

نشریه شبيلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴

ص ۹۱-۱۰۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۳/۲

ساختار تخمدان و شیوه نمو تخمک در خرچنگ آب شیرین (*Sodhiana blanfordi*)

- ❖ سنا شریفیان*: کارشناسی ارشد گروه زیست‌شناسی دریا دانشکده علوم پایه دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
- ❖ احسان کامرانی: دانشیار گروه زیست‌شناسی دریا دانشکده علوم پایه دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
- ❖ سلیم شریفیان: دانشجوی دکتری، مربی گروه شبيلات دانشکده علوم دریایی دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

چکیده

در مطالعه حاضر ساختار تخمدان بالغ و شیوه نمو تخمک در خرچنگ آب شیرین *Sodhiana blanfordi* بررسی شد. خرچنگ‌های ماده از چشمه ایلود واقع در استان هرمزگان، جنوب ایران، جمع‌آوری شدند. در آزمایشگاه، تخمدان خرچنگ‌ها برداشته و برای بررسی‌های بافت‌شناسی آماده شد. تخمدان H- شکل شامل یک جفت کیسه تخمدانی طویل بود که با پل لوله‌ای نازک به هم متصل شده‌اند، و در سفالوتوراکس روی قسمت پشتی شکم قرار دارد. مجرای کوتاه تخمدانی با یک رسپتاکل سمینال به انتهای پشتی هر لوب تخمدانی متصل شده است، و منفذی تناسلی روی استرونوم ششمین قطعه سینه‌ای باز می‌شود. دیواره تخمدان شامل لایه‌ای از اپی‌تلیوم تخمدانی است که برای شکل‌دادن شماری از کیسه‌های نمو تخمک در اندازه‌های متفاوت پیچ‌خوردگی می‌یابد. هر کیسه نمو تخمک شامل یک تخم یا یک تخمک نسبتاً بزرگ در حفره خود است. ژرماریا که شامل اووگونیا، تخمک‌های قبل از زرده‌گذاری اولیه، و سلول‌های بینابینی پیکری است، در اپی‌تلیوم تخمدانی نزدیک به باریکه کیسه‌های نمو تخمک، در ناحیه جلویی لوب‌های تخمدانی قرار دارد و به طور تصادفی در سرتاسر اپی‌تلیوم تخمدانی در ناحیه پشتی لوب‌های تخمدانی پخش شده است. در برش عرضی، ژرماریا، متمرکز به درون دسته‌های مرکزی ژرماریال در لوب تخمدانی به نظر می‌رسد. تخم‌های بالغ از کیسه‌های نمو تخمک به حفره تخمدانی تخمک‌گذاری می‌شود و از حفره تخمدانی به مجرای تخمدانی انتقال داده می‌شود، و آن‌جا با اسپرم‌های ذخیره‌شده در رسپتاکل سمینال لقاح داده می‌شود، سپس از طریق منافذ تناسلی تخم‌ریزی می‌شود. سیستم تولیدمثلی ماده به طور کامل و محکم با غلافی غشایی، سلولی و نازک احاطه شده است، که اغلب با اپی‌تلیوم تخمدانی در بعضی سخت‌پوستان ده‌پا اشتباه گرفته می‌شود.

واژگان کلیدی: خرچنگ آب شیرین، تخمدان، نمو تخمک، ساختار اصلی، *Sodhiana blanfordi*.

۱. مقدمه

خرچنگ‌ها پیشرفته‌ترین عضو شاخه بندپایان‌اند، حدود ۶۷۰۰ گونه خرچنگ‌های براکیورا شناخته شده، که بیش از ۱۳۰۰ گونه آن‌ها خرچنگ‌های واقعی آب شیرین‌اند. این مهم خرچنگ‌های آب شیرین را به بزرگ‌ترین اجتماع از خرچنگ‌های واقعی تبدیل می‌کند، که تک به تک غنی‌ترین گونه در بین همه گروه‌های سخت‌پوستان ده‌پایند (Cumberlidge *et al.*, 2009). با توجه به توصیفات مختلف، دو نوع تخمدان متفاوت از لحاظ ساختاری و عملکردی در دو زیرشاخه اصلی بندپایان^۱، یعنی قلاب‌داران^۲ و آرواره‌داران^۳ مشخص شده است (Makoioika, 1998). مطالعات متعددی درباره تخمدان سخت‌پوستان^۴ ده‌پا^۵ انجام شده است، اما اکثر این مطالعات بر عملکرد تخمدان تمرکز یافته است و کمتر به ساختار اصلی تخمدان توجه شده است، مانند رشد تخمک (Chang Minagawa *et al.*, 1993; and Shih, 1995)، فیزیولوژی ماهیچه‌ای تخمدان (Howard and Talbot, 1992)، بلوغ تخمدان (SILVA *et al.*, Castiglioni *et al.*, 2007)؛ و تغییرات فصلی فعالیت‌های تخمدان (O'Donovan *et al.*, JOSHI and KHANNA, 1982)؛ *al.*, 1984; Brown, 2009; Gregati *et al.*, 2010; El-Sherif *et al.*, 2012). یک توضیح برای این موضوع شاید، مشکل درک پیچیدگی ساختاری تخمدان ده‌پایان باشد.

