# مراحل تكوين تخمك و كيسة روياني در Consolida orientalis Schrödinger از تيرة آلالهايان

عبدالکریم چهرگانی راد<sup>\*</sup> ، فریبا محسن زاده و سولماز اخطاری <sub>دریافت: ۱</sub>۱۳۹۲/۱۱/۱۰ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱

> گروه زیستشناسی، دانشکدهٔ علوم، دانشگاه بوعلیسینا، همدان \*مسئول مکاتبات: chehregani@basu.ac.ir

چکیده. ساختار گل و رویان شناسی در تیرهٔ آلالهایان موضوع مطالعات مختلف بوده است، اما پراکنش مطالعات تکوینی در این تیره ناموزون است؛ بهطوری که مطالعهٔ برخی از جنس ها به طور محدود انجام شده یا اصلاً مطالعه نشدهاند. در این پژوهش مراحل و چگونگی تکوین تخمک در گیاه Consolida orientalis بررسی شد. گل ها و غنچه ها در مراحل مختلف نمو برداشت، تثبیت و نگهداری شد. سپس با میکروتوم برش گیری و رنگ آمیزی با هماتوکسیلین و ائوزین انجام گرفت. لام های تهیه شده از مراحل مختلف نمو برداشت، تثبیت و نگهداری شد. سپس با میکروتوم برش گیری و رنگ آمیزی با هماتوکسیلین و ائوزین انجام گرفت. لام های تهیه شده از مراحل مختلف تکوینی با دقت با استفاده از میکروسکوپ نوری بررسی شد. براساس نتایج حاصل از این بررسی، در گونهٔ تحت مطالعه، تخمک از نوع دو-پوششی، نسبتاً پرخورش و واژگون است. پس از تقسیم میوز تترادهای مگاسپور آرایش خطی یا غیر خطی دارند. تکوین کیسهٔ رویانی از طرح تکاسپوری و تیپ پلی گونوم پیروی می کند، در حالی که وجود تیپ آلیوم نیز در این تیره رایج است. یاخته های آنتی پود برخلاف تیپ متداول پلی گونوم شدا با پلی پلوئید و نیز پایا هستند، اما تکن هی می مند و با فشار پوستامنت به وسط کیسهٔ رویانی پیش روی می کند. تحلیل آنها با تأخیر قابل توجه و در مرحله آندوسیرم سلولی می رود. می می نده می می از دار می گیرد.

واژدهای کلیدی. آنتی بود، تیرهٔ آلاله ایان، Consolida orientalis، مگاگامتوفیت

# Developmental stages of ovule and embryo sac in *Consolida orientalis* Schrödinger (Ranunculaceae)

Abdolkarim Chehregani Rad<sup>\*</sup>, Fariba Mohsenzadeh and Soulmaz Ekhtari Received 30.01.2014/ Accepted 20.02.2015

Department of Biology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran \*Correspondent author: chehregani@basu.ac.ir

Abstract. Although there is extensive literature on different aspects of floral structure and embryology in Ranunculaceae, the distribution of developmental studies on the family is inharmonic. Studies on some genera are extensive, but others have been less extensively investigated or some may have remained unstudied. This research is an attempt to study the developmental stages of ovule in *Consolida orientalis*. The flowers and buds in different developmental stages were sectioned at 7-10 µm with a microtome. Staining was performed with hematoxylin and eusine. The sections were studied by means of a light microscope. Results indicated that ovules are anatropous, bitegumic and crassinucellate. The megaspore tetrads are linear or nonlinear. The development of embryo sac belongs to the *Polygonum* type, but the presence of *Allium* type was also abundant in other species of this family. On the contrary to the common *Polygonum* type, the antipodal cells are large, persistent, and highly polyploid and remain uninucleate. They penetrate the embryo sac under the pressure provided by postament degenerate in the cellular stage of endosperm.

Keywords. antipodals, Consolida orientalis, megagametphyte, Ranunculaceae

#### مقدمه

در راستهٔ آلاله سانان (Ranunculales) تیرهٔ آلاله ایان موقعیت فیلوژنتیک برجسته ای داشته و به نظر می رسد پایه و اساس یودایکت ها باشد. این تیره یک تیرهٔ بزرگ با پراکنش جهانی (Soltis et al., 2005; Simpson, 2006; Heywood) است et al., 2005; Simpson, 2006; Heywood) ویژه در نوع میوه و سازمان یابی گل نشان می دهد و به همین ویژه در نوع میوه و سازمان یابی گل نشان می دهد و به همین (Hutchinson, 1923; Janchen, 1949; Tamura, (Jensen et al., 1995; Ro et یی ماکولی (1995) ویژه شده است (2005), ویژگی های ریخت شناختی و ملکولی انجام شده است (2005) به سه زیر تیره و یازده طایفه تقسیم شده است. این تقسیم بندی بر اساس عدد کروموزومی، برچه و نوع میوه انجام شده است اما در این مورد هنوز اتفاق نظر وجود مدارد.

