



## تکوین دانه گرده و تخمک *Antirrhinum majus* L.

زهرا بقایی فر\*<sup>۱</sup>، ساسان امینی<sup>۱</sup>، عبدالکریم چهرگانی راد<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

<sup>۲</sup> گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

E-mail: z\_baghaeifar@pnu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۲۰

### چکیده

گیاه گل میمون (*Antirrhinum majus*) از تیره اسکروفولاریاسه (Scrophulariaceae) از نظر چگونگی تکوین تخمک و دانه گرده مورد بررسی پژوهش حاضر می‌باشد. بدین منظور، ابتدا گل‌ها را در مراحل مختلف نمو برداشت نموده و در محلول فیکساتور FAA تثبیت و سپس در الکل ۷۰٪ نگهداری شدند. نمونه‌ها پس از آماده سازی و قالب‌گیری در پارافین، توسط دستگاه میکروتوم برش‌گیری گردید و با محلول‌های ائوزین و همتاکسیلین رنگ‌آمیزی انجام گرفت. بررسی لام‌های تهیه شده با میکروسکوپ نوری انجام شد. نتایج نشان داد که بساک‌های این گیاه دارای ۴ کیسه گرده بوده و لایه مغذی (تاپی) آن از نوع ترش‌چی می‌باشد. تترادهای میکروسپوری به اشکال تتراهدرال و تترگونال بوده که سیتوکینز در آنها از نوع هم‌زمان می‌باشند. دانه‌های گرده در زمان انتشار اغلب دو یاخته‌ای، بدون تزئینات خاص بوده و دارای سه شکاف رویشی می‌باشد. سلول تخمک این گیاه از نوع کم‌خورش، تک پوسته‌ای و از نظر موقعیت بر روی مادگی به حالت واژگون می‌باشد. نمو کیسه رویانی بر اساس الگوی تیپ پلی‌گونوم صورت می‌گیرد. تترادهای مگاسپوری پس از طی مراحل تقسیم میوز، به صورت آرایش خطی ظاهر می‌گردد. مگاسپور عملکردی در موقعیت شالازی است. وجود کرک‌های فراوان ترش‌چی در سطح گلبرگ‌ها، پایه پرچم‌ها و نیز روی دیواره مادگی از اختصاصات این گیاهان می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: تخمک، دانه گرده، *Antirrhinum majus* Scrophulariaceae

### مقدمه

چگونگی و مراحل تکوین اندام‌های تولید مثلی، برای حفظ گیاهان در بخش باغبانی و کشاورزی ضروری است [28]. تیره اسکروفولاریاسه اساساً با گل‌هایی که گرایش شدید به نامنظم شدن دارند مشخص می‌شود این گرایش سبب تغییرات عمیق جام گل می‌گردد و آن را به صورت پوزه میمون با دو لب برجسته بالایی و پایینی در می‌آورد. تیره اسکروفولاریاسه حدود ۲۲۰

در سال‌های اخیر به واسطه پیشرفت علوم طبیعی بالاخص شاخه علوم تکوین گیاهی، مطالعه و بررسی مراحل مختلف تشکیل گل و همچنین چگونگی ایجاد اندام‌های زایشی نر و ماده و سلول‌های حاصل از آن (تخمک و دانه گرده) مورد توجه فراوان قرار گرفته است [4]. توسعه دانش زیست شناسی تکوینی و مطالعه

اساس مراحل مختلف نمو برداشت شدند و در فیکساتور FAA<sub>70</sub> تثبیت، سپس در الکل ۷۰٪ قرار گرفتند. به منظور برش‌گیری از نمونه‌ها ابتدا در پارافین قالب‌گیری شده، سپس با استفاده از دستگاه روتاری میکروتوم مدل DS 4055 برش‌هایی به ضخامت ۵ الی ۷ میکرومتر از نمونه‌ها به عمل آمد. رنگ‌آمیزی با اتوزین و همتوکسیلین صورت پذیرفت. هر یک از مراحل تکوین تخمک و پرچم طی چندین برش به وسیله میکروسکوپ نوری Labomed FX 5500 مجهز به دوربین دیجیتال مورد بررسی قرار گرفت. برش‌گیری از نمونه‌های متعددی صورت گرفت و پس از بررسی برش‌ها و انتخاب مناسب‌ترین آنها، عکس- برداری انجام گرفت.

## نتایج

### تشکیل دیواره بساک در *Antirrhinum majus*

اندام زایشی نر گیاه گل میمون شامل ۴ عدد پرچم می‌باشد که از لحاظ مورفولوژیکی ۲ به ۲ هم اندازه می‌باشند (تصویر ۱). همانند بسیاری از گیاهان نهاندانه، تکوین و تمایز بافت پرچم زودتر از مادگی صورت می‌گیرد. در این گیاه بساک‌ها دارای ۴ کیسه گرده‌ای (تتراسپورانث) می‌باشند (تصویر ۲). به تعداد ۱ الی ۲ ردیف سلول آرکتوسپوری در زیر اپیدرم در مراحل ابتدایی نمو بساک، تمایز پیدا می‌کنند. از ویژگی‌های سلول‌های سلول‌های آرکتوسپوری داشتن هسته حجیم و سیتوپلاسم متراکم می‌باشد که نسبت به سلول‌های دیگر قابل تشخیص می‌باشد (تصویر ۳). مولد سلول‌های بافت هاگزا و سلول‌های جداری، سلول‌های آرکتوسپوری می‌باشند که با عمل تقسیم خود به صورت مماسی، سلول‌های خارجی تولید

جنس و ۴۰۰۰ گونه تشکیل یافته که معمولاً در ۳ زیر خانواده طبقه‌بندی می‌شوند [3,8,9,10] این تیره دارای پراکنش جهانی است ولی بیشترین گونه‌های آن در منطقه نیمکره شمالی تمرکز یافته‌اند. از نظر اقتصادی این تیره اهمیت کمتری دارد و بیشتر به عنوان گیاهان زینتی پرورش داده می‌شوند که مهمترین آنها گیاه گل میمون (*Antirrhinum majus*) می‌باشد [5,9,11]. مطالعات متعدد کاربولوژیک، فیتوشیمی و ژنتیک در خصوص آلل‌ها و ژن‌های موثر بر تغییر رنگ گلبرگ‌ها صورت گرفته است و [15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 30, 31, 33]. همچنین بررسی اثر عوامل محیطی مختلف بر کشت این گیاه تحت شرایط طبیعی و گلخانه‌ای و نحوه اثر عوامل بر چگونگی الگوی تشکیل گل این گیاه انجام شده است [17, 23, 34]. با این وجود، مطالعات تکوینی و رویان شناختی محدودی در این تیره انجام شده است. بدین منظور برای افزایش دامنه اطلاعات و آگاهی در خصوص این تیره، انجام مطالعات تکوینی جدید ضروری می‌باشد. انتظار می‌رود که نتایج مطالعات و بررسی‌های تکوینی گل و اندام‌های زایشی، در کنار مطالعه ابعاد دیگر این گیاه بتواند در روشن نمودن مسائل آرایه شناختی و سیستماتیکی این تیره مورد بهره برداری قرار گیرد. بر اساس مطالعات مرجع شناختی به عمل آمده، پژوهش حاضر اولین گزارش در مورد تکوین اندام‌های زایشی گونه *Antirrhinum majus* می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی و مطالعه تکوین اندام‌های زایشی گیاه گل میمون، پس از تهیه بذر سالم و کشت بذرها صورت گرفت. گل‌ها و غنچه‌ها در سنین مختلف بر

نیز معروف است که در نمونه مذکور به صورت تک لایه و فاقد زوائد و تزئینات خاص می‌باشد (تصویر ۲).

