

## "مقاله پژوهشی"

## شاخص‌های کیفی اسپرم مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مزارع منتخب عاری از بیماری خاص (SPF) کشور

محمد حسن‌زاده صابر<sup>۱\*</sup>، شهروز برادران نویری<sup>۱</sup>، ابوالفضل سپهداری<sup>۲</sup>، سلطنت نجار لشگری<sup>۳</sup>

۱- بخش ژنتیک و بیوتکنولوژی، انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج جهاد کشاورزی، رشت، ایران

۲- بخش بهداشت و بیماری‌ها، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی، تهران، ایران

۳- بخش ژنتیک و اصلاح نژاد، مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد

کشاورزی، تنکابن، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۹/۱۷

### چکیده

در این مطالعه، بررسی شاخص‌های کیفی اسپرم مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان مزارع منتخب عاری از عوامل بیماری‌زای خاص (SPF) کشور انجام گرفت، تا برنامه‌ریزی لازم برای نگهداری طولانی مدت اسپرم با کیفیت قزل‌آلای رنگین‌کمان از طریق انجماد و ایجاد بانک اسپرم به عمل آید. نمونه‌های اسپرم از ۲۴ مولد، شامل ۴ مولد از شش مزرعه منتخب و عاری از بیماری سطح کشور در استان‌های آذربایجان غربی و مازندران استحصال و مورد ارزیابی کیفی قرار گرفتند. میانگین تراکم اسپرم  $4 \pm 7/83$  میلیارد اسپرم در هر میلی‌لیتر، میانگین حجم اسپرم استحصالی  $1/6 \pm 9/2$  میلی‌لیتر، میانگین‌های درصد تحرک و مدت زمان تحرک اسپرم‌ها به ترتیب  $10/3 \pm 78/7$  درصد و  $4/4 \pm 26/6$  ثانیه، میانگین pH  $7/4 \pm 0/23$  و درصد لقاح نمونه‌ها  $1/2 \pm 92/8$  سنجش شد. نتایج نشان داد که محدوده  $7/7-7/8$  مناسب‌ترین مقدار pH برای القای تحرک بوده و افزایش یا کاهش pH اسپرم نسبت به این مقدار، سبب کاهش کارایی لقاح می‌شود. همچنین همبستگی مثبت بین pH اسپرم مولدین قزل‌آلا با درصد تحرک ( $r = 0/533$ ) و درصد لقاح ( $r = 0/67$ )، در این تحقیق مشخص گردید. با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده، ویژگی‌های بهترین نمونه اسپرم جهت انتخاب، نگهداری طولانی مدت و ایجاد بانک اسپرم ژنتیکی متنوع و مدیریت هدفمند تکثیر ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تعیین شد.

**کلمات کلیدی:** اسپرم، قزل‌آلای رنگین‌کمان، لقاح، عاری از بیماری

## مقدمه

تعاریف متعددی از واژه کیفیت اسپرم ارائه شده است اما به نظر می‌رسد تمامی محققین در تعریف کیفیت اسپرم به عنوان "توانایی اسپرم در تولید جنین-های زنده و سالم، پس از تماس با تخمک‌های سالم در محیطی مناسب" اتفاق نظر کلی داشته باشند (Cabrita *et al.*, 2009; Mylonas *et al.*, 2010). از دیدگاه تئوری، هر عاملی که بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اسپرم تاثیر گذاشته و نتایج آن در لقاح، قابل سنجش باشد، می‌تواند به عنوان یک شاخص ارزیابی کیفیت اسپرم در نظر گرفته شود (Rurangwa *et al.*, 2004).

شاخص‌های مختلفی در مطالعات ارزیابی کیفی اسپرم ماهیان به کار رفته‌اند که شامل مواردی همچون تراکم، اسپرماتوکریت، pH، اسمولالیت مایع سمینال، ترکیب یونی مایع سمینال، مقدار ATP سلولی، شاخص‌های فعالیت‌های آنزیمی، درصد تحرک، مدت زمان تحرک، سرعت تحرک، شاخص مستقیم بودن تحرک، سلامت مورفولوژیک و سلامت ساختار هسته (Rurangwa *et al.*, 2004; Cosson *et al.*, 2008; Fauvel *et al.*, 2010; Cabrita *et al.*, 2014; نویری و حسن‌زاده صابر، ۱۳۹۷) می‌باشند، که ساده‌ترین آن شامل تراکم یا سنجش تعداد اسپرم در واحد حجم نمونه است (Alavi *et al.*, 2008; Cosson *et al.*, 2008; Fauvel *et al.*, 2010) ولی علی‌رغم دقت زیاد، زمان‌بر بوده و نیاز به رقیق‌سازی مناسب و بررسی چند باره هر نمونه دارد. روش‌های دیگر تخمین تراکم اسپرم، محاسبه اسپرماتوکریت (Baradaran Noveiri *et al.*, 2006) و اسپکتروفتومتری (علیپور و همکاران، ۱۳۹۲، Fauvel

2010، *et al.*) می‌باشد، که در زمان کوتاهی صورت می‌گیرد. pH اسپرم برای هر گونه متفاوت است و باید برای هر نمونه مورد بررسی دقیق قرار گیرد. تغییرات هر چند اندک در pH، سبب بروز تغییرات متنوعی در سایر شاخص‌ها (به خصوص تحرک) می‌شود (Alavi *et al.*, 2005; Alavi and Cosson, 2008) و نقش مهمی در حفظ و نگهداری کوتاه‌مدت یا بلندمدت اسپرم انواع ماهیان دارد (Ciereszko *et al.*, 2010).

تحرک اسپرم مهمترین مقیاس در ارزیابی کیفی اسپرم است و به عنوان یک بیومارکر در کیفیت اسپرم می‌باشد (بینایی و همکاران، ۱۳۹۵). ارتباط بین تحرک و لقاح توسط چندین محقق (Billard *et al.*, 1993; Ohta *et al.*, 1995; Linhart *et al.*, 2000) گزارش شده است. تحرک شامل درصد اسپرماتوزوای متحرک (Levanduski and Cloud, 1988) و مدت کلی تحرک (Duplinsky, 1982) می‌باشد.

عامل دیگر در ارزیابی کیفی اسپرم، میزان لقاح پذیری اسپرم در زمان ورود به تخمک می‌باشد. البته این سنجش به عوامل دیگری از جمله قابلیت دسترسی و کیفیت تخمک یا روش‌های لقاح و انکوباسیون تخم بستگی دارد. همچنین کیفیت اسپرم را می‌توان با توانایی لقاح و درصد تفریح تخم ارزیابی کرد زیرا اسپرماتوزوای غیرنرمال می‌توانند سبب تکامل اولیه جنین گردد ولی مراحل بعدی جنینی متوقف شود، بنابراین در اکثر گونه‌های دریایی که زمان تکامل جنینی خیلی کوتاهی دارند، این بررسی تا تفریح لارو انجام می‌شود ولی در گونه‌هایی که زمان تکامل جنینی خیلی طولانی دارند می‌توان تا مرحله گاسترولاسیون این ارزیابی را انجام داد (Cabrita *et al.*, 2009).

و بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بارور و دارای شناسنامه ژنتیکی مدنظر می‌باشد. در این راستا تشکیل بانک ژن و اسپرم این مولدین به منظور فعالیت‌های اصلاح نژادی از دیگر اقدامات پیش رو در روند تجاری سازی تخم چشم زده SPF خواهد بود.

این تحقیق با هدف بررسی شاخص‌های کیفی نمونه اسپرم‌های استحصالی از مولدین عاری از بیماری خاص (SPF) پرورش یافته در مراکز تکثیر ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام گرفت تا از این اطلاعات جهت انتخاب بهترین نمونه اسپرم مولدین منتخب ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان جهت انجماد و نگهداری طولانی‌مدت و ایجاد بانک اسپرم ژنتیکی متنوع و مدیریت هدفمند تکثیر ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در مقیاس کاربردی استفاده گردد.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر متقابل جیره غذایی و بستر محل زیست کرم‌ها، سه جیره غذایی با سطوح پروتئینی ۲۰، ۲۵، ۳۰ و دو بستر خاکی شامل ۱- هوموس (خاک هوموس) و ۲- خاک ترکیبی ۷۰ به ۳۰ هوموس و خاک پیت ماس در نظر گرفته شد. این تحقیق در قالب طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی با ۶ تیمار و از هر تیمار ۳ تکرار اجرا گردید.

اسپرم‌گیری از مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان (SPF)<sup>۲</sup> جمع‌آوری شده از مزارع پرورشی منتخب کشور در استان آذربایجان غربی شهرستان ارومیه (حدیدی، معروفی و قربانی) و استان مازندران شهرستان تنکابن (ملکی تبار و سرشار) و شهرستان آمل (فخاری) در اسفند ۱۳۹۶ تا اردیبهشت ۱۳۹۷ پس از

مطالعاتی در رابطه با شاخص‌های کیفی اسپرم قزل‌آلای رنگین‌کمان به خصوص غلظت اسپرم و مدت تحرک آن و ارتباطش با میزان لقاح و تفریح انجام شده است. Tekin و همکاران در سال ۲۰۰۳ مشاهده کردند که با کاهش غلظت اسپرم، مدت زمان تحرک اسپرم در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان افزایش و با افزایش غلظت اسپرم، مدت زمان تحرک اسپرم در این ماهی کاهش می‌یابد. نتیجه مشابهی نیز در همین گونه توسط Liley و همکاران در سال ۲۰۰۲ گزارش شده است که در نمونه‌برداری از اسپرم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و سنجش مدت زمان تحرک اسپرم و اسپرماتوکریت در زمان‌های متفاوت نمونه‌برداری، زمانی که مقدار اسپرماتوکریت بیشتر باشد، مدت زمان تحرک اسپرم کاهش می‌یابد. لرستانی و همکاران در سال ۱۳۸۶ مشاهده کردند که افزایش سن مولد نر با افزایش مدت زمان تحرک اسپرم رابطه مثبت و با میزان اسپرماتوکریت رابطه معکوس دارد. او پیشنهاد داد که از مولدین کم‌سن با اسپرم غلیظ استفاده شود و در صورت نبود از مولدینی با اسپرم دارای مدت زمان تحرک بالاتر استفاده شود تا جبران کاهش تعداد سلول‌های اسپرم در واحد حجم شود و افزایش لقاح صورت پذیرد. به عبارتی می‌توان نتیجه گرفت که تاثیر غلظت اسپرم بیشتر از مدت زمان تحرک آن در افزایش لقاح می‌باشد.

به طور کلی در طرح تولید ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان عاری از بیماری خاص (SPF)، ایجاد نخستین پایلوت نیمه صنعتی الگویی تکثیر و پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان با رعایت کامل اصول زیستی، تولید گله ماهیان مولدین پایه شناسنامه‌دار با سلامت بالا از ذخایر ژنی موجود در کشور و تولید تخم چشم‌زده

<sup>2</sup>Specific Pathogen Free

تحركی بیش از ۹۵٪ اسپرم‌ها با کرونومتر آزمایشگاهی سنجش و با واحد ثانیه (با دقت  $\pm 0/1$  ثانیه) ثبت شد (لرستانی و همکاران، ۱۳۸۶). میزان pH هر نمونه نیز به طور مجزا با استفاده از pH متر دیجیتال رومیزی با دقت  $\pm 0/01$  در دمای آزمایشگاه سنجش و ثبت گردید.

به منظور انجام آزمایش لقاح، پس از بررسی مولدین ماده، از ۶ مولد (از هر مزرعه منتخب، یک مولد) ۴ ساله در سالن قرنطینه مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی تنکابن به میزان ۶۰۰ گرم تخمک‌گیری (با میانگین قطر  $5/2$  میلی‌متر) شد. تخمک‌های استحصالی جهت از بین بردن اثر تفاوت کیفیت ماده‌ها، با هم مخلوط شده و به ۱۲ قسمت ۵۰ گرمی تقسیم شدند. برای آزمایش لقاح اسپرم‌های شاهد،  $0/5$  میلی‌لیتر از کیفی‌ترین اسپرم اولیه مولدین نر هر مزرعه، با ۵۰ گرم تخمک مولدین ماده (۱۲ تخمک در گرم) مخلوط شده و پس از ۵ دقیقه هم زدن و شستشوی بعدی، به سینی ترفاها منتقل شدند. اسپرم‌های استحصالی از هر شش مزرعه مورد بررسی، لقاح داده شد. به منظور به حداقل رساندن اثر تفاوت تراکم اسپرم‌ها در هر تیمار، حجم اسپرم مورد نیاز در آزمایش لقاح، با توجه به تراکم اولیه سنجش شده محاسبه (۵۰۰ هزار اسپرم برای هر تخمک) (Bozkurt and Secer, 2006) و مورد استفاده قرار گرفت. درصد لقاح نمونه‌ها در کلیه تیمارها، در فواصل زمانی ۴، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اینکه تخم‌های لقاح یافته به خوبی آب جذب نمودند، بر اساس فرمول  $100 \times \text{تعداد کل تخم‌ها} / \text{تعداد تخم‌های لقاح یافته} = \text{درصد لقاح سنجش شد}$  (پورکاظمی و همکاران، ۱۳۹۱).

انتقال به بخش قرنطینه مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور (تنکابن) با رعایت اصول بهداشتی صورت گرفت. از هر مزرعه منتخب تعداد ۴ مولد ۳ ساله به صورت تصادفی (با میانگین وزن و طول کل مولدین به ترتیب معادل  $2618 \pm 402$  گرم و  $55/9 \pm 2/9$  سانتی‌متر) (جدول ۱) و از هر مولد به میزان ۶-۱۰ میلی‌لیتر اسپرم استحصالی گردید.

