

مطالعه تکوین اندام‌های زایشی در گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)

زهره بقایی‌فر^{۱*}، فاطمه غدیرپور^۱ و عبدالکریم چهرگانی راد^۲

^۱ تهران، دانشگاه پیام نور، دانشکده علوم، گروه زیست شناسی

^۲ همدان، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده علوم، گروه زیست شناسی

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۴ تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۱۶

چکیده

گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) گیاهی چند ساله با گل‌های دو جنسی و ماده است که اغلب جهت استفاده‌های دارویی، پزشکی و نیز به عنوان گیاه زینتی کاربرد دارد. گل آذین کلاپرک و شامل گلچه‌های زایا و نازا می‌باشد. گلچه‌های نازا شامل گل‌های زبانه‌ای است که سیستم تولید مثلی در آنها تحلیل رفته است. گلچه‌های زایا به دو گروه گلچه‌های دوجنسی و گلچه‌های ماده تقسیم می‌شوند. گلچه‌های دو جنسی، دیواره بساک جوان از اپی درم، اندوتسیوم، لایه میانی و تاپی تشکیل شده است، البته لایه میانی را تنها در مراحل اولیه می‌توان دید. تاپی اکثراً تیپ ترش‌حی دارد. ضمن فرآیند میوز میکروسپوروسیت‌ها در گلچه‌های دوجنسی، سیتوکینز همزمان اتفاق می‌افتد و تترادهای تتراهدرال ایجاد می‌شوند. گلچه‌های دو جنسی اغلب تخمک فاقد عملکرد داشته و عملاً نر هستند، به نحوی که حفره تخمدان در آنها خالی است. این در حالی است که گلچه‌های ماده با تخمک فعال قابل مشاهده اند. تخمک‌ها به صورت منفرد، واژگون و حالت تک پوسته‌ای دارند. پارانشیم خورش فقط از یک لایه سلولی تشکیل شده است و لایه جداری تشکیل نمی‌شود. قبل از تمایز سلول‌های میکروپیلی به سلول تخم و سلول سینرژیدی، دو هسته قطبی به هم ملحق شده و سلولهای آنتی پود شروع به تجزیه می‌کنند. نمو کیسه رویانی از تیپ مونوسپوری پلی گونوم تبعیت می‌کند.

واژه‌های کلیدی: تیره آفتابگردان، دانه گرده، گل همیشه بهار، مگاسپورزایی، میکروسپورزایی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۸۱۳۲۵۴۶۷۳۰، پست الکترونیکی: Z_baghaeifar@pnu.ac.ir

مقدمه

ای دارد (۱، ۲، ۳، ۴ و ۵). گل همیشه بهار حاوی مقادیر کم اسانس روغنی فرار، ساپونین، رزین، اسیدهای آلی، کالندولین، صمغ، موادلعبی، آلبومین، اینولین، اسید-سالیسیلیک، اسید لوریک، اسیدپالمیتیک می‌باشد (۱۳). اثرات دارویی عصاره این گیاه شامل اثر ضد التهابی در درمان خشکی و التهاب پوست، درمان سلولیت، دیابت، کاهش کلسترول و خواص آنتی‌باکتریال می‌باشد (۴ و ۱۶). گل همیشه بهار بومی نواحی مرکزی، شرقی و جنوبی اروپاست، از قرن هفدهم در باغهای اروپا کشت می‌شد و کاربرد آن در فرهنگ عامه به همان قدمت می‌رسد (۱۶). اعتقاد بر این است که از مصر هم می‌تواند منشأ گرفته باشد، اما اکنون در تمام دنیا توزیع گسترده‌ای دارد (۱۰).

گل همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) گیاهی علفی چند ساله است که از نظر سیستماتیک متعلق به قبیله Calenduleae، خانواده Asteraceae است. تیره آفتابگردان (مرکبان یا کاسنی) یکی از تیره‌های بزرگ گیاهان دولپه‌ای و پیشرفته‌ترین تیره این گروه به شمار می‌آید (۱۷). این تیره حدوداً ۱۷۰۰-۱۶۰۰ سرده با ۳۰۰۰-۲۴۰۰۰ گونه دارد که تقریباً در تمام کره زمین پراکنده اند (۱۴). بسیاری از گیاهان این تیره از جمله گل همیشه بهار تا مدتها به عنوان گیاهی زینتی کشت می‌شدند، تا اینکه خواص دارویی آن شناخته شد و به عنوان گیاه دارویی مورد استفاده قرار گرفت (۱۵ و ۱۲). این گیاه از نظر دارویی و داشتن اسانس ارزش ویژه

بوسیله میکروسکوپ نوری Labomed FX5500 مجهز به دوربین دیجیتال بررسی شد. برای هر مرحله حداقل ۵۰ الی ۷۰ غنچه برش گیری و سپس از بهترین آنها عکس برداری شد.

نتایج

گل همیشه بهار گیاهی علفی و چندساله است که به عنوان گیاه ماده تک پایه (Gynomonoecious) شناخته شده و بوسیله حشرات بویژه زنبورها گرده افشانی می کند. این گل همانند سایر گیاهان تیره آفتابگردان، دارای گل آذین کپه است (تصویر ۱). کلپرک شامل گلچه های لوله ای دو-جنسی و گلچه های زبانه ای ماده است. بخش زبای گل آذین گلچه های ماده هستند و گلچه های دوجنسی در واقع عملاً نر هستند و حفره تخمدان خالی و فاقد تخمک می باشد (تصاویر ۱۳-۱۶). تخمدان در گلچه های ماده تک حفره ای با یک تخمک آناتروپوس می باشد. در گلچه های شعاعی، جام گل تحلیل رفته است و تنها شامل یک گلبرگ می باشد. در حالیکه در گلچه ای دیسکی شامل ۷-۴ گلبرگ می باشد که به ترتیب ۷-۴ پرچم دارند (تصاویر ۱۲، ۱۷، ۱۸ و ۱۹). تمام قسمت های هوایی این گیاه شامل برگ ها، کاسبرگ ها، ساقه و حتی قاعده گلچه های لوله ای و زبانه ای با کرک های بسیار نرم و ظریفی پوشیده شده است (تصاویر ۲ تا ۶). روند تکوینی گل همیشه بهار در تصاویر ۷ تا ۱۰ به نمایش درآمده است. دانه های گرده در این گل پیش از باز شدن غنچه ها کامل شده اند و قابل مشاهده می باشد (تصاویر ۶ و ۱۱). در تصویر ۱۱ دو گلچه لوله ای دیده می شود که یکی به صورت مکانیکی و با دست باز شده است و دانه های گرده در آن قابل مشاهده اند، تعداد این دانه های گرده بسیار زیاد است و می توان این دانه های گرده را روی کلاله مشاهده کرد (تصویر سمت چپ). در تصویر سمت راست گلچه به صورت طبیعی باز شده است. تصور می شود لقاح در گل همیشه بهار از نوع خودلقاحی باشد، اما با توجه به تعداد دانه های گرده زیادی که تولید می کند، بعد

