

ویژگی‌های تکوینی گامتوفیت نر و ماده در بابونه زاگرسی

زهره شیرخانی^{۱*}، عبدالکریم چهرگانی راد^۲ و کلثوم عزیزی^۲^۱ ایران، تهران، دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم زیستی، گروه علوم گیاهی^۲ ایران، همدان، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده علوم پایه، گروه زیست‌شناسی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۳۰

چکیده

در این پژوهش خصوصیات رویان‌شناختی بابونه زاگرسی مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه با هدف تعیین خصوصیات تولید-مثلی بابونه زاگرسی برای یافتن ویژگی‌های رویان‌شناختی منحصربه‌فرد انجام شد. به منظور مطالعه مراحل مختلف تکوینی، از میکروسکوپ‌های نوری و فلورسنت استفاده شد. با توجه به نتایج، بساک از نوع تتراسپورانژی و تکوین لایه‌های دیواره آن از نوع دولپه‌ای بود. دیواره بساک جوان از سمت بیرون به داخل از چهار لایه اپیدرم، لایه مکانیکی، لایه میانی و لایه مغزی تشکیل شده بود. لایه مغزی از نوع ترشچی، تتراد میکروسپورها از دو نوع تترگونال و تتراهدرال و دانه‌های گرده در هنگام شکوفایی دو سلولی، سه منفذی و خاردار بودند. تخمک از نوع واژگون، تک پوسته‌ای و کم خورش و اندوتلیوم از یک ردیف سلول تشکیل شده بود. مگاسپور قطب سفتی (میکروپیلی) طبق الگوی علف هفت‌بند به کیسه رویانی هشت هسته‌ای نمو یافت. ویژگی‌های لایه مغزی، دانه گرده بالغ و کیسه رویانی نمونه مورد مطالعه با سایر گونه‌های مطالعه شده در جنس *Anthemis* تفاوت‌هایی نشان داد. نتایج حاصل بیان‌گر ویژگی‌های تکوینی ارزشمندی بود که به واسطه آن‌ها می‌توان این گونه را از سایر اعضای تیره آفتابگردان متمایز نمود.

واژه‌های کلیدی: بساک، تیره آفتابگردان، کیسه رویانی، تخمک، دانه گرده

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۲۶۳۴۵۱۳۰۰۹، پست الکترونیکی: Z.shirkhani@khu.ac.ir

مقدمه

تیره آفتابگردان شامل دو قبیله *Asteroideae* و *Anthemideae* است. جنس *Anthemis* دومین جنس بزرگ در قبیله *Anthemideae* دارای گیاهان یک‌ساله و چندساله است. در ایران برای *Anthemis*، ۳۹ گونه علفی یک‌ساله و چندساله گزارش شده است که از این تعداد ۱۵ گونه بومی آن هستند [۴۸]. یکی از گونه‌های فراوان *Anthemis* در ایران *Anthemis haussknechtii* Boiss. & Reut. (بابونه زاگرسی) است. بابونه زاگرسی گیاهی یک‌ساله است که عمدتاً در استان‌های آذربایجان شرقی و غربی، کردستان، ایلام، همدان، لرستان، چهارمحال و بختیاری، فارس و خوزستان پراکنش دارد [۳۹]. گونه‌های *Anthemis* به‌طور

تیره آفتابگردان (*Asteraceae*) یکی از پیشرفته‌ترین تیره‌های دولپه‌ای از نظر ریخت‌شناسی است. این تیره دارای تقریباً ۱۷۰۰-۱۶۰۰ جنس و ۲۴۰۰۰ گونه است که آن را به یکی از بزرگترین تیره‌ها در گیاهان گلدار تبدیل می‌کند. ویژگی‌هایی مانند گل‌آذین با مکانیسم خاص تولید گرده، ساختار پاپوس و ویژگی‌های میوه و دانه باعث می‌شود گونه‌ها به راحتی قابل تشخیص باشند. درجه بالایی از تنوع در ریخت‌شناسی و تشریح ساختارهای رویشی و زایشی در این تیره وجود دارد که آن را برای تاکسونومیست‌ها جذاب می‌کند [۴۹ و ۱۹، ۷].

گسترده در داروسازی، صنایع آرایشی و بهداشتی و محصولات غذایی استفاده می‌شوند. فلاونوئیدها و اسانس-ها اجزای اصلی گل‌های این گونه هستند که خاصیت ضد-عفونی‌کنندگی زیادی دارند [۵۶].

وجود تنوع زیاد در صفات ریزریخت‌شناختی جنس *Anthemis* با حدود ۱۹۵ گونه و یافتن صفات ریخت-شناختی منحصربه‌فرد که گونه‌های مختلف آن را متمایز کند، طبقه‌بندی این جنس را با مشکل مواجه کرده است [۴۴]. تا کنون مطالعاتی بر روی این تیره انجام گرفته است.

در پژوهشی ریخت‌شناسی دانه‌های گرده سه گونه *Anthemis* توسط Altan و Akyalçin مورد بررسی قرار گرفت [۱]. به طور کلی دانه‌های گرده تیره آفتابگردان در ۹ تیپ طبقه‌بندی می‌شوند که دانه گرده *Anthemis* در تیپ *Anthemis* (*Achillea*) قرار می‌گیرد [۲۰]. دانه‌های گرده جنس *Anthemis* به صورت خاردار توصیف شده‌اند [۲۰].

Skvarla فراساختار دانه‌های گرده قبیله *Anthemideae* را بررسی نمود [۵۰]. در مطالعه دیگر، از میکروسکوپ نوری برای بررسی ریخت‌شناسی دانه‌های گرده جنس‌های مختلف متعلق به تیره *Asteraceae* استفاده شد [۲۶]. *Bijok* و همکاران خصوصیات رویان‌شناختی *Anthemis tinctoria* L. مورد مطالعه قرار دادند [۵]. یافته‌های آنها نشان داد که کیسه رویانی از نوع تتراسپوری است و دارای هفت سلول آنتی‌پود (پادین) است. با توجه به مشاهدات آنها، تکوین رویان را می‌توان به عنوان نوع *Aster* و آندوسپرم را از نوع هسته‌ای طبقه‌بندی کرد.

داده‌های حاصل از رویان‌شناسی فاکتورهای ارزشمندی در طبقه‌بندی و تکامل نهاندانگان بوده‌اند [۲۰، ۴۰]. در مقایسه با سایر روش‌های بیولوژیکی، رویان‌شناسی به دلیل دشواری دسترسی به گامتوفیت ماده و ماهیت پرزحمت‌مراحل توصیف تکوین رویان، نقش محدودی در طبقه‌بندی ایفا کرده است [۴، ۵۴]. صفات رویان‌شناختی متفاوتی در طبقه‌بندی توسط محققان قبلی استفاده شده

است. صفات اسپورزایی و گامت‌زایی شامل نحوه تشکیل دیواره بساک، تعداد لایه‌های میانی، نوع لایه تاپی، تعداد هسته‌های سلول‌های تاپی، تعداد سلول‌ها در دانه‌های گرده بالغ، نوع تتراد میکروسپور، تعداد تخمک‌ها، نوع تخمک‌ها، نوع خورش، تعداد پوسته‌های تخمک، تعداد لایه‌های پوسته داخلی و خارجی، نوع تتراد مگاسپور، نوع تشکیل کیسه رویانی و تعداد سلول‌های آنتی‌پود به‌عنوان ویژگی‌های مهمی برای طبقه‌بندی ذکر شده است [۲، ۳۸، ۲۷، ۶]. بنابراین ویژگی‌های رویان‌شناختی می‌تواند شواهد آشکاری برای تفکیک تیره‌های نزدیک به هم فراهم نماید.

در این مقاله، بررسی الگوهای تکوین گل در *Anthemis haussknechtii* انجام گرفت. با مطالعه تکوین ساختارهای تولیدمثلی نر و ماده در این گونه، درک بهتری از فرآیند رویان‌زایی به‌دست خواهد آمد و به روشن شدن رابطه تاکسونومیکی این گونه با گونه‌های نزدیک در قبیله *Anthemideae* کمک خواهد کرد.

