

فصلنامه علوم زیستی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان

شماره پیاپی ۶، جلد ۲، شماره ۳، تابستان ۱۳۸۸، صفحه ۱ تا صفحه ۱۲

بررسی فراساختاری مراحل تکوین سلول‌های پایی در کلاله گل تاتوره (*Datura stramonium L.*)

حسن قاسم پور^۱، محبوبه علی اصغر پور^۲، علی موافقی^۲، محمد رضا دادپور^۳، شهرزاد نصیری سمنانی^۴

۱- گروه زیست شناسی دانشکده علوم پایه و پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان.

۲- دانشیار گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز.

۳- استادیار گروه علوم گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۴- استادیار گروه زیست شناسی دانشکده علوم پایه و پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان. Sh.nasiri92@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۲۷

چکیده

کلاله در تاتوره (*Datura stramonium L.*) به صورت دو لپی پایی دار بوده و در مرحله بلوغ پوشیده از ترشحات چسبناک فراوان است (تیپ کلاله مرطوب پایی دار). اطلاعات اندکی در مورد ترشحات سطح کلاله‌های بالغ تاتوره وجود دارد. هدف از این پژوهش بررسی فراساختاری روند تحولات آنتوژنی پایی در چهار مرحله رشد از کلاله در سطح میکروسکوپ الکترونی عبوری است. پس از جمع‌آوری غنچه‌های ۵-۷۵ میلی متری، جهت بررسی‌های بافت شناسی: مراحل تثبیت، بلوک‌گیری، برش‌گیری توسط اولترا میکروتوم انجام گرفت. برش‌های نازک برای مشاهده با میکروسکوپ الکترونی عبوری با یورانیل استات ۳٪ و سترات سرب رنگ آمیزی ثانویه شدند. طی مراحل نمو کلاله، پایی‌ها و سلول‌های بافت‌های زیرین آن‌ها فعالیت ترشعی داشتند. گسترش قابل توجه شبکه آندوپلاسمی و تغییر شدید محتویات واکوئل طی تکوین پایی‌ها، نقش موثر این اندامک‌ها را در فرآیند ترشح تایید نمود. آغاز ترشح در سلول‌های پایی و ترشعی غنچه‌های ۲۰ الی ۲۵ میلی متری شد. در این مرحله قطرات با تراکم الکترونی زیاد در سیتوپلاسم و واکوئل ظاهر گردیدند. علاوه بر این در سطح شبکه آندوپلاسمی، توده‌های سیاه رنگی مشاهده شدند. این ترکیبات احتمالاً همان مواد ترشعی کلاله بودند. تراکم الکترونی زیاد ترکیبات ترشعی پس از تثبیت ثانویه توسط تتراکسید اسیموم (OSO₄) توسط میکروسکوپ الکترونی عبوری قابل تشخیص گردید. در کلاله بالغ قطرات ترشعی به هم ملحق شده و اجسام اسمیوفیلی را در زیر کوتیکول و در سطح کلاله تشکیل دادند. این روند باعث پیدایش گسستگی‌هایی در کوتیکول و جدا شدن و فاصله گرفتن آن از دیواره سلولی شد.

کلید واژه: پایی، کلاله مرطوب، فراساختار، میکروسکوپ الکترونی عبوری، تاتوره.

مقدمه

زنی برای دانه گرده لازم و ضروری است (۲۴). پایی‌ها سلول‌های کرک مانندی است که به صورت منفرد یا مرکب در سطح کلاله قرار می‌گیرند. بررسی‌های فرا ساختاری پایی‌های گیاه آووکادو (*Avocado*) مشخص نموده که پلاستیدهای متعددی با ماتریکس متراکم از دانه نشاسته به همراه وزیکول‌های گلژی مواد ترشعی به خارج از سلول‌ها منتقل و در میان فضای بین غشا و دیواره سلولی

ترشحات کلاله گیاهان گل‌دار شامل مواد مختلفی از جمله ترکیبات لیپیدی و فنلی می‌باشد (۱۴). ترشحات لیپیدی سطح کلاله نه تنها همانند یک کوتیکول مایع عمل نموده و از تعرق سطحی جلوگیری می‌نماید (۱۶ و ۱۵)، بلکه به عنوان یک لایه محافظت کننده در برابر تغییرات عوامل محیطی نقش دارد (۱۹). این ترشحات در فراهم کردن رطوبت کافی و تنظیم آب لازم جهت جوانه

از نوع مرطوب (گروه ۳) با پوشش ترشحات چسبناک سطحی است (۱). بررسی‌های بافت شناسی مشخص نموده که عمده ترشحات کلاله در این گیاه ترکیبات لیپیدی (۲،۳،۱۲) بوده و در کلاله غنچه‌های ۴۰-۱۵ میلی متری درون سلول‌های کلاله‌ای سنتر و سپس به خارج این سلول‌ها ترشح و روی سطح کلاله تجمع می‌یابند. در غنچه‌های تاتوره (۶۰-۴۰ میلی متر) ترشح لیپیدی بر روی سطح کلاله کمتر، ولی ادامه دارد (۲). هدف از این پژوهش، بررسی بنیادی روی ویژگی‌های فراساختاری و آناتومیکی کلاله و ترشحات کلاله‌ای می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جمع آوری نمونه‌ها

جمع آوری گل‌های تاتوره در تاریخ ۸۱/۹/۱ و ۸۲/۴/۱ از پایه‌های رشد یافته در منطقه چای کنار تبریز انجام گردید. غنچه‌های جدا شده برحسب اندازه و طول به ۱۵ گروه تقسیم بندی شدند (جدول ۱).

