20.1001.1.20080026.1401.16.2.5.4

تعیین رابطه سن مولدین نر با عوامل کارایی تکثیر مصنوعی ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*, Kamenskii 1901) در رودخانه شیرود

مهدی یوسفیان[۱*]، ابراهیم باوندسوادکوهی[۲]، شعبانعلی نظامی[۳]

[۱] پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، ایران.

[۲] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

[۳] مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۳/۹

چکیده

ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) از ماهیان باارزش دریای خزر می‌باشد که سالانه به رودخانه‌های ایران هم‌چون رودخانه شیرود مهاجرت می‌کند. در این پژوهش اثر سن مولدین نر روی برخی پارامترهای اسپرم‌شناختی (حجم، تراکم، درصد اسپرماتوکریت و درصد تحرک) و روند تکثیر مصنوعی ماهی سفید مهاجر به رودخانه شیرود بررسی شد. به این منظور اسپرم‌های استحصالی از ۳۰ مولد نر (۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ ساله) با تخمک‌های ۳۰ مولد ماده لقاح داده شدند. به‌طوری‌که بیش‌ترین وزن (۹۷۵ گرم) و طول کل (۴۷/۲۵ سانتی‌متر) در مولدین نر ۶ ساله و کم‌ترین وزن (۳۷۳/۳۳ گرم) و طول کل (۳۵/۶ سانتی‌متر) در مولدین نر ۲ ساله دیده شد. بیش‌ترین حجم اسپرم (۵/۲۲ میلی‌لیتر)، تراکم اسپرم ۴۵×۱۰^{۹} اسپرم در میلی‌لیتر)، درصد اسپرماتوکریت (۳۹/۳ درصد) و درصد تحرک اسپرم (۷۷/۴ درصد) به‌ترتیب در مولدین ۵، ۲، ۲ و ۴ ساله مشاهده گردید. همچنین کم‌ترین حجم اسپرم (۳/۰۳ میلی‌لیتر)، تراکم اسپرم ۳۰×۱۰^{۹} اسپرم در میلی‌لیتر)، درصد اسپرماتوکریت (۳۰/۳ درصد) و درصد تحرک اسپرم (۷۴ درصد) به‌ترتیب در مولدین ۲، ۶، ۴ و ۶ ساله مشاهده گردید. بیش‌ترین درصد لقاح (۹۵/۲ درصد) و درصد ظهور لارو (۸۳ درصد) در مولدین ۴ ساله و کم‌ترین درصد لقاح (۸۸/۵ درصد) و نرخ ظهور لارو (۷۷/۶ درصد) به‌ترتیب در مولدین ۶ و ۲ ساله دیده شده است. بین سنین مختلف از نظر میانگین، حجم اسپرم (P=۰/۳۲۳)، تراکم اسپرم (P=۰/۵۳۹)، درصد اسپرماتوکریت (P=۰/۱۸۷) و درصد تحرک اسپرم (P=۰/۱۶۴) اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد، اما از نظر میانگین درصد لقاح اختلاف معنی‌دار (P=۰/۰۱۶) مشاهده شد. بنابراین از بعد اقتصادی برای تکثیر مصنوعی مولدین نر ۴ ساله بهترین گزینه می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: ماهی سفید، پارامترهای اسپرم‌شناختی، درصد لقاح، ظهور لارو

مقدمه

ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) متعلق به خانواده کپورماهیان (Cyprinidae) می‌باشد (Berg، ۱۹۶۴). این ماهی از نظر تجاری در بخش جنوبی دریای خزر، بسیار ارزشمند است. ماهی سفید از دهانه رودخانه ولگا در شمال تا خلیج Astrabadskiy پراکنش یافته، اما عمده جمعیت این ماهی در آب‌های ایران دیده می‌شود (Abdoli، ۱۹۹۹). ماهی سفید از نوع ماهیان رودکوچ (Anadromous) است که برای تخم‌ریزی در طی ماه‌های اسفند تا اردیبهشت وارد آب شیرین رودخانه‌ها می‌گردد (Riede، ۲۰۰۱). همچنین، این ماهی دارای یک هم‌زمانی گروهی در مهاجرت تولیدمثلی خود و رفتار تخم‌ریزی منفرد می‌باشد (کازانچف، ۱۹۸۱). در این‌حال از مهم‌ترین جایگاه‌های مهاجرت ماهی سفید در ایام تخم‌ریزی رودخانه شیرود در غرب استان مازندران، مابین رامسر و تنکابن می‌باشد. این رودخانه از نظر تنوع انواع ماهیان یکی از باارزش‌ترین رودخانه‌ها به‌شمار می‌آید (ابو،

*مسئول مکاتبه: yousefianeco@yahoo.com

۱۳۷۳). با توجه به از بین رفتن بسیاری از مسیرهای مهاجرت طبیعی ماهی سفید به‌دلیل دخالت‌های انسان، این زیرگونه تنها از طریق طبیعی نمی‌تواند بازسازی گردد، بنابراین به تکثیر مصنوعی آن نیاز می‌باشد (Azari Takami و همکاران، ۱۹۹۰؛ Razavi و همکاران، ۱۹۹۷). به‌منظور بازسازی ذخایر این گونه با ارزش در دریای خزر، سازمان شیلات ایران سالانه بیش از ۲۰۰ میلیون بچه‌ماهی (با وزن متوسط ۱ گرم) تولید و در دریای خزر رهاسازی می‌کند (www.shilt.com).

در تولید تجاری ماهی، ارزیابی کیفیت اسپرم برای افزایش کارایی لقاح مصنوعی مورد توجه است و به حداکثر رسانیدن کیفیت اسپرم، امری حیاتی و مهم برای تولیدکنندگان به‌شمار می‌رود (Fitzpatrick و همکاران، ۲۰۰۵). ارزیابی سریع کیفیت اسپرم می‌تواند انتخاب مولد مناسب برای به‌دست آوردن اسپرم با کیفیت بهتر را تسهیل نماید که در نتیجه آن نسل موفق‌تری به‌دست خواهد آمد (Rurangwa و همکاران، ۲۰۰۴). حجم، pH، اسمولاریته، تراکم سلولی، اسپرماتوکریت و ترکیبات پلاسما جزء خصوصیات کلی یک نمونه اسپرم می‌باشند که به‌طور متداول مورد ارزیابی و آنالیز قرار می‌گیرد (Cabrita و همکاران، ۲۰۰۹). حجم اسپرم در ماهی‌ها متغیر است و به عوامل مختلفی مانند اندازه ماهی (Ginsburg، ۱۹۶۸)، سن و وزن مولد نر (Suquet و همکاران، ۱۹۹۸)، ضریب گنادوسوماتیک (Koldras و همکاران، ۱۹۹۸)، تعداد تکرار اسپرم‌کشی (Cabrita و همکاران، ۲۰۰۹؛ Ginsburg، ۱۹۶۸) و توالی زمانی اسپرم‌کشی (Cabrita و همکاران، ۲۰۰۹)، بستگی دارد. مطالعات برخی از محققان وجود ارتباط مابین تحرک اسپرم و توان باروری را ثابت نموده است (Fitzpatrick و همکاران، ۲۰۰۵؛ Suquet و همکاران، ۱۹۹۸). همچنین برخی از مطالعات بیانگر ارتباط میان تراکم اسپرم و نرخ باروری تخم‌ها می‌باشد (Aas و همکاران، ۱۹۹۱).

