

بررسی ریخت‌شناختی گل آذین و مطالعه ساختار تشریحی گل نر در سگ‌دندان گل‌گره‌ای (*Pycnocycla nodiflora* Decne. ex Boiss.) از تیره چتریان (Apiaceae)

نویسنده: شیخ‌بهایی، فرخنده رضانزاد* و سید منصور میرتاج‌الدینی
گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران

چکیده

در پژوهش حاضر، ریخت‌شناسی و تشریح ساختار گل نر *Pycnocycla nodiflora* بررسی شد. به کارگیری شاخص‌هایی همچون: ویژگی‌های گل آذین، گلچه‌های چتر و میوه‌ها در رده‌بندی گیاهان تیره چتریان (Apiaceae) زمینه کافی برای انجام بررسی‌هایی با محوریت ساختار گل در این تیره با ارزش اقتصادی، فراهم می‌کند. بررسی‌های ریخت‌شناختی و تشریحی این گونه با استفاده از استریومیکروسکوپ، میکروسکوپ نوری و روش تثبیت و برش‌گیری بافت انجام شد. چترهای مرکب شامل ۳ تا ۵ چترک، گریبان دارای ۵ براکت کوتاه و مثلثی شکل، تعداد ثابت ۷ گل در یک چترک، دمگل‌های متورم در گل‌های نر، کاسبرگ‌های با اندازه‌های متفاوت، گلبرگ‌های با ترکیب رنگی سفید و بنفش، وجود گُرک‌های فراوان در سطح بیشتر اجزای گل، اتصال پشت‌چسب میله به بساک و وجود یک ساختار با لبه‌های چین‌خورده در قسمت میانی نهنج گل‌های نر از نتایج ریخت‌شناختی، این گونه است. مطالعات تشریحی، بیانگر این است که مجاری ترش‌شی موجود در ساختار کاسبرگ و گلبرگ، دارای نمو شیزوژن هستند و به تدریج که گل به بلوغ نهایی خود نزدیک می‌شود میزان گُرک‌های منشأ گرفته از اپیدرم این ساختارها افزایش می‌یابد. دیواره بساک شامل اپیدرم، لایه مکانیکی، لایه گذر ناپایدار و لایه مغذی ترش‌شی است. طی بلوغ بساک، پدیده‌هایی همچون سیتوکینز همزمان، تشکیل تتراد چهار وجهی در پایان میوز سلول‌های مادر میکروسپور، پایداری لایه مغذی تا مرحله بلوغ نسبی میکروسپورها، شکوفایی طولی بساک، عدم هماهنگی نموی میان کیسه‌های گرده یک بساک و بساک‌های یک گل در بعضی مراحل و ایجاد دانه‌های گرده دمبلی شکل مشاهده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: چتریان، گل، سگ‌دندان (*Pycnocycla*)، مجرای ترش‌شی، میکروسپورزایی

Apiaceae (چتریان) و زیرتیره Apioideae است که

مقدمه

دارای ۲۰ گونه شناسایی شده در سراسر جهان است

جنس *Pycnocycla* Lindl. متعلق به تیره

از کتاب‌های مربوط به فلور ایران (Ghahreman, 1993)؛ Mozaffarian, 2007) بیان شده است اما از مجموع منابع مطالعه شده، چنین به نظر می‌رسد که نه تنها مطالعه جامعی پیرامون ساختمان گل، بررسی نمو گل و ساختار تشریحی آن در هیچ یک از گونه‌های جنس *Pycnocycla* صورت نگرفته، بلکه اغلب بررسی‌های آناتومیکی انجام شده پیرامون گل در سایر اعضای تیره چتریان نیز مربوط به سال‌های دور هستند و اگر هم مطالعه جدیدی انجام شده باشد در ارتباط با ساختار میوه در این تیره است (Yankova, 2004؛ Khajepiri et al., 2010). امروزه به علت مشکلاتی که در طبقه‌بندی اعضای تیره چتریان وجود دارد، بیشتر پژوهش‌ها در سطح مقایسه ویژگی‌های مولکولی متمرکز شده است در حالی که هنوز گونه‌های ناشناخته بسیاری با ویژگی‌های مورفولوژیک و آناتومیک جذاب و قابل توجه در این تیره وجود دارند.

زیست‌شناسی تکوینی زایشی که مطالعه مراحل مختلف تکوین گل یعنی اندام‌زایی گل، تکوین پرچم و دانه‌گرده، تکوین مادگی، تکوین تخمک و مگاکامتوفیت را شامل می‌شود، در سال‌های اخیر بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. توسعه دانش زیست‌شناسی تکوینی و مطالعه چگونگی و مراحل تکوین اندام‌های تولید مثلی، برای حفظ گیاهان، به ویژه گیاهان نادر و در حال انقراض و با اهمیت در بخش کشاورزی ضروری است (Chehregani rad et al., 2010).

در پژوهش حاضر، ساختار گل نر گونه *P. nodiflora* Decne. ex Boiss. (سگ‌دندان گل‌گره‌ای) در مراحل نموی مختلف از جنبه ریخت‌شناختی و تشریحی بررسی شده است. انجام

(IPNI). این جنس در ایران دارای ۸ گونه است که همگی، بومی ایران هستند (Mozaffarian, 2007). تیره چتریان یکی از شناخته‌شده‌ترین تیره‌های گیاهان گل‌دار است (Duran et al., 2010). این تیره، در بردارنده جنس‌های فراوان با ارزش اقتصادی و پزشکی بالا و غنی از متابولیت‌های ثانویه است (Olle and Bender, 2010). تیره *Apiaceae* بر اساس تقسیم‌بندی Drude (۱۸۹۸) به سه زیرتیره تقسیم می‌شود که بزرگترین آنها زیرتیره *Apiodeae* است. این زیرتیره‌ها توسط نوع گل‌آذین و چندین ویژگی ریخت‌شناختی و تشریحی میوه مانند: حضور کارپوفور، چوبی شدن اندوکارپ، شکل و موقعیت کریستال‌های اگزالات کلسیم و حضور مجاری روغنی از یکدیگر مجزا می‌شوند (Calvino et al., 2008).

گونه‌های متعلق به جنس *Pycnocycla*، علف‌هایی پایا با پایه چوبی، خاردار یا فاقد خار هستند. گل‌آذین به صورت چتر مرکب، گل‌ها پلی‌گام، گل مرکزی چترک‌ها، نر-ماده و گل‌های بیرونی، تک جنس و نر، کاسه در تمام گل‌ها دارای ۵ دندانه و گلبرگ‌ها در انتها با نوکی برگشته، همگی از نظر اندازه، مساوی یا بیرونی‌ها بزرگ‌تر از درونی‌ها هستند. میوه، تقریباً استوانه‌ای یا پهن دراز و در بین برجستگی‌ها، دارای ۲ یا ۳ مجرای ترشح‌کننده است (Ghahreman, 1993).

تاکنون پژوهش‌هایی در زمینه استخراج اسانس‌ها و شناسایی آثار آنها در تعدادی از گونه‌های *Pycnocycla* انجام شده است (Yari et al., 1999؛ Asghari et al., 2002؛ Heravi et al., 2005؛ Sadraei et al., 2006؛ Sadraei et al., 2008). همچنین، ریخت‌شناسی گل در تعدادی از گونه‌های جنس مورد نظر به اختصار در بعضی

از نمونه‌ها به صورت تازه و زنده با استفاده از استریومیکروسکوپ (Olympus TL2) یا با چشم غیر مسلح، مطالعه و عکس‌برداری (با دوربین دیجیتال Canon مدل IXY) شدند. سایر نمونه‌ها، ابتدا در محلول FAA (فرم آلدئید تجارتي ۳۷ درصد، استیک اسید خالص و اتانول ۷۰ درصد با نسبت ۱:۱:۱۸) تثبیت شده، سپس مراحل آنگیری با استفاده از درجات رو به افزایش اتانول، شفاف‌سازی (جانشین‌سازی اتانول توسط گزین با به کارگیری محلول‌های اتانول-گزین) و پارافین‌دهی توسط مخلوط‌های گزین-پارافین و در پایان، پارافین خالص، انجام شد تا تهیه بلوک‌های پارافینی حاوی نمونه‌های مورد نظر امکان پذیر شود. برش‌گیری نمونه‌ها توسط میکروتوم چرخان با ضخامت ۵-۷ میکرومتر انجام شد و برش‌های حاصل پس از پارافین‌زدایی، با هماتوکسیلین و ائوزین الکلی رنگ‌آمیزی شدند (Rezanejad and Majd, 2012). مطالعه لام‌های تهیه شده، با استفاده از میکروسکوپ نوری (Olympus BH-2) و عکس‌برداری از نمونه‌های مناسب توسط دوربین دیجیتال Canon انجام شد.

نتایج

ریخت‌شناسی *P. nodiflora*: گیاهان این گونه به صورت بوته‌هایی به رنگ سبز مات با ارتفاع حدود ۵۰ سانتی‌متر، دیده شدند (شکل ۱-A و B) که دارای گل‌آذین‌های چتر مرکب با دم‌گل‌آذین‌های کوتاهی بودند (شکل ۱-C و D). این دم‌گل‌آذین‌ها در تمام طول ساقه در زاویه برگ (جوانه‌های جانبی) ایجاد می‌شوند و مانند ساختارهای رویشی، دارای سطح شیاردار و پوشیده از گُرک‌های ریز هستند (شکل ۱-E و F). هر چتر

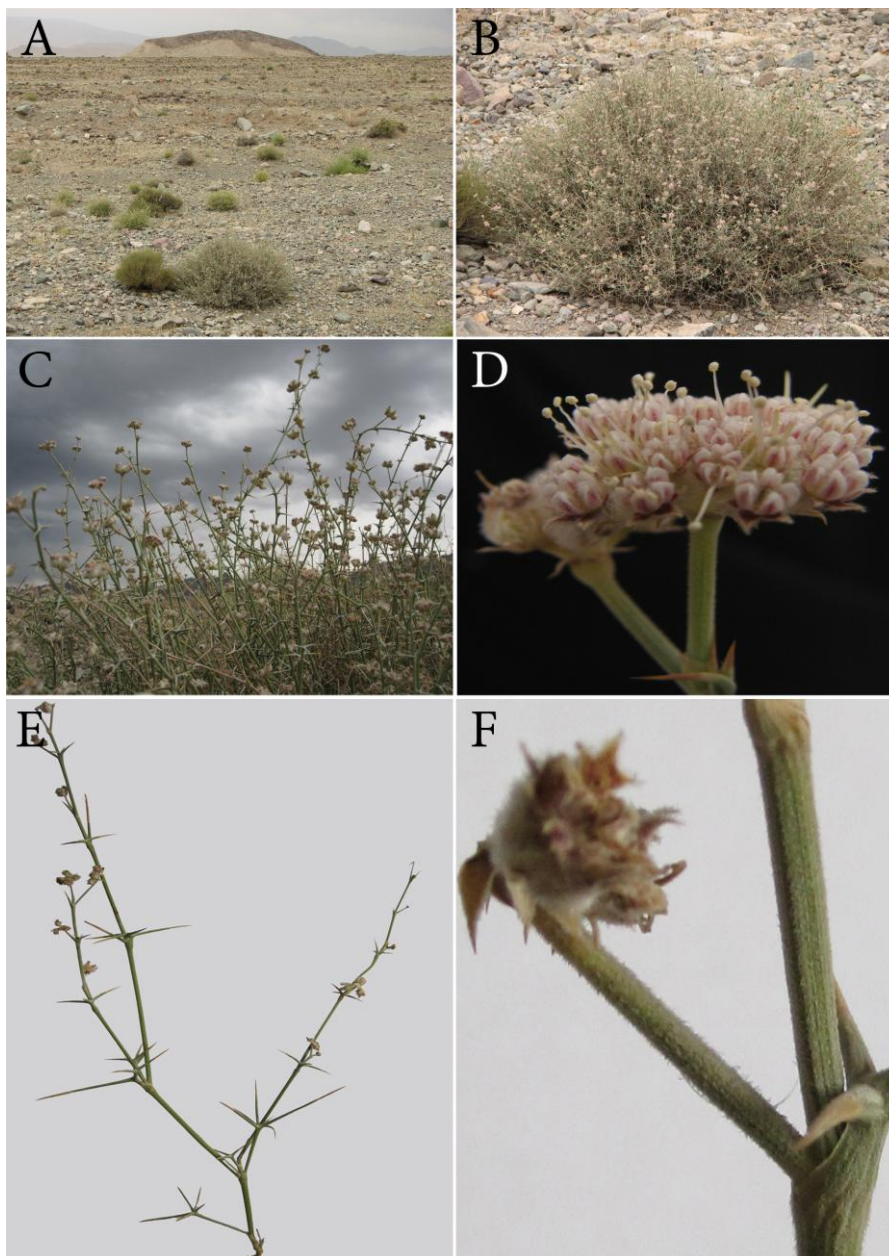
پژوهش‌هایی از این دست به معرفی گونه‌های بومی، آشنایی با ویژگی‌های بیشتری از گونه‌های مورد مطالعه و به کارگیری این ویژگی‌ها در زمینه‌های تحقیقاتی پایه‌ای دیگر همچون شناسایی دقیق‌تر گونه‌ها و جغرافیای گیاهی مربوط به آنها، مطالعه روابط تکاملی، شناسایی ترکیبات ثانویه و مطالعات مرتبط با گرده و نحوه گرده‌افشانی منجر می‌گردد. از سوی دیگر، با توجه به یکنواختی بسیار زیاد ساختارهای رویشی در تیره Apiaceae و اهمیت ویژگی‌های ساختارهایی همچون: گل‌آذین، گلچه‌های چتر و میوه‌ها در طبقه‌بندی گیاهان این تیره و همچنین، تراکم ساختارهای ترش‌چی در اندام‌های مختلف جنس‌های تیره مورد نظر، مشخص شدن ساختار تشریحی گل می‌تواند اثر قابل توجهی در نتیجه‌گیری بهتر از بررسی‌های انجام شده در مورد تیره چتریان داشته باشد.