گیاهان تیرهٔ آلالهایان شامل ویژگیهای متعدد ابتدایی و پیشرفتهٔ ریختشناختی و رویانشناختی است: گلهای منظم یا نامنظم دو یا تک جنسی، برچههای آزاد یا پیوسته، فولیکولهای چندبرچه-ای یا فندقههای تک برچهای، تخمکهای کم یا پرخورش تک یا دوپوسته ای، تکوین کیسه رویانی از نوع Polygonum یا Allium و آنتی پدهای پایدار یا ناپایدار از آن جمله است، اما از یک گونه به گونهٔ دیگر تنوع قابل توجهی در ویژگیهای فوق

وجود دارد ;Vijayaraghavan & Bhandari, 1970; وجود دارد ;Johri et al., 1992) Johri et al., 1992) وجود پلی پلوئیدی مکرراً در انواع سلولهای کیسهٔ رویانی نظیر آنتی پودها، سینرژیدها، آندوسپرم و (Kozierradzka-Kiszkurno سوسپانسور گزارش شده است & Bohdanwicz, 2003; Greilhuber et al., 2005, . Ghahremaninejad et al., 2013)

وجود پلی پلوئیدی مکرراً در انواع سلولهای کیسهٔ رویانی نظیر آنتی پودها، سینرژیدها، آندوسپرم و سوسپانسور گزارش شده است Kozierradzka-Kiszkurno & Bohdanwicz, 1003; Greilhuber *et al.*, 2005; Ghahremaninejad *et* 2003; Greilhuber *et al.*, 2005; Ghahremaninejad *et al.*, 2013) و ارتباط آشکاری بین درجهٔ پلی پلوئیدی این سلولها و طول مدت زمان زندگی آنها وجود دارد که نقش

تغذيهای آنها را پيشنهاد می کند (Raghavan, 1997). وقوع آندوپلوئيدی در اعضای اين خانواده بسيار شاخص است (Turala-Szybowska *et al.*, 1981; Turala-Szybowska & Wolanska, 1989).

هدف این مقاله مطالعهٔ مراحل تکوین تخمک و کیسهٔ رویانی در گونهٔ C. orientalis بهمنظور توسعهٔ دانش رویانشناسی این تیره است. براساس مطالعات مرجعشناختی ما این جنس و گونه ازنظر تکوینی تحت مطالعه قرار نگرفته است. بهعلاوه، آشکار-ساختن خصوصیات تکوینی تخمک و گامتوفیت ماده سبب فهم بهتری از مسائل آرایهشناختی تیرهٔ آلاله می شود.

## مواد و روشها

گلها و جوانههای گونهٔ تحت مطالعه در اوایل تابستان از زیستگاههای طبیعی دراطراف شهر همدان جمع آوری شد. گلها و غنچهها در مراحل مختلف تکوین جهت تثبیت در Formalin, Acetic acid, Ethanol) FAA<sub>70</sub> قرار داده شد، سپس ذخیرهسازی در الکل ۷۰ درصد صورت گرفت. پساز قالب گیری، برش گیری نمونهها در قالبهای پارافین با میکروتوم (Microm DC, Dideh Sabz, Iran) با ضخامت میکروتوم (Microm DC, Dideh Sabz, Iran). رنگ آمیزی میکروتوم (یا ۹۰ میتو پلاسم توسط هماتو کسیلین و برش های تهیهشده پساز پارافینزدایی و آبدهی با روش رنگ-ائوزین صورت گرفت (Yeung, 1984). نمونهها با میکروسکوپ نوری Xiostar Plus). نمونهها با بررسی شد و عکسبرداری به کمک دوربین دیجیتال مدل بررسی شد و عکسبرداری به کمک دوربین دیجیتال مدل

#### نتايج

#### تشکیل مادگی و تخمک

تخمکها به صورت برجستگیهای کوچک کموبیش کروی تا بیضی شکل در جدار تخمدان پدیدار می شود (شکل ۱۸). تخمدان از نوع فوقانی و دوخانهای است و هر حفره دو ردیف تخمکی دارد (شکل ۱۵). برچه شامل تعداد زیادی تخمک است. تخمکها در تخمدان به طور واژگون و آویخته در دو

ستون قرار دارند. جایگزینی تخمکها در تخمدان از نوع جداری است. پریموردیوم تخمک دارای ۷-۴ ردیف سلولی است (شکل ۱A). در C.orientalis چندین سلول آرکئوسپوری وجود دارد (شکل IC) و تنها یکی از این سلولها به طور مستقیم به مگاسپوروسیت تمایز مییابد. سلول مادر مگاسیور در نمونهٔ تحت مطالعه، در لایهٔ چهارم است (شکل 1D). پريمورديوم تخمک خميدگي را از همان مراحل اوليه آغاز میکند. هنگامی که پریموردیوم تخمکی کشیده میشود، در بخش میانی آن ابتدا یوسته خارجی بنیانگذاری میشود (شکل ۱۴). بعد از مدتی، با توسعهٔ پوستهٔ خارجی، پوستهٔ درونی در بخش درونی یوستهٔ خارجی تشکیل می شود (شکل E ). در نمونهٔ مورد مطالعه، تخمک از نوع دوپوششی، پرخورش و واژگون است (شکل ۳B). میکروپیل بوسیلهٔ پوستهٔ داخلی که متشکل از ۲ لایه است شکل می گیرد و از نوع خطی صاف است (شکل های BB و FA). پوستهٔ خارجی ضخیم و متشکل از ۴ تا ۵ لايه سلولى است. از درونىترين لايهٔ پوستهٔ درونى، لايهٔ اندوتلیوم تشکیل می شود. سلول های این لایه به صورت شعاعی امتدادیافته و دارای هستهٔ کاملاً واضح و سیتوپلاسمی متراکم هستند (شکلهای ۴B و ۴A). در C. orientalis تشکیل مادگی پساز پرچمها صورت میگیرد. مادگی تکبرچه و دارای پایک و کرک است (شکل های FF و FG).

