

تکوین گل آذین و گل در گونه *Phytolacca americana* (سرخاب کولی)

سمیه نقی‌لو، غلامرضا گوهری، محمدرضا دادپور^{۱*}
^۱گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

چکیده

تکوین گل آذین و گل در گونه *Phytolacca americana* توسط میکروسکوپ نوری بازتابشی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد گل‌ها در گل آذین خوشه‌ای و با الگوی مارپیچی و رو به محور آغازش می‌یابند. هر گل توسط یک براکته و دو براکتول احاطه می‌گردد. گلپوش مشتمل بر پنج کاسبرگ است که با فیلتاکسی $5/2$ به صورت مارپیچی آغازش می‌یابند. پرچم‌ها به تعداد ده عدد و به صورت زوج در مقابل کاسبرگ‌ها ظاهر می‌شوند. آغازش جفت‌های پرچمی نیز از الگوی مارپیچی تبعیت می‌کند. تعداد برچه‌ها برابر با پرچم‌های اصلی؛ یعنی ده عدد است که در گل‌های بالغ بخش قاعده‌ای آنها به هم متصل شده، ولی بخش انتهایی که مشتمل بر خامه است، مجزا از هم باقی می‌ماند. از جمله موارد نادری که در جریان بررسی تکوین گل در این گونه مشاهده گردید، آغازش گل‌های اضافی در قاعده براکته و براکتول‌ها، تشکیل پرچم‌های اضافی در خارج حلقه پرچم‌های اصلی و مضاعف شدن پرچم‌های اصلی و افزایش تعداد پرچم‌ها و برچه‌ها به ۱۱ عدد است. داده‌های به دست آمده در این بررسی، دیپلوستومونی نافه به عنوان حالت اجدادی در فیتولاکاسه را تأیید می‌کند و بر این اساس، گونه *P. americana* دارای موقعیت ابتدایی در جنس فیتولاکاسه است.

واژه‌های کلیدی: آنتورنی، دیپلوستومونی، فیتولاکا، میکروسکوپ نوری بازتابشی

مقدمه

بخش‌های مختلف این گیاه به شدت برای انسان و دام سمی است و به عنوان گیاهی مزاحم برای کشاورزان تلقی می‌شود. با این وصف، بخش‌هایی از آن، استفاده دارویی یا غذایی دارند. مؤثرترین قسمت این گیاه ریشه است، هر چند برگ و میوه نیز می‌توانند در تولید مواد مؤثر دارویی مورد بهره‌برداری قرار گیرند (زرگری، ۱۳۷۶). گزارش شده است که از برگ‌های جوان این گیاه به سبب داشتن

فیتولاکا (سرخاب کولی) بزرگترین جنس از خانواده فیتولاکاسه و دارای ۱۱ تا ۲۵ گونه است (Heimerl, 1889 and Mabberley, 1987). این گیاه علفی چندساله، بومی آمریکای شمالی و جنوبی، آسیای شرقی و نیوزیلند است و کشت آن در استان‌های شمالی ایران رایج است (زرگری، ۱۳۷۶).

به دنبال بررسی‌های گیاه‌شناختی و ریخت‌شناختی انجام یافته در جنس فیتولاکا، نظریه‌های مختلفی درباره تکامل گل و منشا پرچم‌ها و مادگی در این گونه ارائه گردیده و ویژگی‌های ساختاری نطفه و مادگی به عنوان صفاتی مهم در رده‌بندی فیتولاکا استفاده شده است (Heimerl, 1889 and Rohwer, 1993). از جمله نظریه‌های ارائه شده در ارتباط با تکامل گل در کاربوفیلال‌ها نظریه Ronse Decraene و Stems (1994, 1993) است که بر مبنای آن گل‌های پنج پر کاربوفیلال‌ها به دنبال الحاق دو حلقه گلپوش و حذف پرچم در محل الحاق کاسبرگ‌ها، از یک حالت اجدادی سه پر منشا گرفته‌اند. شواهد کافی برای اثبات این نظریه در خانواده پلی‌گناسه ارائه شده است (Ronse Decraene and Akeroyed, 1988). بررسی‌هایی که اخیراً بر روی تکوین گل در گونه *Phytolacca dodecandra* انجام شده، وجود حالت مشابهی را در خانواده فیتولاکاسه نیز نشان داده است (Chen and Wang, 2004).

در ارتباط با روند تکوین نطفه در جنس فیتولاکا، یک نظریه قدیمی بیان می‌دارد که حالت ابتدایی نطفه در فیتولاکا حالت دیپلواستمونی با ده پرچم بوده است و مقادیر کمتر یا بیشتر پرچم‌ها که در گونه‌های مختلف این جنس یافت می‌شود، به دنبال حذف یا مضاعف شدن پرچم‌ها به وجود آمده‌اند (Eichler, 1878 and Friedrich, 1956) و در هر حال، تأیید یا تکمیل این فرضیه‌ها نیازمند انجام مطالعات تکوینی و تعقیب مرحله به مرحله ظهور اندام‌های مختلف در طی تکوین گل است.