امروزه گل همیشه بهار در ایران رشد وسیعی دارد و انواع خودروی آن در مزارع متروکه، چمنزارها، کنار جاده ها و گودال ها می روید. این گیاه شاخه های بریده زیبا و جذابی دارد و در باغ های زینتی برای کمک به مهار و کنترل حشرات کاشته می شود. اهمیت اقتصادی این گیاه بیش از همه به دلیل روغنی است که در دانه های آن وجود دارند که ۶۰٪ آن کالندولیک اسید است (۱۱ و ۲۳). با وجود ویژگی های مطلوب و اهمیت قابل توجهی که این گیاه از نظر خواص دارویی و به عنوان یک گیاه زینتی دارد و نیز کشت وسیع آن در اغلب نقاط دنیا بویژه ایران، بیشتر تحقیقات انجام شده، از نظر بررسی خواص دارویی این گیاه می باشد. هر چند ارزشمند بودن مطالعات اتوزنی نهاندانگان از دیدگاه رویان شناختی مدت های مدیدی است که مورد قبول می باشد و این قبیل ویژگی های رویان شناختی در بسیاری از گونه های نهاندانگان در متون گیاه شناسی به کار گرفته شده اند ولی هیچ تحقیق رویان شناسی در مورد این گیاه کاشته شده در کشور ما صورت نگرفته است، دانش ما در زمینه رویان شناسی این گیاه بسیار محدود است. پژوهش حاضر به منظور پرکردن بخشی از خلاء موجود در دانش رویان شناسی *Calendula officinalis* صورت گرفته است.

مواد و روشها

به منظور مطالعه تکوین بساک و مادگی در گل همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)، غنچه ها در مراحل مختلف نمو از پارک ها و فضای سبز شهر همدان جمع آوری و بلافاصله در محلول تثبیت کننده FAA برای مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت تثبیت و سپس در الکل ۷۰٪ نگهداری شدند. نمونه ها پس از آماده سازی، در پارافین قالب گیری شدند و در نهایت، با میکروتوم مدل DS 4055 به ضخامت ۵ الی ۷ میکرومتر برش گیری گردیدند. رنگ آمیزی برش های بافتی تهیه شده، با رنگ همتوکسیلین و ائوزین الکلی انجام شد. هر یک از مراحل تکوین بساک و تخمک در چندین برش

(سلول‌های مادرگرده) عمل می‌کند (تصاویر ۱۹، ۲۰ و ۲۲). میوز در هر میکروسپوروسیت از طریق گذراندن پروفاز I (تصویر ۲۲)، متافاز I (تصویر ۲۳)، آنافاز I (تصویر ۲۴) و آنافاز II و تلوفاز II (تصویر ۲۵) طی شده و دیادها تشکیل می‌شوند. در این مرحله سلول‌ها از هم جدا نمی‌شوند و مستقیماً وارد میوز II شده و پس از انجام میوز II تترادهای میکروسپوری تشکیل می‌گردند (تصویر ۲۶). بین هسته‌های تلوفاز I دیواره بوجود نمی‌آید. سیتوکینز هم از نوع همزمان است و پس از میوز II رخ می‌دهد. تترادهای از نوع تتراهدرال (استقرار میکروسپورها در یک سطح نیست و آرایش تتراد-ها حالت هرمی شکل دارد)، می‌باشد (تصویر ۲۶). دیواره کالوزی در بین تترادهای و لا به لای موناها به خوبی قابل تشخیص است. این دیواره تا زمان تشکیل تتراد قابل مشاهده نیست (تصاویر ۲۶ و ۲۵). میکروسپورها در دو اسپورانژ مجاور همدیگر از نظر نمودی همزمان نیستند، مثلاً ممکن است یکی نسبت به دیگری دو تا چهار مرحله عقب‌تر باشد. اما آنهایی که در یک اسپورانژ هستند از نظر نمودی هماهنگ هستند یا خیلی به هم نزدیکند. اطراف هر میکروسپور را دیواره اگزینی فرا گرفته که ساختار آن در ابتدا پلی ساکارییدی است، دانه‌های گرده بالغ کاملاً کروی بوده تزئینات سطحی اگزین از نوع خاردار می‌باشد (تصویر ۲۸ و ۲۹) سه منفذ رویشی بر روی دیواره دانه گرده قابل تشخیص می‌باشند که کارایی آنها به منظور خروج لوله گرده طی فرآیند لقاح می‌باشد (تصویر ۲۹).

مگاسپورزایی و نمو گامتوفیت ماده در

Calendula officinalis L.: در پژوهش حاضر، بر اساس بررسی برش‌های میکروتومی گل همیشه بهار، مگاسپورزایی از کیسه رویانی ۴ هسته‌ای به بعد قابل تشخیص می‌باشد. همانطور که می‌دانیم، سلول مگاسپور عملکردی موقعیت شالازی داشته و با سه تقسیم میتوزی متوالی به ترتیب دو، چهار و هشت هسته هاپلوئید و نهایتاً کیسه رویانی را تشکیل می‌دهد (تصویرهای ۳۰-۴۷).

از شکستن گلچه‌های لوله‌ای مابقی دانه‌های گرده توسط باد و حشرات پراکنده می‌شود. در تصویر ۱۲ گلچه‌های لوله‌ای در حال شکوفایی هستند. بیرون زدگی کلاله از منفذ انتهایی گلچه مشاهده شد.

