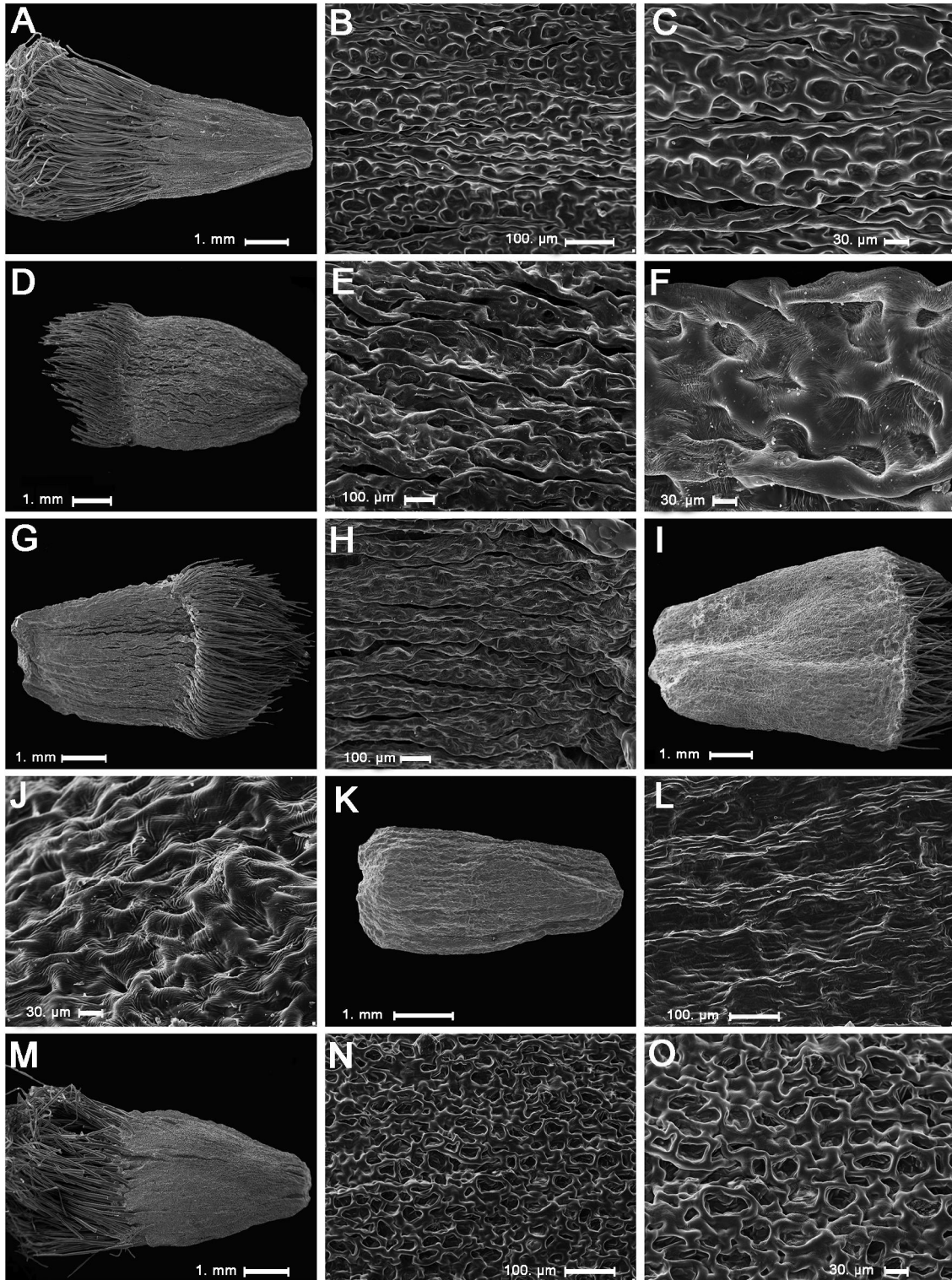
سرده *Phlomoides* تاکنون توسط افراد مختلفی مورد مطالعه قرار گرفته و هر بار طبقه‌بندی‌های متفاوتی برای آن ارائه شده است. جامع‌ترین طبقه‌بندی ارائه شده در این سرده توسط Kamelin و Makhmadov (1990) صورت گرفته که در آن گونه‌های این سرده در ۲ بخش و ۲۱ زیربخش جای گرفته‌اند. امروزه بر طبق آخرین مطالعات تبارزایی حد و مرز این سرده دستخوش تغییرات بسیاری قرار گرفته است و هم اکنون این سرده با حدود ۱۷۰-۱۵۰ گونه بزرگ‌ترین سرده طایفه *Phlomideae* محسوب می‌شود. جامع‌ترین مطالعه مولکولی در سرده *Phlomoides*، مطالعه Salmaki و همکاران (2012a) است.