#### میکروسپورزایی و نموگامت نر *Antirrhinum majus*

سلول‌های داخلی بافت هاگزا حاصل از تقسیم آرکتوسپوری، طی تمایز به سلول‌های مادر گرده (میکروسپورسیت) تبدیل می‌شوند. سلول‌های میکروسپورسیت نسبت به سلول‌های بافت جداری (احاطه کننده) از لحاظ اندازه بزرگ‌تر بوده و سیتوپلاسم آن تراکم بیشتری دارد (تصاویر ۴ الی ۶). میکروسپورسیت‌ها شروع به تقسیم میوز می‌نمایند که در طی این تقسیم، لایه‌ای شفاف در اطراف تترادها و میکروسپورهای حاصل از تقسیم میوز پدیدار می‌گردد که به آن لایه کالوزی می‌گویند که در زیر میکروسکوپ قابل تشخیص می‌باشد (تصاویر ۱۱ و ۱۳). با انجام تقسیم میوز I سلول‌های مادر گرده ابتدا وارد مرحله پروفاز I (تصویر ۶)، متافاز I (تصویر ۷)، آنافاز I (تصویر ۸) و تلوفاز I (تصویر ۹) می‌شوند که حاصل آن ۲ سلول  $n$  کروموزومی می‌باشد. سپس این سلول‌ها وارد مرحله میوز II می‌شوند که پس از طی این مراحل ایجاد سلول‌های تتراد می‌نمایند (تصاویر ۱۱ و ۱۲). تترادها در گونه مورد مطالعه به اشکال تتراهدرا ل و تترگونال مشاهده می‌شود که تعداد تتراهدرا ل‌ها نسبت به تترگونال‌ها بیشتر می‌باشد (تصویر ۱۲). سیتوکینز از نوع همزمان می‌باشد. پس از پایان یافتن تقسیم میوز II تقسیم سیتوپلاسم به صورت همزمان صورت می‌گیرد که حاصل آن چهار سلول میکروسپور (تتراد) می‌باشد. لایه کالوزی در اطراف تترادها و مونادها در زیر میکروسکوپ قابل تشخیص می‌باشد (تصویر ۱۱). سلول‌های میکروسپور در زمان جدا شدن از حالت تتراد دارای شکل منظم،

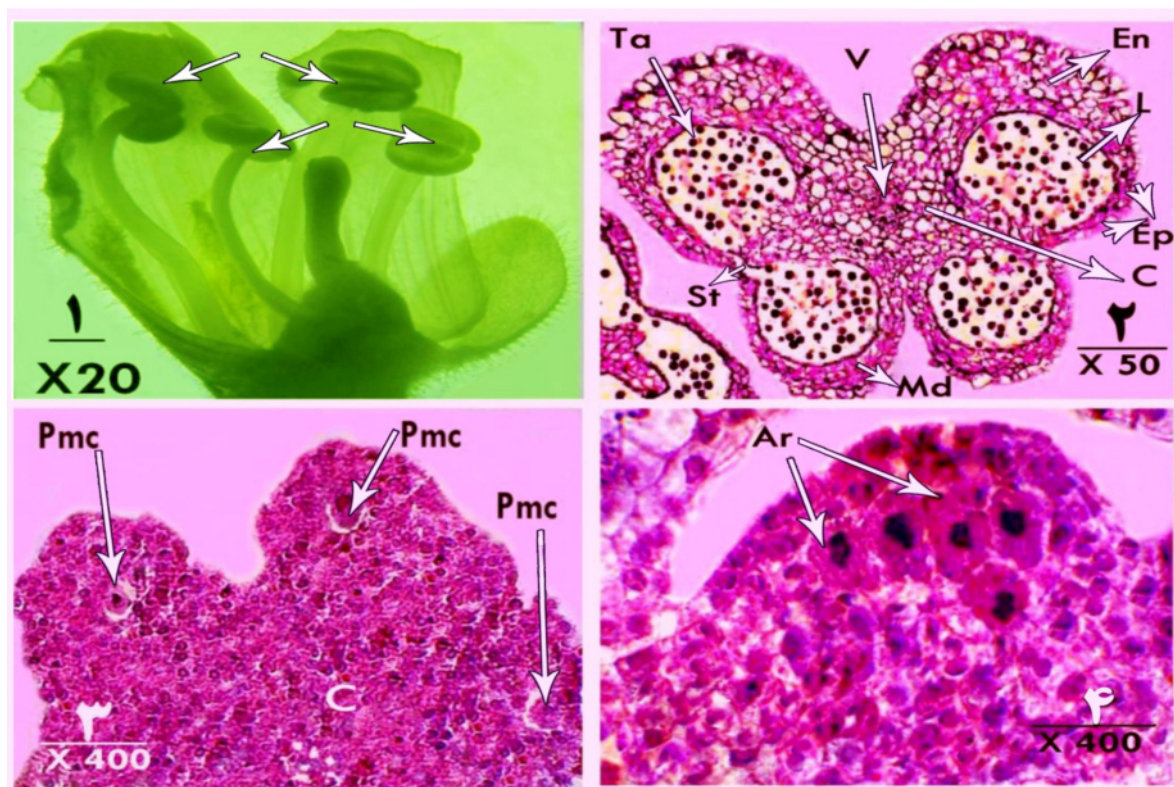
بافت جداری می‌نمایند و دیگر سلول‌های داخلی حاصل از تقسیم، بافت هاگزا را به وجود می‌آورند (تصویر ۳). سلول‌های جداری حاصل از تقسیم سلول آرکتوسپور باعث ایجاد دیواره بساک می‌گردد. بررسی‌های صورت گرفته در این گیاه نشان می‌دهد که دیواره بساک به صورت ۴ لایه بوده و نحوه تکوین آن بر اساس تیپ گیاهان دو لپه‌ای می‌باشد. لایه‌های دیواره بساک از سمت داخل به سمت خارج عبارتند از: لایه مغذی (تاپی)، لایه میانی، لایه مکانیکی و لایه اپیدرم. جز لایه تاپی بقیه لایه‌ها غالباً به صورت یک ردیف سلول می‌باشند (تصویر ۵). لایه تاپی داخلی‌ترین لایه دیواره بساک بوده که موقعیت آن در اطراف بافت اسپورزای بساک می‌باشد. سلول‌های این بافت به صورت مکعبی شکل، کشیده و اندازه بزرگ و مشخصی می‌باشند که در زمان رنگ‌آمیزی نسبت به سلول‌های لایه‌های دیگر خاصیت رنگ‌پذیری بیشتری دارند (تصاویر ۷ الی ۱۰). بررسی‌ها نشان داده است که تعداد لایه سلول‌های مغذی (تاپی) غالباً تک لایه و گاهی به صورت ۲ لایه‌ای نیز مشاهده می‌شود و تعداد هسته‌های آن به ۱ یا گاهی ۲ عدد می‌رسد. لایه مغذی (تاپی) این گونه از نوع ترش‌حی می‌باشد زیرا این سلول‌ها در مراحل ابتدایی نمو و شکل‌گیری بساک در موقعیت خود ثابت بوده ولی در مراحل پایانی نمو دانه گرده شروع به تحلیل می‌نمایند (تصاویر ۷ الی ۹). سلول‌های لایه مکانیکی به دلیل داشتن ساختار فیبرهای ضخیم قابل تشخیص بوده به نحوی که در مراحل پایانی نمو دانه گرده، این سلول‌ها کاملاً از بین رفته و فقط رشته‌های ضخیم فیبری از این سلول‌ها باقی می‌ماند (تصاویر ۷ الی ۱۲). خارجی‌ترین لایه دیواره بساک، لایه روپوست می‌باشد که به اگزوتسیوم

