



در

امور دام و آبزیان شماره ۸۱ زمستان ۱۳۸۷

پژوهش‌های زیست‌شناسی

بررسی تاثیر فتوپریود و نسبت جنسی در تکثیر ماهی مولی باله بادبانی

• زهرا غیاثوند

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر

• عباس متین فر

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات شیلات ایران

• شهلا جمیلی

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران

تاریخ دریافت: خردادماه ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: تیر ماه ۱۳۸۷

Email: pardis.shark@yahoo.com

چکیده

در این تحقیق با توجه به روش های نوین در تولید مثل گونه ماهی مولی بادبانی *Poecilia latipinna* راهکارها و پیشنهادهای منطقی و جالب توجه برای دست اندرکاران تکثیر آن بدست آمد. با توجه به اینکه عوامل مختلفی در نحوه تولید مثل مولدین و میزان بقا و کیفیت نوزادان تولید شده دخیل می باشند، لذا در این تحقیق تاثیر هشت تیمار نسبت جنسی نر و ماده و فتوپریود بر روی زادآوری ماهی مولی مورد مطالعه قرار گرفت. در آکواریوم های شیشه ای، تیمارهای با نسبت جنسی شامل $(F:M):1:1$ ، $(F:M):2:1$ ، $(F:M):3:1$ و $(F:M):4:1$ در آزمایش دوم فتوپریود با سه دوره نوردی شامل $(L:D):12:12$ ، $(L:D):14:10$ و $(L:D):16:10$ هر یک در سه تکرار انجام شد تا نتیجه تولید مثل که شامل دفعات زادآوری، طول دوره زادآوری، تعداد نوزادان تولید شده، کیفیت بازماندگی و رشد آنها طی مدت ۴۰ روز می باشد مورد بررسی قرار گرفت. طی این مدت سایر فاکتورها شامل درجه حرارت، pH، میزان اکسیژن محلول، تغذیه و غیره برای همه تیمارها یکسان و مشابه بود. نتایج بدست آمده از این آزمایشات نشان داد که با افزایش تعداد ماهیان ماده در هر یک از نمونه ها بطور چشم گیری از تعداد نوزادان بدنیا آمده کم شده است. از طرفی در آکواریوم هایی که تعداد ماهیان ماده در برابر ماهیان نر کمتر است مدت زمان لازم برای تولد نوزادان کاهش یافته است. همچنین درصد نوزادان مولی باقیمانده پس از ۴۰ روز در ۳ تکرار با نسبت های مختلف جنسی بیانگر بیشترین درصد بازماندگی در تیمار ۱ نر و ۱ ماده و کمترین درصد بازماندگی در تیمار ۱ نر و ۳ ماده بود. نتایج حاصل شده از آزمایش فتوپریود بیان گر این مطلب است که با افزایش دوره نوری در یک محیط محدود که در این مورد آکواریوم های ۲۰ لیتری می باشند رشد بیش از حد و بلوم فیتوپلانکتونی را شاهد هستیم. از طرفی با افزایش بار جلبکی بر میزان فتوسنتز ناخواسته و بیش از حد افزوده شده و این جلبک ها به علت بلوم خود علاوه بر ترشح مواد مضر و سمی پس از مرگ نیز با تجزیه خود محیط نامناسب و پر استرسی را برای ماهیان فراهم آورد که در نتیجه سبب کاهش بازده غذایی و تلفات شد.

کلمات کلیدی: مولی بادبانی، فتوپریود، نسبت جنسی، ماهیان زنده زا، تولید مثل ماهیان زنده زا

Pajouhesh & Sazandegi No 81 pp: 16 - 24

Survey on photoperiodic and sexual ratio effects on reproduction of *Poecilia latipinna*

By: Z. Ghiasvand, Member of Scientific Board of Azad University, A. Matinfar, Member of Scientific Board of Fishers Research Center and Sh. Jamili, Member of Scientific Board of Azad University.

This project focused on the new method of reproducing of fish which is named sailfin molly (*Poecilia latipinna*). Photoperiodic and sexual ratio effects on reproduction of this fish were studied. Fishes were put in aquariums with a specific sex ratio that includes: 1:1(F:M) , 1:2 (F:M) , 1:3(F:M) , 2:1(F:M) , 3:1(F:M) and the second test that was related to photoperiod with 3 period of lightness, includes: 10:14(L:D) , 12:12(L:D) and 14:10(L:D). The results of reproduction that involves suitable time for maturity, fry number, survives percentage in juveniles were examined. The result of this project showed increasing the number of female fishes, fry and maturity and survives in juveniles decreased. If there are healthy conditions in aquarium about photoperiodic test with increasing the lightness time, fry number and survives percentage in juveniles will be risen. Suitable time for reproduction decreased.

Key words: Sailfin molly, Photoperiod, Sex ratio, Ovoviviparous in fish, Peociliidae

مقدمه

ماهی مولی برای اولین بار در سال ۱۸۲۱ با نام علمی *Mollienesia latipinna* توسط دانشمند زیست شناسی به نام الکساندر لزور به جهان معرفی گردید. این دانشمند توضیحات خود را بر روی نمونه های بدست آمده از دریاچه های آب شیرین اطراف نیواورلئان بیان کرد. در سال ۱۹۵۹ مرکز بین المللی اسامی علمی اعلام کرد که *Mollienesia* مترادف با *Poecilia* می باشد و بدین روش نام علمی ماهی مولی بادبانی به نام *Poecilia latipinna* تغییر یافت.