### مگاسپورزایی و نمو گامتوفیت ماده

سلول مادر مگاسپور را چندین لایه از سلولهای خورش احاطه می کنند، بنابراین تخمک از نوع پرخورش است. سلول مادر مگاسپور ازنظر اندازه رشد می کند و با حجم زیاد، هستهٔ درشت، سیتوپلاسم متراکم و شکل چندوجهی خود از سایر سلولهای خورش قابل تشخیص است (شکل ID). حضور کلاهک خورشی از این مرحله دیده میشود که بین دو تا چهار لایه است. مگاسپوروسیت با انجام میوز مگاسپورها را تشکیل می-دهد که ضمن رشد گامتوفیت ماده یا کیسهٔ رویانی را تولید می کنند. اولین تقسیم میوزی مگاسپوروسیت، موجب تشکیل

دو هستهٔ هاپلوئید (شکل IE) و پساز سیتوکینز دو سلول دیاد هاپلوئید میشود (شکل IF). در نمونه لامهای تهیهشده از مراحل تکوین تخمک در این گیاه هم دیاد طولی (شکل IF) و هم دیاد عرضی مشاهده شد (شکل IG). دومین تقسیم میوزی موجب تشکیل چهار سلول تتراد میشود. انواع تترادها را در این نمونه میتوان مشاهده کرد. از جمله نوع خطی طولی، خطی عرضی (۴ سلول کنار هم)، T شکل و چهار و جهی (شکل های روند و فقط یک سلول (مگاسپور عملکردی) باقی میماند. در این نمونه، موقعیت سلول باقیمانده یا مگاسپور عملکردی سفتی (میکروپیلی) است.

در C.orientalis وقتی میوز با تشکیل تتراد به پایان میرسد، پوستهٔ تخمک حدوداً ۳/۴ جسم تخمک را می پوشاند (شکل RA). مگاسپور عملکردی سه تقسیم میتوزی متوالی انجام می-دهد و درنهایت کیسهٔ رویانی هشت هستهای و هفتسلولی را به وجود میآورد. طی تشکیل کیسهٔ رویانی ساختارهای هیپوستاز و پوستامنت شکل می گیرند (شکل ۴A). سه سلول در قطب مجاور سفت استقرار مییابند و دستگاه تخمزا را به وجود میآورند. دستگاه تخمزا شامل یک سلول تخمزای بزرگ و گلابی شکل است و به واسطهٔ داشتن یک هستهٔ درشت و یک واکوئل بزرگ قابل تشخیص است، و دو سلول کناری آن "سینرژیدها" است. در قطب بنی، سلولهای آنتیپود به وجود میآید که آنها نیز آرایشی مثلثی شکل دارند. در نمونهٔ مورد-بررسي اين سلول،ها غول پيكر بوده، از قدرت رنگ پذيري بالايي برخوردارند و به سمت مرکز کیسهٔ رویانی مهاجرت میکنند. سلولهای آنتیپودی روی پوستامنت واقع شدهاند. پوستامنت برجسته می شود و آنتی پودها را به طرف مرکز کیسهٔ رویانی می-راند.



شکل ۱- مراحل اولیهٔ تکوین تخمک و تشکیل مگاسپوروسیت در A. C.orientalis ) پریموردیومهای تخمکی در سطح شکمی دیوارهٔ تخمدان (Ov) تشکیل می-شوند و خمیدگی را از همان مراحل اولیه آغاز می کنند. بنیان گذاری پوسته (▲) نیز در همین زمان رخ می دهد؛ B) تخمکها در دو ردیف در داخل برچه مستقر هستند؛ C) چندین سلول آر کئوسپوری در رأس خورش وجود دارد؛ D) یکی از سلولهای آر کئوسپور به عنوان مگاسپوروسیت (mmc) عمل می کند، مگاسپوروسیت در لایهٔ چهارم است. شکل گیری کلاهک خورش (NC) در این مرحله مشهود است. پوستهٔ داخلی (ii) تخمک در این شکل و شکل های بعدی دیده می شود؛ E) با تقسیم سلول مگاسپوروسیت دو سلول دیاد هاپلوئید شکل می گیرد. در این شکل دیاد بدون سیتوکینز دیده می شود؛ F) دیاد خطی طولی؛ G) دیاد خطی عرضی. شاخص ۲۰µ۳ است.