واکوئل هسته و سیتوپلاسم متراکم، هسته مشخص و فاقد واکوئل می‌باشد (تصویر ۱۳). لایه خارجی دانه گرده به لایه

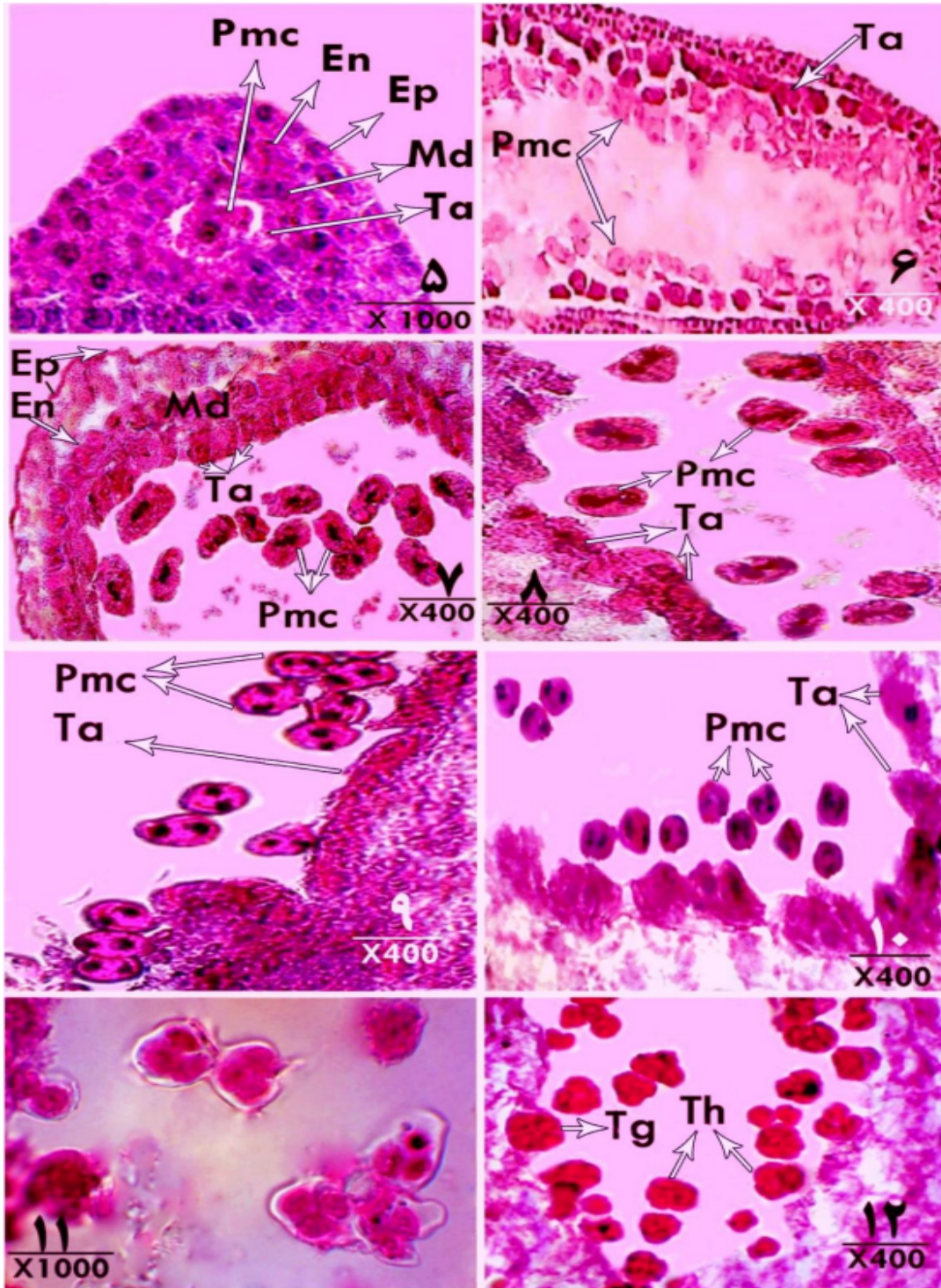
اگزینی معروف است که احاطه کننده دانه گرده می‌باشد. این لایه در ابتدای نمو از جنس پلی‌ساکاریدی بوده سپس پلیمر اسپورپولنین جایگزین پلی‌ساکارید می‌شود که بسیار مقاوم بوده و باعث حفاظت دانه گرده می‌گردد. در نمونه مورد مطالعه لایه اگزینی فاقد زوائد و تزئینات خاص بوده و نسبتاً صاف می‌باشد (تصویر ۱۶). در طی مرحله نمو دانه گرده، حجم واکوئل مرکزی افزایش یافته و هسته را در موقعیت کناری سلول قرار می‌دهد. به عبارتی یک

واکوئل هسته و سیتوپلاسم متراکم، هسته مشخص و فاقد واکوئل می‌باشد (تصویر ۱۴).