اکثر این مطالعات در ده‌پایان دریایی بزرگ انجام شده است که تخمدان‌های بی‌نهایت پیچیده و

بزرگ دارند و شمار زیادی تخم در هر تخم‌ریزی تولید می‌کنند (Adiyodi and Ryan, 1967; Subramoniam, 1983; Cau *et al.*, 1988; Minagawa *et al.*, 1993; Souza and Silva, 2009). این پیچیدگی در ساختار تخمدان ده‌پایان باعث شده است که درک دقیقی از ساختار اصلی تخمدان و شیوه نمو تخمک آن حاصل نشود بنابراین، مقایسه ساختاری و عملکردی تخمدان ده‌پایان با سخت‌پوستان و بندپایان دیگر مشکل است.

در این مطالعه، خرچنگی کوچک (*Sodhiana blanfordi*) از آب شیرین بررسی شده است، که شمار کوچکی از تخم‌های بزرگ را در هر تخم‌ریزی تولید می‌کند. این خرچنگ از این رو انتخاب شد، چون انتظار می‌رفت که تخمدانی با ساختار ساده داشته باشد بنابراین، تخمدان آن برای درک ساختار اصلی و شیوه نمو تخمک در آن مناسب است.

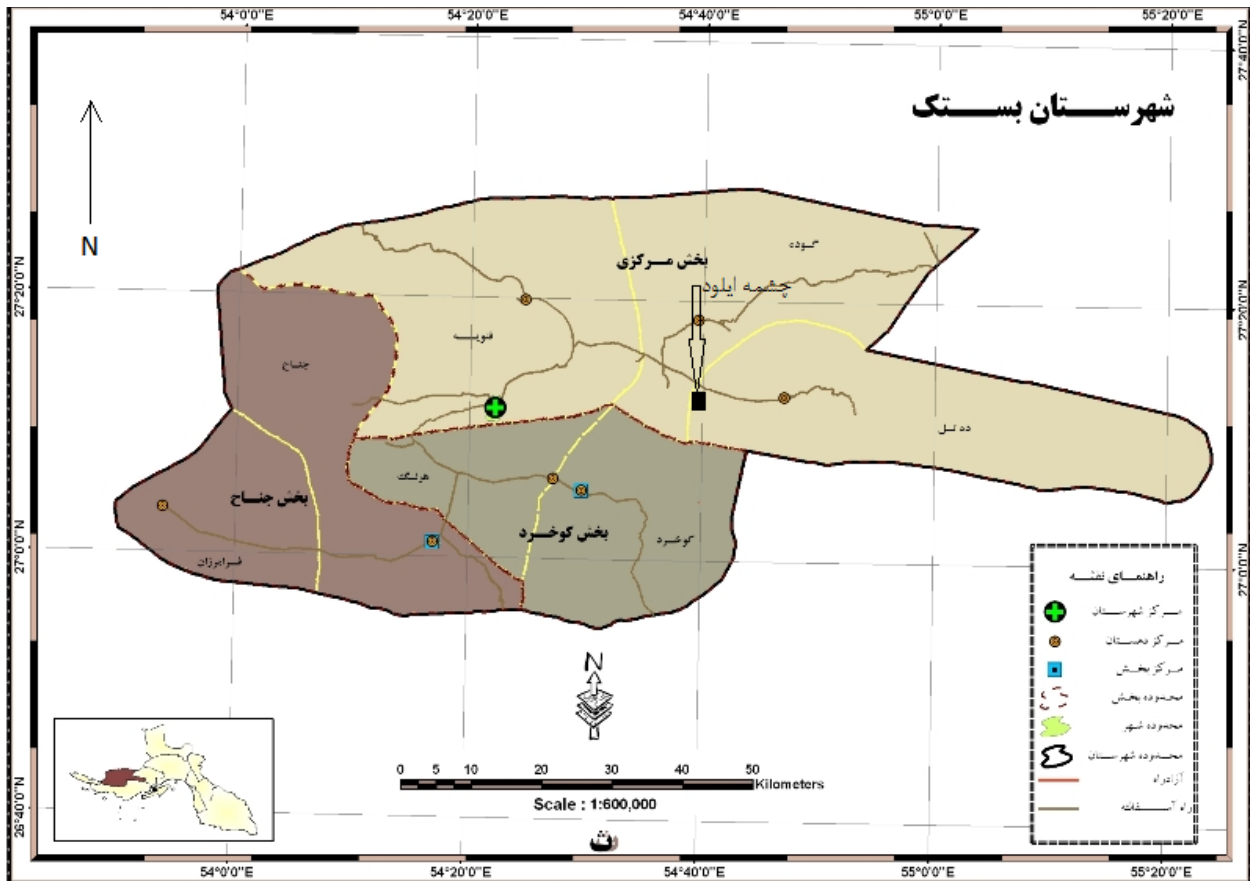
۲. مواد و روش‌ها

تعداد ۲۵ ماده *Sodhiana blanfordi* از چشمه ایلود (عرض جغرافیایی ۱۳° ۲۷' شمالی و طول جغرافیایی ۴۰° ۵۴' شرقی)، واقع در ۲۵ کیلومتری شهرستان بستک، استان هرمزگان، جنوب ایران (شکل ۱) از اردیبهشت تا مهر ۹۲ جمع‌آوری شد. در آزمایشگاه، خرچنگ‌ها با تکنیک سردشدن و قرارگرفتن در فریزر به مدت ۱۰ دقیقه بیهوش شدند، پهنای کاراپاس نمونه‌ها با کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. پهنای کاراپاس نمونه‌ها از ۲۱/۱۴ تا ۳۵/۳۱ متغیر بود. کیسه‌های تخمدانی، مجرای تخمدانی و پل لوله‌ای از نمونه‌ها برداشته شد و طبق روش تشریح‌شده (Brancraft and Stevens, 1982) آماده‌سازی شد، بدین صورت که در محلول بوئن (اسیدپیکریک، فرمالدهید، اسید

1. Arthropoda
2. Chelicerata
3. Mandibulata
4. crustacea
5. Decapoda

(58°C). برش‌ها در ضخامت ۷-۵ میکرومتر آماده و با هماتوکسیلین و به دنبال آن با رنگ آمیزی معکوسی ائوزین رنگ آمیزی شد.