مواد و روشها

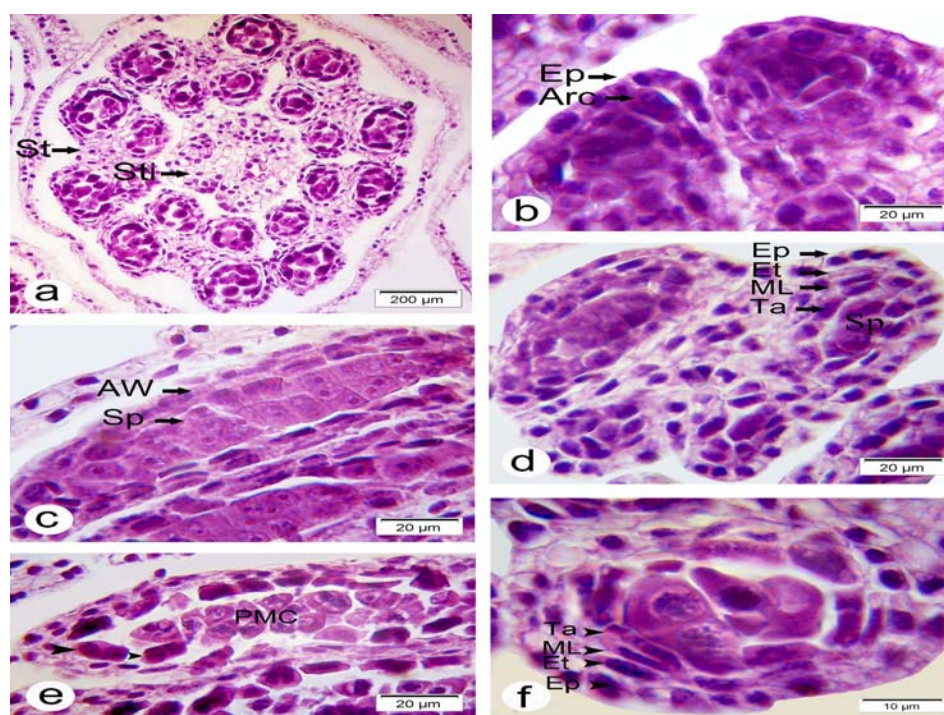
بذر *Anthemis haussknechtii* از موسسه تحقیقات جنگل-ها و مراتع ایران تهیه شد. بذرها در سینی‌های حاوی کوکوپیت و پرلیت کشت داده شدند. دانه‌رست‌های انتخاب شده در مرحله ۲ تا ۳ برگی، عاری از هر گونه علائم بیماری، به گلدان منتقل گردیدند. کشت گلدانی در گلخانه‌ای با دمای 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد تحت شرایط نور طبیعی انجام گرفت. نمونه‌های گیاهی شناسایی شد و به هرباریوم T (هرباریوم دانشگاه خوارزمی تهران) با شماره هرباریومی ۲۴۷۳۸ سپرده شدند [۵۳]. جهت مطالعات میکروسکوپی، گل‌آذین‌های بابونه زاگرسی در اندازه‌های مختلف برداشت شد و به مدت ۲۴ ساعت در FAA70 (فرمالدئید، اتانول ۷۰٪ و استیک اسید) تثبیت گردید. سپس نمونه‌ها در اتانول ۷۰٪ ذخیره شد. به منظور برش‌گیری، نمونه‌ها به ترتیب در سری‌های افزایشی الکل آبگیری، در سری‌های افزایشی تولوئن شفاف‌سازی و در

Asteraceae شامل دو نوع گلچه دیسکی مرکزی (هرمافروdit) و گلچه‌های شعاعی حاشیه‌ای (ماده) است. گلچه‌های شعاعی زودتر از گلچه‌های دیسکی باز می‌شوند. طبق مشاهدات انجام گرفته، گلچه‌های دیسکی دارای ۵ پرچم هستند (شکل a). پرچم‌ها دارای بساک‌های متشکل از چهار خانه و bitechal هستند (شکل a). در مراحل اولیه نمو بساک در زیر اپیدرم یاخته‌های آرکتوسپوری تمایز پیدا می‌کنند (شکل b). تقسیمات آرکتوسپور باعث ایجاد دیواره بساک و بافت هاگزا می‌شود (شکل c). دیواره بساک از بیرون به درون شامل اپیدرم، لایه مکانیکی، لایه میانی و لایه تاپی است (شکل d و f).

پارافین قالب‌گیری شدند و در نهایت از آنها با میکروتوم (دید سبز، ایران) با ضخامت ۷-۶ میکرومتر برش تهیه شد. نمونه‌ها با استفاده از هماتوکسیلین-ئوزین رنگ‌آمیزی شدند [۱۰]. اسلایدهای تهیه شده با میکروسکوپ نوری (LABOMED مدل LX50، دوربین دیجیتال LABOMED مدل iVu 3100، ایتالیا) و فلورسنت (BELL دوربین BELL مدل BLACKL 3000، ایتالیا) مورد بررسی دقیق و عکس-برداری قرار گرفتند. حداقل ۲۰ گل آذین برای هر مرحله مورد مطالعه قرار گرفت و بهترین تصاویر انتخاب گردید.

نتایج

میکروسپورزایی و تکوین گامتوفیت نر: گل آذین در تیره



شکل ۱- تکوین بساک و دانه‌گرده در بابونه زاگرسی. (a) برش عرضی گلچه دیسکی دارای پرچم‌های با بساک‌های متشکل از چهار خانه و bitechal؛ (b) برش عرضی بساک جوان نشان‌دهنده مراحل اولیه نمو بساک و تمایز یاخته‌های آرکتوسپوری در زیر اپیدرم در گلچه‌های جوان (تقریباً به طول ۳۲۰ میکرومتر)؛ (c) برش طولی بساک جوان دارای بافت هاگزا و دیواره بساک شامل اپیدرم، لایه مکانیکی، لایه میانی و لایه مغدی؛ (d) برش عرضی بساک جوان نشان‌دهنده بافت هاگزا و دیواره بساک شامل اپیدرم، لایه مکانیکی، لایه میانی و لایه تاپی دوخته‌ای؛ (f) پروفار

PMCs در I

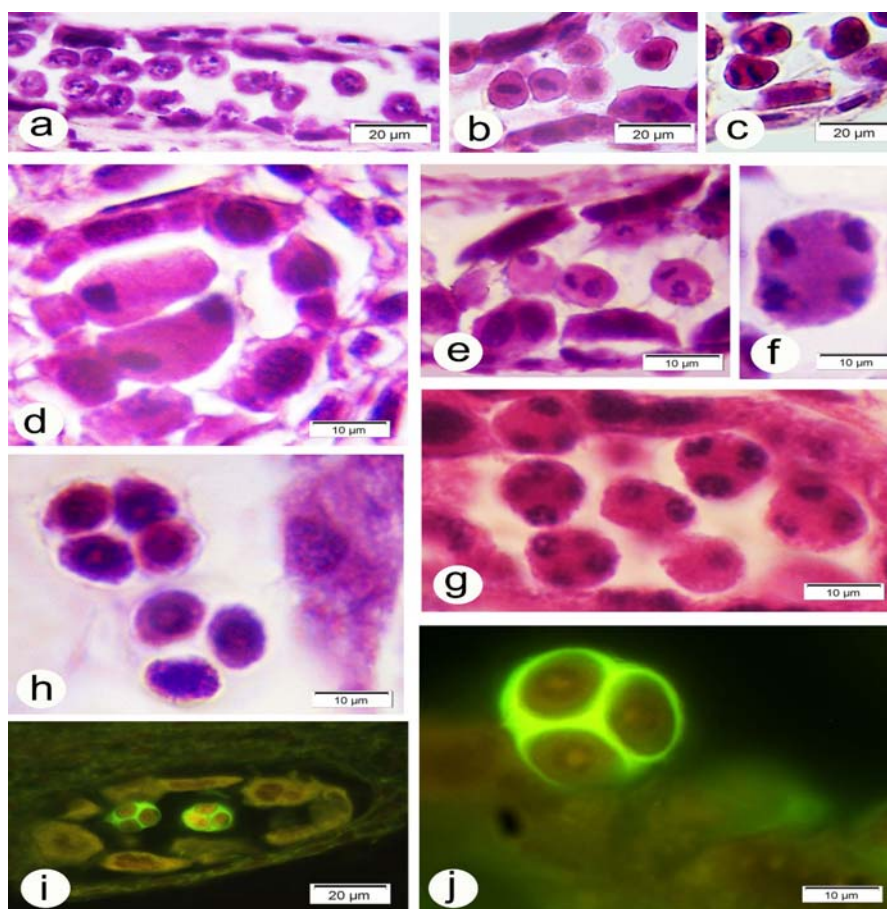
علائم اختصاری: Arc، آرکتوسپور؛ AW، دیواره بساک؛ Ep، اپیدرم؛ Et، لایه مکانیکی؛ ML، لایه میانی؛ PMCs، سلول مادر گرده؛ Sp، بافت هاگزا؛ St، پرچم؛ Sti، کلاله؛ Ta، لایه تاپی.