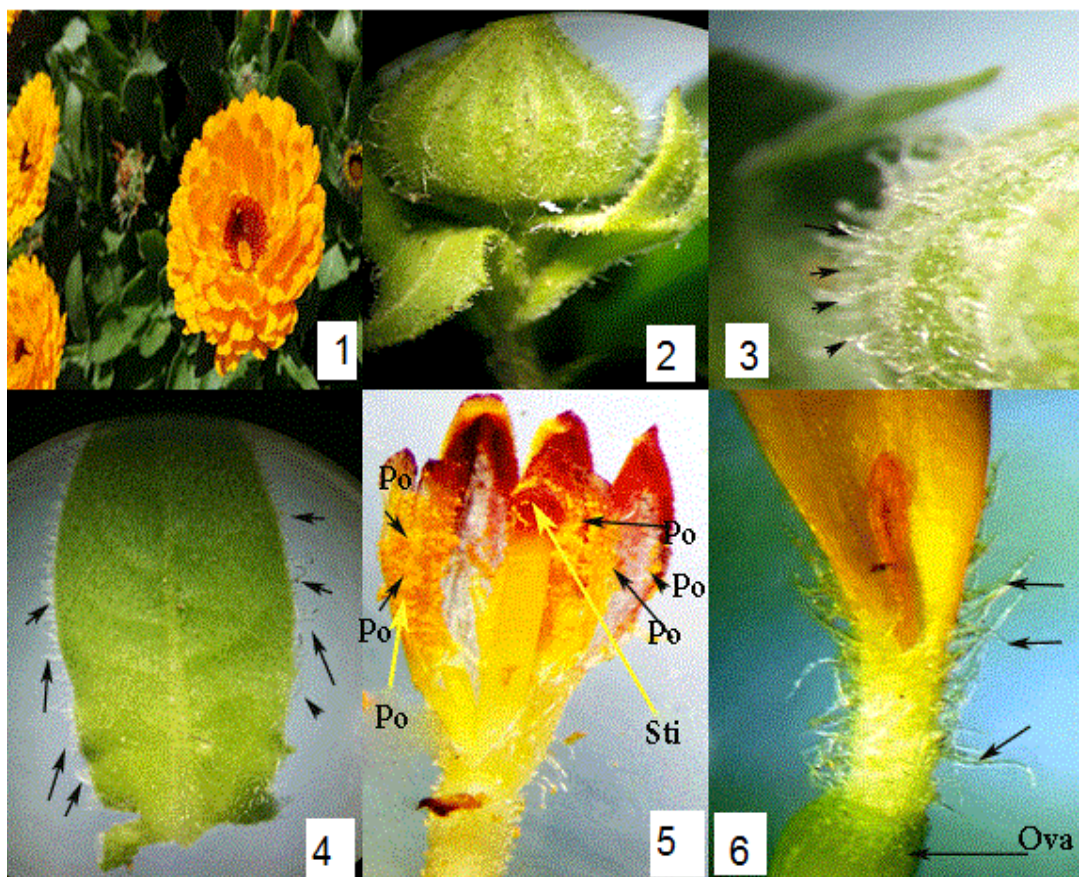
میکروسپورزایی و نمو دانه گرده

Calendula officinalis L.: بساک‌ها دارای چهار کیسه گرده (تتراسپورانژی) می‌باشند (تصاویر ۱۹ و ۲۰). سلول‌های آرکتوسپوری با تقسیمات متوالی پری کلین از یک طرف سلول‌های دیواره‌ای ابتدایی خارجی و از طرف دیگر سلول‌های اسپوروژن ابتدایی داخلی را به وجود می‌آورند (تصاویر ۱۸ و ۲۰). دیواره بساک از یک لایه سلولی کناری مشتق شده و شامل چهار لایه می‌باشد که از خارج شامل: اپیدرم، لایه مکانیکی (اندوتسیوم)، لایه میانی و لایه تاپی است (تصاویر ۱۸-۲۱). اپیدرم از یک لایه تک سلولی مکعبی شکل تشکیل شده است. سلول‌های لایه مغذی معمولاً به علت فعالیت‌های متابولسمی خاصی که دارند چند تقسیم میتوزی انجام داده و به درجه بالایی از پلی پلوئیدی می‌رسند و دارای دو یا چند هسته می‌باشند و در مقایسه با سلول‌های لایه‌های دیگر از خاصیت رنگ پذیری بیشتری برخوردار هستند (تصویرهای ۲۰-۲۶) این سلول‌ها به سمت حفره داخل بساک ترشح می‌کنند، کار اصلی سلول‌های لایه مغذی یا تاپی رساندن مواد غذایی به میکروسپورهای در حال نمو است. سلول‌های لایه مغذی در کلیه مراحل نمو بساک و دانه‌های گرده در جای خود ثابت مانده و به تدریج تحلیل می‌روند، یعنی لایه تاپی از نوع ترشحاتی است و با گذشت زمان مواد غذایی خود را صرف رشد دانه‌های گرده می‌کنند و تحلیل می‌روند این حالت از شروع پروفاز II دیده می‌شود. زمانیکه دانه‌های گرده کاملاً رسیده اند اثری از لایه تاپی و سایر لایه‌های بساک جز اندوتسیوم و اپیدرم دیده نمی‌شود (تصویر ۲۷).

سلول‌های بافت هاگرای (اسپوروژن) مشتق شده از تمایز سلول‌های آرکتوسپور مستقیماً به عنوان میکروسپوروسیت

۳۶). قبل از تمایز سلول های میکروپیلی به صورت سلول تخم زا و دو سینرژید، دو هسته قطبی به یکدیگر متصل می شوند تا یک هسته ثانویه را تشکیل دهند و سه سلول آنتی پدال تحلیل می روند (تصویر ۳۷).

شکل گیری کیسه رویانی از تیپ پلی گونوم تبعیت می کند، چنانکه در اغلب گونه های نهاندانه صورت می گیرد. در کیسه رویانی بالغ، سلول تخم زا از دو سلول سینرژیدی با موقعیت نسبی آن چندان قابل تشخیص نیست (تصویر



تصاویر ۱-۶: گل همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) مشاهده شده توسط استریومیکروسکوپ، ابژکتیو $\times 40$:

۱) گل آذین کبه در گل همیشه بهار ۲) غنچه گل همیشه بهار، تمام بخش های غنچه گل با کرک پوشیده شده است. ۳) غنچه گل با بزرگنمایی بیشتر، کرک ها کاملاً مشخص هستند. ۴) برگ گل همیشه بهار پوشانده شده با کرکهای ظریف و مشخص ۵) کرک ها در قاعده گلچه زبانه ای ۶) کرک ها در قاعده گلچه لوله ای. Po: دانه گرده؛ Sti: کلاله کاذب؛ C: کرک؛ Ova: محل قرارگیری تخمدان که از نوع تحتانی است