این ماهی در آب های شیرین، لب شور و آب های شور ساحلی مناطق کارولینای شمالی تا تگزاس و همچنین در شبه جزیره یوکاتان در مکزیک زندگی می کند. این ماهی بطور طبیعی عمدتاً در خورهای ساحلی باریک، نهرها، استخرها و گودال های با پوشش گیاهی زیست می کنند. استخرها و آبگیرهای محصور که در مجاورت خورها و مناطق لب شور ساحلی هستند به عنوان زیستگاه مورد علاقه این ماهی بیان می شوند. مولی بادبانی به عنوان یک گونه پرتراکم که دارای قابلیت پرباروری و سازگاری است شناخته می شود. این ماهی می تواند در آب شیرین و لب شور با نوسان شوری ۱ تا ۷ ppt زندگی نماید. اگرچه به نظر می رسد که خود این ماهیان آب لب شور کمتر از ۱۰ ppt را ترجیح می دهند و درحقیقت به عنوان یک ماهی یوری هالین محسوب می شود. این ماهیان شرایط بد آب با اکسیژن محلول خیلی پایین را به خوبی تحمل کرده و بوسیله سر پهن و قسمت جلوی دهانشان که قادر به چرخش به سمت بالا می باشد دارای توانایی استفاده از اکسیژن موجود در لایه رویی آب هستند. مولی بادبانی گونه کوچکی بوده و به ندرت دارای طولی بیش از ۱۲/۵ سانتیمتر است. هر چند که گاهی اوقات ۱۵ سانتیمتر نیز گزارش شده است. در مورد جنس نر

هرچه تعداد جمعیت ماهیان در یک گروه بیشتر باشد دارای طول کمتری هستند. این ماهیان دارای دو شکل جنس نر و ماده هستند که نرها دارای باله پشتی بزرگتر بوده که در پشت آنها خوابیده است و در زمان حالت دفاعی و یا جلب توجه جنس ماده باز شده و به شکل بادبان خودنمایی می کند که در این حالت هر چه این بادبان زیباتر و خوشرنگ تر باشد تمایل ماهی ماده را برای لقاح افزایش می دهد. ماهیان ماده دارای باله های پشتی گرد کوچک هستند. هر دو جنس دارای دهان کوچک برگشته به سمت بالا هستند. بدن به رنگ خاکستری روشن تا سبز زیتونی در دو سمت و رنگ روشن تر در ناحیه شکمی مشاهده می شود. خط میانی در دو طرف از چهار ردیف نقاط فشرده که گاهی به شکل یک نوار است تشکیل می شود. باله دمی در دو جنس به صورت پهن و مشخص وجود دارد. ماده های بالغ عموماً دارای بدنی سنگین تر از نرها هستند. نرهای بالغ براحته بوسیله گنوپودیوم قابل تشخیص هستند. گروه های مختلف از لحاظ علمی بر اساس آناتومی گنوپودیوم و ساختمان داخلی ماهی نر از یکدیگر جدا می شوند. تشخیص جنسیت در این ماهی ها بسیار ساده است چون تمام ماهیهای نر بالغ گنوپودیوم دارند در حالی که تمام ماهی های ماده بالغ به جای آن یک باله مقعدی کاملاً گرد دارند (هاس، ۱۳۷۶).

مولی ها بطور کلی برای حفظ جمعیت های خود در مناطق زیست شان بسیار شایسته هستند زیرا:
(۱) قدرت تحمل وسیعی از نظر محدوده های دما، شوری و اکسیژن محلول دارند.
(۲) کوچک هستند، بنابراین یک جمعیت بزرگ می تواند در یک ناحیه کوچک وجود داشته باشند.
(۳) آنها هر غذایی را که در دسترس باشد خواهند خورد.

نصب گردید. قرنطینه تعداد دو آکواریوم با ابعاد ۵۰ (طول) × ۳۰ (عرض) × ۴۰ (ارتفاع) جهت انجام امور مربوط به قرنطینه و درمانگاه استفاده شد. فیلترهای مخصوص به تعداد آکواریوم ها، فیلتر در داخل هر یک قرار داده و عمل فیلتراسیون و هوادهی را در طول مدت آزمایش انجام می دادند. دستگاه گرم کننده برای هر آکواریوم جهت کنترل و ثابت نگهداشتن دما در طول مدت آزمایش استفاده گردید. شلنگ و اتصالات مربوط به سیستم هوادهی، لامپ مهتابی ویژه درون آبی با روشنایی ۱۵۰۰ لوکس که جهت آزمایش فتوپریود مورد استفاده قرار گرفت. یک زایشگاه برای هر آکواریوم غذای پولکی آلمانی، نوزاد زنده آرتمیا، داروهای بهداشتی و ضد عفونی از انواع متلین بلو، محلول استرپتومایسین، کپسول تتراسایکلین، داروی ضد قارچ، مایع AquaSafe برای آماده سازی و تقویت شرایط زیستی و بهداشتی مورد دلخواه ماهیان. ماهی مولی باله بادبانی به تعداد ۴۸ عدد که به نسبت مشخص در آکواریوم قرار داده شده بود.

برای اجرای طرح از یک سالن به ابعاد ۳/۹۰ متر (طول)، ۳/۳۰ متر (عرض) و ارتفاع ۲/۱۰ متر برای انجام تحقیق استفاده گردید. در سمت غربی اتاق پنجره ای به ابعاد ۱۰۰ × ۱۸۰ وجود داشت که با نصب توری جهت هوارسانی و تهویه آن قرار داشت. در طول روز وضعیت روشنایی اتاق بنحوی بود که نیازی به روشن کردن چراغ وجود نداشت. در ادامه هر یک از آکواریوم ها به میزان ۲۰ لیتر از آب شهر پر شد. جهت انجام عمل کلرزدایی نسبت به نگهداری آب به مدت ۴۸ ساعت اقدام شد و برای اطمینان بیشتر از محلول ویژه ضد کلر به ازاء هر قطره در یک لیتر آب استفاده بعمل آمد. پس از قرار دادن فیلترهای ویژه در آب و اتصال به پمپ های هوا بوسیله شیلنگ هایی رابط اقدام به هوادهی شد و به مدت دو روز بدون اینکه ماهی در آکواریوم باشد عمل هوادهی صورت پذیرفت تا کلرزدایی، تعادل اکسیژنی و همدمای در کلیه آکواریوم ها انجام شود. هر یک از آکواریوم ها علامت گذاری گردید. در روز آخر آماده سازی به میزان ۲۰ میلی لیتر به ازای هر ۲۰ لیتر آب مایع Aquasafe که نیازهای اولیه ماهی را تأمین می کند به آکواریوم ها افزوده شد تا شرایط اولیه و فعالیت فیتوپلانکتونی برای ورود ماهی ها ایجاد گردد. کلیه فاکتورهای فیزیوشیمیایی آب مورد آزمایش قرار گرفت تا ایجاد مشکل ننماید. از آنجاییکه امکان وجود آلودگی های قارچی و میکروبی در ماهیان خریداری شده وجود داشت حدود ۶ ساعت قبل از معرفی ماهی به آکواریوم از برخی مواد ضد عفونی با غلظت های زیر استفاده شد:

۱- متلین بلو با غلظت یک قطره به ازای هر ۵ لیتر آب
۲- محلول استرپتومایسین ۱ درصد به غلظت ۱۰ میلی لیتر در ۲۰ لیتر آب

۳- کپسول تتراسایکلین به غلظت نصف کپسول در ۲۰ لیتر آب
۴- داروی ضد قارچ با غلظت یک قطره به ازای هر ۵ لیتر آب
این تحقیق در دو بخش انجام شد: (۱) انجام آزمایش مربوط به نسبت جنسی (اردیبهشت تا تیرماه) (۲) انجام آزمایش مربوط به اثر فتوپریود (مرداد ماه تا مهرماه). در بررسی اثر نسبت جنسی پس از تمهیدات لازم و آماده سازی آکواریوم ها با توجه به مقدمات و پیش بینی های بعمل آمده در اردیبهشت ماه تعداد ۴۸ عدد ماهی مولی بادبانی به صورت ذیل در آکواریوم ها قرار داده شد:

(۴) روش تولیدمثل آنها را از داشتن محیط های خاص برای تخم ریزی بی نیاز می کنند و امکان بقای نوزادان حتی در شرایط ناسازگار زیاد خواهد بود.

(۵) دستیابی سریع آنها به بلوغ منجر به بالا رفتن میزان تولید مثل می شود که می تواند در شرایط مطلوب با انفجار سریع جمعیت همراه باشد.

مولی ها امروزه گروه عمده ای از ماهیان زینتی را تشکیل می دهند؛ و یکی از مردم پسندترین ساکنان آب های آکواریومی می باشند. این ماهی ها مدت طولانی است که به عنوان یک مشغولیت ذوقی در آکواریوم نگهداری می شوند. در داخل این خانواده ماهی های مولی بادبانی از همه معروف تر و مولی بالنی معروفیت کمتری دارند (هاس، ۱۹۷۶). در ماهیان مولی تخم ها درون بدن ماهی ماده نگهداری می شوند و بعد از لقاح جنین در حدود یکماه رشد می کند و سپس از بدن رها می شود. هنگامی که نوزادان خارج شدند دقیقاً شبیه ماهی ماده ولی خیلی ریز می باشند. در برخی گونه ها تکثیر هر دو ماه یکبار می تواند صورت گیرد و این برای افراد مبتدی در کار آکواریومی جالب است (بادپا، ۱۳۸۰).

پس از آشنایی با گونه مورد نظر این تحقیق با اهداف ذیل الذکر و محاسبه شاخص های زیر صورت پذیرفت:

تعیین میزان نوزادان متولد شده مولی بادبانی تحت تأثیر نسبت های مختلف جنسی و شرایط متفاوت دوره نوری
تعیین میزان رشد و بازماندگی نوزادان ماهی مولی بادبانی به مدت ۴۰ روز

با توجه به مطالعات انجام گرفته تاکنون کارهایی در این زمینه بر روی ماهیان دیگر انجام شده است. شیخیان^(۱)، با توجه به کارهای تجربی صورت گرفته اعلام داشت که نوردهی زیاد و افزایش بار جلیکی و فتوسنتزی به علت سموم مترشحه از آنها آکواریوم می تواند دارای اثر منفی و استرس زا بر فرایند تولیدمثل در ماهی گوبی باشد. در سال ۲۰۰۰ میلادی Bhuyel با توجه به تحقیقات خود بر روی جنس *Onchorhincus SSP* بیان نمود که با افزایش مقدار نوردهی تعداد تخم ها زیادتر شده ولی از قطر آنها و ذخیره غذایی کاسته می گردد. Vermeirssen در سال ۲۰۰۴ میلادی اثبات کرد که خروج هورمون های استروئیدی ناشی از تراکم های مختلف گلدفیش ماده و در آب بر روی فرمون های جنسی ماهی نر و اسپرم ریزی آن اثر دارد. Ridha در سال ۲۰۰۰ نشان داد که دستکاری های نوری، و استفاده از رژیم نوری ۱۴L:۱۰D تولید تخم را در ماهی *Oreochromis spilurus* افزایش می دهد.

مواد و روش ها

پمپ هوا به تعداد دو عدد یکی با توان ۴۵ وات با ۶ خروجی و دیگری ۴۰ وات که عمل هوادهی به آکواریوم ها توسط آن صورت می پذیرفت. آکواریوم به طول ۴۰ و عرض ۲۰ و ارتفاع ۳۰ سانتیمتر بوده که به اندازه ۲۰ لیتر از آب پر شد. جهت انجام تحقیق از ۱۵ آکواریوم به ابعاد ذکر شده برای تیمارها و تکرارها استفاده گردید. قفسه بندی مشبک در دو طبقه که بر روی هر طبقه ۲ عدد آکواریوم قرار داده شده بود. دماسنج که بر روی دیوار اتاق نصب شده بود که دمای محیط کارگاه را نشان می داد. تعدادی دماسنج نیز بر روی هر آکواریوم که دمای آب را اعلام می نمود،

جدول ۱) تعداد و اندازه مولدین نر و ماده هر یک از تیمارهای آزمایشی نسبت جنسی

جنسیت						شماره تکرار	نسبت جنسی	
طول کل بر حسب سانتیمتر							ماده	نر
نر	نر	نر	ماده	ماده	ماده			
-	-	۹	-	-	۱۰	۱	۱	۱
-	-	۱۱	-	-	۱۱/۵	۲		
-	-	۱۰	-	-	۹/۸	۳		
-	-	۹	-	۸	۱۰	۱	۲	۱
-	-	۱۰	-	۷/۵	۹	۲		
-	-	۸/۵	-	۶	۷/۵	۳		
-	-	۱۰	۷/۵	۸	۹	۱	۳	۱
-	-	۷	۷	۸	۸	۲		
-	-	۸/۵	۶/۵	۸	۷/۵	۳		
-	۶	۷	-	-	۹	۱	۱	۲
-	۷	۸	-	-	۱۰	۲		
-	۷	۸/۵	-	-	۱۰	۳		
۷/۵	۸	۱۰	-	-	۱۱	۱	۱	۳
۷	۸/۵	۸	-	-	۱۰	۲		
۸	۷	۹	-	-	۱۰/۵	۳		