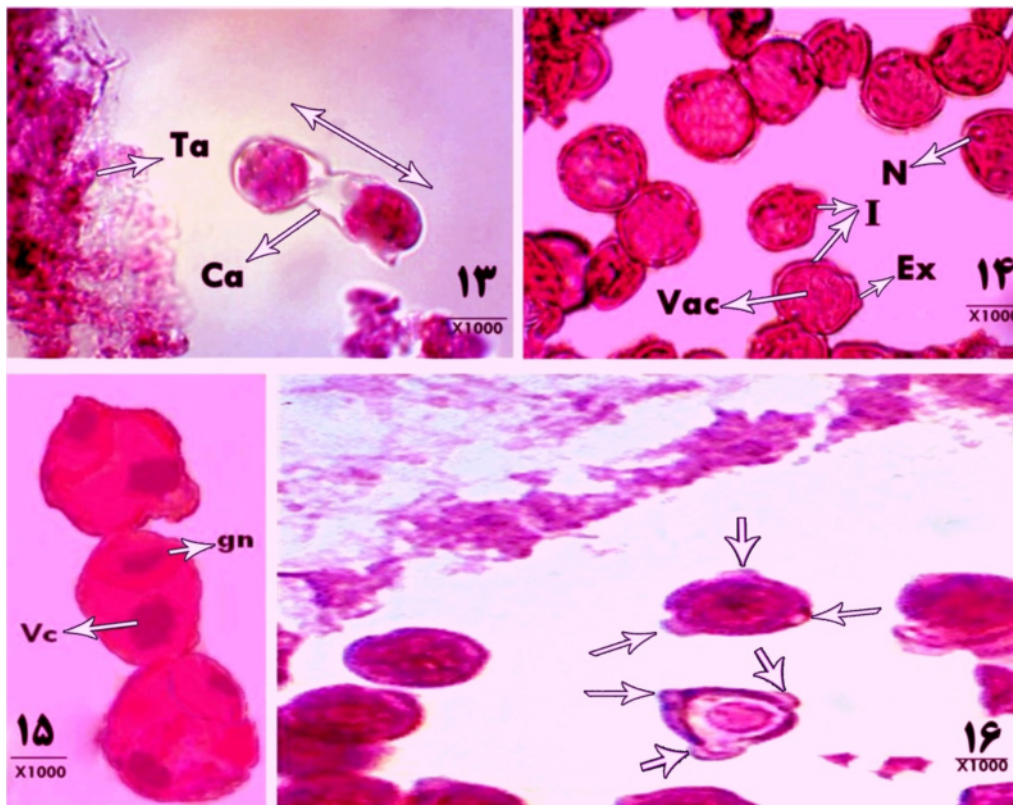
هسته با تقسیم میتوز ایجاد ۲ هسته غیر یکسان می‌نماید. هسته بزرگ‌تر به عنوان هسته رویشی دانه گرده می‌باشد و هسته کوچک‌تر نیز هسته زایشی می‌باشد که در نهایت دانه گرده ۲ هسته‌ای به دانه گرده جفت سلولی تبدیل می‌گردد (تصویر ۱۵). از لحاظ مورفولوژیکی دانه گرده نمونه، کروی شکل، فاقد تزئینات و دارای ۳ شیار بر روی دانه گرده می‌باشد که در این شیارها لایه انتین ضخامت بیشتری دارد (تصویر ۱۶).



تصاویر ۱-۱۶: میکروسپورزایی و تشکیل گامتوفیت نر در *Antirrhinum majus*. (۱) نمایی از موقعیت پرچم‌ها که اندازه آنها ۲ به ۲ با هم برابر است. (۲) برش عرضی بساک، که چهار کیسه گرده را نشان می‌دهد که لایه‌های آن شامل: لایه اپیدرم (Ep)، لایه مکانیکی (En)، لایه میانی (Md)، لایه تاپی (Ta)، آوندها (V)، حفره بساک (L)، بافت هادی (C) و استومیوم (St). (۳) موقعیت سلول‌های مادر میکروسپور (Pmc) بساک در حال تکوین. (۴) لایه سلول‌های آرکتوسپوری (Ar) مولد مادر میکروسپور (Pmc).



ادامه تصاویر میکروسپورزایی ۵ تا ۱۲: (۵) سلول مادر میکروسپور (Pmc) و لایه اطراف آن که در حال شکل‌گیری کامل می‌باشند. (۶) برش طولی قسمتی از بساک که لایه مغذی تاپی (Ta) و سلول مادر میکروسپور (pmc) در یک یا دو ردیف مستقر می‌باشند، که این سلول‌ها در در حالت پروفاز I می‌باشند. (۷) تصویر سلول‌های مادر میکروسپور (Pmc) در حالت متافاز I و دیگر لایه‌های اطراف بساک. (۸) سلول‌های مادر میکروسپور (Pmc) در حالت آنافاز I. (۹) سلول‌های مادر میکروسپور (Pmc) در حالت تلوفاز I. (۱۰) متافاز II. (۱۱) تلوفاز II و شروع تشکیل حالت تتراد که لایه کالوزی قابل مشاهده می‌باشد. (۱۲) برش طولی بساک در مرحله تتراد میکروسپور که هر دو حالت تتراد هدرال (Th) و تتراد گونال (Tg) قابل مشاهده بوده که در این نمونه بیشتر تترادها از نوع تتراد هدرال می‌باشند.



ادامه تصاویر ۱۳ تا ۱۶: (۱۳) آزاد شدن تدریجی تترادها میکروسپوری و فاصله گرفتن از هم همراه با از بین رفتن لایه تاپی و کالوزی (Ca). (۱۴) در این تصویر دانه‌های گرده در حالت واکتوله (Vac) بوده و هسته (N) به کنار رانده شده و دیواره‌های اکزین (Ex) و اینتین (I) قابل مشاهده می‌باشد. (۱۵) مشاهده هسته‌های زایشی (gn) و هسته رویشی (Vc) گرده در حالت تمایز نهایی. (۱۶) دانه‌های گرده بالغ با سه شیار (علامت فلش) و لوب‌های بین شیار.

ساختار بند اتصال می‌یابد و پل (رافه) را تشکیل می‌دهد (تصاویر ۲۱ و ۲۲). تخمک در این گونه به صورت تک پوسته‌ای می‌باشد که خاستگاه آن از سلول‌های اپیدرمی پریموردیومی تخمکی بوده که با تقسیمات شعاعی این سلول‌ها به وجود می‌آید. پوسته تخمک در قسمت زیرین بافت خورش و اطراف جسم تخمکی به صورت برآمدگی‌های چند سلولی تشکیل می‌گردد. با ادامه روند رشد پوسته‌های تخمکی در قسمت فوقانی تخمک، کانال کوچکی تشکیل می‌گردد که ورود لوله گرده به درون کیسه رویانی را تسهیل می‌نماید که این کانال زایشی سفت نامیده می‌شود (تصویر ۲۸). خارجی‌ترین لایه سلولی متعلق به بافت خورش، اپیدرم خورش نامیده می‌شود. در

#### تکوین تخمک *Antirrhinum majus*

ساختار مادگی در این گونه از ۲ برچه پیوسته به هم تشکیل یافته است که تخمدان‌های آن حاوی تعداد زیادی تخمک‌های حجیم و رشد یافته می‌باشد. مجموعه سلول‌های خاستگاه تخمکی به صورت برجستگی‌های متعدد بر روی تخمدان ظاهر شده که طی روند رشد به حالت واژگون پدیدار می‌گردد و تمکن آن از نوع محوری می‌باشد. منشا بافت خورش، قسمت فوقانی پریموردیوم تخمکی می‌باشد. در نمونه مذکور بافت خورش از نوع خورش کم توسعه یافته با دیواره نسبتاً نازک می‌باشد. همزمان با شکل‌گیری تخمک واژگون کیسه رویانی نیز تشکیل می‌شود. در طی واژگونی کامل تخمک بخشی از پوسته تخمک به

