مقاله پژوهشی، صفحات ۱۴-۲۷
DOI:10.22034/jpr.2024.8466.3360

اهمیت تاکسونومیکی انتوژنی گل در جنس سلوی (*Savlia*) از تیره نعنا (Lamiaceae): مطالعه موردی در گونه سلوی *Salvia santolinifolia*

مهتاب شهرکی[۱]، ایرج مهرگان[۱]، یوسف اجنی*[۲]، یونس عصری[۲]

[۱] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۲] بخش گیاه‌شناسی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۴

چکیده

جنس سلوی (*Salvia* L.) از بزرگترین جنس‌های تیره نعنا (Lamiaceae) در ایران و جهان می‌باشد. گونه-های این جنس با داشتن تنها دو پرچم زایای جلویی مشخص می‌شوند. هر کدام از این پرچم‌ها، ساختار تبرزینی یا اهرم مانند(lever-like) داشته، از یک پایه و دو بازوی معمولا نامساوی تشکیل می‌شوند. بر این اساس در تقسیم‌بندیهای سنتی، جنس طبیعی محسوب می‌شود. هر چند، در تقسیم‌بندی‌های مدرن مولکولی، این دیدگاه رد می‌شود. براساس یکی از این تقسیم بندی‌ها (۲۰۱۵)، گونه *S.* Boiss. *santolinifolia* به جنس *Pleudia* Raf. منتقل و بصورت *Pleudia santolinifolia* (Boiss.) Will, Schmalz & Class.-Bockh معرفی شده است. جهت بررسی وضعیت تاکسونومیکی این گونه، انتوژنی گل با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد الگوی شکل‌گیری گل در این گونه مرکزرو (centripetal) بوده، ابتدا کاسه، سپس گلبرگ‌ها و پرچم‌ها و در نهایت برچه‌ها بوجود می‌آیند. الگوی شکل‌گیری کاسبرگ‌ها، بصورت یکطرفه بوده، ابتدا سه کاسبرگ نزدیک به محور (adaxial) و سپس ۲ کاسبرگ دور از محور (abaxial) شکل می‌گیرند. الگوی شکل‌گیری گلبرگ‌ها دوطرفه بوده، ابتدا گلبرگ وسطی دور از مرکز، سپس دو گلبرگ نزدیک به مرکز و در نهایت دو گلبرگ جانبی شکل می‌گیرد. در مراحل بعدی، دو پرچم زایا شکل می‌گیرد. شکل‌گیری دو پرچم نازا با تاخیرآغاز می‌شود. در نهایت برچه‌ها شکل می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد ترتیب شکل‌گیری قطعات گل در این گونه برخلاف سایر گونه‌های جنس *Salvia* از نوع کاملا مجزا (strict) می‌باشد طوریکه هیچ گونه هم‌پوشانی بین قطعات وجود ندارد. مقایسه الگوی شکل‌گیری قطعات گل به‌ویژه گلبرگ‌ها با مورخوش (*S. majdae*) قابل مقایسه است. براساس داده‌های این تحقیق و سایر داده های قبلی، جابجایی گونه بررسی شده به جنس *Pleudia* صحیح بنظر می‌رسد.

واژه های کلیدی: تاکسونومی، *Salvia santolinifolia*، *Pleudia*، انتوژنی گل

* نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: Ajanisef@yahoo.com

مقدمه

جنس سلوی (*Salvia* L.) یکی از بزرگترین جنس-های تیره نعنا (Lamiaceae) در ایران و جهان می-باشد که بترتیب دارای حدود ۱۰۰۰ گونه در جهان و ۶۰ گونه در ایران می‌باشد [۱، ۹]. گونه‌های این جنس برخلاف سایر جنس‌های تیره نعنا دارای فقط

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۴-۲۷
DOI:10.22034/jpr.2024.8466.3360

دو پرچم زایای جلویی هستند. دو پرچم دیگر بصورت فلس تحلیل رفته‌اند. پرچم‌های زایا دارای ساختار تیپیک اهرم-مانند یا تبرزینی (lever-like) بوده، از یک میله و دو بازی نامساوی تشکیل شده است [۹].

وضعیت تاکسونومیکی جنس سلوی (*Salvia*) همواره مبهم و نامشخص بوده است. براساس داده‌های حاصل از ژنوم هسته‌ای و کلروپلاستی، دو دیدگاه متفاوت در مورد وضعیت تاکسونومیکی این جنس مطرح شده است.

براساس یکی از این دیدگاه‌ها این جنس بایستی به جنس‌های کوچکتر شکسته شود که در نتیجه آن جنس بزرگ سلوی (*Salvia*) به ۱۱ جنس شامل جنس‌هایی مثل *Polakia* Stapf.، *Pleudia* Raf.، *Lasemia* Raf.، *Ramonia* Raf.، *Glutinaria* و *Salvia* s.str. شکسته می‌شود. در این رده‌بندی، جنس‌های اقماری جنس سلوی مثل مورخوش *Zhumeria* Rech.f. & Wendelbo، برازمبل *Perovskia* Kar. ، رزماری *Rosmarinus* L.، *Dorystaechas* Boiss. & Heldr. و *Meriandra* Benth. نیز جایگاه تاکسونومیکی خود را حفظ نمودند. این یافته با وجود تغییرات تاکسونومیکی زیاد در جنس بزرگ *Salvia* با توجه به طبیعی بودن جنس‌های احیاء شده و مشخص بودن صفات تشخیصی مورفولوژیک در این جنس‌ها روش قابل قبول و منطقی بنظر می‌رسد [۳۱،۳۰،۲۸،۸،۷].

در مطالعات تاکسونومیکی اخیر (۲۰۱۵) که براساس مارکرهای مختلف مولکولی انجام گرفته، جنس *Pleudia* با ۱۵ ترکیب گونه‌ای جدید (new combination) از جنس سلوی (*Salvia*) جدا شده است. این یافته همراه با شواهد مورفولوژیکی در گونه‌های این جنس بوده است. این شواهد مورفولوژیک شامل فرم رویشی بوته‌ای، گل‌های ریز با لوب بالایی کوتاه و غیر دولوبه در گونه‌های این جنس بوده است. براساس نتایج بدست آمده، گونه سلوی *S. santolinifolia* در یک کلاد پلی‌تومی (polytomy) در مجاورت گونه‌هایی مثل *S. aristata* Auch. ex. Benth.، *S. aegyptiaca* L. و *S. majdae* Rech.f. & Wendelbo قرار می‌گیرد [۱۵، ۳۰]. داده‌های حاصل از دانه گرده نیز این یافته را تایید می‌کنند [۱۱].

تعداد مطالعات انتوژنی و بیولوژی گل در تیره نعنا (Lamiaceae) خیلی کم بوده است. هرچند نتایج بدست آمده نشان می‌دهد داده‌های بدست آمده از این روش با ارزش بوده و می‌تواند در تعیین و تفسیر روابط تاکسونومیکی گونه‌های این جنس بسیار مفید باشد [۲۶،۱۹،۱۸،۱۷،۶،۴].

