

مقایسه رابطه بین ویژگی‌های اسپرم‌شناختی با خصوصیات ریخت‌شناسی مولدین نر ماهی سفید (*Rutilus kutum*) در حاشیه جنوب‌غربی دریای خزر

- **هومن رجبی‌اسلامی***: گروه شیلات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، صندوق پستی: ۱۴۵۱۵-۷۷۵
 - **نرگس عرب**: باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، صندوق پستی: ۱۴۵۱۵-۷۷۵
 - **صمد درویشی**: گروه شیلات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، صندوق پستی: ۱۴۵۱۵-۷۷۵
- تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۴

چکیده

موفقیت تکثیر مصنوعی ماهیان علاوه بر ویژگی‌های تخمک‌نیازمند بررسی ارزیابی سریع خصوصیات اسپرم‌شناختی ماهیان نیز می‌باشد. مطالعه حاضر بر این اساس به بررسی همبستگی ویژگی‌های ریخت‌شناسی مولدین نر ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*) با خصوصیات اسپرم‌شناختی آن‌ها شامل حجم اسپرم، درصد اسپرم‌های متحرک، مدت زمان تحرک اسپرم، تراکم اسپرم و اسپرماتوکریت پرداخته است. تعداد ۴۰ عدد مولد نر ماهی سفید سه تا چهار ساله برای این منظور از ماهیان صید شده در حاشیه جنوب‌غربی دریای خزر به صورت تصادفی انتخاب و پارامترهای اسپرم‌شناختی (حجم اسپرم، تراکم اسپرم، تحرک اسپرم، درصد اسپرم‌های متحرک و اسپرماتوکریت) و برخی خصوصیات ریخت‌شناسی آن‌ها (وزن، طول چنگالی و ارتفاع بدن) به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفتند. میانگین وزن و طول چنگالی ماهیان سفید صید شده در این پژوهش به ترتیب برابر $758/10 \pm 49/20$ گرم و $40/35 \pm 3/72$ سانتی‌متر بود. به علاوه حجم اسپرم هر ماهی معادل $2/15 \pm 0/27$ میلی‌متر، اسپرم‌های متحرک برابر $75/36 \pm 8/65$ درصد، مدت زمان تحرک اسپرم به میزان $41/45 \pm 3/48$ ثانیه، تراکم اسپرم برابر $14/93 \pm 1/21$ میلیارد اسپرم در میلی‌لیتر و اسپرماتوکریت به میزان $89/75 \pm 2/45$ درصد بود. یافته‌ها نشان داد که اسپرماتوکریت همبستگی مثبت معنی‌داری با طول چنگالی ($0/886$) و ارتفاع بدن ($0/886$) دارد. همبستگی منفی معنی‌داری نیز میان طول چنگالی با تراکم اسپرم ($-0/829$) به دست آمد. نتایج این پژوهش نشان داد که می‌توان از طول چنگالی و ارتفاع بدن به عنوان معیار مناسبی برای تشخیص تراکم اسپرم و اسپرماتوکریت مولدین نر سفید دریای خزر بهره برد، درحالی‌که وزن ماهی سفید فاقد همبستگی معنی‌دار با خصوصیات اسپرم‌شناختی ماهی سفید در این پژوهش بود.

کلمات کلیدی: ماهی سفید، خصوصیات اسپرم‌شناختی، طول چنگالی، وزن



مقدمه

ماهی سفید (*Rutilus kutum*) یکی از مهم‌ترین ماهیان استخوانی دریای خزر از نوع ماهیان رودکوچ (Anadromous) بوده که برای تخم‌ریزی وارد رودخانه‌های منتهی به آن می‌گردد (Riede, 2001). ارزش بالای غذایی و کیفیت مناسب گوشت ماهی سفید سبب شده که نقش ویژه‌ای در اقتصاد مناطق جنوبی دریای خزر ایفا نماید. عملیات تکثیر و پرورش ماهی سفید به منظور بازسازی و حفظ ذخایر ارزشمند آن از سال‌های پیش آغاز شده و تاکنون نیز ادامه داشته است (Bani و همکاران، 2015؛ Keivany و همکاران، 2012).

بلوغ یک فرآیند پیچیده زیستی است که تحت تاثیر عوامل مختلف درونی و بیرونی در بی‌مهرگان و مهره‌داران قرار دارد. شروع تکثیر با رسیدن حیوانات به بلوغ جنسی و قابلیت جفت‌گیری در آن‌ها شناخته شده که در ماهیان نر با اسپرماتوزنز مشخص می‌شود (Cavaco و همکاران، 1997). عواملی به صورت مستقیم و غیرمستقیم در فرآیند تولیدمثل نقش آفرینی می‌کنند که کیفیت اسپرم ماهیان نر از جمله آن‌ها می‌باشد. کیفیت اسپرم می‌تواند تحت تاثیر عواملی مانند اندازه، سن، عوامل محیطی، متفاوت بودن کیفیت آب، خصوصیات ژنتیکی، رژیم غذایی و استرس‌های محیطی نظیر سموم، کیفیت آب و تراکم ماهی باشد (Bozkurt, 2006a,b).

تکثیر مصنوعی به منظور بازسازی ذخایر از جمله راه کارهای مهم برای ماهیانی است که ذخایر آن‌ها به شدت آسیب دیده‌اند (Braithwaite و Salvanes, 2010). موفقیت تکثیر در این شرایط علاوه بر ویژگی‌های تخم به کیفیت اسپرم (اسپرماتوزوا) نیز بستگی دارد به طوری که تولید لاروهای مناسب در تفریخگاه‌ها تحت تاثیر تولید گامت‌هایی از هر دو جنس با کیفیت بالا قرار دارد (Migaud و همکاران، 2013؛ تکه و همکاران، 1388). پارامترهای کیفی اسپرم بر این اساس جزء عواملی هستند که در موفقیت لقاح تخم تاثیر گذار هستند (Alavi و همکاران، 2004) که معمولاً به صورت شدت تحرک، درصد اسپرماتوزوئیدهای متحرک و مدت زمان حرکت رو به جلوی آن‌ها ارزیابی می‌گردد (Cabrita و همکاران، 2014).