مگاسپور عملکردی یا فعال نامیده می‌شود که از لحاظ موقعیت استقرار آن، در علم تاکسونومی اهمیت زیادی دارد (تصویر ۲۲). مگاسپور عملکردی با گسترش واکوئل، افزایش سیتوپلاسم و نیز رشد هسته، اندازه و حجم قابل مقایسه‌ای نسبت به سلول‌های دیگر بافت خورش ایجاد می‌کند که شکل کیسه ماندی پیدا می‌کند و در این حالت کیسه رویانی نامیده می‌شود. در کیسه رویانی هسته سلول بنیادی مستقر در آن سه بار متوالی تقسیم میتوز صورت می‌گیرد. در اولین تقسیم میتوزی دو هسته هاپلوئید تشکیل می‌گردد که باعث به وجود آمدن کیسه رویانی دو هسته‌ای می‌گردد (تصویر ۲۳). سپس دومین تقسیم میتوزی صورت می‌گیرد که موجب ایجاد چهار هسته هاپلوئید و به وجود آمدن کیسه رویانی چهار هسته‌ای می‌گردد (تصویر ۲۴). نهایتاً سومین تقسیم میتوزی انجام گرفته باعث شکل‌گیری کیسه‌روییانی هشت هسته‌ای می‌گردد (تصویر ۲۵). در میان هسته‌های کیسه رویانی هشت هسته‌ای، واکوئل‌هایی به وجود می‌آید که باعث جدایی تعدادی از هسته‌ها در انتهای شالازی و تعداد دیگر در انتهای میکروپیلی می‌گردد (تصاویر ۲۶ و ۲۷). کیسه رویانی زمانی به تمایز نهایی می‌رسد که پدیده سلولی شدن در کیسه رویانی رخ دهد. پدیده سلولی شدن در کیسه رویانی همزمان با مهاجرت هسته‌های قطبی انجام می‌گیرد. در سمت (قطب) مجاورت کانال سفت ۳ سلول وجود دارد که یکی از سلول‌ها تخمزا و ۲ سلول کناری دیگر سینرژید نامیده می‌شوند (تصاویر ۲۶ و ۲۷). دو سلول سینرژید در سمت کانال سفت (میکروپیل) در مجاورت سلول تخمزا واقع بوده و به راحتی قابل تشخیص می‌باشند (تصویر ۲۸). سلول تخمزا به دلیل داشتن هسته نسبتاً درشت در سمت بنی و نیز به دلیل گلابی شکل بودن سلول قابل

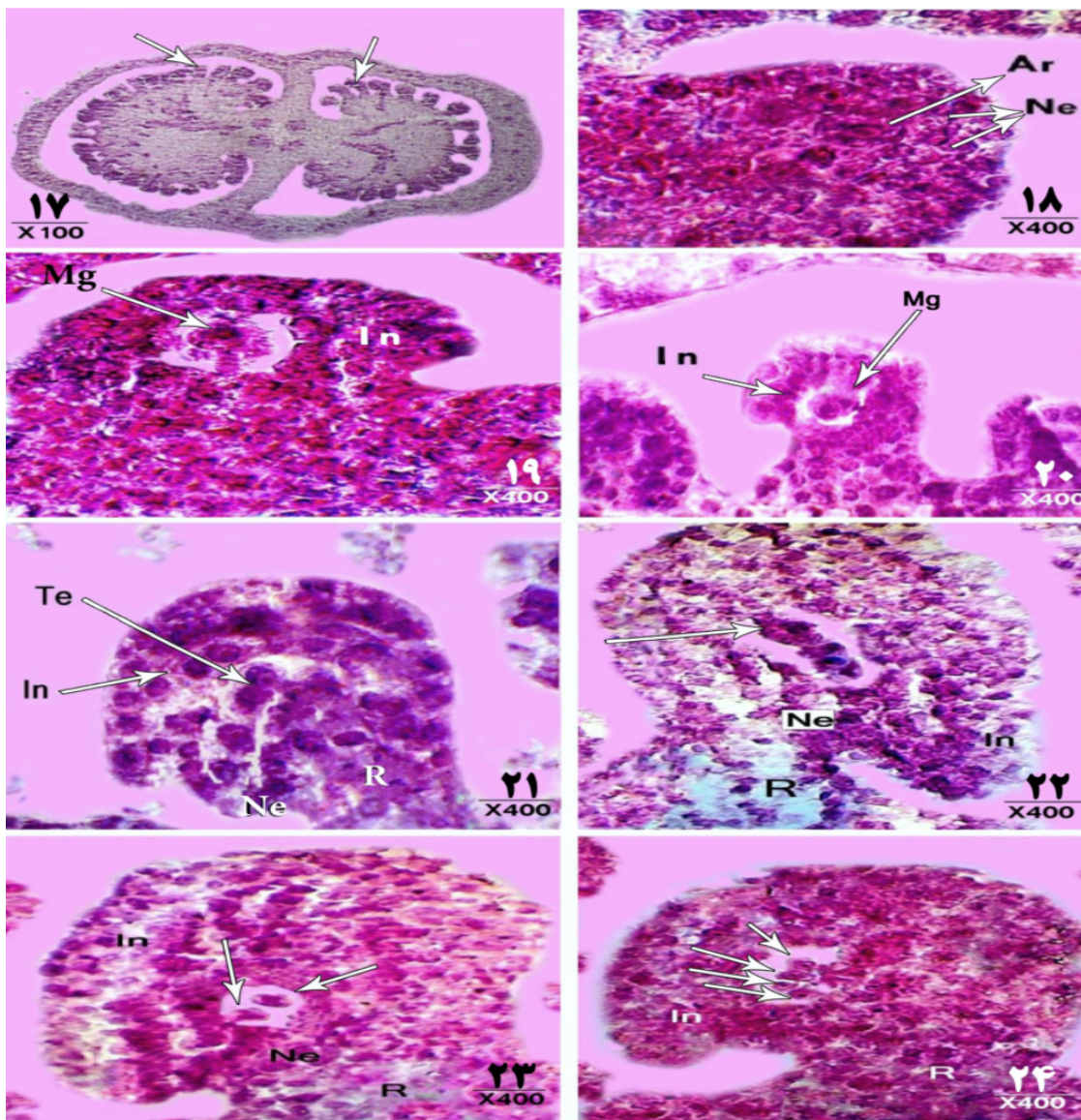
نمونه مورد مطالعه اپیدرم خورش دیواره مگاسپورانژ را در بر گرفته است. سلول‌های بنیادی آرکتوسپوری به تعداد یک یا چند عدد در قسمت راس بافت خورش و زیر اپیدرم تمایز می‌یابند (تصویر ۱۸). سلول‌های بنیادی آرکتوسپوری واقع در پریموردیوم تخمکی به دلیل داشتن هسته بزرگ، حجم زیاد سلول و سیتوپلاسم متراکم به راحتی قابل تشخیص می‌باشد. در این نمونه موقعیت سلول مادر مگاسپور در لایه سوم می‌باشد (تصویر ۱۸).