در این تحقیق، انتوژنی گل در گونه سلوی *Salvia santolinifolia* مورد مطالعه قرار گرفت. این گونه، عنصر صحرا-سندی (Sahara-Sindian) بوده، بطور فراوان در نواحی جنوبی ایران، افغانستان و پاکستان پراکنش دارد. شکل برگ و کرک‌های روی ساقه و برگ در این گونه تنوع بسیار بالایی نشان می‌دهد. طول دوره گل‌دهی این گونه بسته به ارتفاع رویشگاه متغیر بوده طوریکه در مناطق کم ارتفاع، ممکن است در طول سال گل‌دهی داشته باشد [۲۴،۱]. فرم رویشی متنوع بوده، به ارتفاع ۱۰ تا ۴۰ سانتی‌متر می‌رسد. ساقه پرانشعاب بوده، در قسمتهای پایین پوشیده از کرک‌های متنوع می‌باشد. برگها دمبرگ‌دار، بصورت خطی، در حاشیه سینوسی و به داخل پیچ خورده می‌باشند. گل‌آذین کم یا پرگل، هر چرخه شامل ۳-۱ گل می‌باشند. دمگل به بطول تا ۱/۵ میلیمتر، در حالت میوه بلندتر و بطرف پایین برگشته است. کاسه گل استکانی-لوله‌ای شکل، پوشیده از کرک‌های متنوع می‌باشد. جام گل بنفش یا آبی، دارای لوله راست، درون لوله بدون کرک یا کرک‌دار، لبه بالایی دارای دو لوب گرد راست، لبه

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۴-۲۷
DOI:10.22034/jpr.2024.8466.3360

پایینی با سه لوب تقریبا مساوی می‌باشد. هر پرچم شامل ۲ کیسه بساک جدا از هم و بارور می‌باشد (شکل ۱). فندقه تخم‌مرغی و سیاه‌رنگ است [۱،۲۴].

در این تحقیق، وضعیت تاکسونومیکی گونه سلوی *S. santolinifolia* با استفاده از داده‌های حاصل از انتوژنی گل مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های حاصل از این تحقیق با داده‌های قبلی بدست آمده در گونه های جنس سلوی *Salvia* مقایسه شد. در نهایت در مورد وضعیت تاکسونومیکی این گونه که درون جنس سلوی*Salvia* یا *Pleudia* بایستی قرار گیرد تصمیم‌گیری شد.

مواد و روشها

فرم رویشی در گونه سلوی *S. santolinifolia* حالت بوته‌ای دارد. این گونه عنصر مشترک ایران-تورانی(Irano-Turanian) و صحارا-سندی (Saharo-Sindian) بوده، بطور فراوان از جنوب شرقی ایران از دامنه‌های سنگلاخی و دیواره‌های رودخانه‌ها گزارش شده است. با توجه به اقلیم گرم و خشک نواحی جنوبی ایران، زمان گل‌دهی این گونه اوایل بهار گزارش شده است. در مناطق کم ارتفاع، این گونه در تمام طول سال در وضعیت گل‌دهی قرار دارد [۱،۲۴].

در اوایل اردیبهشت ۱۴۰۱، جوانه گل و گل‌آذین (حدود ۲۵ پایه) از حدود ۱۸ کیلومتری جنوب غربی بزمان به سمت دلگان (استان سیستان و بلوچستان) جمع‌آوری و بلافاصله در بطری حاوی الکل ۷۰ درجه فیکس شد. از مراحل مختلف شکل‌گیری گل و گل-آذین با توجه به میزان بادکردگی مریستم انتهایی نمونه برداری شد. جهت مستند نمودن تحقیق، از گونه مورد مطالعه نمونه هرباریومی تهیه و در هرباریوم موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور قرار داده شد (Ajani 109372, TARI). در آزمایشگاه، نمونه‌های فیکس شده در زیر استرئومیکروسکوپ در زیر استرئومیکروسکوپ و در پتری دیش حاوی الکل ۷۰ درجه قرار داده شدند. اندامهای زائد نمونه‌های برداشت شده بسته به مراحل رشد و نموی توسط لوازم تشریح از بین برده شدند (dissection) شدند. در مرحله آبگیری، نمونه‌های آماده شده بترتیب در سری‌های مختلف الکل ۸۰، ۹۰، ۹۶، مخلوط مساوی الکل ۹۶ استن(۱:۱) و در نهایت استن خالص قرار داده شدند. زمان نگهداری نمونه در هر کدام از این محلول‌ها، حدود ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شد. در مرحله بعد، نمونه‌ها به دستگاه خشک‌کننده-انجمادی (Freeze-Dryer, ARMIN TEB, Co., IRAN) منتقل شدند. نمونه‌ها بلافاصله توسط دستگاه پوشش دهنده طلا (Desk Sputter Coater-DSR1, Nanostructured Coating Co., IRAN) پوشش طلا داده شدند. در نهایت، نمونه‌های آماده شده در زیر میکروسکوپ الکترونی تابشی (Scanning Electron Microscopy, VEGA, TESCAN, Austria, Germany, Czech) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند.

نتایج

فرم رویشی گونه سلوی *S. santolinifolia* بصورت بوته‌ای و پرشاخه است. ارتفاع گیاه تا حدود ۴۰ سانتی‌متر می‌رسد. گل‌آذین به‌صورت خوشه ساده ظاهر می‌شود. گل‌ها در طول ساقه و در کنار برگ‌ها ظاهر می‌شوند. طول دمگل کوتاه بوده، تا حدود ۱/۵ میلی‌متر می‌رسد (شکل ۱).

شکل‌گیری گل‌ها در طول محور گل‌آذین از الگوی اکروپتال (acropetal) پیروی می‌کند. در این الگو، ابتدا گل‌های پایین گل‌آذین شکل می‌گیرند و سپس به سمت گل‌های بالایی و انتهایی ادامه می‌یابد. تمامی گل‌ها در ابتدای تشکیل بدون دمگل بوده و به محور اصلی گل‌آذین چسبیده‌اند. هر گل در سمت دور از محور توسط یک براکته (Bract) و از دو طرف

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۴-۲۷
DOI:10.22034/jpr.2024.8466.3360

توسط دو براکتئول (Bracteole) احاطه می‌شود (شکل ۲ الف). بیشترین فشارهای وارده به مریستم گل از سمت دور از مرکز و طرفین مریستم گل می‌باشد. اولین اندام‌هایی که شکل می‌گیرند کاسبرگ‌ها هستند که از الگوی یکطرفه (unidirectional)پیروی می‌کنند. در ابتدا، در سمت نزدیک به محور (adaxial) گل که آزادتر است اولین کاسبرگ‌ها بوجود می‌آیند که بترتیب شامل کاسبرگ وسطی و سپس دو کاسبرگ جانبی می‌باشند (شکل ۲ب). در مرحله بعد، در سمت دور از محور (abaxial) مریستم گل، بادکردگی ایجاد شده و دو کاسبرگ دور از محور به‌وجود می‌آیند. تا این مرحله، مریستم گل تقریبا حالت متقارن دارد (شکل ۲ ج).