در راستای مقدمه ذکر شده، بررسی تکوینی گل در گونه *P. americana* برای رسیدن به اهداف ذیل انجام گرفت:

گستره بالایی از ویتامین‌ها و پایین بودن مواد سمی آنها می‌تواند به عنوان سبزی استفاده نمود (Zohary, 1966). هر چند به سبب تأثیرات برجسته دارویی این گیاه در درمان سرطان و نیز بیماری ایدز، محققان توجه زیادی بر روی آن مبدول داشته‌اند (Jeong *et al.*, 2004 and Bodger *et al.*, 1979)، با وجود این، مطالعات تکوینی گل در گونه یاد شده، مانند بسیاری از گونه‌های گیاهی دیگر مورد توجه قرار نگرفته است. در واقع، مطالعات تکوینی گل به علت مشکلات تکنیکی موجود، رشد کندی را در طی چند دهه گذشته نشان داده است، اما در سال‌های اخیر پیشرفت در تکنیک میکروسکوپی نوربازتابشی، می‌تواند پیشبرد روزافزون این بررسی‌ها را در پی داشته باشد (Wilson *et al.*, 2006 and Movafeghi *et al.*, 2010). نتایج بررسی‌های انجام گرفته تاکنون نشان داده است گل‌های فیتولاکا که اغلب در خوشه‌های نامحدود انتهایی یا جانبی آرایش یافته‌اند، توسط یک براکته و دو براکتول احاطه می‌گردند. هر گل دارای یک گلپوش پنج پر با پنج کاسبرگی است که شبیه گلبرگ بوده، به رنگ سفید هستند. همچنین گلبرگ حقیقی بر روی گل پدیدار نمی‌گردد. برخلاف کاسبرگ‌ها که تعداد آنها در گونه‌های مختلف جنس فیتولاکا ثابت است، تعداد پرچم‌ها و برچه‌ها متغیر است. مطالعات انجام شده نشان داده که تعداد پرچم‌ها بین ۵ تا ۳۰ متغیر است که این پرچم‌ها می‌توانند در یک یا چند حلقه قرار گیرند. برچه‌ها به تعداد ۵ تا ۱۶ عدد هستند که هر یک تخمک واحدی را در بر می‌گیرند (Ronse Decraene *et al.*, 1997). الحاق یا عدم الحاق بخش قاعده‌ای برچه به عنوان یک ویژگی سیستماتیک برای تفکیک فیتولاکا به سه زیرجنس مختلف استفاده شده است (Walter, 1909).

این منظور از نرم افزار 1.4 ImageJ استفاده شد (Dadpour et al, 2008).

نتایج

نمو گل آذین

مریستم گل آذین، براکته‌ها را در توالی رو به محور (آکروپتال) و با الگوی مارپیچی ایجاد می‌کند (شکل 1-1A). در محور هر براکته یک مریستم گل تشکیل می‌شود که با گسترش جانبی خود، براکتول‌ها را به طور متوالی پدید می‌آورد (شکل 2-A). تفاوت اندازه براکتول‌ها که در طی نمو گل کاملاً مشهود است، تشکیل ناهمزمان آنها را تأیید می‌نماید (شکل 1-B). روند تکوین گل‌ها در گل آذین از روند آغازش آنها پیروی می‌کند. بدین ترتیب که ابتدا گل‌های قاعده‌ای با آغازش زود هنگام، شروع به نمو می‌کنند و سپس گل‌های رأسی که در مراحل بعدی آغازش یافته‌اند، روند نموی خود را پی می‌گیرند (شکل 1-A).

تکوین گل

نخستین نشانه اندام‌زایی، پیدایش آغازه‌های کاسبرگی در پیرامون مریستم گل است. اولین کاسبرگ در سطح پشتی گل (در مجاورت براکته) پدیدار می‌شود (شکل 2-1A). اندکی پس از آن، آغازه دومین کاسبرگ در سطح شکمی (به سمت محور گل آذین) نمایان می‌گردد (شکل 2-1B). تشکیل کاسه گل با ظهور آغازه کاسبرگ‌های سوم و چهارم در بخش جانبی مریستم گل دنبال شده و در نهایت، پیدایش آخرین آغازه کاسبرگی در بخش شکمی و در مجاورت کاسبرگ دوم روی می‌دهد (شکل 2-1C, D). بنابراین، آغازش کاسبرگ‌ها با الگوی مارپیچی و با فیلو تاکسی $\frac{1}{5}$ انجام می‌گیرد. کاسبرگ‌های بیرونی‌تر

۱- ارائه دقیق روند تکوین گل آذین و گل در این گونه که می‌تواند به روشن شدن برخی صفات جدید در زمینه تکوین گل منجر شود.
۲- آزمون درستی فرضیه‌هایی که درباره تکامل گل در این جنس ارائه شده است.