از عوامل مهم دیگر در لقاح، سن مولدین است. مطالعات اولیه برای تکثیر ماهی سفید در حوزه دریای خزر از سال ۱۹۲۴ در رودخانه Kumba shinka و در کارگاه پرورش ماهی Samur آذربایجان انجام گرفت (Derzhavin، ۱۹۵۱). نجارلشکری (۱۳۸۵) به بررسی برخی خصوصیات اسپرم مولدین ماهی سفید رودخانه‌های شیرود، تنکابن و خشکرود پرداخت. بهگزین (۱۳۸۷) اثر توان باروری مولدین بر روی روند انکوباسیون و بازماندگی لارو ماهی سفید در رودخانه تجن را بررسی نمود. ایمانپور (۱۳۸۸ب) خصوصیات اسپرم‌شناختی ماهی سفید در رودخانه‌های شیرود، تجن و گرگان‌رود را مورد پژوهش قرار داد. Bozkurt (۲۰۰۶a) به بررسی ارتباط مابین شاخص‌های بدن با متغیرهای اسپرم‌شناختی در ماهی کپور فلس‌دار پرداخت. Zohar و Vuthiphandchai (۱۹۹۹) اثر سن بر روی کیفیت اسپرم Striped Bass (*Morone saxatilis*) را بررسی نمودند. ایمان‌پور (۱۳۸۸الف) ارتباط میان اندازه ماهی با حجم اسپرم‌دهی، شاخص هماتوکریت، خصوصیات گنادی و پارامترهای اسپرم‌شناختی در ماهی کلمه را بررسی نمود. Liley و همکارانش (۲۰۰۲) به بررسی اثر سن بر روی برخی فاکتورهای کیفی اسپرم در مولدین ماهی قزل‌آلا پرداختند. شمس‌پور (۱۳۸۷) اثرات جفت‌گیری گروه‌های مختلف سنی مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان بر روی لقاح و نرخ بقاء لاروها بررسی نمود. رهبر (۱۳۸۸) هم به بررسی اثرات جفت‌گیری گروه‌های مختلف سنی مولدین آزد ماهی دریای خزر پرداخت. بنابراین با توجه به اهمیت این ماهی، به‌منظور افزایش درصد لقاح و بهبود کیفیت و سلامت لاروهای تفریخ شده، بحث کنترل مولدین نر این ماهی و بررسی توان باروری آن‌ها در سنین مختلف ضروری و مؤثر به‌نظر می‌رسد. عوامل فراوانی بر کاهش تبدیل تخم به لارو مطرح می‌باشد که تفاوت در میزان رسیدگی مولدین نر، استفاده از مولدین نارس، کیفیت پایین برخی از مولدین نر، شیوه

لقاح، روش ناصحیح انتقال تخم به مراکز تفریخ و انکوباسیون را می‌توان نام برد. بنابراین در این پژوهش وضعیت مولدین نر از نظر کیفیت اسپرم و نقش پارامترهای سن، وضعیت رسیدگی و درصد تبدیل تخم استحصالی به لارو مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در فصل تکثیر ۱۳۸۸ و در اکیپ بازسازی ذخایر ماهی سفید کارگاه تکثیر و پرورش ماهی شهید رجایی ساری، مستقر در رودخانه شیرود صورت گرفت. از بین مولدین صید شده به‌وسیله تور پرتابی (سالیک)، ۳۰ قطعه مولد نر و ۳۰ قطعه مولد ماده ماهی سفید به‌صورت تصادفی انتخاب گردید. در ابتدا اندازه‌گیری طول کل (سانتی‌متر) و وزن (گرم) در مولدین ماهی سفید، به‌ترتیب با تخته بیومتری با دقت ۱ میلی‌متر و ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم، صورت گرفت. به‌منظور تعیین سن مولدین، از قسمت زیر باله پشتی و بالاتر از خط جانبی به‌وسیله پنس چند فلس جدا گردیده و به‌وسیله لوپ با شمارش حلقه‌های سالیانه رشد، تعیین سن انجام شد (پرافکنده‌حقیقی، ۱۳۷۹). سپس استحصال اسپرم و تخم از مولدین به روش مالشی (*Stripping Method*) صورت گرفت. برای اجرای بهتر این طرح، مولدین در ۱۰ دسته تقسیم گردیدند (هر دسته شامل ۳ مولد نر- ۳ مولد ماده). به‌منظور رفع اثر تفاوت‌های مولدین ماده ابتدا تخم‌های گروه‌های سنی مختلف را در هر دسته با هم مخلوط نموده و بعد به سه قسمت تقسیم می‌گردد. از اسپرم استحصالی هر ماهی نر یک نمونه در حدود ۱ سی‌سی در ظروف مخصوص ریخته شده و بلافاصله در داخل بشر پلاستیکی موجود در کلمن یخ قرار داده شد (Vladi و همکاران، ۲۰۰۲) و به آزمایشگاه برای ارزیابی کیفی منتقل گردید. مابقی اسپرم هر مولد نر با سه نمونه تخمک (۱۰-۵ گرمی) مولدین ماده آن گروه به روش خشک لقاح داده شدند. پس از شستشو و مراحل جذب آب و سخت‌شدگی تخم‌ها، تخم‌های لقاح‌یافته برای طی مراحل انکوباسیون به سث گرین‌ها مجزا منتقل شدند.

برای محاسبه حجم اسپرم استحصالی از هر مولد ماهی سفید مقدار اسپرم به‌دست آمده از مرحله اسپرم‌گیری را در داخل لوله سر مخروطی مدرج ریخته و حجم آن را بر حسب سانتی‌مترمکعب محاسبه می‌گردد (Vladi و همکاران، ۲۰۰۲).

به‌منظور محاسبه میزان اسپرماتوکریت نمونه‌برداری به‌وسیله لوله میکروهماتوکریت انجام گرفت. اسپرم براساس خاصیت موئینگی به داخل لوله میکروهماتوکریت وارد شد و بعد از نمونه‌برداری، انتهای لوله موئین، به‌وسیله خمیر مخصوص مسدود گردید. سپس نمونه‌ها به‌وسیله دستگاه میکروسانتریفیوژ (Aas و همکاران، ۱۹۹۱؛ Rakitin و همکاران، ۱۹۹۹) به‌مدت ۵ دقیقه و با دور ۱۴۰۰۰ در دقیقه سانتریفیوژ شدند (Vladi و همکاران، ۲۰۰۲) و بعد به‌وسیله خط‌کش مخصوص سنجش درصد اسپرماتوکریت، میزان اسپرماتوکریت هر نمونه خوانده شد.

شمارش مستقیم سلول‌های اسپرماتوزوئید به‌وسیله لام هماسیتومتر (Thoma)، پس از رقیق‌سازی ۱: ۶۰۰ (اسپرم: محلول رقیق‌سازی (۵ گرم Na_2So_4، ۱ گرم NaCl، ۰/۵ گرم $HgCl_2$ و ۲۰۰ میلی‌لیتر bicine)، در زیر میکروسکوپ نوری با بزرگ‌نمایی ۴۰۰× انجام شد (Rakitin و همکاران، ۱۹۹۹). برای رقیق کردن اسپرم از پی‌پت‌های مخصوص شمارش گلبول‌های قرمز به‌نام ملانژور قرمز استفاده شد. تراکم اسپرماتوزوئید در یک سانتی‌مترمکعب به‌صورت خالص برابر است با:

$x \times 5 \times 10^7$ = تراکم اسپرماتوزوئید در ۱ سانتی‌مترمکعب به‌صورت خالص که در آن؛ x: مجموع اسپرم در ۵ خانه لام هموسیتومتر می‌باشد (Suquet و همکاران، ۱۹۹۲).

برای تعیین درصد تحرک اسپرماتوزوا، ابتدا ظرف

محتوی اسپرم را تکان داده تا محلول اسپرم یکنواختی به‌دست آمد. سپس اسپرم را به نسبت ۲۰:۱ (اسپرم: سرم فیزیولوژی (NaCl ۰/۳ درصد)) رقیق گردید. سپس با یک لامل آن‌ها را کاملاً با هم مخلوط کرده و در گسترش تهیه شده در زیر میکروسکوپ با بزرگ‌نمایی ۴۰۰× به بررسی حرکت اسپرماتوزوئید پرداخته شد (Suquet و همکاران، ۱۹۹۲).