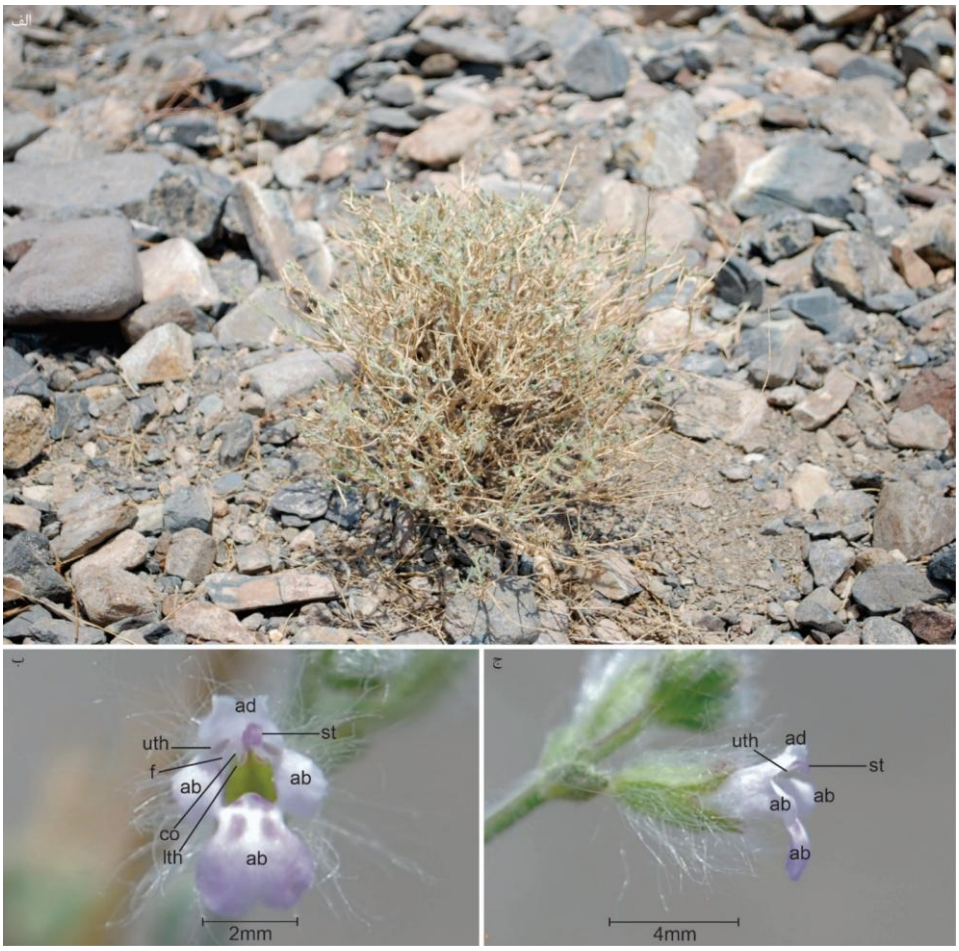
در حالیکه تمامی کاسبرگ‌ها شکل گرفته‌اند بخش مرکزی مریستم گل هنوز حالت تخت و غیرتمایز یافته دارد (شکل ۲ د). همزمان با بزرگ شدن و پهن شدن کاسبرگ‌ها بخش مرکزی گل حالت بادکردگی پیدا کرده و زمینه شکل‌گیری گلبرگ‌ها ایجاد می‌شود (شکل ۲ ه). بخش داخلی مریستم از وضعیت کروی به حالت بیضوی تغییر شکل می‌دهد. الگوی شکل‌گیری گلبرگ‌ها بصورت دوطرفه (bidirectional) است. اولین پریموردیوم گلبرگ در سمت دور از محور مریستم گل شکل می‌گیرد. همزمان با این شکل‌گیری، مریستم گل از حالت متقارن به نامتقارن تغییر می‌یابد (شکل ۲ و). به لحاظ رشد ضعیف کاسبرگ نزدیک به محور، این وضعیت تقارن بیشتر در گلبرگ‌ها دیده می‌شود. بخش داخلی مریستم از حالت لوزی به مستطیلی تغییر شکل می‌دهد. همزمان با این تغییر، پریموردیوم گلبرگ‌های نزدیک به مرکز بطور همزمان بوجود می‌آیند (شکل ۲ ز). بخش داخلی مریستم دوباره تغییر شکل داده، از مستطیلی به حالت تقریبا دایره‌ای شکل درمی‌آید. همزمان به این تغییر شکل، پریموردیوم گلبرگ‌های جانبی شکل می‌گیرد (شکل ۲ س). همراه با پهن شدن کاسبرگ‌ها، مریستم داخلی پهن‌تر و تمامی اندام‌های گل نمایان‌تر می‌شوند. مریستم گل پهن‌تر شده و کروی بودن آن ملموس‌تر می‌شود. در این مرحله، بطور واضع حالت دولوبه کاسه و تقارن یکطرفه مریستم گل را می‌توان مشاهده نمود (شکل ۲ ع).

بعد از شکل‌گیری تمام گلبرگ‌ها، پرچم‌ها شروع به شکل‌گیری می‌کنند. الگوی شکل‌گیری پرچم‌ها یکطرفه بوده، در ابتدا دو پریموردیوم دور از محور شکل می‌گیرد (شکل ۳ الف). شکل‌گیری دو پرچم نزدیک به محور با تاخیر صورت می‌گیرد به این صورت که ابتدا پریموردیوم کاسبرگ‌ها پهن و شروع به احاطه نمودن گلبرگ‌ها می‌نماید. پریموردیوم گلبرگ‌های دور و نزدیک محور برجسته‌تر می‌شوند (شکل ۳ ب). در اثر رشد مریستم زیرین مریستم گل (intercalary meristem) لوله کوتاه کاسه تشکیل می‌شود. با رشد سریع این مریستم، لوله کاسه نمایان‌تر می‌شود (شکل ۳ ج). در مرحله بعد کاسبرگ‌ها پهن شده و شروع به دربرگرفتن اندام‌های داخل گل به‌خصوص پرچم‌های دور از محور می‌نمایند. مریستم گلبرگ‌ها با توجه به قرارگرفتن در فضای آزاد بین لوب‌های کاسبرگ فرصت رشد داشته و شروع به بیرون زدن از مریستم گل می‌نمایند (شکل ۳ د). در مرحله بعد، پریموردیوم پرچم‌ها به سرعت بزرگ شده و باعث کنار زدن کاسبرگ‌ها می‌شود. همزمان با این فرایند، پریموردیوم دو پرچم جلویی شکل می‌گیرد (شکل ۳ ه).