دستیابی به نسل موفق تر ماهیان با توجه به تاثیر اسپرم با کیفیت بر سلامتی لاروها نیازمند ارزیابی سریع خصوصیات اسپرم خواهد بود (Adewumi و همکاران، 2005). همواره بیشترین توجه در صنعت پرورش ماهی به خصوصیات تخم و لارو معطوف گشته و نگاه کم‌تری نسبت به کیفیت اسپرم مبذول شده در

صورتی که ویژگی هر دو نوع گامت روی موفقیت لقاح و بقای لارو موثر است (Rurangwa و همکاران، 2004). ارزیابی کیفیت اسپرم و به‌ویژه طول دوره تحرک اسپرم بر این اساس برای افزایش کارایی لقاح مصنوعی مورد توجه قرار گرفته است (Fitzpatrick و همکاران، 2005). انتخاب مولدهای مناسب که بتوانند اسپرمی با کیفیت بالا را در اختیار قرار دهند نیز همواره از دغدغه‌های مدیران مراکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان به حساب می‌آید (Migaud و همکاران، 2013).

پژوهش‌های مختلفی در خصوص تکثیر مصنوعی ماهی سفید انجام گرفته که از آن جمله می‌توان به مطالعه فارابی و همکاران (1386) اشاره نمود که به بررسی وضعیت تکثیر مولدین و رهاسازی بچه ماهی سفید در حوزه جنوبی دریای خزر پرداخته و نشان دادند که بالاترین میزان استحصال تخم ماهی سفید در نیمه اول فروردین در رودخانه شیروود به دست می‌آید. هم‌چنین خارا و همکاران (1389) با بررسی اثر سن بر عملکرد تولیدمثلی مولدین نر ماهی سفید در رودخانه تجن مشخص نمودند که مولدین نر 3 ساله و 4 ساله به ترتیب بیشترین میزان اسپرماتوکریت و غلظت اسپرم را دارند. پژوهش‌های بسیار دیگری نیز در رابطه با ماهی سفید دریای خزر به انجام رسیده که در میان آن‌ها می‌توان به مطالعه گرایلی‌افرا (1379) به منظور بررسی عوامل زیست‌بوم‌شناختی بر استحصال تخم ماهی سفید در رودخانه‌های تجن و شیروود، نجارلشگری (1385) در رابطه با مقایسه برخی خصوصیات اسپرم مولدین ماهی سفید رودخانه‌های شیروود و تنکابن، تکه و همکاران (1388) در مقایسه برخی پارامترهای اسپرم‌شناختی و بیوشیمیایی منی مولدین ماهی سفید در زمان‌های مهاجرت تولیدمثلی اشاره نمود.

هم‌چنین تحقیقات بسیاری نشان‌دهنده وجود رابطه معنی‌دار بین سن، وزن و طول با کارایی تکثیر گونه‌های مختلف ماهیان است (Gorjian Arabi و همکاران، 2012؛ Alavi و همکاران، 2009b؛ Ceballos-Vazquez و همکاران، 2003). با این وجود مطالعه‌ای در خصوص ارتباط بین ویژگی‌های اسپرم شناختی با خصوصیات ریخت‌شناسی مولدین نر ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*) به‌عنوان یک گونه ارزشمند بومی در ایستگاه‌های صیادی به منظور برنامه‌های بازسازی ذخایر صورت نگرفته است. تحقیق حاضر بر این اساس به ارتباط خصوصیات ریخت‌شناسی مولدین نر ماهی سفید با ویژگی‌های اسپرم شناختی آن‌ها در حاشیه جنوب‌غربی دریای خزر پرداخت.



مواد و روش‌ها

این پژوهش در نیمه اول فروردین ۱۳۹۳ در مرکز تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی شهید انصاری رشت صورت پذیرفت. انتخاب ماهیان آزمایشی از میان ایستگاه صیادی شیلات (دهانه رودخانه سفیدرود و خشک‌رود) و پره‌های صیادی انجام پذیرفت که در فرآیند تکثیر ماهی سفید طی فصل تکثیر مصنوعی و بازسازی ذخایر دخالت داشته تا نشان‌دهنده جامعه ماهیان حاشیه جنوب‌غربی دریای خزر باشند. این مناطق هر ساله از ۲۰ مهرماه تا ۱۵ فروردین سال بعد مبادرت به صید ماهیان استخوانی و غضروفی-استخوانی برای بازسازی ذخایر آن‌ها می‌نمایند. صید ماهی در پره‌ها از نوع تقریبی بوده که تا فاصله یک کیلومتری دریا پیشروی می‌کرد. صید در رودخانه نیز به کمک احداث شیل و استفاده از پره در پشت آن صورت پذیرفت.

تعداد ۴۰ عدد ماهی مولد جنس نر سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*) سه تا چهار ساله به‌صورت تصادفی از میان ایستگاه‌ها انتخاب و با کمک ماشین حمل مجهز به اکسیژن به مرکز تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی شهید انصاری رشت منتقل گردیدند. ماهیان پس از انتقال به کارگاه درون دو حوضچه سیمانی جداگانه از سایر ماهیان کارگاه نگهداری شدند و هر یک از ماهی‌ها با اتصال پلاک‌هایی به باله پشتی شماره‌گذاری شدند. سپس خصوصیات ریخت‌سنجی هر یک از مولدین نر به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفتند. ماهیان برای این منظور ابتدا با پودر گل میخک به‌میزان ۱۰۰ قسمت در میلیون آب بی‌هوش شدند (سلیمانی و همکاران، ۱۳۸۷). دمای آب در زمان شروع بررسی برابر 25 ± 1 درجه سانتی‌گراد و pH آب معادل ۷/۸ بود. فاکتورهای ریخت‌سنجی شامل طول چنگالی و ارتفاع بدن توسط تخته زیست‌سنجی با دقت ۱ میلی‌متر مطابق با روش Berg (۱۹۴۹) اندازه‌گیری شدند. وزن کل بدن تک تک ماهیان نیز به کمک ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم مطابق با الگوی Kulkarni و همکاران (۲۰۱۱) به‌دست آمد.