به منظور استحصالی اسپرم از مولدین، ابتدا آنها را به مدت ۱۰ دقیقه در معرض محلول پودر گل میخک (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) با دمای  $9/4 - 9/1$  درجه سانتی‌گراد قرار داده تا بیهوش شوند (Sudagar et al., 2009)، و سپس محوطه تناسلی را خشک کرده و با ماساژ شکمی اسپرم دریافت شد (Canyurt and Akhan, 2008). نمونه‌های اسپرم استحصالی شده بدون اختلاط با آب، ادرار یا مدفوع، در بشرهای مجزا جمع‌آوری شدند و تا زمان بررسی‌های کمی و کیفی (شمارش سلولی، بررسی درصد تحرک، مدت زمان تحرک و pH) در دمای ۳-۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. ارزیابی درصد تحرک نمونه اسپرم‌ها، در آزمایشگاه مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور در زیر میکروسکوپ معمولی با بزرگنمایی ۴۰۰ برابر و با رقت ۱:۱۰ پس از اختلاط با آب، از پنج ثانیه پس از تماس، تا زمان بی‌تحركی بیش از ۹۵٪ اسپرم‌ها (Fitzpatrick et al., 2005) انجام گرفت. تعیین تراکم با شمارش مستقیم پس از رقیق‌سازی به مدت ۵ دقیقه و به نسبت ۱۰:۱۰۰ و با استفاده از لام هماسیتومتر انجام شد (Hatef et al., 2007). نتایج سنجش تراکم نمونه اسپرم‌های استحصالی با واحد میلیارد در هر میلی‌لیتر بیان گردید (Bozkurt et al., 2011). مدت زمان تحرک اسپرم‌ها نیز از لحظه تماس با آب تا بی-

## تجزیه و تحلیل آماری

جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک<sup>۳</sup> استفاده شد. سنجش تراکم، pH و شاخص‌های تحرک در سه تکرار برای هر نمونه مناسب انجام شد. میانگین نتایج تکرارها برای هر تیمار پس از محاسبه به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار ارائه شد. برای تجزیه و تحلیل میانگین موارد مورد بررسی در بین تیمارها از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه<sup>۴</sup> (ANOVA) و برای بررسی وجود و یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارها از آزمون دانکن<sup>۵</sup> در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. ارزیابی همبستگی داده‌ها، با استفاده از آزمون پیرسون<sup>۶</sup> انجام گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۱۰ (Microsoft Excel 2010) انجام شد.

## نتایج

بررسی مشخصات مولدین نر نشان داد که تنها وزن و طول مولدین مزارع حدیدی و قربانی، به‌طور معنی‌داری از طول و وزن مولدین مزرعه ملکی تبار بالاتر بودند ( $p < 0.05$ ) (جدول ۱).

میانگین کلی تراکم اسپرم‌های تازه استحصالی از ۲۴ مولد مورد استفاده در این تحقیق معادل  $4 \pm 7/83$  میلیارد اسپرم در هر میلی‌لیتر، میانگین حجم اسپرم استحصالی معادل  $1/6 \pm 9/2$  میلی‌لیتر و میانگین‌های درصد تحرک و مدت زمان تحرک اسپرم‌ها نیز به ترتیب معادل  $10/3 \pm 78/7$  درصد و  $4/4 \pm 26/6$  ثانیه

و میانگین pH معادل  $0/23 \pm 7/74$  سنجش شد (جدول ۲).

بررسی شاخص‌های کیفی نمونه اسپرم‌های تازه به تفکیک مولدین هر مزرعه حاکی است که تراکم اسپرم در مزارع فخاری و ملکی تبار، مدت زمان تحرک اسپرم در مزارع فخاری و حدیدی بیشتر از سایر مزارع بود. از طرفی درصد تحرک اسپرم در نمونه‌های مولدین مزارع قربانی و فخاری از همه نمونه‌ها کمتر بود. همچنین pH مایع منی نمونه‌ها فقط در مزارع حدیدی و سرشار با یکدیگر اختلاف داشته و حجم نمونه گرفته شده از مولدین مزارع معروفی و ملکی تبار نیز از مولدین سایر مزارع نمونه‌گیری شده کم‌تر بود ( $p < 0/05$ ) (جدول ۲).

<sup>۳</sup> Shapiro-Wilk

<sup>۴</sup> One Way Analysis of Variance

<sup>۵</sup> Duncan's test

<sup>۶</sup> Pearson's correlation test

جدول ۱: میانگین مشخصات زیست‌سنجی مولدین نر نمونه‌برداری شده از مزارع مختلف

استان	مزرعه	طول (سانتی‌متر)	وزن (گرم)
مازندران	سرشار	۵۳/۵ ± ۲/۱ <sup>bc</sup>	۲۱۶۷ ± ۳۵۲ <sup>b</sup>
مازندران	معروفی	۵۴/۸ ± ۱/۹ <sup>bc</sup>	۲۴۴۰ ± ۲۰۳ <sup>b</sup>
مازندران	فخاری	۵۵/۴ ± ۱/۵ <sup>bc</sup>	۲۵۰۰ ± ۴۰۵ <sup>b</sup>
آذربایجان غربی	ملکی تبار	۵۱/۸ ± ۳/۹ <sup>c</sup>	۱۸۷۶ ± ۳۵۶ <sup>b</sup>
آذربایجان غربی	قربانی	۵۸/۳ ± ۴/۳ <sup>ab</sup>	۳۲۲۵ ± ۵۰۵ <sup>a</sup>
آذربایجان غربی	حدیدی	۶۱/۸ ± ۳/۷ <sup>a</sup>	۳۵۳۰ ± ۵۹۳ <sup>a</sup>

حروف لاتین متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین مزارع است (انحراف معیار ± میانگین)

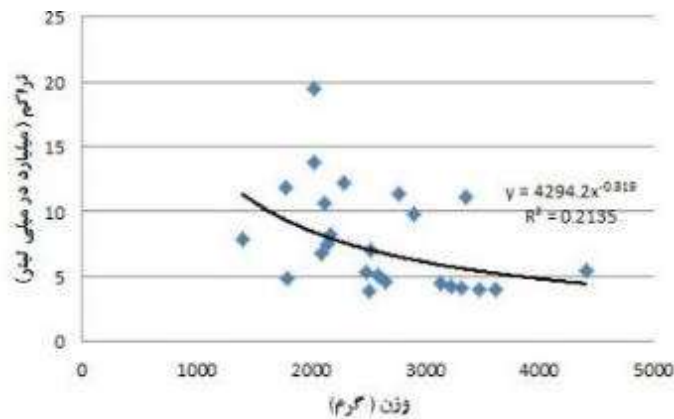
جدول ۲: میانگین خصوصیات کیفی سنجش شده اسپرم تازه مولدین مزارع مختلف

