ریخت‌شناسی بافت بیضه و ساختار اسپرماتوزویید مارماهی دهان گرد خزری (*Caspiomyzon wagneri*)

باقر مجازی امیری[۱]، سهیل ایگدری*[۱]، هادی پورباقر[۱]، مریم پورمقدم[۱]، نیما نعمتی مبین[۱]

۱- گروه شیلات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران، صندوق پستی ۴۳۱۴-۳۱۵۸۵

تاریخ دریافت: ۲۰ فروردین ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: ۳ شهریور ۱۳۹۵

چکیده

مطالعه تاثیر عوامل محیطی بر ویژگی‌های اسپرم ماهی‌ها نیازمند داشتن اطلاعات اولیه در مورد ساختار اسپرم می‌باشد. با توجه به این‌که در مورد ساختار ریخت‌شناسی اسپرم گونه دهان‌گرد خزری (*Caspiomyzon wagneri*) هیچ گونه اطلاعاتی در دسترس نمی‌باشد. از این‌رو مطالعه حاضر، با هدف بررسی ریخت‌شناسی بافت بیضه و ساختار اسپرماتوزویید مارماهی دهان‌گرد خزری در فصل تولیدمثل به اجرا درآمد. برای بررسی بافت‌شناسی، از بیضه ۱۵ عدد مارماهی دهان‌گرد خزری در حال مهاجرت به رودخانه شیرود نمونه‌برداری صورت گرفت و مقاطع بافتی از آنها براساس روش پارافینه تهیه گردید. جهت مطالعه شاخص‌های ریخت‌شناسی اسپرم شامل: شکل و طول اسپرم، طول، عرض و مساحت سر، طول و عرض تاژک، بیضی‌واری و کشیدگی سر، اسپرم‌ها پس از استحصال، بلافاصله در محلول گلوتارآلدئید تثبیت و توسط میکروسکوپ الکترونی SEM مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیضه در مارماهی دهان‌گرد خزری از نوع لوبولار بوده و لوبول‌ها با سلول‌های بینابینی، فیبروبلاست‌ها، رگ‌های خونی و رگ‌های لنفاوی احاطه شده است. در زمان نمونه‌برداری (اواسط اردیبهشت ماه)، بیضه ماهیان در مرحله‌ی V رسیدگی قرار داشته و مملو از اسپرماتوزوآ بودند. نتایج مطالعه میکروسکوپ الکترونی نشان داد که اسپرم این گونه در مقایسه با سایر گونه‌های لامپری کوتاه‌تر و دارای طول و کشیدگی سر کم‌تری است و همچنین شکل کیسه‌ی آکروزوم نیز در قسمت قدامی آن به‌صورت مسطح می‌باشد.

کلمات کلیدی: بیضه، اسپرماتوزویید، ریخت‌شناسی، مارماهی دهان گرد، میکروسکوپ الکترونی.

* عهده‌دار مکاتبات (✉)، soheil.eagderi@ut.ac.ir

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.9.3]

مقدمه

مارماهی دهان‌گرد خزری (*Caspiomyzon wagneri*) از ماهیان بومی دریای خزر بوده و در حوضه‌های آبریز شمالی، غربی و جنوبی آن زیست می‌کند. این گونه در رودخانه‌های حوضه‌ی آبریز جنوب دریای خزر شامل گرگان‌رود، تجن، بابل‌رود و شیرود یافت می‌شود. تولیدمثل آن از فروردین تا خرداد هر سال، در دمای ۱۵ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد با مهاجرت به رودخانه‌های محل تخم‌ریزی صورت می‌پذیرد (ستاری، ۱۳۸۱). بیضه لامپری‌ها منفرد بوده و از خط میانی بدن آویزان است. این غده در نمونه‌های نابالغ ساختاری نازک و قطعه قطعه داشته، اما در هنگام بلوغ، تمامی حفره‌ی بدن را پر می‌کند، به‌طوری‌که سایر امعاء و احشاء را نیز تحت فشار قرار می‌دهد. به‌علاوه لامپری‌ها فاقد مجرای اسپرم‌بر هستند و به عبارت دیگر در هنگام تولیدمثل، اسپرماتوزوییدها به داخل حفره بدن ریخته و سپس از طریق منافذ شکمی زوج به سینوس ادراری تناسلی راه می‌یابد (Jamieson, 1991).