۲-۱ ساعت پس از لقاح، به‌منظور تعیین درصد لقاح در تیمارها، در حدود ۱۰۰ تخم، پس از شفاف‌سازی به‌وسیله محلول شفاف‌کننده شامل فرمالدهید ۵ درصد + اسید استیک ۴ درصد (Ferid-pak، ۱۹۶۸)

$$\text{درصد لقاح} = \frac{\text{تعداد تخمک‌های لقاح‌یافته}}{\text{تعداد کل تخمک‌ها}} \times ۱۰۰$$

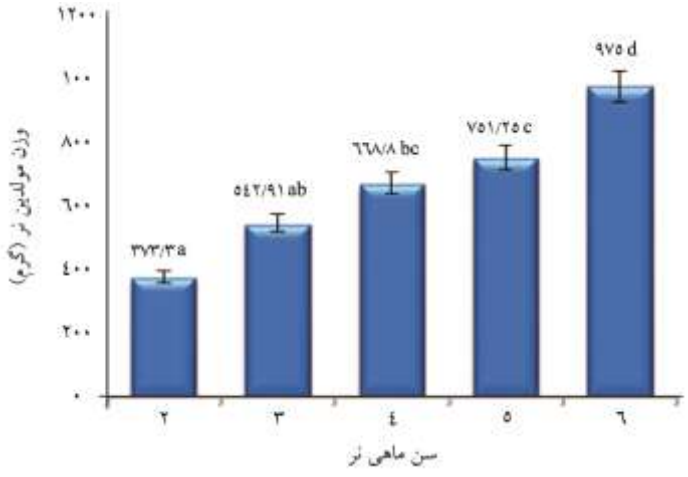
برای محاسبه درصد ظهور لارو (درصد تفریخ)، تعداد لاروهای موجود در یک زوک شمارش شده و درصد آن نسبت به تخم‌های اولیه کشت شده محاسبه می‌گردد (Ferid-pak، ۱۹۶۸).

$$\text{درصد تفریخ} = \frac{\text{تعداد لارو}}{\text{تعداد کل تخمک‌ها}} \times ۱۰۰$$

برای آنالیز داده‌ها ازآزمون واریانس یک‌طرفه (Anova) و آزمون دانکن (Duncan) در نرم‌افزارهای کامپیوتری EXCEL و SPSS استفاده شد و داده‌ها به‌صورت M±SE بیان شد و زمانی که ($P\leq$۰/۰۵) بود معنی‌دار تلقی گردید. از رگرسیون Regression برای نشان دادن میزان همبستگی بین طول و وزن مولدین با سایر متغیرها استفاده گردید.

نتایج

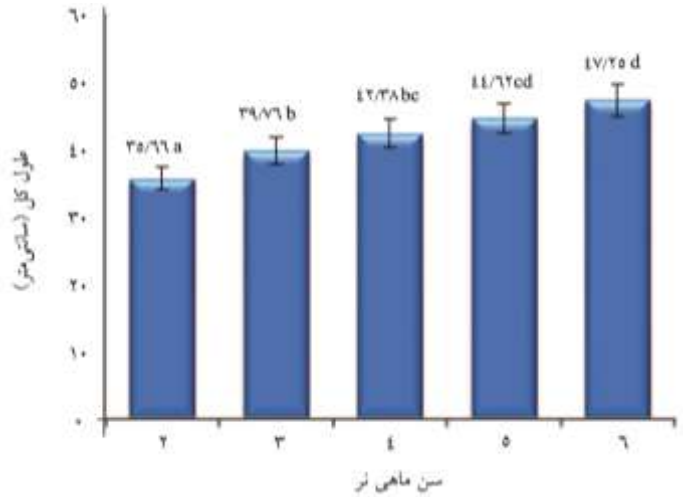
بر پایه نتایج به‌دست آمده مولدین نر در ۵ رده سنی ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ سال قرار داشتند، که مولدین نر ۳ ساله دارای بیش‌ترین فراوانی (۴۰ درصد) و مولدین نر ۶ ساله دارای کم‌ترین فراوانی (۶/۷ درصد) بودند. با توجه به نتایج به‌دست آمده، میانگین وزن در مولدین نر ۶ ساله بیش‌ترین و در مولدین نر ۲ ساله کم‌ترین میزان بوده است (شکل ۱). همچنین نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه پارامتر وزن براساس سنین مختلف نشان داد که بین این سنین از نظر وزن مولدین اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده می‌گردد ($P\leq$۰/۰۵) (P=۰/۰۰ و F=۱۱/۱۳).



شکل ۱- وزن مولدین نر براساس سن ماهیان (میانگین ± S.E)

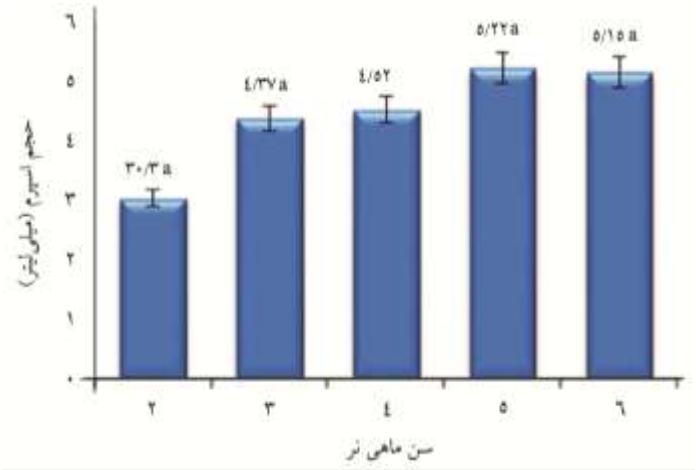
بر طبق نتایج بیش‌ترین میانگین طول کل در مولدین نر ۶ ساله و کم‌ترین میزان آن در مولدین نر ۲

ساله مشاهده شد (شکل ۲). در نتایج به‌دست آمـده از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه از نظر پارامتر طول کل براساس سنین مختلف، اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد ($P\leq$۰/۰۵) (P=۰/۰۰ و F=۹/۷۷).



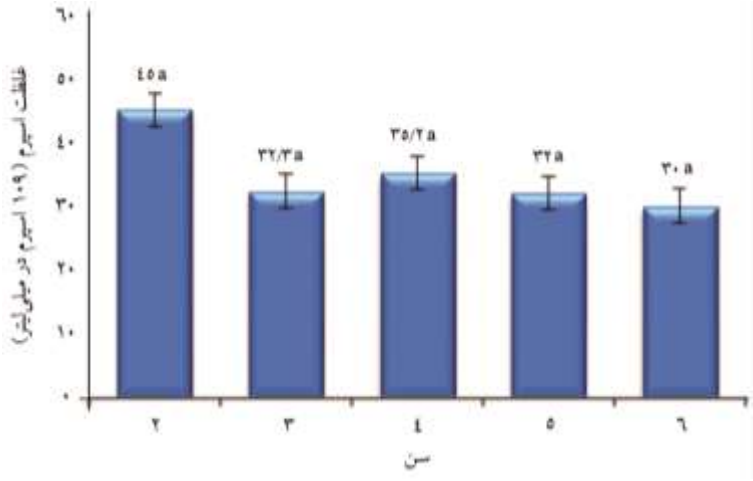
شکل ۲- طول کل مولدین نر براساس سن ماهیان (میانگین ± S.E)

بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین حجم اسپرم به‌ترتیب در مولدین نر ۵ و ۲ ساله مشاهده گردید (شکل ۳). همچنین نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه پارامتر حجم اسپرم براساس سنین مختلف نشان داد که بین سنین مختلف از نظر حجم اسپرم اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد ($P>$۰/۰۵) (P=۰/۳۲ و F=۱/۲۳).