در مراحل بعد، پریموردیوم کاسبرگ‌ها شروع به طویل شدن می‌کنند. نوک این کاسبرگ‌ها به سمت مرکز مریستم گل امتداد یافته و شروع به در برگرفتن اندامهای داخل گل می‌کنند. سطح بیرونی کاسبرگ‌ها بطور پراکنده توسط کرک و غدد ترشحی پوشیده می‌شود. پریموردیوم دو پرچم دور از محور از حالت

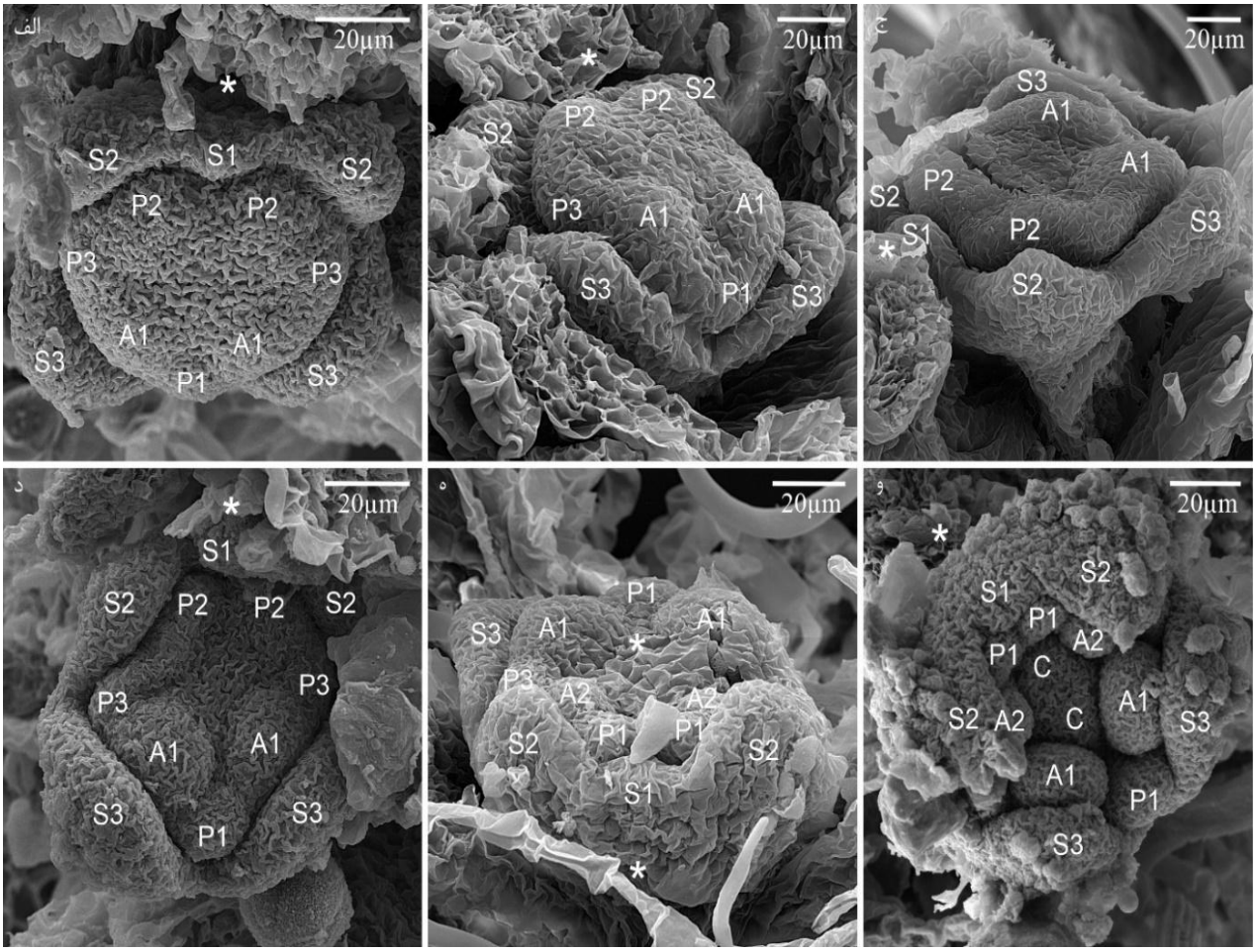
مقاله پژوهشی، صفحات ۱۴-۲۷
DOI:10.22034/jpr.2024.8466.3360

کروی به حالت بیضوی تغییر شکل می‌یابد. در عین حال، اندازه آنها چندین برابر دو پرچم عقبی (نزدیک به محور) می‌باشد. با وجود تاخیر در شکل‌گیری پرچم‌های عقبی، این پرچم‌ها رشد سریعی داشته و در فاصله زمانی اندک اندازه آنها از گلبرگ‌ها نیز بیشتر می‌شود. همزمان با این فرایندها، اندک فضای باقیمانده در وسط مریستم گل شروع به فرورفتگی نموده و پریموردیوم برچه‌ها شکل می‌گیرد (شکل ۳ و).



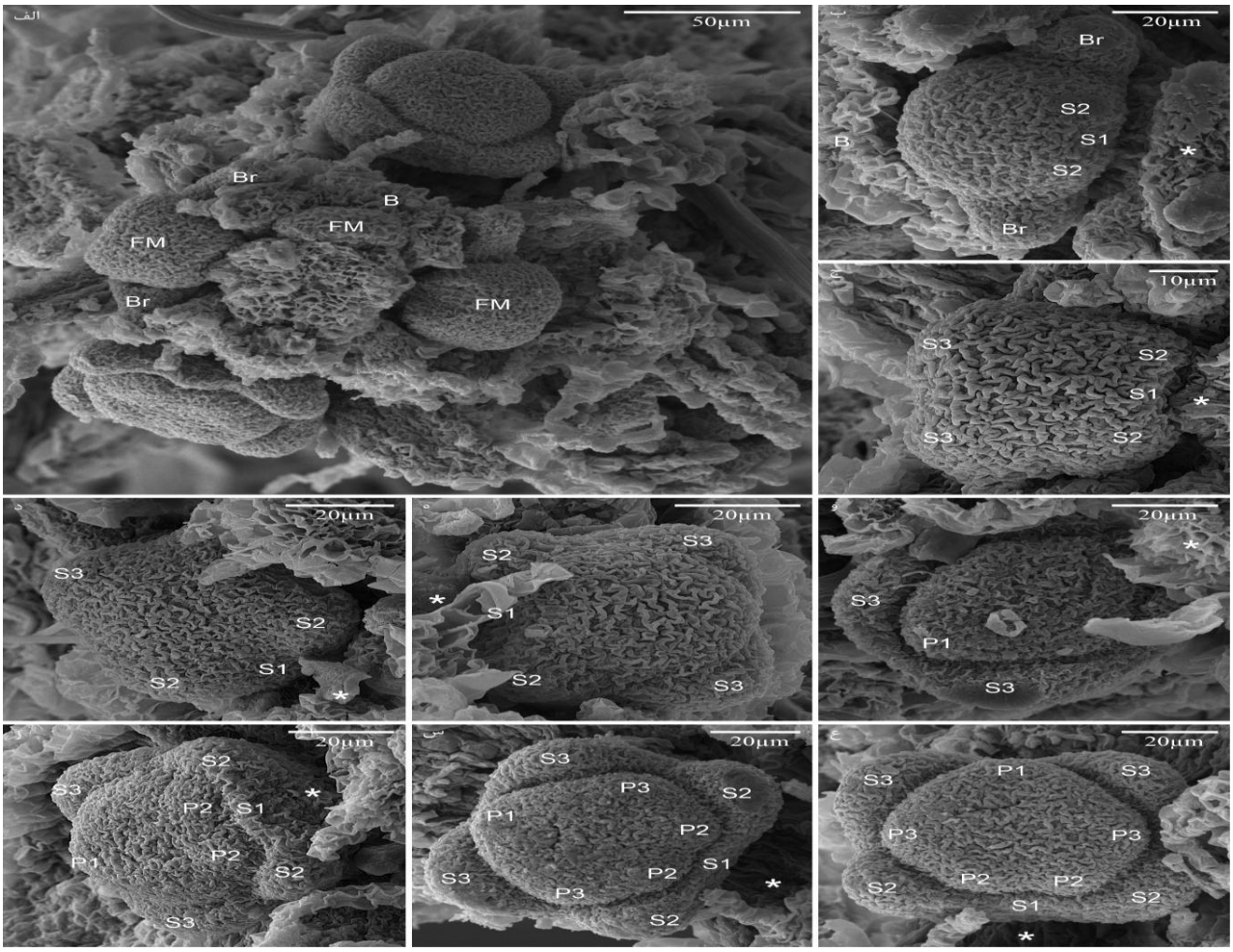
شکل ۱- فرم رویشی بوته‌ای گونه سلوی *Salvia santolinifolia* (الف)، گل از روبرو (ب)، گل از پهلو (ج). اختصارات، ab: گلبرگ دور از محور، ad: گلبرگ نزدیک محور، co: رابط، lth: بازوی پایینی، st: کلاله، uth: بازوی بالایی.