استان	مزرعه	حجم (میلی‌لیتر)	تراکم (میلیارد در میلی‌لیتر)	تحرك (درصد)	زمان تحرك (ثانیه)	pH
مازندران	سرشار	۱۰ ± ۰ <sup>a</sup>	۶/۷ ± ۲/۷ <sup>bc</sup>	۸۵ ± ۵/۷ <sup>a</sup>	۲۵ ± ۳/۴ <sup>b</sup>	۷/۵۷ ± ۰/۰۸ <sup>b</sup>
مازندران	معروفی	۷/۹ ± ۲/۶ <sup>ab</sup>	۵/۹ ± ۱/۷ <sup>c</sup>	۸۵ ± ۵/۸ <sup>a</sup>	۲۵/۸ ± ۱/۹ <sup>b</sup>	۷/۷۵ ± ۰/۰۹ <sup>ab</sup>
مازندران	فخاری	۹ ± ۲ <sup>a</sup>	۱۳/۲ ± ۴/۳ <sup>a</sup>	۷۷/۵ ± ۹/۶ <sup>ab</sup>	۳۲ ± ۲/۹ <sup>a</sup>	۷/۸۷ ± ۰/۳۴ <sup>ab</sup>
آذربایجان غربی	ملکی تبار	۵/۸ ± ۰/۵ <sup>b</sup>	۱۰/۴ ± ۲/۹ <sup>ab</sup>	۸۰ ± ۸/۲ <sup>a</sup>	۲۳/۵ ± ۴/۲ <sup>b</sup>	۷/۶۲ ± ۰/۱۲ <sup>ab</sup>
آذربایجان غربی	قربانی	۸/۵ ± ۱/۹ <sup>a</sup>	۴/۳۶ ± ۰/۶ <sup>c</sup>	۶۵ ± ۱۲/۹ <sup>b</sup>	۲۵ ± ۳/۹ <sup>b</sup>	۷/۶۹ ± ۰/۱۷ <sup>ab</sup>
آذربایجان غربی	حدیدی	۱۰ ± ۰ <sup>a</sup>	۶/۳ ± ۳/۲ <sup>bc</sup>	۸۰ ± ۸/۲ <sup>a</sup>	۲۸/۲۵ ± ۵/۳ <sup>ab</sup>	۷/۹۶ ± ۰/۲۹ <sup>a</sup>

حروف لاتین متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین مزارع است (انحراف معیار ± میانگین)

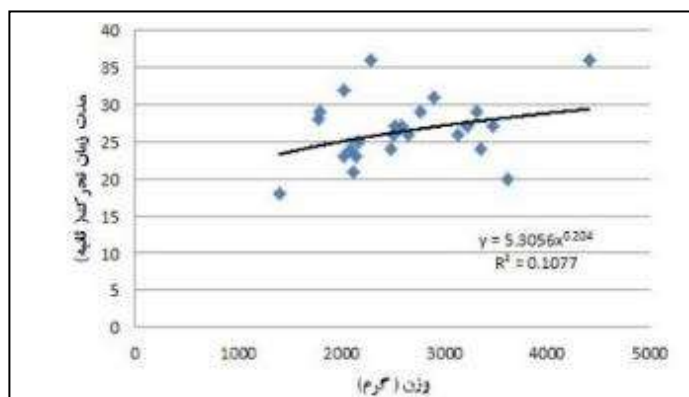
بین این دو شاخص بوده و این ارتباط معنی‌دار بود  
( $p < 0.05$ ) (جدول ۳).

چگونگی رابطه بین وزن مولدین و تراکم اسپرم‌های استحصالی در شکل ۱ آمده است. این نمودار، حاکی از یک رابطه قوی و منفی ( $r = -0.46$ )

شکل ۱: رابطه همبستگی وزن مولدین با تراکم اسپرم شاهد در مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان (SPF) ( $p < 0.05$ )

ارتباط مثبت و نسبتاً قوی ( $r = 0/33$ ) وجود دارد اما این ارتباط معنی‌دار نبود ( $p > 0/05$ ) (جدول ۳).

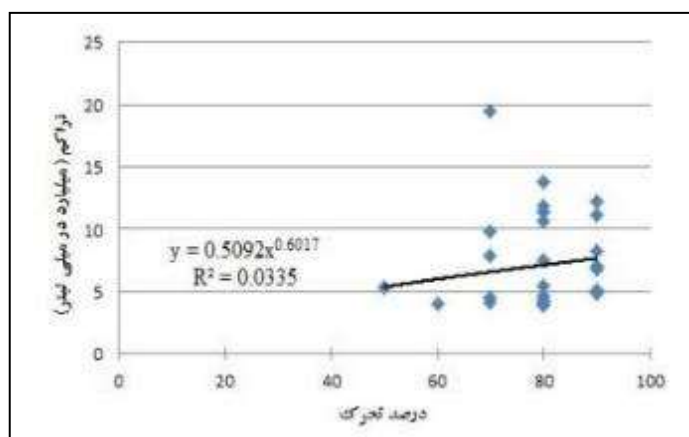
همچنین در شکل ۲ رابطه وزن مولدین نر قزل-آلای رنگین کمان با مدت زمان تحرک اسپرم این مولدین نشان می‌دهد که بین این دو شاخص نیز یک



شکل ۲: رابطه همبستگی وزن مولدین با مدت زمان تحرک اسپرم شاهد در مولدین قزل‌آلای رنگین کمان (SPF) ( $p > 0/05$ )

سبب افزایش درصد تحرک اسپرم‌های استحصالی از مولدین قزل‌آلای رنگین کمان (SPF) شده، اما این همبستگی قوی و معنی‌دار نبود ( $p > 0/05$ ) (جدول ۳).

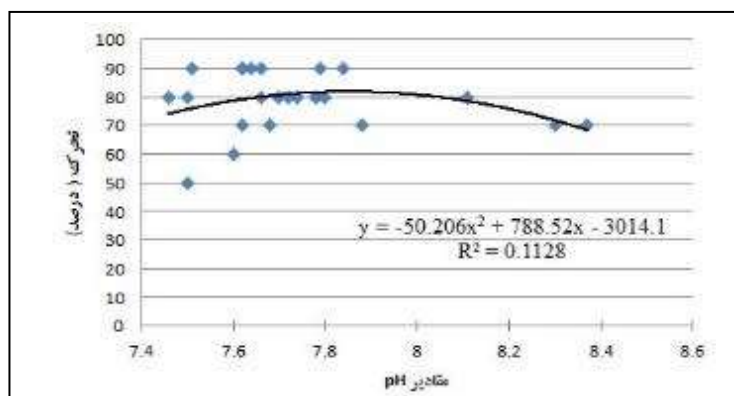
در شکل ۳، رابطه درصد تحرک اسپرم‌های استحصالی با تراکم آن‌ها آمده است. از نتایج حاصله مشخص شد که افزایش میزان تراکم سلولی، تا حدی



شکل ۳: رابطه همبستگی درصد تحرک با تراکم نمونه اسپرم شاهد در مولدین قزل‌آلای رنگین کمان (SPF) ( $p > 0/05$ )

اسپرم‌ها شده، اما با افزایش بیش از  $pH = 7/9$ ، تاثیر منفی مشاهده شد. بررسی آماری حاکی از عدم وجود ارتباط معنی‌دار بین دو شاخص بود ( $p > 0/05$ ) (جدول ۳).