Po: دانه گرده. Sti: کلاله کاذب. Ova: تخمدان

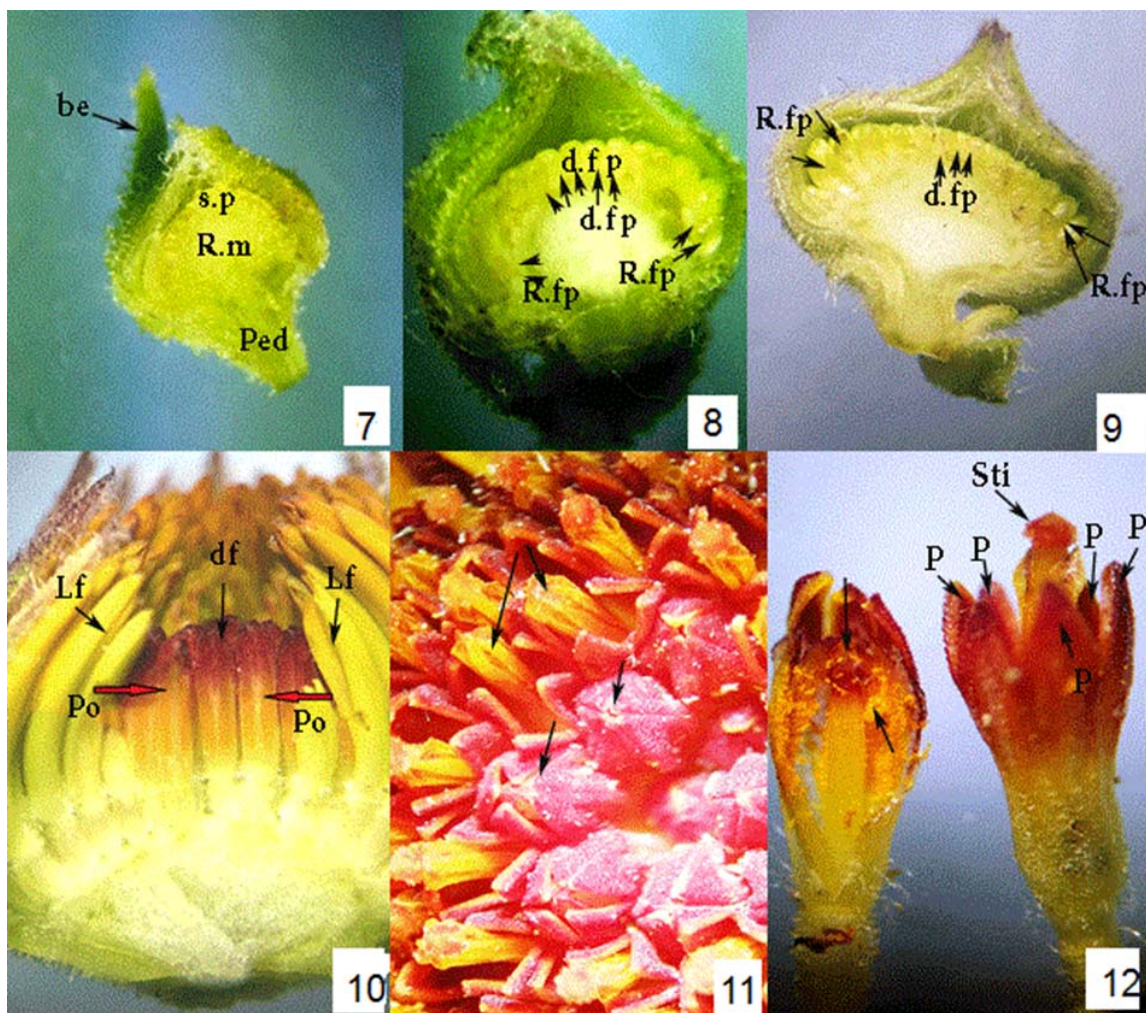
چندان قابل تشخیص نیستند و به تدریج مجزا می گردند و این تمایز بر اساس تیپ دو لپه ایها صورت می گیرد (۸، ۱). سلول های اسپوروژن اولیه مستقیماً به عنوان سلول های مادرگرده در (PMCs) عمل می کنند، چنانکه به طور غیرمستقیم به صورت ردیف منفردی از PMCs درون حفره بساک مشخص شدند. گونه های گیاهی اندکی چنین حالتی را نشان می دهند (۲۵).

بحث

در گل همیشه بهار همانطور که در گیاهان خانواده مرکبان شایع است، گل آذین کبه ای شامل گلچه های لوله ای و زبانه ای است. طی نمو بساک که در گلچه های لوله ای که زایا هستند صورت می گیرد (۱۳، ۱۴)، دیواره بساک به صورت لایه لایه تشکیل می شود که البته در مراحل اولیه

میکروسپورها عمل خواهد، کرد تمایز می یابد. در اغلب گونه های گیاهی در این تیره مشاهده می شود که ضمن پیشروی مراحل تکوین میکروسپورها، تاپی ترشچی به تاپی آمیبی تغییر شکل می یابد (۲۱).

متاسفانه باوجوداینکه این تیپ از نمو مادرگرده دارای اهمیت ویژه ای در فیلوژنی است، هنوز ناشناخته است. سلولهای میکروسپوروسیت (مادر دانه گرده) متمایز می شوند، متحمل تقسیم شده به تدریج در بخش پیرامونی بساک لایه تاپی پرستار که به عنوان تغذیه کننده



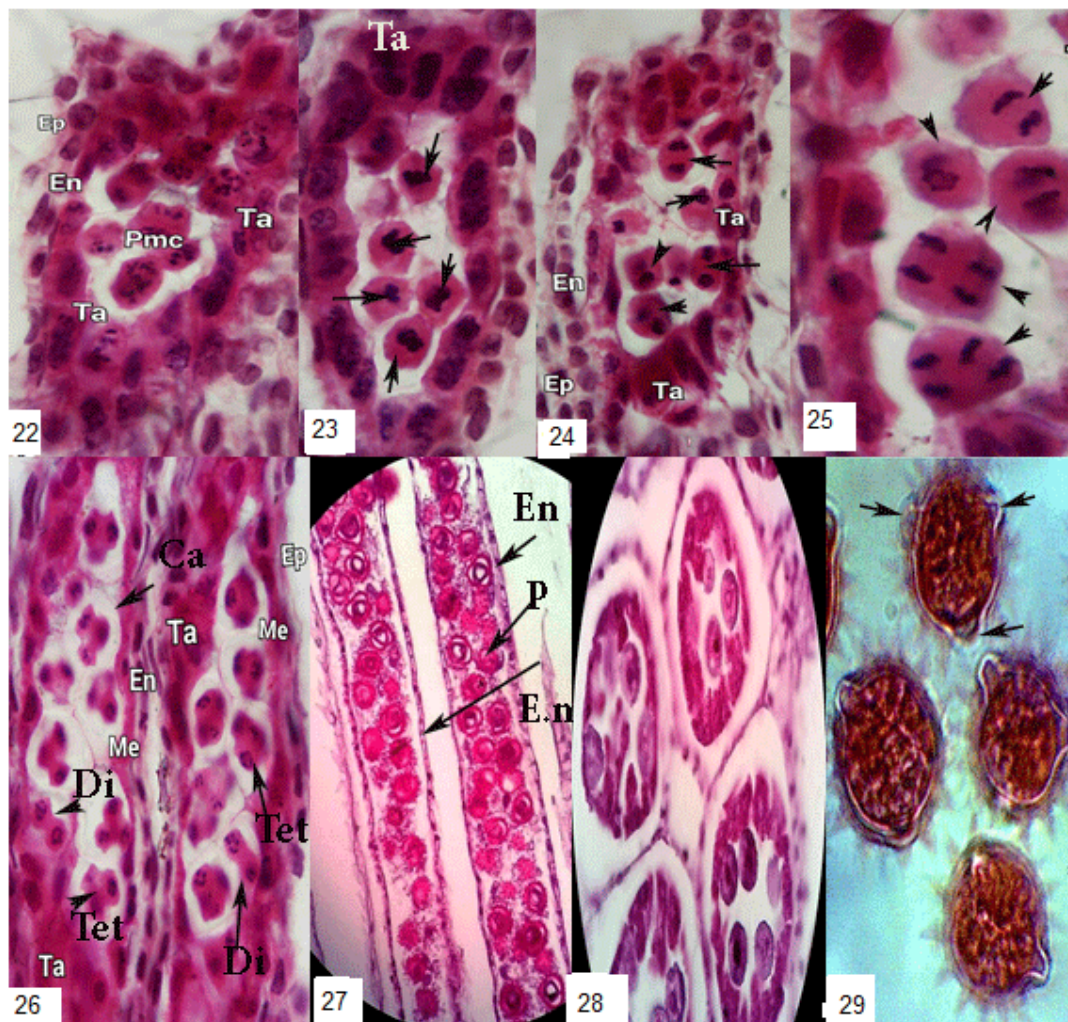
تصاویر ۷-۱۲: روند نموی غنچه های گل همیشه بهار (بزرگنمایی ۲۰۰×)

