تاریخ چاپ: تابستان ۱۳۹۱

ساختار گل و نمو بساک و دانهٔ گرده در درخت آسمانی۱ (سیماروباسه۲)

فاطمه موسوی: دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم زیستی
*فرخنده رضانژاد: دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی
احمد مجد، سعید آیریان: دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم زیستی

چکیده

درخت آسمانی[۱] متعلق به خانوادهٔ سیماروباسه[۲]، درختی دوپایه با گل‌های تک‌جنس است، اما هر کدام از گل‌های نر وماده، اندام زایشی جنس دیگر را نیز به‌صورت رشد نیافته و ناقص دارند. در این پژوهش، ساختار گل، گرده و نمو بساک در هر دو نوع گل به‌ویژه گل‌های نر (دارای بساک‌های زایا) با استفاده از روش‌های معمول سلول بافت‌شناختی و نیز میکروسکوپ الکترونی‌نگاره (SEM) بررسی شد. نتایج نشان داد هر گل نر دارای ۱۰ پرچم و مادگی ۵ برچه با برچه‌های رشد نیافته و فاقد تخمک و کیسهٔ جنینی است. گل‌های ماده دارای مادگی ۵-۳ برچه‌ای (اغلب ۵ برچه‌ای) و ۱۰ بساک نازا بدون کیسهٔ گرده و گرده هستند. دیوارهٔ بساک از اپیدرم، لایهٔ مکانیکی، ۳-۲ لایهٔ میانی و تاپی ترشحی تشکیل شده است. لایهٔ تغذیه‌ای (تاپی) چند هسته‌ای و کشیده است و طی نمو دانهٔ گرده تجزیه می‌شود، اما بقایای آن در بساک شکوفا نیز دیده می‌شود. جداربندی از نوع همزمان است که تترادهای چهاروجهی و لوزی‌شکل را ایجاد می‌کند. دانه‌های گرده با میکروسکوپ الکترونی‌نگاره، بیضوی، جور قطب، کشیده و سه‌شکاف منفذی هستند. تزئینات سطح گرده از نوع رگه‌دار- شبکه‌ای است.

مقدمه

تنها ۶ درصد از گونه‌های نهان‌دانه دوپایه با ویژگی تولید گل‌های نر[۳] و ماده[۴] روی پایه‌های جداگانه هستند [۱۳]. در گیاهان دو پایه، نمو گل‌های تک‌جنس از طریق سرکوب یا توسعهٔ هر کدام از پریموردیوم‌های جنسی صورت می‌گیرد [۱۲]. الگوهای نمو جنسیت گیاهان دوپایه را بر اساس مرحلهٔ نموی به سه دسته تقسیم می‌شوند که اختلافات جنسیتی را از لحاظ ریخت‌شناسی آشکار می‌کند [۱۱]. گروه اول دارای جوانه‌های گلی هستند که به‌ندرت پریموردیوم جنس مخالف را تشکیل می‌دهند. در گروه دوم نمو پریموردیوم جنس مخالف بنیان‌گذاری می‌شود، اما در مراحل اولیه سرکوب می‌شود. در گروه سوم نمو اندام‌های جنس مخالف در مراحل پایانی نمو سرکوب می‌شود [۱۲].

واژه‌های کلیدی: درخت آسمانی، نمو بساک، دانه گرده، گل ماده، گل نر، تتراد، تک جنس
دریافت ۸۹/۸/۸ پذیرش ۹۰/۸/۱۰
*نویسنده مسئول frezanejad@uk.ac.ir

۱. *Ailanthus altissima* ۲. Simaroubaceae ۳. Staminate flowers ٤. Pistillate flowers

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

درخت آسمانی متعلق به خانوادهٔ سیماروباسه است. به عقیدهٔ ها[۱] و توماس[۲] [۱۰]، در این خانواده گل‌ها به‌طور کلی دوجنس یا تک‌جنس (نر تک پایه[۳]، دوپایهٔ عمل‌کردی و یا تک پایهٔ مشخص)، اغلب همراه با بقایایی[۴] از جنس مخالفند [۱۰].

درخت آسمانی اساساً درختی دوپایه است. گل‌های ماده ممکن است دارای پرچم باشند اما فاقد گرده هستند [۸]. برخی محققان اظهار داشته‌اند که گل‌ها ممکن است دوجنس و یا این‌که درختان تک‌پایه باشند [۹]. نوت‌بوم[۵] [۸] و هو[۶] (۱۹۷۹) هرگز گل های دو جنس را مشاهده نکردند که احتمالاً گل‌های ماده با پرچم‌های عقیم را به‌عنوان دوجنسی یا هرمافرودیت[۷] عنوان کرده‌اند [۹]. گل‌آذین‌های خوشه گرزن سبز متمایل به زرد در انتهای ساقه‌های جوان قرار گرفته‌اند و گل‌آذین های نر نسبت به گل‌آذین‌های ماده بزرگترند و گل‌های بیش‌تری تولید می‌کنند [۹].

دو پژوهش‌گر به نام‌های هجی[۸] [۷] و انگلر[۹] [۱] گزارش کردند که هر گل دارای کاسه ۵ لوبی و فنجانی کوچک، جام ۵ گلبرگی مشخص و دیسکی غده‌ای[۱۰] ۱۰ لوبی حلقوی است. گل نر دارای دیسکی سبز غده‌ای (ترشحی) و ۱۰ پرچم عمل‌کردی[۱۱] گسترده است که هر کدام دارای بساک زایا کروی هستند. برچه‌ها در این گل ناقص هستند و گاهی گل فاقد برچه است. گل ماده دارای کم‌تر از ۱۰ پرچم نازا با بساک‌های عقیم و دیسک غده‌ای سبز است. مادگی در این گل دارای ٦- ۵ برچهٔ آزاد است که خامه‌ها به‌سمت قاعده به هم نزدیک شده (به صورت آزاد یا متصل) و در انتها به کلالهٔ ستاره‌ای شکل ختم می‌شوند.

پژوهش‌های مروری نشان داد که بررسی‌های انجام شده روی گل این گیاه و تفاوت گل‌های نر و ماده تنها با ویژگی‌های ریخت‌شناختی گل بررسی شده است و هیچ‌گونه بررسی تشریحی و بافت‌شناختی انجام نشده است [۹]. هم‌چنین، نمو بساک و اجزای آن و ساختار گرده بررسی نشده است. در پژوهش حاضر، بررسی ساختار گل، نمو بساک و گرده در هر دو نوع گل به ویژه گل‌های نر (دارای بساک‌های زایا) با استفاده از روش‌های سلول بافت‌شناختی و نیز میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) انجام شد.

مواد و روش‌ها

غنچه‌های گل درخت آسمانی در مراحل مختلف نموی در فصل گل‌دهی (اواسط فروردین تا اواسط اردیبهشت ماه ۱۳۸۹) از محوطهٔ دانشگاه شهید باهنرکرمان جمع‌آوری و برای بررسی‌های تشریحی در محلول FAA (اتانول ۹۵%، آب مقطر، فرمالدئید ٤۰%، استیک اسید گلاسیال، به‌ترتیب به نسبت‌های (۱۰: ۷: ۲: ۱) به‌مدت ۲٤ ساعت تثبیت شدند. پس از آب‌گیری در درجه‌های رو به افزایش الکل، به‌منظور تهیهٔ بلوک‌های پارافینی در مخلوط‌های رو به افزایش الکل-تولوئن، تولوئن- پارافین و پارافین خالص، قرار گرفتند.