استیک/۵:۲۵:۷۵) به مدت ۱۲ ساعت تثبیت شد. در ادامه نمونه از محلول خارج شد و با سری‌های صعودی الکل دی‌هیدراته، در گزلبل شفاف‌سازی سپس در واکس پارافین قرار داده شد (نقطهٔ ذوب، -۵۶



شکل ۱. تصویری از موقعیت جغرافیایی منطقهٔ نمونه‌برداری (چشمهٔ ایلود) در جنوب ایران

در حال رشد است. هر یک از این تخمک‌ها در کیسه‌های نمو تخمک خود که از سطح لوب‌های تخمدانی حاصل شده است، محصور شده‌اند. پل لوله‌ای، علاوه بر آن، گاهی شامل فقط تعداد کمی تخمک کوچک در دیوارهٔ خود است، و این تخمک‌ها در کیسه‌های نمو تخمک احاطه نشده‌اند. کیسه‌های نمو تخمک بزرگ‌تر، شامل تخم‌های نارنجی رنگ با قطر حدود ۷۰۰ میکرومتر، یا تخمک‌های نارنجی

۳. نتایج

۱.۳ ویژگی‌های ریخت‌شناسی سیستم تولیدمثلی ماده تخمدان H شکل شامل یک جفت لوب‌های طولی تخمدانی متصل به یک پل لوله‌ای نازک است که در سفالوتوراکس روی سطح پشتی شکم واقع شده است. بسته به اندازهٔ بدن ماده، هر لوب تخمدانی به طور تقریبی دارای ۳۰ تا بیش از ۱۰۰ تخم یا تخمک‌های به طور کامل رشد کرده و تعدادی تخمک

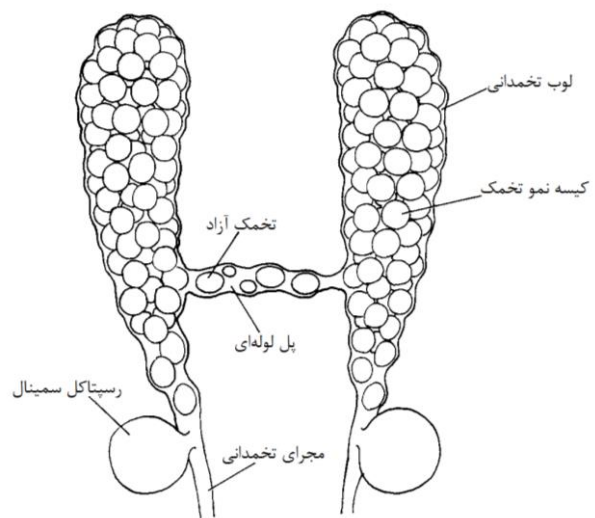
شده است (شکل‌های ۳ و ۶).

۲.۳. ساختار داخلی تخمدان

دیواره تخمدان شامل تک‌لایه‌ای از اپی‌تلیوم تخمدانی است، که ضخامت آن در لوب‌های تخمدانی حدود ۱۰-۸ میکرومتر است (شکل‌های ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷). در لوب‌های تخمدانی، خصوصاً در مناطق جلویی، اپی‌تلیوم تخمدانی با فرورفتگی به سمت داخل و خارج تعدادی کیسه‌های نمو تخمک در اندازه‌های متفاوت را شکل می‌دهد (شکل‌های ۲ و ۳)، اما این فرایند در پل لوله‌ای اتفاق نمی‌افتد. هر کیسه نمو تخمک شامل تنها یک تخم (حدود ۷۰۰ میکرومتر قطر) یا یک تخمک زرده‌گذاری شده یا پیش از زرده‌گذاری با قطر بزرگ‌تر از ۱۰۰ میکرومتر است. اندازه کیسه‌های نمو تخمک به اندازه تخم یا تخمکی بستگی دارد که دربر می‌گیرد.

کیسه نمو تخمک واحد اصلی در ساختار لوب تخمدانی است (شکل‌های ۲ و ۳). در ناحیه جلویی لوب‌های رسیده تخمدانی، اکثر کیسه‌های تخمدانی فوق‌پیشرفته‌اند و شامل تخمک‌های کاملاً پیشرفته دارای زرده یا تخم بالغ‌اند، که قطری حدود ۷۰۰-۶۰۰ میکرومتر دارند. کیسه‌های نمو تخمک جوان شامل تخمک در حال رشد، با قطر ۳۰۰-۱۰۰ میکرومتر، پیش از زرده‌گذاری یا زرده‌گذاری شده‌اند، که اغلب در منطقه پشتی لوب‌های رسیده تخمدانی قرار می‌گیرند. در لوب‌های جوان تخمدانی، کیسه‌های نمو تخمک فوق‌پیشرفته در جلوترین ناحیه محدود شده‌اند و کیسه‌های نمو تخمک جوان در کل کیسه‌های تخمدانی و عمدتاً در قسمت‌های عقب یافت می‌شوند که این نشان‌دهنده یک شیب نمو طولی تخمک است.