مواد و روش‌ها

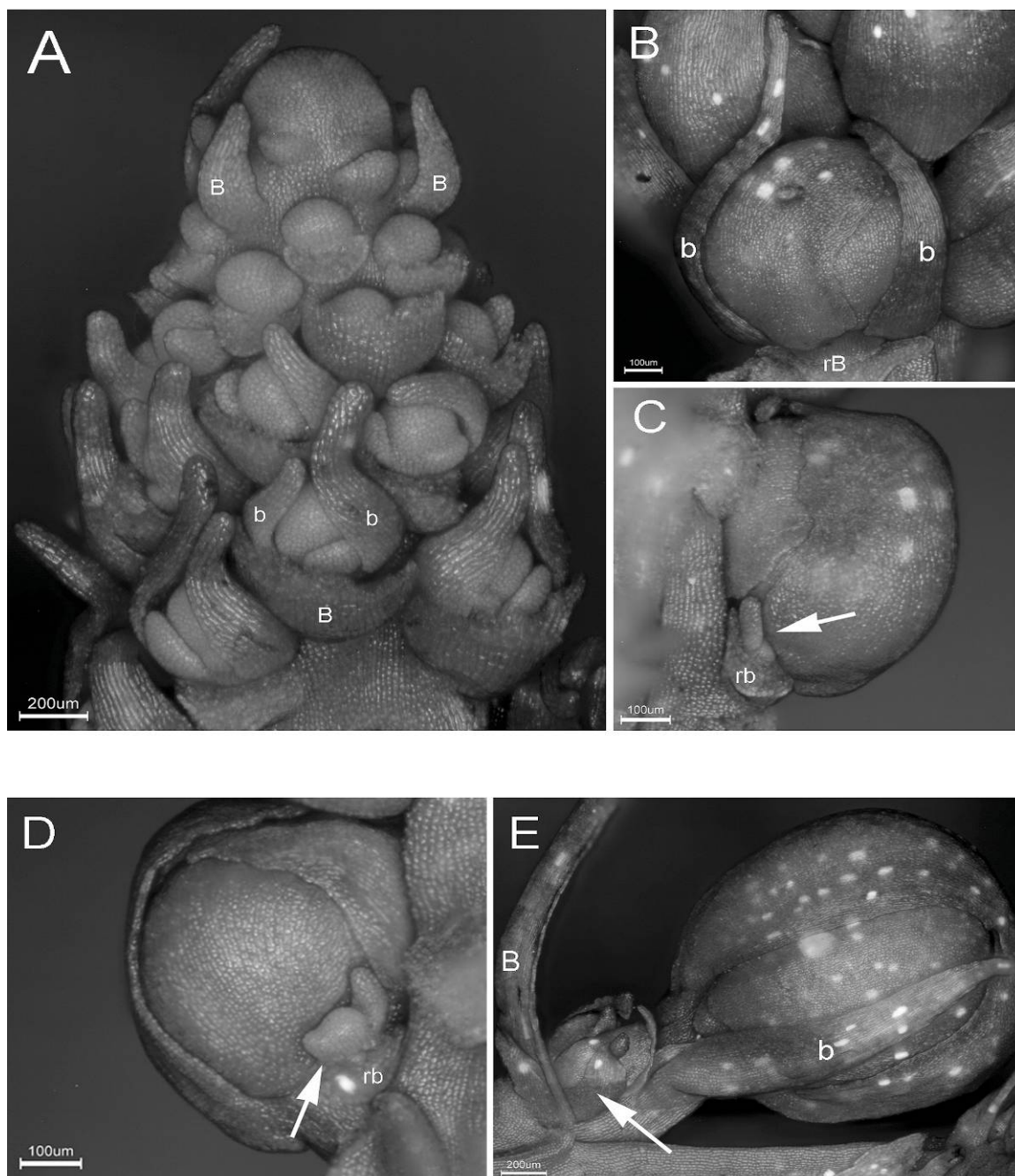
برداشت نمونه از گیاهان کشت شده در ایستگاه تحقیقاتی خلعت پوشان، وابسته به دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، در طول یک فصل رشد و نمو انجام گردید. انتهای شاخه‌ها در اندازه‌ها و سنین مختلف جمع‌آوری و در فیکساتور FAA تثبیت شد. به دنبال طی دوره ۲۴ ساعته تثبیت، آبگیری نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در غلظت‌های متوالی الکل ۷۰٪ و سپس الکل ۹۶٪ انجام گرفت. با پایان یافتن آبگیری از نمونه‌ها، رنگ آمیزی آنها توسط نیگروزین ۰/۵٪ محلول در الکل ۱۰۰٪ صورت گرفت. سپس، فلوس‌زدایی نمونه‌ها در زیر استرومیکروسکوپ Nikon SMZ1500 انجام گردید. در پایان، نمونه‌های آماده شده با بهره‌گیری از میکروسکوپ نوری بازتابشی Nikon E600D که دارای فیلتر بازتابشی زمینه تاریک و ابژکتیوهای کاتادیوپتريک بود، بررسی گردید. بدین منظور، هر نمونه در ظرف مخصوص محتوی الکل ۹۶٪ که در بخش مرکزی آن سوزن ظریفی تعبیه شده بود، استقرار یافت. تصاویر خام دیجیتالی توسط دوربین Nikon DXM1200 با وضوح ۱۳ مگا پیکسل، از سطوح مختلف فوکال نمونه برداشت شده و از آنها لایه‌های تصویری هم‌آوری شده به دست آمد. لایه‌های تصویری برای بهبود عمق میدان و به دست آوردن تصویر نهایی با کیفیت مطلوب ادغام و فرآوری گردیدند. برای