ساختار اسپرماتوزوییدها در گونه‌های مختلف ماهیان به شیوه‌ی لقاح آن‌ها در طبیعت وابسته است (Billard and Cosson, 1992). اسپرماتوزوییدها در تمام ماهیان شامل سه بخش اصلی سر، قطعه میانی و تاژک می‌باشد (Linhart *et al.*, 1991). شکل سر اسپرماتوزوییدها در گونه‌های مختلف ماهیان متفاوت است. به طوری‌که شکل آن از ساده و گرد در ماهی کپور تا کمی کشیده در قزل‌آلای رنگین کمان و بسیار کشیده در ماهیان خاویاری، مارماهیان و دهان‌گردان متغیر می‌باشد (Billard, 1986). به نظر می‌رسد رابطه‌ی نزدیکی بین شکل سر و مکانیسم ورود اسپرماتوزوییدها به تخمک در زمان لقاح وجود داشته باشد. لامپری‌ها دارای لقاح خارجی هستند، اما اسپرماتوزوییدها آن‌ها غالباً خصوصیات اسپرم با لقاح داخلی را نشان می‌دهد که از جمله آن‌ها داشتن هسته‌ی کشیده، منفذ طویل هسته و نه رشته فیبری در اطراف آگزونم می‌باشد. بنابراین این احتمال وجود دارد که اجداد این ماهیان دارای لقاح داخلی بوده‌اند (Jamieson, 1991).

در مطالعات انجام گرفته، ویژگی‌های اسپرماتوزوییدها گونه‌های مارماهی دهان‌گرد غیر انگلی مانند *Lampetra planeri* و *Mordacia mordoxas* با گونه‌های انگلی مانند *Lampetra fluviatilis*، *Lampetra japonica* و *Mordacia praecox* مشابه بودند (Kobayashi, 1993). کیسه‌ی آکروزوم در گونه‌های مختلف دارای شکل‌های متفاوتی می‌باشد، به طوری‌که در گونه‌ی *Lampetra planeri* تخم‌مرغی شکل و در گونه‌ی *Lampetra japonica* کاملاً مسطح گزارش شده است. علاوه بر این اندازه اسپرماتوزوییدها نیز در گونه‌های مختلف لامپری‌ها متفاوت می‌باشد، به طوری‌که در گونه‌ی *Lampetra japonica* طول اسپرماتوزوییدها ۱۳۰ میکرومتر و در گونه‌ی *Lampetra planeri*، ۱۴۰ میکرومتر گزارش شده است (Jamieson, 1991). همچنین طول قسمت سر در گونه‌ی *Lampetra japonica* حدود ۸ میکرومتر و در گونه‌ی *Lampetra planeri*، حدود ۱۶-۱۴ میکرومتر می‌باشد (Jamieson, 1991).

تولیدمثل جنسی در موجودات وابسته به تولید اسپرماتوزوییدهایی با کیفیت بالا می‌باشد و خسارت‌های وارده به ساختار اسپرماتوزوییدها توسط آلاینده‌های محیطی، انجماد اسپرم، جهش ژنتیکی و سایر عوامل می‌تواند توانایی باروری اسپرماتوزوییدها را تحت تاثیر قرار دهد. تغییر در ساختار اسپرماتوزوییدها

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.9.3]

به‌واسطه این عوامل می‌تواند سبب کاهش نرخ لقاح گردد. به‌طور مثال ممکن است تغییر ساختار، پارامترهای تحرک را تحت تاثیر قرار داده، و یا با افزایش قطر سر، از ورود اسپرماتوزوید به میکروپیل جلوگیری کند (Pecio *et al*., 2005). از این‌رو در مطالعات تاثیر عوامل مختلف محیطی بر ساختار اسپرم، داشتن اطلاعات اولیه در مورد ساختار اسپرم از ضروریات اولیه تحقیق می‌باشد. در مورد ساختار ریخت‌شناسی اسپرم برخی گونه‌های لامپری مطالعاتی صورت گرفته است، اما هیچ گونه اطلاعاتی در مورد ساختار اسپرم دهان‌گرد خزری به‌عنوان یک گونه بومی دریای خزر در دسترس نمی‌باشد، از این‌رو تحقیق حاضر با هدف بررسی ساختار ریخت‌شناسی اسپرم مارماهی دهان‌گرد خزری به اجرا درآمد. نتایج این بررسی علاوه بر فراهم آوردن اطلاعات پایه در مورد ویژگی‌های ریختی اسپرم مارماهی دهان‌گرد خزری می‌تواند در تهیه اطلاعات پایه جهت تکثیر مصنوعی احتمالی آن مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از مارماهیان دهان‌گرد خزری در حال مهاجرت برای تخم‌ریزی در محل پایه‌ی پل روخانه‌ی شیرود، واقع در شهرستان تنکابن و در نزدیکی مصب روخانه در فصل فروردین‌ماه ۱۳۹۱ انجام پذیرفت. در این تحقیق در مرحله‌ی اول ریخت-بافت‌شناسی ساختار بیضه مارماهی دهان‌گرد خزری قبل از اسپرم‌ریزی مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، از بافت بیضه ۱۵ عدد مارماهی دهان‌گرد خزری که در حال مهاجرت جهت تولیدمثل بوده و هنوز اقدام به اسپرم ریزی نکرده بودند، نمونه‌برداری صورت گرفت. قبل از نمونه‌برداری ماهیان شسته و خشک شده و نمونه‌برداری از طریق برش ناحیه‌ی شکمی صورت پذیرفت. نمونه‌های بیضه بلافاصله پس از برداشت در داخل محلول بوئن تثبیت شدند. پس از آماده‌سازی بافت‌ها براساس روش معمول پارافینه کردن، برش‌های بافتی به ضخامت ۵ تا ۱۰میکرون تهیه گردید. رنگ آمیزی نمونه‌ها نیز با استفاده از روش هماتوکسیلین و ائوزین انجام شد (Banaee *et al*., 2013). مقاطع بافتی تهیه شده توسط میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین عکاسی دیجیتال Canon (با قدرت تفکیک ۶ مگاپیکسل)، بررسی و مورد عکس‌برداری قرار گرفتند.