مقایسه درخت تبارزایی ارائه‌شده توسط داده‌های ITS

نتایج حاصل از مطالعات ریزریخت‌شناسی سطح پوسته فندقچه در جدول ۲ گردآوری گردیده است. همچنین شکل‌های ۱ تا ۳ ساختار سطح پوسته میوه را در گونه‌های مورد مطالعه مربوط به سرده *Phlomoides* را نشان می‌دهند. رنگ میوه تمامی گونه‌های مورد مطالعه قهوه‌ای تا سیاه است. تمام گونه‌های مورد مطالعه فاقد باله در اطراف فندقچه بودند. شکل میوه در گونه‌های مورد مطالعه، از مثلثی در *P. anisochila* (شکل ۱-۱) A، مثلثی پهن در *P. codonocalyx* (شکل ۱-۱) M، تخم‌مرغی در *P. sewersovii* (شکل ۱-۱) A، تخم‌مرغی پهن در *P. labiosa* (شکل ۲-۱) L تا مستطیلی در *P. gymnocalyx* (شکل ۱-۱) C متغیر بود. رأس فندقچه‌ها در اغلب گونه‌ها دارای کرک‌های ساده یا به اصطلاح کاکل دار است. کوتاه‌ترین این کرک‌ها در *P. gymnocalyx* (شکل ۲-۱) C و بلندترین آنها در *P. anisochila* (شکل ۱-۱) A دیده می‌شود. کاکل در رأس فندقچه‌ها می‌تواند تنک، در گونه‌ی *P. gymnocalyx* (شکل ۲-۱) C و یا متراکم، در گونه‌ی *P. anisochila* (شکل ۱-۱) A باشد.

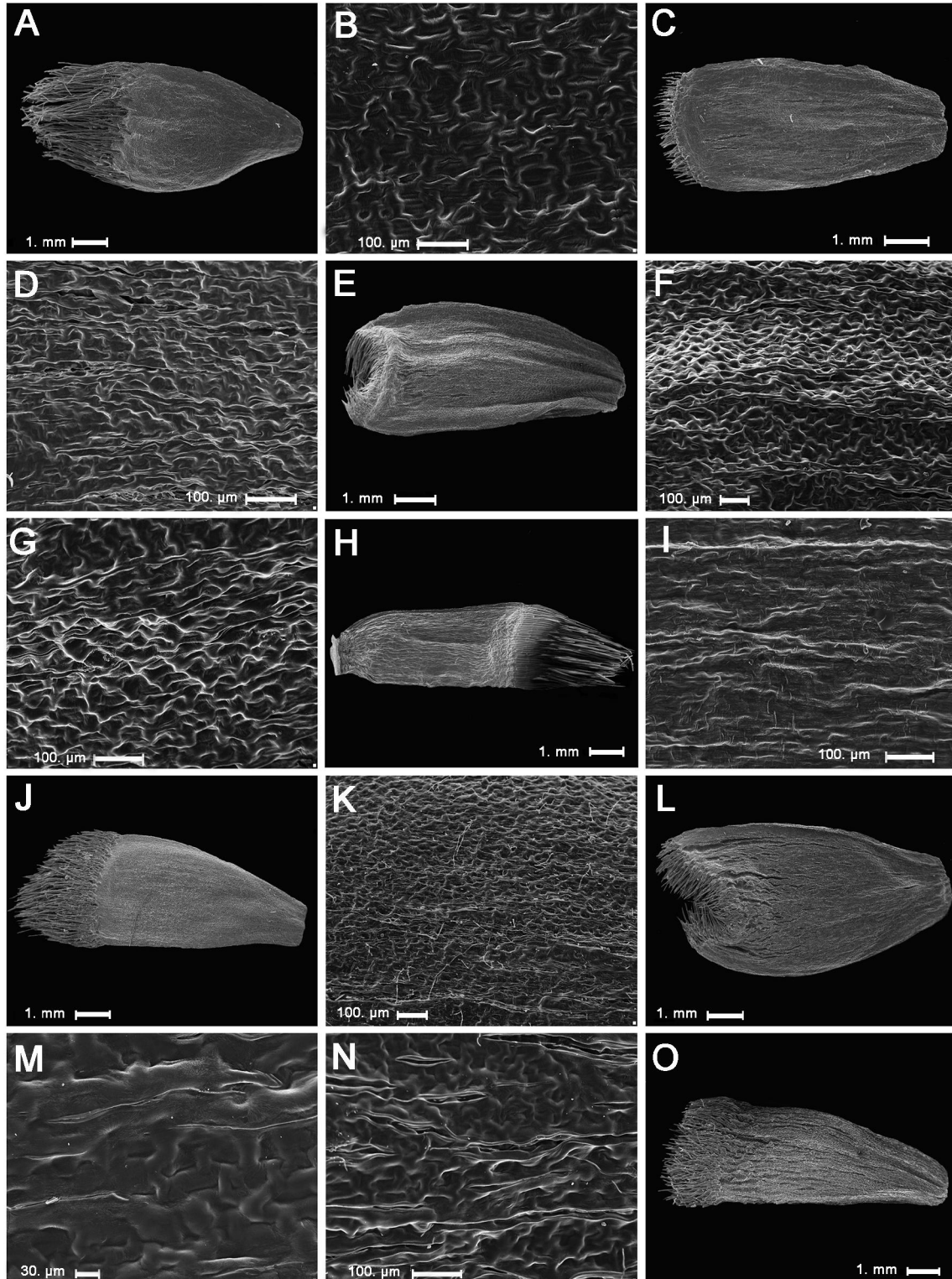
طول میوه‌ها از ۳/۸۰ میلی‌متر در گونه *Phlomoides anisochila* تا ۷/۳۹ میلی‌متر در گونه *P. transoxana* و عرض میوه‌ها از ۱/۸۸ میلی‌متر در گونه‌های *P. canescens* و *P. botschantzevii* میلی‌متر قابل تغییر است. در ارتباط با تزئینات سطحی فندقچه، چهار نوع اصلی برای فندقچه‌ها در نظر گرفته شد که نوع رایج مشاهده شده در گونه‌های سرده *Phlomoides* همان تیپ مشبک (reticulate) است. سایر تیپ‌های مشاهده شده، شامل: نردبانی (scalariform) تنها در گونه‌های *P. canescens* (شکل ۱-۱) L و *P. hissarica* (شکل ۲-۱) I، تیپ rugose در سه گونه *P. gymnocalyx* (شکل ۲-۱) D، *P. gymnoclada* (شکل ۲-۱) G و *P. tianschanica* (شکل ۳-۱) M و تیپ ruminant تنها در گونه *P. labiosa* (شکل ۲-۱) N دیده می‌شود.