Fig. 1. Early stages of ovule development and megasporocyte formation in *C.orientalis*. A) Ovular primordia are firmed on abaxial side of ovary wall (Ov) and begin to curve at the early stages. Initiation of integuments ( $\blacktriangle$ ) starts simultaneously; B) Ovules are located in two rows; C) Several archeosporial cells are formed at the top of nucellus; D) One of the archeoporial cells acts as a megasporocyte (mmc) which is situated in the fourth layer. Formation of the nucellar cap (NC) is visible at this stage. Inner integument of ovule (ii) is visible in this figure and later ones; E) Division of megasporocyte results in the formation of two haploid cells. Dyad formation is not accompanied by cytokinesis; F) Linear dyad; G) Horizontal dyad. Scale bar equals 20 µm.



شکل ۲- تشکیل تتراد در طی مگاسپوروژنز در *C.orientalis.* لایههای کلاهک خورشی افزایش یافته و پوستهها حدوداً به ۳/۴ جسم تخمک میرسند. انواع تتراد به شرح زیر در نمونهٔ تحت بررسی دیده شد: تتراد خطی طولی(A)، تتراد خطی عرضی (B)، تتراد T شکل (C) و تترادها از نوع تتراهدرال (D) مشاهده شد. شاخص ۲۰μ۳ است.

Fig. 2. Tetrad formation during megarporogenesis in *C.orientalis*. The layers of nucellar cap increased and integuments approaches 3/4 ovular body. Various tetrads are observed in this species including linear (A), horizontal (B), T-shaped (C) and tetrahedral tetrads (D). Scale bar equals 20 μm.

سلولهای آنتی پود، بزرگ ترین سلولهای کیسهٔ رویانی هستند. سیتوپلاسم آنها متراکم است و هستهٔ کروی یا بیضی شکل دارند. شمار این سلولها و تعداد هستهٔ آنها طی تکوین افزایش نمی یابد اما به طورقابل ملاحظهای بزرگ می شوند و دارای هستهٔ حجیمی هستند که نمایانگر وجود پلی پلوئیدی در آنها است. یک یا دو عدد از سلولهای آنتی پودی بعد از لقاح همچنان حضور دارند و درواقع پایا هستند. توسعهٔ آنتی پودها همراه با واکوئل سازی در سیتو پلاسم و افزایش در ابعاد هستهٔ و هستک است (شکلهای MC-۴E).

هستههای قطبی در کیسهٔ رویانی در رأس سلولهای آنتیپودی قرار گرفته (شکل ۳E) و بهزودی به هم ملحق میشوند تا هستهٔ ثانویه و سلول مرکزی (شکل ۴۸) را تشکیل دهند. سلول مرکزی "هستهٔ ثانویه" ارتباطات سیتوپلاسمی با آنتیپودها برقرار میکند، در واقع این ارتباطات سیتوپلاسمی بین کلیهٔ سلولهای کیسهٔرویانی برقرار است. سپس سلول مرکزی مهاجرت میکند و در زیر دستگاه تخمزا قرار میگیرد. در C.orientalis هستهٔ ثانویه قبل از لقاح تشکیل می شود. به دنبال ورود لولهٔ گرده به تخمک (شکل ۴B) و انجام لقاح مضاعف، سلول تخم و سلول مادر آندوسپرم تشکیل میشود. زیگوت نسبت به سلول تخمزا متراکمتر است (شکل ۴C). یک یا دو عدد از آنتی پودهای پلی پلوئید بعد از لقاح تا مدتی پایا میمانند (شکلهای ۴E و ۴C) و احتمالاً در مرحلهٔ اندوسپرم سلولی تحليل مىروند. با اولين تقسيم سلول تخم، سلول رأسى و قاعده-ای شکل می گیرد (شکل ۴E). ادامه تقسیمات، رویان را ایجاد میکند (شکل ۴D). با تشکیل کیسهٔرویانی و سلول،هایی که قابلیت لقاح را دارند، یعنی تخمزا (هاپلوئید) و هستهدوتایی (ديپلوئيد)، تكوين تخمك به پايان مىرسد. طى بلوغ كيسة-رویانی کلاهک خورشی تحلیل میرود. در این گونه تکوین کیسهٔرویانی از تیپ پلیگونوم پیروی میکند. کیسه رویانی در طی بلوغ گلابی شکل شده و بسیار عریض می گردد (شکل های ۳C-۴E). در C.orientalis دستجات آوندی در خورش و پوستهها مشاهده شد (شکل ۳B).

بحث

در تیرهٔ آلاله ایان توالی بنیان گذاری مارپیچی اندام های گل یک الگو است (Ren *et al.*, 2009) و یک سطح سیستماتیکی پایین را نشان میدهد (Endress *et al.*, 1995). در بازال Ren *et al.*). در بازال (2004 و تیرهٔ آلاله در بین تاکسونهای ابتدایی دولپهای، حجیم ترین خورش را دارد. وضعیت دوپوسته ای و میکروپیل تاندوستومیک ویژگی های ابتدایی هستند و میکروپیل bistomic قستند (2007 و تخمک تک پوسته ای ویژگی های اشتقاق یافته مستند (Ren, 2007). در نمونهٔ تحت مطالعه تخمک دوپوسته ای است و ابتدا پوستهٔ درونی و سپس پوستهٔ بیرونی بنیان گذاری می شود. به علاوه، پوستهٔ بیرونی از رشد زیادی برخوردار است و تعداد لایه های آن بیش از دو عدد است، در حالی که پوستهٔ درونی دولایه است. در پوسته های چند-زیادی بیدرم و پارانشیم دیده می شود (رضانژاد و لایه ای). (۱۳۸۷).