میکروسپورسیت‌ها قابل رؤیت است (شکل e۱). میوز در هر میکروسپورسیت بعد از طی مراحل پروفاز I (شکل f۱) و a۲)، متافاز I (شکل b۲)؛ آنافاز I (شکل c۲)، تلوفاز I (شکل d۲)، پروفاز II، متافاز II (شکل e۲)، آنافاز II (شکل f۲)، تلوفاز II (شکل g۲) منجر به تشکیل تترادهای میکروسپوری می‌شود. بین هسته‌های تلوفاز I در پایان میوز I دیواره سلولی تشکیل نمی‌شود (شکل g۲) و سیتوکینز از نوع همزمان است (شکل g و h).

تترادها بیشتر از نوع تتراهدردال و کمتر از نوع تراگونال هستند (شکل h۲). دیواره ویژه در اطراف تترادها و لایه‌لای مونادها به خوبی قابل تشخیص است (شکل h-z).

میکروسپورسیت‌ها (سلول مادر گرده) با سیتوپلاسم مترکم، هسته‌های بزرگ و متمایز از سلول‌های بافت اطراف مشخص می‌شوند که در این گونه گیاهی در برش طولی بساک از دو لایه تشکیل شده‌اند (شکل e۱). قبل و طی تقسیم میوز میکروسپورسیت‌ها، سلول‌های تاپی تحت اندومیتوز و اندورپلیکیشن DNA قرار می‌گیرند که باعث ایجاد سلول‌های چند هسته‌ای یا سلول‌های با هسته حجیم می‌شوند (شکل e۱).

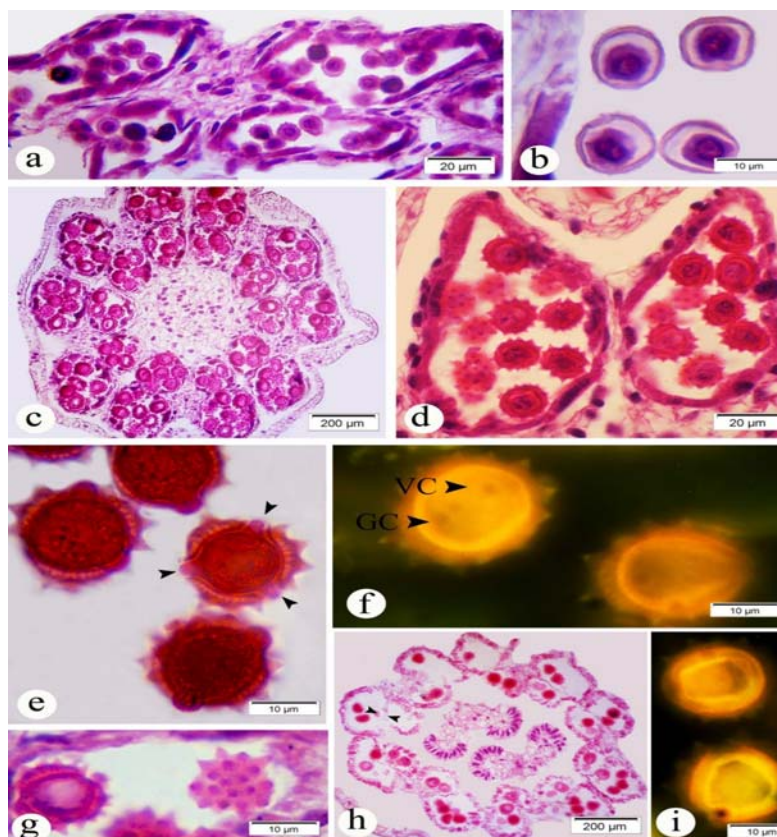
با شروع میوز، در اطراف میکروسپورسیت‌ها کالوز شروع به تشکیل می‌کند که در تصاویر میکروسکوپی تهیه شده به صورت یک لایه ضخیم و شفاف در اطراف



شکل ۲- تکوین بساک و دانه‌گرده در بابونه زاگرسی (ادامه...). (a) پروفاز I؛ PMCs؛ (b) متافاز I؛ PMCs؛ (c) آنافاز I؛ PMCs؛ (d) تلوفاز I؛ PMCs؛ (e) متافاز II از منظر قطبی و استوایی؛ PMCs؛ (f) آنافاز II؛ PMCs؛ (g) تلوفاز II؛ PMCs؛ (h) تترادهای میکروسپور تتراهدردال و تراگونال که با کالوز احاطه شده‌اند؛ (i) کیسه بساک مشاهده شده با میکروسکوپ فلورسنت؛ (j) تتراد میکروسپور در زیر میکروسکوپ فلورسنت.

و یک سلول رویشی بزرگتر است (شکل ۳f). همانطور که دانه‌های گرده دو سلولی تشکیل می‌شوند سلول‌های تاپی به‌طور کامل تجزیه و دیواره بساک فقط شامل اپیدرم و لایه مکانیکی خواهد بود (شکل ۳h). در هنگام بلوغ دانه گرده، لایه مکانیکی همچنان به رشد و ضخیم شدن خود ادامه می‌دهد، تیغه بین دو کیسه گرده همجوار از بین می‌رود و دو کیسه گرده به هم متصل می‌شوند (شکل ۳h). در نهایت در محل استومیوم با پلاسمولیز اپیدرم و فشار ناشی از لایه مکانیکی سلول‌ها در این منطقه از هم جدا شده، شکوفایی بساک رخ داده و دانه‌های گرده پراکنده می‌شوند (شکل ۳h).

میکروسپورها در زمان آزاد شدن هنوز واکنش نکرده و دارای سیتوپلاسم متراکم، شکل منظم با یک هسته مشخص و قرار گرفته در مرکز سلول هستند (شکل ۳a). با توسعه واکنش مرکزی هسته به موقعیت کناری رانده می‌شود. یعنی یک واکنش بزرگ، سیتوپلاسم و هسته دانه گرده را به کناره‌ها می‌راند (شکل ۳b). تاپی از نوع ترشچی است و وقتی میکروسپورها در حال نمو به دانه گرده بالغ هستند ضمائی از یاخته‌های لایه تاپی به سمت حفره بساک تشکیل می‌شود (شکل ۳a-c). به تدریج تزئینات آگزین در میکروسپورها تشکیل می‌شود (شکل ۳c-g). پس از بلوغ میکروسپور، با انجام تقسیم میتوز، یک گامتوفیت نر دو سلولی تشکیل می‌شود که شامل یک سلول زایشی کوچکتر