در بین گونه‌هایی که تیپ رایج مشبک را نشان می‌دهند، تفاوت‌هایی قابل مشاهده است. برای مثال، شکل شبکه‌ها در تزئینات از نوع مشبک می‌توانند منظم (برای مثال در *P. botschantzevii*، شکل ۱-۱) J یا نامنظم (برای مثال در *P. aralensis*، شکل ۲-۱) F و *P. regeliana*، شکل ۳-۱) E باشد.



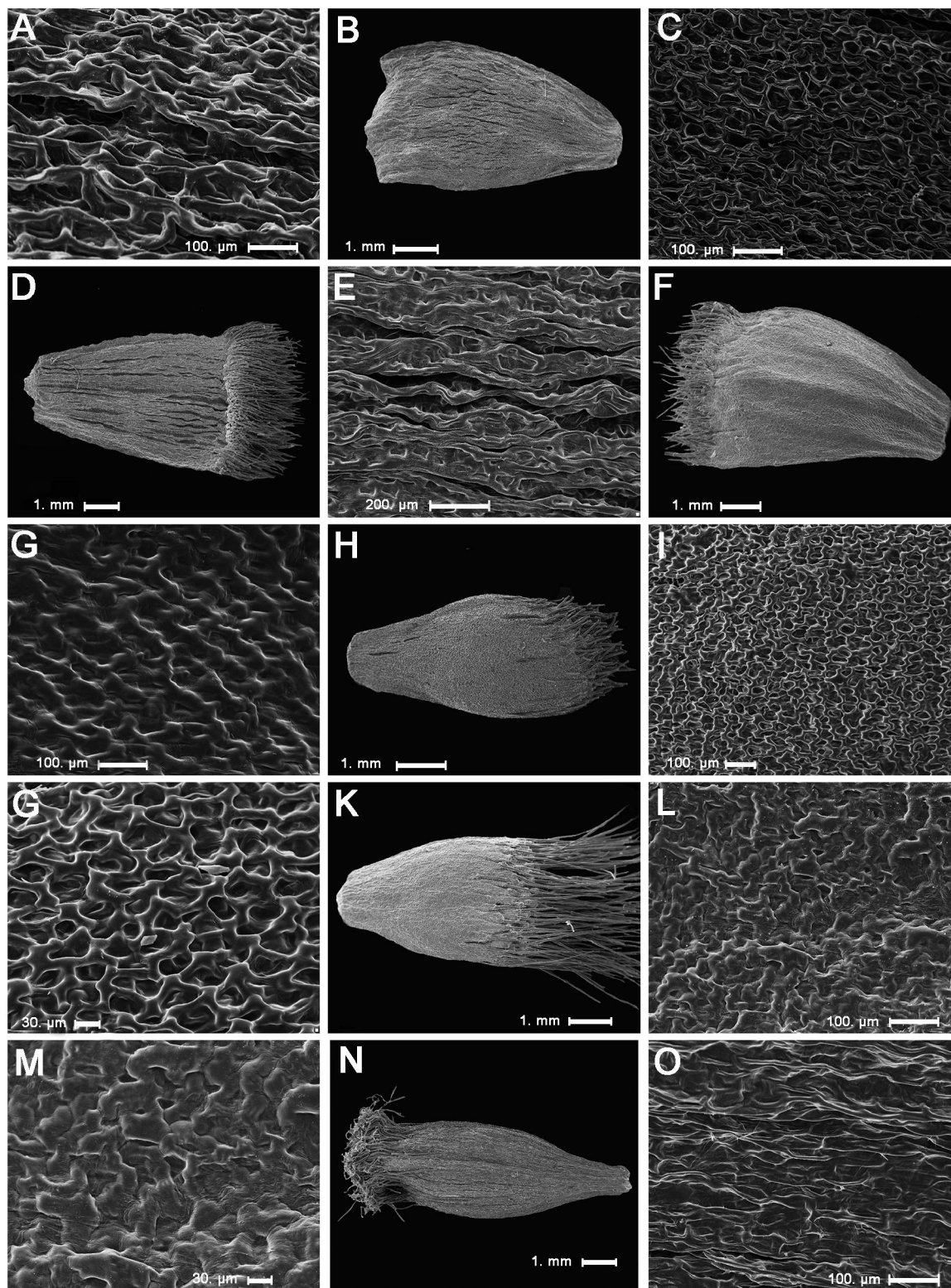
شکل ۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی تزئینات سطح فندقچه در گونه‌های سرده *Phlomoidea*: A و B، C: *P. anisochila* (تزئینات مشبک)؛ D و E، F: *P. aralensis* (تزئینات مشبک)؛ G و H: *P. boissieriana* (تزئینات مشبک)؛ I و J: *P. botschantzevii* (تزئینات مشبک)؛ K و L: *P. canescens* (تزئینات مشبک)؛ M، N و O: *P. codonocalyx* (تزئینات مشبک).