در تشكيل ميكروپيل فقط پوستهٔ دروني دخالت دارد. بهعبارتي؛ میکروپیل اندوستومیک است که نوعی ویژگی ابتدایی محسوب می شود. در تیرهٔ آلاله تقسیمات مماسی سلول های اپیدرمی به تشکیل کلاهک خورشی منجر می شود. درجهٔ نمو کلاهک، یک ویژگی مخصوص گونه است. کلاهک خورشی در C.orientalis دو تا چهار لایه است. در خانوادهٔ آلاله کلاهک خورشي مي تواند موجب تشكيل اپيستاز شود كه بافتي با ديواره سلولی ضخیم است و در دانه های نیز بالغ پایدار می ماند (Ren) et al., 2009). ساختارهای هیپوستاز و پوستامنت در گونهٔ C.orientalis مشاهده شد. درواقع در تخمکهای پرخورش، سلولهای بخش نزدیک (به سلولهای آرکئوسپوری) به پوستامنت، سلولهای ناحیهٔ دور به دسته آوندی و سلولهای ناحیهٔ میانی (منطقه مرکزی) به پودیوم و هیپوستاز نمو مییابند. همهٔ این ساختارها درحالی که عملکردهای مشابهی انجام می-دهند ازنظر الگوی تشکیل متفاوت هستند. پوستامنت بافتی با خاستگاه خورشی است که به صورت یک ستون از سلولهای طویل مستقر در بخش زیرین انتهای آنتیپودی کیسهٔرویانی قرار گرفته است. سلولهای پوستامنت از سلولهای اطراف به-

وسیلهٔ سیتوپلاسم متراکمتر و دیوارههای رنگ پذیرتر قابل-تشخیص هستند. پوستامنت در تیرهٔ آلاله از لایههای محدودی تشکیل شده است و به سمت هیپوستاز توسعه یافتهاست و از نظر (Joshi ساختاری با سلولهای پروکامبیومی قابل مقایسه است Wenkateswarlu, 1935; Mück, 1980; Kamelina & Proskurina, 1987a,b; Alimova, 1990; Shamrov & Nikiticheva, 1992)

وجود چندین آرکنوسپو، از ویژگیهای تیرهٔ آلاله و به طور کلی از خصوصیات تخمکهای با خورش حجیم و چندلایهای است. اما فقط یکی از آنها به سلول مادر مگاسپور (mmc) تمایز می-یابد. مگاسپوروژنز با الگوی رایج در نهاندانگان دولپه انجام میشود. مطالعهٔ روند مگاسپورانژ نشان میدهد که شکل تترادها در این تیره تنوع بسیار زیادی دارد که با گزارشهای پیشین همسو است ,Kozieradzka-Kiszkurno & Bohdanwicz (2003)

در C.orientalis مگاسپور پس از تشکیل به کیسهٔرویانی نمو می کند و الگوی تکوین کیسهٔ رویانی از تیپ پلی گونوم پیروی می کند که تیپ رایج در اکثر نهاندانگان است (Kordyum, می کند که تیپ رایج در اکثر نهاندانگان است (Kordyum, (1959. انواع دیگر تکوین کیسهٔرویانی در این تیره گزارش شده است. Adonis تکوین از نوع Milium را نشان داده است *Trollius بدو* Unal, 1962; Bhandari, 1996). در *Trollius را نشان داده است acaulis Lindl.* (Bhandari & Kaplin, دو اسپوری و در Uluce & Kaplin, تیپ *Adonis in agustifolium L. در حالی که در Lindi و ای منطبق بر (1964)*؛ درحالی که در Istopice مستهای منطبق بر *Thalictrum angustifolium L. کیسهٔ رویانی تتراسپوری ۱۹64 هسته*ای منطبق بر تیپ var. flavum تیون گزارش شده است (Picci, 1964)، اما در مونواسپوری ۸ هسته ای و تیپ پلی گونوم است که با گزارش ما مونواسپوری ۸ هسته ای و تیپ پلی گونوم است که با گزارش ما دربارهٔ *Corientalis هسوی* دارد.