۷-۹) روند نموی گلچه های لوله ای (Tf) و زبانه ای (Lf) در غنچه گل. ۱۰) غنچه در حال باز شدن و گلچه های نمو یافته کاملاً مشخص هستند، دانه های گرده در گلچه های لوله ای تشکیل شده و با فلش مشخص شده اند (گلچه های نر). ۱۱) گلچه های لوله ای، بعضی از گلچه ها باز هستند و برخی بسته می باشند. ۱۲) گلچه های لوله ای که به صورت مصنوعی باز شده اند، دانه های گرده روی کلاله آن قابل مشاهده است (گلچه سمت چپ)، اما این گلچه عملاً نر است و خامه و کلاله کاذب می باشد. گلچه لوله ای که به صورت طبیعی باز شده است (سمت راست). جام گل در گلچه لوله ای از ۵-۶ گلبرگ بهم پیوسته تشکیل شده است

b, bract=برگک غشایی، D.f=گلچه لوله ای، R.f=گلچه زبانه ای، P.f=پریموردیوم برگکی، Ir=حلقه بنیادی، Ped=دمگل، Se=کاسبرگ، Pe=گلبرگ، Sp=مریستم هاگزا، R.m=مریستم نهنجی، d.f.p=پریموردیوم گلچه لوله ای، R.f.p=پریموردیوم گلچه زبانه ای



تصویر ۱۳- برش طولی گل آذین کپه، پریموردیوم گلچه ها در مراحل مختلف نموی قابل مشاهده اند. ۱۴- برش طولی بخشی از گل آذین کپه، گلچه های لوله ای نر ماده (عملا نر)، تخمدان جامد و گلچه های لوله ای ماده با تخمدان حاوی تخمک در حال نمو قابل مشاهده اند. ۱۵- برش طولی بخشی از گل آذین کپه، شامل گلچه های دیسکی (df) و زبانه ای (Rf). گلچه های دیسکی شامل دو نوع نر و ماده هستند. در گلچه های نر ماده که عملا نر هستند تخمدان توخالی یا جامد است و تنها گلچه ای ماده دارای تخمدان حاوی تخمک خواهند شد. ۱۶- برش عرضی بخشی از گل آذین کپه شامل گلچه های دیسکی (df) و گلچه های شعاعی زبانه ای (Rf). ۱۷- برش عرضی بخشی از گل آذین کپه که شامل گلچه های دیسکی (df) و گلچه های شعاعی زبانه ای (Rf). ۱۸- برش طولی کیسه های گرده در گلچه های مختلف در سنین متفاوت بر اساس مرحله نموی از خارج به داخل شامل گلچه های اولیه با بساک در حال تشکیل تا گلچه های دارای بساک در مرحله میکروسپوروزن و نهایتا بساک های دارای گرده های رسیده قابل مشاهده اند. تنوع تعداد پرچم ها بر اساس تعداد بساک های قابل شمارش از ۴ تا ۶۵ عدد بساک در هر گلچه قابل مشاهده است. ۱۹- برش طولی کیسه های گرده، شامل لایه های اپیدرم، اندوتسیوم، تابی و سلول های مادر دانه گرده (میکروسپوروسیت) که در مرحله پروفاز و قبل از شروع تقسیم قابل مشاهده اند. ۱۹- برش عرضی یک گلچه نر، با ۵ بساک نماینده ۵ پرچم. ۲۰- یکی از بساک های تصویر ۱۹ با بزرگنمایی بیشتر، لایه های اپیدرم، تابی و سلول های مادر گرده (میکروسپوروسیت) در تصویر مشخص هستند. b، bract=برگک غشایی، d.f=گلچه لوله ای، R.f=گلچه زبانه ای، R=تهنچ، Ped=دمگل، Sp=مریستم هاگزا، R.m=مریستم نهنجی، d.f.p=پریموردیوم گلچه لوله ای، R.f.p=پریموردیوم گلچه زبانه ای، Pep=پریموردیوم گلبرگ، f.f=گلچه ماده، m.f=گلچه نر، Ta=لایه تابی، A=بساک



تصاویر ۲۲ تا ۲۹: میکروسپوروژنز در گل همیشه بهار:

(۲۲) برش عرضی بساک جوان حاوی سلول های مادر دانه گرده در مرحله پروفاز. (۲۳) مرحله متافاز میوز یک، توده کروموزومی در استوای سلول ها قابل مشاهده است. (۲۴) مرحله آنافاز یک، کروموزوم ها به قطبین سلول مهاجرت کرده اند، لایه های اپیدرم، اندوتسیوم و تاپی قابل مشاهده اند. (۲۵) آنافاز دو. (۲۶) مرحله تلوفاژ دو، دیادها و تترادهای تتراهدراال با لایه کالوزی احاطه کننده دیده می شود. (۲۷) برش طولی بساک رسیده حاوی میکروسپورهای پوشیده شده با انتین و اگرین، فقط لایه مکانیکی از دیواره بساک دیده می شود. (۲۸) موناها در کیسه های گرده مشاهده می شوند.