مواد و روش‌ها

گل‌آذین‌های چتر مرکب *P. nodiflora* در مراحل مختلف نموی گل از منطقه شمال جیرفت (رویشگاهی حد واسط دو منطقه گرمسیری جیرفت و سردسیری دلفارد) در خرداد ماه سال ۱۳۹۰ جمع‌آوری شد. شایان ذکر است به علت این که گل‌آذین این گونه به صورت چتر مرکب از نوع گل‌آذین‌های نامحدود است، در یک گل‌آذین، گل‌هایی با مراحل نموی مختلف دیده می‌شود و از آن‌جا که اندازه گل‌های این گونه بسیار کوچک است امکان تفکیک دقیق آنها بر اساس اندازه به منظور مطابقت با نتایج تشریحی وجود ندارد و جمع‌آوری و تثبیت نمونه‌ها، اغلب در مرحله گل‌آذین صورت می‌گیرد. برای مطالعات ریخت‌شناسی، بخشی

گُرک هستند و هر گریبان به طور معمول از تجمع ۵ براکته تشکیل می‌شود (شکل ۲-E). تعداد گل‌های موجود در چترک‌های مختلف، ثابت و برابر با ۷ عدد است که یک گل نر-ماده را در مرکز و شش گل نر را در اطراف شامل می‌شود (شکل ۲-F تا H).

مرکب از تجمع ۳ تا ۵ چترک تشکیل می‌شود (شکل ۲-). که به نظر می‌رسد تعداد ۵ چترک، معمول‌تر باشد (شکل ۲-D و E). چترک‌ها روی صفحه‌ای به نام گریبان قرار می‌گیرند (شکل ۲-E). براکته‌های گریبان، اندام‌هایی کوتاه، مثلثی‌شکل، نوک‌تیز و پوشیده از



شکل ۱- ساختار رویشی *P. nodiflora* (A و B) بوته‌های گیاه به رنگ سبز مات؛ C) دم گل آذین‌های کوتاه؛ D) گل آذین چتر مرکب بالغ؛ بساک‌ها به صورت افراشته در سطح گل آذین دیده می‌شوند؛ E) دم گل آذین‌ها در محل جوانه‌های برگی؛ F) دم گل آذین دارای سطح شیاردار و پوشیده از گُرک.

قسمت میانی بنفش و حاشیه‌های سفید رنگ می‌شود (شکل ۴-C و D). شدت رنگ بنفش در ناحیه پشتی گلبرگ (شکل ۴-D)، بیش از ناحیه شکمی (شکل ۴-C) است. ویژگی قابل توجه گلبرگ‌ها، تراکم بالای کُرک‌ها است که در سطح پشتی گلبرگ و ناحیه خم شده رأسی، بیش از سایر نواحی است (شکل ۴-A تا E).

نافه، پنج تایی است و پرچم‌ها به طور متناوب با گلبرگ‌ها قرار می‌گیرند (شکل‌های ۲-F و H و ۳-A تا F). میله پرچم‌ها از مراحل نمو ابتدایی تا مراحل نزدیک به بلوغ کامل (مرحله میانی) حالت تا شده دارد و همین حالت به قرارگیری بساک در داخل گل منجر می‌شود (شکل ۳-B و D). در مرحله شکوفایی بساک و باز شدن کامل گل، با توسعه میله و راست شدن آن، بساک‌ها در بیرون گل قرار می‌گیرند (شکل ۳-E و F). بساک‌ها در مراحل نمو ابتدایی به رنگ سبز روشن دیده می‌شوند و با پیشرفت مراحل نمو در نهایت به رنگ سفید مایل به زرد در می‌آیند (شکل ۳-B، D، F). شکوفایی بساک‌ها به صورت طولی رخ می‌دهد و نحوه اتصال میله به بساک به صورت پشت‌چسب (*dorsifix*) است (شکل ۳-F).

گل آذین، طی مراحل نمو گل، ابتدا به دلیل پُر کُرکی کاسبرگ گل‌ها به رنگ سفید دیده می‌شود و در اثر شکوفایی (باز شدن) تدریجی گل‌ها و تغییر رنگ گلبرگ‌ها، رنگ گل آذین به صورتی و در نهایت به صورتی مایل به بنفش، تغییر می‌کند. همچنین، در مرحله نهایی، پرچم‌ها از گل‌ها خارج شده و به حالت افراشته در سطح گل آذین قرار می‌گیرند (شکل ۵-A تا D). در بخش میانی نهنج گل‌های نر، بخش صفحه‌مانندی با حاشیه‌های کنگره‌ای وجود دارد که

گل‌های جمع شده در یک چترک روی صفحه‌ای به نام گریبانک واقع می‌شوند (شکل ۲-E). براکتول‌های گریبانک همانند براکت‌های گریبان، مثلثی شکل، نوک تیز و پوشیده از کُرک هستند. این براکتول‌ها دارای طول‌های متفاوتی هستند به طوری که براکتول‌های قرار گرفته به سمت بیرون چترک، رشد بیشتری یافته‌اند. تعداد براکتول‌های سازنده گریبانک، به طور معمول برابر با ۶ عدد است (شکل ۲-E).

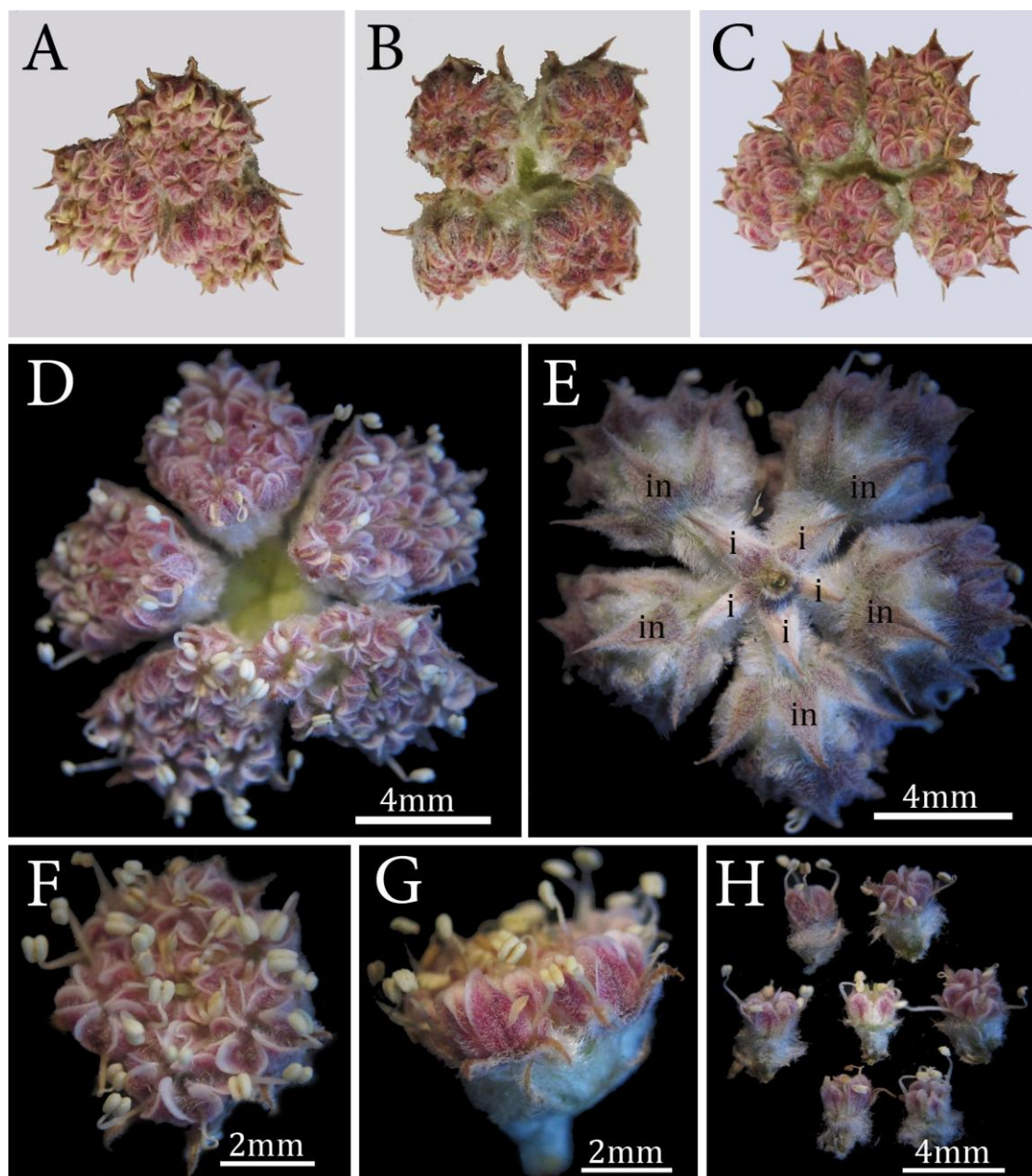
گل‌های نر موجود در هر چترک در یک حلقه، قرار می‌گیرند و از نظر مرحله نمو تقریباً یکسان هستند. دمگل‌های نر، حجیم شده و شباهت زیادی به تخمدان گل نر-ماده پیدا کرده‌اند. این دمگل‌ها، پوشیده از کُرک‌های پنبه‌ای هستند و با پیشرفت مراحل نمو، تراکم کُرک روی آنها افزایش می‌یابد (شکل ۲-H).

در گل‌های نر، حلقه کاسبرگی، به طور کامل، مشخص و دارای کاسبرگ‌هایی با اندازه‌های متفاوت است (شکل ۳-A، C و E). همچون براکت‌های گریبانک، در حلقه کاسبرگی نیز، کاسبرگ‌هایی که به سمت بیرون گل قرار می‌گیرند، توسعه بیشتری یافته‌اند و کاسبرگ‌های درونی تحلیل رفته‌اند یا اصلاً دیده نمی‌شوند. کاسبرگ‌ها، قهوه‌ای رنگ و حاشیه‌های آنها، پوشیده از کُرک است (شکل ۳-A، C و E).