براساس نتایج، در C.orientalis سلولهای آنتیپود در رأس پوستامنت قرار می گیرند که با گزارشهای در .C.regalis L همسویی دارد (Unal & Vardar, 2006). در دو گونهٔ اخیر همانند دیگر تخمکهای پرخورش، سلولهای ناحیهٔ پروکسیمال به پوستامنت نمو مییابد که نشان ویژهٔ ساختاری تیرهٔ آلاله است (Batygina & Shamrov, 1999). پوستامنت رشد می کند و

سلولهای آنتیپود را به مرکز کیسهٔ رویانی میراند و ورود لولهٔ گرده درحالی صورت می گیرد که آنتی یودها کاملاً به وسط کیسهٔ رویانی پیشروی کردهاند. طول عمر آنتی پودها در گیاهان مختلف متفاوت است و با تکوین عملکرد ساختارهای خورشی دیگر در ارتباط است. در بین سلولهای کیسهٔرویانی میزان پايدارى آنتىپودها بيشترين تنوع را نشان مىدهد. به طور بسيار رايج آنها مدت كوتاهى پساز لقاح تحليل مىروند، اما مى-توانند تا مدت طولانی حتی بعد از لقاح نیز باقی بمانند (Hasitschka- Jenschke, 1962; Ünal et al., 1997). در این خانواده با توجه به اندازه گیری ابعاد هسته وجود سلولهای آنتی یود و وجود تیپهای متنوعی از یلی یلوئیدی در سلولهای آنتی پود گزارش شده است. پدیدهٔ پلی پلوئیدی ممکن است در-نتیجهٔ اختلال در میتوز باشد؛ برای مثال در برخی از گونههای (Hasitscheka-Jenschke, 1959; Trela, Anemon (1963; Ünal, 1978 یا حاصل از اندومیتوز باشد، مثلاً در و (Turala-Szybowska, 1980) Ranunculus peltatus .(Tschermak-Woess, 1956) Aconitum

پدیدهٔ درونهمانندسازی در ۴ گونه از گیاهان تیرهٔ آلاله مانند 1956) (Tschermak-Woess, Aconitum (Hasitscheka-Jenschke, 1959) Helleborus niger و (Turala-Szybowska, 1980) Ranunculus peltatus Wedzony, 1982) *R.baudotii*) گزارش شده است. در گونهٔ C.orientalis آنتی پودها از نظر اندازه مساوی هستند و سيتوپلاسم متراكم و هستهٔ هماندازه دارند و در واقع درجهٔ پلوئيدي يکساني دارند. توسعهٔ اين سلولها در نتيجهٔ ايجاد واکوئل در سیتویلاسم آنها و نیز افزایش ابعاد هستهها و هستکهای آنهاست. در C.regalis درنتیجهٔ درون همانندسازی آنتی یودها رشد طولاني مدت را نشان مي دهند (Unal & Vardar, 2006). در نمونهٔ تحت مطالعه تعدادی از آنتی یودها تا مدتی پس از لقاح پایا میمانند. طبق گزارشها در C.regalis آنتیپودهای پایا بیشترین تغییرات را به نمایش گذاشتند. حضور دستجات آوندی در يوسته ها يک ويژگي ابتدايي است (Öztürk & Ünal) (2003. این دستجات همان تراکئیدها هستند. در نمونهٔ تحت مطالعه دستجات آوندی بهخوبی در یوستههای تخمک قابل رؤيت است.



شکل ۳- تکوین تخمک و گامتوفیت ماده در A .C.orientalis). A) سلول مگاسپور عملکردی (FMe) در برش طولی تخمک؛ B) چرخش تخمک و معکوس شدن آن و ورود دستجات آوندی به تخمک نمایان است؛ C) یاختهٔ تخمزای واکوئله ( ک بزرگتر) و یکی از یاختههای سینرژید ( ک کوچکتر) در قطب سفتی، یاخته-های آنتیپود (Ant) غولپیکر در قطب شالازی و ارتباطات سیتوپلاسمی (cyc) بین یاختهها دیده می شود؛ D) دستگاه تخمزا با آرایش مثلثی شامل سلول تخمزای (cc) واکوئله و دو سلول سینرژید ( ک)؛ E) هستههای قطبی ( ک) در مرکز کیسهٔرویانی در حال نزدیک شدن به یکدیگر هستند. شاخص HT.

Fig. 3. Ovule and megagametophyte development in *C. orientalis*. A) Functional megaspore (FMe) in longitudinal section; B) Rotation and inversion of ovule and entrance of vascular bundle; C) Vacuolated oosphere cell (large  $\blacktriangle$ ) and one of the synergid cells (small  $\bigstar$ ) at the micropylar pole. Giant antipodal cells (Ant) at the chalazal pole (note the cytoplasmic connections (cyc) between the cells); D) Ovular apparatus with triangle arrangement of an egg cell (ec) and two synergids ( $\bigstar$ ); E) Polar nuclei ( $\bigstar$ ) are joining together at the center of embryo sac. Scale bar equals 20 µm.