تجمع می‌یابند (۲۰). تعداد و اندازه واکوئل‌های سلول‌های پایی وابسته به سن گل می‌باشد، بررسی فراساختاری پایی‌های جوان کلاله توتون (*Nicotiana tabacum*) مشخص نموده که این سلول‌ها دارای واکوئل‌های کوچک با تراکم بالا در سیتوپلاسم و حاوی دانه‌های اسموفیل بوده و به هنگام بلوغ سلول‌ها دارای واکوئل‌های پیوسته و مرکزی می‌باشند (۱۰). پایی‌های کلاله *Tibouchia semidecondra* دارای سیتوپلاسم متراکم، هسته، دیکتیوزوم، میتوکندری، شبکه آندوپلاسمی صاف توسعه یافته و پلاستید هستند (۵). اجسام لیپیدی بر روی دیواره سلولی پایی‌های *Oil palm* الکتروندس بوده (۲۲)، سلول‌های پایی و سلول‌های ترشحاتی کلاله و سلول‌های هدایت کننده خامه فاقد دانه‌های نشاسته‌ای هستند. ریخت‌زایی و آناتومی کلاله در تاتوره (*Datura stramonium L.*) با استفاده از میکروسکوپ نوری و الکترونی توضیح داده شده است. کلاله در تاتوره

جدول ۱- طبقه بندی کلاله تاتوره بر حسب اندازه و طول غنچه

گروه	طول غنچه (میلی متر)	مرحله ریخت شناسی	مراحل
۱	۵	کاسبرگ‌های چسبیده به هم (غنچه‌های بسته)	هیستوژنز
۲	۱۰		
۳	۱۵		
۴	۲۰	جدا شدن انتهای کاسبرگ غنچه‌ها	رشد و نمو
۵	۲۵		
۶	۳۰		
۷	۳۵		
۸	۴۰	وجود گلبرگ‌های سبز رنگ در پوشش کاسبرگ	بلوغ و گرده افشانی
۹	۴۵	خارج شدن گلبرگ سبز از کاسبرگ	
۱۰	۵۰	ظاهر شدن گلبرگ‌های سبز مایل به زرد	
۱۱	۵۵	تغییر رنگ گلبرگ‌ها به رنگ زرد	
۱۲	۶۰	بزرگ شدن گلبرگ‌های زرد رنگ	بعد از گرده افشانی
۱۳	۶۵	شکفته شدن گل (تغییر رنگ گلبرگ به سفید)	
۱۴	۷۰	شکفته شدن گل به طور کامل	
۱۵	۷۵	مراحل از بین رفتن گل	

شده و نهایتاً تبدیل به یک واکوئل درشت می گردند. در داخل واکوئل ها، قطرات اسمیوفیل با دانسیته و اندازه کم و بیش متفاوت قابل مشاهده است، قطرات اسمیوفیل با دانسیته الکترونی اندک به تدریج به داخل واکوئل کشیده شده و در هم ادغام می شوند و توده ای از اجسام بزرگ و بی شکل با اسمیوفیلی اندک را به وجود می آورند، این توده به تدریج در مراحل بعدی از واکوئل ناپدید خواهد شد (شکل ۱B و ۱C). سیتوپلاسم در این مرحله، دارای اندامک های متعددی می باشد، شبکه آندوپلاسمی به صورت دستجات موازی در کنار هم و به صورت گسترده قرار دارند و در برخی از سلول ها، توده ای از لوله های شبکه آندوپلاسمی، به همراه ریبوزوم و میتو کندری در درون سلول ها را می توان مشاهده کرد. پایی ها واجد یک دیواره نازک پکتوسلولزی بوده و کوتیکول به صورت لایه ای بسیار نازک سطح پایی ها را به طور کامل می پوشاند و در سیتوپلاسم می توان تعداد قابل توجهی دیکتیوزوم های نسبتاً فعال مشاهده نمود (شکل ۱D و ۱B).

مرحله رشد و نمو کلالة (غنچه های ۴۰-۲۰ میلی متری)

پایی ها در این مرحله از آنتوزنی کلالة مراحل مختلفی از رشد و نمو را نشان می دهند. تمایز یابی تدریجی این سلول ها از قسمت رأسی محوری شروع شده و به صورت ساتریفوژ و بازی پتال گسترش می یابد. پایی هایی که در رأس و ناحیه فرورفتگی کلالة قرار دارند، زودتر از بقیه پایی های تمایز یافته اند. سلول های پایی در طول مرحله رشد و نمو کلالة عموماً کشیده تر شده و از سطح کلالة دور می شوند. بیشترین حجم سلول را یک واکوئل درشت مرکزی اشغال کرده و ترکیباتی با اسمیوفیلی اندک که در مراحل قبلی درون واکوئل ها و سیتوپلاسم مشاهده می گردید، در طول این مرحله به تدریج ناپدید می شوند. سیتوپلاسم تقلیل یافته به صورت نواری در بین تونوپلاست و دیواره سلولی قرار دارد (شکل ۲A و ۲B). در غنچه های ۳۵-۳۰ میلی متری فعالیت ترشحي در سلول های کلالة ای آغاز و مواد ترشحي به صورت قطراتی در فاصله بین دیواره

گل های جمع آوری شده در گلو تار آلدئید ۲/۵٪ و پارافرمالدهید ۴٪ محلول در بافر فسفات به مدت ۲ ساعت به عنوان تثبیت کننده اولیه تثبیت شدند. پس از این مدت نمونه ها را با بافر فسفات به مدت ۳۰ دقیقه شستشو داده و درون تثبیت کننده ثانویه (تتراکسید اسمیوم ۱٪) تثبیت گردیدند. آب گیری به وسیله اتانل به ترتیب ۳۰٪، ۵۰٪، ۷۰٪، ۹۰٪، ۱۰۰٪ (دو مرتبه)، هر مرحله ۲۰ دقیقه با سه مرتبه تکرار انجام شد. پس از شفاف سازی با اتانول ۱۰۰٪ + پروپیلن اکساید (۱:۱)، به مدت ۲۰ دقیقه برای قالب گیری، درون رزین، درون مخلوط های اتانل / رزین به ترتیب ۳:۱، ۲:۱، ۱:۱، ۱:۲، ۱:۳ و رزین خالص هر کدام به مدت ۸ ساعت در دمای اتاق آغشته شد (۱۴). پس از قالب گیری نمونه ها جهت پلی مریزاسیون در آون ۶۰ درجه به مدت ۱۲ ساعت قرار گرفتند. بلوک های آماده شده با اولترا میکروتوم با ضخامت ۵۰-۲۵ نانومتر برش گیری شده و برای رنگ آمیزی ثانویه برش های نازک، از یورانیل استات ۳٪ و سترات سرب استفاده شد (۱۱).

