

## بررسی ساختار و وقایع تکوینی اندام‌های زایشی و دانه در گونه *Onobrychis viciifolia*

نیره اولنج\*، نیره تنعمی و مریم کولیوند

ایران، همدان، دانشگاه ملایر، دانشکده علوم پایه، گروه زیست‌شناسی

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۲۵

تاریخ دریافت: ۹۹/۹/۴

### چکیده

ساختار و وقایع تکوینی اندام‌های زایشی و دانه در گونه *Onobrychis viciifolia* Scop. (Fabaceae). برای اولین بار توسط میکروسکوپ نوری و با استفاده از فنون مختلف رنگ‌آمیزی مورد بررسی قرار گرفت. مادگی پایک‌دار این گیاه دارای کرک‌های بلند و یک تخمک است. تخمک بالغ خمیده، پرخورش و دو پوششی است و دارای سفت زیگزاگی می‌باشد. میوز مگاسپوروسیت به تشکیل یک تتراد T شکل می‌انجامد. در *Onobrychis viciifolia* کیسه‌روییانی از نوع پلی‌گونوم است. هسته‌های قطبی در نزدیکی دستگاه تخم‌زا هستند. تلفیق آنها سریع و قبل از لقاح است. بافت آندوسپرم دانه در ابتدا حالت سنوسیتیک دارد. پوسته دانه شامل لایه کوتیکول، ماکرواسکلرید و استئواسکلرید ضخیم است که در زیر آن لایه پارانشیمی با تجمع نشاسته بالا قرار دارد. در ناف دانه، لایه نردبانی دولایه، اثر تراکنید و پارانشیم زیر نافی دیده می‌شود. تکوین بساک زمانی که گل‌ها خیلی کوچک هستند آغاز می‌شود. بساک‌ها چهار کیسه‌گرده‌ای هستند و تکوین دیواره از نوع دولپه ای می‌باشند که متشکل از چهار لایه شامل: اپیدرم، لایه مکانیکی، یک لایه میانی و تاپی ترش‌حی است. تکوین گرده‌ها در کیسه‌های گرده یک بساک هم‌زمان است. دانه‌های گرده بالغ بیضی شکل و دو سلولی هستند. در زمان شکوفایی بساک ضخامت فیبری لایه مکانیکی افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: تخمک، کیسه‌روییانی، مگاسپوروسیت، بساک، *Onobrychis viciifolia*

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۸۱۳۲۳۵۵۳۳۸، پست الکترونیکی: n.olanj60@gmail.com

### مقدمه

در پژوهش حاضر بمنظور بررسی دقیق‌تر ویژگی‌ها و مراحل رویان‌شناسی این گیاه، ساختار تشریحی مادگی، پرچم، دانه و همچنین مراحل تکوینی این اندامها در گونه مورد نظر به تفصیل توسط میکروسکوپ نوری و برخی معرف‌های اختصاصی مورد بررسی قرار گرفت. از اهداف این بررسی می‌توان به مطالعه عمیق‌تر صفات و مراحل تکوینی این گیاه و گسترش شناخت ما از ویژگی‌های رویان‌شناسی تیره مورد نظر اشاره نمود. علاوه بر آن، مقایسه ویژگی‌ها و مراحل متعدد و با ارزش رویان‌شناسی از این گیاه، می‌تواند در بررسی‌های تبار شناختی تیره پروانه‌آسیان مورد استفاده قرار گیرد.

گونه *Onobrychis viciifolia* چند ساله با ساقه‌های متعدد، سبز رنگ، ضخیم و بلند، با ارتفاع ۱۰۰ تا ۱۶۰ سانتی‌متر است. برگ‌ها مرکب، بصورت ساقه‌ای، دارای دم‌برگ خیلی کوتاه و تقریباً بدون کرک هستند، برگ‌های پایینی دارای دم‌برگ بلند با ۸-۶ جفت برگچه، به شکل مستطیلی یا تخم مرغی تا بیضوی می‌باشند. گل‌آذین خوشه، کرک‌دار و دارای سر نیزه ای - درفشی به طول ۳ میلی‌متر است. کاسبرگ به طول ۵-۶ میلی‌متر با دندان‌های خطی تا درفشی، لوله کاسه ۲ تا ۲/۵ برابر بلندتر از دندان‌ها است. جام گل صورتی رنگ، درفش تقریباً هم اندازه با ناو، لگوم ۷-۵ میلی‌متر، تقریباً گرد و کروی با کرک‌های کوتاه است (۳۸).

## مواد و روشها

گیاه *O. viciifolia* از رویشگاه‌های طبیعی استان همدان (شهرستان ملایر، جاده ملایر-اراک، نرسیده به روستای میشن، ارتفاع ۱۸۹۳ متر) از اواخر اردیبهشت تا اواخر خرداد ماه سال ۹۶ جمع‌آوری و در هرباریوم دانشگاه ملایر نگهداری شد.

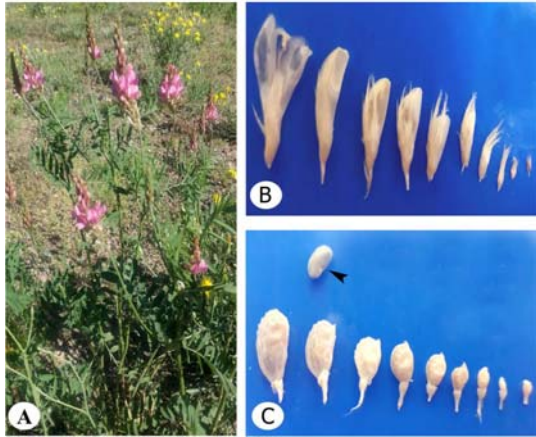
بمنظور مطالعات میکروسکوپ نوری، جوانه‌های کوچک، گل‌ها و دانه‌ها در مراحل مختلف تکوینی، پس از تثبیت در FAA70 (فرمالین، استیک اسید و اتانول) و شستشو با آب جاری، در الکل ۷۰ درصد ذخیره‌سازی شدند. بافت‌های قالب‌گیری شده در پارافین، توسط میکروتوم دستی (دید سبز، Semi-automatic، مدل: DS 9209، ایران) با ضخامت ۶ میکرومتر برش‌گیری شدند. پس از مراحل پارافین‌زدایی، رنگ‌آمیزی با روش مضاعف هماتوکسیلین-ائوزین صورت گرفت. برش‌های متعددی برای هر مرحله رویان‌شناختی به کمک میکروسکوپ نوری Hund wetzlar دارای دوربین دیجیتال در بزرگنمایی‌های مختلف عکس‌برداری شد.

بمنظور بررسی‌های دقیق‌تر از تکوین مادگی و دانه این گیاه که دارای ساختار ویژه‌ای می‌باشند، برش‌های دستی نیز تهیه شد که توسط رنگ‌های مختلفی نظیر لوگول، استوکارمن و متیلن بلو رنگ‌آمیزی شدند.

## نتایج

**تکوین مادگی، تخمک و دانه در گیاه *O. viciifolia***: گیاه *O. viciifolia*، گیاهی علفی و یک ساله با گل‌آذین خوشه-ای است. در این گیاه گل کوچک، دوجنسی، پروانه‌آسا و به رنگ صورتی است (شکل ۱A). کاسه زنگ‌مانند گل از پنج کاسبرگ پیوسته تشکیل شده است که در مراحل اولیه نمو تمام اجزای گل را پوشش می‌دهد. جام گل دارای پنج گلبرگ است: یک گلبرگ درفش، دو گلبرگ بال، دو گلبرگ ناو. درفش حاشیه‌های توسعه یافته‌ای دارد و همه اجزای گل را در برمی‌گیرد. در این گیاه گل دارای تخمدان

فوقانی است (شکل ۱B). یک دانه کلیوی شکل درون میوه *O. viciifolia* که بصورت نیام ناشکופا با تزئینات مشبک است، وجود دارد (شکل ۱C).



شکل ۱- فرم رویشی، گل، میوه و دانه گیاه در *O. viciifolia*. A. گیاه اسپرس با فرم رویشی علفی و گل‌آذین خوشه، در این گیاه گل کوچک، دوجنسی، پروانه‌آسا و به رنگ صورتی است. B- مراحل تکوین گل و کاسه دنداندار که در مراحل اولیه نمو، اجزای گل را می‌پوشاند. C- نیام ناشکופا با تزئینات مشبک و دارای یک دانه کلیوی شکل (▲).

