علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره پانزدهم، شماره دو، تابستان ۹۲

بررسی هماوری و کیفیت تخم در ارتباط با برخی پارامترهای زیستی در ماهی قزل آلای رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*)

(مطالعه موردی: مرکز تکثیر و پرورش شهید مطهری یاسوج)

حمیدرضا احمدنیا مطلق [۱]
یاسر توحیدیان فر [۲]
محمد حسین محمدی آشنانی [۳*]
mashnani@gmail.com
محمود نفیسی بهابادی [۴]
مهدی زارع خفری [۵]

تاریخ دریافت:۸۸/۱/۳۰ **تاریخ پذیرش:۸۸/۹/۲۵**

چکیده

به منظور بررسی هماوری و کیفیت تخم در ارتباط با برخی پارامترهای زیستی ماهیان مولد قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با سنی بین ۷-۲ سال و وزنی بین ۳/۰۲ – ۰/۷۸ کیلوگرم در یک مطالعه موردی در مرکز تکثیر ماهی قزل آلای شهید مطهری یاسوج مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه برداری در طی عملیات تکثیر، در ۳ مرحله و در هر مرحله ۲۷ ماهی مولد ماده انجام گرفت. طول و وزن ماهی مولد ماده، وزن کل تخمک به صورت جداگانه و وزن و قطر تخمک ها و تخم ها به صورت نمونه برداری اندازه گیری شده و در فرم های مخصوص یادداشت شد و رابطه بین پارامترهای زیستی (طول ، وزن و سن) و هماوری و کیفیت تخمک و تخم با استفاده از از نرم افزار SPSS ویرایش ۱۴ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بر طبق نتایج این مطالعه رابطه مستقیمی بین سن و طول و وزن مولدین و هماوری مطلق و رابطه معکوس ، بین طول و وزن و هماوری نسبی مشاهده گردید که این روابط در سطح ۹۵٪ ($P < ۰/۰۵$) معنی دار بود. همچنین رابطه معنی داری بین سن مولد و هماوری نسبی و همچنین سن ، طول و وزن مولدها و اندازه تخمک و تخم مشاهده نشد. بر اساس نتایج این تحقیق با افزایش اندازه (طول و وزن) مولد علیرغم افزایش مقدار کل تخمک تولیدی نسبت بین تخمک

۱- دانشجوی دکتری مهندسی منابع طبیعی- شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- دانش آموخته دوره کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی- بوم شناسی آبزیان، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۳- دانشجوی دکتری مهندسی منابع طبیعی- محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران *(مسئول مکاتبات)
۴- دانشیار گروه مهندسی منابع طبیعی - شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس
۵- دانش آموخته کارشناسی مهندسی منابع طبیعی - شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس

تولیدی به وزن مولد ماده کاهش می یابد؛ یعنی متناسب با افزایش اندازه ماهی مقدار تخمک تولیدی افزایش نمی یابد. همچنین میانگین هماوری در هر کیلوگرم وزن ماهی (هماوری نسبی) در گروه های بزرگتر کاهش می یابد. بر اساس مشاهدات حاصل از این مطالعه به نظر می رسد که مولدینی به طول حدود ۴۰ سانتی متر و وزن تقریبی ۱/۵-۱ کیلوگرم مناسب ترین مولدین برای تکثیر می باشند.

واژه های کلیدی: هماوری، تخمک و تخم، پارامترهای زیستی، قزل آلای رنگین کمان، یاسوج.

مقدمه

ظرفیت تولید تخم هر ماهی در هر نوبت رهاسازی و یا تعداد تخم‌های رها شده طی یک دوره تخم‌ریزی ، به عنوان «هم آوری» تعریف می‌شود(۱)، بنابراین به تعداد تخمک های استحصال شده از یک ماهی مولد ماده «هماوری مطلق» گفته می شود و اگر هماوری به واحد وزن بدن بیان شود به آن «هماوری نسبی» می گویند که عبارت است از میزان تخمک استحصال شده به واحد وزن بدن(۲). همچنین کیفیت تخم عبارت است از قابلیت و توانایی برای هماوری و متعاقباً تبدیل شدن به یک جنین(۳).