در مرحله بعد به‌منظور بررسی شاخص‌های ریخت‌شناسی اسپرم مارماهی دهان‌گرد خزری و مقایسه آن با اسپرم سایر گونه‌های دهان‌گردان، شاخص‌های ریختی شامل شکل و طول اسپرم، طول، عرض و مساحت سر، طول و عرض تاژک، عرض تاژک، بیضی‌واری و کشیدگی سر (به صورت درصد) مورد بررسی قرار گرفت. شاخص بیضی‌واری از فرمول Ellipticity=W/L و شاخص کشیدگی سر از فرمول Elongation= 100×(L-W)/(L+W) که در آن W عرض سر و L طول سر اسپرم بود، محاسبه گردید (Haruo and Tadashi, 1981; Jaana and Yamamoto, 1981; Psenicka *et al*., 2007). برای این‌منظور اسپرم تعداد ۱۵ نمونه به وسیله فشردن ناحیه شکمی استحصال گردید و اسپرم‌ها بلافاصله در محلول گلوتارآلدئید ۲/۵ درصد در ۰/۱ مولار فسفات بافری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تثبیت شدند تا برای بررسی توسط میکروسکوپ الکترونی SEM آماده گردند (Psenicka *et al*., 2007).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

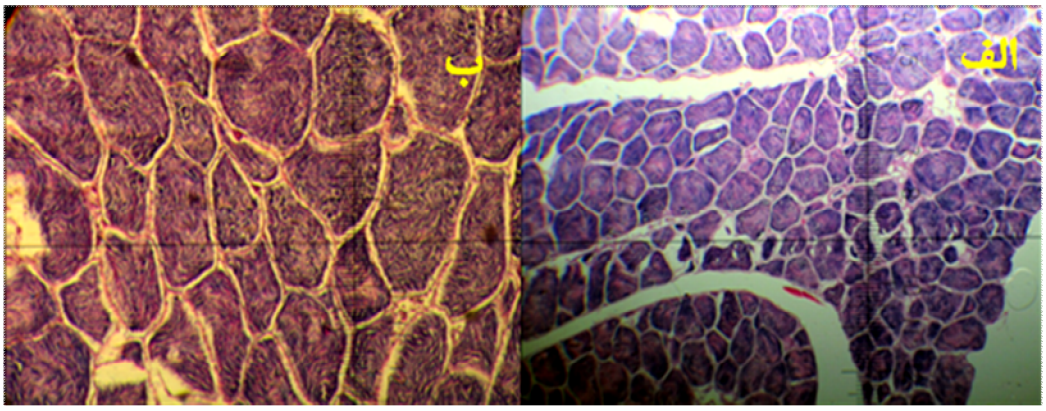
[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.9.3]