در گل‌آذین خوشه این گیاه اختلاف زمانی در تشکیل گل‌ها کاملاً بوضوح دیده می‌شود (شکل ۲A). در داخل یک گل منفرد، پریموردیوم بساک‌ها بسیار سریع‌تر از پریموردیوم تخمک نمو می‌یابد و زودرس هستند (شکل ۲B). همان‌گونه که در تصاویر متعددی از این گیاه به چشم می‌خورد، مادگی تک برچه است که هر برچه دارای یک تخمک می‌باشد. تخمک در جداره حفره تخمدان قرار دارند. پریموردیوم تخمک، توده کوچکی از یاخته است که توسط یک لایه اپیدرم احاطه شده است و از همان مراحل ابتدایی خمیدگی پیدا می‌کند (شکل‌های ۲B, C). بندریج در بین سلول‌های خورش، سلول مادر مگاسپور (مگاسپوروسیت) در پریموردیوم تخمک تمایز می‌یابد که با حجم زیاد و هسته درشت خود از سایر یاخته‌ها قابل تشخیص است. در مراحل ابتدایی نمو پوسته‌ها از هم فاصله دارند و پوسته بیرونی رشد سریع‌تری نسبت به

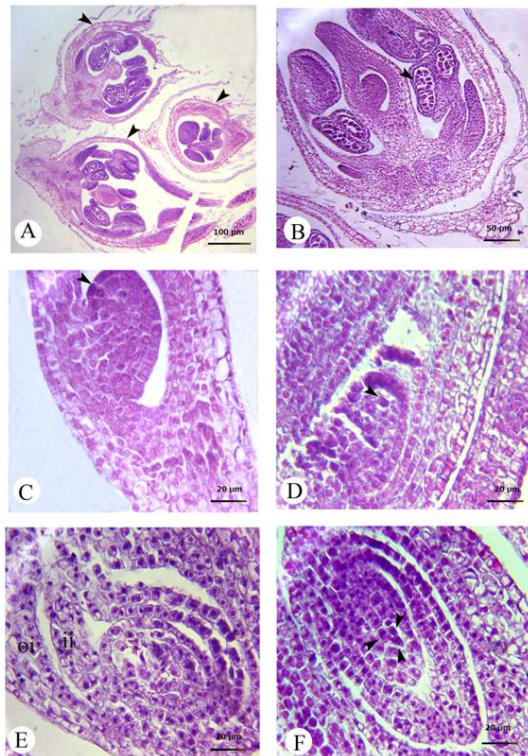
سلول از مجموعه سلول‌های تترادی و با چند میتوز پی‌در-پی، سلول‌های باقی مانده، کیسه‌روییانی اولیه را تشکیل می‌دهند. کیسه‌روییانی از نوع پلی‌گونوم (هشت هسته‌ای) می‌باشد (شکل‌های ۳A-C) که در آن سه سلول آنتی پود در سمت شالازی و مجموعه دستگاه تخم‌زا در قطب سفی قرار گرفته‌اند (شکل ۳D).

در مراحل اولیه نمو، کیسه‌روییانی بیضی‌شکل است اما رفته رفته با رشد و توسعه آن، در طی بلوغ گلابی شکل می‌شود. سلول‌های خورش نیز که در ابتدا تمام فضای تخمک را پر کرده‌اند، پس از توسعه کیسه‌روییانی، از سمت سفی، تحلیل رفته و به مصرف اجزای آن می‌رسند (شکل‌های ۳A-E). در گونه مورد مطالعه شکل مادگی کشیده و روی سطح آن مملو از کرک‌های بلند و انبوه است (شکل‌های ۳E, F, K).

یکی از ویژگی‌های کیسه‌روییانی این گیاه این است که هسته‌های دوتایی به سرعت و قبل از لقاح با یکدیگر تلفیق می‌شوند. این دو هسته در ابتدا در نزدیکی دستگاه تخم‌زا هستند (شکل ۳C) اما رفته رفته از آن فاصله می‌گیرند (شکل‌های ۳F, G). بعد از تلفیق، در هسته‌های دوتایی کشیدگی سیتوپلاسمی رخ می‌دهد (شکل‌های ۳F-H) که سبب می‌شود از یک طرف با دستگاه تخم‌زا و از طرف دیگر با سایر اجزای درون کیسه‌روییانی ارتباط برقرار کنند (شکل‌های ۳F-I).

دستگاه تخم‌زا که در قطب سفی قرار دارد، شامل یک سلول میانی به نام تخم‌زا و دو سلول کناری به نام سینرژید است که تفاوت این سلول‌ها در قطبیت آنها است. قطبیت سلول‌ها با موقعیت هسته و واکوئل مرکزی بزرگ مشخص می‌شود (شکل‌های ۳J-L). در تمامی مراحل رویانی بافت آندوسپرم، به چشم می‌خورد. این بافت ارتباطات گسترده‌ای با سایر سلول‌های کیسه‌روییانی دارند (شکل ۳H). پس از لقاح سلول تخم تشکیل می‌شود. سلول تخم و کشیدگی سیتوپلاسمی اطراف آن بخش اعظمی از منطقه

پوسته درونی دارد (شکل ۳D). مگاسپوروسیت با دو میوز متوالی تتراد را بوجود می‌آورد. آرایش تترادی در این گونه از نوع T شکل است. در این نمونه تخمک از نوع دوپوسته‌ای است، در بخش‌های پایینی، پوسته درونی از دو لایه تشکیل شده است اما پوسته بیرونی متشکل از چندین لایه سلول می‌باشد. هم‌زمان با تشکیل تتراد پوسته‌های تخمک بهم نزدیک شده و تخمک را در بر می‌گیرند (شکل‌های ۳E, F).



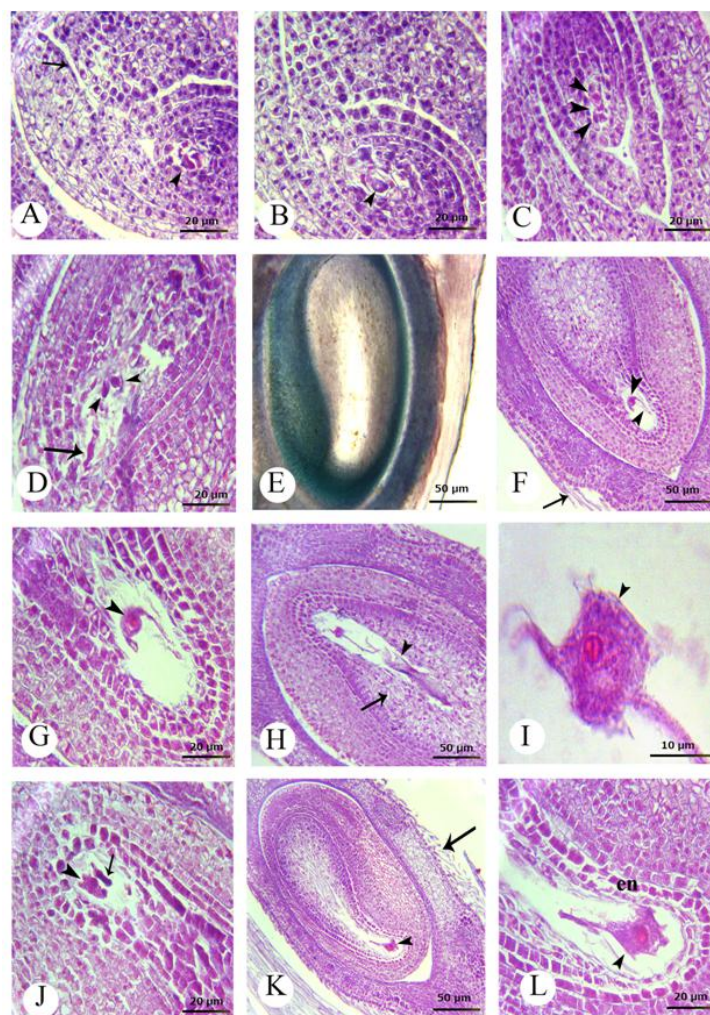
شکل ۲- مراحل تکوین مادگی *O. vicifolia* توسط میکروسکوپ نوری. A- مراحل اولیه تکوین تخمدان و بساک و اختلاف زمانی تشکیل گل‌ها در گل آذین خوشه (▲). B- تکوین بساک‌ها (▲) بسیار سریع‌تر از تخمک است. C- آغاز خمیدگی تخمک از ابتدایی‌ترین مراحل نمو (▲). D- سلول مگاسپوروسیت با هسته درشت (▲). E- لایه‌بندی پوسته‌ها شامل لایه درونی (ii) و بیرونی (oi) در طی تکوین تخمک، پوسته بیرونی و درونی بهم می‌رسند. F- تشکیل تتراد T شکل (▲). ii: پوسته درونی؛ oi: پوسته بیرونی.

در گیاه مورد مطالعه تخمک از نوع پرخورش و واژگون است و سفی از نوع زیگزاگی می‌باشد. با تحلیل رفتن سه

لایه پوسته درونی تشکیل می‌شود. سلول‌های این لایه بصورت شعاعی امتداد یافته و دارای هسته کاملاً واضح و سیتوپلاسمی متراکم هستند که محدوده کیسه رویانی را مشخص می‌کنند (شکل‌های ۴A، ۳L).