Fig. 1. Scanning Electron Micrographs in *Phlomoidea* spp. A, B, C: *P. anisochila* (reticulate); D, E, F: *P. aralensis* (reticulate); G, H: *P. boissieriana* (reticulate); I, J: *P. botschantzevii* (reticulate); K, L: *P. canescens* (scalariform); M, N, O: *P. codonocalyx* (reticulate).



شکل ۲- تصاویر میکروسکوپ الکترونی تزئینات سطح فندقچه در گونه‌های سرده *Phlomoides*: A و B: *P. ebracteolata* (تزیینات مشبک)؛ C و D: *P. gymnocalyx* (تزیینات مشبک)؛ E، F، G و H: *P. gymnoclada* (تزیینات rugose)؛ I و H: *P. hissarica* (تزیینات نردبانی)؛ J و K: *P. kirghisorum* (تزیینات rugose)؛ L، M، N و O: *P. labiosa* (تزیینات مشبک)؛ O: *P. leiocalyx* (تزیینات مشبک).

Fig. 2. Scanning Electron Micrographs in *Phlomoides* spp. A, B: *P. ebracteolata* (reticulate); C, D: *P. gymnocalyx* (rugose); E, F, G: *P. gymnoclada* (rugose); H, I: *P. hissarica* (scalariform); J, K: *P. kirghisorum* (rugose); L, M, N: *P. labiosa* (ruminant); O: *P. leiocalyx* (reticulate).



شکل ۳- تصاویر میکروسکوپ الکترونی تزئینات سطح فندقچه در گونه‌های سرده *Phlomoides*: **A**: *P. leiocalyx* (تزئینات مشبک)؛ **B** و **C**: *P. nuda* (تزئینات مشبک)؛ **D** و **E**: *P. regeliana* (تزئینات مشبک)؛ **F** و **G**: *P. seravschanica* (تزئینات مشبک)؛ **H**، **I**، **J** و **K**: *P. sewersovii* (تزئینات مشبک)؛ **L**، **M** و **N**: *P. tianschanica* (تزئینات مشبک)؛ **O**: *P. transoxana* (تزئینات نردبانی- مشبک).

Fig. 3. Scanning Electron Micrographs in *Phlomoides* spp. **A**: *P. leiocalyx* (reticulate); **B**, **C**: *P. nuda* (reticulate); **D**, **E**: *P. regeliana* (reticulate); **F**, **G**: *P. seravschanica* (reticulate); **H**, **I**, **J**: *P. sewersovii* (reticulate); **K**, **L**, **M**: *P. tianschanica* (reticulate); **N**, **O**: *P. transoxana* (scalariform- reticulate).

نماینده‌هایی از تمام بخش‌های موجود در سرده *Phlomoidea* s. l. (در مفهوم وسیع)، نخستین پژوهش بروی تزئینات سطح فندقچه در این سرده به شمار می‌رود.

شکل فندقچه‌ها در اغلب گونه‌های مطالعه شده از نوع تخم‌مرغی پهن است، با این وجود شکل‌هایی چون مثلی، و مستطیلی نیز در بین گونه‌ها یافت می‌شود. شکل مستطیلی در گونه‌های *P. tuberosa*، *P. canescens*، *P. gymnocalyx*، *P. hissarica* و *P. leiocalyx* دیده می‌شود، که دو گونه اول متعلق به بخش *Phlomoidea* بوده و سه گونه بعدی به بخش *Filipendula* تعلق دارند. این دو بخش به لحاظ ریخت‌شناسی و مطالعات تبارزایی از یکدیگر متمایزند و هیچ شاهدهی برای نشان دادن ارتباط نزدیک این دو بخش وجود ندارد. برطبق نتایج بدست آمده و همچنین براساس مطالعات Oran و همکاران (1996) شکل فندقچه‌ها از اهمیت رده‌بندی پائینی برخوردار است و با وجود این صفت شکل فندقچه‌ها تنها می‌تواند در جدا کردن برخی گونه‌های موجود در درون بخش مفید باشد. در بین صفات مختلف مورد مطالعه در فندقچه‌ها، صفت تزئینات سطحی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Oran, 1996). تیپ مشبک از رایج‌ترین تیپ‌های مشاهده شده در بین گونه‌های مورد مطالعه به شمار می‌رود، اما شباهتها و یا تفاوت‌هایی در اندازه، شکل و ردیف تزئینات سطحی به چشم می‌خورد که در تائید ارتباط نزدیک و یا تفکیک گونه‌ها مهم به شمار می‌رود. در زیر به بررسی گونه‌های مورد مطالعه هر بخش با ارائه کلید شناسایی جهت تفکیک گونه‌ها در هر بخش می‌پردازیم.