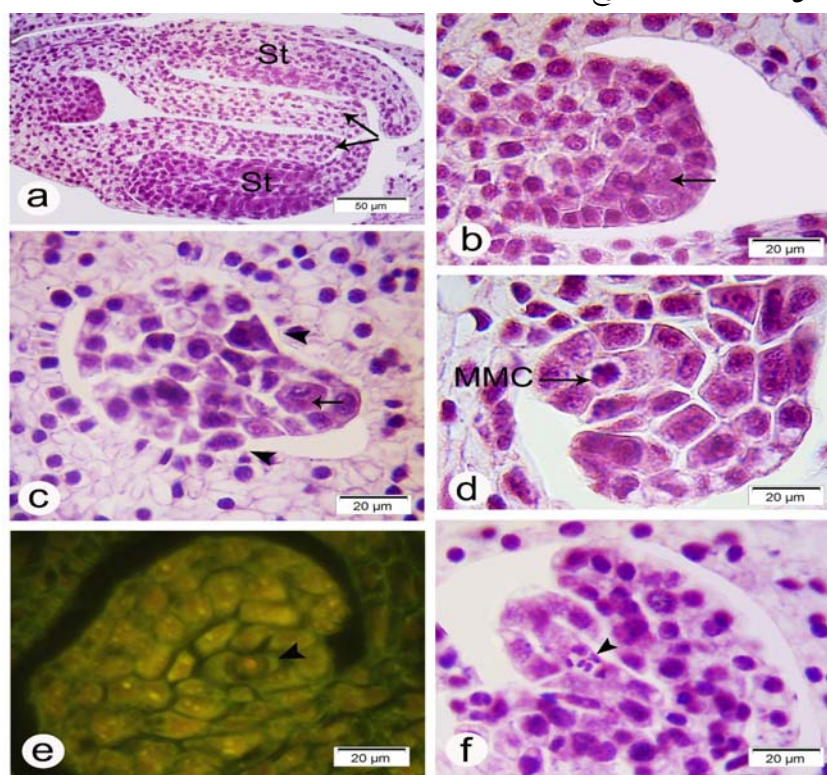


شکل ۳- تشکیل بساک و دانه گرده در بابونه زاگرسی (ادامه...). (a) برش عرضی کیسه‌های گرده در مرحله میکروسپوری؛ (b) برش طولی بساک نشان‌دهنده میکروسپورهای واکنش؛ (c) برش عرضی گلچه دیسکی دارای بساک‌های بالغ؛ (d) دانه‌های گرده جوان که با آگزین احاطه شده‌اند، تاپی از نوع ترشچی است؛ (e) دانه گرده سه منفذی؛ (f) دانه گرده بالغ دو سلولی مشاهده شده با میکروسکوپ فلورسنت؛ (g) دانه‌های گرده با ساختار آگزین خاردار؛ (h) شکوفایی بساک؛ (i) دانه‌های گرده با طرح کلی سه‌لویی در نماهای قطبی و استوایی با میکروسکوپ فلورسنت. علائم اختصاری: GC، سلول زایشی؛ VC، سلول رویشی.

سلول‌های سطحی کلاله تک‌سلولی و پاییل‌دار هستند (شکل ۲ a و h^۳). در مراحل اولیه نمو تخمک یک یاخته زیراپیدرمی واحد (آرکتوسپور) قابل تشخیص است (شکل ۲ a-c). این یاخته بزرگ شده و از سایر یاخته‌های خورش متمایز و تبدیل به یاخته مادر مگاسپور (مگاسپوروسیت) می‌شود که در لایه دوم قرار دارد (شکل ۲ d و e). تشکیل پوسته تخمک در قاعده خورش آغاز می‌شود (شکل ۲ c). تخمک از نوع کم‌خورش، واژگون و تک‌پوسته‌ای است (شکل ۲ d-f).

شکوفایی بساک به صورت درون‌گشا (در تمام طول خود) انجام می‌گیرد (شکل h^۳). دانه‌های گرده بالغ در منظر قطبی کروی و از منظر استوایی کروی تا حدودی بیضی شکل هستند (شکل ۳ e, f و i). میانگین اندازه محور قطبی و استوایی دانه‌های گرده به ترتیب ۲۳/۷۸ و ۲۷/۸۱ میکرومتر بود.

مگاسپورزایی و تکوین گامتوفیت ماده: در بابونه زاگرسی تخمدان تک‌برچه‌ای، تک‌خانه، با تمکن قاعده‌ای و یک تخمکی است (شکل ۴ a). کلاله از نوع دوشاخه‌ای و



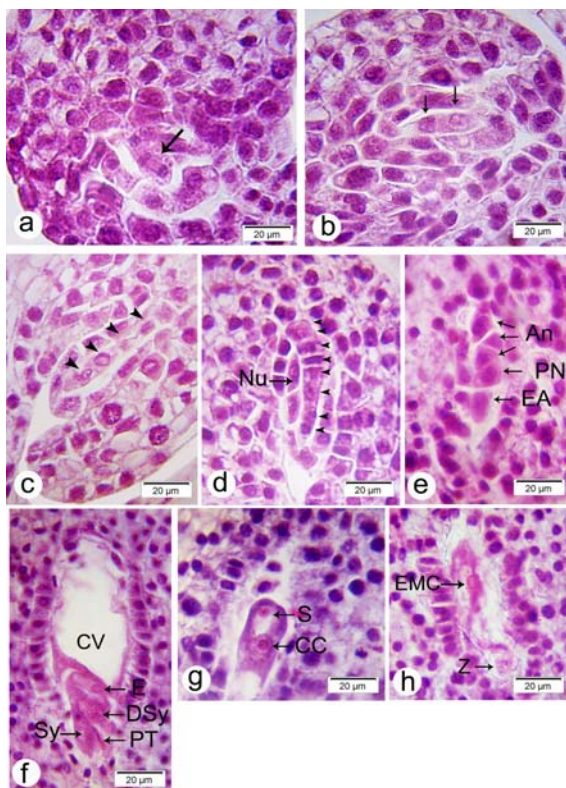
شکل ۴- تکوین تخمک و گامتوفیت ماده در بابونه زاگرسی. (a) برش طولی گلچه دیسکی؛ (b) پریموردیوم تخمک با سلول آرکتوسپور منفرد؛ (c) برش طولی تخمک جوان دارای سلول آرکتوسپور در گلچه‌های جوان (به طول تقریباً ۳۴۰ میکرومتر)؛ (d) برش طولی تخمک جوان با یاخته مادر مگاسپور (MMC) و پوسته‌ها؛ (e) سلول مادر مگاسپور مشاهده شده با میکروسکوپ فلورسنت؛ (f) پروفاز I در MMC.

علائم اختصاری: MMC، سلول مادر مگاسپور

مگاگامتوفیت (کیسه رویانی) تک هسته‌ای تکوین می‌یابد (شکل ۵ e). مگاگامتوفیت متحمل سه تقسیم میتوزی متوالی شده و کیسه رویانی دوهسته‌ای (شکل ۵ f و ۶ a و b)، چهار هسته‌ای (شکل ۶ c) و سرانجام هشت هسته‌ای

یاخته مادر مگاسپور از نظر اندازه رشد می‌کند و با ورود به میوز (شکل ۴ f و ۵ a-d) تولید دیا (شکل ۵ b و c) و سرانجام تولید تتراد خطی از مگاسپورها (شکل ۵ d) می‌کند که مگاسپور سفیدی مگاسپور عملکردی است و به

تمایز می‌یابند (شکل ۶ e). در سلول‌های آنتی‌پود حالت چندهسته‌ای و پلی‌پلوئیدی مشاهده شد (شکل ۶ e). دو هسته جدا شده از قطب‌های میکروپیلی و شالازی در مرکز کیسه رویانی به هم می‌رسند و تشکیل یاخته ثانویه را می‌دهند (شکل ۶ e). ورود لوله‌گرده به تخمک از نوع پروگاموس است (شکل ۶ f).