متمایل به زرد با قطر بزرگ‌تر از ۳۰۰ میکرومتر است که در منطقه جلویی لوب‌های تخمدانی رسیده وجود دارند. کیسه‌های نمو تخمک کوچک‌تر شامل تخمک‌های زرد متمایل به سفید با قطر حدود ۳۰۰-۱۰۰ میکرومتر است که در منطقه پشتی لوب‌های تخمدانی وجود دارند (شکل ۲). تخمک‌های کوچک‌تر کم‌رنگ‌ترند.



شکل ۲. رسم شماتیک سیستم تولیدمثلی ماده *Sodhiana blanfordi* نمای پشتی: جفت لوب‌های تخمدانی با پل لوله‌ای اتصال یافته‌اند. تعداد زیادی کیسه‌های نمو تخمک در لوب‌های تخمدانی وجود دارد. در پل لوله‌ای، تعداد کمی تخمک‌های آزاد با کیسه‌های نمو تخمکشان احاطه نشده‌اند، اما به اپی‌تلیوم تخمدانی اتصال یافته‌اند. یک جفت رسپتاکل سمینال کروی در پایه مجرای تخمدانی قرار دارد.

در انتهای پشتی، هر لوب تخمدانی به یک مجرای تخمدانی متصل است که آن مجرا به منفذی تناسلی ختم می‌شود که روی استرونوم ششمین قطعه‌ای سینه‌ای قرار دارد. رسپتاکل سمینال کروی به هر یک از مجراهای تخمدانی متصل است (شکل ۲). سیستم تولیدمثلی ماده، شامل تخمدان و مجرای تخمدانی با رسپتاکل سمینال می‌شود، که به طور محکمی با غلافی غشایی، سلولی، و نازک احاطه



شکل ۳. *Sodhiana blanfordi*. مقطع عرضی لوب تخمدانی. غلاف سلولی سطح لوب تخمدانی را احاطه می کند. تخمک‌ها با اپی تلیوم تخمدانی از کیسه‌های نمو تخمک احاطه شده‌اند. رنگ آمیزی هماتوکسیلین-اُوزین (H&E)



شکل ۴. مقطع از سه کیسه نمو تخمک، شامل تخمک زرده گذاری شده با اپی تلیوم تخمدانی احاطه کننده آن



شکل ۵. مقطع عرضی کیسه تخمدانی *Sodhiana blanfordi*. تخمک زرده گذاری شده در کیسه نمو تخمک خود. تخمک پیش از زرده گذاری اولیه به ایپی تلیوم تخمدانی اتصال یافته است، زیرا که هنوز به وسیله کیسه نمو تخمک خود احاطه نشده است.



شکل ۶. مقطع عرضی از سطح کیسه نمو تخمک، شامل تخمک زرده گذاری شده که با غلاف سلولی پوشیده شده



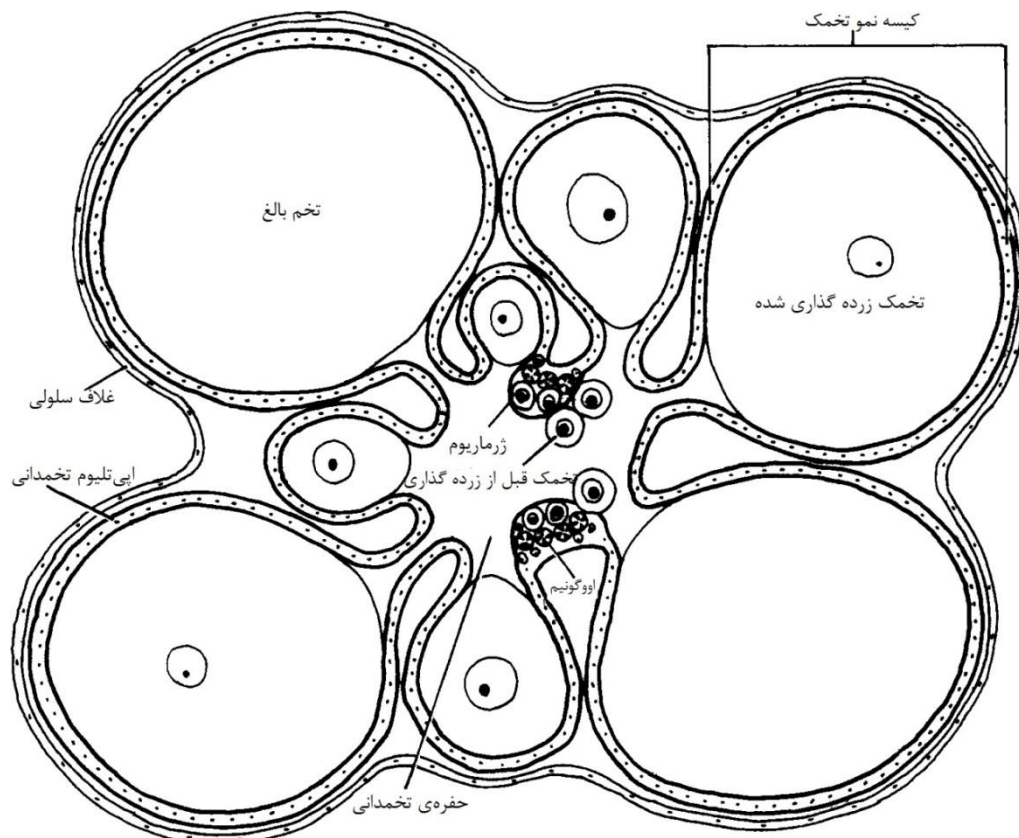
شکل ۷. اپی تلیوم تخمدانی *Sodhiana blanfordi* شامل یک ژرماريوم که تعدادی اووگونیا، تخمک‌های قبل از زرده‌گذاری اولیه، و چندین سلول بینابینی