نتایج

مرحله هیستوژنژ (غنچه های ۱۵-۵ میلی متری)

در غنچه های ۱۵ میلی متری تعدادی از سلول های اپیدرمی کلالة که به پایی تبدیل شده اند را می توان مشاهده کرد. در این مرحله، پایی ها اگرچه به لحاظ شکل و اندازه کمی متفاوت از هم هستند، ولی از نظر ویژگی های سلول شناسی کاملاً قابل مقایسه با یکدیگر می باشند. به طوری که در شکل ۱A مشاهده می شود، پایی در راس کلالة های جوان تا حدودی کشیده و بطری مانند و یا انگشت مانند، در قسمت قاعده به سلول های مجاور و تحتانی متصل و در سایر بخش های طولی از یکدیگر جدا می باشند، ولی در مواردی دو سلول پایی در کنار هم به صورت دوقلوهای به هم چسبیده و دارای یک لایه کوتیکول مشترک مشاهده می شود (شکل ۱A). پایی ها سلول های واکوئلیزه ای هستند که در مراحل اولیه رشد و نمو خود با دارا بودن تعدادی واکوئل کوچک متمایز می شوند و به تدریج با افزایش سن، بر اندازه و تعداد واکوئل ها افزوده

وجود میتوکنندری و هسته قابل مشاهده است. در بررسی واکوئل‌ها مشخص شده که در اوایل این مرحله تعداد قطرات اسمیوفیل داخل واکوئل و سیتوپلاسم کاهش یافته، ولی در اواخر این مرحله تعداد قطرات اسمیوفیل افزایش می‌یابد (شکل ۳C، ۳B، و ۳A). شبکه آندوپلاسمی در این سلول‌ها از گسترش قابل توجهی برخوردار بوده و قطرات کوچک اسمیوفیل غالباً در کنار آن‌ها مشاهده می‌شود که احتمالاً حاصل فعالیت اندک آن‌ها می‌باشد (شکل ۳E و ۳D).

مرحله بعد از گرده افشانی (غنچه‌های بزرگ‌تر از ۶۰

میلی‌متر)

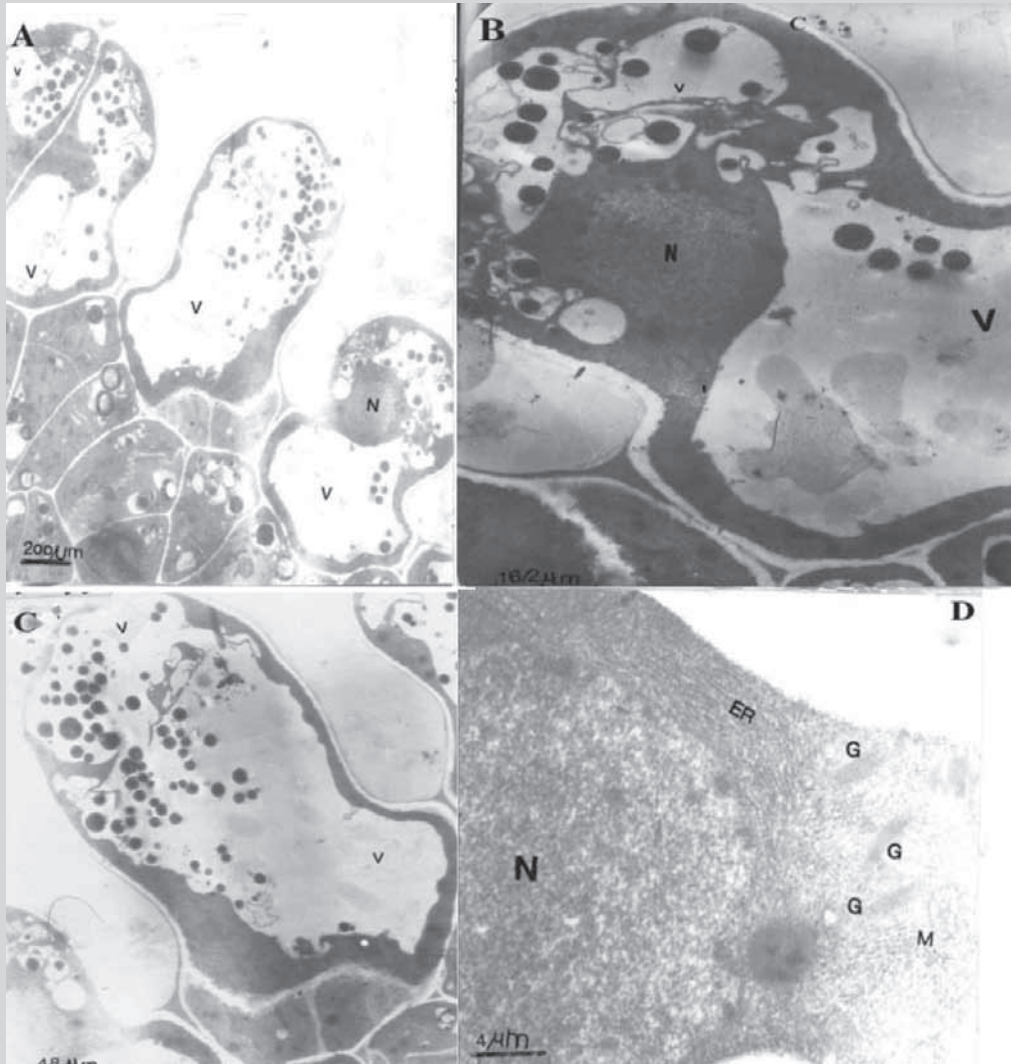
در این مرحله عمل گرده افشانی صورت می‌گیرد و دانه‌های گرده رویش خود را بر روی کلالة آغاز می‌کنند. پایی‌ها و بسیاری از سلول‌های ترشحاتی از سطح کلالة جدا شده و در ترشحات به صورت غوطه‌ور قرار می‌گیرند. در این مرحله مرز لایه کوتیکول از ترشحات سلول‌های کلالة‌ای قابل تشخیص نبوده، سیتوپلاسم سلول کاملاً تحلیل رفته و تنها تعداد کمی اندامک در فاصله تونوپلاست و دیواره سلولی قابل تشخیص است. در اواخر این مرحله سلول‌ها محتویات درونی خود را از دست داده و به اشکال مختلف دیده می‌شوند. با توجه به شکل میچاله شده پایی‌ها در داخل ترشحات کلالة‌ای به نظر می‌رسد که دیواره سلول‌ها به شدت استحکام خود را از دست داده باشند (شکل ۴B و ۴A).