#### مگاسپورزایی و نموگامتوفیت ماده *Antirrhinum majus*

سلول‌های مگاسپورسیت واقع در بافت خورش به واسطه داشتن شکل چند وجهی و اندازه نسبتاً بزرگ و نیز هسته حجیم به راحتی قابل تشخیص می‌باشد (تصویر ۱۹). معمولاً هسته به سمت راس قطبی میکروپیل جا به جا می‌گردد. سلول مگاسپورسیت با انجام تقسیم سلول‌های مگاسپور را ایجاد می‌نماید که در طی رویش، کیسه رویانی یا گامتوفیت ماده به وجود می‌آید. در نمونه مورد مطالعه مگاسپورسیت دو بار تقسیم میوز انجام می‌دهد و مگاسپورزایی آن از نوع تک اسپوری می‌باشد. اولین تقسیم میوزی باعث به وجود آمدن دو سلول دیاد هاپلوئید می‌گردد که این تقسیم به صورت عرضی صورت می‌گیرد (تصویر ۲۰). در مرحله بعد دومین تقسیم میوزی نیز به صورت عرضی انجام می‌گیرد و باعث به وجود آمدن چهار سلول تتراد می‌شود (تصویر ۲۱). در بررسی‌های صورت گرفته بر روی چندین برش بیانگر خطی طولی بودن تترادها می‌باشد. سه سلول حاصله از تقسیم میوز (تتراد) تحلیل رفته و تنها یک سلول باقی می‌ماند که باعث شکل‌گیری و تکوین کیسه رویانی می‌گردد. به تنها سلول باقی مانده حاصل از تتراد،

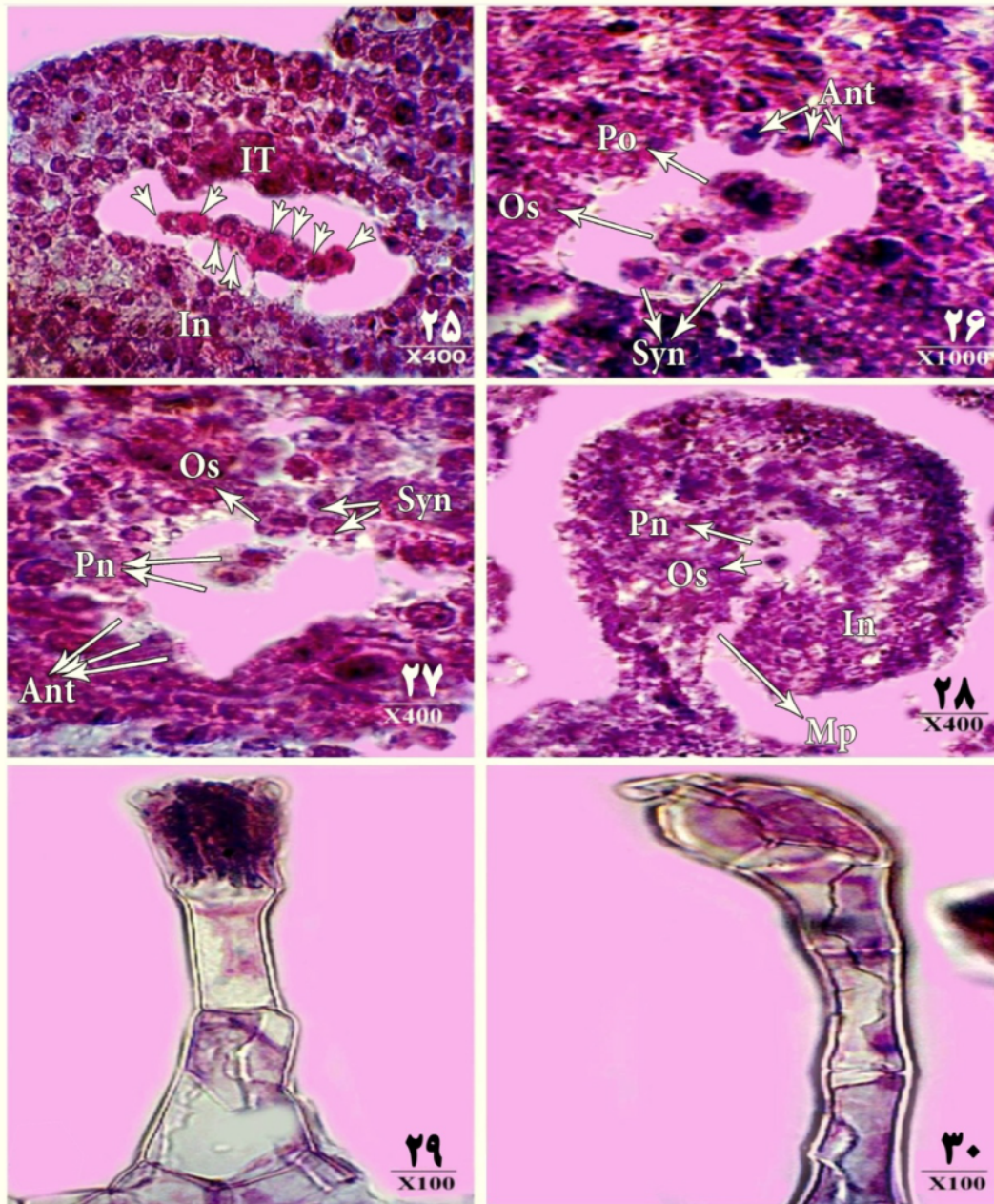
هسته ثانویه  $2n$  (دیپلوئید) می‌گردد. زمانی تکوین نهایی تخمک صورت می‌گیرد که هسته ثانویه، سلول تخمزا و کیسه رویانی تشکیل یافته است. می‌توان وجود کرک‌های ترش‌چی فراوان در دیواره مادگی، کاسبرگ‌ها و گلبرگ‌ها را به عنوان یکی از ویژگی‌های این گیاه اشاره کرد (تصاویر ۲۹ و ۳۰).

تشخیص می‌باشد. در کیسه رویانی نمونه مذکور سلول‌های آنتی پود به تعداد ۳ عدد و به صورت کناری در قطب شالازی مستقر می‌باشند که پس از لقاح سلول تخمزا تحلیل می‌روند. ۲ هسته سلول مرکزی قبل از عمل لقاح به وسط کیسه رویانی حرکت کرده و با یکدیگر تلفیق می‌شوند و باعث ایجاد یک



تصاویر ۱۷-۲۴ مگاسپورزایی و تکوین مگاکامتوفیت در *Antirrhinum majus*: برش عرضی از مادگی و موقعیت تخمک‌ها که با فلش مشخص شده‌اند. (۱۸) برش طولی از تخمک با سلول آرکنوسپوری (Ar)، بافت خورش: (Ne). (۱۹) برش طولی تخمک با بافت مگاسپور (Mg)، پوسته تخمک (In). (۲۰) برش طولی تخمک در مرحله دیاد میوز I (↑). (۲۱) برش طولی تخمک در مرحله تتراد (Te) میوز I با رافه: (R). (۲۲) برش طولی تخمک که مگاسپور عملکردی در قطب بنی را نشان می‌دهد (↑). (۲۳) برش طولی تخمک نشان دهنده کیسه رویانی دو هسته‌ای (↑). (۲۴) برش طولی تخمک در مرحله کیسه رویانی چهار هسته‌ای (↑).