اسپرم‌گیری از مولدین نر ماهیان سفید برای اندازه‌گیری پارامترهای اسپرم‌شناختی به‌صورت جداگانه و پس از زیست‌سنجی انجام پذیرفت. منفذ تناسلی ماهیان نر برای این منظور ابتدا با الکل ضدعفونی و سپس کاملاً خشک گردید. نحوه اسپرم‌گیری به این صورت بود که تمام مایع منی یک مولد پس از ۷ مرتبه ماساژ شکمی درون لوله‌های آزمایش استریل ریخته شد. نمونه‌ها در فلاسک حاوی یخ نگهداری و بلافاصله جهت اندازه‌گیری پارامترهای آزمایشی شامل حجم اسپرم، درصد اسپرم‌های متحرک،

مدت زمان تحرک اسپرم، تراکم اسپرم و میزان اسپرماتوکریت به آزمایشگاه مرکز بانک ژن ماهیان خاویاری کشور مستقر در انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان منتقل شدند و مقادیر مربوط به هر یک از آن‌ها با انجام چهار تکرار به‌شرح زیر به‌دست آمد.

حجم اسپرم‌دهی هر ماهی به‌صورت جداگانه با کمک استوانه مدرج بر حسب میلی‌لیتر به‌دست آمد. میزان ۵ میکرولیتر اسپرم نیز برای اندازه‌گیری درصد اسپرم‌های متحرک و طول دوره حرکت به‌وسیله سمپلر روی یک لام خشک زیر میکروسکوپ نوری (Japan, Nikon) با بزرگنمایی $\times 20$ مجهز به دوربین فیلم‌برداری قرار گرفته و ۱۰۰ میکرولیتر از آب کارگاه جهت فعال‌سازی حرکت اسپرم‌ها به آن اضافه شد. هم‌زمان مدت زمان تحرک اسپرم‌ها توسط کورنومتر دیجیتالی ثبت گردید (Aas و همکاران، ۱۹۹۱). مدت زمان تحرک اسپرم‌ها طبق نظر Billard و Cosson (۱۹۹۲) به‌صورت زمانی در نظر گرفته شد که تحرک ۹۵ تا ۹۹ درصد سلول‌ها متوقف شوند. درصد اسپرم‌های متحرک نیز به‌روش تخمین چشمی با شمارش ۱۰۰ عدد اسپرم و تعیین نسبت اسپرم‌های متحرک به تمام اسپرم‌ها به‌دست آمد (Horváth و همکاران، ۲۰۰۵).

تراکم اسپرم پس از رقیق‌سازی یک میکرولیتر از مایع منی با استفاده از محلول رقیق‌کننده اسپرم شامل ۰/۷ درصد کلرید سدیم (NaCl) به نسبت ۱ به ۱۰۰۰ و قرار گرفتن یک میکرولیتر از محلول رقیق شده روی لام هموسیستم زیر میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی $\times 400$ به‌دست آمد (Ciereszko و Dabrowski، ۱۹۹۳). عدد به‌دست آمده از شمارش سپس در رابطه ۱ قرار گرفت و میزان تراکم اسپرم بر اساس تعداد در هر میلی‌لیتر محاسبه گردید (Suquet و همکاران، ۱۹۹۲) که X در آن برابر تعداد اسپرماتوزوآ در هر میلی‌لیتر اسپرم و N برابر عدد حاصل از شمارش اسپرم‌ها بود:

$$X = N \times 10 \times 600 \times 5$$

میزان یک میلی‌لیتر از اسپرم هر ماهی برای اندازه‌گیری اسپرماتوکریت داخل لوله‌های میکروهماتوکریت ریخته شد و انتهای آن‌ها توسط خمیر مخصوص مسدود گردید. لوله‌ها در ادامه توسط دستگاه سانتریفیوژ (۱۳ Sigma, USA) با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. میزان اسپرماتوکریت هر ماهی با کمک خط‌کش مخصوص سنجش درصد اسپرماتوکریت به‌دست آمد (Williot و همکاران، ۲۰۰۰). تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ انجام گرفت. یافته‌ها به‌صورت میانگین همراه با خطای استاندارد ارائه گردیدند. هم‌چنین برای تعیین ارتباط میان



پارامترهای مذکور با خصوصیات ریخت‌شناسی از آزمون پیرسون (Pearson's correlation coefficient) با درصد احتمال در سطح ۵ درصد استفاده شد.

($p > 0.05$). میان تغییرات وزن و ارتفاع بدن مولدین نر ماهی سفید با افزایش یا کاهش مدت زمان تحرک اسپرم بود.

نتایج

جدول ۱: خصوصیات ریخت‌سنجی و اسپرم‌شناختی (خطای استاندارد \pm میانگین) در ماهی‌های سفید نر حاشیه جنوبی دریای خزر ($n=40$)

(خطای استاندارد \pm میانگین)	
طول چنگالی (سانتی‌متر)	۴۰/۳۵ \pm ۳/۷۲
ارتفاع بدن (سانتی‌متر)	۹/۲۵ \pm ۰/۷۱
وزن (گرم)	۷۵۸/۰۰ \pm ۴۹/۲۰
حجم اسپرم (میلی‌لیتر)	۲/۱۵ \pm ۰/۲۷
نسبت اسپرم‌های متحرک (درصد)	۷۵/۳۶ \pm ۸/۶۵
مدت زمان تحرک اسپرم (ثانیه)	۴۱/۴۵ \pm ۳/۴۸
تراکم اسپرم (میلیارد اسپرم در میلی‌لیتر)	۱۴/۹۳ \pm ۱/۲۱
اسپرماتوکریت (درصد)	۸۹/۷۵ \pm ۲/۴۵