(۲۹) دانه های گرده رسیده خاردار سه منفذی

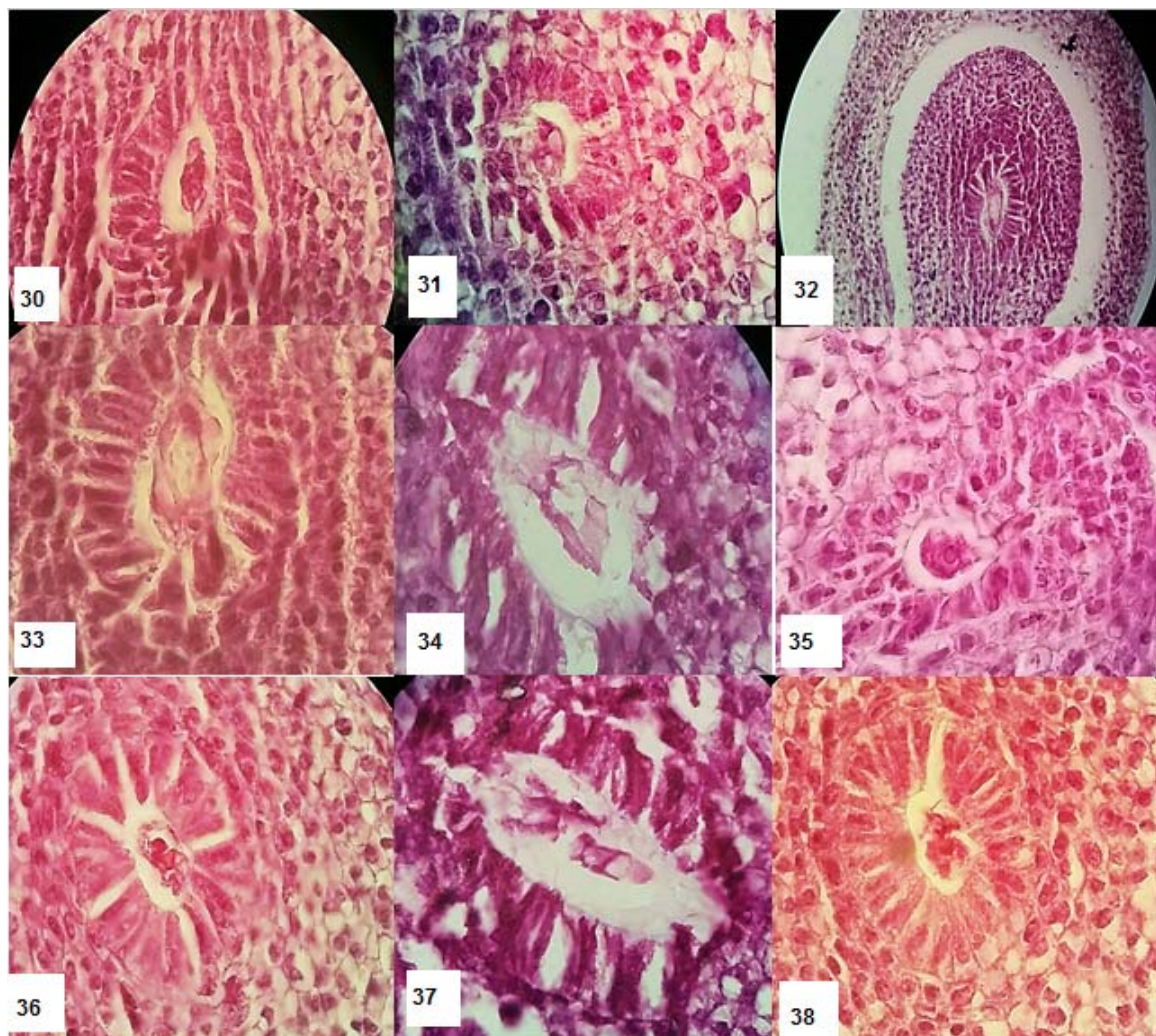
Ep: اپیتلیوم، En: اندوتسیوم، pmc: مادر دانه گرده، Ta: لایه تاپی، Ca: لایه کالوز، Di: دیاد، Tet: تتراد، P: دانه گرده

در اعضای دیگری از این تیره گزارش کرده اند مطابقت دارد (۱۶). در این مرحله است که به تدریج تشکیل لایه های دیواره ای دانه های گرده محسوس می گردد. این پوشش گرده ای اغلب شامل ترینات خاردار ویژه اعضای خانواده مرکبان می باشد (۱۰) و در گیاه مورد مطالعه نیز به طور محسوس مشاهده شد.

بدین ترتیب که دیواره های این سلولها به تدریج تحلیل رفته تجزیه می گردد و مواد مغذی درون آنها به درون حفره بساک که میکروسپورها در آن در حال تکوین هستند آزاد می شود. از این نظر یافته ها در گل همیشه بهار مغایر گزارشات سایر محققین است (۲۳، ۲۰، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۱۵) و با یافته های برخی دیگر که تنها تاپی ترشگی یا آمیبی را

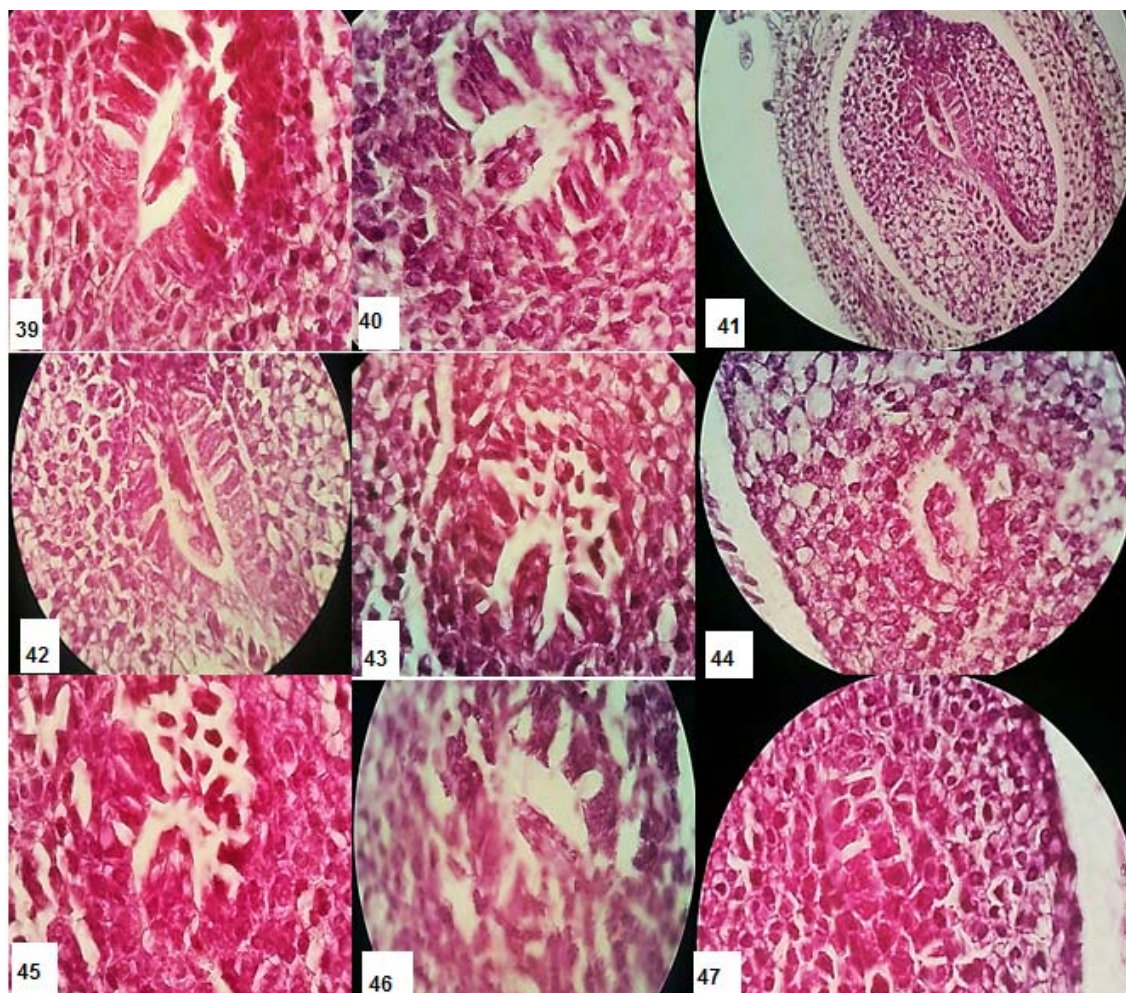
مورد مطالعه ما بساک چهار لایه ای است و لایه میانی نمو پیدا می کند، البته بسیار سریع و در مرحله پروفاز میوز تحلیل می رود، این نتایج با گزارش های قبلی همسو می باشد (۱، ۲، و ۸).