جهت آماده‌سازی نمونه‌ها برای میکروسکوپ الکترونی، در مرحله نخست اسپرم‌ها و مواد تثبیت کننده توسط فیلترهای کاغذی صاف شده و کاغذ صافی توسط فسفات بافر ۰/۱ مولار حاوی ۱۰ درصد سوکوروز سه مرتبه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با فواصل زمانی یک ساعت شسته شدند. در مرحله بعد نمونه‌ها توسط محلول اسمیوم تتراکساید ۴ ٪ به مدت ۲ ساعت در ۴ درجه سانتی‌گراد شسته شده و سپس با استفاده از غلظت‌های مختلف محلول استون (۳۰، ۵۰، ۷۰، ۹۰، ۹۵ و ۱۰۰٪) به مدت ۱۵ دقیقه آب‌گیری شدند. پس از قراردادن اسپرم‌ها در یک قطعه فویل آلومینیومی صیقل داده شده به ابعاد ۱×۱ سانتی‌متر، توسط دستگاه اسپوترکوتر به مدت ۷۰ ثانیه با حدود ۳۰ نانومتر طلا پوشانده شدند (Psenicka, *et al*., 2007). از نمونه‌ها توسط میکروسکوپ الکترونی SEM فیلیپس (مدل XL-30، ساخت کشور هلند) با بزرگ‌نمایی‌های مختلف از حالت‌های طبیعی و غیرطبیعی اسپرم عکس تهیه شد. سنجش فواصل طولی و مساحت بخش‌های مختلف از روی تصاویر میکروسکوپ الکترونی SEM با استفاده از نرم‌افزار ImageJ انجام شد.

نتایج

بررسی بافت بیضه مارماهی دهان‌گرد خزری:

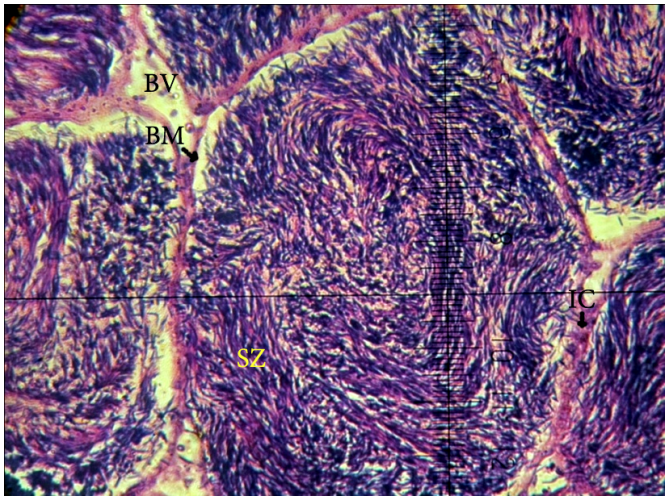
نتایج بافت‌شناسی نشان داد که بیضه در مارماهی دهان‌گرد خزری از نوع لوبولار بوده و لوبول‌ها با سلول‌های بینابینی، فیبروبلاست‌ها، رگ‌های خونی و رگ‌های لنفاوی احاطه شده است (شکل‌های ۱ و ۲). در زمان نمونه برداری (اواسط اردیبهشت‌ماه) که تقریباً انتهای فصل تولیدمثل این ماهی می‌باشد، بیضه در مرحله‌ی V رسیدگی قرار دارد و مملو از اسپرماتوزوآ می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۱: بافت بیضه در مارماهی دهان‌گرد خزری در مرحله V رسیدگی (الف) بزرگنمایی 100X و (ب) بزرگنمایی 400X (رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین).

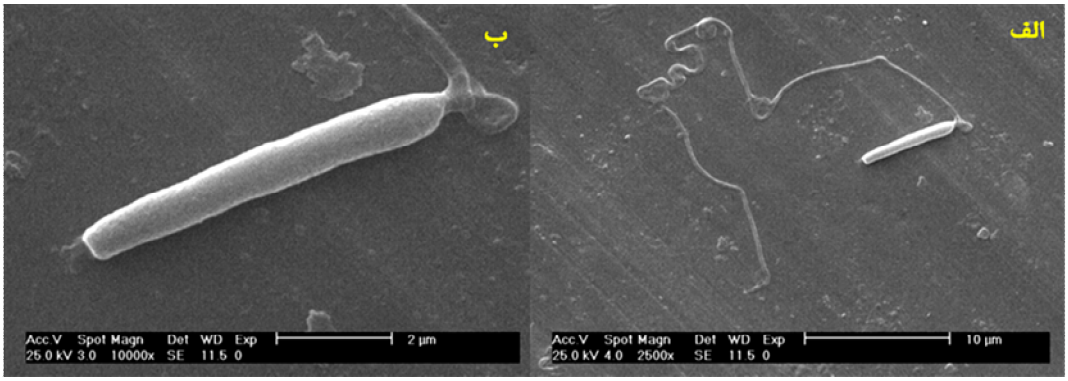
در این مرحله، فضای بین لوبولی کاهش یافته، دیواره لوبولی نازک‌تر شده و حجم لوبول‌ها نیز افزایش یافته بود. لوبول‌ها انباشته از اسپرماتوزوئیدهای تمایز یافته بودند و کانال‌های اسپرمی و عروق خونی فراوان به‌خوبی قابل مشاهده بودند (شکل‌های ۱ و ۲). در این مرحله مارماهی دهان‌گرد خزری آماده‌ی اسپرم‌ریزی بوده و با اندکی فشار در ناحیه شکمی، اسپرم آن‌ها آزاد می‌گردید.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.9.3]