سلولی و کوتیکول پایی‌ها جمع شده و در اثر الحاق این قطرات، لایه پیوسته‌ای در زیر کوتیکول تشکیل و افزایش حجم ترشحات در زیر کوتیکول موجب فاصله گرفتن این لایه از دیواره می‌شود (شکل ۲D و ۲C)، گسیختگی لایه کوتیکول را در بعضی از قسمت‌ها می‌توان مشاهده کرد (شکل ۲E و ۲F) که باعث خروج ترشحات به دام افتاده در زیر کوتیکول می‌شود. البته نباید احتمال عبور ترکیبات ترشحاتی از خلال کوتیکول نازک این سلول‌ها را هم منتفی دانست. اندامک‌های مختلف در داخل سیتوپلاسم این سلول‌ها قابل مشاهده است، اندامک میتوکنندری در این سلول‌ها بیشتر از سایر اندامک‌هاست، تعداد پلاست‌ها بسیار اندک و محدود و شبکه آندوپلاسمی هم در این سلول‌ها از گسترش قابل توجهی برخوردار می‌باشد. غشاء پلاسمائی در این مرحله کاملاً به دیواره سلولی فشرده و تا حدودی چین خورده است (شکل ۲F، ۲E، و ۲G).

مرحله بلوغ و گرده افشانی (غنچه‌های ۶۰-۴۰ میلی

متری)

در این مرحله حجم ترشحات به حدی زیاد است که تمام سطح کلالة را پوشش می‌دهد. تجمع ترشحات در فضاهای بین سلولی، سلول‌های ترشحاتی و جریان آن‌ها به سطح کلالة، باعث جدا شدن سلول‌های پایی از سطح کلالة و قرار گرفتن آن‌ها در ترشحات می‌شود. در این مرحله دانسیته الکترونی دیواره کاهش و ضخامت دیواره افزایش یافته است. سیتوپلاسم تقلیل یافته به صورت نواری باریک مابین غشاء تونوپلاست و واکوئل قرار دارد. با این



شکل ۱ - فراساختار سلول‌های پای درغچه‌های ۱۵-۵ میلی متری

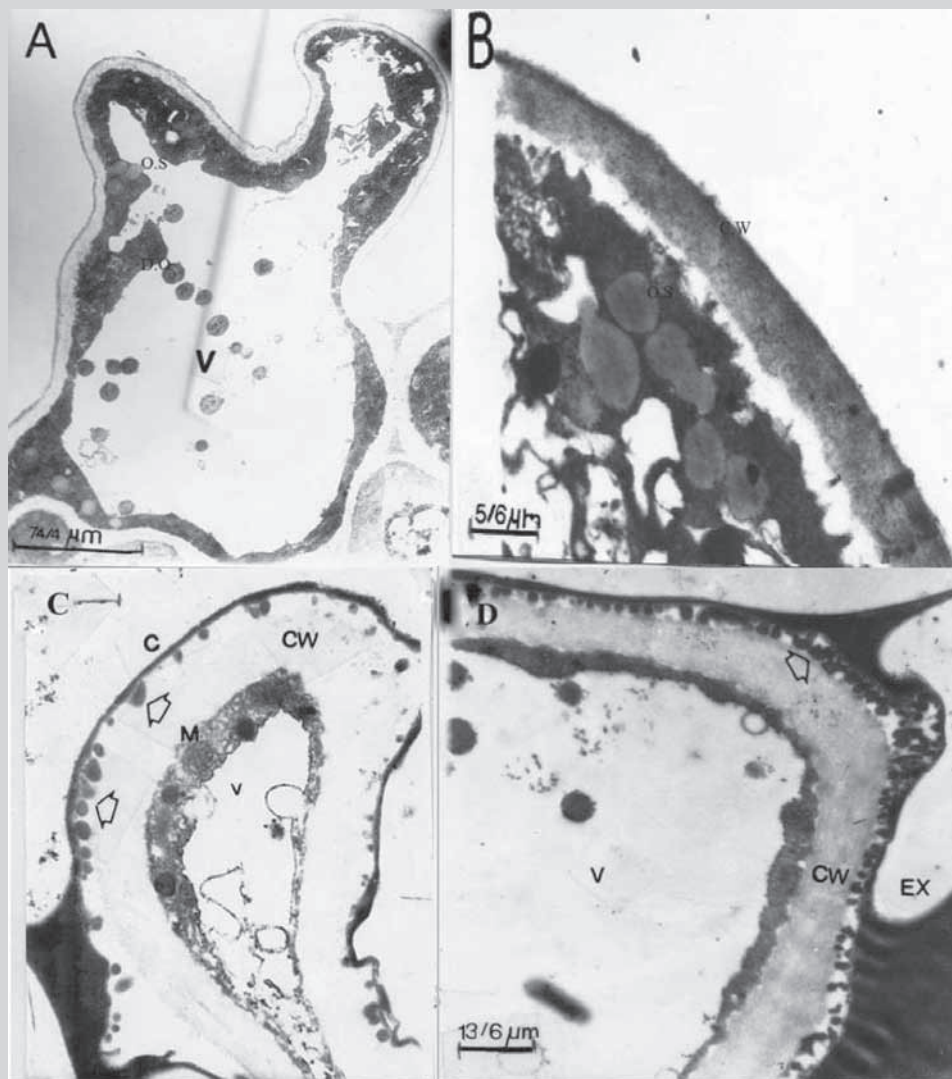
A - نمای سه سلول پای در مرحله هیستوژنز کلالة قابل مشاهده است.

B- پای کلالة در غنچه‌های ۱۰ میلی متری با یک هسته مشخص و اجسام بی شکل و قطراتی با اسمیوفیلی زیاد قابل مشاهده است.