سفت را به خود اختصاص داده است که این کشیدگی‌های سیتوپلاسمی در سمت سفتی به صورت برجستگی‌های انگشت مانند به چشم می‌خورد (شکل‌های ۳K، L).

در برش طولی و عرضی کیسه رویانی، سلول‌های اندوتلیوم بوضوح قابل مشاهده هستند. لایه اندوتلیوم از درونی‌ترین



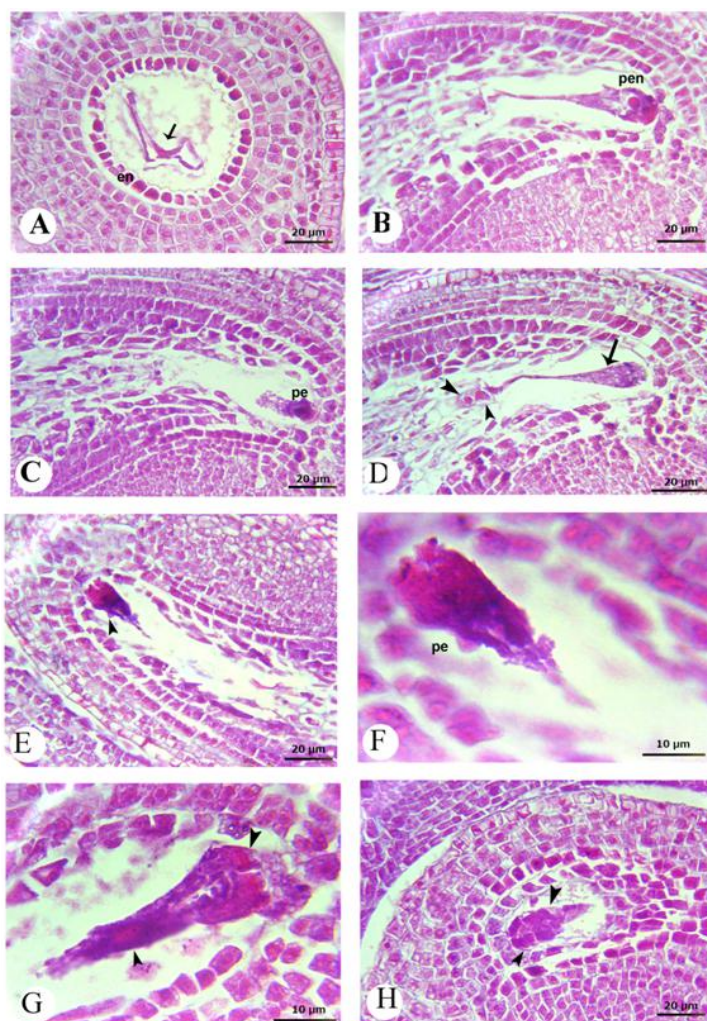
شکل ۳- مراحل تکوین تخمک جوان و بالغ *O. viciifolia* توسط میکروسکوپ نوری. A- تخمک پرخورش (▲) با سفت زیگزاگی (↑). B- در مراحل اولیه تکوین کیسه رویانی کوچک است (▲). C- سلول تخم‌زا، سینرژیدها و هسته‌های قطبی در نزدیکی دستگاه تخم‌زا (▲). D- دوسلول آنتی بود (▲▲) به همراه سلول تخم‌زا (↑). E- توسعه گلابی شکل کیسه رویانی در مراحل تکوینی بعدی (رنگ آمیزی مضاعف استوکارمن و متیلن بلو). F و G- تلفیق سریع هسته‌های دوتایی (▲)، سطح مادگی دارای کرک (↑). H- کشیدگی سیتوپلاسمی (▲) هسته‌های دوتایی به سمت آنتی بود، ارتباط گسترده بافت آندوسپرم با سایر سلول‌های کیسه رویانی (↑). I- هسته دوتایی بعد از تلفیق (▲). J- سلول تخم‌زا (▲) و یکی از سینرژیدها (↑). K و L- سلول تخم (▲) و کشیدگی سیتوپلاسمی اطراف آن، بخش اعظمی از منطقه سفت را به خود اختصاص داده است که این کشیدگی‌های سیتوپلاسمی در سمت سفتی بصورت برجستگی‌های انگشت مانند به چشم می‌خورد، کرک‌های سطح مادگی (↑). لایه اندوتلیوم (en) کاملاً مشخص است. en: اندوتلیوم.



اولیه آندوسپرم می‌شود که پس از تقسیمات پی در پی بافت آندوسپرم را بوجود می‌آورد (شکل ۴B).

در داخل کیسه‌رویانی بالغ که در این مرحله حالتی U شکل دارد، از تقسیمات متوالی سلول تخم، پیش‌رویانی تشکیل می‌شود. در مراحل اولیه تقسیمات پیش‌رویانی، حجم آن تقریباً با سلول تخم تفاوت چندانی ندارد. پیش‌رویانی ارتباط مستقیمی با آندوسپرم برقرار می‌کند (شکل‌های ۴C-H).

در زمان لقاح، دو اسپرم از طریق لوله گرده به کیسه‌رویانی وارد می‌شوند که یکی از آنها با سلول تخم‌زا و دیگری با سلول مرکزی که از الحاق زوده‌نگام هسته‌های دوتایی حاصل شده است، ادغام می‌شود. نتیجه لقاح اول، تشکیل سلول تخم (زیگوت) در کیسه‌رویانی بالغ است که طی مراحل به پیش‌رویانی تبدیل می‌شود (شکل‌های ۴C, D). نتیجه لقاح سلول مرکزی با اسپرم دوم سبب تشکیل هسته



شکل ۴- مراحل تکوین تخمک *O. viciifolia* پس از لقاح توسط میکروسکوپ نوری. A- برش عرضی کیسه‌رویانی و لایه سلولی اندوتلیوم (en)، از بین رفتن سلول‌های خورش از اطراف هسته‌های کیسه‌رویانی (↑). B- هسته اولیه آندوسپرم (pen). C- مرحله اولیه تشکیل پیش‌رویانی (pe)؛ نتیجه لقاح اول، تشکیل سلول تخم (زیگوت) در کیسه‌رویانی بالغ است که طی مراحل به پیش‌رویانی تبدیل می‌شود. D- ارتباط سیتوپلاسمی پیش‌رویانی (↑) با آنتی‌پودها (▲). E و F و G و H- مراحل اولیه تشکیل پیش‌رویانی که از طریق تقسیمات پی در پی بوجود می‌آید. pen: هسته اولیه آندوسپرم؛ pe: پیش‌رویانی؛ en: اندوتلیوم.

تراکتید بوده و لایه آندوسپرم و تراکتید عاری از نشاسته است (شکل‌های ۶D, E).