شکل۲: لوبول مملو از اسپرماتوزوویید در مارماهی دهان‌گرد خزری (بزرگنمایی 1000X و رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین) (غشاء پایه=BM، سلول‌های بینابینی=IC، رگ‌خونی=BV و اسپرماتوزوئید=SZ).

بررسی ریخت‌شناسی و مطالعه‌ی شاخص‌های ریختی اسپرم مارماهی دهان‌گرد خزری: نتایج تصاویر میکروسکوپ الکترونی SEM، نشان داد که اسپرماتوزوئید مارماهی دهان‌گرد خزری دارای سری استوانه‌ای شکل، طویل و با دیواره‌های صاف و بدون چین‌خوردگی می‌باشد. کیسه‌ی آکروزوم آن نیز به صورت مسطح در قسمت قدامی سر قرار دارد. قطعه‌ی میانی اسپرم به صورت واضح قابل مشاهده نبود. تاژک اسپرم نیز طویل و طولی معادل ۱۲-۱۱ برابر طول سر را شامل می‌شود (شکل ۳).



شکل۳: ساختار طبیعی اسپرم مارماهی دهان‌گرد خزری. میکروسکوپ الکترونی SEM (الف) x ۵۰۰۰ و (ب) x ۱۰۰۰۰.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.9.3]

جدول ۱: مشخصات ریخت شناسی اسپرم مارماهی دهان‌گرد خزری.

شاخص‌های ریختی	Mean ± SD	محدوده (با بیش‌ترین	Min	Max
طول سر (µm)	۷/۰۱±۰/۶۳	۶/۵–۷/۲۵	۵/۶	۸/۶
عرض سر (µm)	۱/۰۸±۰/ ۱۲	۰/۹۹–۱/۱۷	۰/۸۰	۱/۴۱
سطح سر (µm²)	۵/۹±۰/۸۴	۵/۶–۶/۵	۳/۹۱	۸/۳
طول تاژک (µm)	۷۵/۳±۴/۵	۷۲–۷۸	۶۵	۸۶
عرض تاژک (µm)	۰/۳۷±۰/۰۶	۰/۳۴–۰/۴۰	۰/۲۷	۰/۵۳
طول کل (µm)	۸۲/۳±۴/۵	۷۹–۸۵	۷۱	۹۲
شاخص بیضی‌واری	۰/۱۵۶±۰/۰۲۳	۰/۱۴–۰/۱۷	۰/۱	۰/۲۵
کشیدگی سر (%)	۷۳/۰±۳/۴	۷۰/۵–۷۵/۵	۶۰/۵	۸۱/۳

نتایج اندازه‌گیری پارامترهای ریخت‌شناسی اندازه‌گیری شده ۱۸۰ نمونه اسپرم در جدول ۱ آورده شده است. براساس نتایج، میانگین طول سر اسپرم ۷/۰۱±۰/۶۳ میکرومتر بود. ۴۹ درصد فراوانی طول سر اسپرم‌ها در محدوده‌ی ۷/۲۵–۶/۵ میکرومتر قرار داشتند. در مورد اسپرم‌هایی با طول سر کم‌تر از ۶/۵ میکرومتر، ۱۰ درصد از آن‌ها در محدوده‌ی ۶/۵–۶/۲۵ میکرومتر و نه درصد در محدوده‌ی کم‌تر از ۶/۲۵ میکرومتر قرار داشتند. در مورد اسپرم‌های با طول سر بیش‌تر از ۷/۲۵ میکرومتر، ۱۳ درصد در محدوده‌ی ۷/۵–۷/۲۵ و ۱۹ درصد در محدوده‌ی بیش‌تر از ۷/۵ میکرومتر قرار داشتند (شکل ۴الف).

میانگین عرض سر اسپرم ۱/۰۸±۰/۱۲ میکرومتر مورد سنجش قرار گرفت. ۵۳ درصد از عرض سر اسپرم‌ها در محدوده‌ی ۱/۱۷–۰/۹۹ میکرومتر، ۱۹ درصد در محدوده‌ی کم‌تر از ۰/۹۹ میکرومتر، ۱۱ درصد در محدوده‌ی ۱/۲۱–۱/۱۷ میکرومتر و ۱۷ درصد در محدوده‌ی بیش‌تر از ۱/۲۱ میکرومتر قرار داشتند (شکل ۴ب).