میانگین خصوصیات ریخت‌سنجی و اسپرم‌شناختی مولدین نر ماهی سفید در جدول ۱ آورده شد. ماهیان نر سفید در این پژوهش دارای طول چنگالی برابر ۴۰/۳۵ \pm ۳/۷۲ سانتی‌متر بودند. هم‌چنین ارتفاع بدن ماهیان آزمایشی به ۹/۲۵ \pm ۰/۷۱ سانتی‌متر رسید درحالی‌که متوسط وزنی ماهیان برابر ۷۵۸/۰۰ \pm ۴۹/۲۰ گرم ثبت گردید. حجم اسپرم هر مولد در این پژوهش برابر با ۲/۱۵ \pm ۰/۲۷ میلی‌لیتر بود که ۱۴/۹۳ \pm ۱/۲۱ میلیارد عدد اسپرم در هر میلی‌لیتر از آن وجود داشت. مدت زمان متوسط تحرک اسپرم و درصد اسپرم‌های متحرک نیز به ترتیب برابر با ۴۱/۴۵ \pm ۳/۴۸ ثانیه و ۷۵/۳۶ \pm ۸/۶۵ درصد بودند.

این شرایط در مورد ارتباط میان ارتفاع بدن با تراکم اسپرم نیز وجود داشت به طوری‌که همبستگی معنی‌داری میان و ارتفاع بدن با تراکم اسپرم به دست نیامد ($p > 0.05$). هم‌چنین همبستگی معنی‌داری میان وزن با تراکم اسپرم ماهی سفید دریای خزر وجود نداشت ($p > 0.05$)، درحالی‌که طول چنگالی دارای یک همبستگی منفی معنی‌دار ($p < 0.05$) با تراکم اسپرم بود (جدول ۲). رابطه میان طول چنگالی با اسپرماتوکریت نشانگر یک همبستگی معنی‌دار بین این عامل با درصد اسپرماتوکریت مولدین نر ماهیان سفید دریای خزر بود. همبستگی مثبت طول چنگالی (۰/۸۸۶) با میزان اسپرماتوکریت بیانگر آن بود که افزایش طول چنگالی موجب افزایش در مقدار اسپرماتوکریت خواهد شد. یافته‌های این پژوهش هم‌چنین بیانگر وجود همبستگی معنی‌دار بین ارتفاع بدن با میزان اسپرماتوکریت بود. مقدار ۰/۸۸۶ همبستگی پیرسون بین ارتفاع بدن با میزان اسپرماتوکریت گویای آن است که افزایش ارتفاع بدن موجب افزایش میزان اسپرماتوکریت ماهیان نر سفید می‌گردد (جدول ۲). با این وجود رابطه معنی‌داری بین وزن و درصد اسپرماتوکریت به دست نیامد ($p > 0.05$).

بررسی همبستگی بین طول چنگالی با حجم اسپرم نشان داد که افزایش یا کاهش طول کل و طول چنگالی مولدین نر ماهیان سفید به تنهایی روی افزایش یا کاهش حجم اسپرم آن‌ها تاثیر ندارد (جدول ۲). شرایط مشابهی در مورد ارتباط میان وزن و حجم اسپرم نیز وجود داشت، به شکلی‌که ارتباط معنی‌داری میان حجم اسپرم با میزان وزن به دست نیامد با این وجود مطالعه همبستگی بین ارتفاع بدن و حجم اسپرم بیانگر ارتباط مثبت معنی‌دار ($p < 0.05$) بین این دو متغیر بود (جدول ۲).

ارتباط میان طول چنگالی با درصد اسپرم‌های متحرک نیز نشان داد که همبستگی معنی‌داری میان طول چنگالی مولدین نر سفید دریای خزر با افزایش یا کاهش اسپرم‌های متحرک وجود ندارد ($p > 0.05$). نتایج به دست آمده از بررسی همبستگی بین وزن و ارتفاع بدن با درصد اسپرم‌های متحرک بیانگر آن است که افزایش یا کاهش ارتفاع بدن مولدین نر ماهیان سفید به تنهایی روی افزایش یا کاهش درصد اسپرم‌های متحرک آن‌ها اثر ندارد (جدول ۲). هم‌چنین میزان وزن نیز دارای همبستگی معنی‌دار ($p > 0.05$) با درصد اسپرم‌های متحرک نبود (جدول ۲).

همبستگی بین طول چنگالی با مدت زمان تحرک اسپرم بیانگر آن بود که افزایش یا کاهش طول چنگالی مولدین نر ماهیان سفید به تنهایی اثری بر افزایش یا کاهش مدت زمان تحرک اسپرم ندارد. ارتباط بین میانگین وزن و ارتفاع بدن با مدت زمان تحرک اسپرم نیز بیانگر عدم وجود همبستگی معنی‌دار



جدول ۲: همبستگی بین خصوصیات ریخت‌شناسی با ویژگی‌های اسپرم‌شناختی ماهی‌های سفید نر حاشیه جنوبی دریای خزر (n=۴۰)

حجم اسپرم (میلی لیتر)	اسپرم اسپرم‌های متحرک (درصد)	مدت زمان تحرک اسپرم (ثانیه)	تراکم اسپرم (میلیارد اسپرم در میلی لیتر)	اسپرماتوکریت (درصد)	طول چنگالی (سانتی‌متر)
۰/۷۱۴	-۰/۰۲۹	-۰/۶۵۷	-۰/۸۲۹*	۰/۸۸۶*	طول چنگالی (سانتی‌متر)
۰/۷۷۱*	-۰/۳۷۱	-۰/۲۵۷	-۰/۵۴۳	۰/۸۸۶*	ارتفاع بدن (سانتی‌متر)
۰/۳۷۳	۰/۰۵۶	-۰/۳۳۷	-۰/۳۳۷	۰/۴۳۴	وزن (گرم)

* بیانگر معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ درصد بین هر زوج متغیر است.