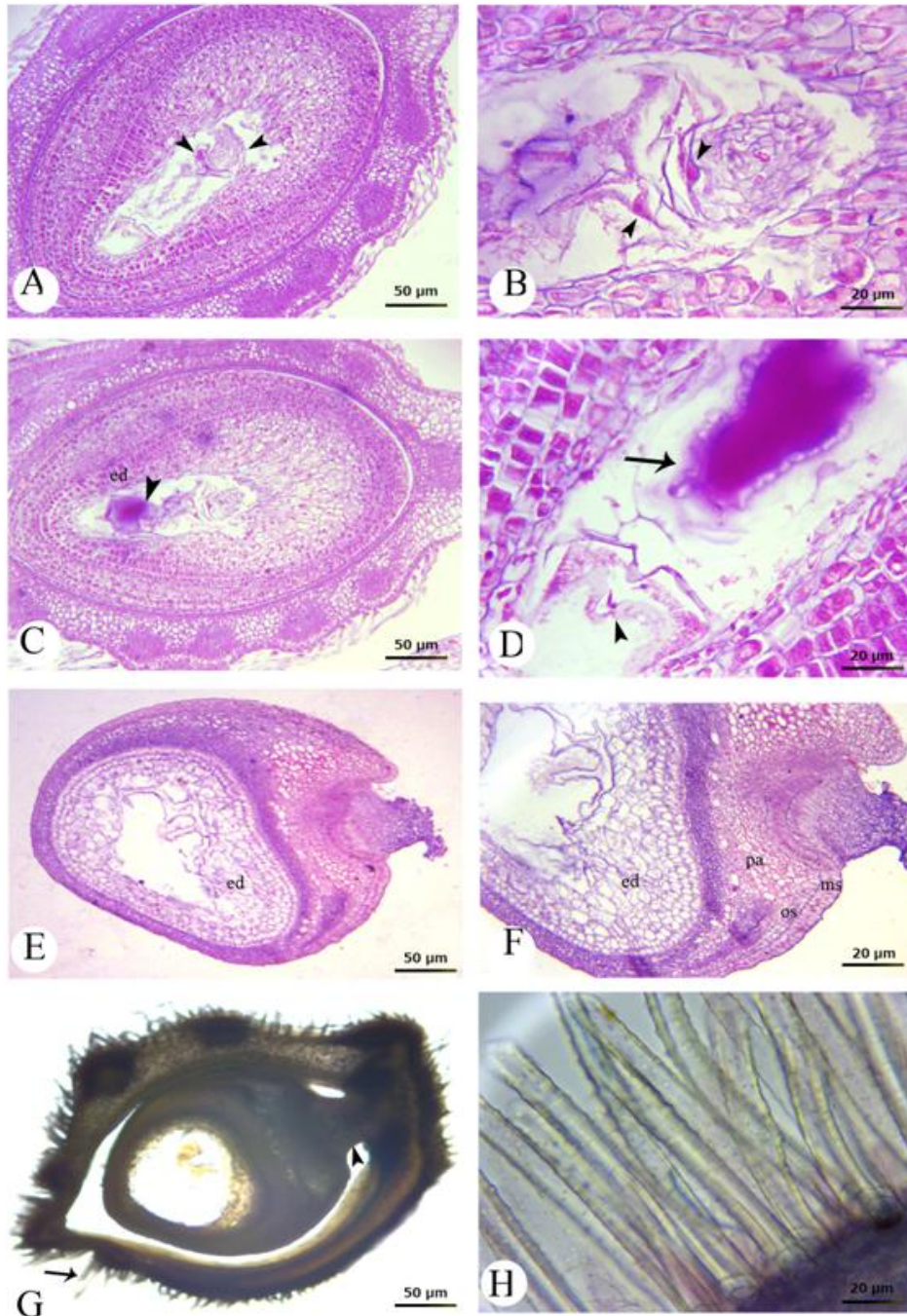
در این گیاه نیز، مطابق ساختار خاص دانه در پوسته نیام-داران، یک لایه سلول محافظتی، شعاعی، کشیده و ضخیم وجود دارد که فاقد فضای بین سلولی است و سلول مالپیگی نامیده می‌شود، که به علت اندازه بزرگ به آن ماکرواسکلرید گفته می‌شود (شکل‌های ۶D-J). در سطح دیوار بیرونی سلول‌های ماکرواسکلرید یک لایه کوتیکول ضخیم قرار دارد، که محتوای لیپیدی دارد که توسط رنگ‌آمیزی مضاعف استوکارمن و سبز متیل بوضوح قابل مشاهده است (شکل ۶J). در بخش ناف دانه، لایه نردبانی دولایه مشاهده می‌شود که در طول خط میانی، با شیار بسیار ریزی شکافته شده و محل عبور هوا و بخار آب می‌باشد. این شیار به دستجات تراکتیدی (آوندهایی با تزئینات حلقوی) هدایت می‌شود که به اثر تراکتید معروف است و اطراف آن را لایه‌ای از سلول‌های پارانشیمی ذخیره‌ای فرا گرفته است (شکل‌های ۶D, E, G). در این گونه بصورت منحصر به فردی، در سرتاسر پوسته دانه، در زیر لایه ماکرواسکلرید، لایه استئواسکلرید به شکل استخوان مانند و با کشیدگی خاص دیده می‌شود و به تناسب محتوای سلولی متفاوتی که دارد، از رنگ‌پذیری متمایزی نیز برخوردار است. لایه بعدی لایه سلول‌های پارانشیمی است که در بخش‌های مختلفی از دانه پراکنده شده که از آن جمله می‌توان به لایه پارانشیمی زیر آندوسپرم، لایه پارانشیمی زیر استئواسکلرید و لایه پارانشیمی زیر نافی اشاره کرد (شکل‌های ۶D-J). آندوسپرم شامل انواعی از سلول‌های لایه آلرون، لایه زیر آلرون و آندوسپرم است (شکل ۶H, J).

**تکوین بساک و دانه گرده *O. vicifolia*:** گونه *O. vicifolia* تک پایه و دارای گل‌های دوجنس است. در گل‌آذین خوشه این گیاه، مراحل مختلف نموی گلچه‌ها دیده می‌شود.

در مراحل بعدی، پیش‌روی آن دوسلولی و سلول پایه ایجاد می‌شوند. در این گونه، بافت آندوسپرم در ابتدا حالت سنوسیتیک دارد که سپس بتدریج سلولی می‌شود (شکل‌های ۵A, B). در ادامه مراحل رشد و نمو دستگاه زایشی ماده، رویان گلوبولار یا کروی تشکیل می‌شود (شکل ۵C). رشد و نمو رویان کروی در مرحله بعدی منجر به تشکیل رویان قلبی شکل می‌شود. در این مرحله هنوز بقایایی از سلول بازال قتل تشخیص است (شکل ۵D).

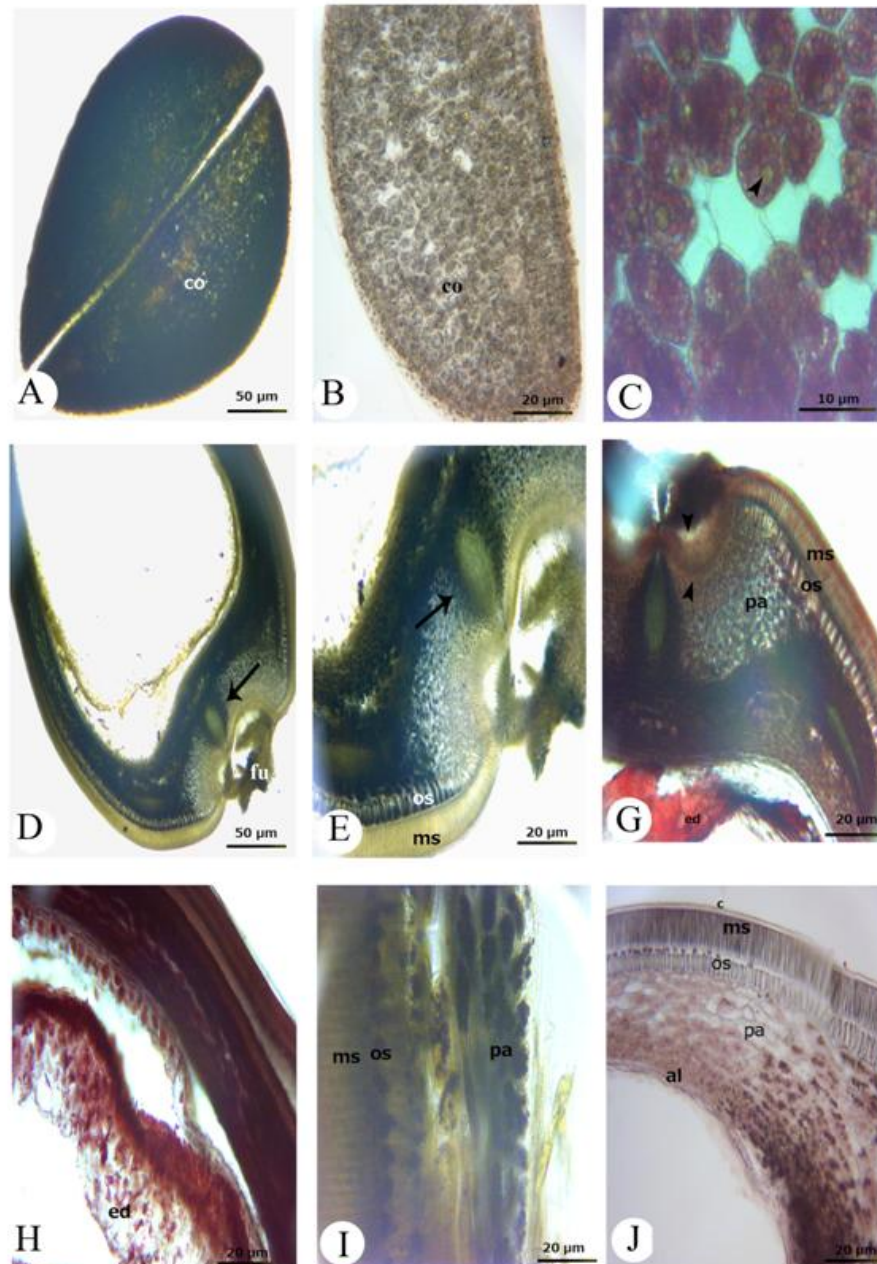
هم‌راستا با تغییراتی که در رویان شکل می‌گیرد، تغییراتی نیز در تخمک و پوسته‌های آن اتفاق می‌افتد که منجر به تشکیل دانه و پوسته دانه می‌شود. در این گونه نیام با سطح صاف، ناشکوفه، مدور و دارای یک بند است. بطور معمول نیام بالغ در جنس *Onobrychis* دارای یک دانه است که یکی از نشانه‌های ویژه این جنس می‌باشد.