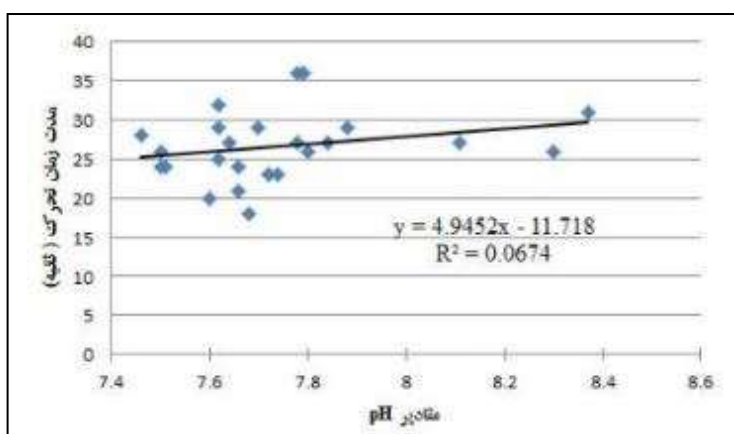
همچنین رابطه بین درصد تحرک اسپرم با  $pH$  مایع منی مولدین قزل‌آلای رنگین کمان (SPF)، در شکل ۴ آمده است. همان‌گونه که از این شکل استنباط می‌شود، افزایش میزان  $pH$  مایع منی در نمونه‌ها، از  $7/4$  تا  $pH = 7/9$  سبب بالارفتن میزان درصد تحرک



شکل ۴: رابطه همبستگی درصد تحرک اسپرم شاهد با pH مایع منی مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان (SPF) ( $p > 0.05$ )

مدت زمان تحرک اسپرم مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان -  
کمان (SPF) وجود دارد. این ارتباط از لحاظ آماری  
معنی‌دار نبود ( $p > 0.05$ ) (جدول ۳).

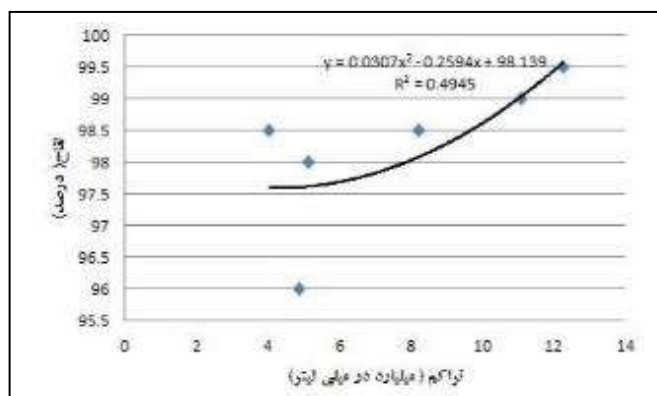
چگونگی ارتباط بین شاخص‌های pH مایع منی  
با مدت زمان تحرک اسپرم در نمونه‌های استحصالی نیز  
در شکل ۵ آمده است. این شکل مشخص می‌نماید که  
همبستگی ناچیزی ( $r = 0.26$ ) بین pH مایع منی و



شکل ۵: رابطه همبستگی مدت زمان تحرک اسپرم شاهد با pH مایع منی مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان (SPF) ( $p > 0.05$ )

درصد لقاح با مدت زمان تحرک اسپرم مولدین قزل-  
آلای رنگین‌کمان (SPF) در حد  $r = 0.83$  و درصد  
لقاح با درصد تحرک اسپرم مولدین قزل‌آلای رنگین-  
کمان (SPF) را در حد  $r = 0.34$  نشان می‌دهد، اما  
ارتباط معنی‌داری بین این شاخص‌ها دیده نشد  
( $P > 0.05$ ).

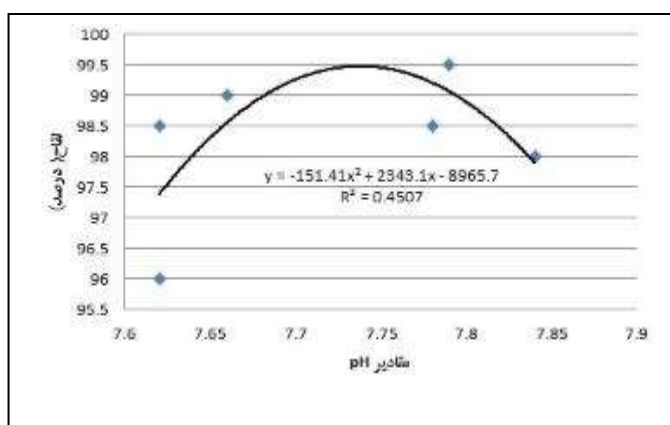
چگونگی ارتباط تراکم اسپرم‌های تازه با درصد  
لقاح در مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان (SPF) در  
شکل ۶ آمده است. این شکل نشان می‌دهد که  
همبستگی قوی ( $r = 0.70$ ) بین این دو شاخص وجود  
دارد. هرچند بررسی آماری ارتباط معنی‌داری بین این  
دو شاخص نشان‌دهنده ( $p > 0.05$ ) (جدول ۳). همبستگی



شکل ۶: رابطه همبستگی تراکم اسپرم شاهد با درصد لقاح مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان (SPF) ( $p > 0.05$ )

لقاح افزایش یافته، اما با ادامه بالارفتن pH از ۷/۷۵ تا مقدار ۷/۸۵، درصد لقاح کاهش یافت. این ارتباط نیز معنی‌دار تشخیص داده نشد ( $p > 0.05$ ).

در ارتباط میزان pH مایع منی مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان (SPF) با درصد لقاح در شکل ۷ مشخص می‌شود که با افزایش میزان pH از ۷/۶ تا ۷/۷۵ درصد



شکل ۷: رابطه همبستگی بین pH مایع منی شاهد با درصد لقاح مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان (SPF) ( $p > 0.05$ )

های وزن مولدین و تراکم اسپرم منفی و معنی‌دار بوده است ( $p < 0.05$ ). هر چند همبستگی بین درصد لقاح با طول، وزن و تراکم اسپرم مولدین مقادیر بالایی را نشان داد.

چگونگی معنی‌دار بودن ارتباط بین شاخص‌های سنجش شده در نمونه اسپرم‌های مولدین در جدول ۳ خلاصه شده است. همان‌گونه که مشخص شده، رابطه بین شاخص‌های طول و وزن مولدین، مثبت و بسیار معنی‌دار بوده ( $p < 0.01$ ) و همچنین رابطه بین شاخص-

جدول ۳: چگونگی معنی‌دار بودن بین موارد سنجش شده اسپرم تازه مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان (SPF) ( $p < 0.01$  و  $p < 0.05$ )

شاخص	وزن ماهی	طول ماهی	تراکم	درصد تحرک اسپرم	مدت زمامت تحرک	pH	درصد لقاح (۲۴ ساعته)
وزن ماهی	-	-	-	-	-	-	-
طول ماهی	**۰/۹۳۱	-	-	-	-	-	-
تراکم	*۰/۴۲۳-	۰/۲۵۷-	-	-	-	-	-
درصد تحرک اسپرم	۰/۱۷۰-	۰/۰۱۳-	۰/۰۹۸	-	-	-	-
مدت زمامت تحرک	۰/۳۱۰	۰/۳۲۰	۰/۱۹۹	۰/۲۲۷	-	-	-
pH	۰/۳۷۵	۰/۳۴۴	۰/۱۷۰-	۰/۱۱۶-	۰/۲۶۰	-	-
درصد لقاح (۲۴ ساعته)	۰/۵۱۵	۰/۶۳۸	۰/۶۸۵	۰/۱۰۱-	۰/۱۵۴	۰/۳۸۹	-