بحث

چنگالی از تقریب مناسب‌تری برای ایجاد همبستگی در این گونه برخوردار است.

علی‌رغم ارتباط بین تراکم اسپرم و وزن ماهیان در تحقیقات گذشته (Şahinöz و همکاران، ۲۰۰۷؛ Hoysak و Liley، ۲۰۰۱)، چنین ارتباطی در پژوهش حاضر یافت نشد که نشان می‌دهد نباید انتخاب مولدهای نر ماهی سفید دریای خزر برای تکثیر بر اساس وزن صورت گرفته و طول چنگالی عامل تاثیرگذارتری است. در مقابل همبستگی منفی معنی‌داری میان تراکم اسپرم با طول چنگالی در این پژوهش به دست آمد. چنین شرایطی را می‌توان به رشد آلومتریک ماهی سفید نسبت داد (Abedi و همکاران، ۲۰۱۲)، به طوری که وزن ماهی متناسب با طول ماهی افزایش نیافته و در نتیجه یک الگوی مشابه در ارتباط میان تراکم اسپرم با وزن و طول چنگالی به دست نیامد.

میزان اسپرماتوکریت در مایع منی یکی دیگر از متغیرهایی است که برای ارزیابی کیفیت اسپرم ماهیان مورد بررسی قرار می‌گیرد (ایمانپور و همکاران، ۱۳۸۸؛ Liley و همکاران، ۲۰۰۲). بررسی همبستگی بین اندازه ماهی با اسپرماتوکریت در تحقیق حاضر بیانگر آن است که طول چنگالی ماهیان سفید با درصد اسپرماتوکریت دارای همبستگی مثبت است (جدول ۲). یافته‌های این پژوهش مشابه تحقیقات انجام شده روی ماهی باس راه‌راه (*Morone saxatilis*)، باس دریایی (*Dicentrarchus labrax*) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorhynchus mykiss*) (Liley و همکاران، ۲۰۰۲؛ Dreanno و همکاران، ۱۹۹۹؛ Vuthiphandchai و Zohar، ۱۹۹۹) می‌باشد. علاوه بر این عدم ارتباط معنی‌دار میان تغییرات وزن با حجم اسپرماتوکریت بر خلاف تحقیق Alavi و همکاران (۲۰۰۷) روی ماهی سوف (*Perca fluviatilis*) نشان دهنده این موضوع است که خصوصیات ریخت‌شناسی موثر بر کیفیت اسپرم برای هر گونه باید مشخص گردد. وجود چنین اختلافاتی را می‌توان به عواملی هم‌چون گونه و سن ماهیان نسبت

تعیین پارامترهای موثر بر فعالیت اسپرم به منظور افزایش کارایی تکثیر مصنوعی دارای اهمیت بسیاری است (Alavi و همکاران، ۲۰۰۴). زمان شروع حرکت اسپرم (Cabrita و همکاران، ۲۰۱۴؛ Shaliutina و همکاران، ۲۰۱۲) و طول دوره تحرک اسپرم (Rurangwa و همکاران، ۲۰۰۴؛ Billard و Cosson، ۱۹۹۲) در گونه‌های مختلف متفاوت بوده و با تغییر محیط‌زیست و مشخصه‌های ظاهری آن‌ها تغییر می‌کند (Alavi و همکاران، ۲۰۰۹؛ Kruger و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین انتخاب مولدین نر مناسب براساس ارتباط بین پارامترهای ریخت‌شناسی با کیفیت و کمیت اسپرم منجر به ایجاد نسل موفق‌تری خواهد شد. عوامل زیستی و غیرزیستی متعددی مانند غذا، استرس‌های محیطی، تناسب شرایط محیطی با نیازهای فیزیولوژیک و وجود شکارچیان بر ساختار طولی و وزنی ماهیان اثر دارد که منجر به تفاوت در میانگین‌های پارامترهای طول و وزن خواهد شد (نجارلشگری، ۱۳۸۵).

تولید و کیفیت اسپرم می‌تواند تحت تاثیر عواملی مانند اندازه، وزن، شرایط فیزیولوژیک و سن ماهی قرار گیرد (Alavi و همکاران، ۲۰۰۹b؛ Bozkurt، ۲۰۰۶a؛ Ceballos-Vazquez و همکاران، ۲۰۰۳). حجم و تراکم اسپرم در گونه‌های مختلف متفاوت است به طوری که میزان آن در ماهیان نر با افزایش سن بالا می‌رود (Ceballos-Vazquez و همکاران، ۲۰۰۳؛ Ingermann و همکاران، ۲۰۰۲).

تولید اسپرم و کیفیت آن تحت تاثیر اندازه ماهی قرار دارد (Hajirezaee و همکاران، ۲۰۱۰؛ Alavi و همکاران، ۲۰۰۹b). وجود ارتباط معنی‌دار مثبت بین طول چنگالی و تراکم اسپرم نشان داد که طول چنگالی می‌تواند یک معیار واقع‌گرایانه‌تر برای تعیین میزان تراکم اسپرم ماهی نر سفید دریای خزر باشد. طول