به دنبال تفکیک کامل آغازه‌های پرچمی از مریستم گل، آخرین حلقه گل شروع به آغاز می‌کند. آغازه‌های برچه‌ای به تعداد پرچم‌ها و در فاصله بین آنها تشکیل می‌شوند (شکل 2-H). در ابتدا آغازه برچه هلالی شکل می‌شود و یک فرورفتگی در بخش شکمی آن ایجاد می‌گردد که منشأ تشکیل تخمک و دیواره تخمدان است (شکل 3-A). بخش پشتی آغازه برچه رشد رو به بالا نشان داده، با گسترش آن بافت خامه ایجاد می‌گردد (شکل 3-B, C). در بخش قاعده‌ای برچه، الحاق حاشیه‌های مجاور برچه‌ها انجام می‌گیرد (شکل 3-D)، ولی خامه‌ها که به سمت مرکز گل متمایل می‌شوند، الحاق نشده و در کنار هم قرار می‌گیرند (شکل 3-G, H). تخمک‌های واژگون، به تعداد یک عدد در هر برچه آغازش پیدا می‌کنند (شکل 3-E, F).

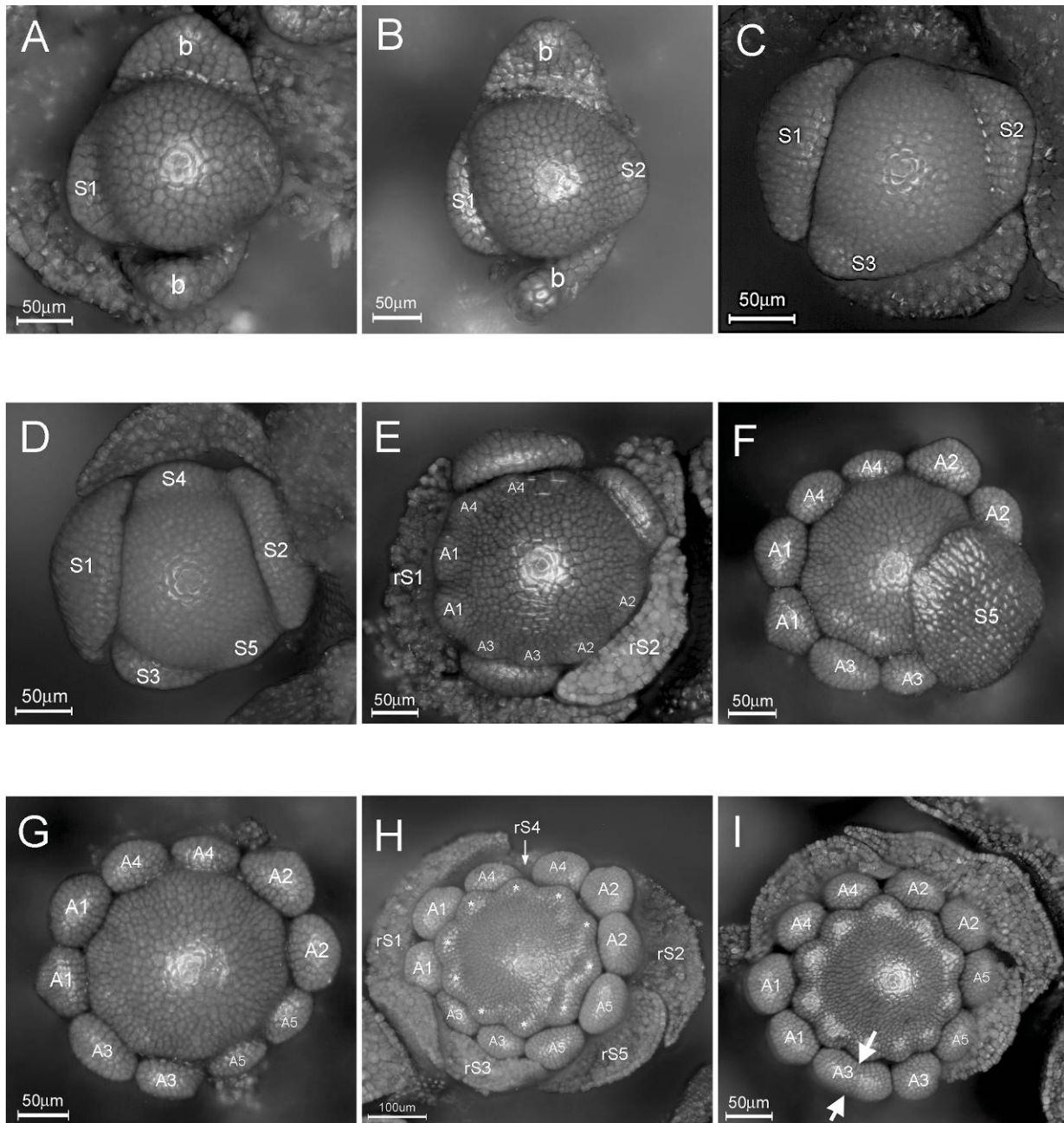
موارد غیرمعمول مشاهده شده در جریان تکوین گل