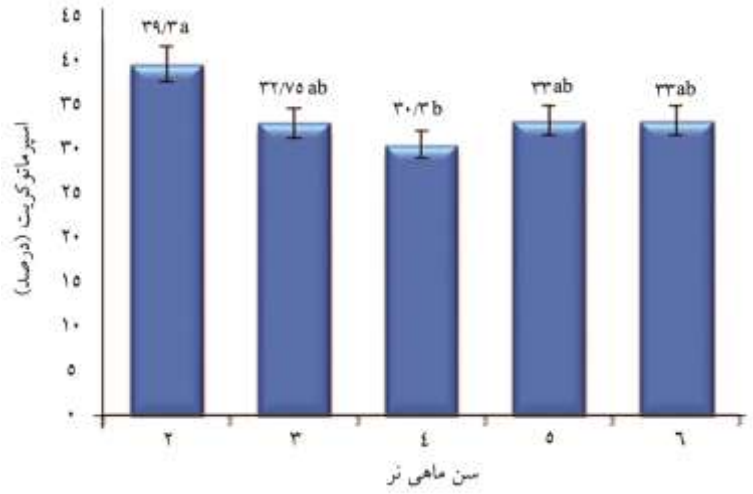
شکل ۳- حجم اسپرم مولدین نر براساس سن ماهیان (میانگین ± S.E)

در نتایج به‌دست آمـده از میـانگین تـراکم اسـپرم، بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین این پارامتر بـه‌ترتیـب در مولدین نـر ۲ و ۶ سـاله مشـاهده گردیـد (شـکل ۴). به‌علاوه نتایج به‌دست آمده از آزمـون آنـالیز واریـانس یک‌طرفه نشان داد که بین سنین مختلف از نظر غلظت اسپرم اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد ($P>$۰/۰۵) (P=۰/۵۴ و F=۰/۷۹).



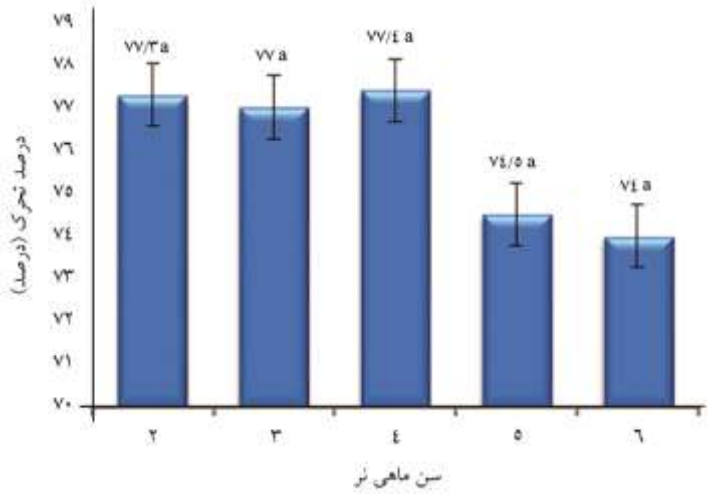
شکل ۴- تراکم اسپرم مولدین نر براساس سن ماهیان (میانگین ± S.E)

با توجه به نتایج به‌دست آمده، بیش‌ترین میانگین درصد اسپرماتوکریت در مولدین نر ۲ ساله و کم‌ترین میزان این پارامتر در مولدین نر ۴ ساله مشاهده گردید (شکل ۵). نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه نیز نشان داد که در بین سنین مختلف از نظر این پارامتر اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد ($P>0/05$) (P=۰/۱۸ و F=۰/۱۶۷).



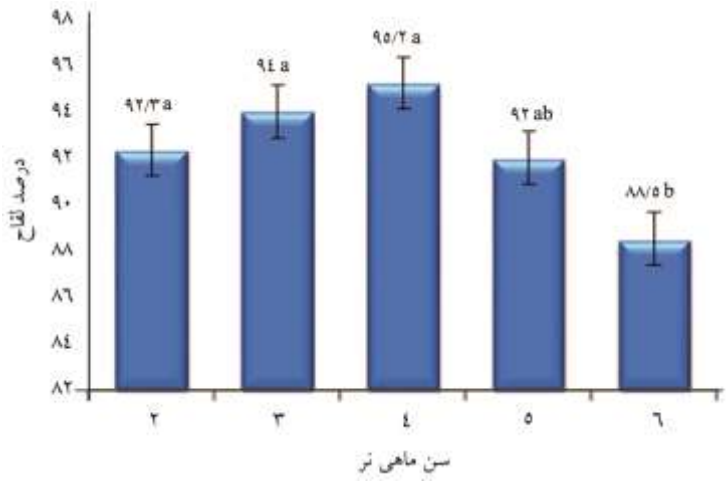
شکل ۵- درصد اسپرماتوکریت مولدین نر براساس سن ماهیان (میانگین ± S.E)

بر طبق نتایج بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین درصد تحرک اسپرم به‌ترتیب مربوط به مولدین نر ۴ و ۶ ساله می‌باشد (شکل ۶). به‌علاوه نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه پارامتر درصد تحرک نشان داد که در سنین مختلف اختلاف معنی‌دار آماری از نظر این پارامتر مشاهده نشد ($P>0/05$) (P=۰/۱۶ و F=۱/۷۸).



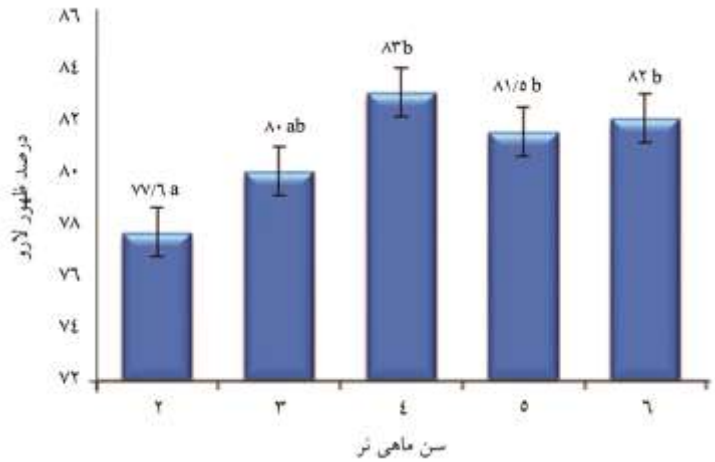
شکل ۶- درصد تحرک اسپرم مولدین نر براساس سن ماهیان (میانگین ± S.E)

در نتایج به‌دست آمده از میانگین درصد لقاح، بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین در مولدین نر به‌ترتیب مربوط به سنین ۴ و ۶ سال می‌باشد (شکل ۷). همچنین نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه درصد لقاح براساس سنین مختلف نشان داد که بین این سنین از نظر این پارامتر اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده گردید ($P\leq$۰/۰۵) (P=۰/۰۱ و F=۳/۷۵).



شکل ۷- درصد لقاح براساس سن ماهیان نر (میانگین ± S.E)

نتایج نشان دادند که مولدین نر ۴ ساله بیش‌ترین میانگین درصد ظهور لارو و مولدین نر ۲ ساله کم‌ترین میزان این پارامتر را به خود اختصاص دادند (شکل ۸). به‌علاوه نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه پارامتر درصد ظهور لارو در سنین مختلف نشان داد که بین این سنین از نظر درصد ظهور لارو اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده می‌گردد ($P\leq$۰/۰۵) (P=۰/۰۱ و F=۳/۷۷).