بخش *Phlomoidea* — اعضای این بخش با داشتن خصوصاتی همچون برگ‌های ساده با حاشیه دندانه‌دار هلالی، تیز یا ساده؛ جام گل همواره تک‌رنگ، بنفش، صورتی، یاسی، زرد یا متمایل به سفید؛ لب بالایی طاقی شکل، شناسایی می‌شوند (Kamelin & Makhmedov, 1990). اما بر اساس شواهد مربوط به تزئینات سطحی فندقچه با توجه به عدم دسترسی به تزئینات سطحی فندقچه‌های *P. tuberosa* (نمونه مونه این سرده)، تنها می‌توان از صفاتی نظیر شکل و کاکل دار بودن فندقچه‌ها استفاده کرد. اگرچه هر دو گونه *P. tuberosa* و *P. canescens* دارای شکل فندقچه مستطیلی هستند، اما گونه

هسته‌ای حاصل از این مطالعه با طبقه‌بندی Kamelin و Makhmadov (1990) نشان می‌دهد در اغلب موارد این طبقه‌بندی‌ها طبیعی نبوده و نیازمند تغییر و تطبیق با درخت‌های موجود است. در این طبقه‌بندی‌ها صفات ریخت‌شناسی که به عنوان صفات جداکننده گروه‌های درون سرده‌ای مورد استفاده قرار گرفته‌اند جزو صفات بسیار متغیر محسوب می‌شوند که این امر سبب ایجاد مشکل در تعیین حد و مرز بین آرایه‌ها در این گروه شده است (Salmaki et al., 2012b). وجود صفات ریخت‌شناسی متغیر از یک سو و نبودن مطالعات ملکولی به نحوی که اغلب گونه‌های سرده *Phlomoidea* را دربرگیرد از سوی دیگر، باعث شکل‌گیری مشکلات زیاد در ایجاد طبقه‌بندی‌های درست در گروه‌های زیرسرده‌ای شده و سبب عدم نتیجه‌گیری و ارزیابی دقیق از اهمیت صفات ریخت‌شناسی گردیده است. از این رو باید در گام نخست صفات ریخت‌شناسی در مفهوم جدید سرده مورد بررسی قرار گرفته و سپس توسط یک مطالعه تبارزایی جامع مورد بررسی قرار گرفته تا بدین ترتیب بتوان صفت یا صفات پیشرفته مشترک معرفی گردد تا بتوان یک طبقه‌بندی جدیدی ارائه نمود که با صفات ریخت‌شناسی و درخت تبارزایی هماهنگی داشته باشد.

فندقچه و بویژه کرک‌پوش رأس فندقچه‌ها از دیگر صفاتی است در اغلب طبقه‌بندی‌های مختلف بدان اشاره شده است (Knorrning, 1954; Reching, 1982). کرک‌های رأس فندقچه‌ها در گونه‌هایی که پیش‌تر به سرده *Eremostachys* تعلق داشتند ساده، بیرون‌زده و بلند توصیف شده‌اند. همچنین در مطالعه‌ای منحصر به تعداد محدودی گونه از سرده *Phlomoidea* در مفهوم باریک، به رأس فندقچه‌ها با کرک‌های منشعب و کوتاه نیز اشاره شده است (Ryding, 2008). شایان ذکر است که *Phlomoidea nuda* نیز بعنوان تنها گونه‌ای که دارای فندقچه‌های بدون کرک است، مورد بررسی قرار گرفته بود (Ryding, 2008).

متاسفانه از آنجایی که این گیاهان اغلب در رویشگاه‌های طبیعی نیز تعداد محدودی فندقچه‌ی سالم تولید می‌کنند و همچنین با توجه به اینکه اغلب نمونه‌های خشک گیاکده‌ای فاقد فندقچه هستند، ردیابی و بررسی این صفت در تعداد وسیعی گونه امکان‌پذیر نیست. پژوهش حاضر با دارا بودن کمابیش

دارا بودن تزئینات سطحی فندقچه از نوع *ruminata* تفکیک می‌شود.

بخشه *Eremostachys* — اعضای این بخش شامل که توسط Sennikov و Lazkov (2013) معرفی گردیده است، آندسته از گونه‌هایی را شامل می‌شود که در تبارشاخه "*E. laciniata* core group" در مطالعه تبارزایی Salmaki و همکاران (2012a) جای می‌گیرند. اغلب گونه‌های این بخش در ایران و افغانستان پراکنده هستند. علاوه بر این مرز بین گونه‌ای در بین اعضای این بخش به خصوص آشکار نبوده و چندین هم‌تافت‌های گونه‌ای در این تبارشاخه به چشم می‌خورد. از آنجایی که در پژوهش حاضر تنها گونه *P. boissieriana* به نمایندگی از این بخش مورد مطالعه قرار گرفته است و دسترسی به سایر نمونه‌ها امکان پذیر نبوده است، نمی‌توان در ارتباط با اهمیت فندقچه در اعضای این بخش اظهار نظری نمود. فندقچه‌ها در گونه *P. boissieriana* تخم‌مرغی پهن و کاکل‌دار بوده و تزئینات سطحی آنها از نوع مشبک است. حجره‌های این ساختار مشبک کم و بیش کم‌عمق بوده و دیوارهای آن پوشیده از موم است. به لحاظ ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی فندقچه، این گونه قربت بسیار زیادی را با اعضای بخش *Filipendula* نشان می‌دهد.