ماهی قزل آلای رنگین کمان، به عنوان مهم ترین گونه از ماهیان آزاد پرورشی آب شیرین که بومی شمال آمریکاست، به دلیل استعداد سازگاری زیاد و مقاومت زیاد هم اکنون در اکثر آب‌های شیرین دنیا حضور دارد و به خاطر مصرف خوب غذای دستی و رشد مناسب، بیشترین سهم تولید مزارع پرورش ماهیان سردآبی دنیا و تقریبا صد در صد تولید مزارع پرورش ماهیان سردابی ایران را به خود اختصاص می دهد(۲).

تأمین نیازهای آحاد مردم به غذاهای دریایی از طریق آبزی‌پروری(۴)، ارزش آقتصادی آن و وابستگی موفقیت تکاملی یک گونه ماهی(۱) به هماوری، اهمیت مطالعات مربوط به هماوری ماهی قزل آلای رنگین کمان را به وضوح روشن می‌سازد. بنابراین با توجه به سازگاری میزان هماوری ماهی با عوامل مختلف(۵) و وضعیت های متنوع زیست محیطی که ماهی در آن برای تهیه غذا فعالیت می کند(۶)، همچنین فقدان مطالعات جدید بر روی هماوری و کیفیت تخم و ارتباط آن با پارامترهای زیستی در ماهی قزل آلای رنگین کمان در ایران، انجام مطالعات بر روی هماوری این گونه در شرایط زیستی ویژه آن را بیش از پیش ضروری می سازد.

در مراکز تکثیر و پرورش، تخم ریزی طبیعی این ماهی از پائیز تا اوایل بهار سال بعد مشاهده می گردد(۲). البته تخمین میزان باروری قزل آلا، باید هنگامی که ماهی مولد کاملا بالغ و رسیده است، انجام شود زیرا ظرفیت تولید مثلی ماهیان مولد تنها بر اساس تعداد تخمک های رها شده در دوره تخم ریزی است(۷).

مرکز تکثیر و پرورش ماهی شهید مطهری، در ۲۶ کیلومتری جنوب یاسوج واقع و دارای ارتفاع ۱۸۵۰ متر از سطح دریا است. آب مورد نیاز این مرکز از فاصله ۶۰۰ متر توسط چشمه پیر بولدوک تامین می گردد. ظرفیت تولید کارگاه ۲۶ میلیون عدد تخم لقاح یافته و ۲ میلیون بچه ماهی قزل آلای رنگین کمان می باشد . در این مرکز از بهترین روش کنترل زمان تخم دهی یعنی تغییر زمان نوردهی استفاده می شود(۸).

تحقیق حاضر بر روی ماهیان قزل آلای رنگین کمان تحت شرایط رژیم نوری مرکز تکثیر ماهیان سردابی شهید مطهری یاسوج، جهت به دست آوردن رابطه بین وزن، طول، سن مولد با هماوری مطلق و نسبی و همچنین کیفیت تخمک و تخم صورت گرفته است.

مواد و روش ها

نمونه برداری در طی عملیات تکثیر ، در سال ۱۳۸۵ و در ۳ مرحله صورت گرفت. در هر مرحله نمونه برداری ۲۷ قطعه ماهی مولد ماده مورد مطالعه قرار گرفت که پس از بی هوشی با پودر گل میخک با دوز ۱۵۰ ppm ، طول و وزن

ماهی مولد ماده به صورت جداگانه اندازه گیری شده و در فرم های مخصوص یادداشت شد. پس از تخمک گیری، وزن کل تخمک اندازه گیری شد. تعدادی از تخمک‌ها به صورت نمونه جدا شده و برای به دست آوردن وزن تخمک ها مورد استفاده قرار گرفت. همچنین قطر تخمک های نمونه با استفاده از کولیس اندازه گیری شد. قطر و وزن تخم نیز پس از لقاح و آبگیری کامل، همانند تخمک ها محاسبه گردید و یادداشت شد.

جهت تعیین سن، پس از تخم گیری، از ناحیه پشت سرپوش آبششی ماهی مولد تعدادی فلس جدا شد و به طور جداگانه در ظروف مخصوصی که از قبل تهیه شده و با فرمالین ۴٪ پر شده بود قرار می گرفت و برای تعیین سن به آزمایشگاه منتقل گردید(۹و۱۰).

در تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده از نمونه برداری ها از آمار توصیفی، آزمون همبستگی خطی در نرم افزار SPSS ویرایش ۱۴(SPSS Inc., Chicago, IL, USA) بهره گرفته شده است.