شکل ۸- درصد ظهور لارو براساس سن ماهیان نر (میانگین ± S.E)

جدول ۱- ارتباط میان اندازه ماهی با شاخص‌های اسپرم‌شناختی و روند انکوباسیون در آماره پیرسون

متغیرها	وزن	طول کل	حجم اسپرم‌دهی	تراکم اسپرم	درصد اسپرماتوکریت	درصد تحرک	درصد لقاح
طول کل	۰/۹۶۲**						
حجم اسپرم‌دهی	۰/۳۸۶*	۰/۴۴۰*					
تراکم اسپرم	-۰/۰۲۸	-۰/۰۲۲	-۰/۱۰۱				
درصد اسپرماتوکریت	-۰/۴۱۹*	-۰/۳۹۴*	-۰/۳۵۹	۰/۲۰۲			
درصد تحرک	-۰/۵۲۰**	-۰/۵۶۳**	-۰/۲۰۵	-۰/۲۴۸	-۰/۱۳۷		
درصد لقاح	-۰/۳۶۵*	-۰/۲۹۰	-۰/۱۴۶	-۰/۰۶۵	۰/۲۰۸	۰/۲۰۸	
نرخ ظهور لارو	۰/۶۶۹**	۰/۶۶۴**	۰/۳۹۰*	-۰/۰۳۳	-۰/۴۹۵**	-۰/۲۰۶	۰/۲۴۳

** همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار می‌باشد، * همبستگی در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

به‌منظور افزایش کارایی لقاح مصنوعی ارزیابی کیفیت اسپرم و به حداکثر رسانیدن این فاکتور مورد توجه است. بررسی‌ها نشان دادند، کیفیت اسپرم می‌تواند تحت‌تأثیر عواملی مانند سن، طول و وزن ماهی قرار گیرد (Bozkurt، ۲۰۰۶ a). ترکیب سنی ماهیان تابع رشد، مرگ و میر و نسل اضافه‌شونده می‌باشد که در خصوص ماهی سفید این خود تحت‌تأثیر رهاسازی بچه‌ماهیان هم می‌باشد (عبدالملکی، ۱۳۸۵). نتایج نشان داد، مولدین نر ۳ ساله بیش‌ترین فراوانی را در بین مولدین نر مهاجر به خود اختصاص دادند. کازانچف (۱۹۸۱) و نجارلشکری (۱۳۸۵) بیان نمودند، ماهیان سفید مهاجر به رودخانه‌ها به‌طور عمده در سنین ۵-۳ سال قرار دارند که از این نظر با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد.

نتایج زیست‌سنجی مولدین نر نشان داد، بیش‌ترین وزن و طول کل مربوط به مولدین ۶ ساله و کم‌ترین میزان پارامترهای مزبور در مولدین نر ۲ ساله می‌باشد. همچنین به‌طور آشکار همبستگی قوی و معنی‌داری مابین وزن و طول کل ($P\leq$۰/۰۱) مولدین ماهی سفید مشاهده گردید. بر همین اساس می‌توان گفت با افزایش سن، میزان پارامترهایی زیست‌سنجی هم‌چون وزن و طول کل در مولدین نر افزایش می‌یابد. در پژوهش‌های مشابه‌ای که توسط نجارلشکری (۱۳۸۵)

بر روی مولدین ماهی سفید مهاجر به رودخانه‌های شیرود، تنکابن و خشکرود انجام گردید به رابطه همبستگی قوی و معنی‌داری مابین سن با پارامترهای زیست‌سنجی (طول کل و وزن مولدین) دست یافتند. همچنین، شمس‌پور (۱۳۸۷) در مولدین قزل‌آلا رنگین‌کمان و رهبر (۱۳۸۸) در مولدین ماهی آزاد دریای خزر به نتایج مشابه‌ای دست یافتند که بیانگر آن بود با افزایش سن یک روند افزایشی در میزان طول و وزن مولدین مشاهده می‌گردد.

براساس نتایج، افزایش سن مولدین نر در نرخ برخی از فاکتورهای مؤثر در کیفیت اسپرم یک روند افزایشی نشان می‌دهد. به‌طوری‌که، بیش‌ترین حجم اسپرم در مولدین ۵ ساله و کم‌ترین میزان پارامتر مزبور در بین مولدین ۲ ساله مشاهده گردید. نجارلشکری (۱۳۸۵) یک همبستگی مثبت و معنی‌دار مابین سن و حجم اسپرم استحصالی در مولدین ماهی سفید مشاهده نمود ($P\leq$۰/۰۵) که با پژوهش‌های مشابه‌ای که توسط شمس‌پور (۱۳۸۵) در ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان و رهبر (۱۳۸۸) در ماهی آزاد دریای خزر انجام گردید مطابقت دارد. به‌علاوه Tekin و همکاران (۲۰۰۳) بیان نمودند که حجم اسپرم با سن، طول و وزن مولدین ارتباط مستقیم و با غلظت اسپرم رابطه معکوس دارد. به‌نظر می‌رسد اختلاف در حجم اسپرم‌دهی علاوه‌بر ویژگی‌های مرتبط به نوع گونه به عوامل مختلفی هم‌چون سن، وزن مولد (Suquet و همکاران، ۱۹۹۸)، ضریب گنادوسوماتیک (Koldras و همکاران، ۱۹۹۰)، تعداد تکرار اسپرم‌کشی (Suquet و همکاران، ۱۹۹۸؛ Ginsburg، ۱۹۶۸)، توالی زمانی اسپرم‌کشی، اکولوژی و رفتار تولیدمثلی مولدین (Ginsburg، ۱۹۶۸)، شرایط محیطی، زمان نمونه‌برداری (Suquet و همکاران، ۱۹۹۲)، روش‌های نمونه‌برداری (Billard و همکاران، ۱۹۹۵)، مدت زمان اسپرم‌سازی بستگی دارد. در مولدین نری که از حجم اسپرم‌دهی پایینی برخوردارند، می‌تواند بیانگر این نکته باشد که مولد نر از نظر رسیدگی در اوج فصل تکثیر نبوده و در نتیجه اسپرمی با کیفیت مناسب نخواهد داشت (Cabrita و همکاران، ۲۰۰۹).

نتایج این بررسی نشان داد با افزایش سن در نرخ برخی از فاکتورهای مؤثر در کیفیت اسپرم یک سیر نزولی دیده می‌شود. به‌طوری‌که، بیش‌ترین تراکم اسپرم و درصد اسپرماتوکریت در مولدین ۲ ساله و کم‌ترین میزان پارامترهای مزبور در مولدین ۶ ساله مشاهده شد. نجارلشکری (۱۳۸۵) یک همبستگی منفی مابین سن با فاکتورهای تراکم اسپرم و درصد اسپرماتوکریت در مولدین ماهی سفید مشاهده نمود ($P>$۰/۰۵). همچنین بررسی‌های مشابه‌ای که توسط Liley و همکاران (۲۰۰۲)، Tekin و همکاران (۲۰۰۳) و شمس‌پور (۱۳۸۵) در ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان، رهبر (۱۳۸۸) در ماهی آزاد دریای خزر و Tvedt و همکاران (۲۰۰۱) در ماهی هالیبوت اطلس، انجام گردید بیانگر آن است که مولدین سنین پایین‌تر نسبت به مولدین مسن‌تر از درصد اسپرماتوکریت و غلظت اسپرم بالاتری برخوردارند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. به‌گزین (۱۳۸۷)، بر روی مولدین نر ماهی سفید در رودخانه تجن نشان داد، بین سن مولدین با تراکم اسپرم و اسپرماتوکریت اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<$۰/۰۵) که با نتایج به‌دست آمده از این پژوهش مغایرت دارد. اختلاف در میزان تراکم اسپرم تا حد زیادی به عوامل گونه‌ای و حجم اسپرم در یک بار اسپرم‌گیری وابسته است. همچنین ماهیان در شرایط تخم‌ریزی طبیعی از تراکم اسپرم بالاتری برخوردارند (Billard و همکاران، ۱۹۹۵).