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۴-۲۷
DOI:10.22034/jpr.2024.8466.3360



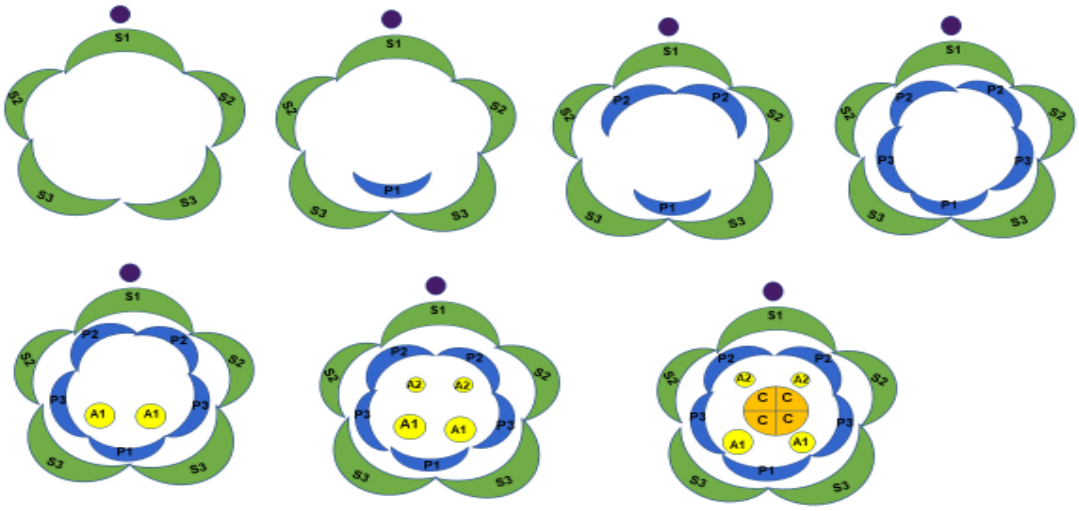
شکل ۲- مراحل شکل‌گیری گل‌آذین و اندام‌های گل در گونه سلوی *Salvia santolinifolia*. سمت نزدیک به محور با ستاره مشخص شده است. ترتیب بوجود آمدن آکروپتال مریستم‌های گل (FM) روی محور گل‌آذین. هر مریستم توسط (B) و دو براکتئول (Br) از طرفین احاطه می‌شود (الف)، در اثر فشار روی قسمت دور از محور، در سمت مقابل کاسبرگ اول (S1) و دو کاسبرگ کناری (S2-S2) بوجود می‌آیند (ب)، با بالعکس شدن فشار، دو کاسبرگ دور از محور (S3-S3) شکل می‌گیرد (ج)، در حالیکه کاسبرگ‌ها بزرگتر و نمایان‌تر می‌شوند وسط مریستم گل همچنان تخت بوده و تمایزی در آن دیده نمی‌شود (د-ه)، با تغییر شکل مریستم، اولین گلبرگ وسطی دور از محور (P1) شکل می‌گیرد (و)، مریستم بشکل مستطیلی درآمده و به‌دنبال آن دو گلبرگ نزدیک به محور (P2-P2) به‌وجود می‌آیند (ز)، مریستم دوباره تغییر شکل داده، بصورت تقریبا دایره‌ای در می‌آید و بدنبال آن دو گلبرگ جانبی شکل می‌گیرد (س-ع). اختصارات، B: براکته، Br: براکتئول، FM: مریستم گل، P: گلبرگ، S: کاسبرگ.

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۴-۲۷
DOI:10.22034/jpr.2024.8466.3360



شکل ۳- شکل گیری پرچم و برچه و نمو سایر اندام‌ها درگونه سلوی *Salvia santolinifolia*، سمت نزدیک به محور با ستاره مشخص شده است. با بزرگ شدن و پهن شدن قطعات کاسبرگ مریستم نیز پهن‌تر شده و دو پرچم دور از محور (A1-A1) شکل می‌گیرد (الف-ب)، با رشد مریستم زیرین (inercalary meristem) زیر گل، بتدریج لوله کاسه شکل می‌گیرد. پریموردیوم‌های موجود روی مریستم گل بتدریج برجسته می‌شوند. پریموردیوم پرچم‌های دور از محور بزرگ شده و فضای درون مریستم گل را محدودتر می‌کنند (ج-د)، بعد از پهن شدن پریموردیوم پرچم‌های دور از محور، کاسبرگ‌ها و گلبرگ‌ها، پریموردیوم دو پرچم نزدیک به محور (A2-A2) نیز شکل می-گیرد (ه)، همزمان با طویل شدن کاسبرگ‌ها و تغییر شکل پرچم‌های دور از محور، پریموردیوم برچه‌ها (C) شکل گیرد (و). اختصارات، A1:پرچم زایا، A2: پرچم نازا، C: برچه، P: گلبرگ، S: کاسبرگ.

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۴-۲۷
DOI:10.22034/jpr.2024.8466.3360



شکل۴.دیاگرام گل در گونه سلوی *Salvia santolinifolia*، نقطه بنفش جهت محور گل‌دهنده می‌باشد. اختصارات همانند شکل شماره۲و۳ می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری کلی

الگوی کلی شکل‌گیری اندامها

انتوژنی گل و کاربردهای سیستماتیکی آن در تیره نعنا (Lamiaceae) خیلی کم بررسی شده است. در گونه‌های مطالعه شده، دو تیپ الگوی شکل‌گیری اندامهای گل در این تیره گزارش شده است.