مسئله جالب در مورد سلولهای لایه تاپی در گل همیشه بهار، رنگ پذیری بالای این سلولها بویژه هسته های درشت آنهاست که به دلیل درجه بالای پلوپیدی و فعالیت متابولیکی بالای این سلولها می باشد (۱۶). در نمونه



تصاویر ۳۰ تا ۳۸: ماکروسپوروژنز در گل همیشه بهار

(۳۰) کیسه رویانی ۴ هسته ای. (۳۱) کیسه رویانی ۸ هسته ای. (۳۲) کیسه رویانی در حال بلوغ در برش عرضی. (۳۳) کیسه رویانی در حال بلوغ و سلولی شدن در برش عرضی. (۳۴) بخشی از کیسه رویانی ۸ هسته ای در حال بلوغ. (۳۵) سلول مرکزی هسته ثانویه در برش عرضی. (۳۶) دستگاه تخم شامل تخمزا و سینرژیدها. (۳۷) بخشی از کیسه رویانی نشان دهنده هسته ثانویه و بقایای آنتی پودها. (۳۸) برش عرضی از کیسه رویانی و شروع تشکیل بافت آندوسپرم.



تصاویر ۳۹ تا ۴۷: میکروسپروژنز در گل همیشه بهار

۳۹) آندوسپرم در حال نمو در بالا و تخمزا در پایین. ۴۰) آندوسپرم. ۴۱) بافت آلبومن در پیرامون و پیش رویان در مرکز. ۴۲) شکل قبل با بزرگنمایی بیشتر. ۴۳) پیش رویان همراه با سوسپانسون. ۴۴) پیش رویان همراه با سوسپانسون چند ردیفه. ۴۵ و ۴۶) پیش رویان. ۴۷) سلول های آندوتلیال در کیسه رویانی

بعدی تقسیم سیتوکینز صورت گرفته در تترادهایی است که از تقسیم میوز در میکروسپوروسیتها حاصل شده اند، این سیتوکینز از نوع همزمان می باشد. تکوین میکروسپورها در کیسه های گرده مجاور یکدیگر همزمان است البته در مواردی هم در دو کیسه گرده مجاور مراحل مختلف نموی مشاهده گردید. زمانیکه این میکروسپورهای جوان از حالت تترادی خارج می شوند همچنان لایه کالوزی آنها را دربر گرفته و هسته درشت و سیتوپلاسم متراکم آنها جالب توجه می باشد. پس از

یکی دیگر از لایه های بساک، لایه مکانیکی است که از نظر شکل ظاهری سلول های آن با داشتن فیبرهای تزئینی که ظاهر U شکل به این سلولها می دهند، مشخص می باشند (۱،۲،۶). میوز در میکروسپوروسیت ها به تشکیل تترادها می انجامد، تترادها در گل همیشه بهار از تیپ تتراهدراال هستند،

از این نظر مطابق برخی گیاهان این تیره است که تاپی را از یک نوع گزارش کرده اند (۱،۲،۶). مسئله قابل توجه

شدند، که غالباً از نظر اندازه و تعداد متنوع می باشند، چنانکه در خانواده کمپوزیته گزارش شده است.

عملکرد خاصی در طی تولید مثل به آنتی پودالها نسبت داده نشده است، اما به نظر می رسد که در انتقال مواد غذایی به کیسه رویانی نقش دارند. با این وجود، در کیسه رویانی بالغ گل همیشه بهار، آنتی پدالها وجود ندارند. فقدان آنتی پدالها در زیر خانواده *Papilionoideae* نیز گزارش شده است. ما اینگونه فرض می کنیم که فقدان آنتی پودالها از جذب مواد مغذی بوسیله رویان ممانعت می کند که به عدم تکامل و سقط برخی از جنین ها می گردد. در *C. officinalis*، فقدان آنتی پدالها به این نکته اشاره دارد که بخشی از بذرها موثر نیستند. بنابراین، می توان نتیجه گیری کرد که به عنوان راهکاری برای جبران لقاح کاهش یافته، تکثیر به شیوه آپومیکسی در این گونه متداول است.

گذراندن مراحل نمو این میکروسپورها با پوشش آگزین و آنتین حاصل از لایه مغذی پوشیده شده بالغ می گردند و به دانه گرده تبدیل می شوند. آراستار سطحی دانه گرده شامل آگزین خاردار است که از مشخصات بارز اغلب گیاهان این تیره می باشد (۱، ۲، ۶، ۹، ۲۲).

ضمن مگاسپوروژن، سینرژیدها معمولاً ساختارهای ناپایداری هستند که قبل یا بلافاصله پس از لقاح، ناپدید می شوند (۲۷).

در پژوهش حاضر، هر دو سینرژید در کیسه رویانی بالغ مشاهده نشدند، که احتمالاً به این دلیل است که این گیاه، گونه ای اتوگام می باشد. در گیاه اتوگام، گرده افشانی که باعث دژنره شدن یکی از سینرژیدها می گردد قبل از باز شدن گل تمام شده، سپس یکی از سینرژیدها ناپدید شده یا دو روز پس از باز شدن گل دژنره می شود (۳۲).