نجارلشکری (۱۳۸۵) بین سن با درصد تحرک اسپرم مولدین ماهی سفید ارتباط معنی‌دار مشاهده ننمود ($P>$۰/۰۵). نتایج مطالعه حاضر نیز با نتایج به‌دست آمده در پژوهش اخیر مطابقت دارد. Tekin و

همکاران (۲۰۰۳) در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، به یک رابطه همبستگی منفی مابین تراکم اسپرم و مدت زمان تحرک اسپرم دست یافتند. همچنین نتایج مشابه‌ای توسط Liley و همکاران (۲۰۰۲) در خصوص درصد اسپرماتوکریت و مدت زمان تحرک اسپرم به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد با کاهش سن مولدین افزایش در میزان غلظت اسپرم به‌دست می‌آید و به همان نسبت از میزان تحرک اسپرم و کارایی تکثیر آن مولد کاسته می‌شود. برعکس مولدین سنین بالاتر از حجم اسپرم‌دهی و تحرک اسپرماتوزوا بالاتری برخوردارند که در نتیجه کارایی تکثیر بهتری خواهند داشت که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. در این پژوهش به‌ترتیب مولدین نر ۴ ساله بیش‌ترین میانگین درصد لقاح و نرخ ظهور لارو را نشان دادند و کم‌ترین میزان پارامترهای مزبور به‌ترتیب در مولدین ۶ ساله و ۲ ساله دیده شده است.

نتایج نشان داد بین طول کل و وزن مولدین با حجم اسپرم رابطه مثبت و معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۵) و با پارامترهای اسپرماتوکریت و درصد تحرک رابطه منفی و معنی‌دار وجود دارد ($P\leq$۰/۰۱). اما بین وزن مولدین و طول کل با تراکم اسپرم همبستگی منفی و رابطه معنی‌دار وجود ندارد ($P>$۰/۰۵).

نجارلشکری (۱۳۸۵) بین وزن مولدین ماهی سفید با حجم اسپرم، تراکم اسپرم و درصد اسپرماتوکریت در رودخانه‌های شیرود، تنکابن و خشکرود ارتباط معنی‌دار مشاهده نمود ($P\leq$۰/۰۵)، ولی بین وزن مولدین با درصد تحرک اسپرم در رودخانه‌های مزبور ارتباط معنی‌دار مشاهده ننمود ($P>$۰/۰۵) که این یافته‌ها با نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر به غیر از فاکتورهای مربوط به حجم اسپرم و درصد اسپرماتوکریت، هم‌خوانی دارد. با توجه به این‌که حجم اسپرم‌گیری در یک مرحله با حجم کل اسپرم استحصالی متفاوت می‌باشد، بنابراین با تکرار در مراحل اسپرم‌گیری به همان نسبت از تعداد اسپرماتوزوا در واحد حجم کاسته شده و در نهایت غلظت نمونه اسپرم و درصد اسپرماتوکریت در هر مرحله از اسپرم‌دهی مقادیر متفاوتی را نشان می‌دهد.

به‌علاوه نجارلشکری (۱۳۸۵) بیان نمود، بین طول کل بدن مولدین ماهی سفید با حجم اسپرم و درصد اسپرماتوکریت در رودخانه‌های شیرود، تنکابن و خشکرود ارتباط معنی‌دار وجود دارد ($P\leq$۰/۰۵). ولی بین طول کل بدن مولدین ماهی سفید با تراکم اسپرم و درصد تحرک در رودخانه‌های مزبور ارتباط معنی‌دار مشاهده نشد ($P>$۰/۰۵). نتایج به‌دست آمده در این پژوهش به‌جزء در مورد درصد تحرک، سایر نتایج را تأیید می‌نماید. با توجه به این‌که ارزیابی تحرک اسپرم به‌صورت تخمین ذهنی و مهارت اپراتور بوده بنابراین همیشه اختلافاتی در مقادیر به‌دست آمده دیده می‌شود. همچنین نظر به این‌که تحرک اسپرم بلافاصله بعد از رقیق‌سازی اتفاق می‌افتد و به‌تدریج کم شده تا زمانی‌که اسپرم کاملاً متوقف شود، بنابراین مدت زمان سپری شده مابین استحصال اسپرم و ارزیابی نمونه و نحوه حمل و نگهداری نمونه‌ها بسیار دارای اهمیت بوده و بر نتایج بررسی تأثیرگذار می‌باشد.

ایمانپور (۱۳۸۸ب)، در تعیین خصوصیات اسپرم شناختی مولدین ماهی سفید در رودخانه‌های شیرود، تجن و گرگانرود، بیان نمود، مابین درصد تحرک، حجم اسپرم‌دهی و درصد اسپرماتوکریت در مکان‌های مختلف مهاجرت تولیدمثلی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($P\leq$۰/۰۵) و همچنین مابین تراکم اسپرم در مکان‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد ($P>$۰/۰۵). ایمانپور (۱۳۸۸الف)، در بررسی ارتباط میان اندازه ماهی با حجم اسپرم‌دهی، خصوصیات گنادی و پارامترهای اسپرم‌شناختی در ماهی کلمه، بیان نمود بین طول کل و وزن کل مولدین ارتباط معنی‌دار وجود داشت ($P\leq$۰/۰۱). این نتایج با نتایج این

پژوهش هم‌خوانی دارد. همچنین ایمانپور (۱۳۸۸الف)، بین فاکتورهای طول کل و وزن کل با حجم اسپرم‌دهی، اسپرماتوکریت، تراکم اسپرم و تحرک اسپرم در ماهی کلمه ارتباط معنی‌دار مشاهده ننمود ($P>0/05$). نتایج به‌دست آمده در این پژوهش تنها نتایج مربوط به تراکم اسپرم را تأیید می‌نماید.

پژوهش‌های مشابه‌ای که توسط Vuthiphandchai و Zohar (۱۹۹۹)، بر روی ماهی باس راه‌راه، Liley و همکاران (۲۰۰۲)، بر روی ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان و Bozkurt (۲۰۰۶a) و Bozkurt (۲۰۰۶b)، بر روی ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان و کپور فلس‌دار انجام شد، نشان دادند که مابین اندازه ماهی با حجم اسپرم‌دهی و تحرک اسپرم اختلاف معنی‌دار مشاهده نمی‌گردد. که این داده‌ها با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مغایرت دارد. با توجه به این‌که حجم اسپرم‌دهی تابع عوامل مختلفی است بنابراین تفاوت‌های مشاهده شده در این پارامتر هم از نظر کمیت و هم از نظر کیفیت قابل‌توجه است. به‌علاوه به‌نظر می‌رسد اختلافاتی که در بررسی تحرک اسپرم وجود دارد به روش‌های ارزیابی تحرک، مهارت اپراتور و کیفیت نمونه در هر مرحله از فصل تکثیر مرتبط باشد.

Tekin و همکاران (۲۰۰۳)، با بررسی ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان و Rodina و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی ماهی سوف نشان دادند ارتباط معنی‌داری مابین اندازه ماهی با حجم اسپرم‌دهی وجود دارد ($P<0/05$). که با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش هم‌خوانی دارد. اما، Rodina و همکاران (۲۰۰۷)، بین وزن مولدین با حجم اسپرم‌دهی ارتباط معنی‌داری مشاهده نکردند ($P>0/05$). این اطلاعات با نتایج این پژوهش مغایرت دارد. نکته دارای اهمیت آن است که ارتباط مستقیمی بین وزن مولدین با سن آن‌ها وجود ندارد. به‌عبارتی ممکن است مولد وزن بالایی داشته باشد ولی سن پایین و برعکس. با توجه به این‌که بیش‌تر ارتباطات براساس سن با حجم اسپرم‌دهی می‌باشد، بنابراین تحلیل درستی از تفاوت در میزان حجم اسپرم بر پایه وزن مولدین نمی‌توان ارایه داد. همچنین لازم به ذکر است شرایط مؤثر در حجم اسپرم‌دهی مولدین هم می‌تواند دارای اهمیت باشد.