- نوع اول، نوع یکطرفه و مرکزرو (centripetal) بوده که در آن اندام‌های گل از بیرون به داخل مریستم گل شکل می‌گیرند. در این تیپ، ابتدا پریموردیوم‌های کاسبرگ، سپس گلبرگ و پرچم و در نهایت برچه‌ها شکل می‌گیرند. فرم شکل‌گیری کاملا مجزای (strict) اندام‌های گل تا حال حاضر تنها در زیرخانواده‌های Viticoideae و Caryopterioideae گزارش شده که قبلا در تیره شاه‌پسند قرار داشتند ولی براساس داده‌های مولکولی و بیولوژی گل در حال حاضر در تیره نعنا (Lamaiceae) تقسیم‌بندی می‌شوند [۱۴].
- . در اکثر گونه‌های بررسی شده این تیپ، معمولا هم‌پوشانی (overlap) در شکل-گیری اندام‌های گل بویژه گلبرگ-پرچم و گاهی در کاسبرگ-پرچم نیز مشاهده می-شود [۳۲،۲۲،۲۱،۲۰،۱۹،۱۸،۱۷،۱۳]. در گونه سلوی *S. santolinifolia* برخلاف سایر گونه‌های بررسی شده جنس *Salvia*، الگوی شکل‌گیری اندام‌های گل از نوع مجزا می‌باشد که در آن قطعات گل بصورت مجزا و پشت سرهم و بدون هم‌پوشانی شکل می-گیرند.
- الگوی دوم شکل‌گیری گل، نوع دوطرفه (bidirectional) می‌باشد که در آن ابتدا کاسبرگ‌ها، سپس گلبرگ‌ها و برچه شکل می‌گیرند. در نهایت با معکوس شدن جهت شکل‌گیری، پرچم‌ها بوجود می‌آیند. این وضعیت تا حال حاضر تنها در گونه سلوی دارویی (*Salvia officinalis*) گزارش

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۴-۲۷
DOI:10.22034/jpr.2024.8466.3360

شده است این گونه بعنوان گونه تیپ جنس سلوی *Salvia* در نظر گرفته شده است. در تقسیم‌بندی‌های مولکولی جدید اخیر، این جنس به چندین جنس شکسته شده است که در آن این گونه بعنوان گونه تیپ در مفهوم محدود جنس سلوی *Salvia* s.str. در نظر گرفته شده است [۳۰،۲۷،۱۲].

ترتیب شکل‌گیری قطعات گل

الگوی شکل‌گیری قطعات کاسبرگ در بیشتر گونه-های تیره نعنا از نوع یکطرفه بوده و جهت آن از نزدیک به محور یا بالعکس می‌باشد [۲۶،۱۹،۱۸،۱۷]. ترتیب شکل‌گیری کاسبرگ در *S. santolinifolia* نیز مثل بیشتر گونه‌های بررسی شده این جنس از نوع یکطرفه بوده و جهت آن از جهت نزدیک به محور به سمت دور از مرکز می‌باشد. در گونه مورخوش *S. majdae*، الگوی شکل‌گیری یکطرفه با محدودیت فضایی وارد شده به مریستم گل مرتبط بوده است [۲۶]. این وضعیت در گونه *S. santolinifolia* نیز صدق می‌کند. در این گونه، مریستم در ابتدای شکل‌گیری قطعات گل بویژه کاسبرگ‌ها بطور مرتب تحت فشار و محدودیت بوده که عمدتا از جانب براکته و براکتئول‌ها وارد می‌شود. همانطوریکه در شکل ۲ نشان داده شده، این فشار بیشتر از سمت دور از محور و طرفین مریستم گل وارد می‌شوند. این عامل باعث محدود شدن این بخش‌ها و در مقابل باعث ایجاد شدن فضای مناسب در سمت نزدیک به محور شده و نتیجتا باعث شکل-گیری اولین پریموردیوم‌ها در سمت نزدیک به محور می‌شود. در ادامه با بالعکس شدن جهت این فشارها و ایجاد فضای کافی در سمت دور از محور، قطعات باقیمانده گل در این سمت شکل می‌گیرند. این نحوه شکل‌گیری اندام‌ها قویا با نظریه هوفمایستر [۱۰] مطابقت دارد. طبق این نظریه، اولین قطعات گل در جایی از مریستم بوجود می‌آیند که بیشترین فضای خالی ممکن ایجاد شده باشد.

الگوی شکل‌گیری گلبرگ‌ها در بیشتر گونه‌های بررسی شده تیره نعنا (Lamiaceae) از الگوی یکطرفه و در موارد کم از الگوی دوطرفه تبعیت می-کند [۲۶،۱۹،۱۸،۱۷]. در برخی از گونه‌ها مثل *Nepeta crassifolia* Boiss. & Buhse، الگوی شکل‌گیری قطعات گلبرگ بصورت دوطرفه (bidirectional) است که در آن ابتدا دو گلبرگ نزدیک به محور شکل می‌گیرد. سپس، گلبرگ دور از محور (جلویی) و در نهایت دوگلبرگ جانبی شکل می‌گیرد [۱۷]. در گونه مورخوش *S. majdae*، نیز ترتیب شکل‌گیری قطعات گل بصورت دوطرفه است که در آن برخلاف *N. crassifolia* حالت عکس دارد. در *N. crassifolia*، ابتدا گلبرگ وسطی دور از محور بوجود می‌آید. سپس، دو گلبرگ نزدیک به محور و در نهایت دو گلبرگ جانبی شکل می‌گیرند [۲۶]. در گونه سلوی *S. santolinifolia* نیز این وضعیت مشاهده می‌شود.

الگوی شکل‌گیری پرچم‌ها در گونه‌های بررسی شده تیره نعنا و جنس *Salvia* از نوع یکطرفه بوده، معمولا از سمت دور از محور شروع و به سمت نزدیک به محور ادامه می‌یابد. در گونه‌های بررسی شده این جنس، معمولا شکل‌گیری پرچم‌ها با گلبرگ‌ها هم‌پوشانی (overlap) دارد [۲۶،۱۹،۱۸،۱۷]. در گونه سلوی *S. santolinifolia* برخلاف سایر گونه-های بررسی شده این جنس، این هم‌پوشانی دیده نمی‌شود که میتواند صفت تاکسونومیکی مهم و باارزشی محسوب شود.

الگوی شکل‌گیری برچه‌ها در بیشتر گونه‌های بررسی شده تیره نعنا الگوی خاصی را نشان نمی‌دهد. در برخی از گونه‌های این تیره، به لحاظ ناهمزمانی در ترتیب شکل‌گیری قطعات گل، گاهی برچه‌های

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۴-۲۷
DOI:10.22034/jpr.2024.8466.3360

نامساوی شکل می‌گیرد. در گونه *S. santolinifolia* نیز این وضعیت تا حدودی قابل مشاهده است.