ادامه تصاویر ۲۵-۳۰ مگاسپورزایی و تکوین مگاگامتوفیت *Antirrhinum majus*: (۲۵) برش طولی از کیسه رویانی هشت هسته‌ای (↑) و لایه بافت داخلی کیسه رویانی (It). (۲۶) و (۲۷) برش طولی از کیسه رویانی ۸ هسته‌ای که سلول تخم‌زا (Os)، سینرژیدها (Syn)، هسته‌های قطبی (Pn)، آنتی‌پودها (Ant) مشخص می‌باشد. (۲۸) تصویر انحنای مستقیم میکروپیل (Mp). (۲۹) و (۳۰) تصاویر کرک‌های چند سلولی که بر روی گلبرگ‌ها و مادگی واقع است.

### بحث و نتیجه‌گیری

دیواره چهار لایه‌ای در این گونه مشاهده می‌گردد [12.25] طی بررسی بافت درونی بساک در مراحل اولیه تکوین، یکسری از سلول‌ها از بقیه متمایز شده این سلول‌ها از نظر ظاهری با اندازه درشت‌تر و

در گیاه گل میمون از تیره اسکروفولاریاسه تعداد پرچم‌ها چهار عدد و به صورت دی‌دینام (دو بهم‌قد) می‌باشند. الگوی تکوینی بساک‌ها تتراسپورانژی با

مشاهده می‌شوند [12]. نتایج این مطالعه نشان داد که، تخمدان دو برچه‌ای و زیرین می‌باشد و در هر تخمدان تعداد فراوانی تخمک که به صورت کم خورش و واژگون وجود دارد. سلول‌های آرکتوسپوری به تعداد یک الی سه عدد در زیر لایه اپیدرم وجود دارد که در طی مراحل تکوین، به سلول‌های مادر مگاسپور تمایز می‌یابد. بررسی صورت گرفته بر روی مگاسپورانژ نشان می‌دهد که تترادها به صورت خطی شکل می‌باشند [34]. سلول مگاسپور شالازی تتراد (عملکردی) که فاقد دیواره کالوزی می‌باشد باعث تشکیل کیسه رویانی از تیپ پلی‌گونوم می‌شود که سه سلول مگاسپور دیگر نیز به سرعت از بین می‌روند. مگاسپورزایی در این گونه از نوع تک اسپوری می‌باشد. سلول مگاسپور عملکردی، کیسه رویانی هشت هسته‌ای را به وجود می‌آورد که در طی تمایز به کیسه رویانی بالغ تبدیل می‌گردد. در داخل کیسه رویانی در مجاورت سفت سه سلول تمایز پیدا می‌کنند که دو سلول کناری به نام قرینه و سلول دیگری تخمزا می‌باشد که در این نمونه قابل مشاهده می‌باشند. در داخل کیسه رویانی در قسمت میانی آن دو هسته آزاد مشاهده می‌گردد که قبل از لقاح به سوی دستگاه تخم حرکت کرده و با یکدیگر ادغام می‌شوند و ایجاد هسته ثانویه می‌نماید. در این گیاه از تقسیم تخم ضمیمه پیش از تخم اصلی صورت می‌گیرد که در نهایت تشکیل بافت آلبومن را می‌دهد. در گیاهان تیپ پلی‌گونوم، سلول‌های آنتی پود موجود در کیسه رویانی در قطب مقابل سلول تخم قرار می‌گیرد که معمولاً سه عدد می‌باشند [1,2,7,29,35]. از ویژگی‌های گونه مورد مطالعه، وجود کرک‌های ترش‌چی فراوان بر روی سطوح خارجی مادگی و گلبرگ‌ها می‌باشد که این کرک‌ها به صورت کشیده و چند سلولی می‌باشند.

هسته‌ای با رنگ‌پذیری بیشتر که بزرگتر نیز به نظر می‌رسند، دیده می‌شوند. این سلول‌ها آرکتوسپوری نامیده می‌شوند [7, 13]. لایه‌های مختلف تشکیل دهنده دیواره بساک حاصل تقسیمات این سلول‌ها می‌باشند. از بین سلول‌های تشکیل دهنده این لایه‌ها، سلول‌های تاپی با رنگ‌پذیری بیشتر به دلیل فعالیت تغذیه‌ای و متابولیسمی که بر عهده دارند قابل تشخیص هستند. با توجه به اینکه این لایه، لایه پرستار نامیده می‌شود، این نظر وجود دارد که تقسیمات میوزی سلول مادر میکروسپور که نهایتاً منجر به تشکیل دانه گرده خواهد شد، تا حد زیادی با چگونگی تشکیل و نمو این لایه بستگی دارد [1,2,4,32]. در نمونه مورد مطالعه لایه تاپی از نوع ترش‌چی می‌باشد که گاهی سلول‌های آن به صورت دو هسته‌ای نیز مشاهده می‌شوند [12]. در این نمونه سلول‌های اولیه اسپورزا به سلول‌های مادر گرده تمایز پیدا می‌کنند که به صورت دو لایه در قسمت میانی بساک قرار می‌گیرند. پس از تقسیم میوزی میکروسپورسیت، تترادها به وجود می‌آیند که در این نمونه تترادها هم به اشکال تتراهدردال و هم به صورت تترگونال مشاهده می‌گردد. تعداد تتراهدردال‌ها نسبت به تترگونال‌ها بیشتر می‌باشد سیتوکینز از نوع همزمان می‌باشد و میکروسپورها پس از آزاد شدن از حالت تتراد شروع به واکوئله شدن می‌نمایند. هسته‌ها تقسیم میتوز انجام داده و دو هسته نابرابر را به وجود می‌آورند که هسته بزرگ‌تر رویشی و هسته کوچک‌تر زایشی می‌باشد. در این حالت دانه گرده با داشتن دو هسته نابرابر به صورت دانه گرده دو سلولی مشاهده می‌شود. دانه‌های گرده این گیاه از لحاظ مورفولوژیکی کروی شکل، بدون تزئینات خاص در لایه آگزین و دارای سه شیار رویشی می‌باشند که گاهی به صورت چروکیده و بیضوی