- داد که بر میزان اسپرماتوکریت ماهیان تاثیرگذار هستند (خارا و همکاران، ۱۳۸۹؛ لرستانی و همکاران، ۱۳۸۵)
- عدم همبستگی بین وزن ماهی سفید با مدت زمان تحرک اسپرم در مطالعه حاضر مشاهده گردید. با این وجود Alavi و همکاران (۲۰۰۹b) در تحقیق خود گزارش نمودند که وزن یکی از عوامل موثر در افزایش مدت زمان تحرک اسپرم اردک ماهی (*Esox lucius*) است. به عبارت دیگر اندازه یا وزن اثری بر مدت زمان تحرک اسپرم ماهی سفید دریای خزر نداشته و مقدار این متغیر می‌تواند بیش‌تر تحت تاثیر عوامل محیطی قرار داشته باشد. انتخاب مولدین نر مناسب بر اساس ارتباط بین پارامترهای ریخت‌شناسی و کیفیت و کمیت اسپرم منجر به ایجاد نسل موفق‌تری خواهد شد چرا که اندازه و شرایط فیزیولوژیک ماهی بر تولید و کیفیت اسپرم اثرگذار است (Bozkurt, ۲۰۰۶a). تفاوت نتایج تحقیق حاضر با مطالعات سایر پژوهشگران می‌تواند تحت تاثیر عوامل ژنتیکی، کیفیت آب، شرایط محیطی، رژیم غذایی و استرس‌های محیطی نظیر صید و جابه‌جایی باشد (Bozkurt, ۲۰۰۶a,b). این عوامل قابلیت لقاح را با تاثیر بر میزان تراکم، حجم و طول دوره تحرک اسپرم تغییر داده و بر موفقیت تکثیر اثرگذار خواهد بود (McNiven و همکاران، ۱۹۹۲).
- نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که طول چنگالی همبستگی منفی معنی‌دار با تراکم اسپرم و مثبت معنی‌دار با درصد اسپرماتوکریت دارد. هم‌چنین همبستگی مثبت معنی‌داری بین ارتفاع بدن با حجم اسپرم و درصد اسپرماتوکریت به‌دست آمد، درحالی‌که وزن فاقد همبستگی معنی‌داری با متغیرهای مطالعاتی بود. بنابراین می‌توان از این خصوصیات ریخت‌شناسی برای تشخیص میزان رسیدگی و تراکم اسپرم ماهی سفید دریای خزر بهره برد. با این وجود توصیه می‌گردد اثر این عوامل ریخت‌شناسی بر سایر ویژگی‌های اثرگذار در موفقیت تکثیر هم‌چون کیفیت تخمک، میزان لقاح و تفریح تخم‌های ماهی سفید دریای خزر نیز مورد بررسی قرار گیرد.
- منابع**
- ایمانپور، م.ر.؛ فندرسکی، ف. و کردجی، م.، ۱۳۸۸. ارتباط میان اندازه ماهی با حجم اسپرم‌دهی، شاخص هماتوکریت، خصوصیات گنادی و پارامترهای اسپرم‌شناختی در ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspius*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۳، شماره ۶، صفحات ۱ تا ۷.
 - تکه، ش.؛ ایمانپور، م.ر.؛ سوداگر، م. و شعبانی، ع.، ۱۳۸۸. مقایسه برخی پارامترهای اسپرم‌شناختی و بیوشیمیایی سمین ماهی سفید مولد (*Rutilus frisii kutum kamensky* ۱۹۰۱) در زمان‌های مختلف مهاجرت تولیدمثلی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۶، شماره ۲، صفحات ۱ تا ۱۱.
 - خارا، ح.؛ به‌گزین، م.؛ یوسفیان، م.؛ رهبر، م.؛ احمدنژاد، م. و بینایی، م.، ۱۳۸۹. اثر سن بر عملکرد تولیدمثلی مولدین نر ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) رودخانه تجن. مجله علوم زیستی واحد لاهیجان. سال ۴، شماره ۳، صفحات ۱۰۹ تا ۱۱۷.
 - سلیمانی، ن.؛ حاجی‌مرادلو، ع.؛ قربانی، ر.؛ خوشباور رستمی، ح. و حسن‌آبادی‌زاده، ز.، ۱۳۸۷. تاثیر مقادیر مختلف ویتامین C تزریقی بر بقا ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در مقابله با دزهای مختلف ترونت انگل ایکتیوفتیریوس مولتی فیلیس (*Ichthyophytirius multifillis*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۶، شماره ۵، صفحات ۱۳۲ تا ۱۳۸.
 - فارابی، م.و.؛ خوشباوررستمی، ح.؛ قانع‌تهرانی، م.؛ قیاسی، م.؛ آذری، ع.؛ بهروزی، ش.؛ موسوی، ه.؛ فیروزکنديان، ش.؛ حبیبی، ف.؛ زاهدی‌طبرستانی، آ.؛ ملائی، ح.؛ مهدوی امیری، ا.؛ عقلمندی، ف. و بینائی، م.، ۱۳۸۶. بررسی وضعیت تکثیر مولدین و رهاسازی بچه ماهیان سفید در حوزه جنوبی دریای خزر (استان مازندران، سال ۱۳۸۳). مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان. سال ۷۴، صفحات ۱۵۶ تا ۱۶۶.
 - گرایلی افرا، ع.، ۱۳۷۹. بررسی عوامل اکوفیزیولوژیکی بر روی استحصال تخم ماهی سفید در رودخانه‌های تجن و شیروود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات. دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان. ۸۳ صفحه.
 - لرستانی، ر.؛ احمدی، م.ر. و کلباسی، م.ر.، ۱۳۸۵. اثر سن مولدین نر قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بر مدت زمان تحرک اسپرم، میزان اسپرماتوکریت و چشم‌زدگی. مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۵، شماره ۱، صفحات ۱۱۹ تا ۱۲۸.
 - نجارلشگری، س.، ۱۳۸۵. مقایسه و بررسی برخی خصوصیات اسپرم مولدین ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) رودخانه‌های شیروود، تنکابن (استان مازندران) و خشک‌رود (استان گیلان). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد شیلات. دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان. ۲۲۷ صفحه.
 - Aas, G.H.; Refstie, T. and Gjerde, B., ۱۹۹۱. Evaluation of milt quality of Atlantic salmon. Aquaculture. Vol. ۹۵, pp: ۱۲۵-۱۳۲.
 - Abedi, Z.; Rahmani, H.; Khalesi, M.K. and Khara, H. ۲۰۱۲. A comparative study on some biological parameters in broodstock and juvenile kutum, *Rutilus kutum*, in the