در کیسه رویانی تیپ پلی گونوم، سلولهای آنتی پدال در سمت مقابل سلول تخمزا، معمولاً به صورت سه تایی واقع

منابع

- ۱- امید بیگی، ر.، ۱۳۷۶. رهیافت های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم. انتشارات طراحان نشر.
- ۲ - امید بیگی، ر.، ۱۳۷۸. داروهای گیاهی از گذشته تا کنون. مجله صنایع بهداشتی و آرایشی. ۱۹۰
- ۳ - امید بیگی، ر.، ۱۳۷۹. رهیافتهای تولید و فرآوری گیاهان دارویی، جلد اول، چاپ دوم، انتشارات طراحان نشر.
- ۴- امید بیگی، ر.، ۱۳۸۲. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. به نشر (انتشارات آستان قدس رضوی)
- ۵ - امید بیگی، ر.، ۱۳۸۴. فصلنامه پژوهشی گیاهان معطر و دارویی ایران، ۲۱ (۴)
- ۶- چهرگانی، ع.، حاجی صادقی، س.، محسن زاده، ف.، ۱۳۸۹. مطالعه مراحل تکوین دانه گرده و تخمک در *Inula aucheriana* زیست شناسی گیاهی. ۲، ۶، ۱۵-۲۸.
- ۷- چهرگانی، ع.، رمضان، ح.، ۱۳۹۵. بررسی مراحل تکوین دانه گرده و تخمک در گل اطلسی. *Petunia hybrida*. پژوهشهای گیاهی، ۲۹ (۱)، ۶۵-۷۹
- ۸- چهرگانی، ع.، محسن زاده، ف.، غفوری، س.، ۱۳۹۳. مراحل تکوین دانه گرده و تخمک در *Anthemis odontostephana* Boiss. Cv. *odontostephana* پژوهشهای گیاهی، ۲۷ (۴)، ۵۴۴-۵۵۶
- ۹- رضائزاد، ف.، ۱۳۹۰، تکوین گل آذین، گل و گرده در گل جعفری (*Tajetes patula* (Asteraceae)، زیست شناسی گیاهی، سال ۴، ۱۲: ۵۱-۶۶
- ۱۰- صمصام شریعت، ه. و معطر، ف.، ۱۳۸۳. گیاهان و داروهای طبیعی. نشر روزبهان.
- ۱۱- غروی، م.، قاسمی، ن.، خویی، م.، ۱۳۸۱. فرمولاسیون کرم عصاره گل گندم، پنیرک، بابونه و همیشه بهار در درمان خشکی و ناهنجاری پوست. علوم دارویی (pharmaceutical sciences). ۱: ۸۶-۷۹

- ۱۵- محمودی، م.، عظیمی، ا.، شهیدی، س. ۱۳۹۳. تاثیر عصاره هیدروالکلی گل همیشه بهار بر روی گلوکز، HDL، LDL و کلسترول تام خون در موش های صحرایی نر بالغ نژاد ویستار دیابتی شده با استرپتوزوتوسین، ارمغان دانش، ۱۹(۴): ۲۸۳-۳۹۴
- ۱۶- میر حیدر، ح.، ۱۳۸۲. معارف گیاهی. دفتر نشر فرهنگ اسلامی
- 17- Bremer, K, 1994. Asteraceae: cladistics & classification, Timber Press, Portland OR.
- 18- Cameron, B.G., Prakash, N.M. 1994. Variation of the megagametophyte in the *Papilionoideae*. Advances in legume systematics 6. Struct. Bot. 97-115
- 19- Chehregani, A., Mohsenzadeh, F. and Ghanad, M. 2011. Male and female gametophyte development in *Cichorium intybus*. International Journal of Agriculture and Biology 13: 603-60.
- 20- Deng, Y., Chen, S. and Teng, N. 2010. Flower morphologic anatomy and embryological characteristics in *chrysanthemum multicaule*. Scientia Horticulturae 124(4): 500-505
- 21- Dickinson H. G. 2000. Pollen coating-chimaeric genetic and new function. Sex Plant Reprod. 12: 302-309
- 22- Dibol, A. G., 1968. Fine structural development of the megagametophyte of *Zea mays* following fertilization. Am. J. Bot. 55, 787-806
- 23- Edward, F., Gilman, T. 1999. *Calenula officinalis*. University of Florida
- 24- Harris, E. M. 1999b. Capitula in the Asteridae: a widespread and varied phenomenon. Botanical Review 65:348-369
- 25- Hu, S. Y., 1982. Embryology of Angiosperms. High Education Press, Beijing, P: 30
- ۱۲- فلاحتگر، آ.، ۱۳۸۲. گیاهان دارویی. دفتر تبلیغات.
- ۱۳- قهرمان، ا.، ۱۳۷۵. گیاه شناسی پایه
- ۱۴- مظفریان، ولی اله. ۱۳۹۰. رده بندی گیاهی، دولپه ای ها، جلد ۲، چاپ پنجم، انتشارات امیرکبیر تهران.
- 26- Kuklina, E. A. 2003. Flower development of greenhouse chrysanthemum. Acta
- 27- Maheshwari, P., 1950. An Introduction to the Embryology of Angiosperms. Mc Graw-Hill, New York. 453.
- 28- Pan, K. Y., Zhou, S. L., 1977. Embryological study on *Mosla chinensis* (Lamiaceae). Acta Bot. Sin. 39, 111-116.
- 29- Pacini, E. and Keijzer, C. J. 1989. Ontogeny of intruding non plasmodial tapetum in the wild chicory (*Cichorium intybus*). Plant Systematics and Evolution. 167:149-169
- 30- Pacini, E. 1990. Tapetum and microspore function. In Microspores: ontogeny and development, Edited by Blackmor, S., Knox, R. B., Academic Press, London, pp 213-237
- 31- Pacini, E. 1997. Tapetum character states: analytical keys for tapetum types and activities, Can J Bot., 75: 1448 – 1459
- 32- Souza, M.M., Pereira, T.N.S., Hoffmann, M., 2002. Embryo sac development in yellow passion fruit *passiflora edulis* (Passifloraceae). Genet. Mol. Biol. 25, 471-475
- 33- Xue, C. Y. and Li, D. Z. 2005. Embryology of *Megacodon stylophorus* and *Veratilla baillonii*: Botanical journal of the Linnean Society 147: 317-331

The study of development of generative organs in *Calendula officinalis* L.

Baghaeifar, Z.¹, Ghadirpour, F.¹, Chehregani, A.²

Biology Dept., Faculty of Science, Payame Noor University, Tehran, I.R. of Iran

Biology Dept., Faculty of Science, Bu-Ali Sina University, Hamedan, I.R. of Iran

Abstract

Calendula officinalis is a perennial herb with bisexual and functionally female florets often used for medicinal purpose and ornamentation. The inflorescences is capitule and consists of fertile and solid sterile florets. Sterile florets consists of ray florets with decresed generation system. Fertile florets are divided to two groups of bisexual and female florets. In bisexual florets, the anther wall is composed of epidermis, endothecium, middle layer and tapetum. But the middle layer degenerates and only in primary levels distinguished. The tapetum is mainly secretive. For bisexual florets, cytokinesis is simultaneous and leads to tetrahedral tetrads. Bisexual florets are functionally male and solid. Also female florets have active ovules. Ovules are unitegumic, tenuinucellatae, anatropus. Before the differentiation of micropylar cells in to egg cell and synergids, two polar nuclei fuse and sntipos start degenerating. Development of embryo sac follows the monosporic, polygonum type.

Key words: Asteraceae, *Calendula officinalis* L., Megasporogenesis, Microsporogenesis, Pollen grain