در طی بررسی روند تکوین گل آذین در این گونه ویژگی جالب توجهی مورد مشاهده قرار گرفت. در جریان حذف برگک‌ها، بخش مریستمی تحلیل یافته‌ای در پای برگک‌ها مشاهده شد (شکل 1-C, E). همچنین در برخی موارد دیده شد که علاوه بر گل اصلی، گل دیگری نیز در قاعده برگه ظاهر می‌گردد (شکل 1-E). از موارد غیرمعمول دیگری که در جریان بررسی روند تکوین گل در این گونه مشاهده شد، مضاعف شدن آغازه یکی از پرچم‌های اصلی بود که افزایش تعداد پرچم‌ها به ۱۱ عدد را در پی داشت (شکل 2-I). به دنبال بروز این پدیده، تعداد برچه‌ها نیز به ۱۱ عدد افزایش پیدا نمود.

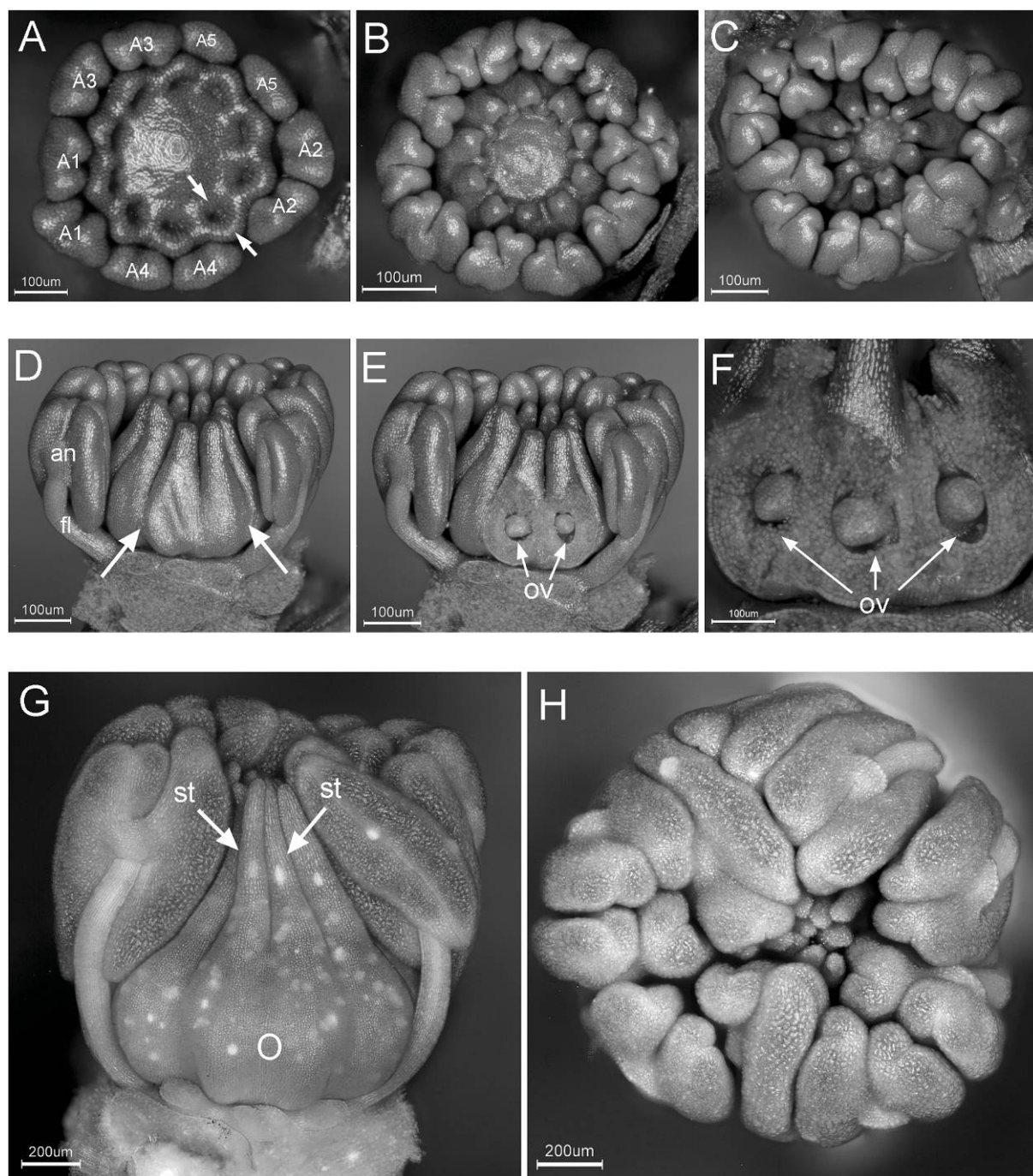
همواره بزرگتر بوده، در طی نمو جوانه گل را کاملاً می‌پوشانند. به دنبال کامل شدن حلقه کاسبرگی آغازه پرچم‌ها که به تعداد ۱۰ عدد هستند، ظاهر می‌گردد. روند آغازش آنها به صورت دوتایی در رو به روی هر یک از کاسبرگ‌ها است. با این حال، در مواردی دیده می‌شود که یکی از دو پرچم آغازش یافته، تغییر موقعیت می‌دهد و در رو به روی حفاصل دو کاسبرگ جای می‌گیرد (شکل 2-E). هر جفت پرچمی در حکم یک پرچم منفرد رفتار می‌کند؛ یعنی همزمان ظاهر شده و در طی نمو معمولاً اندازه یکسانی نشان می‌دهند (شکل 2-F, G). ظاهراً روند آغازش جفت‌های پرچمی با الگوی