---

۱. Hue ۲. Thomus ۳. Andromonoecious ٤. rudiments ۵. Nooteboom ٦. Hu
۷. Hermaphrodite ۸. Hegi ۹. Engler ۱۰. glandular disk ۱۱ . functional

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

برش‌گیری نمونه‌ها با میکروتوم چرخان[1] با ضخامت ۸ میکرومتر انجام و برش‌های حاصل پس از پارافین‌زدایی، با سافرانین[2] و فاست گرین[3] (سبز تند) رنگ‌آمیزی شدند. نمونه‌های مناسب با میکروسکوپ نوری[4] ودوربین دیجیتال عکس‌برداری و بررسی شدند [۳]، [٦]. قطر دانه‌های گرده با استفاده از میکرومتر[5] اندازه‌گیری شد. برای بررسی‌های نگاره، بساک‌ها و دانه‌های گرده روی پایه‌های آلومینیومی[6] چسبانیده شد. پایه‌های آماده شده پس از پوشش‌دهی با طلا با دستگاه پوشش‌دهنده[7] بخش میکروسکوپ الکترونی دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی، با میکروسکوپ الکترونی[8] موجود در دانشگاه شهید باهنر کرمان بررسی وعکسبرداری شدند.

نتایج

ساختارتشریحی گل

برش عرضی گل نیز تک‌جنس بودن گل‌ها همراه با آثار رشد نیافتهٔ اندام زایشی دیگر را نشان داد (شکل ۱ A-F). هر کدام از گل‌های نر وماده دارای یک دیسک هستند که برخی از اجزای گل روی آن واقع می‌شوند (شکل ۱C, F).

گل نر دارای ٥ کاسبرگ جدا و کوچک، ٥ گلبرگ جدا، ۱۰ پرچم، هر یک با ٤ کیسه‌ی گرده و مادگی ٥ برچه‌ای با برچه‌های رشد نیافتهٔ فاقد تخمک و کیسه رویانی است که به‌طور معمول تخمدان‌ها (رشد نیافته) در بخش قاعده‌ای و پرچم‌ها در بخش میانی گل دیده می‌شوند (شکل ۱ A-C).

گل ماده دارای گل‌پوش ٥ بخشی (کاسهٔ گل در برش دیده نمی‌شود) و مادگی ٥-۳ برچه‌ای (اغلب ٥ برچه‌ای) که هر برچه دارای یک تخمک و کیسهٔ رویانی است (شکل ۱ D). همچنین این گل دارای ۱۰ بساک نازا است که این بساک‌ها چهار لوبی هستند و فقط از بافت پارانشیم تشکیل شده‌اند و بدون کیسهٔ گرده و دانهٔ گرده هستند (شکل ۱D, E).

ساختار دانهٔ گرده

گرده‌های رنگ‌آمیزی نشده با میکروسکوپ نوری، زردرنگ، دارای سطح صاف و اندازهٔ ۲۷ میکرومتر هستند و به‌طور معمول در نمای قطبی ٦ وجهی است (شکل ۲ A-D). بررسی‌های میکروسکوپ الکترونی نگاره نشان می‌دهد که بساک‌های نر نسبت به نوع ماده بزرگ‌تر و واجد دانهٔ گرده‌اند (شکل ۳ A-D). شکوفایی بساک در هر دو نوع طولی است اما بساک گل‌های ماده فاقد دانهٔ گرده است (دانه‌های گرده روی بساک‌های ماده متعلق به گل‌های نر هستند که احتمالاً با باد یا زنبورهای گرده‌افشان منتقل شده‌اند) (شکل ۳ A-D). گرده‌ها بیضوی، جور

۱. Rotary microtome ۲. Safranin ۳. Fast green ۴. Japan BH2-Olympus
٥. micrometer ٦. Stubs ۷. SCDOO5BAL-TEC ALCATEL Belgium
۸. Cam Scan Mv 2300 SEM

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

قطب[1] و دارای سه شیارمنفذی[2] هستند. اندازهٔ محور قطبی بزرگتر از محور استوایی (P=27.6 µm, E=15.1 µm, P/E=1.82) و بنا بر این دانه‌های گرده کشیده[3] هستند. شیارها[4] باریک هستند و طول آن‌ها ۲۱/۴ میکرومتر است (شکل ۳ A-F و ۴ A-C). تزئینات سطح گرده از نوع رگه‌دار- شبکه‌ای[5] و اندازهٔ حفرات[6] متفاوت است (شکل ۴ D)، در منطقهٔ قطبی این تزئینات متراکم‌تر بوده و بیش‌تر حالت رگه‌دار[7] هستند (شکل ۴ E, F) اما این تزئینات در محل شکاف‌ها تفاوت چندانی با سایر مناطق ندارد (شکل ۳ F و ۴ A,B)

تشکیل دیوارهٔ بساک

سلول‌های آرکئوسپوری[8] به‌صورت مماسی[9] تقسیم می‌شوند و سلول‌های جداری اولیه و هاگزای اولیه را به‌وجود می‌آورند. لایهٔ جداری اولیه به‌صورت مماسی تقسیم می‌شود و ۲ لایهٔ جداری ثانویه را ایجاد می‌کند، اما برخی سلول‌های آن هنوز در حال تقسیم و به‌صورت دوهسته‌ای دیده می‌شوند (شکل ۵ A). این لایه‌ها ضمن تقسیم و تمایز، لایه‌های دیواره شامل لایهٔ مکانیکی[10]، لایهٔ میانی[11] و لایهٔ تغذیه‌ای[12] را به‌وجود می‌آورند (شکل ۵ B-D). همزمان با نمو بساک، سلول‌های اپیدرمی بزرگ و واکوئلی می‌شوند (شکل‌های ۵ B-D و ۶ B, D) و در اواسط بلوغ گرده (مرحلهٔ دانه گردهٔ تک‌هسته‌ای)، مسطح[13] می‌شوند (شکل ۷ C). سلول‌های لایهٔ مکانیکی تک‌هسته‌ای هستند (شکل‌های ۵ B-D و ۷ B) و در اواسط تمایز گردهٔ واکوئلی و به‌صورت مماسی طویل می‌شوند (شکل ۷ C). در مرحلهٔ شکوفایی بساک (مرحلهٔ تشکیل گردهٔ بالغ)، دیوارهٔ آن‌ها به جز در سمت رو به اپیدرم (بیرونی) ضخیم و فیبری شده و الگوی U- شکل را نشان می‌دهد که این موجب شکوفایی طولی بساک می‌شود (شکل ۸ A, B, D).

لایهٔ میانی در بساک جوان به طور معمول از دو تا سه لایه تشکیل شده است (شکل ۷ B) و به‌تدریج همراه با نمو بساک و گرده تجزیه می‌شود به‌طوری که بقایای آن در اواسط تمایز گرده قابل مشاهده است (شکل ۷ C) و در مرحلهٔ دانه گردهٔ بالغ، به‌طور کامل تجزیه می‌شود (شکل ۸ A, B, D). سلول‌های لایه تاپی در ابتدا تک‌هسته‌ای هستند (شکل ۵ D) اما در مرحلهٔ تقسیم اول میوز(سلول دوهسته‌ای)، اندازهٔ این سلول‌ها افزایش می‌یابد و چندهسته‌ای می‌شوند (شکل ۶ A, B, D). سپس طی تجزیهٔ دیوارهٔ کالوزی و تشکیل دانه‌های گردهٔ آزاد واکوئلی شده و دانه‌های گردهٔ در حال تمایز به‌سمت آن‌ها کشیده می‌شوند که اشاره به نقش ترشحی آن‌ها دارد (شکل ۷ A, B). با پیشرفت تمایز گرده و رسیدن به اواسط بلوغ، لایهٔ تغذیه‌ای به‌صورت تحلیل رفته و کوچک مشاهده می‌شود (شکل ۷ C) و سرانجام در مرحلهٔ دانه گردهٔ بالغ تجزیه شده و از بین می‌روند اگر چه هنوز اثری اثری از بقایای آن‌ها دیده می‌شوند (شکل ۸ A, B, D). بنا بر این دیوارهٔ بساک بالغ شامل لایهٔ مکانیکی فیبری و لایهٔ بشره‌ای است (شکل ۸ A, B, D).