قطر ۸۰-۲۰ در ژرمانیوم نمی‌مانند، اما آن‌ها هنوز به وسیله کیسه‌های نمو تخمک احاطه نشده‌اند. آن‌ها به سطح داخلی اپی تلیوم تخمدانی نزدیک ژرماریا متصل می‌شوند و شروع به افزایش دادن اپی تلیوم تخمدانی برای شکل دادن کیسه‌های نمو تخمک خود می‌کنند (شکل ۵).

در کیسه‌های نمو تخمک فوق پیشرفته، اپی تلیوم تخمدانی گاهی به اپی تلیوم فولیکولی احاطه‌کننده تخم یا تخمک شباهت دارد، اما تخم‌ها و تخمک‌ها فولیکول‌های حقیقی طی فرایند نمو تخمک در این گونه ندارند. ترسیم اپی تلیوم تخمدانی در مقطع‌های متوالی یک صفحه اپی تلیال پیوسته است، که با تکرار فرورفتگی و بیرون‌رفتگی تعدادی از کیسه‌های نمو تخمک را شکل داده، و با اپی تلیوم مجرای تخمدانی در انتهای پشتی هر لوب تخمدانی متصل شده است.

اووگونیا و تخمک‌های قبل از زرده‌گذاری اولیه با قطر کوچک‌تر از ۲۰ میکرومتر در ژرماریا (ناحیه‌های جنینی ویژه در اپی تلیوم تخمدانی) متمرکز شده‌اند. ژرماریا در اپی تلیوم تخمدانی به طور جداگانه در پایه کیسه‌های نمو تخمک در ناحیه جلویی لوب‌های تخمدانی قرار دارد. هر ژرماريوم ناحیه‌ای با آماس کم از اپی تلیوم تخمدانی است که شامل تعدادی اووگونیا، چند تخمک قبل از زرده‌گذاری اولیه با قطر کمتر از ۲۰ میکرومتر، و تعدادی سلول‌های پیکری بینابینی است (شکل ۷). در برش عرضی از ناحیه جلویی هر لوب تخمدانی، ژرماریا در باریکه کیسه‌های نمو تخمک پیشرفته به صورت شعاعی اطراف حفره نازک مرکزی تخمدان آرایش یافته است، که از لحاظ ظاهری به درون خوشه‌های ژرمینال مرکزی متمرکز شده است (شکل ۸).

تخمک‌های پیش از زرده‌گذاری اولیه، با



شکل ۸. رسم شماتیک مقطع عرضی لوب تخمدانی *Sodhiana blanfordi*. تخم‌ها و تخمک‌های بزرگ به طور کامل در کیسه نمو تخمک خود احاطه شده‌اند، اما تخمک‌های جوان تر به طور ناقص احاطه شده‌اند. دو ژرماریا در اپی تلیوم تخمدانی نزدیک به مرکز لوب تخمدانی است. هر ژرماریوم نزدیک به مرکز لوب تخمدانی متمرکز شده است و خوشه‌های ژرمینال مرکزی را ایجاد می‌کند. لوب تخمدانی به طور محکمی با غلافی سلولی خارجی که به اپی تلیوم تخمدانی متصل نیست، احاطه شده است.

۳.۳. نمو تخمک

اووگونیا و تخمک‌های قبل از زرده‌گذاری اولیه فقط در ژرماریوم یافت می‌شوند. اووگونیم سلولی کروی با قطر حدود ۱۲ میکرومتر است و شامل هسته‌ای بزرگ با تعدادی دانه‌های کروماتین فشرده‌شده و بدون هستک است. تخمک‌ها در ژرماریوم قطری کمتر از ۲۰ میکرومتر دارند و شامل یک وزیکول ژرمینال بزرگ با یک هستک مفرد و تعدادی ذرات داخل سلولی است. اوپلاسم به طور ضعیفی بازدوست است و شامل هیچ‌یک از دانه‌های زرده یا قطره‌های روغنی نیست. سلول‌های بینابینی شامل

هسته‌ای با قطر در حدود ۵-۶ میکرومتر در بین تخمک در ژرماریوم یافت می‌شود. در ژرماریوم، اووگونیا دورتر از لومن تخمدانی آرایش یافته است؛ تخمک‌های قبل از زرده‌گذاری اولیه و اکثر سلول‌های بینابینی نزدیک‌تر به لومن تخمدانی‌اند (شکل ۷).