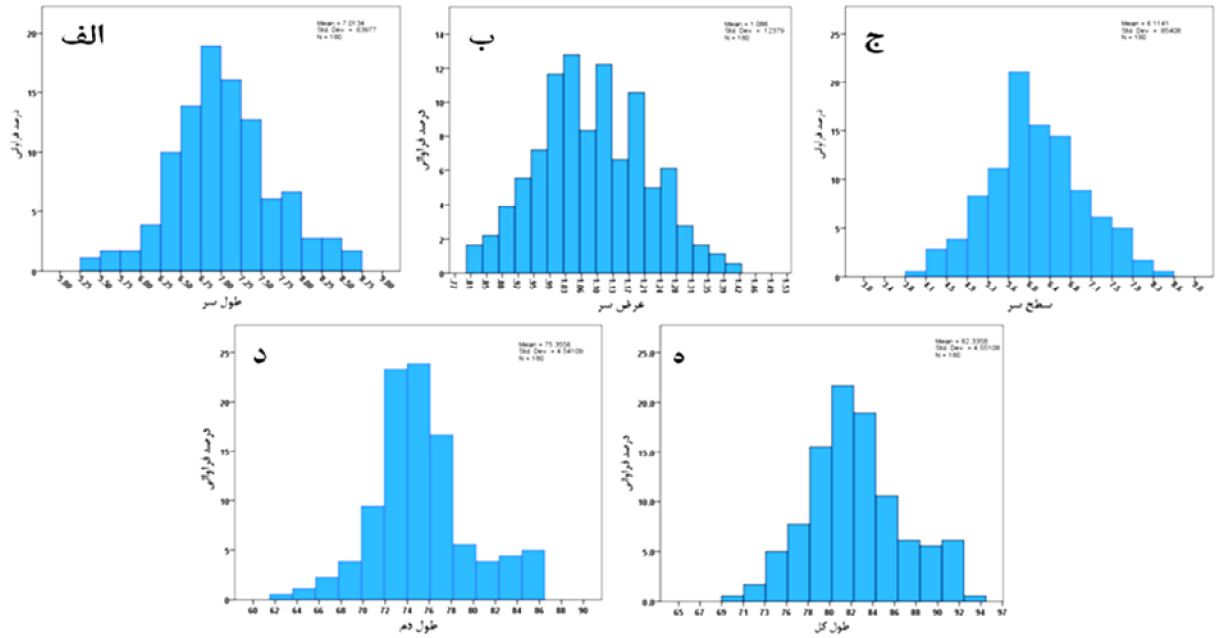
براساس نتایج میانگین سطح اسپرم ۵/۹±۰/۸۴ میکرومتر مربع بود. ۵۲ درصد اسپرم‌ها دارای سطح سر ۶/۵–۵/۶ میکرومتر مربع، ۱۹ درصد از سطح سر اسپرم‌ها در محدوده‌ی ۶/۵–۴/۹ میکرومتر مربع و ۸ درصد در محدوده‌ی کم‌تر از ۴/۹ میکرومتر مربع قرار داشتند. همچنین ۱۵ درصد در محدوده‌ی ۷/۱–۶/۵ میکرومتر مربع و ۶ درصد در محدوده‌ی بیش‌تر از ۷/۱ میکرومتر مورد سنجش قرار گرفتند (شکل ۴ج).

همچنین میانگین طول تاژک اسپرم ۷۵/۳±۴/۵ میکرومتر مورد سنجش قرار گرفت. ۶۵ درصد از طول تاژک اسپرم‌ها در محدوده‌ی ۷۸–۷۲ میکرومتر، ۱۰ درصد در محدوده‌ی ۷۲–۷۰ میکرومتر و هفت درصد در محدوده‌ی کم‌تر از ۷۰ میکرومتر قرار دارند. همچنین ۶ درصد در محدوده‌ی ۸۰–۷۸ و ۱۲ درصد در محدوده‌ی بیش‌تر از ۸۰ میکرومتر قرار دارند (شکل ۴د).

به‌علاوه میانگین طول کل اسپرم ۸۲/۳±۴/۵ میکرومتر مورد سنجش قرار گرفت. ۵۸ درصد از اسپرم‌ها در محدوده‌ی ۸۵–۷۹ میکرومتر، ۱۶ درصد در محدوده‌ی کم‌تراز ۷۹ میکرومتر و ۲۶ درصد در محدوده‌ی بیش‌تر از ۸۵ میکرومتر مورد سنجش قرار گرفتند (شکل ۴ه).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.9.3]



شکل ۴: درصد فراوانی (الف) طول سر، (ب) عرض سر، (ج) سطح سر، (د) طول تاژک و (ه) طول کل اسپرم مارماهی دهان‌گرد خزری.