## بحث

در تحقیق حاضر، درصد تحرک اسپرم‌های نمونه‌برداری شده از مزارع مختلف بین ۶۵-۸۵ درصد متغیر بود. همچنین مدت زمان بقا و تحرک اسپرم‌ها در محدوده ۲۵-۳۲ ثانیه سنجش شد که این مدت زمان تحرک اسپرم تقریباً منطبق با بررسی شالویی و همکاران (۱۳۹۴) ( $4/05 \pm 30/3$  ثانیه) و بیش‌تر از مطالعه حسینی و همکاران (۱۳۹۷) ( $0/32 \pm 19/07$  ثانیه) بود. وجود همبستگی شدید بین درصد تحرک با درصد لقاح ( $r = 0/94$ ) و بین درصد تحرک و درصد تفریح ( $r = 0/74$ ) در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، توسط Bozkurt (۲۰۰۶) گزارش شده اما ارتباطی بین مدت زمان تحرک اسپرم با درصد لقاح در این ماهی

عنوان نگردید ( $r = 0/08$ ). در گزارش این گروه، میانگین تراکم نمونه اسپرم استحصال شده از ۱۵ مولد برابر  $4/3 \pm 7/7$  میلیارد اسپرم در هر میلی‌لیتر (در مقایسه با  $4 \pm 7/83$  میلیارد اسپرم در هر میلی‌لیتر در تحقیق حاضر)، میانگین pH برابر  $0/3 \pm 7/3$  (در مقایسه با  $0/23 \pm 7/74$  در تحقیق حاضر) و میانگین درصد تحرک اسپرم‌ها در حد  $15 \pm 75/3$  درصد (در مقایسه با  $3 \pm 10/78$  در تحقیق حاضر) ذکر شد. در ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای (*Salmo trutta fario*) نیز همبستگی مثبت بین درصد لقاح با درصد تحرک اسپرم ( $r = 0/33$ ) و با اندازه تخمک ( $r = 0/75$ ) گزارش شده است (Bozkurt and Secer, 2006). در مطالعه حاضر ارتباط بین درصد لقاح و درصد تحرک نمونه

مثبت و بین تراکم اسپرم با درصد تحرک همبستگی معنی‌دار منفی گزارش شده است (Bozkurt *et al.*, 2011). لرستانی و همکاران (۱۳۸۶) همبستگی منفی و معنی‌داری را بین مدت زمان تحرک و تراکم اسپرم گزارش کرد. در مطالعه Tuset و همکاران (۲۰۰۸) که بر روی ۱۳ نمونه اسپرم مولدین پرورشی با میانگین وزنی ۴۰۰ گرم انجام گرفت، مشخص شد که درصد لقاح اسپرم‌های منجمد شده ماهی قزل‌آلای رنگین-کمان با تراکم اسپرم و مدت زمان تحرک اسپرم، هیچ همبستگی نداشته است (Tuset *et al.*, 2008). در تحقیق حاضر این ارتباط معنی‌دار نبوده که می‌تواند به علت تعداد کم نمونه‌های لقاح داده شده، تفاوت در وزن مولدین مورد استفاده (۴۰۰ گرم در مقایسه با ۲۶۱۸ گرم در آزمایش حاضر)، سن، تغذیه، شرایط نگهداری مولدین و منشا ژنتیکی باشد (Fitzpatrick *et al.*, 2014; Ciereszko *et al.*, 2005). اگرچه مولدین نر مورد استفاده در این تحقیق ۳ ساله بودند ولی در مطالعه لرستانی و همکاران (۱۳۸۶) بیان شد که مولدین ۳ ساله اسپرماتوکریت کم‌تری نسبت به مولدین ۲ ساله دارند ولی با افزایش سن مدت تحرک اسپرم افزایش می‌یابد که می‌تواند مرتبط با تراکم کم‌تر اسپرم باشد. در مطالعه دیگری که توسط شمس‌پور و خارا (۱۳۹۳) انجام شد، مشخص گردید که میزان اسپرماتوکریت و غلظت اسپرم در مولدین نر قزل‌آلای رنگین‌کمان ۳ ساله بیشتر از ۵ ساله بود. افزایش اسپرم‌های متحرک و تاثیر مثبت آن بر کارایی لقاح موردی است که می‌تواند با بررسی این شاخص قبل از آزمایش لقاح، راهنمای مناسبی در انتخاب مولدین باشد.

Ciereszko و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی اثر pH بر تحرک اسپرم چند گونه از ماهیان خانواده

اسپرم‌های استحصالی معنی‌دار نبود. تحقیقات قبلی در خصوص بررسی رابطه این دو شاخص در زیرگونه دیگری از قزل‌آلا (*Salmo trutta abanticus*) حاکی از وجود رابطه همبستگی در حد  $r = 0/11$  بود (Bozkurt *et al.*, 2006). هرچند که محققین مذکور این میزان رابطه بین دو عامل درصد لقاح و درصد تحرک اسپرم را در این زیرگونه معنی‌دار اعلام کردند، اما به نظر می‌رسد این حد همبستگی نمی‌تواند به‌عنوان یک همبستگی قوی در نظر گرفته شود.

یکی دیگر از شاخص‌های تاثیرگذار در کیفیت لقاح، تراکم اسپرم در مایع منی می‌باشد (Ciereszko *et al.*, 2014) که ضمن ارایه اطلاعات اولیه قابل مقایسه در مولدین مختلف، شاخص مفیدی در انتخاب مولدین مراکز تکثیر، تعیین دقیق نسبت اسپرم به تخمک در عملیات تکثیر مصنوعی و پیش‌بینی موفقیت لقاح می‌باشد (Fauvel *et al.*, 2010; Hatf *et al.*, 2007). در تحقیق حاضر، درصد اسپرم‌های متحرک با تراکم، همبستگی معنی‌دار نشان نداد. اما از آنجاکه درصد تحرک اسپرم در مطالعات قبلی همبستگی بالایی با درصد لقاح داشته است، رعایت نسبت اسپرم به تخمک برای لقاح تخمک‌های مولدین ماده، می‌تواند امکان حفظ و نگهداری تعداد نمونه اسپرم‌های بیشتری را در این نوع فعالیت‌ها افزایش دهد. در مطالعه‌ای که توسط Bozkurt و همکاران (۲۰۱۱) بر روی یکی دیگر از زیرگونه‌های ماهی قزل‌آلا (*Salmo trutta macrostigma*) انجام شده، مشخص گردید که تراکم اسپرم در این ماهی در حد  $6/20$  میلیارد در هر میلی‌لیتر و pH آن در حد  $7/53$  بوده است. در این زیرگونه از قزل‌آلا بین درصد تحرک اسپرم مولدین با مدت زمان تحرک همبستگی معنی‌دار

انتخاب تا برای نگهداری طولانی مدت و ایجاد بانک اسپرم ژنتیکی متنوع و مدیریت هدفمند تکثیر ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان منجمد گردد.