در این نوشتار رابطه بین هر یک از پارامترهای زیستی(سن، طول و وزن) با هماوری مطلق و نسبی و وزن و قطر تخم و تخمک به طور جداگانه و بر اساس آزمون همبستگی پیرسون مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

نتایج حاصل از اندازه گیری پارامترهای زیستی(سن، وزن و طول) در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱ – حداقل، حداکثر و میانگین سن ، طول و وزن ماهیان مولد

	میانگین	حداکثر	حداقل
سن مولد (سال)	٤/ ١٧	٧	٢
طول ماهی(سانتی متر)	٤٩/ ١٤	٦٥	٤٠
وزن ماهی(کیلوگرم)	١/ ٦٥	٣/٠٢	٠/٧٨

بر اساس اندازه گیری های انجام گرفته بر روی ۸۱ مولد حداقل، حداکثر و میانگین سن مولدین به ترتیب ۲، ۷ و ۴/۱۷ سال، حداقل، حداکثر و میانگین وزن مولدین، به ترتیب ۰/۷۸، ۳/۰۲ و ۱/۶۵ کیلوگرم و حداقل، حداکثر و میانگین طول مولدین به ترتیب ۴۰، ۶۵ و ۴۹/۱۴ سانتی متر اندازه گیری شد.

همچنین نتایج حاصل از محاسبه هماوری و کیفیت تخمک و تخم در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲ – حداقل، حداکثر و میانگین هماوری مطلق و نسبی، وزن و قطر تخمک و تخم ماهیان مولد

	میانگین	حداکثر	حداقل
هماوری مطلق(گرم)	۱۸۹/۵۰	۴۵۰	۱۰۰
هماوری نسبی(گرم بر کیلوگرم)	۱۱۸/۲۲	۲۹۲/۵۰	۵۷/۸۰
وزن تخمک (گرم)	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۳
قطر تخمک(میلی متر)	۴/۳۴	۵/۱۰	۳/۶۰
وزن تخم (گرم)	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۰۴
قطرتخم(میلی متر)	۴/۶۹	۵/۷۰	۴/۲۰

همان طور که مشاهده می شود، حداقل، حداکثر و میانگین میزان هماوری مطلق به ترتیب ۱۰۰، ۴۵۰ و۱۸۹/۵۰ گرم، حداقل، حداکثر و میانگین هماوری نسبی به ترتیب ۵۷/۸۰، ۲۹۲/۵۰ و ۱۱۸/۲۳ گرم بر هر کیلوگرم وزن ماهی مولد ماده ، حداقل ، حداکثر و میانگین وزن تخمک به ترتیب ۰/۰۳ ، ۰/۰۸ و ۰/۰۶ گرم، حداقل، حداکثر و میانگین وزن تخم به ترتیب ۰/۰۴ ، ۰/۱۰ و ۰/۰۷ گرم، حداقل، حداکثر و میانگین قطر تخمک به ترتیب ۳/۶۰، ۵/۱۰ و ۴/۳۴ میلی‌متر، حداقل، حداکثر و میانگین قطر تخم نیز به ترتیب ۴/۲۰، ۵/۷۰ و ۴/۶۹ میلی‌متر اندازه گیری شد.

جهت ارزیابی رابطهٔ پارامترهای زیستی و هماوری و کیفیت تخمک و تخم شش مقایسه صورت گرفت که ضریب همبستگی میان آن ها در جدول ۳ آمده است . بر طبق نتایج به دست آمده:

رابطه وزن و هماوری: میزان همبستگی محاسبه شده بین وزن و هماوری مطلق ۰/۴۳۰ و رابطه محاسبه شده بین وزن و هماوری نسبی ۰/۴۰۸- می باشد که در سطح ۹۹٪ (۰/۰۱ > P)معنی دار می باشند.

رابطه وزن و کیفیت تخمک و تخم: میزان همبستگی بین وزن مولد و قطر تخمک ۰۵۲/ ۰ و میان وزن مولد و وزن تخمک ۰۸۳/ ۰ می باشد که در سطح ۹۵٪ (۰/۰۵ > P) معنی دار نمی باشند.

میزان همبستگی محاسبه شده میان وزن مولد و قطر تخم ۰/۰۳۵ و رابطه بین وزن مولد و وزن تخم ۱۰۷/ ۰ است که در سطح ۹۵٪ (۰/۰۵ > P) معنی دار نمی باشند.

رابطه طول و هماوری: میزان همبستگی بین طول و هماوری مطلق ۲۳۵/ ۰ است که در سطح ۹۵٪ (۰/۰۵ > P) معنی دار می باشد، همچنین میزان همبستگی بین طول و هماوری نسبی ۴۱۳/ ۰ - است که در سطح ۹۹٪ (۰/۰۱ > P)معنی دار می باشد.