Bozkurt (۲۰۰۶a)، با بررسی بر روی ماهی کپور فلس‌دار، بیان نمود که بین تراکم اسپرم با طول کل و وزن ماهی ارتباط معنی‌دار وجود ندارد ($P>0/05$). این نتایج با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. Pool و Dillane (۱۹۹۸) با بررسی بر روی ماهی قزل‌آلا قهوه‌ای و Bozkurt (۲۰۰۶b)، بر روی ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان، بیان نمودند که بین تراکم اسپرم و طول کل ماهی ارتباط معنی‌دار وجود دارد ($P<0/05$) که این نتایج با نتایج این پژوهش مغایرت دارد. غالباً بین غلظت اسپرم و حجم آن یک رابطه معکوس وجود دارد. از طرفی حجم اسپرم استحصالی از مولدین با افزایش سن افزایش می‌یابد و به‌علاوه یک رابطه قوی مابین سن و طول مولدین مشاهده می‌گردد. به‌نظر می‌رسد رابطه‌ای مابین طول و تراکم اسپرم وجود دارد که در کنار عوامل فراوانی هم‌چون گونه، دفعات اسپرم‌دهی، فواصل زمانی اسپرم‌دهی و وضعیت سلامت مولدین در ارزیابی تراکم اسپرم نقش دارند.

Rakitin و همکاران (۱۹۹۹) ارتباط مثبت و معنی‌دار آماری بین اسپرماتوکریت و غلظت اسپرم در روغن ماهی اطلس (*Gadus morhua*) گزارش نمودند.

Rodina و همکارانش (۲۰۰۷) با بررسی روی ماهی سوف نشان دادند ارتباط معنی‌داری بین اسپرماتوکریت و وزن ماهی نر وجود دارد ($P<0/05$). Vuthiphandchai و Zohar (۱۹۹۹) و Liley و همکاران (۲۰۰۲) به‌ترتیب بر روی پارامترهای اسپرم‌شناسی ماهی باس راه‌راه و قزل‌آلا رنگین‌کمان تحقیق نموده و نشان دادند ارتباط معنی‌داری بین اسپرماتوکریت و طول ماهی نر وجود دارد ($P<0/05$).

تمامی این اطلاعات با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. شاید این امر به‌دلیل افزایش حجم اسپرم‌دهی در سنین بالاتر باشد زیرا هرچه اندازه مولد بزرگ‌تر باشد، اندازه بیضه‌ها نیز بزرگ‌تر بوده و به نسبت آن حجم اسپرم بالاتری تولید می‌شود. از طرفی رابطه حجم اسپرم و غلظت آن یک رابطه معکوس است پس با افزایش سن حجم اسپرم‌دهی بیش‌تر، اما غلظت آن کاهش می‌یابد.

تفاوت بین ارتباطات مشاهده شده در این پژوهش با نتایج محققان دیگر می‌تواند تحت‌تأثیر عوامل ژنتیکی، متفاوت بودن کیفیت آب، عوامل محیطی، رژیم غذایی، استرس‌های محیطی، بیماری‌ها و زمان اسپرم‌دهی باشد (Bozkurt، ۲۰۰۶a؛ Bozkurt، ۲۰۰۶b). نرخ لقاح معمولاً به‌عنوان معیاری برای تعیین تلاقی موفقیت‌آمیز مابین تخم و اسپرم می‌باشد. هر چند که این پارامتر می‌تواند به‌عنوان یک معیار کیفی در هر دو دسته از ماهیان آب شیرین و دریایی به‌کار رود (Brown و همکاران، ۲۰۰۶). براساس نتایج این پژوهش، سن مولدین اثر مؤثری بر روند لقاح و انکوباسیون دارد. Singh و همکاران (۲۰۰۸) نیز اعلام نمودند که کیفیت اسپرم، فاکتورهای بسیار مهم در تولید موفق لاروها می‌باشد. این پژوهش با انجام مراحل عملی لقاح بر روی سنین، وزن‌ها و اندازه‌های مختلف مولدین نر و بررسی روند انکوباسیون تخم‌های به‌دست آمده تا مرحله ظهور لارو، بهترین سن مولدین نر ماهی سفید دریای خزر برای عملیات تکثیر را پیشنهاد کرده تا بتوان با تعیین سن این مولدین و کاربرد آن‌ها در تکثیر مصنوعی از نظر کمی و کیفی لاروهای مناسبی برای پرورش و تکثیر در سال‌های بعد تولید نمود. مولدین نر ۴ ساله با توجه به نتایج این پژوهش می‌توانند مناسب‌ترین گزینه‌ها در بازسازی ذخایر ماهی سفید باشند.

تشکر و قدردانی

بر خود لازم می‌دانیم از سرکار خانم مهندس کامکار، کارشناس ایستگاه تحقیقات اکولوژی آبزیان دریای خزر خیرود و جناب آقای دکتر مجتبی کشاورز که با لطف و راهنمایی‌های ارزنده آن‌ها این پژوهش انجام گرفت، تشکر و سپاسگزاری نماییم.

منابع

Abu, M. 1373. Hydrology and hydrobiology of the Shiroud River. Iranian Fisheries Research Center, 25 pages.

Imanpour, M.R., Fenderski, F., Kordjazi, M., 2018. The relationship between fish size and sperm production volume, hematocrit index, gonadal characteristics and spermological parameters in the word fish (*Rutilus rutilus caspicus*). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 16(3), 60-66.

Imanpour, M.R., Nowzari, Z., Sodagar, M., Hosseini, S.A., 2018. Determination of spermological characteristics of white fish in Shiroud, Tajen and Gorgan rivers. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 16 (Special Issue 1, B), 387-392.

Behgazin, M., 2017. Investigating the effect of broodstock fertility on the incubation process and survival of white fish larva (Kamenskii, 1901) *Rutilus frisii* kutum in Tejn River. Master's thesis, Islamic Azad University, Faculty of Natural Resources-Fisheries, 97 pages.

Perafkandeh Haqiqi, F., 2019. Methods of determining the age of aquatic animals. Iran Fisheries Research Institute, pages 13-15.

Shamspour, S., 2017. Investigating the effect of broodstock fertility on fertilization percentage, incubation process and larval survival in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792). Master thesis, Islamic Azad University, Faculty of Natural Resources-Fisheries, 92 pages.

Rahbar, M., 2018. Determining the relationship between spawning age and artificial reproduction efficiency factors in Caspian Sea salmon (Salmo trutta caspious, Kessler 1877). Master's thesis, Islamic Azad University, Lahijan branch, 89 pages.

Kazanchev, A.N., 1981. Fishes of the Caspian Sea and its catchment area. Translation: Shariati, A., 1383. Naqsh Mehr Publications, 205 pages.

Najarlashgari, S., 2015. Comparison and investigation of some sperm characteristics of white fish spawners in Shiroud, Tankabon (Mazandaran province) and Khashkroud (Gilan province) rivers. Master's thesis, Islamic Azad University, Lahijan branch, 320 pages.

Aas, G.H., Refstie, T., Gjerde, B., 1991. Evaluation of milt quality of Atlantic salmon, Aquaculture 95, 125-132.

Abdoli, A., 1999. The Inland Water Fishes of Iran. Natural and Wild Life Museum of Iran Press, Iran, pp. 198-200. (In Persian)

Azari Takami, G., Razavi, B., Hosseinpoor, N., 1990. A study on artificial propagation and culturing of the Whitefish. Journal of Veterinary Faculty 45, 45-52.