ماهگی ناپلی آرتیمیا بود. جهت تولید غذای فوق اقدام به ساخت یک دستگاه انکوباتور ساده گردید که هر ۲۴ ساعت یکبار نوزاد تازه از تخم خارج شده آرتیمیا را در اختیار ما قرار می داد. از آنجا که فضولات، غذاهای مانده و سایر ذرات در آکواریوم باقی می ماند لذا جهت جلوگیری از تولید بیماری و آلودگی ها نسبت به سیفون کردن اقدام شد که اینکار هر دو روز یکبار صورت می پذیرفت. برای جلوگیری از بروز بیماری های قارچی و انگلی معمولا هر سه هفته یکبار از داروهای ضد قارچی و ضدباکتری بیان شده در بالا استفاده شد. مولدین مولی با نسبتهای گوناگون پس از حدود ۳۰ روز اقدام به تولد نوزادان کردند که این امر در نوزادگاه صورت پذیرفت. بررسی اثر فتوپریود که از مرداد ماه تا مهرماه بطول انجامید. تعداد آکواریوم های مورد استفاده ۹ عدد بوده که در سه گروه با نسبت جنسی یک نر و یک ماده به شرح ذیل در مقابل نور مهتابی قرار گرفتند.

جهت جلوگیری از ایجاد استرس هنگام انتقال ماهی ها به آکواریوم عمل هم دمایی آب صورت پذیرفت که طول این کار در حدود ۳۰ دقیقه بود. برای این کار مقداری از آب آکواریوم به داخل کیسه های مخصوص حمل ماهی ریخته تا شرایط آب آکواریوم برای ماهی ها قابل تحملتر شود. پس از ۱۰ دقیقه در حالی که درب کیسه بوسیله کش بسته شده بود کیسه دارای ماهی به همراه آب مخلوط را به مدت ۲۰ دقیقه بصورت شناور در آکواریوم قرار داده شد. در پایان به آهستگی درب کیسه را باز نموده تا ماهیها به آرامی به سمت آب آکواریوم شنا نمایند. پس از انتقال ماهی به آکواریوم از آنجا که هنوز ماهی ها بدرستی با محیط سازگار نشده بودند تا ۱۲ ساعت اقدام به غذادهی نشد. زیرا این کار موجب ایجاد ضایعات و آلودگیهای غذایی می گردد.

تغذیه مولی ها به صورت روزانه و دوبار در یک روز انجام می گرفت. در زمان تغذیه پمپ هوا خاموش بود تا موجب آرامش سطح آب شود و ماهیان در محیطی آرام نسبت به تغذیه اقدام کرده و غذا براحتی در اختیارشان قرار گیرد. غذایی که به مولی ها داده می شد شامل دو نوع غذای مولدین و غذای نوزادان بود. مولدین یکبار صبح و یکبار عصر مورد تغذیه قرار می گرفتند رژیم غذایی آنها عبارت بود از (شیخیان، ۱۳۸۳): صبح غذای تتراوگ آلمانی بصورت پولکی: پروتئین ۴۷٪، چربی ۸/۵٪، فیبر ۲٪، خاکستر ۱۰/۵٪ رطوبت ۶٪ عصر آرتیمیا زنده. نوزادها تا روزی ۳ بار مورد تغذیه قرار می گرفتند و غذای مورد علاقه آنها تا حدود یک

جدول ۲) اندازه مولدین نر و ماده هر یک از تکرارهای آزمایش فتوپریود

جنسیت		شماره تکرار	دوره نوری بر حسب ساعت		
			تاریک	روشن	
ماده	نر				
۸	۷	۱	۱	۱۰	
۶	۶/۵	۲			
۷	۸/۵	۳			
۸/۵	۱۰	۱	۲	۱۲	
۷	۸/۵	۲			
۷	۹/۵	۳			
۷	۱۱	۱	۳	۱۴	
۱۱	۱۰/۵	۲			
۷/۵	۹/۵	۳			

بزرگ بوده و حالت بلوغ در آنها مشاهده می شود. در تیمارهایی که بیش از یک ماهی ماده وجود داشت ماهی نر پس از اصرار و تلاش فراوان برای جفتگیری در صورت عدم موفقیت به سراغ ماده بالغ دیگر می رفت. در تیمارهایی که تعداد نرها بیشتر از یکی است در ابتدا نرها برای تصاحب یک ماده با هم به جدال می پردازند. ماهی نر برنده یک یا دو ماهی نر دیگر را به نقاط پرت و دور از دید آکواریوم مثلاً پشت دستگاه فیلتراسیون فرستاده و در صورت خروج آنها با افروختن باله پشتی خود به شکل بادبان حالت تهاجمی بخود گرفته و ماهی مغلوب را آزار می رساندند. پس از آسوده شدن از سایر ماهیان نر اقدام به جفتگیری با ماهی ماده کرده که در این حال ماهی مولی ماده نقش چندانی در گزینش ماهی نر ندارد. لازم به ذکر است در دو آکواریوم که جدال ماهیان نر بر سر یک ماهی ماده بی نتیجه بود عمل جفت گیری انجام نشده و نوزادی در پایان دوره آزمایش بدنیا نیامد.

در این مرحله نیز مانند مرحله قبل کلیه تدارکات و مقدمات لازم تا قبل از ورود ماهی به آکواریوم صورت پذیرفت. در این بخش دو کار دیگر نیز انجام شد: ۱) قراردادن یک عدد مهتابی مخصوص زیر آبی در هر آکواریوم. ۲) پوشش دادن اطراف آکواریوم ها با نایلون مشکی رنگ با ضخامت بالا که مانع از نفوذ نور بیرون به داخل می شد و کنترل شدت و زمان نوردهی را مقدور می ساخت. این مرحله که حدود ۶۰ روز تغذیه و نگهداری ماهیان گردید و کلیه اعمال تغذیه، سیفون، بهداشتی همچون مرحله قبل انجام شد. زمان غذادهی هنگامی بود که ماهیان در معرض نور قرار داشتند. نوع تغذیه و دفعات غذادهی همانند مرحله اول صورت پذیرفت.

روش آماری

روش آماری استفاده شده در این مقاله استفاده از نرم افزار SPSS و انجام تحلیلهای ANOVA (آنالیز واریانس) یک طرفه و آزمون T-Test مستقل می باشد.