رابطه طول و کیفیت تخم و تخمک: میزان همبستگی بین طول و قطر تخمک ۱۱۹/ ۰- و رابطه میان طول و وزن تخمک ۰/۰۲۰- می باشد که در سطح ۹۵٪ (۰/۰۵ > P) معنی دار نمی باشد.

میزان همبستگی میان طول مولد و قطر تخم ۰۸۲/ ۰- و رابطه بین طول مولد و وزن تخم ۰۰۳/ ۰ می باشد که در سطح ۹۵٪ (۰/۰۵ > P) معنی دار نمی باشد.

رابطه سن و هماوری: میزان همبستگی محاسبه شده بین سن و هماوری مطلق ۲۳۶/ ۰ می باشد که در سطح ۵٪ معنی دار بوده همچنین همبستگی میان سن و هماوری نسبی ۰/۰۲۹ می باشد که در سطح ۹۵٪ (۰/۰۵ > P) معنی دار نمی باشد.

رابطه سن و کیفیت تخمک و تخم: رابطه محاسبه شده بین سن و قطر تخمک ۰۸۴/ ۰- و رابطه بین سن و وزن تخمک شده ۰۷۴/ ۰- می باشد که در سطح ۹۵٪ (۰/۰۵ > P) معنی دار نمی باشد.

جدول ۳ – ضریب همبستگی میان وزن، طول و سن مولد و هماوری مطلق و نسبی و کیفیت تخمک و تخم

	وزن مولد	طول مولد	سن مولد
هماوری مطلق	۰/۴۳۰	۰/۲۳۵	۰/۲۳۶
هماوری نسبی	-۰/۴۰۸	-۰/۴۱۳	۰/۰۲۹
وزن تخمک	۰/۰۸۳	-۰/۰۲۰	-۰/۰۷۴
قطر تخمک	۰/۰۵۲	-۰/۱۱۹	-۰/۰۸۴
وزن تخم	۰/۱۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۷
قطرتخم	۰/۰۳۵	-۰/۰۸۲	-۰/۱۱۰

رابطه محاسبه شده بین سن و قطر تخم ۰/۱۱۰- و رابطه میان سن و وزن تخم ۰۰۷/ ۰ می باشد که در سطح ۹۵٪ (۰/۰۵ > P) معنی دار نمی باشد.

بحث

طبق نتایج این مطالعه رابطه مستقیمی بین سن مولدین و هماوری مطلق مشاهده گردید که این رابطه از نظر آماری در سطح ۹۵٪ (۰/۰۵ > P) معنی دار بود و این به نوبه خود مبین آن است که با افزایش سن مولدین میزان هماوری مطلق افزایش می یابد که با نتایج Springate (1984) و همکاران مطابقت دارد(۱۱)، اما رابطه معنی داری بین سن مولدین و میزان هماوری نسبی وجود نداشت.

در این بررسی وجود رابطه ای مستقیم بین طول مولدین و میزان هماوری مطلق و همچنین رابطه ای معکوس بین طول مولدین و میزان هماوری نسبی تأئید شده است. این خود بیانگر آن است که با افزایش طول میزان هماوری مطلق نیز افزایش می یابد. ولی هماوری نسبی کاهش می یابد.

از حیث تحقیقات مشابه صورت گرفته، Clark (1934) گزارش نمود که هماوری ماهی نسبت به مجذور طول ماهی افزایش می یابد(۱۲). همچنین Simpson (1951) ثابت کرد که هماوری کفشک ماهیان با مکعب طول ارتباط دارد(۱۳). Joshi and Khanna (1980) نیز این افزایش را در *Labeo*

gonius، ۲/۲۷ برابر افزایش طول ماهی گزارش کرد(۱۴). به علاوه، Sarojini (1957)، Pantola (1963) و Singh و همکاران(1982) ، نسبت های مختلفی را میان طول و هماوری برای گونه های مختلف شرح داده اند(۱۷- ۱۵).

نتایج نشان می دهد رابطه وزن مولدین و میزان هماوری مطلق مستقیم و با هماوری نسبی معکوس می باشد، و بر اساس این تحقیق بیشترین هماوری نسبی مربوط به ماهیان ۱/۵ – ۰/۵ کیلوگرم و کم‌ترین هماوری مربوط به ماهیان ۳/۵- ۳ کیلوگرم می باشد.