Berg, L.S., 1964. Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries. Volume 2, 4. The edition. Israel program for scientific Translations Ltd, Jerusalem, pp. 321-343.

Billard, R., Cosson, J., Perchec, G., Linhart, O., 1995. Biology of sperm and artificial reproduction in carp. Aquaculture 129, 95-112.

Bozkurt, Y., 2006a. The relationship between body condition, spermatological properties in scaly carp (*Cyprinus carpio*) semen. Journal of Animal and Veterinary Advances 5, 412-414.

Bozkurt, Y., 2006b. The relationship between body condition sperm quality parameters and fertilization success in rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss)*. Journal of Animal and Veterinary Advances 5, 284-288.

Brown, N.P., Shields, R.J., Bromage, N.R., 2006. The influence of water temperature on spawning patterns and egg quality in the Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.), Aquaculture 261, 993-1002.

Cabrita, E., Robles, V., Herráez, P., 2009. *Methods in* Reproductiv Aquaculture Marine and Freshwater Species. 574p.

Derzhavin, A.E., 1951. Essays of the history of the Caspian Sea and freshwater bodies of Azarbaijan. Animal Kingdom of Azarbaijan, pp. 34-83.

Evans, J.P., Pierotti, M., Pilastro, A., 2003. Male mating behavior and ejaculate expenditure under sperm competition risk in the eastern mosquitofi sh. Behavioral Ecology 14, 268-273.

Ferid-pak, F., 1968. Fertility of kutum *Rutilus frisii kutum* kamensky. Problems of Ichthyology 8 (1), 82-90.

Fitzpatrick, J.L., Henry, J.C., Leily, N.R., Devlin, R.H., 2005. Sperm characteristics and fertilization succsess of masulinized coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Aquaculture 249, 459-468.

Ginsburg, A.S., 1968. Fertilization in fishes and the problem of polyspermy. Dettlaff, T.A. (ed). Translated from Russia by Blake, Z. and Golek, B. 1972. Keter Press, pp. 99-122.

Koldras, M., Bieniarz, K., Kime, D.E., 1990. Sperm production and steroidogenesis in testes of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) at different stages of maturation. Journal of Fish Biology 37, 635-645.

Liley, N.R., Tamkee, P., Tsai, R., Hoysak, D.J., 2002. Fertilization dynamics in rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss)*: Effect of male age, social experience, and sperm concentration and motility on ivitro fertilization. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 59 (1), 144-152.

Pool, W.R., Dillane, M.G., 1998. Estimation of sperm concentration of wild and reconditioned brown trout (*Salmo trutta* L.). Aquaculture Research, 29, 439-445.

Rakitin, A., Ferguson, M., Trippel, E., 1999. Spermatocrit and spermatozoa density in Atlantic Cod (*Gadus morhua*): Correlation and variation during the spawning season. Aquaculture 170, 349-358.

Razavi, S., Nezami, S.A., Vosughi, G.H., 1997. Breeding and rearing of Black Sea roach in Islamic Republic of Iran. The 1st Congress of Ichthyologists of Russia. Book of Abstracts. VNIRO Press. Moscow, 452p.

Riede, K., 2001. The global register of migratory species database, GIS Maps and Threat Analysis. Munster (Landwirschaftsverlag), P 400. +cd (see copyright), orders: http://www.1v-h.de/bfn.

Rodina, M., Policar, T., Kozak, P., Psenicka, M., Linhart, O., 2007. Semen of *Perca fluviatilis* l: Sperm volume and density, seminal plasma indices and effects of dilution ratio, ions and osmolality on sperm motility. Theriogenology 68, 276-283.

Rurangwa, E., Kime, D.E., Olllevier, F., Nash, J.P., 2004. The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. Aquaculture, 234, 1-28.

Shilat, Iranian Fisheris Organization (www.shilt.com).

Singh, P.B., Sahu, V., Singh, V., Nigam, S.K., Singh, H.K., 2008. Sperm motility in the fishes of pesticide exposed and from polluted rivers of gmoti and ganga of north india. Food and Chemical Toxicology 46, 3764-3769.

Suquet, M., Omnes, M.H., Normant, Y., Fauve, D.K., 1992. Assessment of sperm concentration and motility in Turbot, *Scophthalmus maximus*. Aquaculture 101, 177-185.

Suquet, M., Fauvel, C., Savoye, O., Dreanno, C., Cosson, J., 1998. Characteristics of sperm of captive seabass (*Dicentrarchus labrax* L.) in relation to its fertilization potential. Journal of Fish Biology 54, 356-369.

Tekin, N., Seçer, S., Akçay, E., Bozkurt, Y., Kayam, S., 2003. The effect of age on spermatological properties in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792). urkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 27, 37-44.

Tvedt, H.B., Benfey, T.J., Martin-Robichaud, D.J., Power, J., 2001. The relationship between spermatocrit, sperm motility and fertilization success in Atlantic halibut,Hippoglossus hippoglossus. Aquaculture 191, 191-200.

Vladi, T.V., Afzelius, B.A., Bronnikov, G.E., 2002. Sperm quality as reflected through morphology in salmon alternative life histories. Biology of Reproduction, 66, 98-105.

Vuthiphandchai, V., Zohar, Y., 1999. Age-Related Sperm Quality of Captive Striped Bass *Morone saxatilis*. Aquculture 30 (1), 65-72.

Journal of New Technologies in Aquaculture Development, Azadshahr Branch, Islamic Azad University Vol. 16, No. 2, Summer 2022

Determination of Relationship between ages with efficiency factors Artificial Propagation in Caspian Sea kutum (*Rutilus frisii kutum*, Kamenskii, 1901) Spawners males in Shirood River

M. Yousefian[1]*, E. Bavand Savadkohi[2], Sh.A. Nezami[3]

[1] Caspian sea Ecology Research Center, Sari, Iran.
[2] Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
[3] Iranian Fisheries Research Organization, Tehran, Iran.

Abstract

Kutum (*Rutilus frisii kutum*) is one of the most important fishes of the Caspian Sea which migrates annually to Iranian rivers such as Shirood River. In this research mutual effects of age have been analyzed on some sperm parameters (volume, density, spermatocrit and motility percent) of kutum (*Rutilus frisii kutum*) and the artificial propagation in Shirood River. For this reason acquired sperm from 30 male broods (2, 3, 4, 5 and 6 years old) were combined with ova of 30 females. Maximum weight (975 g) and total length (47.25 cm) were related to 6-year-old male broods, while minimum weight (373.33 g) and total length (35.67 cm) have been observed in 2-year-old male broods. The highest sperm volume (5.22 ml), spermatozoa density (45×10^9 n/ml), spermatoicrit (39.3%) and spermatozoa motility (77.4%) were related to 5, 2, 2 and 4 years old stocks, respectively. In other hand the least sperm volume (3.03 ml), spermatozoa density (30×10^9 n/ml), spermatoicrit (30.3%) and spermatozoa motility (74%) were related to 2, 6, 4 and 6 years old stocks, respectively. A peak percentage of fertilization (95.2%) and hatching (83%) occurred in 4-year-old, while a minimum percentage of fertilization (88.5%) and hatching (77.6%) were showed for 6 and 2 years old stocks. Statistically there were not any significant differences between different ages as sperm volume (P=0.323), spermatozoa density (P=0.539), spermatoicrit (P=0.187) spermatozoa motility (P=0.164), but fertilization percent average did not indicate significant differences between different ages groups (P=0.016). So_4 years old male brood stocks are economically the best choice for artificial propagation.

Keywords: *Rutilus frisii kutum*, Sperm parameters, Fertilization percent, Hatching

* - Corresponding Authors; yousefianeco@yahoo.com