### سپاسگزاری

نویسنده و همکاران از زحمات جناب آقای دکتر محمود محسنی، رئیس محترم وقت مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور و تلاش‌های مجدانه جناب آقای مهندس محمد اسماعیل راست روان، مسئول محترم وقت بخش تکثیر و پرورش آن مرکز کمال تشکر را دارند.

### منابع

۱. برادران نویری، ش.، حسن‌زاده صابر، م.، ۱۳۹۷. روش ارزیابی کیفیت اسپرم ماهیان. نشریه توسعه آبی‌پروری، ۱۲(۳)، ۲۹-۱۵.
۲. بینایی، م.، پورغلام، ر.، برادران نویری، ش.، قیاسی، م.، بهمنی، م.، قانع‌ی تهرانی، م.، ۱۳۹۵. ارزیابی کیفیت اسپرم ماهیان سفید ( *Rutilus frisii kutum* ) و آزاد دریای خزر ( *Salmo trutta caspius* ) قبل و بعد از انجماد. نشریه توسعه آبی‌پروری، ۱۰(۳)، ۶۷-۵۷.
۳. حسینی، س.ش.، خارا، ح.، کلباسی، م.ر.، ۱۳۹۷. تاثیر محلول‌های فعال‌کننده نمکی اسپرم بر موفقیت لقاح قزل‌آلای رنگین‌کمان ( *Oncorhynchus mykiss* ). نشریه فن‌آوری‌های نوین در توسعه آبی‌پروری، ۱۲(۱)، ۴۱-۳۰.
۴. پورکاظمی، م.، شکیبی دریاکناری، ع.، کلباسی، م.ر.، عبدالحی، ح. و برادران نویری، ش.، ۱۳۹۱. بیوتکنیک نگهداری کوتاه مدت اسپرم ماهی قزل-آلای رنگین‌کمان ( *Oncorhynchus mykiss* ).

آزادماهیان، نشان داد که افزایش pH باعث افزایش درصد تحرک اسپرم‌های استحصال می‌شود. این گروه با بررسی اثر این عامل بر تحرک اسپرم قزل‌آلای رنگین‌کمان نیز مشخص نمودند که در این ماهی با بالا رفتن میزان pH از ۷ تا ۹، درصد تحرک اسپرم‌ها از ۲۰ درصد به حدود ۹۰ درصد افزایش یافته است (Ciereszko *et al.*, 2011). هرچند ارتباط معنی‌داری بین میزان تحرک اسپرم و شاخص pH در مطالعه حاضر دیده نشد، اما افزایش مدت زمان تحرک اسپرم مولدین، هم‌زمان با بالا رفتن pH در نمونه اسپرم‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر نیز مشاهده شد. از طرفی افزایش pH از ۷/۴ تا ۷/۸، سبب افزایش درصد اسپرم‌های استحصال شده و با بالاتر رفتن این شاخص، مجدداً درصد تحرک کاهش یافت. این موضوع نشان می‌دهد که اسپرم مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان (SPF) در محدوده pH ۷/۸ بالاترین کارایی تحرک را دارند. رابطه مشابهی بین pH و درصد لقاح نمونه‌ها نیز مشاهده گردید. نکته قابل تامل در این منحنی آن است که مشابه رابطه تاثیر pH بر درصد تحرک، افزایش pH از ۷/۶ تا ۷/۷۵ سبب افزایش درصد لقاح و با افزایش بیش‌تر pH، سبب کاهش لقاح شده است. این موضوع بار دیگر حساسیت اسپرم این ماهی به تغییرات pH و تاثیر منفی آن در خارج از محدوده pH ۷/۷ را در هر دو سو، نشان داده و یادآوری می‌نماید که در فعالیت‌های انجماد اسپرم این ماهی باید این شاخص را در محدوده بهینه عملیاتی نگاه داشت.

با توجه به اطلاعات به‌دست آمده از بررسی‌های صورت گرفته بر روی شاخص‌های کمی و کیفی اسپرم مولدین منتخب عاری از عوامل بیماری‌زای خاص (SPF)، کیفی‌ترین اسپرم مولدین هر مزرعه

- Pourkazemi, M., 2006. Sperm morphology, density and spermatocrit study of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). *Journal of Applied Ichthyology*, 22(1), 380-383.
12. Billard, R., Cosson, J., Crim, L.W., 1993. Motility of fresh and aged halibut sperm. *Aquatic Living Resources*, 6(1), 6775.
13. Bozkurt, Y., 2006. The Relationship between body condition, sperm quality parameters and fertilization success in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 5(4), 284-288.
14. Bozkurt, Y., Öğretmen, F., Kökçü, Ö., Erçin, U., 2011. Relationships between seminal plasma composition and sperm quality parameters of the *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858) semen: With emphasis on sperm motility. *Czech Journal of Animal Science*, 56(8), 355-364.
15. Bozkurt, Y., Secer, S., 2006. Relationship between spermatozoa motility, egg size, fecundity and fertilization success in brown trout (*Salmo trutta fario*). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(11), 2141-2144.
16. Bozkurt, Y., Secer, S., Bekcan, S., 2006. Relationship between spermatozoa motility, egg size, fecundity and fertilization success in *Salmo trutta abanticus*. *Ankara Universitesi Ziraat Fakultesi*, 4, 345-348.
17. Cabrita, E., Robles, V., Herráez, M.P., 2009. *Methods in reproductive aquaculture: Marine and freshwater species*. CRC Press Taylor & Francis Group 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, FL 33487-2742 © 2009 by Taylor & Francis Group, LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business.
18. Cabrita, E., Martinez-Paramoa, S., Gavaia, P.J., Riesco, M.F., Valcarce, D.G., Sarasquete, C., Herraiez, M.P., Robles, V., 2014. Factors enhancing fish sperm quality and emerging tools for sperm analysis. *Aquaculture*, 432, 389-401.
19. Canyurt, M.A., Akhan, S., 2008. Effect of ascorbic acid supplementation on sperm quality of rainbow trout (*Onchorynchus* مجله علمی شیلات ایران، ۲۱ (۴)، ۱۵۷-۱۶۴.
۵. شالویی، ف.، حسینی، ط.، ایمانیپور، م.ر.، ۱۳۹۴. بررسی تأثیر تکثیر خارج از فصل بر روی شاخص‌های کیفی اسپرم و موفقیت لقاح در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). *مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)*، ۲۸ (۲)، ۲۵۶-۲۶۲.
۶. شمس‌پور، س.، خارا، ح.، ۱۳۹۳. تأثیر فاکتور سن بر شاخص‌های تولیدمثلی مولدین پرورشی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). *مجله آبریان و شیلات*، ۵ (۲۰)، ۲۷-۳۷.
۷. علیپور، ع.، برادران نویری، ش.، نوروز فشخامی، م.ر.، آذری تاکامی، ق. و وهاب زاده، ح.، ۱۳۹۲. بررسی برخی خصوصیات ریخت‌شناسی و تراکم اسپرم تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) از طریق اسپرماتوکریت، شمارش عددی و طیف سنجی. *مجله علمی پژوهشی زیست‌شناسی دریا*، ۴ (۱۵)، ۲۵-۳۴.
۸. لرستانی، ر.، احمدی، م.ر.، کلباسی، م.ر.، ۱۳۸۶. همبستگی خصوصیات کیفی اسپرم مولدان نر در روند تکثیر ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). *نشریه دانشکده منابع طبیعی*، ۶۰ (۱)، ۱۴۱-۱۵۰.
9. Alavi, S.M.H., Cosson, J., 2005. Sperm motility in fishes: (I) Effects of temperature and pH: a review. *Cell Biology International*, 29, 101-110.
10. Alavi, S.M.H., Linhart, O., Coward, K., Rodina M., 2008. Fish spermatology: Implications for Aquaculture management. In: Alavi, S.M.H., Cosson, J., Coward, K. & Rafiee, G. (Eds.), *Fish Spermatology*. Alpha Science International Ltd., Oxford, U.K., pp. 397-460.
11. Baradaran Noveiri, S., Alipour, A.