- M.P. and Robles, V., ۲۰۱۴. Factors enhancing fish sperm quality and emerging tools for sperm analysis. *Aquaculture*. Vol. ۲۰, pp: ۳۸۹-۴۰۱.
۲۶. Cavaco, J.E.B.; Vischer, H.F.; Lambert, J.G.D.; Goos, H.J.T. and Schulz, R.W., ۱۹۹۷. Mismatch between patterns of circulating and testicular androgens in African catfish, *Clarias gariepinus*. *Fish Physiol Biochem*. Vol. ۱۷, pp: ۱۵۵-۱۶۲.
۲۷. Ceballos-Vazquez, B.P.; Rosas, C. and Racotta, I.S., ۲۰۰۳. Sperm quality in relation to age and weight of white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*. Vol. ۲۲۸, pp: ۱۴۱-۱۵۱.
۲۸. Ciereszko, A. and Dabrowski, K., ۱۹۹۳. Estimation of sperm concentration of rainbow trout, whitefish and yellow perch using spectrophotometric technique. *Aquaculture*. Vol. ۱۰۹, pp: ۳۶۷-۳۷۳
۲۹. Dreanno, C.; Cosson, J.; Suquet, M.; Dorange, G.; Fauvel, C.; Cibert, C. and Billard, R., ۱۹۹۹. Effect of osmolality, morphology and intracellular nucleotide content during the movement of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) spermatozoa. *J Reprod Fertil*. Vol. ۱۱۶, pp: ۱۱۳-۱۲۵.
۳۰. Fitzpatrick, J.; Henry, J.C.; Liley, N.R. and Devlin, R.H., ۲۰۰۵. Sperm characteristics and fertilization success of masculinized coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture*. Vol. ۲۴۹, pp: ۴۵۹-۴۶۸.
۳۱. Gorjian Arabi, M.H.; Sedaghat, S.; Hoseini, S.A. and Fakhri, A., ۲۰۱۲. Age and growth of Kutum, *Rutilus frisii kutum* (Kamenskii ۱۹۰۱) in Tajan River (Southern Caspian Sea to Iran). *Global Veterinaria*. Vol. ۹, pp: ۲۱۱-۲۱۴.
۳۲. Hajirezaee, S.; Majazi Amiri, B. and Mirvaghefi, A., ۲۰۱۰. Fish milt quality and major factors influencing the milt quality parameters: A review. *Afr J Biotechnol*. Vol. ۹, pp: ۹۱۴۸-۹۱۵۴
۳۳. Horváth, A.; Wayman, W.R.; Urbán, B.; Ware, K.M.; Dean, J.C. and Tiersch, T.R., ۲۰۰۵. The relationship of cryoprotectants methanol and dimethyl sulfoxide and hyperosmotic extenders on sperm cryopreservation of two North-American sturgeon species. *Aquaculture*. Vol. ۲۴۷, pp: ۲۴۳-۲۵۱.
۳۴. Hoysak, D.J. and Liley, N.R., ۲۰۰۱. Fertilization dynamics in sockeye salmon and a comparison of sperm from alternative male phenotypes. *J Fish Biol*. Vol. ۵۸, pp: ۱۲۸۶-۱۳۰۰.
۳۵. Ingermann, R.L.; Holcomb, M.; Robinson, M.L. and Cloud, J.G., ۲۰۰۲. Carbon dioxide and pH affect sperm motility of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *J Exp Biol*. Vol. ۲۰۵, pp: ۲۸۸۵-۲۸۹۰.
۳۶. Keivany, Y.; Zare, P. and Kalteh, L., ۲۰۱۲. Age, Growth and Reproduction of the Female Kutum, *Rutilus kutum* (Kamensky, ۱۹۰۱) (Teleostei: Cyprinidae), in Gorgan-Rud Estuary, Northern Iran. *Res Zool*. Vol. ۲, No. ۳, pp: ۷-۱۳.
۳۷. Kruger, J.C.D.; Smit, G.L.; Van Vuren, J.H.J. and Ferreira, J.T., ۲۰۰۶. Some chemical and physical characteristics of the semen of *Cyprinus carpio* L. and *Oreochromis mossambicus* (Peters). *J Fish Biol*. Vol. ۲۴, pp: ۲۶۳-۲۷۲.
- southern Caspian Sea basin. *Caspian J Env Sci*. Vol. ۱۰, No. ۲, pp: ۲۰۵-۲۱۳.
۱۱. Adewumi, A.A.; Olaleye, V.F. and Adeolu, E.A., ۲۰۰۵. Egg and Sperm quality of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell) broodstock fed differently heated soybean-based diets. *J Agric Biol Sci*. Vol. ۱, pp: ۱۷-۲۲.
۱۲. Alavi, S.M.H. and Cosson, J., ۲۰۰۶. Sperm motility in fishes: (II) Effects of ions and osmotic pressure. *Cell Biolo Int*. Vol. ۳۰, pp: ۱-۱۴.
۱۳. Alavi, S.M.H.; Cosson, J.; Karami, M.; Amiri, B.M. and Akhoundzadeh, M.A., ۲۰۰۴. Spermatozoa motility in the Persian sturgeon, *Acipenser persicus*: Effects of pH, dilution ratio, ions and osmolality. *Reproduction*. Vol. ۱۲۸, pp: ۸۱۹-۸۲۸.
۱۴. Alavi, S.M.; Rodina, M.; Policar, T.; Kozak, P.; Psenicka, M. and Linhart, O., ۲۰۰۷. Semen of *Perca fluviatilis* L: Sperm volume and density, seminal plasma indices and effects of dilution ratio, ions and osmolality on sperm motility. *Theriogenology*. Vol. ۶۸, pp: ۲۷۶-۲۸۳.
۱۵. Alavi, S.M.H.; Rodina, M.; Viveiros, A.T.M.; Cosson, J.; Gela, D.; Boryshpolets, S. and Linhart, O., ۲۰۰۹a. Effects of osmolality on sperm morphology, motility and flagellar wave parameters in northern pike (*Esox lucius* L.). *Theriogenology*. Vol. ۷۲, pp: ۳۲-۴۳.
۱۶. Alavi, S.M.H.; Rodina, M.; Policar, T. and Linhart, O., ۲۰۰۹b. Relationships between semen characteristics and body size in *Barbus barbus* L. (Teleostei: Cyprinidae) and effects of ions and osmolality on sperm motility. *Comp Bioch Phys B*. Vol. ۱۵۳, pp: ۴۳۰-۴۳۷.
۱۷. Bani, A.; Haghi Vayghan, A. and NaserAlavi, M. ۲۰۱۵. The effects of salinity on reproductive performance and plasma levels of sex steroids in Caspian kutum *Rutilus frisii kutum*. *Aquac Res*. doi: ۱۰.۱۱۱۱/are.۱۲۷۶۲.
۱۸. Berg, L.S., ۱۹۴۹. Presnovodnye ryby Irana I sopredel'nykh stran (Freshwater fishes of Iran and adjacent countries). *Trudy Zoologicheskogo Instituta Akademii Nauk SSSR*. Vol. ۸, pp: ۷۸۳-۸۵۸.
۱۹. Billard, R., ۱۹۹۲. Reproduction in rainbow trout: sex differentiation, dynamics of gametogenesis, biology and preservation of gametes. *Aquaculture*. Vol. ۱۰۰, pp: ۲۶۳-۲۹۸.
۲۰. Billard, R. and Cosson, M.P., ۱۹۹۲. Some problems related to the assessment of sperm motility in freshwater fish. *J Exp Zool*. Vol. ۲۶۱, pp: ۱۲۲-۱۳۱.
۲۱. Billard, R.; Cosson, J.; Percec, G. and Linhart, O., ۱۹۹۵. Biology of sperm and artificial reproduction in carp. *Aquaculture*. Vol. ۱۲۴, pp: ۹۵-۱۱۲.
۲۲. Bozkurt, Y., ۲۰۰۶a. Relationship between body condition and spermatological properties in scaly carp (*Cyprinus carpio*) semen. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. Vol. ۵, pp: ۴۱۲-۴۱۴.
۲۳. Bozkurt, Y., ۲۰۰۶b. The relationship between body condition, sperm quality parameters and fertilization success in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J Anim Vet Adv*. Vol. ۵, pp: ۲۸۴-۲۸۸.
۲۴. Braithwaite, V. and Salvanes, A.G.V., ۲۰۱۰. Aquaculture and restocking: implications for conservation and welfare. *J Anim Welfare*. Vol. ۱۹, pp: ۱۳۹-۱۴۹.
۲۵. Cabrita, E.; Martnez-Paramo, S.; Gavaia, P.J.; Riesco, M.F.; Valcarce, D.G.; Sarasquete, C.; Herraiz,