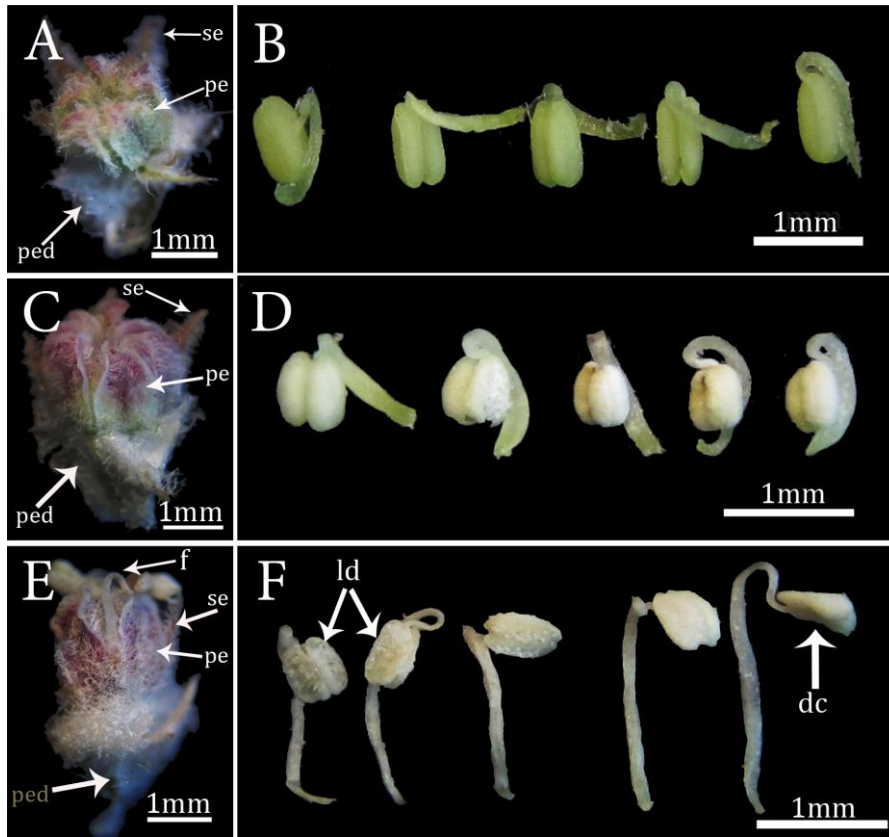
جام گل، شامل ۵ گلبرگ جدا از هم است (شکل‌های ۳-A و E و ۴-A و B) که قسمت رأسی هر گلبرگ به سمت مرکز گل خم می‌شود (شکل ۴-E). گلبرگ‌ها در مراحل نمو ابتدایی به رنگ سبز مات هستند و با پیشرفت مراحل نمو، به تدریج از رأس به سمت قاعده‌ای دچار تغییر رنگ می‌شوند (شکل ۳-A، C و E) به طوری که در نهایت، هر گلبرگ دارای

کاسبرگ‌ها پایا بوده، نسبت به مراحل قبل تا حدودی توسعه یافته‌تر می‌شوند (شکل ۵-E). دمگل‌های نر به تدریج به یکدیگر نزدیک می‌شوند و اطراف تخمدان را احاطه می‌کنند (شکل ۵-F).

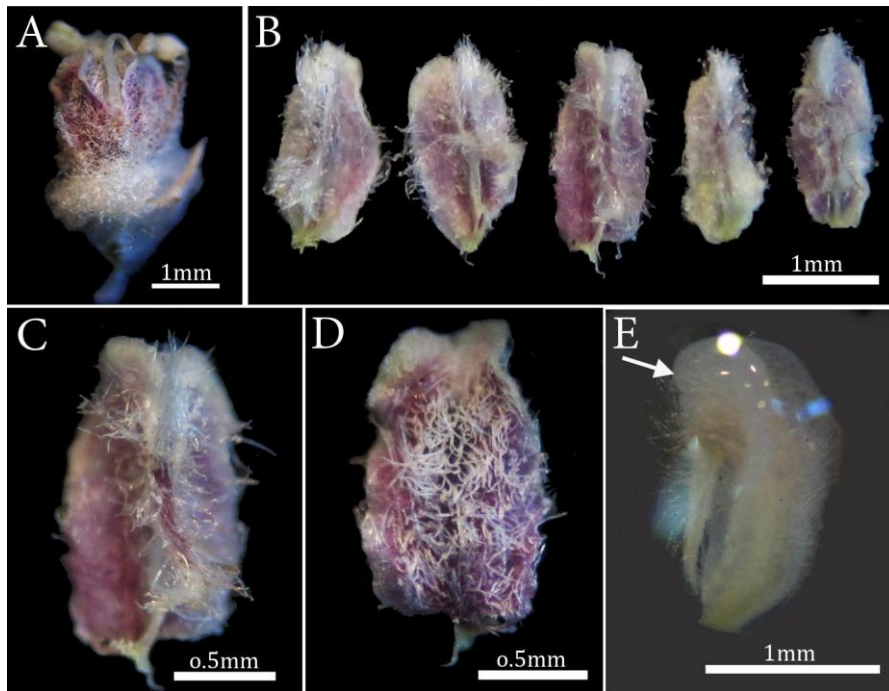
اجزای گل در اطراف آن قرار می‌گیرد. این ساختار، با پیشرفت مراحل نموی توسعه یافته، رنگ آن از سبز روشن به زرد تغییر می‌یابد (شکل ۵-E). در همه گل‌ها، طی بلوغ میوه، گلبرگ‌ها و پرچم‌ها می‌ریزند اما



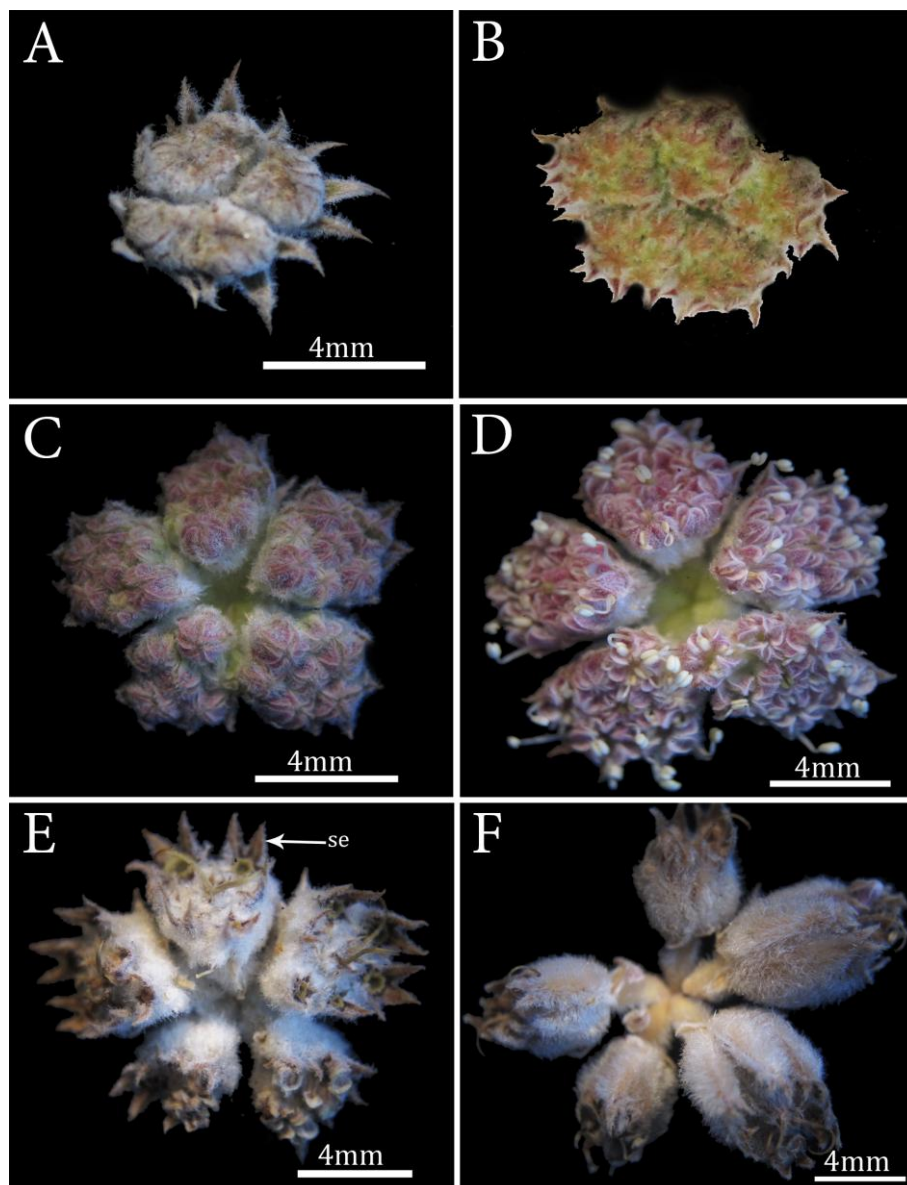
شکل ۲- ساختار زایشی گونه *P. nodiflora*، A، B و C: گل آذین‌های چتر مرکب به ترتیب شامل ۳ و ۴ و ۵ چترک؛ D: گل آذین چتر مرکب بالغ شامل ۵ چترک؛ E: نمای پشتی گل آذین شامل گریبان چتر در مرکز و گریبانک چترک‌ها در پیرامون؛ F: یک چترک از نمای فوقانی؛ G: یک چترک از نمای جانبی؛ H: گل‌های سازنده یک چترک شامل یک گل نر-ماده در مرکز و شش گل نر در اطراف آن؛ i: براکته گریبان؛ in: براکتول گریبانک.



شکل ۳- مراحل نموی گل و نافه در گونه *P. nodiflora*. A و B: گل نر نابالغ و پرچم‌های آن؛ C و D: گل نر نیمه‌بالغ و پرچم‌های آن؛ E و F: گل نر بالغ و پرچم‌های آن؛ se: کاسبرگ؛ pe: گلبرگ؛ f: میله پرچم؛ ped: دمگل؛ ld: شکوفایی طولی بساک؛ dc: اتصال پشت‌چسب میله به بساک.



شکل ۴- جام گل در گونه *P. nodiflora*. A: گل نر بالغ؛ B: پنج گلبرگ یک گل بالغ؛ C: نمای شکمی گلبرگ؛ D: نمای پشتی گلبرگ؛ E: نمای جانبی گلبرگ (محل خم‌شدگی مشخص شده است)، تراکم بالای کُرک‌ها در همه گلبرگ‌ها دیده می‌شود.



شکل ۵- مراحل نمو گل‌ها در گل‌آذین در گونه *P. nodiflora* A تا D: باز شدن تدریجی گل‌ها و تغییر رنگ گلبرگ‌ها که به تغییر رنگ گل‌آذین طی نمو منجر می‌گردد؛ E و F: مراحل تشکیل میوه؛ طی تشکیل میوه دمگل‌های مربوط به گل‌های نر متورم شده و به یکدیگر نزدیک می‌شوند به طوری که اطراف تخمدان گل نر-ماده را که طی نمو به میوه تبدیل می‌شود، می‌پوشانند؛ se: کاسبرگ.

تمایز خاصی ندارند آغاز می‌شوند و تا شکوفایی کامل گل ادامه می‌یابند. در ادامه، ویژگی‌های اندام‌های گل در هر یک از این مراحل توصیف می‌شود.

مرحله نخست (شکل ۶-A تا F)

در برش تهیه شده از گل در مرحله نخست، مقطع ۳

ساختار تشریحی گل نر *P. nodiflora* طی نمو

در مطالعات تشریحی، پس از برش‌گیری غنچه‌هایی با اندازه‌های مختلف و با استفاده از کل برش‌های تهیه شده، هفت مرحله نمو شاخص طی بلوغ گل‌های نر شناسایی شد که این مراحل از تشکیل اندام‌های گل که

گلبرگ‌ها هستند که در مراحل بعدی نمو مجرای ترش‌حی نیز در ساختار آنها مشاهده می‌شود (شکل ۶-۱).