اطراف دانه بالغ این گیاه را پوسته ضخیمی متشکل از لایه‌های استئواسکلرید، ماکرواسکلرید و سلول‌های پارانشیمی فرا گرفته است (شکل‌های ۵E, F). برش عرضی دانه نشان می‌دهد که در بخش ناف دانه، تخمک توسط بند (فونیکول) کاملاً مشخصی به دیواره داخلی مادگی که سطح بیرونی آن مملو از کرک‌های بلندی است، متصل شده است (شکل‌های ۵G, H). رنگ آمیزی با لوگول جزئیات و ویژگی‌های بیشتری از کرک‌های سطح مادگی را نشان می‌دهد (شکل ۵H). همچنین زمانی که لپه‌ها و پوسته دانه با رنگ آمیزی‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرند، محدوده و ذخایر موجود در سلول‌های آنها را بهتر می‌توان مورد مطالعه و ارزیابی قرار داد. بعنوان مثال، رنگ‌آمیزی با لوگول و استوکارمن، ذخیره بالای نشاسته در لپه‌های این گیاه را نمایان می‌سازد (شکل‌های ۶A, B, C). این رنگ‌آمیزی‌ها نشان می‌دهد که در برش عرضی دانه، بیشترین تجمع نشاسته در سلول‌های پارانشیمی و اطراف



شکل ۵- مراحل تکوین دانه *O. viciifolia* توسط میکروسکوپ نوری. A- مراحل اولیه تشکیل بافت آندوسپرم (▲) در این گونه، بافت آندوسپرم در ابتدا حالت سنوسیتیک دارد که سپس بتدریج سلولی می‌شود. B- بافت آندوسپرم از نوع هسته ای (▲). C- تشکیل رویان کروی (▲) و بافت آندوسپرم (ed). D- تشکیل رویان قلبی (↑)، بقایای سلول بازال (▲). E و F- دانه و حجم بافت آندوسپرم (ed) در آن. پوسته ضخیم دانه با لایه استئواسکلرید (os)، ماکرواسکلرید (ms) و سلول‌های پارانشیمی (pa). G و H- رنگ آمیزی با لوگول و برش عرضی مادگی، تخمک و بند (▲). کرک‌های سطح مادگی (↑). ed: آندوسپرم؛ ms: ماکرواسکلرید؛ os: استئواسکلرید؛ pa: پارانشیم.





شکل ۶- مراحل تکوین دانه *O. viciifolia* توسط میکروسکوپ نوری. A, B- لپه (co) و تجمع نشاسته در آن (رنگ آمیزی با لوگول). C- ذخایر لپه (▲) (رنگ آمیزی با استوکارمن). D و E- برش عرضی دانه، بیشترین تجمع نشاسته در سلول‌های پارانشیمی و اطراف تراکید است (↑). بند از پوسته جدا شده است. استئواسکلرید (os) و ماکرواسکلرید (ms) ضخیم پوسته دانه (رنگ آمیزی با لوگول). G- استئواسکلرید استخوانی شکل (os)، ماکرواسکلرید (ms) و سلول‌های پارانشیمی (pa)، ماکرواسکلرید دو لایه در ناحیه بند (▲▲) (رنگ آمیزی با استوکارمن و متیلن بلو). H- بافت آندوسپرم (ed) (رنگ آمیزی با استوکارمن و متیلن بلو) I- لایه‌بندی پوسته دانه توسط لوگول و تجمع دانه‌های نشاسته. J- لایه‌بندی پوسته دانه شامل: لایه کوتیکولی (c)، ماکرواسکلرید (ms)، استئواسکلرید (os)، پارانشیم (pa)، آلرون (al) و آندوسپرم توسط رنگ‌آمیزی مضاعف استوکارمن و متیلن بلو. al: آلرون؛ c: کوتیکول؛ co: لپه؛ ed: آندوسپرم؛ fu: فونیکول؛ ms: ماکرواسکلرید؛ os: استئواسکلرید؛ pa: پارانشیم

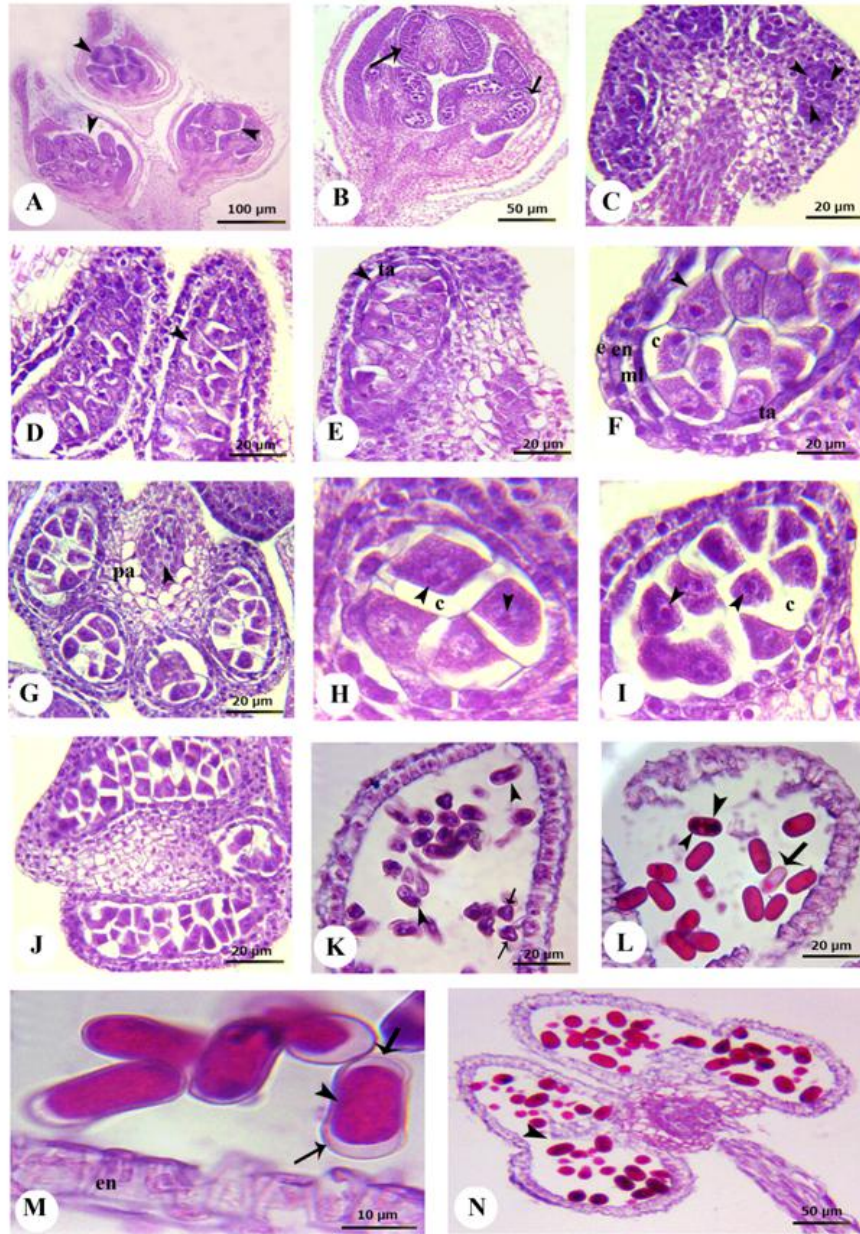


آنها تکمیل می‌شود (شکل‌های VL, M). در مرحله بعد واکوئلی بزرگ، سیتوپلاسم و هسته را بطرف دیواره می‌راند و پس از آن، هسته‌های جوان با تقسیم میتوز نامساوی، دو هسته با اندازه‌های مختلف را بوجود می‌آورند. بنابراین دانه‌های بالغ در این نمونه دو هسته‌ای است، هسته بزرگتر، رویشی و هسته کوچکتر، زایشی می‌باشد. اطراف هسته‌های رویشی و زایشی سیتوپلاسم و دیواره پکتوسلولوزی نازکی قرار گرفته و آنها را از یکدیگر جدا می‌کند (شکل VL). دانه‌های گرده در نمای قطبی، کروی و دارای سه شکاف رویشی با فواصل منظم برای خروج لوله‌گرده در زمان لقاح، و در نمای استوائی، بیضی شکل و دوکی هستند (شکل VK). سلول‌های تاپی که در مراحل اولیه نمو از تراکم واکوئلی کمی برخوردار هستند و رنگ پذیری بالایی را از خود نشان می‌دهند، در مراحل تکوینی بعدی و قبل از تجزیه کامل، بتدریج واکوئله می‌شوند. در مراحل نهایی تکوین بساک لایه تاپی کاملاً تحلیل رفته بطوری که در زمان رهایی گرده‌های جوان از پوشش کالوزی، لایه تاپی کاملاً از بین رفته است (شکل VK). بنابراین در مراحل پایانی تکوین اندام زایشی نر، در دیواره بساک، تنها لایه مکانیکی و لایه اپیدرمی باقی می‌ماند و اثری از دو لایه دیگر دیده نمی‌شود (شکل‌های VK-N). در دیواره لایه مکانیکی سلول‌ها، ضخیم‌شدگی‌های فیبری ایجاد می‌شود که می‌تواند در شکوفایی این لایه و پراکندگی دانه‌های گرده نقش مهمی را ایفا نماید (شکل‌های V, M, N).