داده‌های حاصل از مطالعات انتوژنتیکی نشان داده است که می‌توانند داده‌های ارزشمندی را جهت حل مسائل تاکسونومیکی در گروه‌های مختلف گیاهان فراهم کنند [۲،۳،۴،۶،۱۶،۲۲،۲۵،۲۶،۲۹]. در جنس *Salvia* اگرچه مطالعات انتوژنتیکی کمی در تیره نعنا (Lamiaceae) صورت گرفت است اما داده‌های بدست آمده در تعیین حدود جنس‌ها و تعیین الگوی کلی شکل‌گیری کل موثر بوده است [۱۷،۱۸،۱۹،۲۶]. مطالعات اخیر در مورد گونه انحصاری مورخوش *S. majdae* که قبلا در جنس *Zhumeria* قرار داشته نشان داده که الگوی شکل‌گیری قطعات گل با گونه‌های بررسی شده جنس سلوی *Salvia* متفاوت است. با توجه به تضادی که در مورد جایگاه تاکسونومیکی مورخوش *S. majdae* وجود دارد داده‌های انتوژنی گل مستقل بودن این جنس را تایید نموده است. این یافته با داده‌های حاصل از مطالعات اخیر بیولوژی گل در *S. majdae* نیز مطابقت دارد [۵، ۲۶].

الگوی شکل‌گیری یکطرفه اندامهای گل در گونه سلوی *S. santolinifolia* صفت مهمی بوده طوریکه آن را از گونه تیپ جنس سلوی (*Salvia*) یعنی سلوی دارویی *S. officinalis* L. که دارای الگوی دوطرفه است متمایز می‌کند [۲۷]. با توجه به اینکه طبق تقسیم‌بندیهای مولکولی، جنس سلوی *Salvia* به چندین جنس شکسته شده، این الگوها می‌توانند مبنای تحقیقات آینده قرار گیرند.

الگوی شکل‌گیری دو طرفه گلبرگ‌ها (bidirectional) صفت بسیار مهمی در جنس *Salvia* محسوب می‌شود. وجود این صفت در *N. crassifolia* آن را از سایر گونه‌های جنس *Salvia* مجزا نموده است [۱۷،۱۸]. این وضعیت در مورخوش *S. majdae* نیز صدق می‌کند. الگوی دوطرفه ذکر شده در این گونه‌ها قابل مقایسه با گونه سلوی *S. santolinifolia* است با این تفاوت که ترتیب شکل‌گیری اندام‌ها در این گونه از نوع کاملا مجزا (strict) بوده و اندام‌های مختلف گل بصورت پشت سر هم و بدون هم‌پوشانی بوجود می‌آیند. این نوع شکل‌گیری گل قبلا در برخی از زیرتیره‌های تیره شاه‌پسند (Verbenaceae) که در حال حاضر به تیره نعنا (Lamiaceae) منتقل شده‌اند دیده می‌شود [۱۴] ولی در جنس سلوی *Salvia* برای اولین بار گزارش می‌شود. شکل‌گیری دیرهنگام پرچم‌های جلویی (دور از محور) و اندازه چند برابری آن نسبت به پرچم‌های عقبی (نزدیک به محور) احتمالا در تقارن گل نقش دارد. این موضوع و همچنین عدم شکل‌گیری گل‌های دولوبه با لوب بالایی کلاه‌خودی (falcate) به مطالعات بیشتری نیاز دارد. نتایج این تحقیق با نتایج قبلی بدست آمده براساس دانه گرده، بیوجغرافیایی و مولکولی مطابقت دارد [۱۱،۳۰]. براساس نتایج ترکیبی مولکولی-بیوجغرافیایی ، گونه‌های جنس *Pleudia* بخوبی از سایر گونه‌های جنس سلوی *Salvia* تفکیک شده‌اند. گونه‌های جنس *Pleudia* با داشتن صفات مورفولوژیکی واضح مثل فرم رویشی درختچه‌ای عمدتا کوتاه (dwarf shrubs)، ساقه‌های پرانشعاب، برگهای ریز، گل‌آذین کم‌گل، گلهای ریز، نداشتن جام کلاه خودی (falcate) با لوب بالایی ایستاده، پرچم‌های حداقل از جام بیرون آمده با رابط بساک کوتاه و بساک پایینی بارور گاها عقیم مشخص می‌شوند [۳۰]. این وضعیت در مورد گونه *S. aegyptiaca* نیز صدق می‌کند که اخیرا به جنس *Pleudia* منتقل شده است (منتشر نشده). براساس داده‌های این تحقیق، جابجایی گونه بررسی شده به جنس *Pleudia* صحیح بنظر می‌رسد. با توجه به محدود بودن گونه‌های این جنس و دسترسی آسان به نمونه‌های آنها،

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۴-۲۷
DOI:10.22034/jpr.2024.8466.3360

پیشنهاد می‌شود انتوژنی گل سایر گونه‌های گروه *Pleudia* نیز بررسی شوند.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله از آقایان محمدی (مسئول آزمایشگاه میکروسکوپ الکترونی، دانشگاه الزهرا، تهران) و خانم دکتر سرحدی (گروه زیست فناوری، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران) صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایند. این مقاله نتیجه بخشی از پایان‌نامه دکتری (نویسنده اول) بوده که بصورت مشترک با حمایت مالی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور و دانشگاه آزاد اسلامی (واحد علوم تحقیقات، تهران) انجام گرفته است.

فهرست منابع

۱.جم‌زاد، ز. ۱۳۹۱. فلور ایران: تیره نعنا (Lamiaceae)، تهران، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۲ . اولنج، ن.، حیدری، ف.، شریعتمداری، ز.، نوری، س.، ۱۴۰۰. مطالعه تاکسونومیکی هفت گونه از جنس *Verbascum* L. (Scrophulariaceae) براساس داده های مولکولی و ریخت شناسی در ایران ، مجله پژوهشهای گیاهی ،۳۴ (۳)۶۰۵-۵۹۳.

۳. خداوردی، م.، دادپور، م.، موافقی، ع.، نقی‌لو، س.، ۱۳۹۱. مطالعه تکوین گل در گونه *Amorpha fruticosa* L. از تیره بقولات، پژوهشهای گیاهی، ۱۴ (۴)۲۲-۱۵.

4. Ajani Y, Bull-Hereñu K, Claßen-Bockhoff R (2016). Patterns of flower development in Apiaceae-Apioideae. Flora, 221: 38-45.

5. Ajani Y, Jamzad Z, Claßen-Bockhoff R (2022). Floral biology in the endemic Iranian *Salvia majdae* - implications for taxonomy, character evolution and conservation. Flora, 287:151986.

6. Caris P, Ronse Decraene LP, Smets E, Clinckemaillie D (2002). The uncertain systematic position of Symplocos (Symplocaceae): evidence from a floral ontogenetic study. Int J Plant Sci, 163(1): 67-74.

7. Claßen-Bockhoff R (2017). Stamen construction, development and evolution in *Salvia* s.l. Nat Vol Essent Oil 4(4): 28-48.

8. Drew BT, González-Gallegos JG, Xiang CL, Kriebel R, Chloe P, Drummond CP, Walker JB, Sytsma KJ (2017). *Salvia* united: the greatest good for the greatest number. Taxon, 66:133-145.