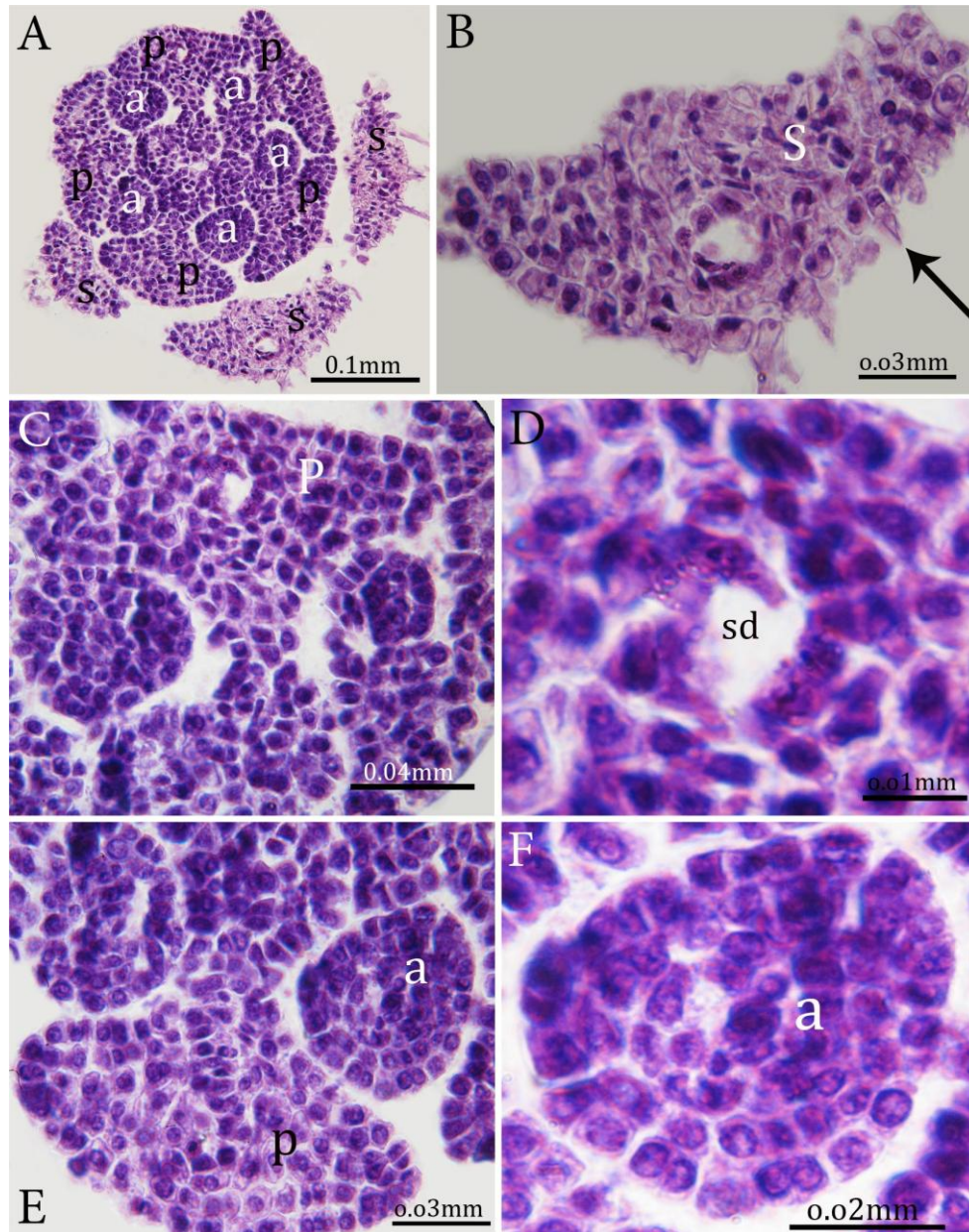
بساک‌ها به شکل توده‌هایی از سلول‌های مریستمی بدون تمایز بوده، به صورت متناوب با گلبرگ‌ها مشاهده می‌شوند (شکل ۶-۱، C، E و F).

مرحله دوم (شکل ۷-۱ تا D)

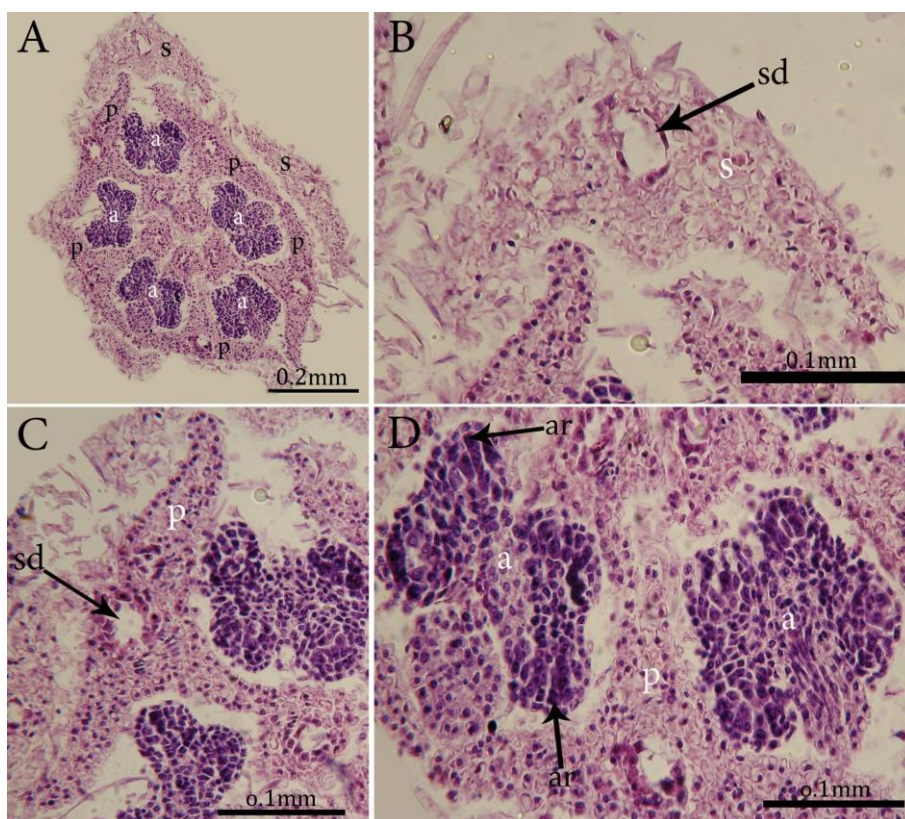
تغییرات مشاهده شده در ساختار کاسبرگ نسبت به مرحله قبل به این صورت است که وسعت بافت آن افزایش یافته، فضا‌های بین سلولی گسترده‌تری در بافت پارانشیم مشاهده می‌شود. سلول‌های ترش‌حی پیرامون مجرا پهن شده‌اند (شکل ۷-۱). گلبرگ‌ها نیز در این مرحله، توسعه بیشتری یافته‌اند و از شدت فشردگی و رنگ‌پذیری سلول‌های سازنده آنها کاسته شده است. سلول‌های ترش‌حی گلبرگ در پیرامون مجرا تقریباً سازمان یافته‌اند و در کنار مجرای ترش‌حی اصلی مجرای کوچک‌تری نیز در بافت زمینه برخی از گلبرگ‌ها مشاهده می‌شود که به نظر می‌رسد از جنبه تمایزی نسبت به مجرای اصلی عقب‌تر باشد. محدوده اپیدرم به طور کامل مشخص است و گُرک‌های فراوانی از آن منشأ گرفته‌اند (شکل ۷-۱).

مقطع پنج بساک به طور کامل در برش گل مشاهده می‌شود (شکل ۷-۱). در این مرحله، بساک شکل چهار گوشه خود را به دست آورده، محدوده اپیدرم آن تقریباً مشخص شده است. در هر یک از چهار گوشه و در زیر اپیدرم، تعدادی سلول آرکسپوری (archesporial) دیده می‌شود که این سلول‌ها، منشأ تشکیل لایه‌های مختلف دیواره بساک و بافت‌هاگزا هستند (شکل ۷-۱).

کاسبرگ، ۵ گلبرگ و ۵ بساک، قابل مشاهده است (شکل ۶-۱). همان‌طور که در قسمت نتایج ریخت‌شناختی اشاره شد، کاسبرگ‌ها در گل‌های این گونه اندازه‌های متفاوتی دارند و به همین علت، همه آنها در برش گل در یک سطح قرار نمی‌گیرند. در این مرحله، شکل کلی هر یک از کاسبرگ‌ها و گلبرگ‌ها مشخص شده است (شکل ۶-۱ تا C). با توجه به ویژگی‌های بافت‌شناختی، کاسبرگ‌ها از نظر مرحله تمایزی نسبت به گلبرگ‌ها پیشرفته‌تر هستند زیرا همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود رنگ‌پذیری آنها نسبت به گلبرگ‌ها کمتر است و محدوده و شکل بافت‌های تشکیل‌دهنده آنها شامل: اپیدرم، پارانشیم و بافت ترش‌حی تقریباً مشخص شده است. اپیدرم بیرونی شامل یک ردیف سلول‌هایی با ابعاد نسبتاً بزرگ است که برخی از آنها به سمت بیرون برآمده شده‌اند و در بعضی نواحی نیز گُرک‌ها از آنها منشأ گرفته‌اند (شکل ۶-۱). بافت ترش‌حی شامل مجاری ترش‌حی است که در قسمت میانی هر یک از کاسبرگ‌ها مشاهده می‌شوند. سلول‌های احاطه‌کننده مجرای ترش‌حی، تا حدودی تمایز خود را به دست آورده‌اند و دارای سیتوپلاسم متراکم و رنگ‌پذیر هستند که مطابق با عملکرد آنهاست (شکل ۶-۱). در مورد گلبرگ‌ها، تمایزی بین سلول‌های سازنده بافت‌های مختلف دیده نمی‌شود و همه سلول‌ها با اندازه‌های نسبتاً یکسان، به شدت رنگ‌پذیر و دارای هسته‌های بزرگ هستند که این ویژگی‌ها نشان‌دهنده تقسیمات سلولی فعال به منظور توسعه بافت گلبرگ است. محدوده اپیدرم و فضای مجرای ترش‌حی، تا حدودی مشخص شده‌اند (شکل ۶-۱ تا E). بخش‌هایی که در مرکز گل دیده می‌شوند امتداد رئوس خم شده



شکل ۶- ساختار تشریحی مرحله اول نمو گل نر *P. nodiflora*: A: مقطع کامل یک گل شامل: ۳ کاسبرگ؛ ۵ گلبرگ و ۵ بساک؛ B: کاسبرگ در مرحله تمایز نسبی بافت ترشعی و اپیدرم (منشأگیری کُرک از سلول اپیدرمی مشخص شده است)؛ C: گلبرگ در مرحله شروع تمایز بافت ترشعی؛ D: مجرای ترشعی در بافت گلبرگ؛ E: گلبرگ در شروع تمایز بافتی؛ F: بساک بدون تمایز. S: کاسبرگ، p: گلبرگ، a: بساک، sd: مجرای ترشعی.

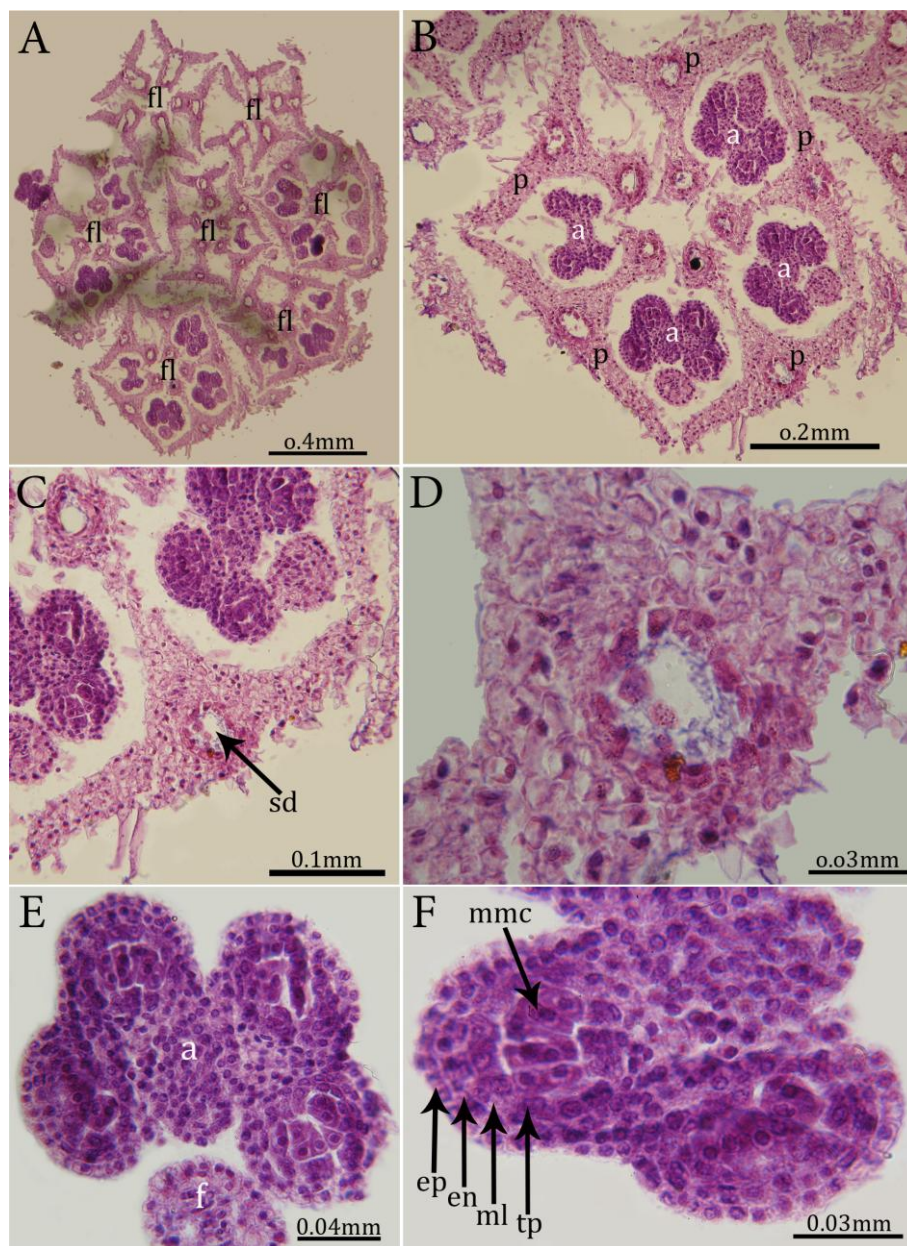


شکل ۷- ساختار تشریحی مرحله دوم نمو گل نر در گونه *P. nodiflora*: A: مقطع کامل یک گل شامل ۳ کاسبرگ، ۵ گلبرگ و ۵ بساک؛ B: کاسبرگ در مرحله تمایز کامل بافتی؛ C و D: گلبرگ در مرحله تمایز نسبی بافت ترشحي و اپیدرم، بساک به شکل چهارگوش دیده می‌شود. S: کاسبرگ، p: گلبرگ، a: بساک، sd: مجرای ترشحي، ar: سلول آرسپوری.