شکل ۴- تکوین گامتوفیت ماده و لقاح در C.orientalis A) برش طولی از کیسهٔرویانی بالغ گلابی شکل. شکل گیری میکروپیل توسط پوستهٔ داخلی مشهود است. لایهٔ اندو تلیال (↑) در سر تاسر کیسهٔرویانی امتداد یافته است؛ ساختارهای هیپوستاز (H) و پوستامنت (Ps) نیز دیده می شوند؛ B) کیسهٔرویانی گلابی شکل، به وضوح دیده می شود که تنها پوستهٔ داخلی در شکل گیری میکروپیل دخالت دارد. در حالی که آنتی پودها در مرکز کیسهٔرویانی قرار گرفتهاند، لولهٔ گرده (pt) در حال ورود به کیسهٔرویانی است؛ C) تشکیل سلول تخم (Z) به همراه زواند سیتوپلاسمی (cyc)، یکی از یاختههای آنتی پود (Ant) دیده می شود به عبارتی آنتی پودها یا به هستند و بعد از لقاح مضاعف همچنان پابر جا می مانند و سپس تحلیل می روند؛ D)پیش رویان ( ای) بالولهای راسی (a) و قاعده ای (bc) پیش رویان و حرکت آنتی پودها به وسط کیسهٔرویانی دیده می شود؛ F) نمای نزدیکی از کلالهٔ (St)، حضور کرک تک سلولی بلندی ( ا) بر دیوارهٔ خارجی تخمدان؛ G) تخمدان همراه با تخمکه، کلاله و ساکها. شاخص ۲۰μ۳ است.

Fig. 4. Female gametophyte development in *C. orientalis*. A) Longitudinal section of pear-shaped embryo sac. Note the formation of micropyle by inner integument. Endothelial layer ( $\uparrow$ ) is stretched along the whole embryo sac. Pay attention to hypostase (H) and posthament (Ps); B) Pear-shaped embryo sac. Inner integument is involved in the formation of micropyle. Pollen tube (pt) enters the embryo sac when antipodal cells are located at its center; C) Formation of zygote (Z) together with cytoplasmic inclusions (cyc). Antipodal cells are permanent and remain after double fertilization and then degenerate; E) Apical cell (ac) and basal cell (bc) of proembryo and movement of antipodal cells toward the center of embryo sac; F) Close view of stigma (st) with presence of one-celled trichomes ( $\blacktriangle$ ) on the outer surface of ovary; G) Ovary showing ovules and stigma. Anthers are also visible. Scale bar equals 20 µm.

#### منابع/References

رضانژاد، ف. و چهر گانی، ع. ۱۳۸۷. – رویان شناسی گیاهان گردار (ترجمه. جلد ۱و۲). مؤلف: تی.بی.باتی گینا. انتشارات دانشگاه باهنر کرمان.

Alimova, G.K. 1990. – Family Alstroemeriaceae, In T.B. Batygina and M.S. Yakovlev. (eds). Comparative Embryology of Flowering Plants. Butomaceae-Lemnaceae. Nauka, Leningrad, Russia. 74-76.

**Batygina, T.B. and Shamrov, I.I.** 1999. New approach to interpreting the ovular basic structures. – Phytomorphology 49: 223-231.

**Bhandari, N.N.** 1962. Studies in the family Ranunculaceae III. Development of the female gametophyte in *Adonis annua* L. – Phytomorphology 12: 70-74.

**Bhandari, N.N.** 1963. Studies in the family Ranunculaceae V. The female gametophyte of *Adonis aestivalis* L. A reinvestigation. – Phytomorphology 13: 317-320.

**Bhandari, N.N. and Kaplin, R.N.** 1964. Studies in the family Ranunculaceae VII. Two types of embryo sacs in *Trollius*, Linn. – Beitrage Zur Biologie Pflanzen 40: 113-120.

**Endress, P.K.** 1995. Floral structure and evolution in *Ranunculanae*. – Plant Systematic and Evolution, Suppl. 9: 47-61.

**Ghahremaninejad F., Nejad Falatoury, A., Mahmoodi, M., Fereidounfar, S. and Hoseini, E.** 2013. – Plant chromosome book of Iran. Biology Home Press, Tehran, Iran.

**Greilhuber, J., Dolezel, J., Lysak, M.A. and Bennett, M.D.** 2005. The origin, evolution and proposed stabilization of the terms 'genome size' and 'C-value' to describe nuclear DNA contents. – Annals of Botany 95: 255-260.

Hasitschka-Janschke, G. 1959. Vergleichende karyologische Untersuchungen an Antipoden. – *Chromosoma* 15: 229-267.

Jensen, U., Hoot, S.B., Johansson, J.T. and Kosuge, K. 1995. Systematics and phylogeny of

the Ranunculaceae – a revised family concept on the basis of molecular data. – Plant Systematics and Evolution 9: 273-280.

Johri, B.M. Ambegaokar, K.B. and Srivastava, P.S. 1992. – Comparative embryology of angiosperms. Berlin: Springer-Verlag. Vols. 1 and 2.

Joshi, A.C. and Venkateswarlu, J. 1935. Embryological studies in the Lythraceae. I. – Lawsonia inermis. Proc. Indian Acad. Science. Setion B, Biological Sciences (Bangalore, Lndia) 2: 481-493.

Kamelina, O.P. and Proskurina, O.B. 1987. – Family Elaeagnaceae, In T.B. Batygina and M.S. Yakovlev (eds.). Comparative of Flowering Plant Davidiaceae-Asteraceae. Nauka, Leningrad, Russia 105-110.

Kamelina, O.P. and Proskurina, O.B. 1987. Anther and pollen grain development in Elaeagnaceae family. – Bot. Zh. SSSR. 72: 909-917.