C- پای کلالة در غنچه‌های ۱۵ میلی متری: واکوئل بزرگ مرکزی محتوی اجسام بی شکل با دانسیته الکترونی اندک و قطراتی با اسمیوفیلی زیاد هسته در قاعده سلول قرار دارد.

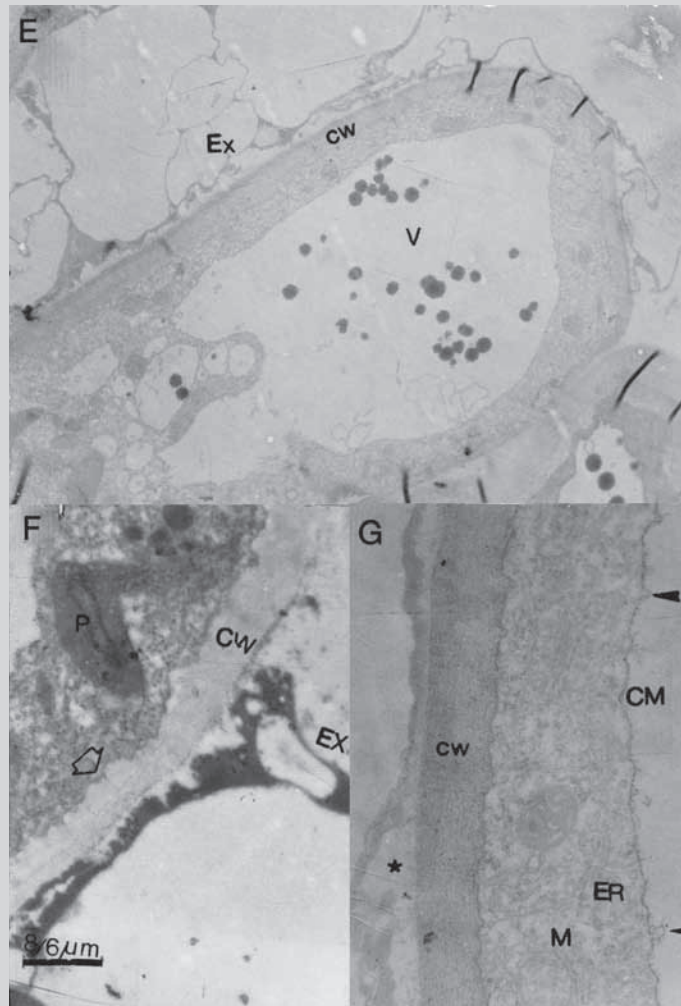
D - سلول پای محتوی سیتوپلاسم، هسته، شبکه آندوپلاسمی گسترده، دیکتیوزوم‌های متعدد و میتوکندری‌ها قرار دارد.

E. R: شبکه آندوپلاسمی G: دستگاه گلژی M: میتوکندری V: واکوئل N: هسته C: کوتیکول



شکل ۲- فراساختار سلول پایی کلاله در غنچه‌های ۴۰-۲۰ میلی متری.

- A- واکنش درشت مرکزی محتوی ذراتی با اسمیوفیلی اندک است.
- B- سیتوپلاسم تقلیل یافته به صورت نواری در بین تونوپلاست و دیواره سلولی قرار گرفته و قطراتی با اسمیوفیلی متفاوت در واکنش و سیتوپلاسم قابل مشاهده است.
- C- قطرات اسمیوفیل در زیر لایه کوتیکول پایی کلاله تاتوره در مرحله ۳۰ میلی متری تجمع یافته است.
- D- تراوش قطرات لیپیدی از لایه کوتیکول پایی کلاله تاتوره در مرحله ۳۵ میلی متری قابل مشاهده است.



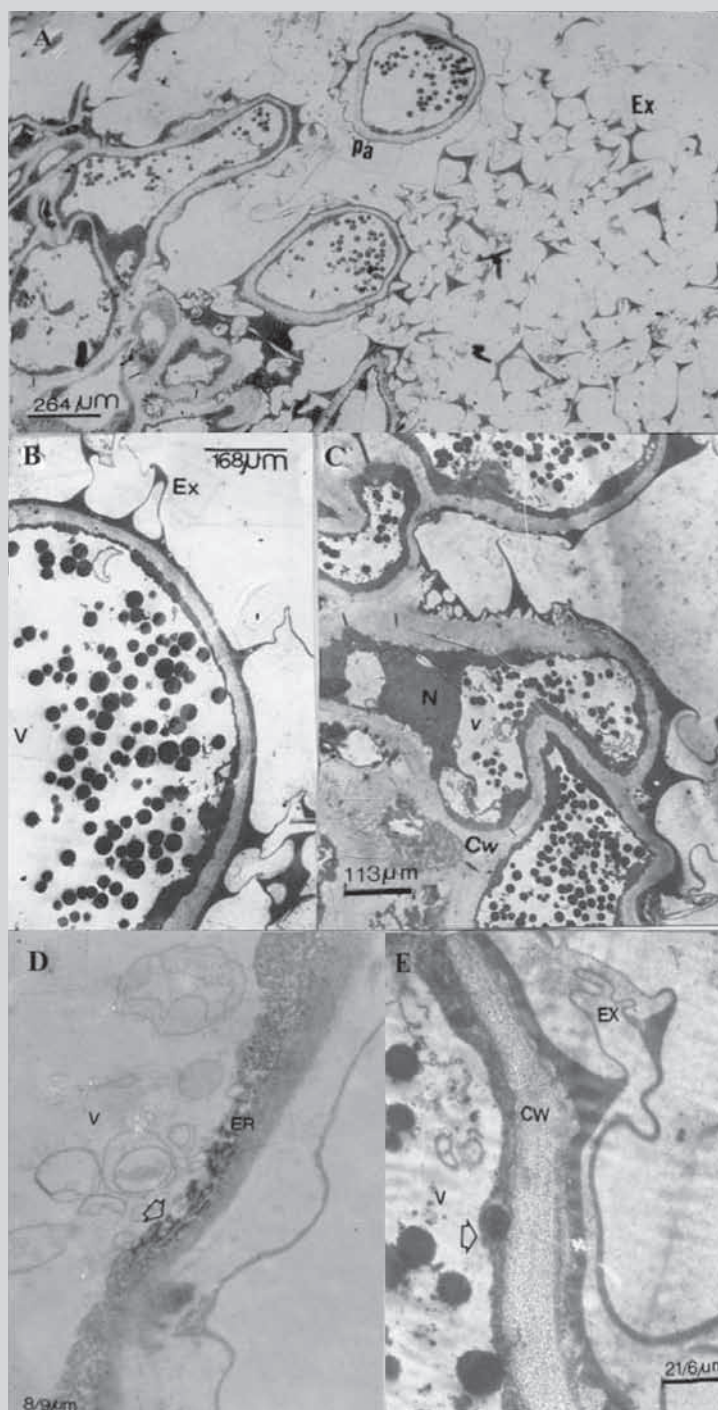
ادامه شکل ۲- فرا ساختار مراحل ترشح سلول های پای کلاله در غنچه های ۴۰-۲۰ میلی متری.