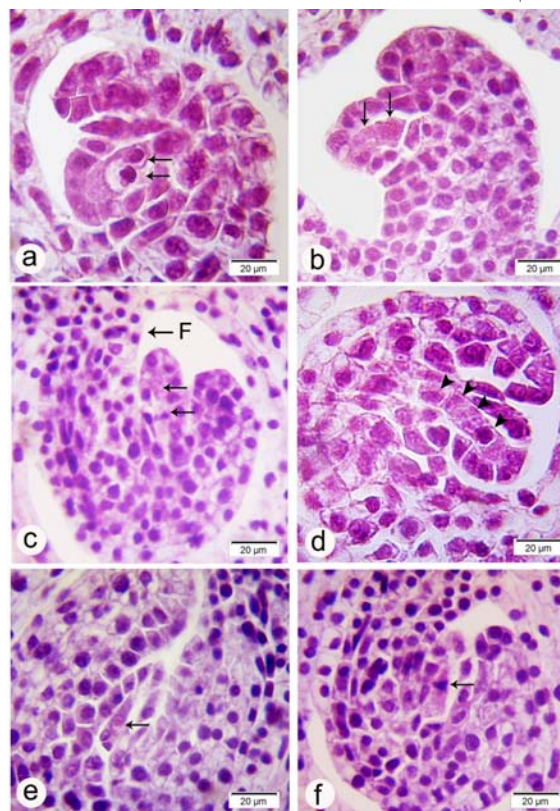


شکل ۶- تکوین تخمک و گامتوفیت ماده در بابونه زاگرسی (ادامه...).

(a) اولین تقسیم میتوز (آنافاز) در مگاکامتوفیت یک هسته‌ای؛ (b) برش طولی تخمک با کیسه رویانی دو هسته‌ای؛ (c) برش طولی تخمک با کیسه رویانی چهار هسته‌ای؛ (d) برش طولی تخمک با کیسه رویانی هشت هسته‌ای؛ (e) برش طولی کیسه رویانی با دستگاه تخمزا، هسته‌های قطبی و سلول‌های آنتی‌پود چندهسته‌ای؛ (f) ورود سلول اسپرم به کیسه رویانی و سینترژید تجزیه شده؛ (g) ورود اسپرم به سلول مرکزی؛ (h) برش طولی کیسه رویانی که زیگوت را در قطب میکروپیلی و سلول اندوسپرم اولیه را نشان می‌دهد.

علائم اختصاری: An، آنتی‌پود؛ CC، سلول مرکزی؛ DSy، سینترژید تجزیه شده؛ EA، دستگاه تخمزا؛ E، تخمزا؛ EMC، سلول مادر اندوسپرم؛ Nu، خورش؛ PN، هسته قطبی؛ PT، لوله‌گرده؛ S، اسپرم؛ Sy، سینترژید؛ Z، زیگوت (سلول تخم)

(شکل ۶ d) را تشکیل می‌دهد. کیسه رویانی در این مرحله به اندازه کافی رشد نکرده است، بنابراین هسته‌ها فشرده و نزدیک به هم هستند. با سلولی شدن هسته‌ها، کیسه رویانی هفت سلولی تشکیل می‌گردد (شکل ۶ e). سلولی شدن کیسه رویانی همزمان با مهاجرت هسته‌های قطبی و تکوین کیسه رویانی رخ می‌دهد. تیپ کیسه رویانی از نوع پلی-گونوم است (شکل ۶ d و e). سه یاخته در قطب مجاور



شکل ۵- تکوین تخمک و گامتوفیت ماده در بابونه زاگرسی (ادامه...).

(a) توفاز I در MMC؛ (b) دیاد مگاسپور؛ (c) دیاد مگاسپور با مگاسپور شالازی در مرحله متافاز؛ (d) تتراد مگاسپور؛ (e) مگاسپور عمل‌کردی؛ (f) اولین تقسیم میتوز (پروفاز) در مگاکامتوفیت یک هسته‌ای

علائم اختصاری: F، فونیکول

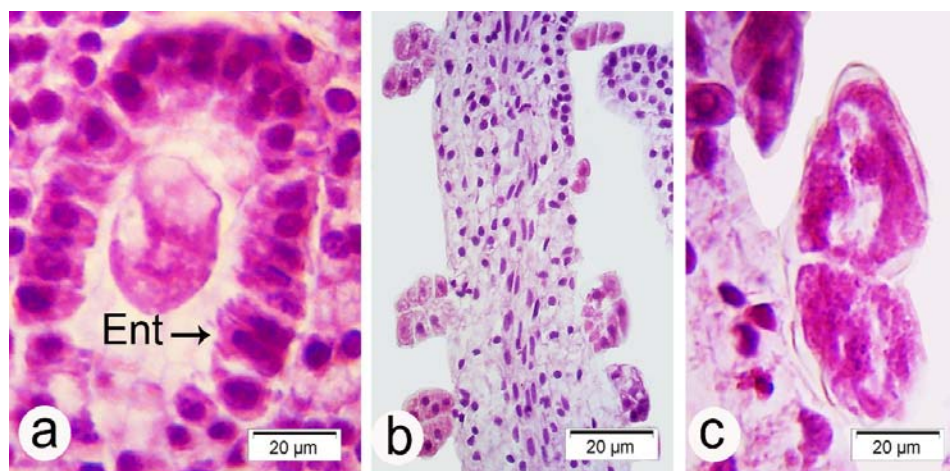
میکروپیلی دستگاه تخمزا را ایجاد می‌کند که شامل یک یاخته میانی (تخمزا) و دو یاخته کناری سینترژیدها (قرینه-ها) است (شکل ۶ f). در قطب شالازی یاخته‌های آنتی‌پود

هسته‌های مشخص و سیتوپلاسم متراکم هستند (شکل a۷). گلچه‌ها با کرک‌های در شکل‌ها و اندازه‌های مختلف، مانند کرک‌های غده‌ای، تک‌سلولی و چندسلولی پوشیده شده‌اند (شکل b ۷ و c).

شکل ۸ به صورت شماتیک مراحل تکوین ساختارهای نر و ماده را بر اساس شکل‌های ۷-۱ نشان می‌دهد. جدول ۱ برخی از ویژگی‌های رویان‌شناختی گونه‌های *Anthemis* و تیره آفتابگردان را خلاصه کرده است.

قبل از لقاح، ۲ هسته‌ی قطبی با یکدیگر ادغام می‌شوند و یک یاخته مرکزی را تشکیل می‌دهند (شکل ۶ g). بعد از ادغام یاخته مرکزی با گامت نر یاخته مرکزی به سلول مادر اندوسپرم نمو می‌یابد، که سپس با تقسیمات آن اندوسپرم شکل می‌گیرد (شکل ۶ h و a۷). بعد از لقاح، یاخته تخم در قطب میکروپیلی تشکیل می‌شود (شکل ۶ h).

سلول‌های اندوتلیوم که کیسه رویانی را احاطه نموده‌اند، در یک ردیف منظم به صورت شعاعی کشیده شده و دارای



شکل ۷- تکوین تخمک و گامتوفیت ماده در بابونه زاگرسی (ادامه...). (a) سلول مادر اندوسپرم؛ (b) و (c) کرک‌های مختلف روی گلچه‌ها. علائم اختصاری: Ent، اندوتلیوم

	Arc	PMC	MMC	prophase I	metaphase I	anaphase I	telophase I	dyad (Cytokinesis)	metaphase II	telophase II

جدول ۱، ۱- خلاصه‌ای از داده‌های رویان‌شناختی گونه‌های *Anthemis* و تیره آفتابگردان