۳۸. **Kulkarni, P.; Willeke, K. and Baron, P.A., ۲۰۱۱.** Aerosol measurement: principles, techniques and applications. John Wiley & Sons Publication, New Jersey, USA. ۹۰۴ p.
۳۹. **Liley, N.R.; Tamkee, P.; Tsai, R. and Hoysak, D.J., ۲۰۰۲.** Fertilization dynamics in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Effect of male age, social experience, and sperm concentration and motility on in vitro fertilization. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sci. Vol. ۵۹, pp: ۱۴۴-۱۵۲.
۴۰. **Mcniven, M.A.; Gallant, R.K. and Richardson, G.F., ۱۹۹۲.** In vitro methods of assessing viability of rainbow trout spermatozoa. Theriogenology. Vol. ۳۸, pp: ۶۷۹-۶۸۶.
۴۱. **Migaud, H.; Bell, G.; Cabrita, E.; McAndrew, B.; Davie, A.; Bobe, J.; Herraes, M.P. and Carrillo, M., ۲۰۱۳.** Gamete quality and broodstock management in temperate fish. Rev Aqua. Vol. ۵, pp: S۱۹۴-S۲۲۳.
۴۲. **Riede, K., ۲۰۰۱.** The global register of migratory species. Database, GIS Maps and Threat Analysis. Münster (Landwirtschaftsverlag). ۴۰۰ p.
۴۳. **Rurangwa, E.; Kime, D.E.; Ollevier, F. and Nash, J.P., ۲۰۰۴.** The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. Aquaculture. Vol. ۲۳۴, pp: ۱-۲۸.
۴۴. **Şahinöz, E.; Aral, F. and Dogu, Z., ۲۰۰۷.** Determination of spermatological properties of male *Liza abu* (Heckel, ۱۸۴۳) in Atatürk Dam Lake, Şanlıurfa. J Fish Physiol Biochem. Vol. ۳۴, pp: ۷۱-۷۶.
۴۵. **Shaliutina, A.; Hulak, M.; Dzuyba, B. and Linhart, O., ۲۰۱۲.** Spermatozoa motility and variation in the seminal plasma proteome of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) during the reproductive season. Mol Reprod Dev. Vol. ۷۹, pp: ۸۷۹-۸۸۷.
۴۶. **Suquet, M.; Omnes, M.H.; Normant, Y. and Fauve, D.K., ۱۹۹۲.** Assessment of sperm concentration and motility in Turbot, *Scoph thalmus maximus*. Aquaculture. Vol. ۱۰۱, pp: ۱۷۷-۱۸۵.
۴۷. **Vuthiphandchai, V. and Zohar, Y., ۱۹۹۹.** Age-related sperm quality of captive striped bass *Morone saxatilis*. J World Aquacul Soc. Vol. ۳۰, pp: ۶۵-۷۲.
۴۸. **Williot, P.; Kopeika, E.F. and Goncharov, B., ۲۰۰۰.** Influence of testis state, temperature and delay in semen collection on spermatozoa motility in the culture Siberian sturgeon (*Acipenser baerii Brandt*). Aquaculture. Vol. ۱۸۹, pp: ۵۳-۶۱.