9. Harley RM, Aktins S, Budantsev A, Cantino PD, Conn B, Grayer R, Harley MM, de Kok R, Krestovskaja T, Morales R, Paton AJ, Ryding O, Upson T (2004). *Salvia*. In: Kadereit JW (ed) The families and genera of vascular plants. Springer-Verlag, Heidelberg, 7: 235-236.

10. Hofmeister W (1868). AlIgemeine Morphologie der Gewachse. Engelmann.

11. Jamzad Z, Abbas-Azimi R, Dehghan M (2006). Pollen morphology and staminal structure in *Salvia* and *Zhumeria* (Lamiaceae). Rostaniha, 7 (Suppl. 2): 283-298.

12. Jarvis C (2007). Order out of chaos. Linnaean plant names and their

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۴-۲۷
DOI:10.22034/jpr.2024.8466.3360

types. 1st ed. The Linnean Society of London in association with the Natural History Museum, London, UK.

13. Lang W (1906). Zur Blütenentwicklung der Labiaten, Verbenaceen und Plantaginaceen. Biblioth Bot, 437: 637-679.

14. Liang HX, Lu L, Hua P (2001). Floral organogenesis in Verbenaceae senso lato. Acta Bot Sin 437: 673-679.

15. Moein F, Jamzad Z, Rahiminejad M, Landis JB, Mirtadzadini M, Soltis DE, Soltis PS 2023. Towards a global perspective for Salvia L.: Phylogeny, diversification and floral evolution. J Evol Biol, 36: 589-604.

16. Molin EM, Weber A (2009) Floral ontogeny of Oleaceae and its systematic implications. Int J Plant Sci, 170(7): 845-859.

17. Naghiloo S, Khodaverdi M, Esmaillou Z, Dadpour MR, Rudall P (2014a). Comparative floral development in the tribe Mentheae (Nepetoideae: Lamiaceae) and its bearing on the evolution of floral patterns in asterids. J Syst Evol, 52(2): 195-214.

18. Naghiloo S, Khodaverdi M, Nikzat Siakolaee S, Dadpour MR (2014b). Comparative floral development in Lamioideae (Lamiaceae): *Marrubium, Phlomis*, and *Stachys*. Plant Syst Evol, 300: 1269-1283.

19. Naghiloo S, Esmaillou Z, Gohari Gh, Dadpour MR (2014c). Comparative inflorescence and floral ontogeny in the genus Mentha (Mentheae: Nepetoideae: Lamiaceae): variable sequences of organ appearance and random petal aestivation. Plant Syst Evol, 300: 329-345.

20. Naghiloo S, Gohari GR, Nikzat Siakolaee S, Dadpour M (2015). Floral development in *Scutellaria pinnatifida* (Lamiaceae): the ontogenetic basis for sepal reduction. Plant Biol, 17(1): 238-244.

21. Payer JB (1857). Traité d'Organogénie Comparée de la Fleur. Victor Masson, Paris.

22. Pedersoli GD, Teixeira PT (2016). Floral development of *Parkia multijuga* and *Stryphnodendron adstringens*, two and *romonoecious* Mimosid tree (Leguminosae). Int J Plant Sci, 177(1): 60-75.

23. Prenner G (2004). Floral ontogeny of *Calliandra angustifolia* (Leguminosae: Mimiosoideae: Ingeae) and its systematic implication. Int J Plant Sci 165: 417-426.

24. Rechinger KH (1982). *Salvia aegyptiaca*. In: Rechinger KH (ed) Flora Iranica: Labiatae. Akademische Druck- und Verlagsanstalt, Graz, Austria, 150: 432-433

25. Ronse De Craene LP (2005). Floral development evidence for systematic position of Batis (Bataceae). Am J Bot, 92(4): 752-760.

26. Shahraki M, Mehregan I, Ajani Y, Asri Y (2024). The Iranian enigmatic endemic *Salvia majdae* (Lamiaceae): its taxonomic status based on floral ontogeny. Nord J Bot, 1: E04170.

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۴-۲۷
DOI:10.22034/jpr.2024.8466.3360

27. Toma I, Toma C, Zamfirache MM (2003). Floral morphogenesis of *Salvia officinalis* L. (Lamiaceae). Lucr ştiinţ UŞAMVB, Ser B, XLVI: 38-41

28. Walker JB, Sytsma KJ, Treutlein J, Wink M (2004). *Salvia* (Lamiaceae) is not monophyletic: implications for the systematics, radiation, and ecological specializations of *Salvia* and tribe Mentheae. Am J Bot 91(7): 1115-1125.

29. Wei L, Wang Y-Z, Li ZY (2012). Floral ontogeny of Ruteae (Rutaceae) and its systematic implications. Plant Biol, 14: 190-197.

30.Will, M., Schmalz, N., Clasen–Bockhoff, R., 2015. Towards a new classification of *Salvia*

s.l.: (re) establishing the genus *Pleudia* Raf. Turk. J. Bot. 39, 693–707

31. Will M, Claßen-Bockhoff R (2017). Time to split Salvia s.l. (Lamiaceae) - new insights from old world Salvia phylogeny. Mol Phylogenetics Evol, 109: 33-58.

32. Zhong J, Preston J, Hileman LC, Kellog EA (2017). Repeated and diverse losses of corolla bilateral symmetry in the Lamiaceae. Ann Bot, 119: 1211-1223.

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۴-۲۷
DOI:10.22034/jpr.2024.8466.3360

Taxonomical significance of the floral ontogeny in the genus *Salvia* (Lamiaceae): a case study in *S. santolinifolia*

Mahtab Shahraki[1], Iraj Mehregan[1], Yousef Ajani[2*], Younes Asri[2]

[1]Departement of Biology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[2*]Department of Botany, Reseach Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education.

[*]Corresponding author Email: Ajanisef@yahoo.com

Abstract

The genus *Salvia* L. is the largest genus of Lamiaceae family. Species of this genus are determined by two anterior fertile stamens, each consisting of a lever-like structure with two unequal arms held by a filament. Based on these characteristics, this genus has traditionally been classified as monophyletic group. The recent new classification using molecular data, however, has rejected this opinion. Based on these characteristics, this genus has traditionally been classified as a monophyletic group. The recent new classification using molecular data, however, has rejected this opinion. According to one of these findings, *S. santolinifolia* has been re-established as *Pleudia santolinifolia*. To determine its taxonomic status, the floral ontogeny of *S. santolinifolia* is studied using SEM (scanning electron microscopy). The results showed that the floral organs initiate as centripetal sequence. First, sepals appear, followed by petals, stamens, and then carpels. Sepals initiate in a unidirectional pattern, starting with adaxial sepals and then followed by abaxial ones. Petals appear in a bidirectional pattern, starting with the middle abaxial petal, followed by two adaxial ones, and ending with two lateral ones. The sterile stamens initiate initiating later. Finally, carpels are formed. The results show that the order and sequence of the floral organs in *S. santolinifolia* differ from those in *Salvia*, which follow a strict pattern with no overlaps among the organs. The floral ontogeny of this species is similar to that of *S. majdae*. Based on these findings, transferring this species into the genus *Pleudia* is reasonable decision.

Keywords: floral ontogeny, *Salvia santolinifolia*, *Pleudia*, taxonomy