منبع	Asteraceae	<i>A. tinctoria</i>	<i>A. odontostephana</i>	<i>A. haussknechtii</i>	خصوصیات
[۴۵، ۲۹، ۲۲، ۱۶، ۱۱]	دی‌اسپورانژیوم (Asteroideae)، تترااسپورانژیوم (asteral)	؟	تترااسپورانژیوم	تترااسپورانژیوم	تعداد کیسه‌های گرده
[۴۶ و ۵۴]					
[۲۸ و ۲۲، ۱۱، ۶]	تیپ دولپه‌ای، عمدتاً تیپ پایه، تیپ تک‌لپه‌ای (Asteroideae)	؟	تیپ دولپه‌ای	تیپ دولپه‌ای	تشکیل دیواره بساک
[۵۷، ۳۷، ۲۴، ۱۱، ۶]	ترشچی و پلاسمودیومی	؟	پلاسمودیومی	ترشچی	نوع تاپی
[۵۸ و ۵۵]	همزمان	همزمان	همزمان	همزمان	سیتوکینز در میوز
[۵۵ و ۳۲، ۱۱]	تراهدرال و چلیپایی	تراگونال و تراهدرال	تراگونال، تراهدرال و خطی	تراگونال و تراهدرال	تراز میکروسپور
[۳۶، ۳۰، ۱۱، ۸، ۵]	دوسلولی و سه‌سلولی	سه‌سلولی	دوسلولی	دوسلولی	دانه گرده بالغ
[۶۰ و ۵۹، ۵۷]					
[۵۰ و ۳۲، ۱۱، ۵]	خاردار	خاردار	خاردار	خاردار	توزینات سطح دانه‌گرده
[۳۲]	تحتانی، تک‌خانه، ۲ (به‌ندرت ۳) برچه پیوسته	؟	؟	تحتانی و تک‌خانه	تخمندان
[۳۴ و ۲۳، ۱۱]	دوقسمتی به ندرت ۳ بخشی	؟	دوقسمتی	دوقسمتی	کلانه
[۲۳ و ۱۱]	قاعده‌ای	؟	قاعده‌ای	قاعده‌ای	تمکن
[۵۵ و ۲۸، ۱۱، ۵]	واژگون	واژگون	واژگون	واژگون	انحنای تخمک
[۵۵ و ۲۸، ۱۱، ۵]	کم خورش	کم خورش	کم خورش	کم خورش	نوع خورش
[۵۵ و ۲۸، ۱۱، ۵]	تک‌پوسته‌ای	تک‌پوسته‌ای	تک‌پوسته‌ای	تک‌پوسته‌ای	تعداد پوسته‌های تخمک
[۵۵ و ۳۲، ۱۱، ۵]	تک‌سلولی (گاهی چندسلولی یا به- ندرت دو سلولی)	تک‌سلولی	تک‌سلولی	تک‌سلولی	تعداد آرکتوسپورهای تخمک
[۵۵ و ۳۵، ۱۱، ۵]	اغلب تیپ علف‌هفت‌بند، به‌ندرت: تیپ <i>Adoxa</i> ، تیپ <i>Drusa</i> ، تیپ <i>Oenothera</i> ، تیپ <i>Pyrethrum</i>	تیپ ترااسپوری	تیپ علف‌هفت‌بند	تیپ علف‌هفت‌بند	نوع کیسه رویانی
[۵۵، ۳۳، ۲۸، ۱۱، ۵]	پایدار، زودگذر	پایدار	پایدار	پایدار	سلول‌های آنتی‌پود
[۵۷ و ۵۵]	تشکیل نشده است	؟	تشکیل نشده است	تشکیل نشده است	هیپوستاز
[۵۵]	پروگاموس	؟	؟	پروگاموس	مسیر لوله‌گرده
[۵۵ و ۳۲]	تشکیل نشده است	؟	تشکیل نشده است	تشکیل نشده است	هوستوریوم

بحث

ستون پنج سلولی و قلبی شکل تشکیل شده‌اند [۲۱]. ویژگی‌های گرده‌شناسی مشاهده شده در مطالعه حاضر مشابه خصوصیتی است که برای جنس‌های مرتبط در تیره آفتابگردان توصیف شده است. گرده‌های سه‌شباری و سه‌منفذی برای گونه‌های *Anthemis odontostephana* Boiss. [۱۱] Cv. *Odontostephana* *Artemisia absinthium* L.

مشاهدات میکروسکوپی گلچه‌های بابونه زاگرسی نشان داد که کرک‌های غده‌ای و چندسلولی به تعداد زیاد بر روی گلچه‌های شعاعی و دیسکی وجود دارد. بیوسنتز و ترشح ترکیبات آروماتیک در داخل کرک‌های غده‌ای صورت می‌گیرد [۴۱]. کرک‌های غده‌ای از ۱۰ سلول متشکل از دو

[۳۱] و *Artemisia granatensis* Boiss. [۴۳] گزارش شده است.

در گونه مورد مطالعه، نمو چهار لایه‌ای دیواره بساک بر اساس تیپ دولپه‌ای صورت می‌گیرد [۱۷]. بر اساس نتایج مطالعه حاضر، در گونه مورد نظر لایه میانی نمو پیدا می‌کند. وجود لایه میانی به وسیله محققین در گیاهان این تیره گزارش شده است [۱۱، ۴۷ و ۵۱]. یک همبستگی آشکار بین تقسیمات میوزی در یاخته‌های مادر گرده و نمو لایه تاپی بساک وجود دارد که برای سایر گونه‌های این تیره نیز گزارش شده است [۲۵]. یاخته‌های لایه تاپی چند-هسته‌ای و درجه بالایی از پلوئیدی شدن را نشان دادند که نمایانگر فعالیت متابولیسمی بالای آنهاست که از این نظر شبیه یاخته‌های آنتی‌پود کیسه رویانی می‌باشند [۱۱ و ۳۸]. در نهاندانگان دو تیپ اصلی نمو لایه تاپی بساک قابل تشخیص است: ترش‌خی (جداری) و آمیبی (پلاسمودیومی) [۴۲]. در گیاه مورد مطالعه لایه تاپی از نوع ترش‌خی است و همچنین در آن تکثیر هسته‌ها صورت گرفته و تعداد هسته‌ها در هر یاخته افزایش می‌یابد. در *A. odontostephana* و *Senecio glaucus* L. لایه تاپی در مراحل اولیه از نوع ترش‌خی و در مراحل پایانی تکوین از نوع آمیبی بود [۱۱ و ۱۳]. لایه تاپی آمیبی برای گونه‌های متعددی از تیره آفتابگردان گزارش شده است [۳۳] که با نتایج مطالعه حاضر هم‌سویی ندارد. سلول‌های هاگزا به‌طور مستقیم به سلول‌های مادر گرده تمایز می‌یابند که در دو ردیف در کیسه‌های گرده قرار دارند. در *A. odontostephana*، سلول‌های مادر گرده در دو تا سه ردیف قرار گرفتند [۱۱]. میوز در هر میکروسپورسیت منجر به تشکیل تتراد می‌شود. تترادها بیشتر از نوع تتراهدرا و به‌ندرت از نوع تتراکونال هستند. وجود تترادهای تتراهدرا و صلیبی شکل در گیاهان تیره آفتابگردان گزارش شده است [۱۱ و ۳۸]. مراحل تکوین میکروسپورهای دو کیسه گرده هم‌جوار، هم‌زمان است. دانه‌های گرده گونه مورد مطالعه در هنگام شکوفایی بساک

دو سلولی بودند که با نتایج پژوهش‌ها در مورد گونه‌های *Tripleurospermum disciforme* (C.A. Mey) Schultz Bip. [۱۵] و *Cichorium intybus* L. [۱۲] هم‌خوانی داشته و با یافته‌های حاصل از مطالعه گونه‌های *A. odontostephana* [۱۱]، *S. glaucus* [۱۳] و *S. tenuifolius* Burm. F. [۳۳] متفاوت بود.

نتایج این مطالعه نشان داد که در هر تخمدان فقط یک تخمک واژگون کم‌خورش وجود دارد. مادر مگاسپور موقعیت زیر اپیدرمی داشت. موقعیت زیر اپیدرمی یاخته مادر مگاسپور در سایر گیاهان این تیره گزارش شده است [۱۳]. در این گونه، مگاسپور سفتی موجب تشکیل کیسه رویانی مونوسپوری پلی‌گونوم می‌شود و سه مگاسپور دیگر به سرعت از بین می‌روند. وجود تترادهای خطی در گیاهان این تیره به‌وسیله پژوهشگران دیگر گزارش شده است [۱۵ و ۴۷]. چهرگانی و همکاران [۱۱] تتراد خطی، T شکل یا توده‌ای را در *A. odontostephana* نشان دادند. در کیسه رویانی تیپ علف‌هفت‌بند یاخته‌های آنتی‌پود (پادبن) در قطب مقابل یاخته تخمزا قرار دارند که معمولاً سه عدد بوده و از نظر اندازه [۹] و همچنین از نظر تعداد [۳ و ۱۳] در گونه‌های این تیره تنوع نشان داده‌اند. در گونه مطالعه شده آنتی‌پودهای چندهسته‌ای و پلی‌پلوئید مشاهده شد. یاخته‌های آنتی‌پود هیچ نوع نقشی در تولیدمثل و رویان‌زایی نداشته و نقش مهم آنها فقط تغذیه کیسه رویانی از طریق تشکیل مکینه‌ها است [۱۸]. تکوین گامتوفیت از نوع علف‌هفت‌بند در گونه‌های دیگر تیره آفتابگردان نیز گزارش شده است [۱۱ و ۱۳]. اندوتلیوم در این گونه همان‌گونه که برای *Inula aucheriana* DC. گزارش شده است تک لایه است [۱۲]. در این گونه پایلاها روی سطح کللاه در دو نوار حاشیه‌ای شکمی در امتداد دو شاخه کللاه دیده شد، همانطور که در برخی از اعضای این تیره گزارش شده است [۵۸].