E- تراوش مواد لیپیدی و تجمع آن در سطح سلول پای در کلاله نشان داده شده است.

F- چین خوردگی های متعدد غشا سلول پای کلاله نشان داده شده است.

G- چین خوردگی های غشاء واکوئل و غشاء سلولی پای کلاله نشان داده شده است.

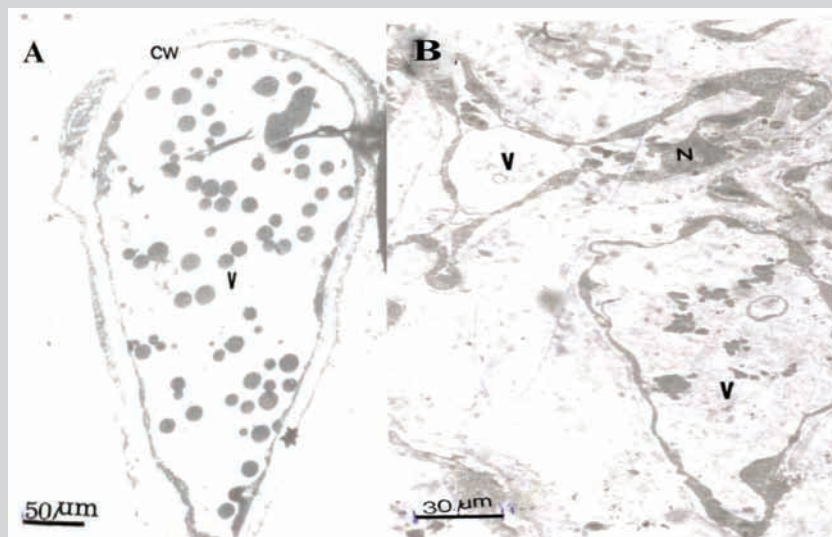
C: کوتیکول، W: دیواره سلولی، V: واکوئل، DO: قطرات اسمیوفیل بیشتر، DL: قطرات لیپیدی، M: میتو کندری، S: D: قطرات با اسمیوفیلی اندک، C، M: غشاء پلاسمائی، ER: شبکه آندوپلاسمی، V: واکوئل، EX: ترشحات لیپیدی.



شکل ۳- فراساختار سلول‌های پایی در مرحله بلوغ و کرده افشانی (غنچه‌های ۴۰ الی ۶۰ میلی متری)

- A- تجمع انبوه ترشحات در فضای بین سلولی و سطح کلاله را نشان می‌دهد.
 B- سیتوپلاسم نواری سلول پایی در بین دیواره سلولی و غشاء تونوپلاست را نشان می‌دهد.
 C- افزایش شدید قطرات اسمیوفیل ضخامت دیواره سلولی را نشان می‌دهد.
 D- فراساختار شبکه آندوپلاسمی پایی کلاله و وجود قطرات اسمیوفیلی قابل مشاهده است.
 E- سیتوپلاسم تحلیل یافته پایی کلاله و وجود قطرات اسمیوفیل در داخل واکوئل و سیتوپلاسم را نشان می‌دهد.

C: کوتیکول، ER: شبکه آندوپلاسمی، V: واکوئل، EX: ترشحات لیپیدی، C. W: دیواره سلولی، Pa: پایی، Ex: ترشحات لیپیدی.



شکل ۴- فرا ساختار سلول‌های پایی بعد از مرحله گرده افشانی (غنچه‌ها بزرگ‌تر از ۶۰ میلی متر)

A- یک سلول پایی جدا شده از سطح کلاله را نشان می‌دهد.

B- دیواره سلول‌های پایی مجاله شده ترشحات سطح کلاله را نشان می‌دهد.

V: واکوئل، N: هسته، Pa: پایی.

بحث

رشد و نمو در ارتباط با سنتز مواد ساختمانی و دیواره سلولی می‌باشد. پای‌های تاتوره از نظر اندامک‌های سیتوپلاسمی؛ مشابه اندامک‌های پای‌های کلاله گیاهان *Sternbergia lutea* (۴)، *Orrithogalum caudatum* (۲۳) و گیاه- *Tibouchina semidecan-* *dra* می‌باشند. مدل تولید ترشحات کلاله در گیاه تاتوره مشابه سایر کلاله‌های مرطوب گیاهان از جمله *Lycopersicum peruvianum* (۹)، *Tibouchina semidecandra* (۵)، *Petunia hybrida* (۱۷، ۲۵)، *Oryza sativa* (۸) *Lycopersicom* (۱۳) *esculentum*، و گیاه *Nicotiana* (۱۰) است. در تمام این گونه‌ها، ترکیبات ترشحاتی ساخته شده در سلول‌های ترشحاتی، در بین دیواره‌های سلول و فضاهای بین سلولی به صورت قطراتی تجمع یافته و با الحاق آن‌ها لایه‌ای با دانسیته الکترونی بالا در سطح کلاله‌های بالغ به وجود می‌آید. بررسی واکوئل‌های پایی در مراحل تکوین کلاله تاتوره نشان داد که در مراحل اولیه رشد کلاله، تعدادی واکوئل کوچک در سیتوپلاسم پایی وجود دارد که به تدریج بر اندازه و تعداد واکوئل‌ها افزوده و با الحاق، واکوئل بزرگ مرکزی تشکیل می‌شود. در طول تکوین سلول‌های پای