ماریچی در جهت و یا در خلاف جهت عقربه‌های ساعت انجام می‌گیرد؛ بدین معنی که ابتدا جفت پرچمی مقابل کاسبرگ ۱ و با فاصله اندک، جفتهای پرچمی مقابل کاسبرگ‌های ۲، ۳ و ۴ و با اندکی تاخیر جفت پرچمی مقابل کاسبرگ پنجم آغازش می‌یابد (شکل 2-E, F). پس از آغازش، نمو بیشتر نافه گل با افزایش اندازه آغازه‌های پرچمی و تشکیل بساک و میله پرچم ادامه می‌یابد (شکل 3-D). شیار میانی و به دنبال آن شیار جانبی در ناحیه بساک ظاهر می‌گردد و بدین ترتیب، ۴ کیسه گرده در داخل بساک تمایز می‌یابند (شکل 3-H). بلوغ بساک‌ها نیز بازتابی از الگوی آغازش پرچم‌هاست و با آرایش ماریچی دنبال می‌شود (شکل 3-A). علاوه بر پرچم‌های اصلی که به تعداد ۱۰ عدد هستند، گاه پرچم‌های اضافی نیز در سمت خارج پرچم‌های اصلی ظاهر می‌گردند که در گل بالغ کوچک‌تر از پرچم‌های اصلی دیده می‌شوند (شکل 3-B).



شکل ۱- روند آغازش گل‌ها: (A) آغازش گل‌ها و نمو آنها با الگوی مارپیچی و رو به محور؛ (B) گل احاطه شده توسط براکتول‌ها پس از حذف براکت؛ (C و D) مشاهده بقایای مریستمی پس از حذف براکتول‌ها در محل فلش؛ (E) پیدایش گل نوپدید (با پیکان نشان داده شده است) در پای براکت علاوه بر گل اصلی. B: براکت، b: براکتول، rB: براکت حذف شده، rb: براکتول حذف شده.