بر اساس داده‌های رویان‌شناختی (جدول ۱) بابونه زاگرسی از نظر نوع تاپی با *A. odontostephana* متفاوت است.

تخمک در بابونه زاگرسی از تیپ معمول Asteraceae تبعیت می‌کند، اما برخی تغییرات بین گونه‌های *Anthemis* وجود دارد. خصوصیات رویانی گزارش شده برای بابونه زاگرسی را می‌توان در مطالعات تاکسونومیکی و فیلوژنتیکی آینده این تاکسون مورد استفاده قرار داد.

تضاد منافع: نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ تضاد منافی ندارند.

سپاسگزاری

این مقاله از طرح پژوهشی با شماره ۳۵۳۰۹/د مصوب در دانشگاه خوارزمی استخراج شده است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند مراتب تشکر صمیمانه خود را از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه خوارزمی به عمل آورند.

همچنین خصوصیات رویانی بابونه زاگرسی از نظر ویژگی دانه‌گرده و کیسه رویانی با *A. tinctoria* متفاوت است. به نظر می‌رسد داده‌های رویان‌شناختی می‌تواند عوامل ارزشمندی در طبقه‌بندی *Anthemis* فراهم کند. بررسی منابع به ما اجازه می‌دهد بیان کنیم که این اولین گزارش مفصل در مورد گامتوفیت‌های نر و ماده، مگاسپورزایی و میکروسپورزایی در بابونه زاگرسی به‌عنوان یک گیاه دارویی است. بنابراین می‌توان از ویژگی‌های فوق برای طبقه‌بندی آن استفاده کرد.

نتیجه‌گیری

ساختار گل در بابونه زاگرسی با استفاده از میکروسکوپ‌های نوری و فلورسنت برای تشریح مراحل تکوین تخمک و بساک ارزیابی شد. تکوین بساک و

منابع

- Altan, S., & Akyalçin, H. (2017). Palynology of taxa belonging to *Anthemis* L., and *Cota* J. Gay genera that grow at Çanakkale province. *Journal of Scientific Perspectives*, 1(2), 1-18.
- Azizi, K., Chehregani Rad, A., & Soltani, J. (2022). Novel Cytological Findings on Gametophyte Development and Embryogenesis in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Genetic Resources*, 8(2), 218-235.
- Baghaeifar, Z., Mofidinia, M., & Chehregani, A. (2017). Microsporogenesis and megasporogenesis in *Echinops ilicifolius* L. *Journal of Cellular and Molecular Researches (Iranian Journal of Biology)*, 29(4), 349-358. In Persian.
- Bhojwani, S. S., Bhatnagar, S., & Dantu, P. (1974). *The embryology of angiosperms*. Vikas Publishing House.
- Bijok, K., Pawlak, T., & Kreńska, B. (1977). Embryological studies on *Anthemis tinctoria* L. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 46(4), 547-557.
- Bonifácio, S. K., Moura, L. L., Marzinek, J., & De-Paula, O. C. (2018). Comparative embryology of *Stiffia* and *Wunderlichia* and implications for its evolution in Asteraceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 189(2), 169-189.
- Bremer, K. (1994). *Asteraceae: cladistics and classification*. Timber Press, Portland, Oregon.
- Brewbaker, J. L. (1967). The distribution and phylogenetic significance of binucleate and trinucleate pollen grains in the angiosperms. *American journal of botany*, 54(9), 1069-1083.
- Cameron, B., & Prakash, N. (1994). Variations of the megagametophyte in the Papilionoideae. *Ferguson, I. K., Tucker, S ed (s)*. *Advances in legume systematics*, 6, 97-115.
- Chehregani, A., Malayeri, B., & Yousefi, N. (2009). Developmental stages of ovule and megagametophyte in *Chenopodium botrys* L. (Chenopodiaceae). *Turkish Journal of Botany*, 33(2), 75-81.
- Chehregani, A., Mohsenzadeh, F., & Ghafouri, S. (2015). Developmental stages of pollen and ovule in *Anthemis odontostephana* Boiss. Cv. *Odontostephana*. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 27(4), 544-556. In Persian
- Chehregani, A., Mohsenzadeh, F., & Ghanad, M. (2011). Male and female gametophyte development in *Cichorium intybus*. *International Journal of Agriculture and Biology*, 13(4), 603-606.
- Chehregani Rad, A., & Hajisadeghian, S. (2014). Microsporogenesis, megasporogenesis

- and gametophyte development in *Senecio glaucus* L. *Thaiszia Journal of Botany*, 24(2), 89-100.
- 14- Chehregani Rad, A., Hajisadeghian, S., & Mohsenzadeh, F. (2011). Study on the developmental stages of ovule and pollen grains of *Inula aucheriana* DC. *Iranian Journal of Plant Biology*, 2(6), 15-28. In Persian.
 - 15- Chehregani Rad, A., Zarre, S., & Hajisadeghian, S. (2010). Embryology of *Tripleurospermum disciforme*: New and rare type of embryogenesis. *Iranian Journal of Plant Biology* 23(1), 26-34. In Persian.
 - 16- Davis, G. L. (1962). Embryological studies in the compositae, I. sporogenesis, gametogenesis, and embryogeny in *Cotula australis* (less.) hook. F. *Australian Journal of Botany*, 10(1), 1-12.
 - 17- Davis, G. L. (1966). *Systematic embryology of the angiosperms*. John Wiley & Sons.
 - 18- Diboll, A. G. (1968). Fine structural development of the megagametophyte of *Zea mays* following fertilization. *American Journal of Botany*, 55(7), 787-806.
 - 19- Donoghue, M. J., Ree, R. H., & Baum, D. A. (1998). Phylogeny and the evolution of flower symmetry in the Asteridae. *Trends in Plant Science*, 3(8), 311-317.
 - 20- Erdtman, G., Berglund, B., & Praglowski, J. (1961). An introduction to a Scandinavian pollen flora. *Grana*, 2(3), 3-86.
 - 21- Ferreira, J. F., & Janick, J. (1995). Floral morphology of *Artemisia annua* with special reference to trichomes. *International Journal of Plant Sciences*, 156(6), 807-815.
 - 22- Franca, R. d. O., De-Paula, O. C., Carmo-Oliveira, R., & Marzinek, J. (2015). Embryology of *Ageratum conyzoides* L. and *A. fastigiatum* RM King & H. Rob. (Asteraceae). *Acta Botanica Brasílica*, 29(1), 08-15.
 - 23- Funk, V. A., Stuessy, T., Susanna, A., & R., B. (2009). Systematics, evolution, and biogeography of Compositae. *Madroño*, 56(3), 209-211.
 - 24- Gotelli, M. M., Galati, B. G., & Medan, D. (2008). Embryology of *Helianthus annuus* (Asteraceae). *Annales Botanici Fennici*, 40(2), 81-96.
 - 25- Gustafsson, A. (1946). Apomixis in higher plants. Part 1. The mechanism of apomixis. *Lunds Uni. Asskrift NF 1-66.*, 42, 1-66.
 - 26- Inceoğlu, Ö., & Karamustafa, F. (1977). The pollen morphology of plants in *Ankara region* I. *Compositae*. 21, 77-105.
 - 27- Johri, B. M. (2012). *Embryology of angiosperms*. Springer Science & Business Media.
 - 28- Johri, B. M., Ambegaokar, K. B., & Srivastava, P. S. (1992). *Comparative embryology of angiosperms* (Vol. 1). Springer-Verlag.
 - 29- Jurukova-Grančarova, P. (1997). A cytoembryological study of *Sonchus asper* (Asteraceae). *Bocconea*, 5, 717-720.
 - 30- Kapil, R. (1962). Gametogenesis and seed development in *Ainsliaea aptera* DC. *Phytomorphology*, 12, 222-234.
 - 31- Konowalik, K., & Kreitschitz, A. (2012). Morphological and anatomical characteristics of *Artemisia absinthium* var. *absinthium* and its Polish endemic variety *A. absinthium* var. *calcigena*. *Plant systematics and evolution*, 298(7), 1325-1336.
 - 32- Kubitzki, K., W. Kadereit, J., & Jeffrey, C. (2007). The families and genera of vascular plants Volume VIII (Vol. 8). Springer.
 - 33- Lakshmi, P. S., & Pullaiah, T. (1987). Embryology of *Senecio tenuifolius* Burm. F. (Asteraceae). *Taiwania*, 32(1), 208-213.
 - 34- Leins, P., & Erbar, C. (2006). Secondary pollen presentation syndromes of the Asterales—a phylogenetic perspective. *Botanische Jahrbücher*, 127(1), 83-103.
 - 35- Liu, J., Yang, H., & He, Y. (2001). Embryology of *Ligularia przewalskii*. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 21(5), 900-904.
 - 36- Maheswari Devi, H. (1957). Embryological studies in Compositae. *Proceedings: Plant Sciences*, 46(1), 68-74.
 - 37- Maheswari Devi, H., & Devi, H. M. (1963). Embryological studies in compositae-IV. Heliantheae. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences-Section B*, 58(05), 274-290.
 - 38- Maheswari, P. (1950). *An introduction to the embryology of angiosperms*. New York, McGraw-Hill.
 - 39- Mozaffarian, V. (2008). *Compositae: Anthemideae & Echinopeae—in Flora of Iran*, No 59. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran.
 - 40- Noroozi, M., Ghahremaninejad, F., Bogler, D., Witherspoon, J. M., Ryan, G. L., Miller, J. S.,