بحث

نتایج مطالعه بافت‌شناسی نشان داد که در جنس نر مهاجر بهاره، بیضه در انتهای مرحله‌ی رسیدگی جنسی قرار داشته و دارای لوبول‌هایی مملو از اسپرماتوزوییدمی‌باشد. این مشاهدات با بررسی‌های انجام گرفته توسط Ahmadi و همکاران (۲۰۱۱)، مطابقت دارد. همچنین Ahmadi و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نموده بودند که، بیضه‌ی ماهیان نر در اوایل فصل بهار مملو از اسپرماتوسیت بوده و در هیچ یک از بیضه‌ها اسپرماتوزییدوجود ندارد (Ahmadi *et al.*, 2011). مارماهیان دهان‌گرد خزری دارای دو جمعیت بهاره و پاییزه می‌باشند که مهاجران پاییزه پس از زمستان گذرانی در رودخانه، در فصل بهار اقدام به تخم‌ریزی می‌کنند (ستاری، ۱۳۸۱). اما مطالعات اخیر نشان داد بیضه‌ی جمعیت‌های پاییزه نیز مملو از اسپرماتوزوییدبوده و این ماهیان در مرحله‌ی نهایی رسیدگی قرار دارند (Ahmadi *et al.*, 2011).

نتایج این تحقیق به‌عنوان اولین مطالعه ساختار و فرا ساختار اسپرم گونه‌ی مارماهی دهان‌گرد خزری توسط میکروسکوپ الکترونی SEM بود. در تمامی ماهیان، اسپرم از سه بخش اصلی سر، قطعه‌ی میانی و دم تشکیل شده است (Linhart *et al.*, 1995)، اما در نتایج این تحقیق توسط میکروسکوپ الکترونی SEM قطعه‌ی میانی در اسپرم مارماهی دهان‌گرد خزری قابل مشاهده نبود. مطالعات Haruo و Tadashi (۱۹۸۱) در مورد گونه‌ی *Lampetra japonica* نیز وجود چنین ساختاری را تایید کرد (Haruo and Tadashi, 1981). البته بررسی میکروسکوپ TEM اسپرم گونه‌ی *Lampetra japonica* نشان داد که تعدادی میتوکندری در نزدیکی سانتریول و یا در قسمت‌های

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.9.3]

انتهایی سر اسپرماتوزوئید در محل اتصال تاژک وجود دارد (Haruo and Tadashi, 1981).

نتایج نشان داد که قسمت سر اسپرم در مارماهی دهان‌گرد خزری استوانه‌ای شکل و کشیده می‌باشد. طول سر ۷/۲-۶/۵ میکرومتر، عرض آن ۱/۱۷-۱ میکرومتر و سطح آن ۶/۵-۵/۶ میکرومتر مربع می‌باشد. در حالی‌که طول قسمت سر در *Lampetra japonica* حدود ۸ میکرومتر و در *Lampetra planeri*، حدود ۱۶-۱۴ میکرومتر گزارش شده است (Jamieson, 1991). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت طول سر اسپرم در مارماهی دهان‌گرد خزری کم‌تر و از کشیدگی کم‌تری نسبت به سایر دهان‌گردان هم خانواده‌ی خود برخوردار است. همچنین در این تحقیق طول کل اسپرماتوزوئید در مارماهی دهان‌گرد خزری ۸۵-۷۹ میکرومتر اندازه‌گیری شد، در حالی‌که طول کل اسپرماتوزوئید در *Lampetr japonica*، ۱۳۰ میکرومتر و در *Lampetra planeri*، ۱۴۰ میکرومتر گزارش شده است (Jamieson, 1991). بنابراین طول کل و طول تاژک نیز در گونه‌ی مارماهی دهان‌گرد خزری نسبت به سایر گونه‌های لامپری از طول کم‌تری برخوردار می‌باشد. از دیگر ویژگی‌های متفاوت اسپرم دهان‌گرد خزری با سایر گونه‌های لامپری شکل کیسه‌ی آکروزوم می‌باشد. کیسه‌ی آکروزوم در دهان‌گرد خزری بررسی شده در این آزمایش، در قسمت قدامی سر قرار دارد و قسمت جلویی آن مسطح می‌باشد. در حالی‌که طبق گزارش‌های انجام شده کیسه‌ی آکروزوم، در گونه‌ی *Lampetra planeri* تخم‌مرغی شکل می‌باشد، و در گونه‌ی *Lampetra japonica* مانند گونه‌ی خزری، مسطح است (Jaana and Yamamoto, 1981). نتایج همچنین نشان داد که ویژگی‌های کلی ساختار اسپرماتوزوید مارماهی دهان‌گرد خزری مشابه گونه‌های هم‌خانواده‌ی خود بود، و تنها تفاوت آن در اندازه طول سر اسپرم می‌باشد.