۱. Isopolar ۲. tricolporate ۳. Prolate ۴. colpi
۵. Straite-reticulate ۶. brochi ۷. Straite ۸. Archesporial cells ۹. priclinal
۱۰. Endothecium ۱۱. mesothecium ۱۲. tapetum ۱۳. flatten

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

میکروسپورزایی

بافت هاگزایی که ویژگی آن رنگپذیری بالا، سیتوپلاسم متراکم و هستههای به نسبت حجیم است، فضای کیسهٔ گرده را پر میکند (شکل ۵ B) و طی تقسیمات میتوزی سلولهای مادر میکروسپور را بهوجود میآورد که دارای اندازهٔ بزرگ، هستهٔ حجیم، سیتوپلاسم متراکم واکوئل کوچک هستند (شکل ۵ C, D). این سلولها شروع به ساخت دیوارهٔ کالوزی ویژه میکنند و همزمان با ورود به میوز I توسط دیوارهٔ کالوزی احاطه میشوند (شکل ۵ D) و در پایان میوز I که سلول دوهستهای ایجاد میشود (شکل ۶ A) این دیواره ضخیم میشود. در میوز II، دو هستهٔ سلول دوهستهای همزمان تقسیم و سلول چهارهستهای را بهوجود میآورند (شکل ۶ B). این سلول با تشکیل همزمان شیارهای بهسمت مرکز، تترادهای چهاروجهی را ایجاد میکند که چهار سلول در یک دیواره کالوزی مشترک قرار میگیرد و همچنین بهوسیلهٔ کالوز از هم جدا میشوند (شکل ۶ C). این نوع تتراد اکثریت تترادها را تشکیل میدهد، اگر چه تعدادی تتراد با آرایش لوزیشکل نیز دیده میشود (شکل ۶ D). با شروع تجزیهٔ دیوارهٔ کالوزی گذر از مرحلهٔ تتراد به مرحلهٔ اسپور(گرده) آزاد شروع میشود که در آغاز این مرحله، میکروسپورها هنوز در آرایش تتراد هستند و مقداری دیوارهٔ کالوزی اطراف آنها دیده میشود (شکل ۶ D). میکروسپورها پس از رهایی از تتراد و در ابتدای تمایز دارای هستهٔ مشخص با موقعیت حاشیهای و سیتوپلاسم متراکم هستند و بقایای دیوارهٔ کالوزی هنوز قابل مشاهده است (شکل ۷ A,B). در اواسط تمایز که هنوز دانههای گردهٔ تکهستهای هستند، پوشش کالوزی بهطور کامل از بین میرود و منافذ دانه گرده تشکیل میشوند (شکل ۷ C, D) و سرانجام دانههای گردهٔ بالغ تمایز مییابند (شکل ۸ A-D).

بحث و نتیجهگیری

از زمان داروین (۱۸۷۷)، از لحاظ ریختشناسی، دو تیپ برای گلهای تکجنس شناخته شده است: این دو تیپ ریختشناسی گل در الگوی نمو اولیه تفاوت دارند. تیپ اول گل تکجنس با بنیانهای کامل یک جنس و خاتمهٔ نمو یکی از دو دسته اندام دیگر(مادگی یا نافه) است بهطوری که بقایای ناقص(عقیم) اندامهای جنس دیگر همراه با اندام کامل یک جنس دیگر با هم دیده میشوند. گروه دوم گلها که با عنوان تیپ دو شناخته میشوند از ابتدا تکجنس است و مریستم گل تنها اندامهای مادگی و یا نافه را بهوجود میآورد که مسیر دو جنسی را طی نمیکنند [۵]. بر اساس این تیپهای ریختشناسی گل، درخت آسمانی در دستهٔ اول جای میگیرد و بنیانهای ناقص مادگی و نافه به ترتیب در گلهای نر و ماده مشاهده میشوند.

برخی محققان الگوهای نمو جنسیت گیاهان دو پایه را بر اساس مرحلهٔ نموی به سه دسته تقسیم کردهاند که اختلافات جنسیتی را از لحاظ ریختشناسی آشکار میکند. گروه اول دارای جوانههای گلی هستند که بهندرت پریموردیوم جنس مخالف را تشکیل میدهند. در گروه دوم نمو پریموردیوم جنس مخالف بنیانگذاری میشود، اما در مراحل اولیه سرکوب میشود. در گروه سوم نمو اندامهای جنس مخالف در مراحل پایانی نمو سرکوب میشود [۱۱]، [۱۲]. بنا بر این، مطابق الگوهای نمو جنسیت گیاهان دو پایهٔ درخت آسمانی متعلق به گروه سوم

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

است و نمو اندام‌های جنس مخالف یعنی پرچم‌ها در گل‌های ماده و مادگی در گل‌های نر در مراحل نموی پایانی متوقف می‌شود. بنا بر این، با توجه به این‌که در این گیاه، در مراحل پایانی نمو، تشکیل کیسهٔ گرده‌ای و گرده در گل‌های ماده و تشکیل تخمک و کیسه رویانی در گل‌های نر بازداشته می‌شود، گل‌های بالغ از لحاظ عمل‌کردی تک‌جنس هستند.

تمایز لایه‌های دیواره‌ای بساک در این گونه بدین صورت است که لایهٔ مغذی چندهسته‌ای و کشیده (به صورت مماسی) می‌شود که بیش‌ترین حالت تمایز آن در مرحلهٔ دانه‌های گرده (میکروسپورهای) آزاد است و سپس ضمن بلوغ گرده تجزیهٔ آن شروع شده، به‌صورت مسطح یا مستطیلی شکل در آمده و سرانجام تجزیه می‌شود. نوع این لایه، ترشحی است و در همهٔ مراحل نمو گرده استقرار کناری دانه‌های گرده در مجاورت این لایه دیده شد. لایهٔ مکانیکی نیز مشابه اغلب دولپه‌ای ضخیم‌شدگی‌های فیبری و U شکل دارد که در مرحلهٔ شکوفایی لایهٔ رشد یافته و سازمان یافتهٔ بساک را تشکیل می‌دهد. لایهٔ میانی در این گونه ۳-۲ لایه‌ای مشاهده شد که تجزیهٔ آن به نسبت دیر و در اواسط بلوغ گرده رخ داد.