در همه بساک‌ها، محدوده چهار لایه سازنده دیواره تقریباً مشخص شده است که این لایه‌ها از بیرون به درون شامل اپیدرم، لایه مکانیکی (اگزوتسیوم)، لایه گذر و لایه مغذی (تاپی) هستند (شکل E-۸ و F). تمایز چندانی بین سلول‌های تشکیل‌دهنده سه لایه بیرونی دیده نمی‌شود و تنها سلول‌های لایه مغذی اندکی متمایز شده‌اند. هر یک از ۴ حفره بساک یا به عبارتی، هر یک از کیسه‌های گرده حاوی سلول‌های مادر میکروسپور هستند. سلول‌های مادر میکروسپور، دارای اندازه بزرگ، سیتوپلاسم متراکم و هسته مشخص هستند (شکل F-۸) و این امر، نشان‌دهنده آمادگی آنها برای شروع تقسیم میوز و تولید میکروسپور است.

مرحله سوم (شکل A-۸ تا F)

شکل A-۸ نشان‌دهنده برش یک چترک است که محدوده هفت گل سازنده آن کاملاً قابل تشخیص است. در برش گل در مرحله سوم، مقطع ۵ گلبرگ و ۴ بساک تقریباً به طور کامل و یک کاسبرگ نیز به صورت جزئی دیده می‌شود (به دلیل فشردگی بودن گل‌ها در گل آذین و مراحل طی فرآیند آماده‌سازی از آنها عبور می‌کند یکی از بساک‌ها در برش دیده نمی‌شود). در ساختار گلبرگ، میزان فضاها بین سلولی در بافت پارانسیم افزایش یافته، سلول‌های ترشحي احاطه‌کننده مجرا در حال ترشح مواد به درون فضای مجرا هستند (شکل B-۸ تا D).



شکل ۸- ساختار تشریحی مرحله سوم نمو گل نر در گونه *P. nodiflora*: A: مقطع کامل چترک شامل ۷ گل؛ B: مقطع کامل یک گل شامل ۵ گلبرگ و ۴ بساک؛ C و D: گلبرگ دارای سلول‌های ترش‌حی در حال ترشح مواد به درون فضای مجرا؛ E: بساک در مرحله تمایز سلول‌های مادر میکروسپور و تشکیل چهار لایه در دیواره؛ F: نیمه بساک نمایش داده شده در شکل E با بزرگ‌نمایی بیشتر. fl: گل‌ها در گل‌آذین؛ p: گلبرگ؛ sd: مجرای ترش‌حی؛ f: میله پرچم؛ mmc: سلول مادر میکروسپور؛ ep: اپیدرم؛ en: لایه مکانیکی؛ ml: لایه میانی (گذر)؛ tp: لایه مغذی.

ساختاری آنها ذکر نمی‌شود. در ساختمان گلبرگ، سلول‌های احاطه‌کننده مجرای ترش‌حی در حال تحلیل هستند (شکل ۹-A تا C).

مرحله چهارم (شکل ۹-A تا G)

در مرحله چهارم، کاسبرگ‌ها نسبت به مراحل قبل تغییر چندانی را نشان نمی‌دهند بنابراین، ویژگی‌های

آورده‌اند (شکل ۱۱-E). در مورد لایه‌های دیواره، لایه مغذی به صورت یک لایه پیوسته میکروسپورها را احاطه می‌کند و سلول‌های سازنده آن حاوی سیتوپلاسم با رنگ‌پذیری بالا هستند که نشان‌دهنده فعالیت ترش‌خی زیاد آنها به منظور بلوغ دانه‌های گرده است (شکل ۱۱-F). محدوده اپیدرم و لایه مکانیکی چندان قابل تشخیص نیست اما به نظر می‌رسد که دیواره مماسی بیرونی برخی از سلول‌های اپیدرمی، ژله‌ای شده و اندکی به سمت بیرون برآمدگی پیدا می‌کند (شکل ۱۱-E و F).

مرحله هفتم (شکل ۱۲-A تا G)

در مرحله هفتم، پدیده‌هایی در اندام‌های گل مشاهده می‌شود که نشان‌دهنده بلوغ نهایی گل است (شکل ۱۲-A). گلبرگ‌ها، کاملاً توسعه یافته هستند و از یکدیگر فاصله گرفته‌اند (شکل ۱۲-B). سلول‌های ترش‌خی پیرامون مجرا به طور کامل تجزیه شده‌اند و بقایای آنها در پیرامون مجرا، مشاهده می‌شود (شکل ۱۲-C).

همه بساک‌های مشاهده شده در مقطع گل، در مرحله شکوفایی طولی قرار دارند و دانه‌های گرده، بالغ و دمبلی شکل هستند (شکل ۱۲-D). تیغه جداکننده دو حفره بساک در هر نیمه بساک در حال تجزیه است، در نتیجه، دو حفره به شکل یک ساختار واحد در می‌آیند (شکل ۱۲-D و E). دیواره بساک، تنها شامل لایه مکانیکی است (شکل ۱۲-D و F) که سلول‌های آن به میزان قابل توجهی بزرگ شده و ضخیم‌شدگی‌های فیبری را روی دیواره‌های شعاعی و مماسی داخلی خود ایجاد کرده‌اند و تنها بقایایی از سلول‌های اپیدرمی روی آنها باقی مانده است (شکل ۱۲-E). در محل شکوفایی، گسستگی سلول‌های لایه مکانیکی که فاقد تزیینات فیبری هستند به رهاسازی گرده‌ها منجر می‌گردد (شکل ۱۲-G).

از پنج بساک مشاهده شده در برش گل، یکی در مرحله سلول تتراد (شکل ۹-D و E) و چهار بساک دیگر در مرحله تتراد میکروسپور (شکل ۹-F و G) قرار دارند. تتراد میکروسپور از نوع چهار وجهی است و توسط دیواره‌های کالوزی شفاف‌ی احاطه شده است. این دیواره‌ها حد فاصل میکروسپورهای موجود در تتراد نیز مشاهده می‌شوند. لایه‌های دیواره‌ای نسبت به مرحله قبل تغییری را نشان نمی‌دهند.

مرحله پنجم (شکل ۱۰-A تا F)

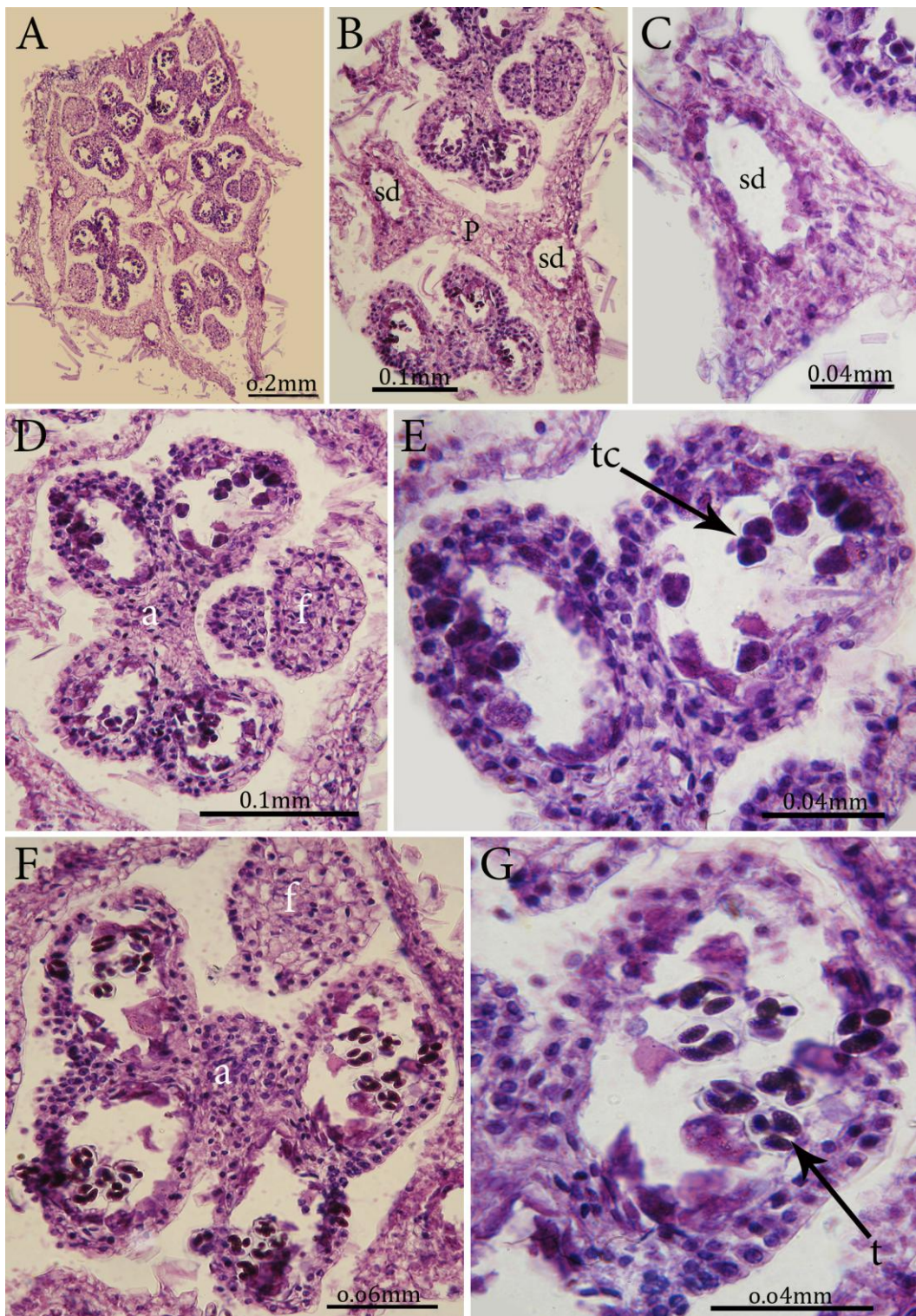
در مرحله پنجم، سلول‌های ترش‌خی احاطه‌کننده مجرای کاسبرگ‌ها به طور کامل تجزیه شده‌اند. بافت پارانشیم آن شامل سلول‌هایی با ابعاد بزرگ و دیواره‌های نازک است. یک دسته آوندی در میان سلول‌های پارانشیمی و در نزدیکی مجرای ترش‌خی کاسبرگ، مشاهده می‌شود (شکل ۱۰-A و B). گلبرگ‌ها در مقایسه با مرحله قبل، تغییر قابل ملاحظه‌ای نشان نمی‌دهند (شکل ۱۰-A، C و D).

بساک‌های مشاهده شده حاوی میکروسپورهایی هستند که به لایه مغذی نزدیک بوده، در مراحل اولیه نمو (نابلغ) هستند. لایه مغذی به صورت رشد یافته و لایه گذر به میزان زیادی تجزیه شده است (شکل ۱۰-E و F).