شکل ۲- روند آغازش اندام‌های گل: (A) آغازش اولین کاسبرگ در سطح پشتی؛ (B) آغازش دومین کاسبرگ در سطح شکمی؛ (C) آغازش سومین کاسبرگ در سطح جانبی؛ (D) آغازش کاسبرگ‌های چهارم و پنجم در سطوح جانبی و شکمی؛ (E) روند آغازش ماریپیچی جفت‌های پرچمی در مقابل کاسبرگ‌ها؛ (F) مشاهده آغازهای پرچمی نمو یافته پس از حذف همه کاسبرگ‌ها به جز کاسبرگ پنجم؛ (G) رویت جفت پرچمی آخر پس از حذف کاسبرگ پنجم؛ (H) مشاهده آغازهای پرچم نمو یافته و ظهور آغازهای برچه‌ای (با ستاره نشان داده شده‌اند)؛ (I) مضاعف شدن یکی از آغازهای پرچمی جفت سوم (با پیکان نشان داده شده است). b: براکتئول، S: کاسبرگ، A: پرچم، rS: کاسبرگ حذف شده.



شکل ۳- نمو پرچه‌ها و برچه‌ها: A) ایجاد فرورفتگی در بخش شکمی آغازه برچه؛ B و C) ادامه فرورفتگی بخش شکمی و بالا آمدن بخش پستی آغازه برچه؛ D) تمایز پرچه‌ها به میله و بساک و شروع الحاق بخش قاعده برچه (با پیکان نشان داده شده است)؛ E و F) آغازش تخمک‌های منفرد در هر یک از خانه‌های برچه؛ G و H) مشاهده تخمدان پیوسته و خامه‌های مجزا در دید کناری و قطبی از گل نمو یافته. A: پرچه، an: بساک، fl: میله پرچه، O: تخمدان، ov: تخمک، St: خامه.

بحث

نتایج این بررسی که در زمینه تکوین گل در فیتولاکا انجام گرفت، در تطابق با پژوهش‌های پیشین، وجود فیلوتاکیسی ماریچی را در جریان آغازش گل آذین و نیز در جریان آغازش کاسبرگ‌ها و پرچم‌ها نشان داد (Leins and Erbar, 1993 and Nishino, 1993). علاوه بر آن، برخی ویژگی‌های جالب در این بررسی یافت گردید که در بررسی‌های دیگران، اشاره‌ای به آنها نشده است. از جمله این موارد، پیدایش بافت مریستمی تحلیل یافته در قاعده برگ‌ها و تشکیل گل‌های اضافی در پای برگه است که تاکنون چنین مواردی گزارش نشده است و بنابراین، انجام بررسی‌های بیشتر برای روشن شدن و توجیه این پدیده مورد نیاز است.

افزایش تعداد آغازه‌های پرچمی، به دنبال تفکیک شدن یکی از آغازه‌های پرچمی اصلی، از دیگر موارد خاص مشاهده شده در این گونه است که می‌تواند کمک شایانی به تفسیر نظریه‌های موجود در ارتباط با تکوین نافه در جنس فیتولاکا بنماید.

همانطور که ذکر شد، تعداد پرچم‌ها در گونه‌های مختلف جنس فیتولاکا متغیر و بین ۵ تا ۳۰ عدد است. بر اساس یک نظریه قدیمی که برخی محققان کنونی نیز به آن معتقدند، شکل اجدادی نافه فیتولاکا حالت دیپلوسومونی با ۱۰ پرچم بوده است (Eichler, 1878 and Friedrich, 1956). این نظریه بیان می‌دارد که در گونه‌هایی با تعداد پرچم‌های کمتر از ۱۰، عدم تکامل برخی آغازه‌های پرچمی و در گونه‌های با شمار بالاتر پرچم‌ها مضاعف شدن و یا شکافتگی برخی آغازه‌های پرچمی اتفاق افتاده است. گرچه مطالعات دیگر پژوهشگران نشان داده‌اند که فاصله کوتاه زمانی بین آغازش ۵ پرچم اول و ۵ پرچم بعدی روی می‌دهد که خود

می‌تواند گواهی بر وقوع حالت دیپلوسومونی به عنوان حالت اجدادی باشد، اما هیچ گونه شواهدی مبنی بر شکافتگی آغازه پرچم در طی آنتوزنی توسط آنها ارائه نشده است (Ronse Decraene et al., 1997). بنابراین، در این بررسی نخستین شواهد مربوط به بروز شکافتگی پرچم در راستای افزایش شمار آنها، به دست آمد که پایانی بر تردیدهای موجود در بروز این پدیده ریخت‌شناختی است. نتایج به دست آمده در این مطالعه، به روشنی نشان دادند که مضاعف شدن یکی از آغازه‌های پرچمی در این گونه می‌تواند به افزایش شمار پرچم‌های اصلی به ۱۱ عدد منجر گردد که همگام با آن تعداد برچه نیز افزایش می‌یابد. این یافته شواهدی بر امکان وقوع حالت مضاعف شدگی در جریان افزایش شمار پرچم‌ها در این گونه بوده، تأییدی بر نظریه اجدادی بودن حالت دیپلوسومونی با ۱۰ پرچم در جنس فیتولاکا است. در همین راستا، می‌توان نتیجه گرفت گونه *P. americana* از یک جایگاه ابتدایی در جنس فیتولاکا برخوردار است و گونه‌های دیگر با افزایش یا کاهش شمار پرچم‌ها از این گونه نشأت گرفته‌اند.