در رابطه با ساختار دانه گرده، بالرو[۱] و همکاران [۴]، دانه گردهٔ درخت آسمانی را سه منفذی، جور قطب و تخم‌مرغی شکل یا کروی گزارش کرده‌اند [۴] در حالی که مکسیا[۲] و ماکسیا[۳] [۲]، آن را سه شکاف منفذی، جور قطب، نیمه‌کروی[۴] یا کروی و با قطر ۲۵-۲۲ میکرومتر توصیف کرده‌اند [۲]. کوواریک و سائومل [۹]، دانه گردهٔ این گونه را سه شیار منفذی و بیضوی گزارش کرده‌اند [۹]. نتایج این پژوهش در مورد وضعیت و تعداد منافذ یا شیارها با نتایج مکسیا و ماکسیا [۲] و کوواریک و سائومل [۹] هماهنگ است. در مقابل، بررسی شکل دانه‌های گرده نشان داد که گرده‌ها کروی یا نیمه‌کروی نیستند، بلکه کشیده یا بیضی شکل هستند. بالرو و همکاران [۴] و مکسیا و ماکسیا [۲]، قطر دانه‌های گرده را ۲۵-۲۲ میکرومتر و کوواریک و سائومل [۹] آن را به‌طور متوسط ۳۱.۵ میکرومترگزارش کرده‌اند، در حالی که در بررسی‌های ما قطر دانه‌های گرده ۲۷ میکرومتر ثبت شد. به نظر می‌رسد شرایط محیطی یا نوع واریته نیز در اندازهٔ گرده دخیل باشد.

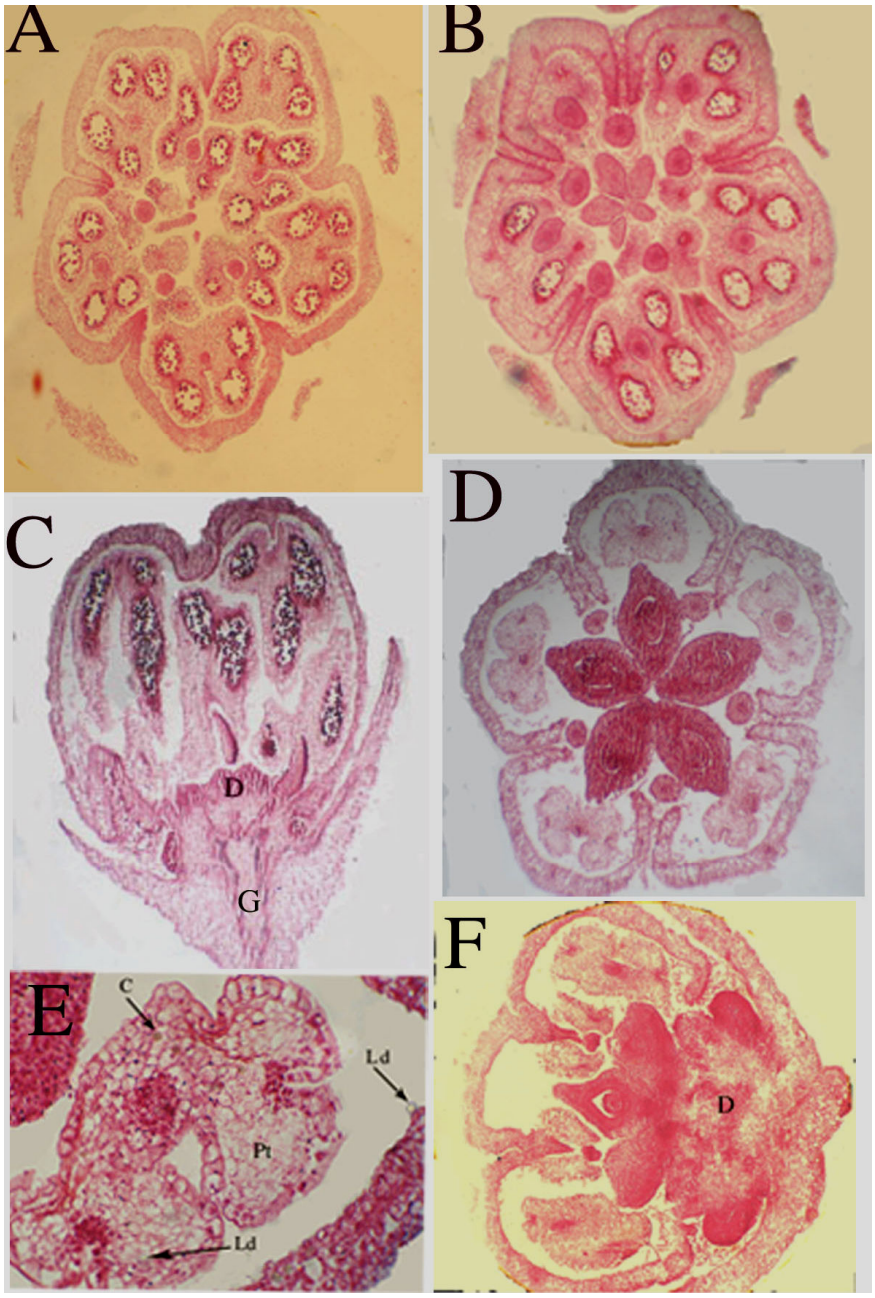
نمو دانه‌های گرده نشان داد که میکروسپورزایی از نوع هم‌زمان است، بنا بر این طی میوز I تقسیم سیتوپلاسم انجام نمی‌شود و در پایان میوز II، پس از تشکیل سلول چهارهسته‌ای جداربندی ایجاد می‌شود.

دانه‌های گردهٔ بالغ سه شیارمنفذی هستند. بررسی‌های میکروسکوپ الکترونی نگاره تزئینات رگه‌دار-شبکه‌ای آن‌ها و نیز سه شیار- منفذ بودن آن‌ها را نشان داد. البته این منفذ به آشکاری و وضوح منفذ در گرده‌های منفذ شیاری[۵] معمول نیست، اما در بخش میانی شیار یک ساختار تا حدودی برآمده دیده می‌شود که نشان‌دهندهٔ منفذ است. پژوهش‌های مروری ما روی نمو بساک و گرده در این گونه و حتی در تیره سیماروباسه تأیید کرد که این پژوهش اولین بررسی انجام شده است، بنا بر این امکان مقایسهٔ ویژگی‌های ذکر شده با گیاه دیگری از این تیره یا با پژوهش دیگری وجود نداشت.

---

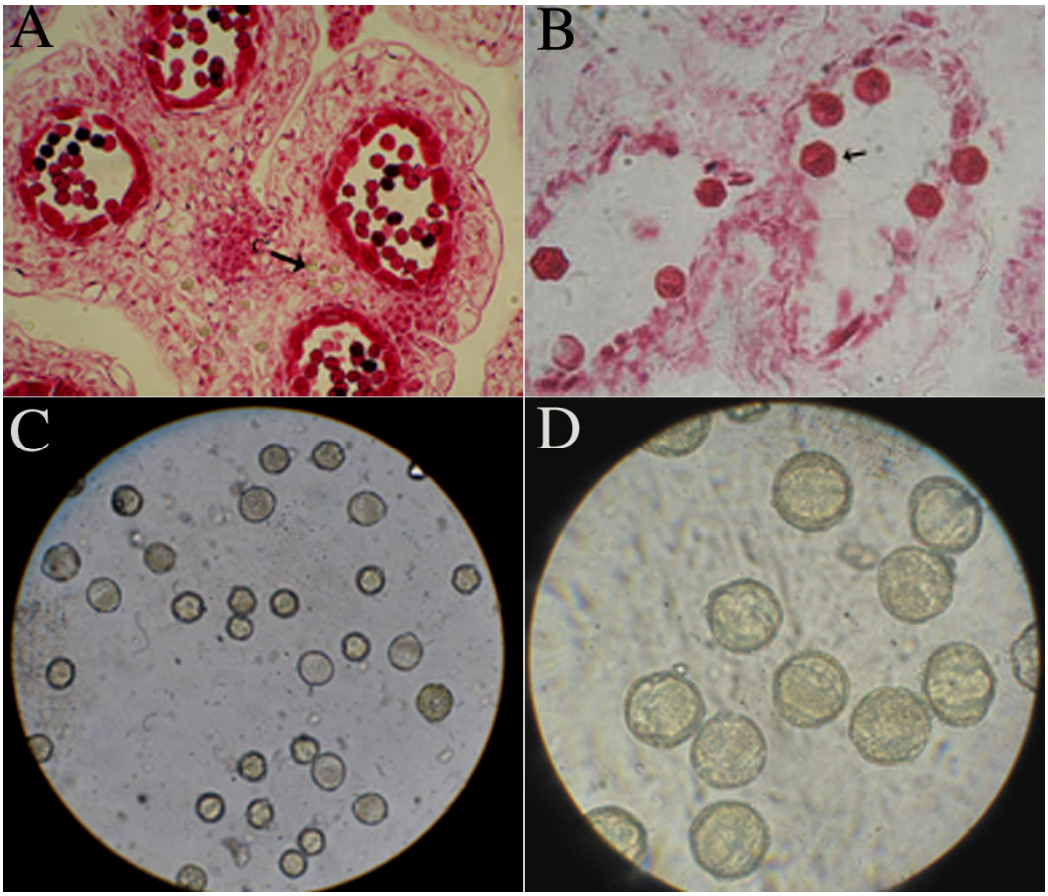
۱. Ballero ۲. Maxia ۳. Maxiae ٤. Suboblate ۵. colporate