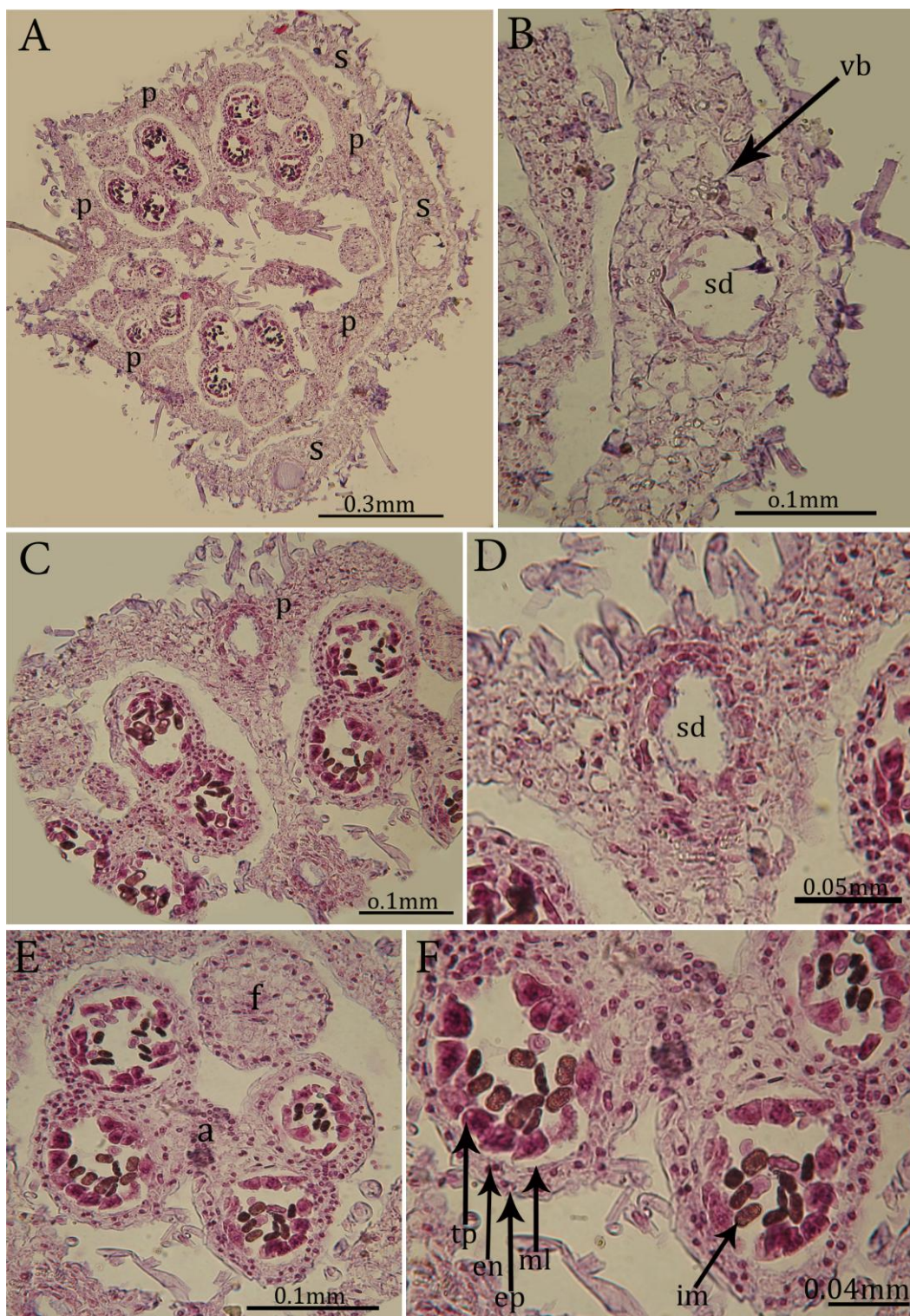
مرحله ششم (شکل ۱۱-A تا F)

کاسبرگ‌ها که در مرحله ششم، مقطع دو عدد از آنها دیده می‌شود، ساختاری شبیه مرحله قبل دارند (شکل ۱۱-A و B). توسعه گلبرگ‌ها نسبت به گذشته بیشتر شده است اما از نظر تمایز بافتی ویژگی خاصی را نشان نمی‌دهند (شکل ۱۱-A، C و D).

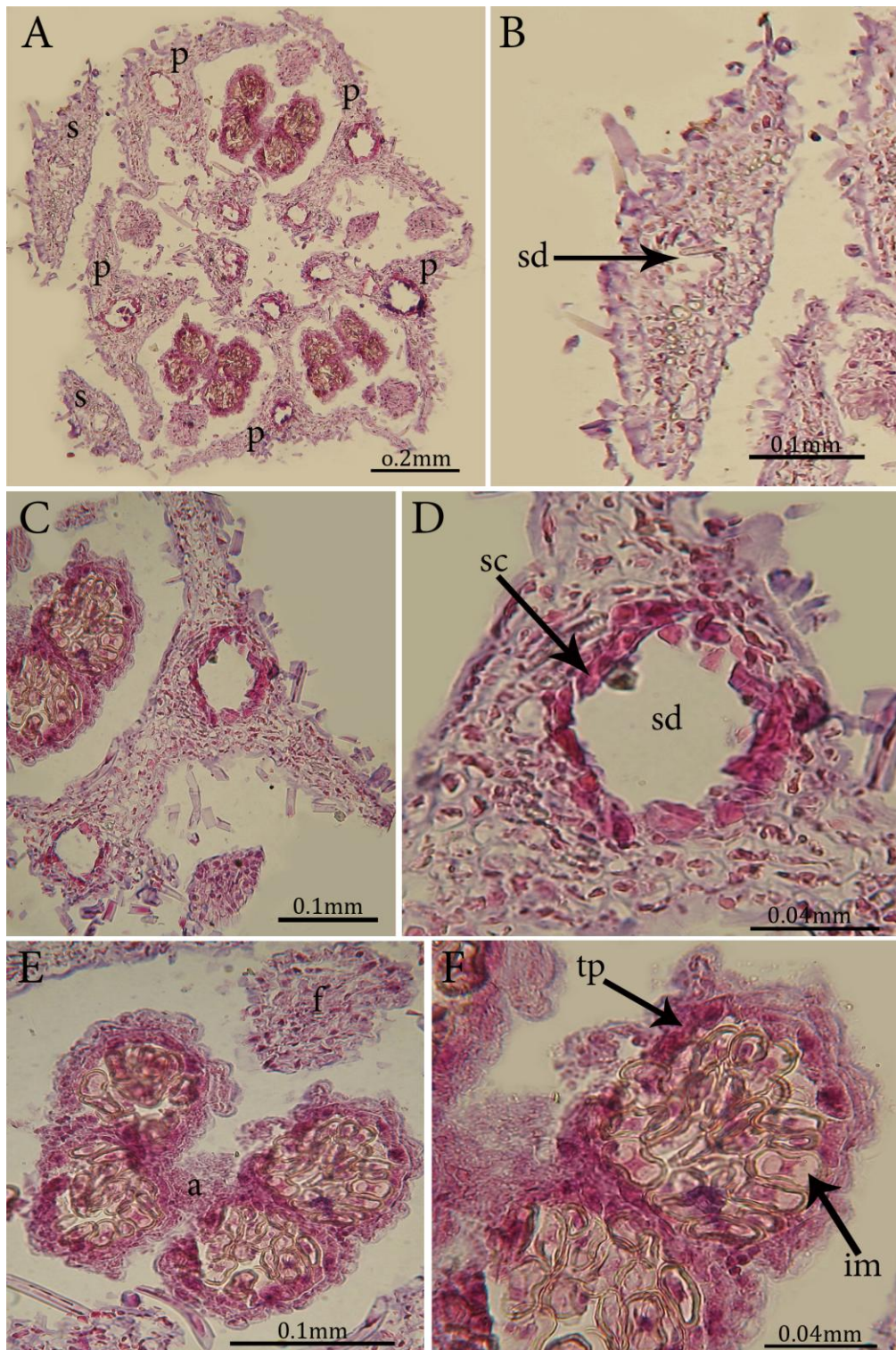
برخی میکروسپورها به مرحله بلوغ نهایی نزدیک شده‌اند و تعدادی نیز شکل نهایی خود را به دست



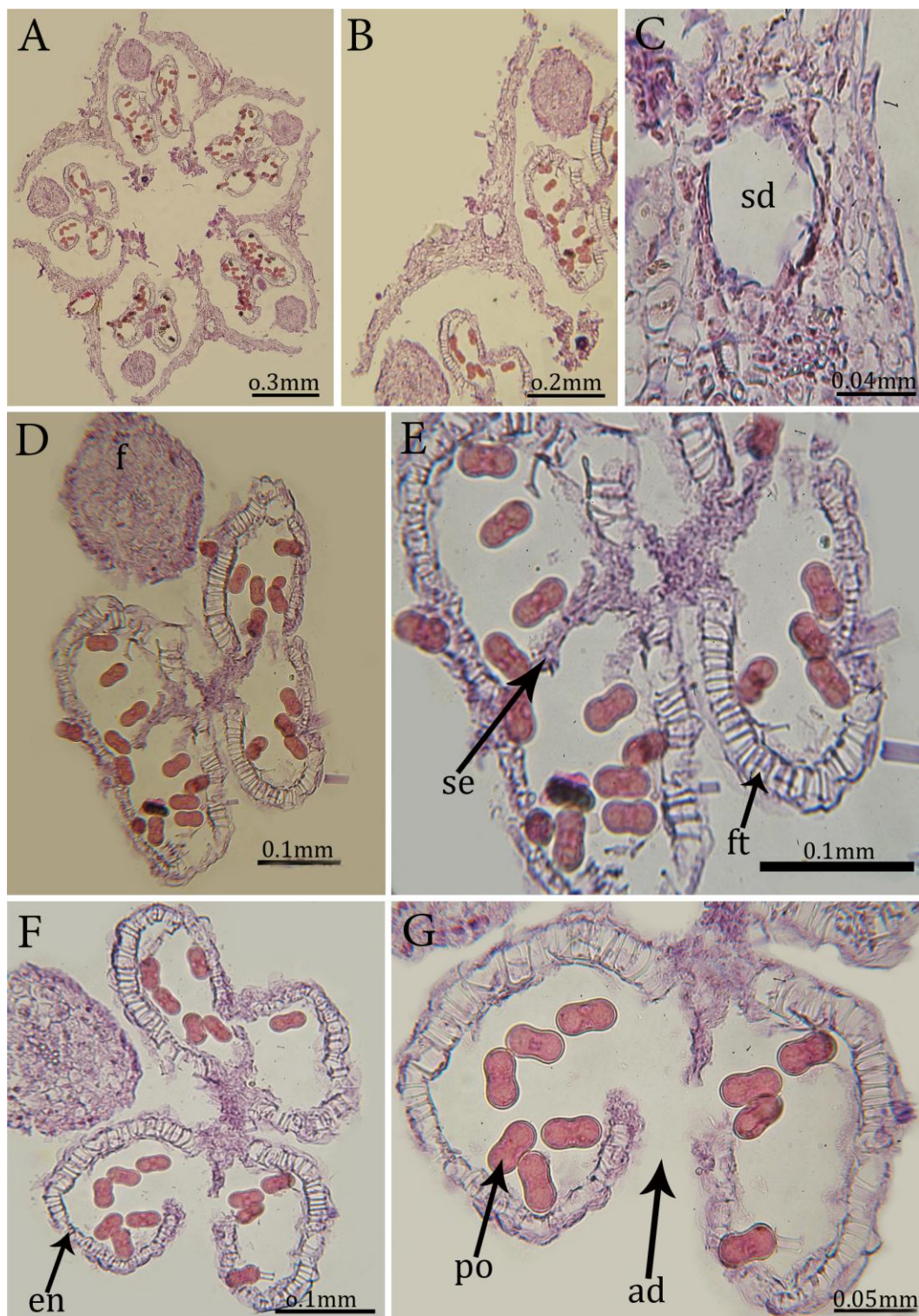
شکل ۹- ساختار تشریحی مرحله چهارم نمو گل نر در گونه *A. P. nodiflora*: مقطع کامل یک گل شامل یک کاسبرگ، ۵ گلبرگ و ۵ بساک، B و C: گلبرگ دارای مجاری ترشچی با سلول‌های ترشچی در حال تجزیه؛ D و E: بساک و نیمه آن حاوی سلول‌های تترادی؛ F و G: به ترتیب بساک و کیسه‌گرده در مرحله تتراد میکروسپور. p: گلبرگ، a: بساک، sd: مجرای ترشچی، f: میله پرچم، tc: سلول تترادی، t: تتراد.