- Riahi, M., & Cohen, J. I. (2022). Parsing a plethora of pollen: the role of pollen size and shape in the evolution of Boraginaceae. *Cladistics*, 38(2), 204-226.
- 41- Olsson, M. E., Olofsson, L. M., Lindahl, A.-L., Lundgren, A., Brodelius, M., & Brodelius, P. E. (2009). Localization of enzymes of artemisinin biosynthesis to the apical cells of glandular secretory trichomes of *Artemisia annua* L. *Phytochemistry*, 70(9), 1123-1128.
- 42- Pacini, E., Franchi, G., & Hesse, M. (1985). The tapetum: Its form, function, and possible phylogeny in Embryophyta. *Plant Systematics and Evolution*, 149, 155-185.
- 43- Peñas, J., Moreno, J. L., Alba-Sánchez, F., & Taisma, M. A. (2011). Self-incompatibility, floral parameters, and pollen characterization in the narrow endemic and threatened species *Artemisia granatensis* (Asteraceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 68(1), 97-105.
- 44- Presti, R. M. L., Oppolzer, S., & Oberprieler, C. (2010). A molecular phylogeny and a revised classification of the Mediterranean genus *Anthemis* s.l. (Compositae, Anthemideae) based on three molecular markers and micromorphological characters. *Taxon*, 59(5), 1441-1456.
- 45- Pullaiah, T. (1979). Studies in the embryology of Compositae. IV. The tribe Inuleae. *American Journal of Botany*, 66(10), 1119-1127.
- 46- Rajan, S. S. (1974). Embryological studies in compositae. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences-Section B*, 79(6), 267-282.
- 47- Rangaswamy, V., & Pullaiah, T. (1986). Studies in the embryology of *Senecio candicans* Dc.(Compositae). *Journal of the Indian Botanical Society*, 65(4), 509-512.
- 48- Rechinger, K. (1986). *Flora Iranica*, No. 158: Compositae, VI-Anthemideae. *Akademische Druck-u. Verlagsanstalt, Graz, Austria*, 62-63.
- 49- Silva, T. D., Marzinek, J., Hattori, E. K., Nakajima, J. N., & De-Paula, O. C. (2017). Comparative cypsela morphology in Disynaphiinae and implications for their systematics and evolution (Eupatorieae: Asteraceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 186(1), 89-107.
- 50- Skvarla, J. (1977). Pollen morphology in the Compositae and in morphologically related families. *The biology and chemistry of the Compositae*, 1, 249-248.
- 51- Sood, S., & Kumar, N. (2000). Investigations on embryology of *Inula cuspidata* Clarke (Asteraceae). *Journal of Indian botanical Society*, 79, 93-95.
- 52- Tanaomi, N., Jonoubi, P., Chehregani Rad, A., Majd, A., & Ranjbar, M. (2016). Embryology of *Onobrychis persica* Sirj. and Rech. f.(Fabaceae) and its systematic implications. *Caryologia*, 69(3), 256-266.
- 53- Thiers, B., (2023). *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium.
- 54- Tobe, H. (1989). The embryology of angiosperms: its broad application to the systematic and evolutionary study. *Journal of Plant Research*, 102: 351-367.
- 55- Tobe, H., & Morin, N. R. (1996). Embryology and circumscription of Campanulaceae and Campanulales: a review of literature. *Journal of Plant Research*, 109(4), 425-435.
- 56- Vaverkova, S., Habán, M., & Eerna, K. (2001). Qualitative properties of *Anthemis tinctoria* and *Anthemis nobilis*, (*Chamaemelum nobile*) under different environmental conditions. *Ecophysiology of plant production processes in stress conditions*. *Proceedings of the fourth international conference*,
- 57- Venkateswarlu, J., & Maheswari Devi, H. (1955). Embryological studies in compositae. II. Helenieae. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India*, 21(4), 149-161.
- 58- Wetzstein, H. Y., Porter, J. A., Janick, J., & Ferreira, J. F. (2014). Flower morphology and floral sequence in *Artemisia annua* (Asteraceae). *American journal of botany*, 101(5), 875-885.
- 59- Yeung, E. C., Oinam, G. S., Yeung, S. S., & Harry, I. (2011). Anther, pollen and tapetum development in safflower, *Carthamus tinctorius* L. *Sexual Plant Reproduction*, 24(4), 307-317.
- 60- Yurukova-Grancharova, P. D. (2004). On the embryology of *Leontodon autumnalis* (Asteraceae). *Phytologia Balcanica*, 10, 85-91.

Characterization of male and female gametophyte development in *Anthemis haussknechtii* Boiss. & Reut.

Shirkhani Z.^{1*}, Chehregani Rad A.K.² and Azizi K.²

¹ Dept. of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Kharazmi University, Tehran, I.R. of Iran

² Laboratory of Plant Cell Biology, Department of Biology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, I.R. of Iran

Abstract

In this research, the embryological characteristics of *Anthemis haussknechtii* were investigated. This study aimed to characterize the reproductive features of *A. haussknechtii* to find unique embryological characteristics. Light and fluorescence microscopes were used to examine different developmental stages. According to the results, the anther was tetrasporangiate and its wall development followed the dicotyledonous type. Young anther walls were composed of the epidermis, endothecium, middle layer, and tapetum from the outside to the inside. The tapetum layer was secretory. Tetrads of microspores were tetrahedral and tetragonal. Pollen grains were two-celled, triporate, and echinate when they shed. The ovule was of anatropous, unitegmic, and tenuinucellate type. Endothelium was composed of one row of cells. The micropylar megaspore developed into an eight-nucleate embryo sac with the pattern of *Polygonum* type. The tapetum type, mature pollen grain, and embryonic sac were different from the studied species of *Anthemis*. These results revealed valuable developmental features that could be used to differentiate this species from other members of the Asteraceae family.

Key words: Anther, Asteraceae, Embryo sac, Ovule, Pollen grain