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]



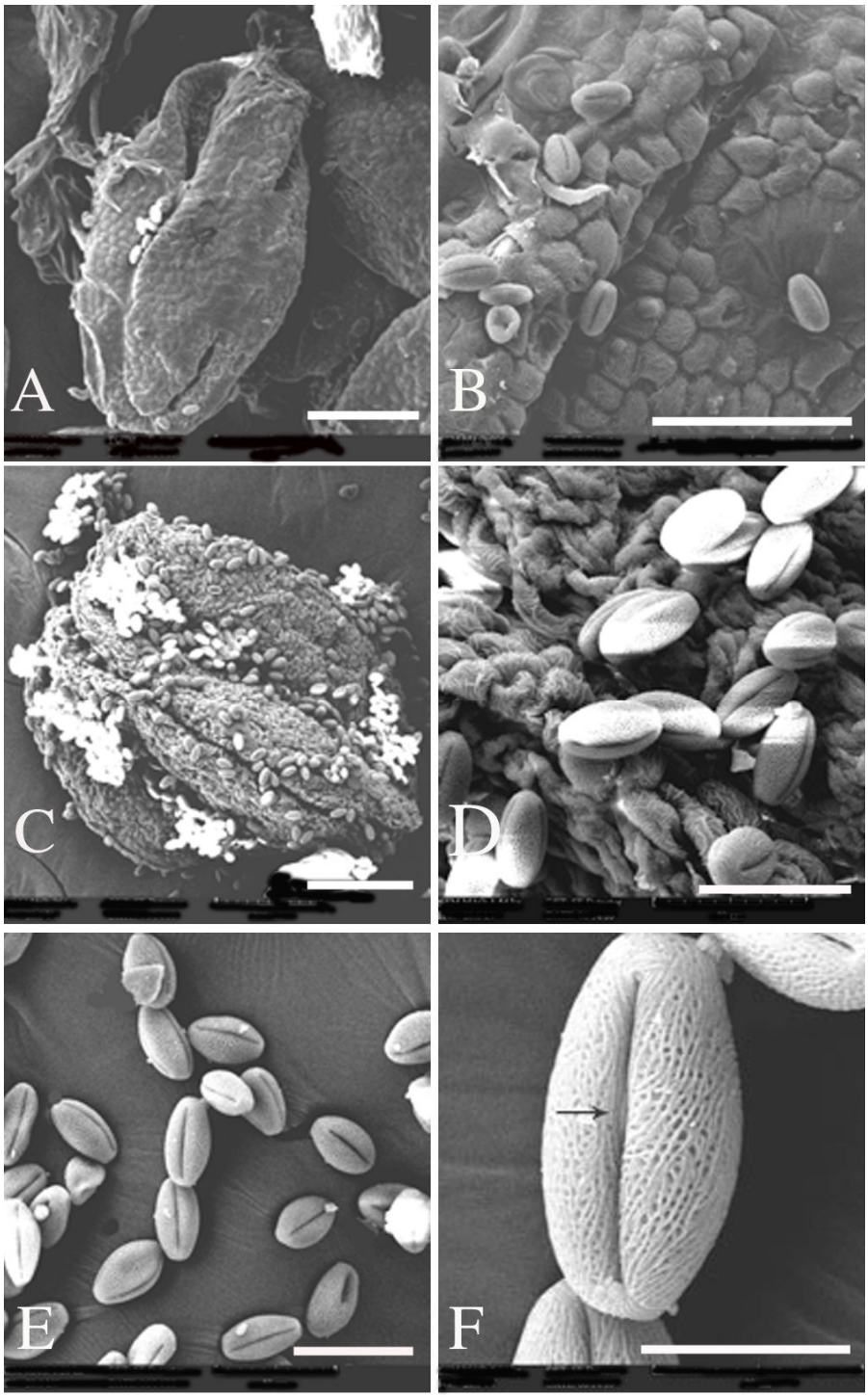
شکلA-F۱. ساختار گل نر و ماده در درخت آسمانی (*A. altissima*). A, B. به ترتیب برش عرضی بخش میانی و قاعده‌ای غنچهٔ گل نر، در B مادگی ۵ برچه ای کوچک ورشد نیافته دیده می‌شود، 100X. C. برش طولی گل نر که دیسک لوبدار، مادگی ناقص و بساک‌ها آشکار هستند، 100x. D. برش عرضی غنچهٔ گل ماده با مادگی ۵ برچه‌ای واجد تخمک و ۱۰ بساک نازا، به دلیل ناجور ریخت بودن پرچم‌ها، تنها ۵ بساک در برش عرضی قابل مشاهده است 120x. E. برش عرضی بساک گل ماده فاقد کیسهٔ گرده و دارای بافت پارانشیم، 600x F. برش طولی گل ماده با بساک‌های نازا، دیسک ۱۰ لوبی و برچه‌ها، 100x E. C= کریستال، D= دیسک، G= مادگی، Ld= قطرات لیپید، Pt= پارانشیم.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]