از حیث پیشینه تحقیق، چندین محقق رابطه خطی را میان وزن ماهی و هماوری گزارش کرده اند(۱۴،۱۵،۱۷،۱۸و۱۹) در حالی‌که در گونه *Coilia dussumieri* رابطه غیر خطی گزارش شده است(۲۰). همچنین چند محقق نظیر Jyoti و Malhotra (1972) و Mistra (1982) اعلام کردند که در گونه های جنس شیزوتوراکس رابطه مستقیمی میان وزن ماهی و هماوری وجود دارد(۲۱و۲۲).

در بررسی های مشابهی Bromage and Cumaranatunge (1988) و Bromage (1990) و همکاران و Bozkurt (2006) گزارش کردند که هماوری مطلق در ماهی قزل آلای رنگین کمان(*O.mykiss*) با افزایش طول و وزن ، افزایش و هماوری نسبی کاهش می یابد(۷و۲۳و۲۴)، همچنین ابطحی و همکاران(۱۳۸۵) نیز وجود چنین روابطی را در ماهی *Clupeonella delicatula* تأیید نمود(۲۵).

این مشاهدات به نوبه خود مبین این موضوع می باشند که با افزایش طول و وزن ماهی مولد علیرغم افزایش مقدار کل تخمک تولیدی، نسبت بین تخمک تولیدی به وزن مولد کاهش می یابد؛ یعنی متناسب با افزایش اندازه ماهی مقدار تخمک تولیدی افزایش نمی یابد. بنابراین یک مرکز تکثیر تجاری بهتر است که از مولدین کوچکتر استفاده کند تا بتواند تعداد تخم بیشتری را به بازار عرضه نماید. اگر چه شاید ارزش تجاری تخم های کوچکتر به اندازه تخم های بزرگتر نباشد(۲۶و۲۷) ولی رشد لاروها در مراحل بعدی تحت تأثیر عوامل محیطی و مدیریت مراکز تکثیر به سرعت تغییر خواهد کرد و لاروهای تولید شده از تخم هایی با اندازه متفاوت، چهار هفته پس از شروع تغذیه فعال دارای اندازه یکسانی شدند و اختلاف اندازه آن ها از نظر آماری معنی دار نبود.

بر اساس نتایج این تحقیق ، میانگین هماوری در هر کیلوگرم وزن ماهی (هماوری نسبی) در گروه های بزرگتر کاهش می یابد همچنین در این تحقیق رابطه معنی داری بین سن مولد، طول و وزن مولدها و اندازه تخمک و تخم مشاهده نشد.

بر اساس مشاهدات حاصل از این مطالعه به نظر می رسد که مولدینی به طول حدود ۴۰ سانتی متر با وزن تقریبی ۱/۵-۱ کیلوگرم مناسب ترین مولدین برای تکثیر می باشند. البته جهت اطمینان بیشتر نیاز به تحقیقات تکمیلی می باشد که در آن درصد تفریخ تخم و میزان بازماندگی لاروها در نظر گرفته شود.

همچنین جهت انجام تحقیقات تکمیلی، پیشنهاد می شود پروژه های تحقیقاتی در راستای تعیین درصد تفریخ و تعیین میزان بازماندگی لاروها و بررسی مقایسه ای بین هماوری در تکثیر یکبار در سال و تکثیر دوبار در سال صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با همکاری و مساعدت کارکنان و مسئولین مرکز تکثیر ماهیان سردابی شهید مطهری یاسوج و مساعدت گروه شیلات دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس انجام شده و بدین وسیله از آنان تشکر و قدردانی می شود.

منابع

1. Bagenal, T. B. (1978). Aspects of fish fecundity. In Ecology of Fresh Water Fish Production (Shelby D.Gerking

ed.) Blackwell Scientific Publication Oxford. 252 P.

۲. نفیسی بهابادی، م؛ فلاحتی مروست، ع. (۱۳۸۷). اصول تکثیر ماهی قزل آلای رنگین کمان، چاپ اول. انتشارات دانشگاه خلیج فارس.۴۰۴ ص.

3. Bobe, J.; Labbé, C. (2009). Egg and sperm quality in fish. General and Comparative Endocrinology.
4. Hardy, RW.(1999).Aquaculture's rapid growth requirements for alternative protein sources. Feed Manage J. 50:25-28.
5. Svardson, G. (1949). Natural selection and egg humber in fish. Rep. Inst. Freshwater. Res. Drottningholm. 29:115-122.
6. Nikolskii, G. V. (1969). Theory of fish population dynamics as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources. (Oliver and Boyd. eds) Edinburgh. 323 P.
7. Bromage, N.R. and Cumaranatunga P.R.C. (1988). Egg production in the rainbow trout. In: R.J. Reberts and J.F.Muir (Editore). Recent Advances in Aquaculture. Vol.3: Croom Helm. London. Pp: 63-138.