نتایج و مشاهدات

با افزایش تعداد مولدین ماده در هر آکواریوم در ابتدا جنس نر تمایل به یکی از ماده ها نشان داده و جهت جفت گیری دائماً با ماده مورد نظر در حال حرکت بود. نرها معمولاً ماده ای را می پسندیدند که از نظر اندازه

جدول ۳: نتایج بدست آمده تولید مثل ماهی مولی در ۱۵ تیمار با نسبتهای متفاوت جنسی

نسبت جنسی	مدت زمان سپری شده تا تولد نوزادان برحسب روز	مجموع نوزاد متولد شده برای هر تیمار	تعداد نوزاد باقیمانده پس از ۴۰ روز	درصد بازماندگی
۱/۱	۳۵	۱۰۶	۱۰۰	۹۴/۲۳
۱/۱	۳۷	۱۱۰	۱۰۸	۹۸/۱۸
۱/۱	۳۶	۱۰۹	۱۰۵	۹۶/۳۳
۱/۲	۴۳	۹۰	۷۳	۸۱/۱۱
۱/۲	۴۰	۸۷	۷۰	۸۰/۴۵
۱/۲	۴۶	۷۹	۶۳	۷۹/۷۴
۱/۳	۵۳	۶۳	۵۰	۷۹/۳۶
۱/۳	۵۷	۷۴	۶۰	۷۱/۶۲
۱/۳	۶۱	۸۰	۵۰	۷۵
۱/۲	۳۳	۵۴	۵۰	۹۲/۵۹
۱/۲	۳۰	۴۰	۳۸	۹۵
۱/۲	-	-	-	-
۱/۳	۲۸	۶۰	۵۶	۹۳/۳۲
۱/۳	-	-	-	-
۱/۳	۲۷	۴۷	۴۵	۹۵/۷۴

جدول ۴: نتایج بدست آمده تولید مثل ماهی مولی در شرایط متفاوت نوردهی

دوره نوری برحسب ساعت	مدت زمان سپری شده تا تولد نوزادان برحسب روز	مجموع نوزاد متولد شده برای هر تیمار	تعداد نوزاد باقیمانده پس از ۴۰ روز	درصد بازماندگی
۱۰	۱۴	۳۳	۶۳	۹۰
۱۰	۱۴	۳۸	۷۲	۸۴/۷۱
۱۰	۱۴	۳۴	۶۱	۸۳/۵۶
۱۲	۱۲	۴۵	۲۹	۹۶/۶۶
۱۲	۱۲	۵۰	۳۳	۱۰۰
۱۲	۱۲	۴۳	۲۵	۸۹/۲۸
۱۴	۱۰	-	-	-
۱۴	۱۰	۵۵	۱۳	۸۶/۶۶
۱۴	۱۰	-	-	-

برای بررسی اثر فتوپریود بر روی مولدین از تیمارهای با شرایط متفاوت نوردهی استفاده شد که عبارتند از:

- ۱۰ ساعت روشن و ۱۴ ساعت خاموش (۱۰L:۱۴D)
- ۱۲ ساعت روشن و ۱۰ ساعت خاموش (۱۲L:۱۰D)
- ۱۴ ساعت روشن و ۱۰ ساعت خاموش (۱۴L:۱۰D)

کلیه آزمایشات با سه تکرار انجام شد و نسبت جنسی بکار رفته ۱ نر × ۱ ماده بود. در این مرحله نیز مانند مرحله قبل کلیه تدارکات و مقدمات لازم تا قبل از ورود ماهی به آکواریوم صورت پذیرفت. در این بخش با قراردادن یک عدد مهتابی مخصوص زیر آبی در هر آکواریوم و پوشش دادن اطراف آکواریوم ها با نایلون مشکی رنگ کنترل مدت زمان نوردهی امکان پذیر شد و نتایج حاصل از هر تیمار با سه تکرار در جدول نشان داده شده

است. اعداد استخراج شده از جدول ۴ بیان گر افزایش مدت زمان سپری شده تا تولد نوزادان در بیشترین حد خود در زمان بالاترین میزان نوردهی می باشد. تعداد نوزادان متولد شده با افزایش دوره نوری از ۱۰ به ۱۴ ساعت کاهش یافته و حتی زایمانی در دو تکرار مشاهده نشد و درصد بازماندگی در حدود ۸۷ درصد بود. در این حالت نوردهی رنگ آب شدیداً سبز شده و حتی در برخی از مولدین تعدادی لکه پوستی و زخم های سطحی و حتی خورده شدگی ساقه دمی مشهود بود. همچنین یک جدار سبز رنگ جلبکی بر روی سطح شیشه بچشم می خورد. در این حالت با کاهش تعداد نوزادان شاهد افزایش جثه نوزادان دنیا آمده بودیم. دوره نوری ۱۲ ساعت روشن و ۱۲ ساعت خاموش از لحاظ بازماندگی بیشترین مقدار را

داشته و میانگین ۹۵ درصد را داشت در حالی که در دوره نوری ۱۰ ساعت روشن و ۱۴ ساعت خاموش با بازماندگی ۸۵ درصد بیشترین مقدار زایمان به چشم می خورد.

بحث و نتیجه گیری

فرآیند تولید مثل حاصل ارتباط عوامل بیرونی و درونی ماهیان می باشد. سیستم تولید مثل ماهی مجموعه ای از ارگان هاست که تحت هدایت و فرمان سیستم عصبی و هورمونی به چرخه خود ادامه می دهد. سیستم عصبی و هورمونی جهت کنترل تولید مثل با استفاده از اندام های حسی همچون پوست، چشم و . . . پیام های دریافتی محیط را درک کرده و بوسیله اعصاب به مغز می رساند. مغز کلیه ارتباطات را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و به هیپوفیز پیامی مخابره نموده تا مقدار و شدت عملکرد گنادها که بخش اصلی سیستم تولید مثلی هستند را تنظیم نماید. این ارتباط از طریق ترشح هورمون ها در خون صورت پذیرفته و محور مغز - هیپوفیز - گنادها را بوجود می آورد (Vermeirssen, 1996). بنابراین می توان گفت که عوامل زیر در تولید مثل مؤثر هستند (Bromage, 2000):

۱. ژنوتیپ	۲. نسبت جنسی	۳. تغذیه
۴. استرس	۵. اندازه و سبب	۶. دوره نوری

بررسی اثر نسبت جنسی در تولید مثل ماهیان مولد در این تحقیق گام نخست بررسی اثر نسبت جنسی در ماهی مولی می باشد که با توجه به نتایج بدست آمده تیمارهای مختلف و مقایسه با نمونه کارهای مشابه صورت گرفته مورد بحث قرار می گیرد:

- اثر نسبت جنسی مربوط به سیستم هورمونی
- اثر نسبت جنسی مربوط به ایجاد شرایط استرس زا

همانطور که گفته شد هورمون های متعددی از گنادهای نر و ماده ترشح می شود. برخی از این هورمون ها مختص یک جنس و برخی دیگر مشترک هستند. بر اساس تحقیقات صورت گرفته توسط Sorensen در سال ۲۰۰۰ مشخص شد که همه این هورمون ها از نوع استروئیدی بوده و از طریق اردار، مدفوع و آیشش ها در آب اطراف ماهیان رها می شوند. نکته حائز اهمیت مقدار هورمون ناشی از دفع این مواد در آب می باشد. زیرا زمانی این هورمون ها دارای تاثیرات مطلوب خود هستند که در یک حالت تعادل با یکدیگر در محیط باشند و در صورت عدم تعادل دارای اثرات تخریبی بخصوص بر روی ماهیان ماده و نوزادان حاصل از آنها خواهند بود (Bromage, 2002).

در سال ۲۰۰۳ میلادی Greenwood و Scott با بررسی خود بر روی ماهی *Dentex dentex* در مورد تاثیر نسبت های متفاوت جنسی بر روی استروئیدهای جنسی و فرمون های حاصل از آنها به نتایج زیر دست یافتند:

۱- با افزایش تعداد ماده ها در مقابل نرها به علت احتمال کاهش عمل جفت گیری و همچنین افزایش هورمون های استروئید تولیدی از ماده ها موجب فشار مضاعف بر سیستم هورمونی و گنادهای جنسی ماهیان نر شده که در نتیجه انواع مؤثر آندروژن ها کاهش یافته و پدیده تکامل اسپرماتوزن

و تولید Milt با نقصان همراه است که در نهایت ما شاهد افزایش مدت زمان سپری شده تا تولد نوزادان و کم شدن تعدادشان خواهیم بود. هم چنین وفور هورمون های محرک زرده سازی دارای اثرات منفی بوده و تولید زرده به طور کامل انجام نمی شود.

۲- با افزایش تعداد نرها در مقابل ماده ها القای پدیده اوولاسیون توسط فرمون های دفعی از نرها در جنس ماده بطور کامل تری صورت پذیرفته و در نتیجه پدیده زرده سازی با حجم بیشتری انجام می شود. ولی با توجه به حجم بالای استروئیدهای مؤثر نرها در محیط ایجاد فیدبک منفی نموده و تولید اسپرم های مؤثر در لقاح کاهش یافته در نتیجه میزان نوزادهای حاصل کمتر ولی با کیسه زرده بزرگتر و درصد ماندگاری بالاتر هستند. افزایش نرها موجب کاهش دوره بارداری نیز می شود.

برای توضیح اثر نسبت جنسی در ارتباط با به ایجاد شرایط استرس زا می توان دلایل زیر را برشمرد:

الف - در اکثر گون ها تعداد مطلوب جفتگیری برای ماده ها کمتر از این مقدار برای نرهاست و ماده ها عمدتاً تقاضای جفتگیری از سوی نرها را رد می کنند. آزارهای جنسی و رفتارهای قلدرانه از سوی جنس نر به عنوان یک استراتژی جهت جلوگیری از بی میلی جنس ماده است. چنین رفتار جنسی از سوی جنس نر دارای اثرات منفی بر روی همآوری، انرژی مصرف شده، انتقال بیماری، بازده غذایی و حتی مراقبت در برابر شکارچیان در محیط طبیعی دارد.

مزاحمت جنسی بر روی ماهیان سبب کاهش بازده غذایی و در نتیجه با افزایش نرها در محیط، تعداد نوزادان متولد شده کاهش می یابد (Greenwood, 2004).

اعداد درج شده در جدول ۳ بیانگر مجموع نوزادان متولد شده از ماهیان ماده در هر آکوارיום است. همانطور که مشاهده می شود با افزایش تعداد مولدین ماده طول مدت بارداری افزایش یافته و تعداد نوزادهای بدنیا آمده برای هر ماده کاهش می یابد. همچنین درصد بازماندگی با کاهش مواجهه بوده زیرا تعداد نوزادانی که بصورت ناقص یعنی فاقد چشم یا باله های تغییر شکل یافته هستند افزایش می یابد.

در این آزمایشات با افزایش ماهیان ماده نسبت به نرها از یک عدد به سه عدد نوزادان از حداکثر ۱۱۰ عدد به حداقل ۶۳ عدد کاهش یافته است. با دقت در بیان آماری نتایج بدست آمده هستند متوجه خواهیم شد که با در نظرگیری ۵ درصد خطای آماری در آزمون آنالیز واریانس تغییرات تعداد نوزادان متولد شده در تیمارهای مختلف برای آزمون ANOVA به عدد ۰/۰۰۱ و در مورد آزمون T-Test به عدد ۰/۰۰۳ دست یافته ایم که با توجه به کوچک تر از ۰/۰۵ بودن آنها بیانگر وجود اختلاف معنی دار در این آزمایش است و می توان گفت که در صورت ثابت بودن تعداد نرها یک رابطه خطی و منطقی بین نوزادان متولد شده و تعداد ماهیان ماده برقرار است.

با بررسی جدول ۳ می توان گفت در آکواریوم هایی که افزایش تعداد ماهیان ماده در برابر ماهیان نر به چشم می خورد، مدت زمان لازم برای تولد نوزادان از حداکثر ۶۱ روز در تیمار با نسبت جنسی ۱ نر و ۳ ماده به حداقل ۳۵ روز در تیمار با نسبت جنسی ۱ نر و ۱ ماده کاهش یافته است. هم چنین نتایج آماری بیانگر وجود یک اختلاف معنی دار در این تیمارها می باشد.