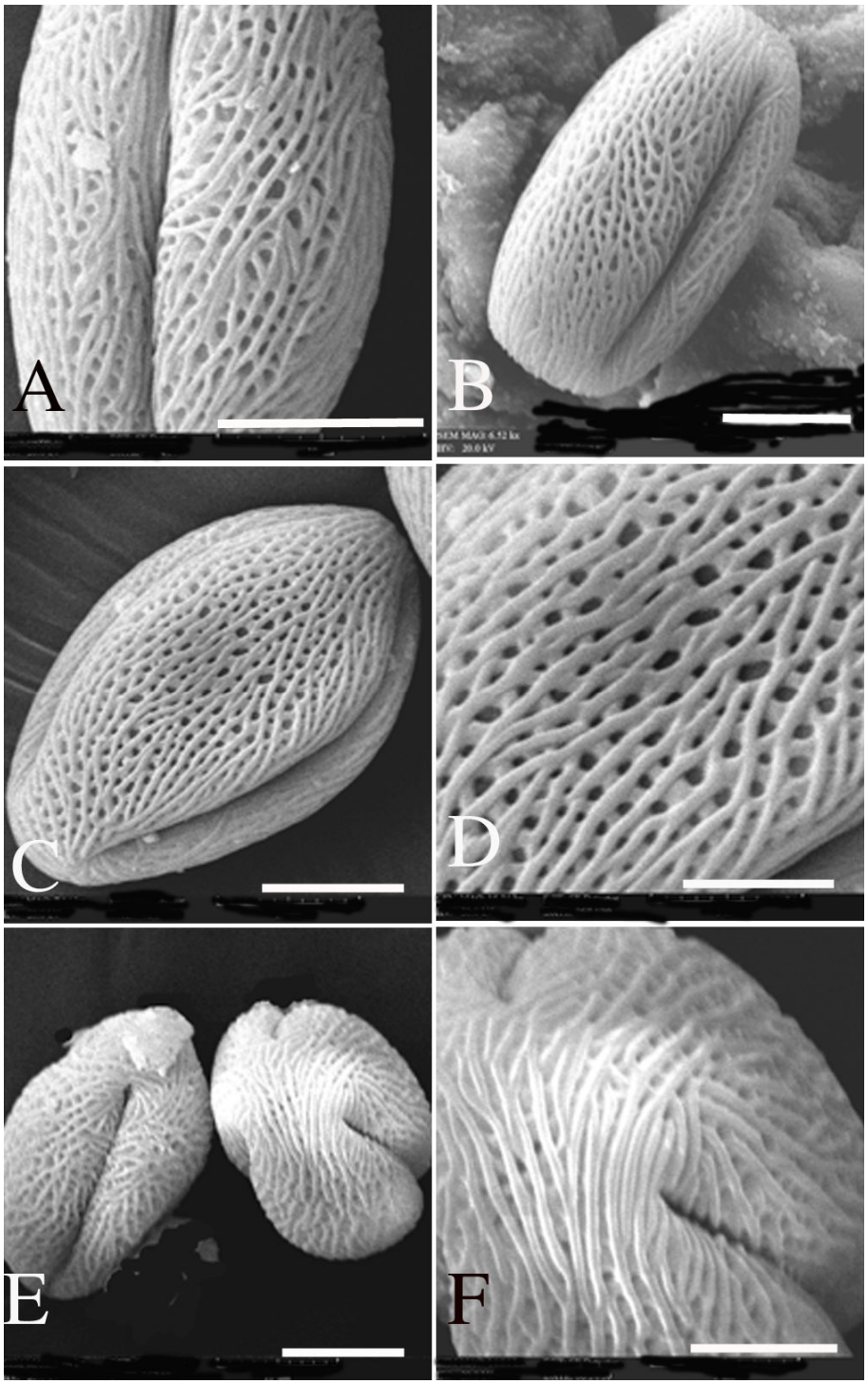
شکل ۲A-D. ساختار دانه گرده در درخت آسمانی (*A. altissima*). A, B: دانه‌های گردهٔ رنگ‌آمیزی شده با سافرانین و فاست گرین که از نمای قطبی حالت شش وجهی آشکار است (B)، به ترتیب 600x و 1200x. C, D دانه‌های گردهٔ بالغ بدون رنگ‌آمیزی با رنگ متمایل به زرد، به ترتیب 400x و1000x. C = کریستال.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]



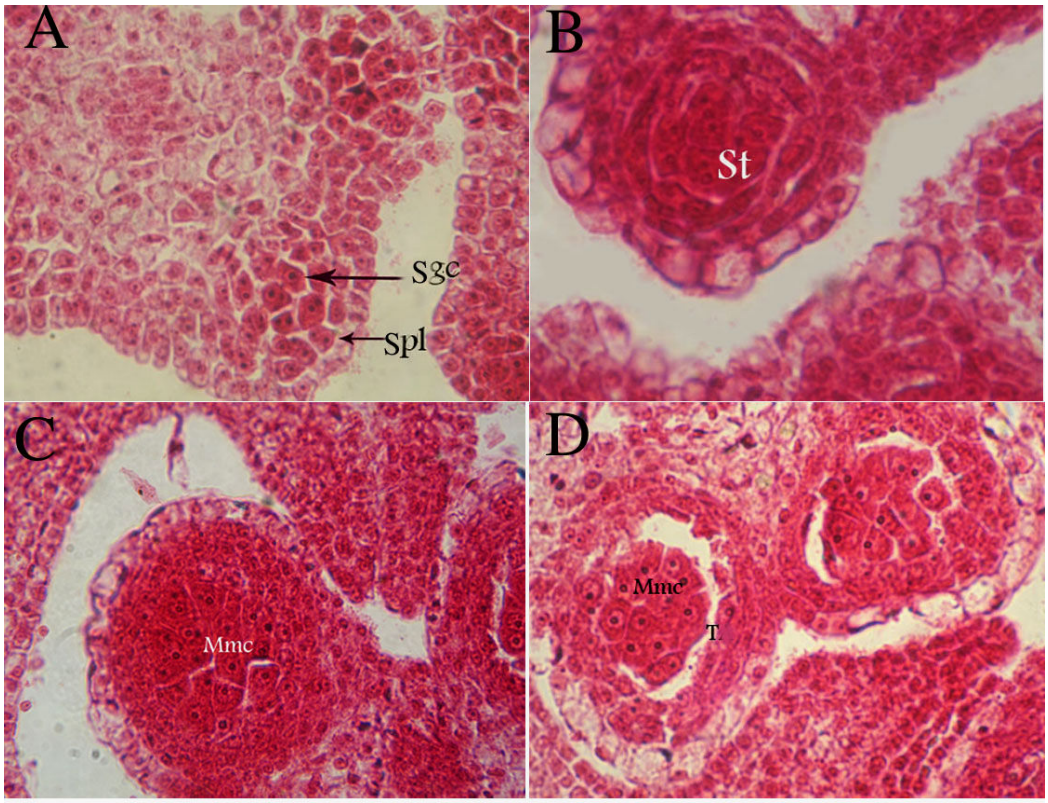
شکلA-F۳. ریزنگاره‌های (میکروگراف‌های) نگاره بساک و گرده در درخت آسمانی (*A. altissima*). A , B: بساک ماده با شکوفایی طولی. C, D: بساک گل نر با اندازهٔ بزرگ‌تر و دارای دانه‌های گرده. E: دانه‌های گردهٔ سه شکافی در سطوح مختلف. F: دانه گردهٔ سه شیارمنفذی، کشیده و بیضی شکل در نمای استوایی، نوک پیکان محل منفذ را نشان می‌دهد، میله‌ها درشت‌نمایی را نشان می‌دهند. میله‌ها به ترتیب 200 µm، 100µm، 200 µm، 50 µm، 50 µm، 20 µm.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