بخشه *Paraeremostachys* — گیاه‌شناسان روس پس از به رسمیت شناختن تمام اعضای بخش *Phlomoideis* از سرده *Phlomis* و بخشی از گونه‌های سرده *Eremostachys* تحت عنوان سرده‌ی مستقل *Phlomoideis*، همچنان تعداد معدودی گونه را سرده *Eremostachys* حفظ کردند (Popov, 1940; Knorring, 1954). همچنین آنان آندسته از گونه‌های سرده *Eremostachys* که به بخش *Metaxoideis* تعلق داشتند و بواسطه دارا بودن کاسه لوله‌ای-استکانی از سایرین متمایز می‌شدند را در سرده جدیدی به نام *Paraeremostachys* جای دادند (Adylov et al., 1986). هر چند که به رسمیت شناختن این سرده تا مدتها در حاله‌ای از ابهام به سر می‌برد، اما مطالعات Sennikov و Lazkov (2010) این سرده را به لحاظ آرایه-شناسی معتبر دانست. اما مطالعات تبارزایی مولکولی Salmaki و همکاران (2012a) نشان داد که گونه‌های این سرده را در درون تبارشاخه "*Phlomoideis* s.l." جای گرفتند، لذا چاره

canesces به واسطه فاقد کرک بودن رأس فندقچه از *P. tuberosa* قابل تفکیک است. این نتیجه نتایج حاصل از پژوهش Ryding (2008) را تأیید می‌کند.

بخشه *Filipendula* — اعضای بخش *Filipendula* یکی از پیچیده‌ترین گروه‌های گونه‌ای را در این سرده به خود اختصاص داده‌اند و اغلب گونه‌های آن در نواحی آسیای میانه، ایران و افغانستان پراکنش دارند. اعضای این بخش با صفات ریخت-شناسی همچون برگ‌های شکافته عمیق یا شان‌بخش، به‌ندرت یکپارچه؛ جام گل به‌طور معمول دورنگ یا تک‌رنگ، سفید، زرد، بنفش، صورتی، قرمز، لب پایین زرد یا سفید، لب بالایی کم‌مانی یا هلالی، لب پایین معمولاً گسترده و قلبی یا تخم‌مرغی شکل از سایر اعضای بخش‌های دیگر جدا می‌شوند (Kamelin & Makhmedov, 1990). در پی انجام مطالعه تبارزایی بروی سرده‌های طایفه *Phlomoideae* توسط Salmaki و همکاران (2012a)، Sennikov و Lazkov (2013) اعضای تبارشاخه "*E. laciniata* core group" (Salmaki et al., 2012a) را که همگی به بخش *Filipendula* تعلق داشتند از درون این بخش بیرون کشیدند و به بخش *Eremostachys* انتقال دادند. اما همچنان بخش *Filipendula* یکی از بزرگترین بخش‌های سرده *Phlomoideis* بوده و در پژوهش حاضر بیشترین گونه‌های مورد مطالعه را به خود اختصاص داده‌اند. در بین گونه‌های مورد مطالعه در این بخش گونه *P. nuda* تنها گونه‌ای است که بواسطه نداشتن کاکل در رأس فندقچه‌ها از سایرین متمایز می‌گردد. شکل رایج فندقچه‌ها در اغلب گونه‌هایی این بخش از نوع مستطیلی یا تخم‌مرغی پهن است. برای مثال چهار گونه *P. P. gymnocalyx*، *P. botschansevii*، *P. P. leiocalyx* و *hissarica* همگی دارای شکل فندقچه مستطیلی هستند. اگر چه *P. P. leiocalyx* و *P. botschansevii* هر دو دارای تزئینات مشابه و مشبک هستند، گونه‌های *P. P. gymnocalyx* و *hissarica* به ترتیب با تزئیناتی سطحی چون *rugose* و نردبانی از سایرین تفکیک می‌شوند. علاوه بر این، سه گونه *P. P. regeliana*، *P. P. labiosa* و *P. P. seravshanica* که بواسطه شکل فندقچه تخم‌مرغی پهن از یکدیگر قابل تمایز هستند. *P. P. labiosa* از سایر گونه‌ها بواسطه

نتیجه‌گیری

همانطور که در مطالعات سازگان‌شناسی مولکولی پیشین دیده می‌شود، سرده *Phlomoidea* با توجه به مفهوم وسیع خود نیاز مبرمی به بازنگری صفات ریخت‌شناسی دارد تا از یک سو تک-نیایی بودن بخش‌های معرفی شده مورد ارزیابی قرار گیرد و از سوی دیگر طبقه‌بندی جامعی دربرگیرنده تمام گونه‌هایی که در مفهوم جدید در این سرده جای گرفته‌اند، ارائه گردد. همچنین به دلیل نبود صفات ریخت‌شناسی کافی و تنوع در بین آنها، مطالعات تبارزایی موجود قادر به نتیجه‌گیری در مورد تک‌تباری گروه‌های طبیعی پیشنهادی (بخش‌ها و زیربخش‌ها) نیز نبوده‌اند. پژوهش حاضر از جمله گام‌های اولیه در جهت یافتن صفات با اهمیت در طبقه‌بندی در این سرده به شمار می‌رود. به طور کلی، ریخت‌شناسی فندقچه‌ها، مطالعات تبارزایی مولکولی را که منجر به معرفی سرده *Phlomoidea* در مفهوم وسیع شده است را تأیید می‌نماید. همچنین به نظر می‌رسد که تنوع صفات فندقچه‌ها بیشتر از آنکه در معرفی یک بخش یا تعیین حد و مرز بین بخش‌ها مفید باشد، در تمایز بین گونه‌ها درون یک بخش مفید بوده است.