نور دارای اثر مستقیم بر روی GnRH, FSH, LH و هم چنین بر روی مقدار ملاتونین می باشد. ملاتونین بر روی محور مغز-هیپوفیز-گنادها اثر گذار بوده و نور نیز بر روی سطح مقدار نوسانات ملاتونین در بدن ماهی مؤثر است^(۵). افزایش دوره نوری بر روی تراکم و بلوغ سلولهای اریتروسیت در خون اثر مثبت داشته و در نتیجه با بیشتر شدن این سلولهای بیضوی بالغ و کامل شاهد افزایش کارایی سیستم تنفس، تولیدمثل و رشد در ماهیان خواهیم بود (Ariel E, 2003).

با مشاهده اعداد مندرج در جدول ۴ به نتیجه می رسیم که با تغییر مدت زمان نوردهی تعداد نوزادان از ۸۵ عدد در تیمار با دوره نوردهی ۱۰ ساعت به ۱۵ عدد در تیمار با دوره نوردهی ۱۴ ساعت رسیده است. بررسی آماری نیز بیان گر وجود اختلاف معنی دار بوده و ثابت می کند که افزایش دوره نوری سبب کاهش تعداد نوزادان متولد شده خواهد بود. هم چنین نتایج جدول ۴ بیانگر افزایش مدت زمان لازم تا زایمان ماهیان ماده از ۳۸ روز در تیمار با دوره نوردهی ۱۰ ساعت به حداکثر ۵۵ روز در تیمار با دوره نوردهی ۱۴ ساعت افزایش یافته است. داده های آماری عدم وجود یک اختلاف معنی دار را اثبات کرده و نمی توان گفت که یک رابطه خطی میان افزایش دوره نوری از ۱۰ ساعت به ۱۴ ساعت و مدت زمان لازم تا تولد نوزادان وجود دارد.

جدول ۴ بیان گر بالاترین درصد بازماندگی نوزادان پس از ۴۰ روز به میزان ۱۰۰ درصد در دوره نوری ۱۲ ساعت روشن و ۱۲ ساعت خاموش می باشد. بیان آماری این مطلب نیز عدم وجود یک اختلاف معنی دار میان اثر افزایش دوره نوری بر کاهش درصد بازماندگی نوزادان را بیان می کند. مقایسه نتایج فوق با تحقیقات McAndrew در سال ۲۰۰۴ میلادی بر روی ماهی *Oreochromis niloticus* که ایشان با ایجاد سه رژیم نوری ۱۸L:۶D و ۱۲L:۱۲D و ۸L:۱۶D اعلام داشت:

۱- همآوری در حالت ۱۸L:۶D بیشتر از بقیه حالات است.

۲- اندازه تخم ها (قطر و حجم) با بیشتر شدن زمان روشنایی کاهش می یابد.

۳- ارتباط منفی بین مدت زمان لازم برای تخم ریزی با مدت روشنایی برقرار است.

۴- هرچه زمان آمادگی تا تخم ریزی بیشتر باشد، تخم مدت بیشتری برای جذب و تیلوژن از دستگاه گردش خون داشته و در نتیجه اندازه و درصد بازماندگی نوزادان بیشتر خواهد بود.

۵- دوره نوری طولانی تر با ظهور و رسیدگی سریع گنادها همراه بوده و بیشتر غذای مصرفی توسط ماهی در مسیر گامتوژنز قرار داشته و رشد جسمی کمتری خواهد داشت.

در سال ۲۰۰۵ نیز Endal با کار بر روی تیمارهای متفاوت ماهی آزاد اقیانوس اطلس نتیجه گیری کرد که:

۱- ماهیان قرار گرفته در معرض دستکاری های نوری دارای زمان کمتر طی شدن مرحله گامتوژنز بوده ولی مقدار این هورمون های مربوط در پلازما کمتر است که می توان علت کوچک تر بودن نوزادان متولد شده را به آن نسبت داد.

۲- جهت نوردهی، شدت و بسامد آن می بایستی مورد بررسی قرار گیرد تا بهترین نتیجه را داشته باشد. بطور کلی فرکانس نور مورد استفاده حتی الامکان باید نزدیک به نور طبیعی باشد.

با بررسی جدول ۳ و مقایسه درصد نوزادان مولی باقیمانده پس از ۴۰ روز در ۳ تکرار با نسبت های مختلف جنسی مشاهده می شود که تکرار دوم از تیمار ۱ نر و ۱ ماده دارای بیشترین درصد بازماندگی با حداکثر ۹۸ درصد و تکرار اول از تیمار ۱ نر و ۳ ماده دارای کمترین درصد بازماندگی با حداقل ۷۱ درصد می باشد. نتایج آماری برای آزمون ANOVA عدد ۰/۰۰۹ و برای آزمون T-Test مستقل عدد ۰/۰۱۶ می باشد که با توجه به کوچک تر بودن این دو عدد از ۰/۰۵ می توان اختلاف ایجاد شده را معنی دار در نظر گرفت و اعلام نمود که افزایش تعداد ماهیان ماده در تیمارهای مختلف با تاثیر منفی بر روی درصد بازماندگی نوزادان همراه بوده و ارتباط مستقیم دارد.

اگر اطلاعات فوق را با نتایج بدست آمده از سوی Scott در سال ۲۰۰۴ بر روی ماهی MEDEKA مقایسه نماییم پاسخ های مشابهی خواهیم داشت. در آزمایشات انجام شده توسط وی با افزایش تعداد مولدین ماده در برابر نرها، کاهش در تعداد تخم ها مشاهده شده است بطوری که از میانگین ۷۳۰ عدد در تیمارهای با نسبت جنسی ۱ نر و ۱ ماده به میانگین ۴۴۶ عدد در تیمارهای با نسبت جنسی ۱ نر و ۴ ماده رسیده است. در مورد افزایش ماهیان نر در برابر ماهیان ماده نتایج حاصل با توجه به درگیری های بسیار زیاد بین آنها مقداری متفاوت به نظر می رسد.

با دقت در جدول ۳ معلوم می گردد با ثابت بودن تعداد ماهیان ماده و افزایش ماهیان نر مدت زمان لازم تا تولد نوزادان از سوی ماهی ماده موجود در این تیمارها کاهش یافته و از حداکثر ۳۷ روز در تکرار اول از تیمار ۱ نر و ۱ ماده به حداقل ۲۷ روز از تیمار ۳ نر و ۱ ماده رسید. با این حال با توجه به عدم وجود یک اختلاف معنی دار در داده های آماری که برای آزمون ANOVA عدد ۰/۳۱۹ و برای آزمون T-Test مستقل عدد ۰/۱۴۸ بدست آمده نمی توان یک رابطه خطی مستقیم بین افزایش تعداد نرها با کاهش زمان لازم تا تولد نوزادان در نظر گرفت.