منابع

زرگری، ع. (۱۳۷۶)، گیاهان دارویی، جلد چهارم، ص ۲۰۸-۲۱۱، انتشارات دانشگاه تهران

Bodger, M. P., McGiven, A. R. and Fitzgerald, P. H. (1979) Mitogenic proteins of pokeweed. I. Purification, characterization and mitogenic activity of two proteins from pokeweed (*Phytolacca octandra*). *Immunology* 37 (4): 785-92.

Chen, D. and Wang, Q. F. (2004) Pentamerous flowers in the genus *Phytolacca* have been derived from trimerous flowers New evidence from the floral organogenesis

- Ronse Decraene, L. P. and Akeroyd, J. R. (1988) Generic limits in Polygonum and related genera (Polygonaceae) on the basis of floral characters. *Botanical Journal of the Linnean Society* 98:321-371.
- Ronse Decraene, L. P. and Smets, E. (1993) The distribution and systematic relevance of the androecial character polymery. *Botanical Journal of the Linnean Society* 113:285-350.
- Ronse Decraene, L. P. and Smets, E. (1994) Merosity in flowers: definition, origin and taxonomic significance. *Plant Systematic and Evolution* 191:83-104.
- Ronse Decraene, P., Vanvinckenroye, P. and Smets, E. F. (1997) A Study of Floral Morphological Diversity in *Phytolacca* (Phytolaccaceae) Based on Early Floral Ontogeny. *International Journal of Plant Sciences* 158(1): 57-72.
- Walter, H. (1909) Phytolaccaceae. In: *Das Pflanzenreich*. (ed. Engler, A.) Vol 4: 83. W Engelmann, Leipzig.
- Wilson, T. C., Charlton, W. A. and Posluszny, U. (2006) Increased image depth for epillumination microscopy. *Canadian Journal of Botany* 84(3): 508-513.
- Zohary, M. (1966) *Flora Palaestina*. The israel academy of sciences and humanities.
- of *Phytolacca dodecandra*. *Acta Phytotaxonomica Sinica* 42 (4): 345-351.
- Dadpour, M. R., Grigorian, W., Nazemieh, A. and Valizadeh, M. (2008) Application of epillumination light microscopy for study of floral ontogeny in fruit trees. *International Journal of Botany* 4(1): 49-55.
- Eichler, A. W. (1878) *Bluthendiagramme*. Vol 2. W Engelmann, Leipzig.
- Friedrich, H. C. (1956) Studien uber die naturliche Verwandtschaft der Plumbaginales und Centrospermae. *Phyton (Austria)* 6: 220-263.
- Heimerl, A. (1889) Phytolaccaceae. In: *Die naturlichen Pflanzenfamilien*. (eds. Engler, A. and Prantl, K.) Vol 3: 1-14. W Engelmann, Leipzig.
- Jeong, S. I., Kim, K. J., Choo, Y. K., Keum, K. S., Choi, B. K and Jung, K. Y. (2004) *Phytolacca americana* inhibits the high glucose-induced mesangial proliferation via suppressing extracellular matrix accumulation and TGF-beta production. *Phytomedicine* 11 (2-3): 175-81.
- Leins, P. and Erbar, C. (1993) Putative origin and relationships of the order from the viewpoint of developmental flower morphology. In: *Caryophyllales: evolution and systematics*. (eds. Behnke, H. D. and Mabry, T. J.) 303- 316. Springer, Berlin.
- Mabberley, D. J. (1987) *The plant book*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Movafeghi, A., Dadpour, M. R., Naghiloo, S., Farabi, S. and Omid, Y. (2010) Floral development in *Astragalus caspicus* Bieb. (Leguminosae: Papilionoideae: Galegeae). *Flora*. 205: 251-258.
- Nishino, E. (1993) Floral development in some species of *Phytolacca* with special reference to the androecium. 15th International Congress, Yokohama, Abstracts, p. 338.
- Rohwer, J. (1993) Phytolaccaceae. In: *Families and genera of vascular plants*. (eds. Kubitzki, K., Rohwer, J. and Bittrich, V.) 506-551. Springer, Berlin.