شکل ۱۰- ساختار تشریحی مرحله پنجم نمو گل نر *P. nodiflora*: A: مقطع کامل یک گل شامل سه کاسبرگ، ۵ گلبرگ و ۴ بساک؛ B: کاسبرگ در مرحله تمایز کامل؛ C و D: گلبرگ دارای مجاری ترشحاتی و سلول‌های ترشحاتی در حال تجزیه و اپیدرم گُرک‌دار؛ E و F: بساک در مرحله میکروسپور نابالغ؛ s: کاسبرگ؛ p: گلبرگ؛ a: بساک؛ sd: مجرای ترشحاتی؛ f: میله پرچم؛ im: میکروسپور نابالغ؛ ep: اپیدرم؛ en: لایه مکانیکی؛ ml: لایه میانی (گذر)؛ tp: لایه مغزی؛ vb: دسته آوندی.



شکل ۱۱- ساختار تشریحی مرحله ششم نمو گل نر *P. nodiflora*: A: مقطع کامل یک گل شامل ۲ کاسبرگ، ۵ گلبرگ و ۳ بساک؛ B: کاسبرگ در مرحله تمایز کامل؛ C و D: گلبرگ دارای مجرای ترشعی و سلول‌های ترشعی در حال تجزیه و اپیدرم کُرک‌دار؛ E و F: بساک در مرحله میکروسپوره‌های در حال بلوغ و لایه اپیدرمی غیرقابل تشخیص از لایه مکانیکی، لایه مغذی رشد یافته و با رنگ پذیری بالا. s: کاسبرگ؛ p: گلبرگ؛ a: بساک؛ sd: مجرای ترشعی؛ sc: سلول ترشعی؛ f: میله پرچم؛ im: میکروسپور نابالغ؛ tp: لایه مغذی.



شکل ۱۲- ساختار تشریحی مرحله هفتم نمو گل نر *P. nodiflora*: A: مقطع کامل یک گل شامل ۵ گلبرگ و ۵ بساک؛ B و C: گلبرگ و مجرای آن در مرحله تمایز کامل؛ D تا G: بساک بالغ شکوفا دارای دانه‌های گرده بالغ و لایه مکانیکی با ضخیم‌شدگی‌های فیبری روی دیواره‌های شعاعی و مماسی داخلی؛ sd: مجرای ترشچی؛ se: تیغه جداکننده کیسه‌های گرده در هر نیمه بساک؛ f: میله پرچم؛ en: لایه مکانیکی؛ ft: ضخیم‌شدگی‌های فیبری لایه مکانیکی؛ po: گرده بالغ؛ ad: محل شکوفایی بساک.

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر، ساختمان گل نر در گونه *P. nodiflora* (سگ‌دندان گل‌گره‌ای) در مراحل نموی مختلف، از نظر ریخت‌شناختی و تشریحی بررسی شد. این گونه، دارای گل آذین چتر، گل‌های منظم پنج‌پر و چهار چرخه‌ای همراه با تناوب منظم قطعات چرخه‌ها و تخمدان زیرین است که داشتن چنین ویژگی‌هایی در تمام گیاهان تیره چتریان (Apiaceae) عمومیت دارد و در واقع، آخرین مراحل تکاملی در سری جداگلبرگان است (Lawton, 2007؛ Ghahreman, 1993).

در هر یک از گیاهان این تیره، گل آذین‌های مرکب فراوان که در بردارنده گلچه‌های مرتب شده در چترهای کوچک‌تر (چترک) هستند، مکان‌هایی حاوی نکتار و گرده و جذاب برای فرود زنبورها و سایر حشرات است (Proctor et al., 1996). در گونه بررسی شده نیز بر اساس مشاهدات، نحوه آرایش گل‌ها در گل آذین‌های چتر، زمینه مناسبی برای جذب حشرات گرده‌افشان مهیا می‌نماید.

با توجه به مراحل نموی مشاهده شده به نظر می‌رسد که توالی بنیان‌گذاری اندام‌های گل، از ترتیب رأس‌گرایی (مرکزگرایی) پیروی می‌کند، به این صورت که ابتدا کاسبرگ‌ها سپس گلبرگ‌ها و در نهایت، پرچم‌ها بنیان‌گذاری می‌شوند. در برش‌های تهیه شده از گل‌ها در مراحل نخستین، شکل کاسبرگ‌ها و گلبرگ‌ها تقریباً مشخص شده است، اما بساک‌ها به صورت توده‌های مرستمی بدون تمایز ظاهر می‌شوند. همچنین، بافت زمینه کاسبرگ، رنگ پذیرگی کمتری را نسبت به گلبرگ نشان می‌دهد و این حالت، نشانه فعال‌تر بودن تقسیمات سلولی و در نتیجه، جوان‌تر بودن بافت

گلبرگ‌ها است. این نتایج با بررسی‌های Payer (۱۸۵۳) و Jochmann (۱۸۵۴) در مورد سایر جنس‌های تیره چتریان نظیر: *Heracleum*، *Carum*، *Aegopodium* و *Anethum* مطابقت دارد. در هر حال، بررسی‌های SEM و TEM روی گونه مورد نظر به تکمیل و قطعی بودن نتایج، کمک می‌کند.

جام گل از ۵ گلبرگ با رئوس خم شده به داخل گل و دارای مجاری ترش‌حی سازمان‌یافته تشکیل می‌شود. برخی صفات گل همچون: رنگ و شکل گلبرگ‌ها به صورت انحصاری روی جذب گرده‌افشان و ایجاد پاداش برای آن تأثیرگذار هستند (Strauss and Whittall, 2006). شکل گلبرگ از گذشته به عنوان یک عامل برای جذب گرده‌افشان در نظر گرفته شده است (Darwin, 1859؛ Bradshaw et al., 1998؛ Gomez, 2003) و ممکن است عامل ایجاد گوناگونی نهاندانگان نیز باشد (Sargent, 2004). در گونه *P. nodiflora* به طور مشابه با سایر گونه‌های تیره چتریان نیز چنین به نظر می‌رسد که شکل ویژه گلبرگ، نوعی سازگاری به منظور جذب گرده‌افشان‌ها و تسهیل دسترسی آنها به شهد تولیدشده در شهددان در مرکز گل باشد. رنگ گلبرگ، یک راهنمای بصری است که سیستم‌های حسی گرده‌افشان را تحریک کرده، به طور انتخابی انواع خاصی از گرده‌افشان‌ها را جذب می‌کند (Grant, 1949؛ Melendez-Ackerman and Stebbins, 1974؛ Campbell, 1998؛ Hodges et al., 2002).

از دیگر ویژگی‌های گل در گونه *P. nodiflora* حضور مجاری ترش‌حی در بخش‌های مختلف از جمله کاسبرگ‌ها و گلبرگ‌ها است که در واقع، از ویژگی‌های اختصاصی تیره چتریان است و نه تنها در گل

گرده‌افشان‌ها عمل کنند.

دمگل، کاسه و جام گل پوشیده از گُرک‌های پنبه‌ای هستند که احتمالاً این حالت نوعی سازگاری با اقلیم رویشگاهی است که این گونه در آن مشاهده می‌شود زیرا بر اساس پژوهش‌های Evert (۲۰۰۶) در اندام‌های گُرک‌دار گیاهان، سرعت تنفس به دلایلی همچون افزایش انعکاس اشعه‌های خورشید کاهش می‌یابد، همچنین بسیاری از گیاهان از گُرک‌های گل برای جذب آب و مواد معدنی استفاده می‌کنند.

نافه در گونه *P. nodiflora* تا پیش از شکوفایی کامل گل از ۵ پرچم خم‌شده به درون گل تشکیل می‌شود. به طور معمول، طی بلوغ بساک، تمایز و تخصص‌یافتگی لایه‌های دیواره میکروسپورانژ، همزمان با میوز و تشکیل گرده رخ می‌دهد. در اغلب نهاندانگان (تیپ علف هفت بند) دیواره میکروسپورانژ از اپیدرم، لایه مکانیکی، لایه میانی و لایه مغذی ساخته شده است (Batygina, 2002) که در گونه *P. nodiflora* نیز دیده می‌شود. بیرونی‌ترین لایه سلولی بساک، اپیدرم است که در اغلب گیاهان به میزان اندکی در طول نمو تغییر می‌کند. این لایه، یک بافت چند عملکردی است که نقش‌های مهمی را در روابط آبی گیاه، دفاع و جذب گرده‌افشان‌ها ایفا می‌کند (Rezanejad, 2008). در اغلب نهاندانگان، سلول‌های اپیدرمی بساک در مرحله بلوغ متلاشی می‌شوند (Mariath *et al.*, 2006). در گونه *P. nodiflora* اپیدرم تا مرحله میکروسپور جوان قابل مشاهده است و به تدریج به سمت تجزیه شدن پیش می‌رود و در مرحله بلوغ نهایی، بقایایی از آن روی لایه مکانیکی مشاهده می‌شود. برخی پژوهشگران در بررسی‌های خود روی تعدادی از جنس‌های تیره چتریان

بلکه در سایر اندام‌های گیاهان این تیره نظیر: ساختارهای رویشی و میوه‌ها نیز مشخص شده است (Coassini, 1986; Lokar and Corsi, 1986; Pagni *et al.*, 1986; Maffei *et al.*, 1987). با توجه به مطالعه تشریحی مراحل نموی گل گونه *P. nodiflora* تصور می‌شود که تکوین مجاری ترش‌گی از نوع شیزوژن باشد زیرا در مراحل نموی ابتدایی، سلول‌های ترش‌گی به تدریج در اطراف یک حفره که از بزرگ شدن فضای بین سلولی ایجاد شده و مجرای ترش‌گی آتی را می‌سازد سازمان می‌یابد و به طور کامل از سلول‌های سازنده بافت زمینه گلبرگ قابل تشخیص هستند. با پیشرفت مراحل نموی، سلول‌های ترش‌گی، حالت پهن شده پیدا کرده، در مراحل پایانی بلوغ گل تجزیه می‌گردند و بقایای آنها وارد فضای مجرا می‌شود، به طوری که در مرحله بلوغ نهایی اثری از این سلول‌ها در پیرامون مجرا مشاهده نمی‌شود. در واقع، تجزیه تدریجی سلول‌های ترش‌گی در مراحل پایانی نمو گل به دلیل نزدیکی به انتهای چرخه حیات گل است که با تحلیل بافت‌های مختلف از جمله بافت ترش‌گی همراه است. Grimes و Luckow (۱۹۹۷) چهار فرضیه برای عملکرد غده‌های ترش‌گی بساک پیشنهاد کردند که به نظر می‌رسد برای سایر ساختارهای ترش‌گی گل نیز قابل تعمیم باشد. این چهار فرضیه عبارتند از: الف) ترشحات این ساختارها به عنوان یک پاداش غذایی برای گرده‌افشان‌ها عمل می‌کنند؛ ب) ساختارهای ترش‌گی، ماده‌ای چسبناک تراوش می‌کنند که گرده را به پیکر ملاقات‌کننده گل متصل می‌کند؛ پ) ترشحات از بساک‌ها و تخمدان‌های در حال نمو در برابر حمله‌های حشرات شکارگر حفاظت می‌کنند؛ ت) این ترشحات ممکن است در جذب

ترشحات خود را به درون کیسه گرده می‌فرستند. این لایه، از مرحله ظهور سلول‌های مادر میکروسپور به صورت لایه‌ای متمایز قابل تشخیص است و تا مرحله میکروسپور جوان به طور کامل دیده می‌شود، سپس شروع به تجزیه می‌کند و در مرحله بلوغ نهایی بساک، اثری از آن مشاهده نمی‌شود. سیتو کینز از نوع همزمان است و تترادهای ایجاد شده چهاروجهی هستند که توسط دیواره‌های کالوزی احاطه شده‌اند. در برخی موارد، کیسه‌های گرده یک بساک و بساک‌های مختلف یک گل از نظر مراحل تقسیم میوز، هماهنگ نیستند و هر کدام در مرحله‌ای عقب‌تر یا جلوتر نسبت به دیگری به سر می‌برند که این حالت در مطالعات Sehgal (۱۹۶۵) و Al-Attar (۱۹۷۹) نیز ذکر شده است.