پای‌های کلاله تاتوره اگرچه به لحاظ خصوصیات فرا ساختاری به نظر می‌رسند که متفاوت از یاخته‌های ترشحاتی گیاهان هستند ولی با توجه به توانایی سنتز و دفع بعضی از ترکیبات شیمیایی (با ماهیت لیپیدی)، جزء یاخته‌های ترشحاتی قرار می‌گیرند. ویژگی سلول‌های ترشحاتی در گیاهان، داشتن شبکه آندوپلاسمی وسیع و میتوکندری‌های متعدد، نسبت به بافت‌های غیر ترشحاتی است. بنابراین سلول‌های ترشحاتی نسبت به سلول‌های غیرترشحاتی از فعالیت‌های متابولیسمی بالائی برخوردار می‌باشند (۲۱، ۲، ۱۸). در تمام مشاهدات فراساختاری پای‌های تاتوره، واکوئل‌ها تنها ارگانلی بودند که تغییرات قابل توجهی را از خود نشان داده‌اند. اندازه، تعداد، محتویات شیره واکوئلی و تونوپلاست عموماً در طول رشد و فعالیت ترشحاتی پای‌ها تغییرات قابل توجهی را متحمل می‌گردند. در پای‌های جوان و در حال رشد گاهی تجمع توده‌های کوچک و به شدت اسمیوفیل در سطح شبکه آندوپلاسمی مشاهده شده است. در مرحله رشد پای‌ها، دیکتیوزوم‌های فعال به تعداد زیادی در مجاورت غشاء پلاسمائی قابل مشاهده بوده و حضور آن‌ها در سیتوپلاسم پای‌ها در مرحله

با افزایش ضخامت دیواره از تراکم آن کاسته می‌شود، به طوری که دیواره پای‌ی‌ها در مراحل شکفته شدن گل، استحکام خود را از دست داده و سست می‌شوند. چند قسمتی شدن دیواره در طول تکوین پای‌ی کلاله تاتوره مشاهده نگردید. در طول تکوین سلول‌های پای‌ی از حجم و تراکم سیتوپلاسم سلول‌ها کاسته شده و تنها تعدادی اندامک در بین تونوپلاست و غشاء پلاسمائی قابل تشخیص است. در این مرحله از رشد دانسیته الکترونی دیواره پای‌ی‌ها کاهش یافته و پای‌ی‌ها به صورت مجاله شده در می‌آیند. با وجود این هسته و تعدادی اندامک در سیتوپلاسم سلول قابل تشخیص است. ویژگی سلول‌های ترش‌چی در گیاهان دارا بودن شبکه آندوپلاسمی وسیع و میتوکندری‌های متعدد نسبت به سلول‌های غیر ترش‌چی است. سلول‌های ترش‌چی نسبت به سلول‌های غیر ترش‌چی از فعالیت متابولیسمی بالائی برخوردار می‌باشند (۲۱). بر اساس مشاهدات انجام شده به نظر می‌رسد که شبکه آندوپلاسمی از اندامک‌هائی می‌باشد که در فرآیند ترشح ترکیبات لیپیدی پای‌ی‌های کلاله نقش دارد. توده‌های کوچک اسمیوفیل در سطح شبکه آندوپلاسمی صاف (S. E. R) وجود دارند که احتمالاً حاصل فعالیت سنتزی این اندامک‌ها است. واکوئل‌ها هم حداقل به صورت محلی برای انباشت و هیدرولیز ترکیبات ترش‌چی عمل می‌کنند. کشیده شدن قطراتی با اسمیوفیل اندک به درون واکوئل‌ها و ناپدید شدن آن‌ها در درون این اندامک در پای‌ی‌ها مشاهده گردید، که در مراحل بعدی تکوین پای‌ی‌ها هرگز در درون واکوئل‌ها مشاهده نشدند. اجسام مذکور احتمالاً بخشی از ترکیبات ترش‌چی پای‌ی‌ها را تشکیل می‌دهند که پس از هیدرولیز شدن در درون واکوئل از تونوپلاست عبور کرده و از سیتوپلاسم سلول هم به همان روش به خارج دفع می‌شوند. تشکیل قطراتی با اسمیوفیلی زیاد در داخل واکوئل‌ها و سیتوپلاسم و تغییرات تعداد و فراوانی این قطرات در تمام مراحل تکوین پای‌ی‌ها، مشاهده شد.

و افزایش حجم واکوئل‌ها، قطراتی با اسمیوفیلی متفاوت در درون واکوئل‌ها قابل مشاهده است. در اوایل مرحله رشد پای‌ی‌ها قطراتی با اسمیوفیلی اندک در سیتوپلاسم و واکوئل وجود دارند که در مراحل بعدی، این قطرات از سیتوپلاسم و خصوصاً واکوئل‌ها ناپدید می‌شوند. در طول مراحل آنتوزنی پای‌ی‌ها، قطرات به شدت اسمیوفیل درون واکوئل‌ها، افزایش و کاهش‌های متعددی را نشان می‌دهد. بررسی‌های انجام گرفته در سطح میکروسکوپ الکترونی هیچ گونه تراکمی از کلروپلاست‌ها را در سلول‌های پای‌ی نشان نمی‌دهد. سیامپولینی و همکاران در سال ۱۹۹۵ گیاه *Tibouchina semidecandra* را مورد بررسی قرار دادند. در سلول‌های پای‌ی این گیاهان، انباشتگی ترکیبات به شدت اسمیوفیل را در درون واکوئل شناسایی نموده که ماهیت مواد انباشته شده از نوع تانن می‌باشد (۵). سیامپولینی و همکاران در سال ۱۹۹۶ با بررسی پای‌ی‌های گیاه *Vitis vinifera* به وجود یک واکوئل بزرگ مرکزی در سیتوپلاسم سلول‌ها اشاره کرده است که در درون آن اجزاء به شدت الکتروندنس - کدر وجود دارد (۶). بررسی سلول‌های پای‌ی در گیاه *Corylus avellana* توسط سیامپولینی و همکاران در سال ۱۹۹۷، به وجود چندین واکوئل بزرگ با مواد الکتروندنس - کدر اشاره کرده‌اند که از نظر ماهیت شیمیائی تانن شناسایی شده است (۷). در طول تکوین سلول‌های پای‌ی در گیاه *Vitis vinifera*، افزایش ضخامت دیواره سلولی و دو قسمتی (bipartite) شدن دیواره سلولی مشاهده شده است (۶). در گیاه *Corylus avellana* ضخامت دیواره سلولی پای‌ی‌ها در طول تکامل سلول‌ها افزایش یافته و به صورت دو قسمتی در می‌آیند. در هر دو لایه فیبرهای مترکم وجود دارد (۷). در گیاه *Oryza sativa* دیواره سلول به صورت سه قسمتی قابل مشاهده است. قسمت خارجی ضخیم تر بوده و از دانسیته الکترونی بالائی برخوردار است. لایه میانی دارای دانسیته الکترونی بیشتری نسبت به لایه داخلی است (۸). در گیاه تاتوره، افزایش تدریجی دیواره سلولی در طول مراحل آنتوزنی مشهود است. به نظر می‌رسد که،