بنابراین در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان داشت که اسپرم مارماهی دهان‌گرد خزری استوانه‌ای شکل با سری طویل و کشیده و دیواره‌های صاف و بدون چین‌خوردگی است و در آن آکروزوم به‌صورت مسطح در سطح قدامی قرار داشته و قطعه‌ی میانی آن به‌صورت مجزا قابل مشاهده نمی‌باشد. اسپرم این گونه در مقایسه با سایر گونه‌های لامپری کوتاه‌تر و دارای طول و کشیدگی سر کم‌تری است و همچنین شکل کیسه‌ی آکروزوم نیز در قسمت قدامی آن به‌صورت مسطح می‌باشد. در نهایت، استفاده از میکروسکوپ الکترونی TEM جهت مطالعه‌ی فراساختار اسپرم مارماهی دهان‌گرد خزری و کشت بلند مدت بافت بیضه، جهت بررسی کامل فرایند اسپرماتوژنز در طول فصل تولید مثل برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌گردد.

منابع

۱. ستاری، م.، ۱۳۸۱. ماهی شناسی ۱.تهران، انتشارات نقش مهر. ۶۵۹ صفحه.

2. Ahmadi, M., Mojazi Amiri, B., Abdoli, A., Fakharzadeh, S.M.E., Hoseinifar, S.H., 2011. Sex steroids, gonad histology and biological indices of fall and spring Caspian lamprey (*Caspiomyzon wagneri*) spawning migrants in the Shirud River, Southern Caspian Sea. Environmental Biology of Fishes, 92, 229-235.
3. Banaee, M., Sureda, A., Mirvagefei, A.R., Ahmadi, K., 2013. Biochemical and histological changes in the liver tissue of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to sub-lethal concentrations of diazinon. Fish Physiology and Biochemistry, 99, 1-6.
4. Billard, R., 1986. Spermatogenesis and spermatology of some teleost fish species. Reproductive Nutrition, 2, 877-920.
5. Billard, R., Cosson, M.P., 1992. Some problems related to the assessment of sperm

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.9.3]

motility in freshwater fish. Journal of Experimental Zoology, 26, 122-131.
6. Haruo, J., Tadashi, S.Y., 1981. The ultrastructure of spermatozoa with a Note on the Formation of the Acrosomal Filament in the Lamprey, *Lampetra japonica*. Japanese Journal of Ichthyology, 28, 135-141.
7. Jaana, H., Yamamoto, T.S., 1981. The ultrastructure of spermatozoa with a note on the formation of the acrosomal filament in the lamprey, *Lampetra japonica*. Japanese Journal of Ichthyology, 28, 135-141.
8. Jamieson, B.G., 1991. Fish Evolution and Systematics: Evidence from Spermatozoa. Cambridge University Press, New York. 319 p.
9. Kobayashi, W., 1993. Effect of osmolality on the motility of sperm from lamprey, *Lampetra japonica*, Zoological Science, 10, 281-285.
10. Linhart, O., Slechta, V., Slavik, A., 1991. Fish sperm composition and biochemistry. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica, 16, 285-311.
11. Linhart, O., Mims, S. D., Shelton, W. L., 1995. Motility of spermatozoa from shovelnose sturgeon (*Scaphirhynchus platoryneclus* Rafinesque, 1820) and paddlefish (*Polyodon spathulla* Walbaum, 1797). Journal of Fish Biology, 97, 902-909.
12. Pecio, A., Burns, J. R., Weitzman, S. H., 2005. Sperm and spermatozeugma ultrastructure in the inseminating species *Tyttocharax cochui*, *T. tambopatensis*, and *Scopaeocharax rhinodus* (Pisces: Teleostei: Characidae: Glandulocaudinae: Xenurobryconini). Journal of Morphology, 263, 216-226.
13. Psenicka, M., Hadi Alavi, S. M., Rodina, M., Gela, D., Nebesarova, J., Linhart, O., 2007. Morphology and ultrastructure of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) spermatozoa using scanning and transmission electron microscopy. Biology of the Cell, 99, 103-115.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.9.3]