## منابع:

- [۸] قهرمان، الف. ۱۳۷۷. (تالیف). کروموفیت‌های ایران (سیستماتیک گیاهی)، جلد سوم، چاپ سوم، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی تهران. صفحات ۳۲۶ تا ۳۳۵.
- [۹] مظفریان، ولی ا... . (تالیف و ترجمه). ۱۳۹۰. رده‌بندی گیاهی. (دولپه‌ای‌ها)، جلد دوم، چاپ پنجم، انتشارات امیر کبیر. صفحات ۴۴۳ تا ۴۵۰.
- [۱۰] مظفریان، ولی ا... . (تالیف و گردآوری). ۱۳۹۲. فرهنگ نام‌های گیاهان ایران، چاپ هفتم، انتشارات فرهنگ معاصر. صفحه ۵.
- [11] Anonymous. (2010). Pakistan Horticulture Development and Export Company. [www.phdeb.org.pk](http://www.phdeb.org.pk)
- [12] Barinova L, Zhexembekova M, Barsova E, Lukyanov S, Heberle-Bors E, Touraev A.(2002), Antirrhinum majus microspore maturation and transient transformation in vitro. J of Exp Bot. 53 (371): 1119-1129.
- [13] Bedinger P. (1992), The remarkable biology of pollen. The Plant Cell 4, 879–887.
- [14] Çetin E, Yiuldurum C, Palavan-Ünsal N, and Ünal M. (2000), Effect of spermine and cyclohexylamine on in vitro pollen germination and tube growth in *Helianthus annuus*. Can J Plant Sci. 80: 241-245.
- [15] Coen, E., Rolland-Lagand, A-G., Mathews, M., Bangham, A. and Prusiankiewicz, P. (2004), The genetics of geometry. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 101: 4728-4735.
- [16] Comba L, Corbet SA, Hunt H, Outram S, Parker JS, Glover BJ. (2000), The role of genes influencing the corolla in pollination of *Antirrhinum majus*. Plant Cell Environ 23:639–647.
- [17] Creel, R. and J.R. Kessler. (2007), Greenhouse production of bedding plant Snapdragons. Alabama Cooperative Extension System. ANR, 1312. pp. 1-5.
- [18] Cui ML and Takayanagi K and Kamada H and Nishimura S and Handa T.(2001), Efficient shoot regeneration from hairy roots of *Antirrhinum majus* L. transformed by the rol type MATvector system. Plant Cell Reports. 20: 55–59.
- [۱] چهرگانی راد، ع. محسن زاده، ف. اخطاری، س. ۱۳۹۱. بررسی مراحل تکوین مادگی و مگagamتوفیت در *Ranunculus arvensis*. مجله سلول و بافت (علمی و پژوهشی). جلد ۳، صفحات ۲۱۰–۲۰۱.
- [۲] چهرگانی راد، ع. محسن زاده، ف. غفوری، س. ۱۳۹۳. مراحل تکوین دانه گرده و تخمک در *Anthemis odontostephana* Boiss. Cv. *Odontostephana*. مجله زیست شناسی ایران. جلد ۲۷، شماره ۴. صفحات ۵۴۴–۵۵۶.
- [۳] رحیمی نژاد، م. (مترجم). ۱۳۸۴. سیستماتیک گیاهی، مولفان: ساموئل بی. جونز، آرلین ای. لوچ سینگر. مرکز نشر دانشگاهی. صفحه ۳۳۴.
- [۴] رضائزاد، ف.، چهرگانی، ع. (مترجم). ۱۳۸۷. رویان شناسی گیاهان گلدار (جلد ۱ و ۲). مولف: تی. بی. بانی‌گینا. انتشارات دانشگاه باهنر کرمان. صفحات ۱۳ تا ۱۷.
- [۵] زهزاد، بهرام. (مؤلف). ۱۳۷۸. سیستماتیک گیاهی ۲. چاپ سوم. مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه پیام نور. صفحات ۱۲۸ تا ۱۳۲.
- [۶] سعیدی، ح. (مترجم). ۱۳۸۲. سیستماتیک گیاهی (دیدگاه تبار شناختی). مولفان: والتر اس جود. کریستوفر اس کمپل. الیزابت آ کلوگ. پیتز اف استیونس. جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. صفحات ۵۴ تا ۵۶.
- [۷] صانعی، محمد، لسانی حسین. (مترجم). ۱۳۸۸. ساختار و رده بندی گیاهان آوندی. مؤلف: گی دیسون. مرکز نشر دانشگاهی. صفحات ۳۲۵ تا ۳۵۲.

- [19] Galego, L and Almeida, J. (2002), Role of DIVARICATA in the control of dorsoventral asymmetry in *Antirrhinum* flowers. *Genes Dev.* 16: 880-891.
- [20] Goodwin SM and Kolosova N and Kish CM, Wood KV and Dudareva N and Jenks MA. (2003), Cuticle characteristics and volatile emission of petals in *Antirrhinum majus*. *Physiol Plant* 117:435–443.
- [21] Hileman, L.C and Kramer, E.M. and BAUM, D.A. (2003), Differential regulation of symmetry genes and the evolution of floral morphologies. *Proc. Natl. Acad. SciUSA.* 100: 12814-12819.
- [22] Luo ,D and Carpenter ,R and Copey ,L and Vincent ,C and Clark ,J and Coen E. (1999). Control of organ asymmetry in flowers of *Antirrhinum*. *Cell* 99: 367–376.
- [23] Maginnes, E.A. and R.W. Langhans. (1961). The effect of photoperiod and temperature on initiation and flowering of snapdragon (*Antirrhinum majus*-variety Jackpot). In: *Proc. of the American Soci. for Hort.Sci.*, 77: 600–7.
- [24] Mateu-Andre's I and Segarra-Moragues JG.( 2003), Patterns of genetic diversity in related taxa of *Antirrhinum* L. assessed using allozymes. *Biological Journal of the Linnean Society* 79: 299–308.
- [25] Mateu-Andre's ,I and Segarra-Moragues ,JG.(2003), Allozymic differentiation of the *Antirrhinum graniticum* and the *Antirrhinum meonanthum* species groups. *Annals of Botany* 92: 647–655.
- [26] Mitchell RJ and Irwin RE and Flanagan RJ and Karron JD .(2009). Ecology and evolution of plant-pollinator interactions. *Ann Bot* 103:1355–1363.
- [27] Oyama, RK, Baum, DA. (2004), Phylogenetic relationships of North American *Antirrhinum* (Veroniceae). *American Journal of Botany* 91: 918–925.
- [28] Pandey, B. P. (2001). A textbook of botany, Angiosperms. Taxonomy, anatomy, embryology (including tissue culture) and economic botany. McGraw-Hill, New York.11:23-28.
- [29] Sanders, PM and Bui, AQ and Le, BH and Goldberg ,RB.( 2005), Differentiation and degeneration of cells that play a major role in tobacco anther dehiscence. *Sexual Plant Reproduction* 17: 219–241.
- [30] Schwarz-Sommer, Z. and B, Davies and A, Hudson. (2003). An everlast- ing pioneer: the story of *Antirrhinum* research. *Nat. Rev. Genet.* 4: 657– 666.
- [31] Schwarz-Sommer, Z and E. de Andrade Silva and R. Berndtgen and W. E. Lonngig and A. Muller et al. (2003). A linkage map of an F2 hybrid population of *Antirrhinum majus* and *A. molle*. *Genetics* 163: 699–710.
- [32] Suzuki, K. and Tajeda, H. (2001), Ultrastructural study on degeneration of tapetum in anther of snap bean (*Phaseolus vulgaris*) under heat stress. *Sex Plant Reprod.* 13: 293-299.
- [33] Tastard, E. and Andalo ,C and Giurfa, M and Burrus ,M and Thébaud , C. (2008). Flower colour variation across a hybrid zone in *Antirrhinum* as perceived by bumblebee pollinators. *Arthropod Plant Interact.* 2:237–246.
- [34] Vincent, C.A and Coen, E.S. (2004). A temporal and morphological framework for flower development in *Antirrhinum majus*. *Can. J. Bot.* 82 (5): 681-690.
- [35] Xiao, D. X. and Yuan, Z. (2006). Embryogenesis and seed development in *Sinomanglietia glauca* (Magnoliaceae). *Journal of Plant Research* 119: 163-166.