Kordyum, E.L. 1959. On the modes of reproduction of endosperm nuclei in *Nigella sativa*. – Ukrainskyi Botanichnyi Zhurnal 14: 40-46.

**Kozieradzka-Kiszkurno, M. and Bohdanwicz, J.** 2003. *Sedum acre* embryogenesis: Polyploidization in the suspensor. – Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica 45: 153-157.

**Mück, M.** 1980. Über den Bau und die Entwicklung der Früchte und über die Herkunft von Acorus calamus L. Bot. Zeitung. 66: 1-23.

**Öztürk, R. and Ünal, M.** 2003. Cytoembryological studies on *Paeonia peregrina* L. – Journal of Cell and Molecular Biology 2: 85-89.

**Picci, V.** 1964. Ricerche embryiologiche sul genere *Talictrum*. Embryologia di *Thalictrum angustifolium* L. *v. flavum* L. – Giardino Botanica Hal. 71: 258-267.

**Raghavan, V.** 1997. – Molecular embryology of flowering plants. Cambridge University Press, Cambridge.

یافتههای نوین در علوم زیستی جلد ۱، شمارهٔ ۲: ۷۶-۶۷

Ren, Y., Chang, H.L., Tian, X.H., Song, P. and Endress, P.K. 2009. Floral development in *Adonideae (Ranunculaceae)*. – Flora 204: 506-517.

**Ren, Y., Li, Z.J., Chang, H.L., Lei, Y.J. and Lu, A.M.** 2004. Floral development of *Kingdonia* (Ranunculaceae, Ranunculales). – Plant Systematic and Evolution 247: 145-153.

**Ro, K.E., Keener, C.S. and Mcpheron, B.A.** 1997. Molecular phylogenetic study of the Ranunculaceae: utility of the nuclear 26S Ribosomal DNA in inferring intrafamilial relationships. – Molecular Phylogenetics and Evolution 8: 117-127.

**Shamrov, I.I. and Nikiticheva, Z.I.** 1992. The ovule and seed morphogenesis in *Gymnadenia conopsea* (Orchidaceae): structural and histochemical investigation. – Bot. Zhurnal. 77: 45-60.

**Trela, Z.** 1963. Embryological studies in *Anemone nemorosa* L. – Acta Biological Cracoviensia Series Botanica 6: 1-14.

**Tschermak-Woess, E.** 1956. Notizen uber die Riesenkerne und "Riesenchromosomen" in den Antipoden von *Aconitum*. – Chromosoma 8: 114-134.

**Turala-Szybowskak, A. and Wedzony, M.** 1981. Endopolyploidy in the antipodals of *Ranunculus subgenus Batrachium.* – Acta Societatis Botanicorum Poloniae 50: 161-164.

**Turala-Szybowskak, A. and Wolanska, J.** 1989. Two mechanisms of polyploidization of the antipodals in *Aquilegia vulgaris* L. – Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica 31: 63-74.

**Turala-Szybowskak, A.** 1980. Endopolyploidy in the antipodals of *Ranunculus peltatus* Schrank. and *R. penicillatus* (Dumort.) Bab. – Acta Biologica Cracoviensia 22: 163-173.

**Uluce, N. and Ünal, M.** 1996. – Embryological studies in *Adonis microcarpa* DC. XIII National Biology Congress. Istanbul, Turkey.

**Unal, M.** 1978. Cytological and embryological studies on *Anemone pavonina* Lam. – Istanbul Universitesi Fen Fakültesi Mecmuasi. 43: 185-208.

**Unal, M.** 1984. Embryological studies on *Anemone coronaria*. – Istanbul Universitesi Fen Fakültesi Mecmuasi. 49: 89-97.

**Unal, M. and Vardar, F.** 2006. Embryological Analysis of *Consolida Regalis* L. (Ranunculaceae). – Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica 48: 27-32.

**Vijayaraghavan, M.R. and Bhandari, N.N.** 1970. Studies in the family Ranunculaceae: embryology of *Thalictrum javanicum* Bl. – Flora 159: 450-458

**Wang, W., Li, R.Q. and Chen, Z.D.** 2005. Systematic position of *Asteropyrum* (Ranunculaceae) inferred from chloroplast and nuclear sequences. – Plant Systematics and Evolution 255: 41-54.

Wang, Z. and Ren, Y. 2007. Ovule morphogenesis in Ranunculaceae and its systematic significance. – Oxford Journals 101: 447-464.

Wedzony, M. 1982. Endopolyploidy and structure of nuclei in the antipodals and synergids of *Ranunculus baudotii* Godr. – Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica 24: 43-62.

Xue, C.Y. and Li, D.Z. 2005. Embryology of *Megacodon stylophorus* and *Veratrilla baillonii* (Gentianaceae): description and systematic implication. – Bot. J. Linnean Society 147: 317-331.

**Yeung, E.C.** 1984. – Histological and histochemical staining procedures. In: Vasil, IK. (ed.) Cell culture and somatic cell genetics of plants. Orlando, Florida: Academics Press. 689-697.