خاطر نشان می‌شود انجام مطالعاتی از قبیل بررسی‌های ریخت‌شناختی میکروسکوپی و مطالعه ساختار تشریحی که در پژوهش حاضر مورد توجه قرار گرفته است و پژوهش‌های پایه‌ای دیگر همچون: بررسی گونه‌ها در سطح ژنوم، شناسایی ترکیبات ثانویه و مطالعات مرتبط با گرده و نحوه گرده‌افشانی و ... به ارائه داده‌های بیشتر و دقیق‌تر به منظور بررسی مجدد گونه‌ها و مطالعه روابط تکاملی آنها منجر می‌گردد. از سوی دیگر، با توجه به اینکه اغلب گونه‌های *Pycnocycla* بومی ایران هستند مطالعه و بررسی آنها زمینه لازم برای معرفی گونه‌های بومی و به کارگیری آنها در زمینه‌های تحقیقاتی دیگر فراهم می‌کند.

سپاسگزاری

نگارندگان از همه عزیزانی که به نحوی در انجام این پژوهش یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌نمایند.

نظیر: *Daucus muricatus*, *Cuminum cyminum* و *Trachyspermum ammi* مشاهده کردند که اپیدرم در بساک بالغ باقی می‌ماند و دیواره مماسی بیرونی آن اندکی برجسته می‌شود (Al-Attar, Sehgal, 1965). 1979. لایه مکانیکی، تنها لایه‌ای است که در مرحله بلوغ باقی می‌ماند و با ایجاد ضخیم‌شدگی‌های فیبری روی دیواره‌های شعاعی و مماسی داخلی خود مسئول شکوفایی بساک است. بر اساس گزارش Davis (۱۹۶۶) لایه گذر که با عنوان لایه میانی نیز شناخته شده است به طور معمول در اغلب تاکسون‌ها، طی بلوغ و در نتیجه فشار ناشی از تکثیر بافت‌ها گزا و توسعه حفره‌های بساک متلاشی شده یا سازمان‌یابی خود را از دست می‌دهد. در گونه *P. nodiflora* نیز این لایه در انتهای مرحله تتراد گرده تجزیه می‌شود. این نتیجه با نتایج Sehgal (۱۹۶۵) و Al-Attar (۱۹۷۹) مطابقت دارد. داخلی‌ترین لایه دیواره بساک، لایه مغذی است. این لایه، بافتی چند عملکردی است که در مجاورت بافت‌ها گزای بساک قرار می‌گیرد و در انجام میوز عملکردی، نمو عادی میکروسپورها و بلوغ دانه‌های گرده دخالت می‌کند (Batygina, 2002). سلول‌های لایه مغذی به طور مشخص بزرگ می‌شوند و به طور موقت یا ناپایدار هستند، سیتوپلاسم آنها، غنی از ریبوزوم و اندامک‌های فعال است و این سلول‌ها ممکن است چند هسته‌ای یا پلی‌پلوئید باشند (Batygina, 2002). در نهاندانگان دو تپ اصلی نمو لایه تاپی بساک قابل تشخیص است: ترش‌حی (جداری) و آمیبی (پلاسمودیومی) (Chehregani rad et al., 2010). در پژوهش حاضر، لایه مغذی در گونه *P. nodiflora* از نوع ترش‌حی است که در آن، سلول‌ها در موقعیت اولیه خود باقی می‌مانند و

منابع

- Al-Attar, A. A. A. (1979) Morphological and embryological investigation of *Daucus muricatus* (L.) L. (Caucalideae: Umbelliferae). Proceedings of the Indian Academy of Sciences Plant Sciences 88: 435-443.
- Asghari, Gh., Houshfar, Gh. and Mahmoudi, Z. (2002) Seasonal variation of mono- and sesquiterpenes in the essential oil of *Pycnocycla spinosa* Decne. ex Boiss. Iranian Journal of Pharmaceutical Research 1: 61-63.
- Batygina, T. B. (2002) Embryology of flowering plants. Science Publishers, Michigan.
- Bradshaw, H. D., Otto, K. G., Frewen, B. E., McKay, J. K. and Schemske, D. W. (1998) Quantitative trait loci affecting differences in floral morphology between two species of monkey flower (*Mimulus*). Genetics 149: 367-382.
- Calvino, Ci., Martinez, Sg. and Downie, Sr. (2008) Morphology and biogeography of apiaceae subfamily saniculoideae as inferred by phylogenetic analysis of molecular data. American Journal of Botany 95: 196-214.
- Chehregani rad, A., Hajisadeghian, S. and Mohsenzadeh, F. (2010) Study on the developmental stages of ovule and pollen grains of *Inula aucheriana* DC. Journal of Plant Biology 6: 15-28 (in Persian).
- Coassini Lokar, L. and Corsi, G. (1986) Taxonomical studies on *Seseli elatum* L. and allied species: 1. Systematic implications of some morpho-anatomical characters. Studia Geobotanica 6: 131-143.
- Darwin, C. R. (1859) On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favored races in the struggle for life. John Murray, London.
- Davis, Gl. (1966) Systematic embryology of the angiosperms. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Duran, A., Dogan, B., Duman, H., Martin, E., Ozturk, M. and Cetin, O. (2010) Taxonomic studies on the genus *Rhabdosciadium* (Apiaceae) with particular reference to Turkish species and their relationships with some closely related genera. Biologia 65: 451-458.
- Evert, R. F. (2006) Esau's plant anatomy meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development. 3rd edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Ghahreman, A. (1993) Iran chormophyta. University Press Center, Tehran (in Persian).
- Gomez, J. M. (2003) Herbivory reduces the strength of pollinator-mediated selection in the Mediterranean herb *Erysimum mediohispanicum*: consequences for plant specialization. The American Naturalist 162: 242-56.
- Grant, V. (1949) Pollination systems as isolating mechanisms in angiosperms. Evolution 3: 82-97.
- Heravi, M., Salehi, P., Bakhtiari, K. and NejadEbrahimi, S. (2005) Antioxidant activity of essential oil *Pycnocycla nodiflora* from Iran. First Seminar of Medicinal and Natural Products Chemistry, Shiraz, Iran.
- Hodges, S. A., Whittall, J. B., Fulton, M. and Yang, J. Y. (2002) Genetics of floral traits influencing reproductive isolation between *Aquilegia formosa* and *Aquilegia pubescens*. The American Naturalist 159: 51-60.
- IPNI, The International Plant Names Index. Retrieved from <http://www.ipni.org>. On: 28 October 2011.
- Jochmann, E. C. G. G. (1854) De Umbelliferarum structura et evolutione nonnulla. Diss. University of Vratslava, Vratslava.
- Khajepiri, M., Ghahremaninejad, F. and Mozaffarian, V. (2010) Fruit anatomy of the genus

- Pimpinella* L. (Apiaceae) in Iran. Flora 205: 344-356.
- Lawton, B. P. (2007) Parsleys, Fennels, and Queen Anne's Lace: Herbs and Ornamentals from the Umbel Family. Timber Press, Portland.
- Luckow, M. and Grimes, J. (1997) A survey of anther glands in the mimosoid legume tribes Parkieae and Mimoseae. American Journal of Botany 84: 285-297.
- Maffei, F., Corsi, G., Pagni, A. M. and Catalano, S. (1987) A contribution to *Apiumnodiorum* (L.) Lag. (Apiaceae) pharmacobotany. Botanica Helvetica 97: 135-145.
- Mariath, J. E. A., Santos, R. P. and Bittencourt, N. S. (2006) In: Anatomia vegetal (Eds. Carmello-Guerreiro, S. M. and Appezzato-Da-Glória, B.) 329-373. Editora Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Melendez-Ackerman, E. and Campbell, D. R. (1998) Adaptive significance of flower color and inter-trait correlations in an *Ipomopsis* hybrid zone. Evolution 52: 1293-1303.
- Mozaffarian, V. (2007) Iranian Flora, Apiaceae. Investigations Institute of Country Forests and Tores, Tehran (in Persian).
- Olle, M. and Bender, I. (2010) The content of oils in umbelliferous crops and their formation. Agronomy Research 8: 687-696.
- Pagni, A. M., Corsi, G. and Cappelletti, E. M. (1986) Fruit morpho-anatomical aspects and secretory structures in three related *Athamanta* species (Umbelliferae). Botanische Jahrbucher 106: 211-220.
- Payer, J. B. (1853) Organogenie des familles des Myrtacées, Punicees, Philadelphées, Loasees et Ombellifères. Annales des Sciences Naturelles 20: 97-128.
- Payer, J. B. (1857) Traite d'Organogénie Comparée de la Fleur. Victor Masson, Paris.
- Proctor, M., Yeo, P. and Lack, A. (1996) The natural history of pollination. Timber Press, Portland, Oregon.
- Rezanejad, F. (2008) The structure and ultrastructure of anther epidermis and pollen in *Lagerstroemia indica* L. (Lythraceae) in response to air pollution. Turkish Journal of Botany 32: 35-42.
- Rezanejad, F. and Majd, A. (2012) The development of inflorescence, flower and pollen in *Tajetes patula* (Asteraceae): flower structural traits in plant-pollinator relationships. Journal of Plant Biology 12: 51-66 (in Persian).
- Sadraei, H., Asghari, Gh. and Khazael, M. (2008) Relaxant effect of four fractions separated from alkaloid extract of *Pycnocyclaspinoso* on rat isolated ileum. Research in Pharmaceutical Sciences 3: 9-14.
- Sadraei, H., Asghari, Gh., Hajhashemi, V. and Nezami, M. (2006) Evaluation of cardiovascular effect of *Pycnocycla spinosa* Decne. ex Boiss. var. *spinosa* extract in anaesthetized rat. Daru Journal of Pharmaceutical Sciences 14: 11-14.
- Sargent, R. D. (2004) Floral symmetry affects speciation rates in angiosperms. Proceedings of the Royal Society, London.
- Sehgal, C. B. (1965) The embryology of *Cuminum cyminum* L. and *Trachyspermum ammi* (L.) Sprague (= *Carum copticum* Clarke). Proceedings of the National Institute of Sciences of India 35: 175-201.
- Stebbins, G. L. (1974) Flowering plants: evolution above the species level. Belknap Press, Cambridge.
- Strauss, S. Y. and Whittall, J. B. (2006) Non-pollinator agents of selection on floral traits. In: Ecology

and evolution of flowers (Eds. Harder, L. D. and Barrett, S. C. H.) 120-138. Oxford University Press, New York.

Yankova, E. (2004) Comparative anatomical study of the fruits of *Angelica pancicii* and *A. sylvestris* (Apiaceae) distributed in the Bulgarian flora. *Phytologia Balcanica* 10: 61-67.

Yari, M., Aghjani, Z., Masoudi, S., Monfared, A. and Rustaiyan, A. (1999) Essential oil of *Pycnocycla flabellifolia* (Boiss.) Boiss. and *Malabaila secacule* (Miller) Boiss. from Iran. *Daru Journal of Pharmaceutical Sciences* 7: 1-3.

The morphological and anatomical studies of inflorescence and male flower in *Pycnocycla nodiflora* Decne. ex Boiss. (Apiaceae)

Nafiseh Sheikhbahaei, Farkhondeh Rezanejad * and Seyed Mansour Mirtadzadini

Department of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Abstract

In this research, morphology and anatomy of male flower structure in *Pycnocycla nodiflora* Decne. ex Boiss. belonging to family Apiaceae were studied.. Application of some characteristics such as inflorescence, umbel florets and fruits in the classification of members of this family have paved the way for studies focusing on the flower structure. Morphological and cytohistological studies were performed by stereo- and light-microscopy using fixation and sectioning. Some morphological specificities of flower in this species included compound umbel inflorescences composed of 3-5 umbellules, involucre with 5 short and triangular bracts, 7 flowers in an umbellule, swollen peduncle in male flowers, heteromorphous sepals, color combination of white and purple of petals. Ttrichoms were abundantly observed on most flower parts. Anthers were dorsifix and structures with wrinkled edges were seen in the middle of male flower receptacles. Anatomical studies demonstrated the presence of secretory ducts with shizogenous development in sepal and petal structures. Hair formation on the epidermis of these structures was increased during maturation. Middle layer was transient and tapetum was of secretory type. Simultaneous cytokinesis produced tetrahederal tetrads. Anther dehiscence was longitudinal and released pollen grains were dumbbell shape. Some anthers in flower as well as some pollen sacs in an anther developed insimultaneously.

Key words: Apiaceae, Flower, *Pycnocycla*, Secretory duct, Microsporogenesis

* Corresponding Author: frezanejad@uk.ac.ir