منابع

1. Aliasgharpour, M., Hekmatshoar, H., Hosseyni, M. S. (2000). Stigma of *Datura stramonium* L. (Solanaceae): histogenesis, morphology and developmental anatomy. J. Sci. I. R. of Iran, 11, 267.
2. Aliasgharpour, M., Hekmatshoar, H., Hosseyni, M.S., Some-eh, F.(2004). Lipids in the stigmatic secretion of *Datura stramonium* L.(Solanaceae). Iranian Journal of Science & Technology, Transaction A,28(1),19-31.
3. Arbeloa, A., Herrero, M. (1987). Germination y difusion proteins del pollen de *Melo cottonero*. Itea, 69, 47.
4. Ciampolini, F., Shivanna, K.R., Cresti, M. (1990). The structure and cytochemistry of the pistil of *Sternbergia lutea* (Amaryllidaceae). Annals of Botany, 66,703-712.
5. Ciampolini, F., Faleri, C., Cristi, M.(1995). Structural and cytochemical analysis of the stigma and style in *Tibouchina semidecandra*. Annals of Botany, 76,421-427.
6. Ciampolini, F., Faleri, C., Di pietro, D., Cresti, M. (1996). Structural and cytochemical characteristics of the stigma and style in *Vitis Vinifera* L.var. *Sangiovese* (vitaceae). Annals of Botany, 78,759-764.
7. Ciampolini, F., Cresti, M. (1998). The structure and cytochemistry of the stigma – styl complex of *Corylus avellana* L.(Corylaceae). Annals of Botany ,81,513-518.
8. Ciampolini, F., Shivanna, K.R., Cresti, M. (2001). Organization of the stigma and transmitting tissue of Rice , *Oryza sativa* L. Plant Biol, 3,149-155.
9. Cresti, M., Van went, J.L., Pacini, E., Willemse, W.T.M.(1976). Ultrastructure of transmitting tissue of *Lycopersicum peruvianum* style: development and histochemistry. Planta, 132,305-312.
10. Cresti, M., Keizjer, C. J., Tiezzi, A., Ciampolini, F., Focardi, S.(1986). Stigma of *Nicotiana*: ultrastructural and biochemical studied. Amer. J. Bot, 73, 1713-1722.
11. Feder, N. O., Brien, T. P. (1968). Plant micro technique: some principles and new methods, Amer. J. Bot, 55, 123.
12. Herrero, M., Dickinson, H. G. (1980). Pollen tube growth following compatible and incompatible interspecific pollinations in *Petunia hybrida*. Planta, 148, 217.
13. Kim, S., Mollet, J.C., Donge, J., Zhang, K., Park, S.Y., Lord, E.M. (2003). Chemocyanin, a small basic protein from the *lily* stigma, induces pollen tube chemotropism. Plant Biol, 100, 16125–16130.
14. Knox, R. B. (1984). Pollen- pistil interaction. In Linskens, H. F. & Heslop-Harrison, J., [eds]. Cellular interactions, 508, Springer- Verlag, Berlin, Heidelberg, NY.
15. Konar, R. N., Linskens, H. F. (1966). The morphology and anatomy of the stigma of *Petunia hybrida*. Planta, 71, 356.
16. Konar, R. N., Linskens, H. F. (1966). The physiology and biochemistry of the stigmatic fluid of *Petunia hybrida*. Planta, 71, 372.
17. Konar, R.N., Minskens, H.F. (1966). The morphology and anatomy of the stigma of the *Petunia hybrida*. Planta, 71,356-371.
18. Lord, E.M., Russell, S. D.(2002). The mechanisms of pollination and fertilization in plant. Annual Review of Cell and Developmental Biology, 18,81-105.
19. Mackenzie, J. C., Yoo, B. Y., Seabrook, J. E. A. (1990). Stigma of *Solanum tuberosum* CV. Shepody, morphology, ultrastructure and secretion. Amer. J. Bot, 77,1111.
20. Sedgley, M., Buttrose, M. S. (1978). Struc-

ture of the stigma and style of the *Avocado*. Australian Journal Botany, 26,667-682.

21. Ska, M.S., Davies, K.L., Gregg, A. (2004). Nectary structure and nectar secretion in *Maxillaria coccinea*. Ann. Bot, 93,37-95.

22. Tandon, R., Manohara, T. N., Nijalingappa, B. H. M., Shivanna, K. R. (2001). Pollination and pollen –pistil interaction in *Oil palm, Elaeis guineensis*. Annals of Botany, 87,831-838.

23. Tilton, V.R., Horner, H.T. (1980). Stigma, style and opturator of *Orrithogalum caudatum* (Liliaceae) and their function in the reproductive

process. American Journal of Botany, 67, 1113-1131.

24. Vasil, I. K. (1974). The histology and physiology of pollen germination and pollen tube growth on the stigma and in the style. In Linskens, H.F., [ed], Fertilization in higher plants, 105. North Holland Publishing Co. Amsterdam.

25. Unal, M. (1986). A comparative cytological study on compatible and in-compatible pollen tubes of *Petunia hybrida*. Istanbul Univ Sci Fac J Series B, 51,1-12.