- 144-152.
29. Linhart, O., Mims, S.D., Gomelsky, B., Hiott, A.E., Shelton, W.L., Cosson, J., Rodina, M., Gela, D., 2000. Spermiation of paddlefish (*Polyodon spathula*) stimulated with injection of LHRH analogue and carp pituitary extract. *Aquatic Living Resources*, 13(6), 455-460.
  30. Mylonas, C.C., Fostier, A., Zanuy, S., 2010. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endocrinology*, 165, 516-534.
  31. Ohta, H., Shimma, H., Hirose, K., 1995. Relationship between fertility and motility of cryopreserved spermatozoa of the amago salmon *Oncorhynchus masou ishikawae*, *Fisheries Science*, 61, 886.
  32. Rurangwa, E., Kimeb, D.E., Olleviera, F., Nash, J.P., 2004. The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. *Aquaculture*, 234, 1-28.
  33. Sudagar, M., Mohammadzarejabad, A., Mazandarani, R., Pooralimotlagh, S., 2009. The efficacy of clove powder as an anesthetic and its effects on hematological parameters on roach (*Rutilus rutilus*). *Journal of Aquaculture Feed Science and Nutrition*, 1, 1-5.
  34. Tekin, N., Secer, S., Akcay, E., Bozkurt, Y., Kayam, S., 2003. The effect of age on spermatological properties in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792). *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 27(1), 37-44.
  35. Tuset, V.M., Dietrich, G.J., Wojtczak, M., Slowinska, M., de Monserrat, J., Ciereszko, A., 2008. Relationship between morphology, motility and fertilization capacity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) spermatozoa. *Journal of Applied Ichthyology*, 24, 393-397.
  - mykiss*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8, 171-175.
  20. Ciereszko, A., Dietrich, G.J., Dietrich, M.A., Nynca, J., Kuźmiński, H., Dobosz, S., Grudniewska, J., 2010. Effects of pH on sperm motility in several Salmoniformes species: *Oncorhynchus mykiss*, *Salvelinus fontinalis*, *Salmo trutta*, *Salmo salar* and *Thymallus thymallus*. *Journal of Applied Ichthyology*, 26, 665-667.
  21. Ciereszko, A., Dietrich, G.J., Nynca, J., Dobosz, S., Zalewski, T., 2014. Cryopreservation of rainbow trout semen using a glucose-methanol extender. *Aquaculture*, 420-421, 275-281.
  22. Cosson, J., Groison, A.L., Suquet, M., Fauvel, C., Dreanno, C., Billard, R., 2008. Studying sperm motility in marine fish: an overview on the state of the art. *Journal of Applied Ichthyology*, 24, 460-486.
  23. Duplinsky, P.D., 1982. Sperm motility of northern pike and chain pickerel at various pH values. *Transactions of the American Fisheries Society*, 111(6), 768-771.
  24. Fauvel, C., Suquet, M., Cosson, J., 2010. Evaluation of fish sperm quality. *Journal of Applied Ichthyology*, 26, 636-643.
  25. Fitzpatrick, J.L., Henry, J.C., Liley, N.R., Devlin, R.H., 2005. Sperm characteristics and fertilization success of masculinized coho salmon (*Onchorhynchus kisutch*). *Aquaculture*, 249, 459-468.
  26. Hatef, A., Niksirat, H., Mojazi Amiri, B., Alavi, S.M.H., Karami, M., 2007. Sperm density, seminal plasma composition and their physiological relationship in the endangered Caspian Brown trout (*Salmo trutta caspius*). *Aquaculture Research*, 38, 1175-1181.
  27. Levanduski, M.J., Cloud, J.G., 1988. Rainbow trout (*Salmo gairdneri*) semen: effect of nonmotile sperm on fertility. *Aquaculture*, 75, 171.
  28. Liley, N.L., 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 in vitro fertilization. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59(1),

# Investigating quality Indices of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* sperm in selected Specific Pathogen Free (SPF) farms in the country

Hassanzadeh Saber, M.<sup>1\*</sup>, Baradaran Noveiri, Sh.<sup>1</sup>, Sepahdari, A.<sup>2</sup>, Najjar Lashgari, S.<sup>3</sup>

1- Genetics and Biotechnology Department, International Sturgeon Research Institute (ISRI), Iranian Fisheries Science Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.

2- Health and Diseases Department, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agriculture Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

3- Genetics and Breeding Department, Tonekabon Cold-Water Fish Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agriculture Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Received: 8 December 2023 Accepted: 26 January 2024

## Abstract

In this study, the sperm quality indicators of rainbow trout breeders in selected Specific Pathogen Free (SPF) farms of the country were investigated in order to plan the long-term preservation of rainbow trout sperm through cryopreservation and creating a sperm bank in the next phase. Sperm samples from 24 breeders from six selected SPF farms from West-Azerbaijan and Mazandaran provinces were collected and evaluated. The average density of sperm is  $7.83 \pm 4$  billion per milliliter, the average volume of extracted sperm is  $9.2 \pm 1.6$  ml, the average percentage of motility and its duration were  $78.7 \pm 10.3\%$  and  $26.6 \pm 4.4$  seconds, the average pH was  $7.74 \pm 0.23$  and the fertilization percentage of the samples was  $92.8 \pm 1.2\%$ . The results showed that the pH 7.7-7.8 is the most appropriate value for inducing motility and its increasing or decreasing relative to this value causes a decrease in fertilization efficiency. Also, a positive correlation between pH and sperm motility ( $r = 0.533$ ) and fertility ( $r = 0.67$ ) was determined. According to the obtained information, the characteristics of the best sperm sample is selected for long-term storage and the creation of a genetically diverse sperm bank and targeted management of rainbow trout reproduction.

**Keywords:** Sperm, *Oncorhynchus mykiss*, Fertilization, SPF.

---

\* Corresponding Author: [saber.merag@gmail.com](mailto:saber.merag@gmail.com)