تخمک‌های پیش از زرده‌گذاری اولیه با قطر ۸۰-۲۰ میکرومتر به سطح داخلی اپی تلیوم تخمدانی، نزدیک به ژرماریا و پایه کیسه‌های نمو تخمک اتصال یافته‌اند. تخمک‌های با قطر بزرگ‌تر از ۱۰۰ میکرون در کیسه‌های نمو تخمک خود

می‌شوند. تصور می‌شود که تخم‌های بالغ از کیسه‌های نمو تخمک خود به درون حفره مرکزی تخمدان و از آنجا بلافاصله با مجرای تخمدانی تخمک‌گذاری می‌شود.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در بسیاری از سخت‌پوستان پست‌تر، مانند *Anostracans* از رده آبشش‌پایان^۱ *Artemia salina* (Anderson 1967) و *Artemia franciscana* (Criel, 1980) همچنین *Daphnia cladocerans*، *Daphnia magna* (Rossi, 1980) *Daphnia pulex* (Makrushin, 1982) حتی در بعضی‌ها از رده *Malacostracans*، مانند ایزوپود^۲ *Armadillidium vulgare* (Lane, و *procellionides pruinosis* (Lane, 1977) ساختار تخمدان و شیوه نمو تخمک آن‌ها از نوع آرواره‌داران است که K تخمک‌ها در حفره تخمدانی رشد می‌کند (Makioka et al., 1988). به عبارتی دیگر، ساختار تخمدان و شیوه نمو تخمک به طور ثانویه به نوع قلاب‌داران که در *Triops longicaudatus* دیده می‌شود شباهت دارد، در این نوع، تخمک‌ها در رأس تخمدان‌های انشعاب یافته که به درون هموسل برآمده شده‌اند، رشد می‌کند (Ando and Makioka, 1992) و در زیر رده *branchiura*، *Argulus japonicus*، که تخمک‌ها در حفره تخمدانی رشد نمی‌کند بلکه رشد آن روی سطح بیرونی تخمدان است (Ikuta and Makioka, 1997)، تنوع ساختاری تخمدان سخت‌پوستان و شیوه نمو تخمک، علاوه بر آن بسیار کم بحث شده است و در این موضوع توصیفات ناچیزی، خصوصاً در گروه‌های بزرگ و پیشرفته ده‌پایان شده است. در تعدادی از گونه‌های ده‌پایان، تخمدان

احاطه شده‌اند. کیسه‌های نمو تخمک بزرگ‌تر و طولی‌تر شامل تخمک‌های بزرگ‌تر یعنی تخمک‌های پیش از زرده‌گذاری یا زرده‌گذاری شده است و بزرگ‌ترین کیسه شامل تخم‌های بالغ است. شماری از دانه‌های زرده کوچک در اووپلاسم بزرگ‌ترین تخمک پیش از زرده‌گذاری (قطر حدود ۱۵۰ میکرومتر) وجود دارند. دانه‌های زرده کامل اولین بار در پریپلاسم اولین تخمک‌های زرده‌گذاری شده (قطر حدود ۳۰۰ میکرومتر) ظاهر می‌شود. تدریجاً، تعداد دانه‌های زرده و اندازه آن افزایش می‌یابد و اووپلاسم را پر می‌کنند. غشای نازک تخمی اول اطراف تخمک‌های زرده‌گذاری شده (قطر حدود ۶۵۰ میکرومتر) ظاهر می‌شود. این غشا در تخمک‌های زرده‌گذاری شده پیشرفته، ضخیم‌تر می‌شود. هیچ فولیکولی اطراف تخمک و تخم‌ها طی نمو تخمک شکل نمی‌گیرد، که نشان‌دهنده این است که غشای تخمی، کوریون (غشای تخمی ثانویه) نیست، بلکه غشای ویتیلین (غشای تخمی اولیه) است.

تقسیمات بلوغ باید در این تخمک‌هایی که به طور کامل رشد کرده‌اند، در کیسه‌های نمو تخمک رخ دهد، زیرا تخم‌های بالغ با هسته‌های تخمی، با درهم‌شکستن وزیکول سمینال موجود در بزرگ‌ترین کیسه نمو تخمک، شکل می‌گیرد. حفره مرکزی تخمدان هر لوب تخمدانی که به وسیله کیسه‌های نمو تخمک احاطه شده، خیلی نازک است. هیچ‌یک از تخم‌های بالغ یا تخمک‌های در حال رشد، در حفره مرکزی تخمدان یافت نمی‌شوند، به جز تعداد کمی از تخم‌های بالغ که به‌ندرت در حفره مرکزی تخمدان، نزدیک به مجرای تخمدانی، بعد از تخمک‌گذاری یافت

1. Branchiopoda
2. Isopod

است. این غلاف نه تنها تخمدان، بلکه همچنین مجرای تخمدانی با رسپتاکل سمینال را احاطه می‌کند، که نشان می‌دهد اپی‌تلیوم تخمدانی نیست، بلکه غلاف بیرونی احاطه‌کننده سیستم تولیدمثلی ماده است. اپی‌تلیوم تخمدانی واقعی تنها زیر غلاف قرار گرفته که عمیقاً پیچ‌خورده و به صورت تکرارشونده تعدادی کیسه‌های نمو تخمک شامل تخمک‌های در حال رشد/ یا تخم‌های بالغ را شکل داده است. اپی‌تلیوم تخمدانی دیواره کیسه‌های نمو تخمک را شکل می‌دهد و به طور جداگانه تخمک و تخم‌های بالغ را احاطه می‌کند که بعضی وقت‌ها مانند فولیکول آن‌ها به نظر می‌رسد، اگرچه تخمک و تخم‌ها فولیکول واقعی ندارند. کیسه‌های نمو تخمک در *Sodhiana blanfordi* ممکن است با «آشپانه‌های ژرمینال» توصیفی در *Ranina ranina* (Minagawa et al., 1993) یا «ساختار لوب مانند» توصیفی در *Portunus sanguiolentus* (Ryan, 1967) شباهت داشته باشد، اما کیسه‌های نمو تخمک *Sodhiana blanfordi* شامل فقط یک تخمک یا تخم بالغ خیلی ساده‌تر است.