پیشنهاد می‌شود تا در آینده تعداد گونه‌های بیشتری به لحاظ ریخت‌شناسی فندقچه‌ها و همچنین تشریح پیرایه آن مورد مطالعه قرار گیرند تا بتوان برای گروه‌های تک‌تبار شناخته شده در مطالعات تبارزایی مولکولی صفات پیشرفته مشترکی یافت. بدین ترتیب می‌توان حد و مرز بین بخش‌ها را مطابق با شواهد مولکولی و ریخت‌شناسی مورد بازنگری قرار داد.

سپاسگزاری

بر خود لازم می‌دانیم از دکتر اوا فاخر در موسسه گیاه‌شناسی مونیخ آلمان بابت همکاری در تهیه تصاویر میکروسکوپی سپاسگزاری نماییم. همچنین از معاونت پژوهشی پردیس علوم دانشگاه تهران بابت حمایت از پژوهش حاضر تشکر می‌نماییم.

REFERENCES

- Adylov, T.A., Kamelin, R.V. and Machmedov, A.M. 1986. Zаметkiosemeistve Lamiaceae 1 [Notes on Lamiaceae 1]. – Novosti Sistematiki Vysshikh Rastenii 23: 110-114.
- Adylov, T.A., and Machmedov, A.M. 1987. *Phlomoidea* Moench. Pp. 82-107. In: Adylov, T.A. (ed.),

ای جز ادغام این سرده در سرده *Phlomoidea* در مفهوم وسیع وجود نداشت. به تازگی و بر اساس طبقه‌بندی ارائه شده توسط Semikov و Lazkov (2013) برخی از اعضای تبارشاخه "*E. moluccelloides* clade" در مطالعه Salmaki و همکاران (2012a) را در بخش‌های مستقل به نام *Paraeremostachys* جای دادند که از جمله صفات بارز ریخت‌شناسی آنان می‌توان به صفاتی همچون ریشه‌هایی ضخیم، شلغمی شکل؛ برگ‌های قاعده‌ای یکپارچه، تخم‌مرغی، کوچک، در حاشیه دنداندار هلالی؛ کاسه لوله‌ای-استکانی، کم و بیش بدون لبه با دندان‌های گسترده اشاره داشت. در پژوهش حاضر گونه‌های *P. aralensis* و *P. anisochila* که پیش‌تر در سرده *Paraeremostachys* جای داشتند اما تا به امروز در مطالعات مولکولی مورد بررسی قرار نگرفته‌اند مورد بررسی قرار گرفتند. هر چند که هر دوی این گونه‌ها دارای تزیینات سطحی از نوع مشبک هستند اما صفاتی از جمله شکل فندقچه‌ها، اندازه کاکل در رأس فندقچه‌ها، عمق شبکه‌ها و نوع دیواره‌ها از یکدیگر متمایز می‌شوند. گونه *P. anisochila* دارای شکل فندقچه مثلثی بوده و بلندترین و متراکم‌ترین کرک پوش (بیش از 4 میلی‌متر طول کرک) را در رأس فندقچه‌ها داراست، در حالی که *P. aralensis* دارای فندقچه‌های تخم‌مرغی پهن است و طول کرک‌های رأس فندقچه از 2 میلی‌متر تجاوز نمی‌کند. همچنین شبکه‌ها در گونه *P. anisochila* از نوع عمیق بوده و دیواره فاقد موم هستند اما در گونه *P. aralensis* از نوع کم عمق بوده و دارای موم بروی دیواره‌ها هستند. در بین گونه‌هایی که در رده‌بندی‌های گذشته موقعیت سازگان‌شناسی آنها هنوز مشخص نشده است، گونه *P. sewersovii* از آنجایی که به پیش‌تر به سرده تک‌گونه‌ای *Pseuderemostachys* تعلق داشته است دارای اهمیت است. از جمله صفات بارز این آرایه می‌توان به داشتن برگ‌هایی با دمبرگ واضح و پرچم‌های کوتاه واقع در نزدیکی دهانه لوله جام‌گل اشاره داشت. بر اساس مطالعه تبارزایی Mathiesen و همکاران (2011) این سرده به سرده *Phlomoidea* منتقل گردید. شکل فندقچه، کاکل دار بودن رأس فندقچه و تزیینات سطحی مشبک از جمله صفاتی است که ادغام این سرده را در سرده *Phlomoidea* در مفهوم وسیع را تأیید مینماید.