با مطالعه جدول ۳ و مقایسه تعداد نوزادان متولد شده در تولید مثل ماهی مولی در ۳ تکرار با نسبت های مختلف جنسی شاهد کاهش تعداد نوزادان مولی در مقابل افزایش تعداد ماهیان نر خواهیم بود. از طرفی نتایج آماری نشانگر عدد ۰/۰۱۴ برای آزمون ANOVA و وجود اختلاف معنی دار در تیمارهای با تعداد ماهیان نر بیشتر است.

جدول ۳ بیانگر کاهش درصد بازماندگی نوزادان پس از ۴۰ روز در تیمارهای با بیش از یک ماهی نر و افزایش درصد بازماندگی آنها در مقایسه تیمارهای با بیش از یک ماهی ماده است. ولی در این مورد اعداد حاصل از آزمون های آماری نشان گر عدم وجود اختلاف معنی دار در تیمارهای با تغییر در تعداد ماهیان نر بوده و نمی توان یک رابطه خطی مستقیم بین تاثیر افزایش تعداد ماهی نر بر روی تعداد نوزادان متولد شده و درصد بازماندگی آنها در نظر گرفت.

با مقایسه اطلاعات بدست آمده از نتایج Bisaze و Marine در سال ۲۰۰۱ که بر روی تیمارهای با نسبت جنسی متفاوت ماهیان گوبی کار کرده اند به اشتراکات فراوانی دست یافته و در نهایت می توان عوامل فیزیکی ناشی از استرس های محیطی را علت مناسبی برای توضیح اثر نسبت جنسی بر روی مدت زمان لازم برای تولد، تعداد و درصد بازماندگی نوزادان مولی به شمار آورد.

امروزه اثر فتوپریود بر روی چرخه تولید مثل به اثبات رسیده است.

- Endocrinology 115, 155–166 (1999).
9. Pavlidis, Michael, Greenwood, Lorraine and P. Scott, Alexander. 2004, The role of sex ratio on spawning performance and on the free and conjugated sex steroids released into the water by common dentex (*Dentex dentex*) broodstock, Elsevier, General and Comparative Endocrinology 138 (2004) 255–262.
10. Ptack, D and Travis, H, 2000, Male mating behaviour of a molly, *Poecilia latipunctata*: a third host for the sperm-dependent Amazon molly, *Poecilia Formosa*, Springer-Verlag and ISPA 2002.
11. Sorensen, H, 2000, Genetic, hormonal and environmental approaches for the control of reproduction in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*), Elsevier, Aquaculture 202(2001). 187–203.
12. Valenzuela, Ariel, Endal, 2005, Qualitative and quantitative effects of constant light photoperiod on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) peripheral blood erythrocytes, Elsevier, Aquaculture 251 (2006) 596–602.



۳- دستکاری های فتوپریودی بر روی نوسانات روزانه مقدار ملاتونین مؤثر است.

دارای مغایرت است. ولی با مطالب بیان شده از سوی شیخیان در سال ۱۳۸۳ با توجه به کارهای صورت گرفته بر روی ماهی گویی که عبارت است از نوردهی زیاد و افزایش بار جلبکی و فتوسنتزی به علت سموم مترشحه از آنها آکواریوم می تواند دارای اثر منفی و استرس زا بر فرایند تولیدمثل در ماهی گویی باشد، تطابق دارد.

با توجه به نتایج بدست آمده می توان گفت که افزایش ماهیان ماده به نسبت ماهیان نر سبب کم شدن تعداد نوزادان شده و از طرفی افزایش ماهیان ماده به نسبت ماهیان نر باعث کاهش درصد بازماندگی در نوزادان می شود. از طرفی با افزایش تعداد ماهیان نر در محیط احتمال ایجاد صدمه و زیان جنسی بر ماهیان ماده بیشتر شده و موجبات اختلال در سیستم ایمنی آنها فراهم می گردد. بنابراین با توجه به آزمایشات صورت گرفته و کارهای مشابه انجام شده می توان گفت که بهترین نسبت جنسی با بالاترین تعداد نوزادان و درصد بازماندگی آنها استفاده از نسبت جنسی یک نر در برابر یک ماده است.

در صورت استفاده از آکواریوم برای تکثیر ماهی مولی بهتر است برای تولید بیشترین افزایش نوردهی استفاده شود به شرطی که بار آلی و فیتوپلانکتونی را کاملاً کنترل نموده و نسبت به سفون کردن و فیلتراسیون صحیح اطمینان حاصل شود. که در صورت رعایت این نکته می توان با افزایش دوره نوری از ۱۰ ساعت به ۱۴ ساعت درصد بازماندگی بیشتر نوزادان را انتظار داشت.

منابع مورد استفاده

۱. بهمنی، ر. ۱۳۸۱. نحوه نگهداری ماهیان آکواریومی گرمسیری. پایان نامه کارشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، صفحات ۶۲ تا ۶۴
۲. شیخیان، محمدرضا. ۱۳۸۳. زندگی ماهیان آکواریوم. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد. ۱۱۸ص.
۳. عمادی، حسین. ۱۳۶۱. آکواریوم. انتشارات فنی ماهی، تهران. ۱۱۵ص.
۴. هاس، و. ۱۹۷۶. پرورش و نگهداری ماهیان زنده زا، ترجمه د. موسایی (۱۳۶۳)، انتشارات آبنوس، تهران، ۴۵ ص.
5. Bayarri, M.J, 2003, Effect of photoperiod manipulation on the daily rhythms of melatonin and reproductive hormones in caged European sea bass (*Dicentrarchus labrax*), Elsevier, General and Comparative Endocrinology 136 (2004) 72–81.
6. Bisaz M. Marine Frantzen, 2001, Effects sex ratio on gonad maturation in Guppy, Elsevier, Aquaculture 240 (2001) 661–678.
7. Bromage, N, 2003, Reproductive response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to photoperiodic manipulation; effects on spawning periodicity, fecundity and egg size, Elsevier, Aquaculture 231 (2004) 299–314.
8. Bromage, N and Swanson, P, 1999, The Brain–Pituitary–Gonadal Axis of Female Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*: Effects of Photoperiod Manipulation, Idealibrary, General and Comparative