نمو تخمک در *Sodhiana blanfordi* از نوع آرواره‌داران است. تخمک‌ها تنها در کیسه‌های نمو تخمک خود رشد می‌کنند، حفره‌ها از انشعابات حفره مرکزی تخمدان‌اند. در *Sodhiana blanfordi* همچنین دیگر گونه‌های ده‌پایان، حفره تخمدانی به دو قسمت با دو عملکرد متفاوت تمایز یافته است: کیسه‌های نمو تخمک برای رشد تخمک و حفره مرکزی تخمدان به منزله گذرگاهی برای تخمک‌گذاری تخم‌ها شده است. تخم‌های بالغ از کیسه‌های نمو تخمک به درون حفره مرکزی تخمدان تخمک‌گذاری می‌شود، به مجرای تخمدانی

اندامی لوب‌مانند طویل است، و یک «دیواره تخمدانی» نازک (یا بیرونی‌ترین لایه سلولی تخمدان) تخمک و تخم‌ها را احاطه می‌کند، و اکثر آن‌ها «اپی‌تلیا فولیکولی» یا «سلول‌های فولیکولی» خود را دارند (O'Donovan et al., Ryan, 1967; 1984; Cuzin and Amsler, 1991; Chang and Shih, 1995). در این تخمدان‌ها، ژرماریا (شامل اووگونیا، و تخمک‌های قبل از زرده‌گذاری اولیه) اغلب در حفره تخمدانی به درون خوشه‌های ژرماریال مرکزی متمرکزند و به دیواره تخمدان متصل نشده‌اند. در اکثر بندپایان، شامل سخت‌پوستان، ژرماریوم نه تنها سلول‌های جنینی بلکه همچنین سلول‌های پیکری، خصوصاً سلول‌های اپی‌تلیال تخمدانی را تولید می‌کند. بنابراین، معمول است که به اپی‌تلیوم تخمدانی متصل شود، نه این‌که از آن جدا باشد.

در برش عرضی منطقه جلویی لوب تخمدانی *Sodhiana blanfordi*، ژرماریا که به طور جداگانه در اپی‌تلیوم تخمدانی در پایه کیسه‌های نمو تخمک متمرکز شده، از لحاظ ظاهری به درون خوشه‌های ژرماریال مرکزی متمرکز شده است (شکل ۸). این خوشه‌های ژرماریال مرکزی ممکن است با آن دسته از توصیفات در تعدادی از ده‌پایان دیگر مانند شناوری در حفره مرکزی تخمدان هماهنگی داشته باشد. بیرونی‌ترین غلاف سلولی غشایی با اپی‌تلیوم تخمدانی و اپی‌تلیوم تخمدانی از کیسه‌های نمو تخمک با اپی‌تلیوم فولیکولی اشتباه گرفته شد در چنین تخمدان‌هایی، خوشه‌های مرکزی باید در حفره تخمدانی شناور می‌شد، زیرا ژرماریا نمی‌تواند اپی‌تلیا فولیکولی در نظر گرفته شود.

در تخمدان *Sodhiana blanfordi* بیرونی‌ترین لایه تخمدان غلافی غشایی سلولی

این مطالعه بررسی شد، برخی ویژگی‌های بارز تخمدان آرواره‌داران را دارد، مانند تخمک‌های رشدکننده در کیسه نمو تخمک، و این موضوع ممکن است برخی سوء تفاهمات قبلی درباره ساختار اصلی و عملکرد تخمدان در سایر ده‌پایان را اصلاح کند. توصیفات دقیق ساختار تخمدان و شیوه نمو تخمک در دیگر سخت‌پوستان ده‌پا برای درک بیشتر تکامل ویژگی‌های تخمدان در بین سخت‌پوستان و بندپایان لازم است.

انتقال داده می‌شود، با اسپرم ذخیره‌شده در رسپتاکل سمینال لقاح داده می‌شود، و از گونوپور ماده تخم‌ریزی می‌شود.

Sodhiana blanfordi خرچنگی از آب

شیرین است که تعداد کمی تخم بزرگ در هر تخم‌ریزی تولید می‌کند، و دارنده تخمدانی است که در ساختار نسبت به بسیاری از ده‌پایان دیگر که تولیدکننده تعداد زیادی تخم کوچک در هر تخم‌ریزی‌اند، ساده‌تر است. این تخمدان ساده که در