- Conspectus florae Asiae Mediae, vol. 9. – Tashkent: Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR.
- Bentham, G.** 1832–36. Labiatarum genera et species. – London: James Ridgway & Sons.
- Briquet, J.** 1895–1897. Labiatae. *Eremostachys* Bunge, *Phlomis* L. Pp. 246-249 in: Engler, A. & Prantl, K. (eds.), Die natürlichen Pflanzenfamilien, IV (3a, 134). – Leipzig: Engelmann.
- Bunge, A.** 1830. *Eremostachys* Bunge. Pp. 414–416 in: Ledebour, C.F., Meyer, C.A. & Bunge, A. Flora Altaica, vol. 2. – Berlin: G. Reimer.
- Bunge, A.** 1873. Labiatae persicae. – Mém. Acad. Imp. Sci. Saint Pétersbourg, Sér. 7: 21: 1-84.
- Husain, N., Marin, S.Z., Šilic, P.D., Qaiser, C. and Petkovic, B.** 1990: A micromorphological study of some representative genera in the tribe Saturejeae (Lamiaceae). – Bot. J. Linn. Soc. 103: 59-80.
- Kamelin, R.V., and Machmedov, A.M.** 1990. Sist-ema roda *Phlomoides* (Lamiaceae) [The system of the genus *Phlomoides*. – Bot. Zhurn. 75: 241-250.
- Knorring, O.E.** 1954. *Eremostachys* Bunge and *Phlomis* L. Pp. 3–77 in: Schischkin, B. K. (ed.), Flora of the USSR (English version), vol. 21. – Keter Publishing House.
- Link, H.F.** 1829. Handbuch zur Erkennung der nutzbarsten und am häufigsten vorkommenden Gewächse, vol. 2. – Berlin: S. J. Joseephy.
- Linnaeus, C.** 1753. Species plantarum, vol. 2. – Stockholm: Impensis Laurentii Salvii.
- Mathiesen, C., Scheen, A.C. and Lindqvist, C.** 2011. Phylogeny and biogeography of the lamioide genus *Phlomis* (Lamiaceae). – Kew Bull. 66: 1-17.
- Moench, C.** 1794. Methodus plantarum horti botanici et agri Marburgensis, a staminum situ describendi. Marburg: Officina Nova Libraria Academiae.
- Popov, M.G.** 1940. Opyt monografii roda *Eremostachys* Bge. (An attempt of a monograph of the genus *Eremostachys* Bunge). – Byull. Moskovsk. Obshch. Isp. Prir., Otd. Biol., ser. 2, 19: 1-166.
- Oran, S.A.** 1996: Ultrastructure of nutlet surface of the genus *Salvia* L. in Jordan and the neighbouring countries. – Dirasat Nat. Eng. Sci. 23: 393-408.
- Rechinger, K.H.** 1982. Stachys. In: Rechinger, K.H. (ed.), Flora Iranica, Vol. 150. – Akademische Druck- und Verlagsanstalt, Graz, pp 354-396.
- Ryding, O.** 2008. Pericarp structure and phylogeny of the *Phlomis* group (Lamiaceae subfam. Lamioidae). – Bot. Jahrb. Syst. 127: 299-316.
- Salmaki, Y., Zarre, S. and Jamzad, Z.** 2008. Nutlet morphology of *Stachys* (Lamiaceae) in Iran and its systematic implication. – Feddes Repert 119: 631-645.
- Salmaki, Y., Zarre, S., Ryding, O., Lindqvist, C., Scheunert, A., Bräuchler, C. and Heubl, G.** 2012a. Phylogeny of the tribe Phlomideae (Lamioideae: Lamiaceae) with special focus on *Eremostachys* and *Phlomoides*: New insights from nuclear and chloroplast sequences. – Taxon 61: 161-179.
- Salmaki, Y., Zarre, S. and Heubl, G.** 2012b. The genus *Phlomoides* Moench (Lamiaceae; Lamioidae; Phlomideae) in Iran: a nupdated synopsis. – Iran. J. Bot. 18: 207-219.
- Sennikov, A. and Lazkov, G.** 2010. Typification of *Eremostachys labiosa* (*Phlomoides labiosa*, Lamiaceae) and its synonyms. – Willdenowia 40: 221-226.
- Sennikov, A.N. and Lazkov, G.A.** 2013. Taxonomic corrections and new records in vascular plants of Kyrgyzstan. Memoranda Soc. – Fauna Flora Fennica 89: 125-138.
- Seyedi, Z. and Salmaki, Y.** 2015. Trichome morphology and its significance in the systematics of Phlomoides (Lamiaceae; Lamioideae; Phlomideae). – Flora 213: 40-48.
- Stearn, W.T.** 1992: Botanical Latin: terminology and vocabulary. pp 363. – Hafner publishing company London.

How to cite this article:

Eyvazedah Khosroshahi, E. and Salmaki, Y. 2018. Nutlet micromorphology and its systematic implications in *Phlomoides* Moench – Nova Biol. Rep. 5: 82-94.

عیوض زاده خسروشاهی، ا. و سلمکی، ی. ۱۳۹۷. اهمیت ریزریخت‌شناسی فندقچه در رده‌بندی سرده سنبل بیابانی از تیره نعنائیان – یافته‌های نوین در علوم زیستی ۵: ۸۲-۹۴