۸. مهرابی، ی. (۱۳۸۱). بیهوشی و روش عمل تکثیر دو بار در سال ماهی قزل آلای رنگین کمان. مؤسسه انتشاراتی اصلانی. ۱۰۰ ص.

۹. کیوانی، ی. (۱۳۸۴). زیست شناسی ماهی ها. چاپ اول. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴۳۸ ص.

۱۰. ستاری، م. (۱۳۸۱). ماهی شناسی(تشریح و فیزیولوژی). انتشارات نقش مهر. ۶۸۰ ص.

11. Springate, J.R. C.; Bromage, N.R. (1984c). Broodstock management: Egg size and number-the trade off. Fish Farm. 7: 12-14.
12. Clark,F.N. (1934) . Maturity of California sardine (Sardinella caerulea) determined by ova diameter measurements.Fish.Bull.California.pp. 42-49
13. Simpson, A. C. (1951). the fecundity of plaice. Fish. Inves. London. 17: 1-27.
14. Joshi ,S.N.; Khanna , S.S. (1980). Relative fecundity of Labeo gonius (Ham). From Nanak Sagar reservoir .proc. Indian .Acad. Sci. (Anim.Sci.). 89:493-503.
15. Sarojini, K.K. (1957). Biology and the fishery of the grey mullets of Bengal. I. Biology of Mugil parsia (Ham.) with notes on its fishing in Bengal; Indian J. Fish. 4: 160-207.
16. Pantula, V.R. (1963): Studies on the age, growth and fecundity and spawning of Ostiogeneiosus militaris (Linn.) .J. Com. Int. Explor. Mer. 28:295-315.
17. Singh, H. R.; Nauriyal, B.P.; Dobriyal, A.K. (1982). Fecundity of hillstream minor carp puntius chilinoides (McClelland) from Garhwal Himalaya. Proc. Indian Acad Sci. (Anim. Sci.). Vol. 91 (5) 487-491.
18. Nautiyal,P. (1985). Fecundity of the Garhwal Himalayan mahseer Tor putitora (Ham.)J.Bombay. Nat. Hist. Soc. 82(2):253-257.
19. Pokhriyal, R.C. (1986). Fishery biology of Crossicheilus latius (Ham.) From the Grahwal Himalaya. D.phil. thesis Garahwal University, Sprinagar. Garhawal.
20. Varghese, T.J. (1980). Fecundity of Coilia dussumieri Valenciennes. Proc. Indian Natn. Sci. Acad. B46 (i): 114-119.

21. Jyoti, M. K.; Malhotra, Y. R. (1972). Studies on fecundity of Schizothorax niger (Heckel) from Dal lake Kashmir. J Exp. Biol. 10:74-75.
22. Misra, M. (1982). Studies on Fishery biology of Schizothorax richardsonii (Gray).an economically important food fish of Garhwal Himalaya. D. Phil. Thesis Garhwal University. Srinagar Garhwal.
23. Bromage, N.R; Hardiman, P.; Jones, J.; Springate, J.; bye, V. (1990a). Fecunidity, egg size and total egg volume difference in 12 stocks of rainbow trout. Aquacult. Fish. Manage. 21:269-284.
24. 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.
۲۵. ابطحی، ب.؛ تقوی جلودار، ح.؛ فضلی، ح.؛ یوسفیان، مهدی. (۱۳۸۵). مطالعه هم آوری و برخی از شاخص های زیست سنجی کیلکای معمولی (*Clupeonella delicatula*) در آب های استان مازندران (بابلسر). علوم و فنون دریایی ایران. شماره ۲.ص ۱-۹.
26. Springate, J.R.C. (1985). Egg quality and fecundity in rainbow trout: The determining factors and mechanisms of control. phD Thesis, Aston University, UK. 139pp.
27. Orr, W.; Call, J.; Brooks, J.; Holt, E.; Mainwaring, J. (1982). Effect of feeding rates on spawning performance of 2-year-old rainbow trout broodstock. Fish Dev. Centre Inform. Leaflet, U. S. Fish Wildlife Service, Bozeman. MT. No. 24,6pp.