بافت رابط بساک، میله و بساک پرچم‌ها را به یکدیگر متصل می‌کند. این بافت شامل دو نوع بافت پارانشیمی و آوندی است. در دانه‌های گرده بالغ، تجمع مواد موجب افزایش شدت رنگ‌پذیری در آنها می‌شود. دانه‌های گرده پس از بلوغ از محلی که بساک می‌شکند (استومیوم) آزاد می‌شوند (شکل VN).

نافه درون جام و در اطراف مادگی مستقر شده‌است (شکل VA). بساک‌های یک گل همزمان تکوین پیدا نمی‌کنند (شکل VB) اما در همه کیسه‌های گرده یک بساک که دارای دو خانه و چهار کیسه‌گرده است، تکوین دانه‌های گرده بصورت هم‌زمان دیده می‌شود (شکل‌های VC, N). در نمونه مورد نظر، میکروسپوروسیت‌ها (سلول‌های مادرگرده) دارای هسته درشتی بوده و قبل از میوز، توسط لایه کالوزی احاطه شده‌اند که در ابتدا فاصله‌ای بین آنها مشاهده نمی‌شود. در ادامه این سلول‌ها وارد تقسیم میوز شده و طی مراحل مختلف رفته رفته از یکدیگر فاصله پیدا می‌کنند (شکل‌های VC-J).

در این گیاه مطالعات نشان داد که بساک دارای دیواره چهار لایه است که بترتیب از بیرون شامل لایه اپیدرم (اگزوتسیوم)، لایه مکانیکی (آندوتسیوم)، لایه میانی و لایه مغذی (تاپی) می‌باشد. در این گونه لایه میانی دارای یک ردیف سلول کشیده و موقت است که در همان مراحل اولیه مصرف می‌شود. بدلیل تک لایه بودن لایه میانی، دیواره بساک از نوع دولپه‌ای (type II) است (شکل VF). لایه مغذی، داخلی‌ترین لایه دیواره بساک و از نوع ترشچی است که در مجاورت میکروسپورها قرار دارد. این لایه دارای سلول‌های تک هسته‌ای است و بدلیل دارا بودن هسته بزرگ و خاصیت رنگ‌پذیری بالا، بنظر می‌رسد از پلی‌پلوئیدی بالایی برخوردار باشد. لایه تاپی در این گیاه بدلیل ثبات جایگاه سلول‌هایش از نوع ترشچی است (شکل‌های VE-J). بعد از تکمیل مراحل مختلف میوز و سیتوکینز، میکروسپورها ابتدا بصورت منفرد در پوشش کالوزی قرار می‌گیرند و طی مراحل تکوینی فاصله آنها از یکدیگر بیشتر می‌شود. در ادامه لایه کالوز از اطراف تترادها تحلیل رفته و گرده‌های جوان آزاد می‌شوند، در این مرحله دارای سیتوپلاسم متراکم، هسته‌های مرکزی و فاقد واکوئل هستند (شکل VK). بعد از رهایی گرده‌های جوان از پوشش کالوزی، لایه اگزین به کمک لایه تاپی در اطراف



شکل ۷- مراحل تکوین بساک و دانه گرده *O. viciifolia* توسط میکروسکوپ نوری. A- بساک در گلچه‌های مختلف مراحل نموی مختلفی را از خود نشان می‌دهد (▲). B- بساک دارای دو خانه و چهار کیسه گرده، مراحل نموی متفاوت در بساک‌های یک گل (↑). C- عدم فاصله بین سلول‌های میکروسپوروسیت در ابتدایی‌ترین مراحل تکوین آنها (▲). D و E- فاصله گرفتن سلول‌های میکروسپوروسیت از یکدیگر (▲)، لایه مغذی یا تاپی (ta)، داخلی‌ترین لایه دیواره بساک و از نوع ترشچی است که در مجاورت میکروسپورها قرار دارد، این لایه دارای سلول‌های تک هسته‌ای است. F- لایه‌های دیواره بساک: لایه اپیدرم (e)، مکانیکی (en)، میانی یک ردیفی (ml) و تاپی ترشچی (ta). G- تکوین همزمان میکروسپوروسیت‌ها در چهار کیسه گرده یک بساک. بافت رابط شامل بافت آوندی (▲) و سلول‌های ذخیره‌ای پارانشیمی (pa). H و I و J- میکروسپوروسیت‌ها با سیتوپلاسم متراکم، هسته مرکزی و فاقد واکوئول (▲). فاصله گرفتن میکروسپوروسیت‌ها با افزایش حجم پوشش کالوزی (c). K- نمای استوایی (بیضی) (▲) و قطبی (مثلثی) (↑) میکروسپورها با سه منفذ. L- تشکیل واکوئل بزرگ مرکزی (↑) و تشکیل هسته رویشی (بزرگتر) و هسته زایشی (کوچکتر) (▲)، از بین رفتن کامل لایه تاپی M- لایه تاپی از بین رفته و قطر لایه مکانیکی (en) به بیشترین حد خود رسیده. لایه آگزین (↑) و انتین (▲). N- دانه‌های گرده بالغ، سپتوم بساک از بین رفته است (▲). c: لایه کالوز؛ ta: لایه تاپی؛ en: لایه مکانیکی؛ e: اپیدرم؛ ml: لایه میانی.

## بحث

لایه اندوتلیوم در اطراف کیسه‌رویی از خروج جانبی مواد و عناصر مغذی از این بافت جلوگیری می‌کند (۱۱). همچنین لایه اندوتلیوم در تخمک‌هایی که بافت خورش در آنها بسرعت تحلیل می‌رود، گستره کیسه‌رویی را تعیین کرده و آن را محدود می‌سازد (۱۲). در این گیاه لایه اندوتلیوم در اطراف کیسه‌رویی به چشم می‌خورد و دارای سلول‌هایی با هسته کاملاً واضح و سیتوپلاسمی متراکم است.

ویژگی‌های ریخت‌شناسی تخمک و بند، شکل و موقعیت آنها از ویژگی‌های مهم تاکسونومیکی در گیاهان گل‌دار، محسوب می‌شوند (۱۰). بر اساس فقدان یا حضور بند، دو نوع تخمک با پایه (فونیکولی) و بی‌پایه تشخیص داده شده است (۱۲). در *O. vicifolia* تخمک با داشتن پایه‌ای مشخص از نوع فونیکولی است.

نقش پوسته دانه در رده‌بندی لگوم‌ها بسیار حائز اهمیت است (۱۷، ۱۸). سختی پوشش دانه در حین رسیدن دانه غالباً ناشی از تکوین دیواره‌های ثانویه در اپیدرم و لایه یا لایه‌های زیر اپیدرم است. لایه‌های پیرامونی دانه پروانه‌آسایان بشدت اسکلیریفیه می‌شوند. در دانه‌های لوبیاء، نخود فرنگی و سویا ماکرواسکلریدهای ستونی شکل در اپیدرم و استئواسکلریدهای استخوانی شکل در زیر اپیدرم قرار دارند. در طی تکوین پوشش دانه پروانه‌آسایان، سلول‌های اپیدرمی، که ماکرواسکلریدها از آنها مشتق می‌شوند، تحت تقسیم شعاعی گسترده که با طویل شدن سلول دنبال می‌شود، قرار گرفته و سپس در آنها دیواره ثانویه شکل می‌گیرد (۲۵). استئواسکلریدها بصورت شعاعی و مماسی تقسیم می‌شوند، اما تا زمانی که دیواره‌های ثانویه ضخیم ماکرواسکلریدها رسوب‌گذاری نکنند، تمایزیابی سلول‌های استخوانی شکل شروع نخواهد شد. در استئواسکلریدهای در حال تکوین، دیواره ثانویه ابتدا در بخش‌های میانی شکل می‌گیرد که از توسعه بیشتر این بخش‌ها جلوگیری می‌کند. در این زمان دیواره‌های