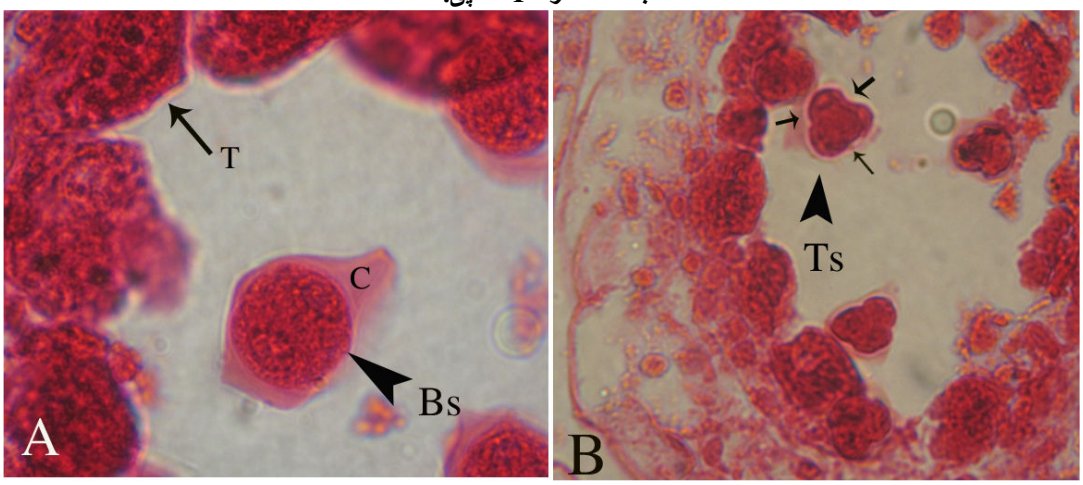


شکلA-F۴. ریزنگاره‌های گرده در درخت آسمانی (*A. altissima*). A نمای استوایی در محل شکاف. B: نمای استوایی در بین دو شکاف (منطقه مزوکولپیومی). C , D: آراستار رگه‌دار- شبکه‌ای با حفرات ناجور حفره (Heterobrochate).F , E: نمای قطبی و تزئینات به نسبت رگه‌دار آن. میله‌ها به ترتیب 10 µm، 10 µm، 10 µm، 5 µm، 10 µm، 5 µm.

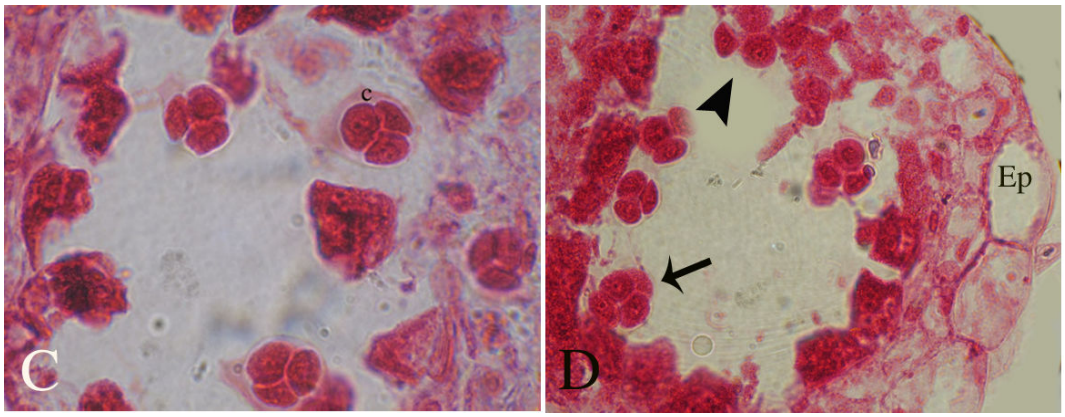
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]



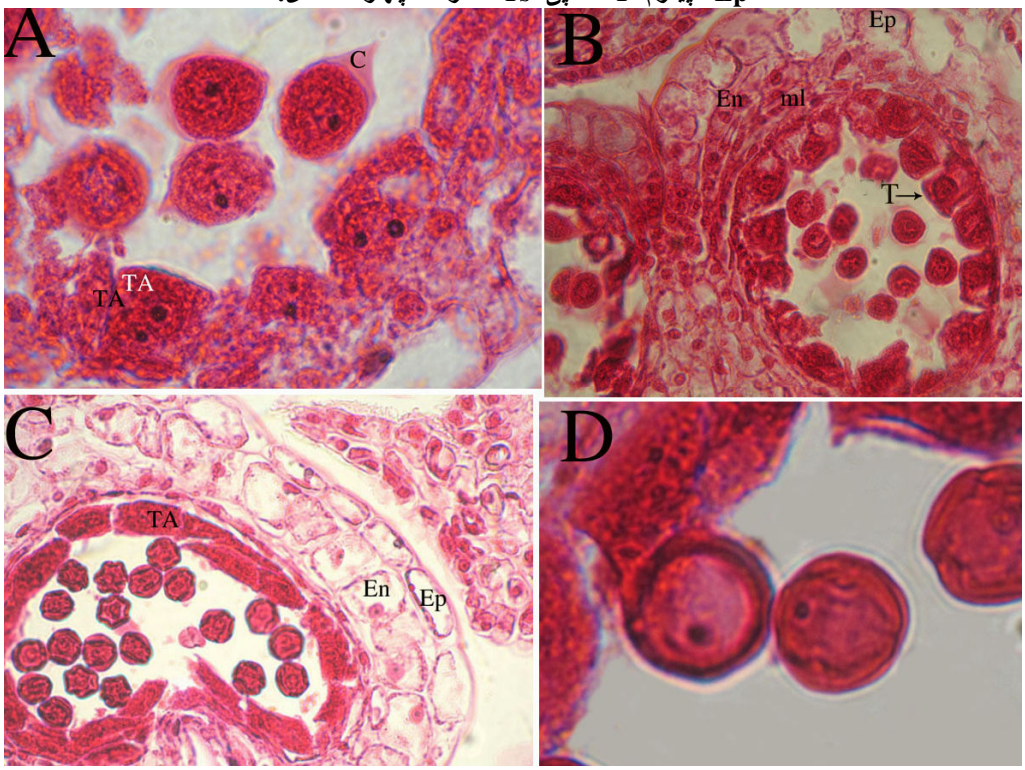
شکلA-D۵. تکوین بساک در درخت آسمانی (*A. altissima*). A: بساک جوان با سلول‌های هاگزا و تقسیم مماسی لایهٔ جداری اولیه برای ایجاد دو لایهٔ جداری ثانویه،1200x. B: بافت هاگـزا با رنگ پذیری بالا، هسته‌های به نسبت حجیم وسیتوپلاسم متراکم، C, D 1200x: مرحلهٔ سلول‌های مادر میکروسپور با هستهٔ حجیم و سیتوپلاسم متراکم، در D سلول‌های مادر میکروسپور از دیوارهٔ بساک فاصله می‌گیرند و شروع تشکیل دیوارهٔ کالوزی در این مرحله دیده می‌شود. در این مراحل لایه‌های دیواره‌ای از سلول‌های مادر میکروسپور قابل تشخیص هستند. با افزایش نمو، افزایش رشد لایهٔ اپیدرمی آشکار است، 1200x .Mmc= سلول مادر میکروسپور، Sgc= سلول هاگـزا، Spl= لایه جداری ثانویه، St= بافت هاگـزا، T= تاپی.