References

- [1]. Adiyodi, R., Subramoniam, T., 1983. Reproductive Biology of Invertebrates. Wiley 443–495.
- [2]. Anderson, D.A.J.Z., 1967. Larval development and segment formation in the branchiopod crustaceans *Limnadiastanleyana* King (Chonchostraca) and *Artemia salina* L. (Anostraca). Aust J Zool 47–91.
- [3]. Ando, H., Makioka, T., 1992. Notes on structure of the ovary and oogenesis in *Triops longicaudatus* (Notostraca, Branchiopoda, Crustacea). Proc Arthropod Embryol Soc Jpn 27, 1–4.
- [4]. Brancraft, J.D., Stevens, A., 1982. Theory and Practice of Histological Techniques 2nd edn. Churchill Livingstone, New York.
- [5]. Brown, E.C., 2009. Ovarian morphology, oogenesis, and changes through the annual reproductive cycle of the female blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, in Tampa Bay. Graduate School Theses and Dissertations, <http://scholarcommons.usf.edu/etd/1877>.
- [6]. Castiglioni, D.S., Fransozo, M.L.N., Greco, L.S.L., Silveira, A.F., Silveira, S.O., 2007. Gonad development in females of fiddler crab *Uca rapax* (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) using macro and microscopic techniques. Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre 97, 505-510.
- [7]. Cau, A., Davini, M.A., Deiana, A.M., Sarvadori, S., 1988. Gonadal structure and gametogenesis in *Scyllarus arctus* L. (Crustacea, Decapoda). Boll Zool 55, 299–306.
- [8]. Chang, C.F., Shih, T.W., 1995. Reproductive cycle of ovarian development and vitellogenin profiles in the freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii*. Invert Reprod Dev 27, 11–20.
- [9]. Criel, G., 1980. Morphology of the female genital apparatus of *Artemia*. In: Persoone G, Sorgeloos P, Roels O, and Jaspers E, editors. The Brine Shrimp *Artemia*. Morphology, Genetics, Radiobiology, Toxicology. Wetteren, Belgium: Universa Press 1, 75–86.
- [10]. Cumberlidge, N., K.L. Ng, P., C.J. Yeo, D., Magalhães, C., R. Campos, M., Alvarez, F., Naruse, T., R. Daniels, S., J. Esser, L., Y.K. Attipoe, F., Clotilde-Ba, F.-L., Darwall, W., McIvor, A., E.M. Baillie, J., Collen, B., Ram, M., 2009. Freshwater crabs and the biodiversity crisis: Importance, threats, status, and conservation challenges. Biological Conservation 1665–1673.
- [11]. Cuzin, R.J., Amsler, M.O., 1991. Ovarian development and sexual maturity standing in Antarctic krill *Euphausia superba* Dana (Euphausiacea). J Crust Biol 11, 236–249.
- [12]. El-Sherif, S.S., El-Khodary, G.M., Ghonim, A.Z., 2012. Ovarian cycle and scanning electron micrographs of the spawned egg of female mantis shrimp *Oratosquilla massavensis* (Alexandria, Egypt). The Journal of Basic & Applied Zoology 65, 116–124.
- [13]. Gregati, A.G., Fransozo, V., López-Greco, L.S., Fransozo, M.L.N., 2010. Reproductive cycle and ovarian development of the marine ornamental shrimp *Stenopus hispidus* in captivity. Aquaculture 306, 185-190.
- [14]. Howard, D.R., Talbot, P., 1992. In vivo contraction of lobster (*Homarus*) ovarian muscle. J Exp Zool 263, 356–366.
- [15]. Ikuta, K., Makioka, T., 1997. Structure of the adult ovary and oogenesis in *Argulus japonicus* (Crustacea, Branchiura). J Morphol 231, 29–39.
- [16]. Joshi, P.C., Khanna, S.S., 1982. Seasonal changes in the ovary of a freshwater crab, *Potamon koolooense* (Rathbun). Proc, Indian Acad, Sci. (Anini- ScL) 91, 451-462.
- [17]. Lane, R.L., 1977. A development investigation of the reproductive systems of *Armadillidium vulgare* Latreille and *Porcellionides pruinosus* (Blandt) (Isopoda). Crustaceana 33, 237-248.
- [18]. Makioka, T., Arthropod, P., 23:1–10., E.S.J., 1988. Ovarian structure and oogenesis in

- Chelicerates and other Arthropods. Proc Arthropod Embryol Soc Jpn 23, 1-10.
- [19].Makoioka, T., 1998. Ovarian structure and oogenesis in Chelicerates and other Arthropods. Proc Arthropod Embryol Soc Jpn 23, 1-10.
- [20].Makrushin, A.V., 1982. Ovarian cycles in *Daphnia pulex* and *Moina macrocopa*. Zool Inst USSR Acad Sci, 47-50.
- [21].Minagawa, M., Chiu, J.R., Kudo, M., Ito, F.T., F., 1993. Female reproductive biology and oocyte development of the red frog crab, *Ranina ranina*, off Hachijojima, Izu Islands, Japan. Marine Biol 115, 613-623.
- [22].O'Donovan, P., Abraham, M., Cohen, D., 1984. The ovarian cycle during the intermoult in ovigerous *Macrobrachium rosenbergi*. Aquaculture . 347-358, 36.
- [23].Rossi, F., 1980. Comparative observations on the female reproductive system and parthenogenetic oogenesis in Cladocera. Boll Zool 47, 21-38.
- [24].Ryan, E.P., 1967. Structure and function of the reproductive system of the crab, *Portunus sanguiolentus* Herbst (Brachyura, Portunidae). 2, 522-544.
- [25].Silva, L.S., Martinelli-Lemos, J.M., Ferreira, M.A.A.P., Rocha, R.M., 2012. Gonadal development in the freshwater crab *Sylviocarcinus pictus* (H. Milne Edwards, 1853) (Brachyura: Trichodactylidae) from the Guamá River, state of Pará, Brazil. Annals of the Brazilian Academy of Sciences 84, 789-798.
- [26].Souza, L.R.D., Silva, J.R.F., 2009. Morphology of the female reproductive system of the red-clawed mangrove tree crab (*Goniopsis cruentata* Latreille, 1803). Scientia Marina 73(3), 527-539.