در *O. vicifolia* تخمک از نوع واژگون، دوپوسته‌ای و پرخورش است. تخمک دوپوسته‌ای و پرخورش در تعداد زیادی از گونه‌های تیره پروانه‌آسایان گزارش شده است (۲، ۲۲، ۲۳، ۳۵، ۴۱). رشد نامتقارن در ناحیه بند و در نهایت واژگونی تخمک، از صفات رایج در بین تاکسون‌های تیره پروانه‌آسایان است (۲، ۱۳، ۲۳، ۴۱، ۴۴). در نمونه مورد بررسی، مانند بسیاری از پروانه‌آسایان کیسه‌رویی بالغ از نوع پلی‌گونوم است (۲، ۹، ۲۳، ۳۵، ۴۱، ۴۳) که معمول‌ترین نوع کیسه‌رویی در بین نهان‌انگان می‌باشد و بعنوان صفت ابتدایی در نظر گرفته می‌شود (۲، ۳۲). همچنین پوسته درونی تخمک بسیاری از پروانه‌آسایان، با دو لایه سلولی مشاهده می‌شود (۲، ۵، ۶، ۷، ۱۴، ۱۶، ۱۹، ۲۰، ۲۸، ۳۰، ۳۱، ۳۵، ۴۰، ۴۳، ۴۶، ۵۰) اما در برخی از تاکسون‌ها در تیره مورد نظر پوسته درونی تعداد لایه‌های بیشتری دارد (۴، ۵). در تخمک‌های دوپوسته‌ای، ابتدا پوسته بیرونی و سپس پوسته درونی بنیانگذاری می‌شود. در این گونه نیز پوسته درونی متشکل از دو لایه سلولی است و رشد پوسته بیرونی سریع‌تر است. شکل تتراد در پروانه‌آسایان می‌تواند بسیار متنوع باشد تا حدی که در فیلوژنی لگوم‌ها مورد استفاده قرار گیرد (۴۵، ۳۳، ۲۳). مانند بسیاری از نمونه‌های بررسی شده در پروانه‌آسایان آرایش مجموعه تترادی از نوع T شکل است. قبل از لقاح هسته‌های قطبی نسبت به سایر سلول‌های کیسه‌رویی می‌توانند جایگاه‌های مختلفی از کیسه‌رویی را اشغال کنند. همچنین زمان ترکیب هسته‌های قطبی متفاوت است و از اختصاصات تاکسون می‌باشد (۱۰). در گونه مورد مطالعه، ترکیب هسته‌های قطبی نسبتاً سریع است به گونه‌ای که قبل از لقاح هسته‌ها با یکدیگر ادغام شده‌اند. جایگاه این سلول‌ها در این گونه در نزدیکی دستگاه تخم‌زا هستند.



در گیاه مورد مطالعه تاپی از نوع ترش‌چی است و نسبتاً ناپایدار است به گونه‌ای که در زمان آزاد شدن گرده‌ها از کالوز کاملاً تحلیل رفته است. در نهادانگان لایه تاپی از نوع ترش‌چی و آمیبی است (۳۷). اما در این تبار و تیره پروانه‌آسیان، اغلب تاپی از نوع ترش‌چی گزارش شده است (۱، ۲، ۱۴، ۱۵، ۳۰، ۳۱، ۴۲، ۴۷، ۴۸).

در بساک جوان، سلول‌های لایه مکانیکی با سلول‌های لایه اپیدرمی و لایه میانی تفاوت کمی دارند. اما در برخی گیاهان در طی دوره میوز و در ابتدای میتوز دانه‌های گرده، نوارهای فیبری روی دیوارهای شعاعی و مماسی داخلی لایه مکانیکی تشکیل می‌شوند. این نوارها معمولاً در زاویه‌ای عمود بر لایه اپیدرمی تشکیل می‌شود. در برخی موارد، دیواره سلول لایه مکانیکی ضخیم نمی‌شود و هیچ نوار فیبری در آنها تشکیل نمی‌شود (Epacridaceae و Empetraceae) (۱۰). لایه مکانیکی در نمونه مورد بررسی در این پژوهش نسبتاً ضخیم است.

درون کیسه‌گرده بالغ گیاهان، دانه‌های گرده ممکن است دوسلولی یا سه‌سلولی باشند. در گونه مورد بررسی، مانند برخی مطالعات انجام شده در این تیره، دانه‌های گرده بالغ در زمان رهایی از بساک، دارای دو سلول رویشی و زایشی می‌باشند (۲۳، ۳۱).

### سپاسگزاری

نگارندگان مقاله حاضر از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه ملایر برای حمایت مالی از پژوهش حاضر قدردانی می‌کنند.

اولیه در انتهای سلول همچنان به گسترش خود ادامه می‌دهند (۲۶). در گیاه مورد بررسی ماکرواسکلریدهای ستونی شکل و استئواسکلریدهای استخوانی با ضخامت قابل توجهی اطراف دانه را احاطه کرده‌اند. تشکیل لایه ماکرواسکلرید از ویژگی‌های بارز پوسته در این تیره است (۳، ۲۵، ۲۶، ۳۴، ۵۱). وجود این لایه سبب عدم نفوذ آب به داخل دانه لگوم‌ها می‌شود (۳۶). در ناحیه ناف دانه این گیاه، لایه نردبانی دولایه و دستجات تراکتیدی به چشم می‌خورد که بعنوان یک معبر جاذب رطوبت مطرح هستند و در انتقال آب به دانه نقش دارند (۳۶). خصوصیات ناف در پروانه‌آسیان می‌تواند این زیر تیره را از زیر تیره‌های دیگر جدا نماید (۲۴).

تعداد خانه‌ها و کیسه‌های گرده بساک در گیاهان گل‌دار غالباً دو و چهار عدد است. اما در برخی گونه‌ها ممکن است تعداد کیسه‌های گرده در بساک کمتر باشد (۱۰). در *O. viciifolia* بساک‌ها مانند سایر اعضا زیر تیره Papilionoideae چهار کیسه گرده ای هستند (۱۵، ۲۳، ۳۰، ۳۱، ۴۸، ۴۹). دیواره کیسه‌های گرده این گیاه شامل: لایه اپیدرمی، لایه مکانیکی، لایه میانی و لایه تاپی است. چون لایه میانی و لایه تاپی در این گیاه از یک لایه سلول تشکیل شده‌اند، بنابراین طبق تقسیم‌بندی دیواره کیسه‌های گرده از نوع دولپه‌ای (Dicotyledonous) است. در تیره پروانه آسیان تعداد لایه‌های میانی بین یک (۲۱، ۵۰) و دو عدد است (۲، ۱۴، ۳۰، ۳۱، ۴۱، ۴۸). افزایش حجم دیواره کیسه گرده باعث افزایش تعداد لایه‌های میانی یا تاپی می‌باشد و این دیواره در تاکسون‌های ابتدایی ضخیم‌تر است (۸).

### منابع

- ۱- جعفری، س.، حمدی، م.، تقی مومنی، م. و سفادرانی، ر. ۱۳۹۴، بررسی ساختار تشریحی اندام‌های رویشی و زایشی در گیاه خارشتر *Alhagi persarum* L. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران) ۲۸: ۷۳۶-۷۲۶.
- ۲- تنعمی، ن.، جنوبی، پ.، چهرگانی راد، ع.، مجد. ا. و رنجبر، م. ۱۳۹۷. بررسی ویژگی‌های ساختاری و تکوینی دانه گرده، تخمک، رویان و دانه در گونه *Ebenus stellata*. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران) ۳۱: ۲۹۱-۲۷۸.