[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

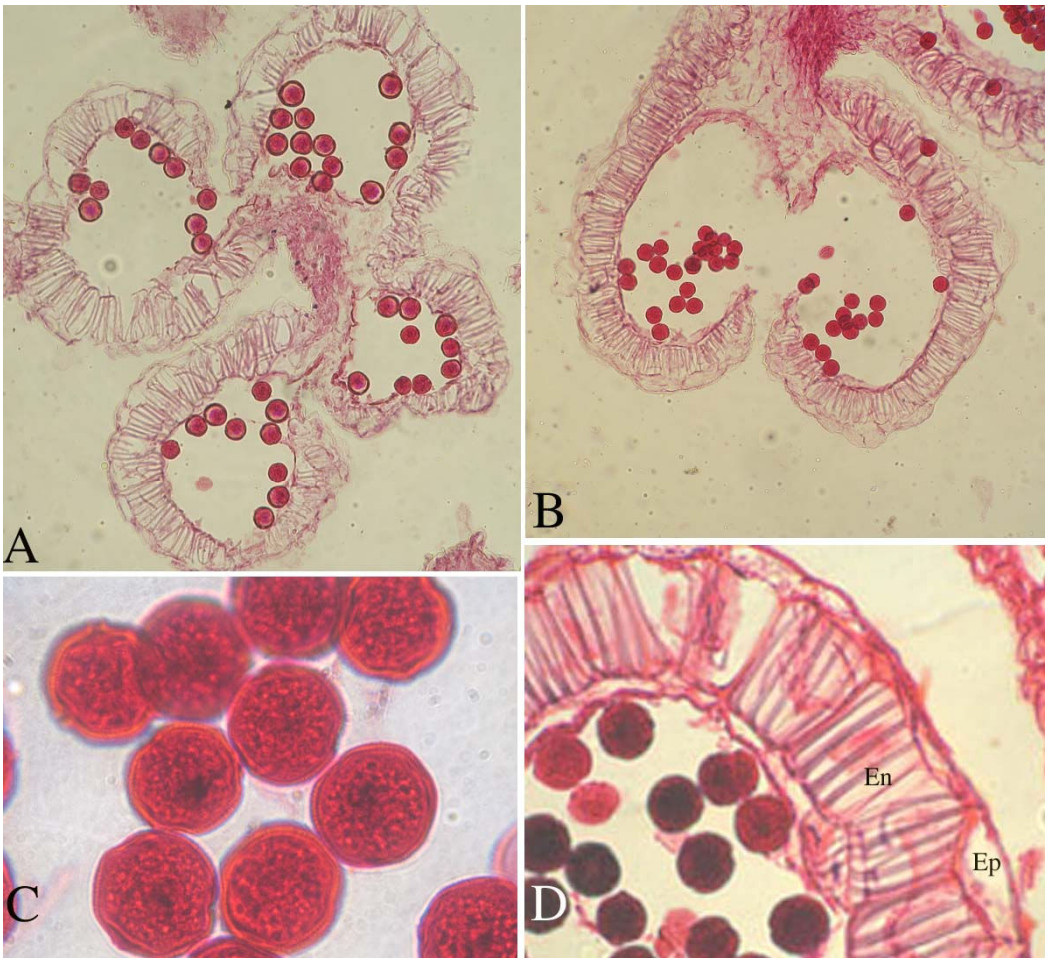


شکل A-D۶. تکوین بساک در درخت آسمانی (*A. altissima*). A: مرحلهٔ سلول دوهسته‌ای، لایهٔ تغذیه‌ای (تاپی) چندهسته‌ای و رشدیافته، 3000x. B: مرحلهٔ سلول چهارهسته‌ای همراه با تشکیل همزمان شیارهای به سمت مرکز، C: 1480x.. مرحلهٔ تتراد (اغلب چهاروجهی)، دیوارهٔ کالوزی اطراف آن‌ها دیده می‌شود، 3000x. D: مرحلهٔ اسپور (دانهٔ گرده) آزاد (نوک پیکان) که میکروسپورها هنوز در آرایش تتراد چهاروجهی هستند، در برخی موارد تتراد لوزی شکل (پیکان) نیز تشکیل می‌شود که تعداد کمتر از نوع چهاروجهی است، 1000x. Bs = مرحله دوهسته‌ای ، C = کالوز، Ep=اپیدرم، T = تاپی، Ts = مرحله چهارهسته ای.



شکلA-D۷. تکوین بساک در درخت آسمانی (*A. altissima*). A, B: دانه‌های گرده در حال تمایز (اوایل مرحلهٔ تمایز) در مرحلهٔ میکروسپور آزاد، سلول‌های تاپی در حال تجزیه و میکروسپورها با هستهٔ مشخص و سیتوپلاسم متراکم در مجاورت تاپی دیده می‌شوند. در B لایهٔ میانی به صورت ۳-۲ لایه‌ای قابل مشاهده است، به ترتیب 3000x و 1200x. C: دانه‌های گرده در مرحلهٔ میانی تمایز، لایهٔ تاپی در حال تجزیه، لایهٔ مکانیکی در حال رشد مماسی و لایهٔ میانی در حال تجزیه دیده می‌شوند، همچنین در این مرحله سلول‌های اپیدرمی به صورت مسطح یا مستطیلی شکل مشاهده می‌شود،1200x. D: دانه‌های گردهٔ مرحلهٔ C با درشت‌نمایی بالاتر که هنوز ارتباط آنها با لایهٔ تاپی (ترشحی) دیده می‌شود، 3760x. C = کالوز، Ep = اپیدرم، En = لایهٔ مکانیکی، ml = لایهٔ میانی، T = تاپی.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]



شکلA-D۸. تکوین بساک در درخت آسمانی (*A. altissima*). A-D: مرحلهٔ بلوغ دانه‌های گرده و شکوفایی بساک (طولی)، لایهٔ مکانیکی فیبری، اپیدرم با سلول‌های مسطح و بقایای اندک تاپی دیده می‌شوند، دانه‌های گردهٔ بالغ نیز تمایز سوراخ‌های رویشی و نمای ۶ وجهی را نشان می‌دهند، به ترتیب 200x،200x،1200x و 1200x. Ep = اپیدرم، En= لایهٔ مکانیکی.

منابع

1. A. Engler.. Die Natürlichen Pflanzenfamilien. vol. 19a (1931) second ed. Wilhelm Engelmann, Leipzig.
2. A. Maxia and L.Maxiae. Ailanthus altissima (Miller) Swingle as a cause of immunoallergic respiratory manifestations. FASC‘ Vol.73 (2003) 27-32.
3. A. SOGO and H. TOBE .Mode of Pollen-Tube Growth in Pistils of Myrica rubra (Myricaceae). A Comparison with Related Families. Annals of Botany Vol 97 (2006) 71–77.
4. Ballero et al Allergy to Ailanthus altissima (tree of heaven) pollen.Allergy‘ Vol.58 (6) (2003) 532-533.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

5. C.H. Mitchell and P.K. Diggle. The evolotion of unisexual flowers: morphological and functional convergence results from diverse developmental transitions.American Journal of Botany‘ Vol.92(7) (2005) 1068-1076.

6. C.H Tsou and Y.L Fu Tetrad Pollen Formation IN *Annona* (Annnonaceae): Promexine Formation and Binding Mechanism American Journal of Botany‘ Vol 89 (5) (2002) 734–747.

7. G. Hegi.. *Illustrierte Flora von Mitteleuropa* Vol 5(1) (1906) Lehmann, München.

8. H.P. Nooteboom. Simaroubaceae, *Flora Malesiana, Ser.* **1.6**, pp. (1962) 193– 226.

9.I. Kowarik and I. Säumel. Biological flora of central Europe: *Ailanthus altissma* (Mill.) Swingle. Evolution and Systematics.Vol‘ 8 (2007) 207-237.

10. P. Hua and Wm. W. Thomas. Simaroubaceae. Foc‘ Vol 11(2008) 100-104.

11. S. Matsunga, S. Kawano. Sex determination by sex chromosomes in dioecious plants. Plant Biol‘ Vol 3 (2001) 481-488.

12. S. Matsunaga, W Uchida, S Kawano. Sex-specific cell Division during development of unisexual flowers in the dioecious plant Silene Latifolia.Plant Physiol‘ Vol 45(6) (2004) 795-802.

13. S.S. Renner. And R.E. Ricklefs. Dioecy and its correlates in the flowering plants.Amer.J.Bot‘ Vol 82 (1995) 596-606.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]