- 3- Algan, G., BakarBüyükkartal, HN. 2000. Ultrastructure of seed coat development in the natural 292 tetraploid *Trifolium pretense* L. Journal of Agronomy and Crop Science 184:205-213.
- 4- Anantaswamy, RM. 1951. The endosperm in some of the Papilionaceae. Phytomorphology 1: 153-158.
- 5- Anantaswamy, RM. 1953. Some observations on the endosperm in Papilionaceae. Phytomorphology 3: 209-222.
- 6- Ashrafunnisa, A., Pullaiah, T. 1994. Embryology of Galactia (Fabaceae). Phytomorphology 44:253-260.
- 7- Ashrafunnisa, A., Pullaiah, T. 1999. Embryology of *Teramnuslabialis* (Fabaceae). Phytomorphology 49: 192-202.
- 8- Aytac, Z., Unal, F., Pinar, MN. 2000. Morphological, palinological and cytotaxonomical study of *Ebenuslongipes* Boiss. and Bal. and *E. argentea* Siehe ex Bornm (Leguminosae) from Turkey. Israel Journal of Plant Science 48:321-326.
- 9- Bakar Büyükkartal, HN. 2009. Ultrastructural changes of the egg apparatus associated with fertilization of natural tetraploid *Trifoliumpratense*L. (Fabaceae). Biological Research 42: 25-30.
- 10- Batygina, TB. 2002. Embryology of Flowering Plants: Terminology and Concepts, Volume 1: Generative Organs of Flower. Enfield, NH: Science Publishers.
- 11- Bittencourt, NJ., Mariath, JE. 2002. Ovule ontogeny of *Tabebuia pulcherrima* Sand with (Bignoniaceae): embryo sac development. Revista Brasileira de Botânica 25: 103-115.
- 12- Bouman, F. 1984. The ovule. In: Johri BM, ed. Embryology of angiosperms. Berlin: Springer, 123-157.
- 13- Bouman, F., Boesewinkel, FD. 1991. The campylotropous ovules and seed, their structure and functions. Botanische Jahrbücher für Systematik 113: 255-270.
- 14- Chehregani, A., Mohsenzadeh, F., Tanaomi N. 2011. Comparative study of gametophyte development in the some species of the genus *Onobrychis*: Systematic significance of gametophyte futures. Biologia 66: 229-237.
- 15- ChehreganiA, Tanaomi N, Ranjbar M 2008. Pollen and anther development in *Onobrychis shahuensis* Bornm.(Fabaceae). International Journal of Botany 4:241-244.
- 16- Chehregani, A., Tanaomi, N. 2010. Ovule ontogenesis and megagametophyte development in *Onobrychis shahuensis* Bornm.(Fabaceae). Turk J Bot. 34:241-248.
- 17- Corner, E.JH. 1951. The leguminous seed. Phytomorphology 1:117-150.
- 18- Corner, E.JH. 1976. The seed of Dicotyledons. 2 vols. Cambridge University Press, Cambridge.
- 19- Deshpande, PK., Bhasin, RK. 1976. A contribution to the life history of *Zorniadiphylla* Pers. Journal of Indian Botanical Society 55:115-124.
- 20- Dnyansagar, VR. 1957. Embryological studies in the Leguminosae. V. *Prosopisspicigera* and *Desmanthusvirgatus*. Botanical Gazette 118:180-186.
- 21- Evert, R. 2006. Esau's Plant Anatomy, 3<sup>rd</sup> edition, John Wiley & Sons, New Jersey.
- 22- Faigo'n-Soverna, A., Galati B, Hoc P. 2003. Study of ovule and megagametophyte development in four species of subtribe Phaseolinae (Leguminosae). Acta Biol CracovSer Bot. 45:57-67.
- 23- Galati, BG., Rosenfeldt S., Tourn, GM. 2006. Embryological studies in *Lotus glaber* (Fabaceae). Annales Botanici Fennici. 43:97-106.
- 24- Gunn, CR. 1981. Seeds of leguminosae. In: Polhill CH, Raven PH, eds. *Advances in legumesystematics*, Vol. 2. Kew: Royal Botanic Gardens 913-925.
- 25- Harris, WM. (1983). "On the development of macrosclereids in seed coats of *Pisum sativum* L.". *Am. J. Bot.* 70, pp. 1528-1535.
- 26- Harris, WM. 1984. On the development of osteosclereids in seed coats of *Pisum sativum* L. NewPhytologist 98:135-141.
- 27- Harris, WM. 1987. Comparative ultrastructure of developing seed coats of hard-seeded and soft seeded varieties of *soybean*, *Glycine max* (L.) Merr. Botanical Gazette 148: 324-331.
- 28- Hindmarsh, GJ. 1964. Gametophyte development in *Trifolium pretense* L. Australian Journal of Botany 12:1-14.
- 29- Korchagina, I. A., (1969). "Attempt at classification of the ovule morphological types in angiosperms". *Bot. Zhurnal*, 54 (10), pp. 1513-1530.
- 30- Liu, CC. Huang, TC. 1999. Microsporogenesis and exine substructure in *Urvaria crinite* (Fabaceae). Grana 38:277-283.

- 31- Liu, CC. Huang, TC. 2003. Anther and pollen wall development in *Dumasia miaoliensis* Liu and Lu (Fabaceae). *Taiwania* 48:273-281.
- 32- Liu, ZW, Xiao,DX., Zhang, L., Lian, FQ., Tu, SP. 2003. Microsporogenesis and development of male gametophyte in *Lycoris radiata* Herb. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis* 28:234-238.
- 33- Mabberley, DJ. 1990. The plant-book. A portable dictionary of the higher plants. University Press Cambridge.
- 34- Manning, J.C., Van Staden, J. 1979. The development and ultrastructure of the tasta and tracheid bar in *Erythrina lysistemon* Hutch. (Leguminosae: Papilionoideae). *Protoplasma* 129:157-167.
- 35- Moço, MCC., Mariath, JEA. 2003. Ovule ontogenesis and megasporogenesis in *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. (Leguminosae-Papilionoideae). *Revista Brasileira de Botanica* 26:495-502.
- 36- Mosti, S., Friedman, CR., Piccolin, F., Di Falco, P., Papini, A. 2012. The unusual tegumental tissues of the *Lunaria annua* (Brassicaceae) seed: A developmental study using light and electron microscopy. *Flora* 207:828-837.
- 37- Pacini, E., Franchi, GG., Hesse, M. 1985. The tapetum: its form, function and possible phylogeny in Embryophyta. *Plant System and Evolution*. 149:155-185.
- 38- Rechinger, K. H. 1984. *Onobrychis*. In: Rechinger KH, (Ed.). *Flora Iranica*, 157. Graz, Austria: Akademische Druck, pp. 389-459.
- 39- Rembert Junior, DH. 1966. Megasporogenesis in *Laburnum anagyroides* Medic. a case of bisporic development in Leguminosae. *Transactions Kentucky Acad. Sci.* 27:47-50.
- 40- Rembert Junior, DH. 1977. Contribution to ovule ontogeny in *Glycine max*. *Phytomorphology* 27:368-370.
- 41- Rezanejad, F. 2006. Zygotic Embryogenesis in *Spartium junceum* L. (Fabaceae): Development of embryo and suspensor. *International Journal of Botany* 2:113-116.
- 42- Rezanejad, F. 2007. The effect of air pollution on Microsporogenesis in *Spartium Junceum* L. (Fabaceae). *Turkish Journal of Botany* 31:183-191.
- 43- Riahi, M., Zarre, S., Chehregani, A., Shahsavan-Behboudi, B. 2003. Seed development in two species of medifixed hairy *Astragalus* (Fabaceae). *Flora* 198:211-219.
- 44- Riahi, M., Zarre, S. 2009. Seed development in *Astragalus cemerinus* and *A. ruscifolius* (Fabaceae), and its systematic implications. *Acta Biologica Cracoviensia* 51:111-117.
- 45- Rodriguez-Pontes, M. 2008. Seed formation in two species of *Adesmia* (Fabaceae): co-occurrence of micropylar and lateral endosperm haustoria in legumes and its taxonomic value. *Botanical Journal of the Linnean Society* 158:602-612.
- 46- Smith, BW. 1956. *Arachis hypogea*: normal megasporogenesis and syngamia with occasional single fertilization. *American Journal of Botany* 43:81-89.
- 47- Tanaomi, N., Jonoubi, P., Chehregani, A., Majd, A., Ranjbar, M. 2016. Embryology of *Onobrychis persica* Sirj. And Rech. f. (Fabaceae) and its systematic implications. *Caryologia* 69:256-266.
- 48- Teixeira, SP., Forni-Martins, ER., Ranga, NT. 2002. Development and cytology of pollen in *Dahlstedtia malme* (Leguminosae: Papilionoideae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 138:461-471.
- 49- Tucker, SC. 2003a. Floral Development in Legumes I. *Plant Physiology* 131:911-926.
- 50- Vardar, F. 2013. Developmental and cytochemical features of female gametophyte in endemic *Lathyrus undulates* (Fabaceae). *International Journal of Agriculture & Biology* 15:135-139.
- 51- Wilson, CA. 2001. Floral stages, ovule development, and ovule and fruit success in *Iristenax*, focusing on var. *Gormanii*, a taxon with low seed set. *American Journal of Botany* 88:2221-2231.



## The study of structure and developmental events of reproductive organs and seed in *Onobrychis viciifolia*

Olanj N., Tanaomi N. and Koolivand M.

Dept. of Biology, Faculty of Basic Science, Malayer University, Hamedan, I.R. of Iran.

### Abstract

Structure and developmental events of reproductive organs and seed in *Onobrychis viciifolia* Scop. (Fabaceae), were investigated for the first time using bright field microscopy with different staining techniques. The pedunculate ovary of this plant has long trichomas and one ovule. The mature ovule is anatropous, crassinucellar and bitegmic with zigzag micropyle. Meiosis of megasporocytes results in a T-shaped tetrad. In *Onobrychis viciifolia* embryo sac is the type of Polygonum. The polar nuclei are close to the egg apparatus and the fusion of them are very soon and before fertilization. The seed coat consists of cuticle, macrosclereid and osteosclereids that parenchyma layer with starch grain accumulation is under it. At the hill pole, double palisade layer, tracheid bar and subhilar parenchyma are visible. Anther development starts when the flowers are very small. The anthers are tetrasporangiate and their wall development follows the dicotyledonous type and consists of four layers: epidermis, endothecium, one middle layer and uninucleate secretory tapetum. Microspore development is simultaneous in sporangia of an anther. Mature pollen grains are ellipsoidal and two-celled. Fibrous thickenings are developed in the endothecium when shed.

**Key words:** Ovule, Embryo sac, Megasporocytes, Anther, *Onobrychis viciifolia*