Archive of SID

بررسی روند تغییرات عناصر کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم در مراحل مختلف رشد تخم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

کامران رضائی توابع[1]*؛ غلامرضا رفیعی[2]؛ علیرضا میرواقفی[3]؛ باقر مجازی امیری[4] و حسین عبدالحی[5]

krtavabe@ut.ac.ir

۱- ایستگاه پژوهشی مرکز تحقیقات بین‌المللی همزیستی با کویر دانشگاه تهران، سمنان صندوق پستی: ۱۹۵-۳۵۱۴۵

۲ و ۳- دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج صندوق پستی: ۴۱۱۱

۴- دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج صندوق پستی: ۴۱۱۱

۵ - موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران صندوق پستی: ۶۱۱۶-۱۴۱۵۵

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۸۶

چکیده

تخم ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در طول دوره انکوباسیون برخی عناصر و یونها را برای متابولیسم و تنظیم اسمزی از آب محیط اطراف جذب می‌کند. این مطالعه با هدف بررسی نیازهای تخم ماهی قزل‌آلای رنگین کمان به عناصر پرنیاز کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم و تعیین میزان جذب آنها از آب محیط تفریخ انجام گردید. برای انجام این کار، در زمستان ۱۳۸۴ در مرکز ماهی سرای نمرود دو تفریخ‌گاه تخم ماهی قزل‌آلا با شرایط یکسان انتخاب گردید. در یکی از آنها حدود ۶۰۰۰۰ تخم لقاح یافته وارد شد و دیگری خالی و بدون تخم در نظر گرفته شد. ابتدا از تخم‌های لقاح یافته قبل از ورود به تفریخ‌گاه بعنوان تیمار شاهد نمونه‌برداری بعمل آمد. سپس هر هفته از تخم‌های داخل تفریخ‌گاه و آب ورودی و خروجی هر دو تفریخ‌گاه نمونه‌برداری انجام شد. تخم‌ها به روش Tripathi هضم و غلظت عناصر مورد مطالعه در عصاره تخم هضم شده و در نمونه‌های آب با دستگاه ICP اندازه‌گیری شد. نتایج بدست آمده نشان داد که غلظت عناصر مورد مطالعه در آب خروجی نسبت به آب ورودی در تفریخ‌گاه فاقد تخم، تفاوت معنی‌داری ندارد ($P>0/05$) اما این مقایسه در تفریخ‌گاه حاوی تخم، معنی‌دار ($P<0/05$) و غلظت عناصر (به جز منیزیم) کاهش پیدا کرد که نشاندهندهٔ جذب این عناصر توسط تخم از آب محیط اطراف می‌باشد. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین غلظت عناصر مورد مطالعه (به جز منیزیم) در عصاره تخم در مراحل مختلف دوره تفریخ وجود دارد ($P<0/05$). جذب این عناصر توسط تخم باعث که غلظت آنها در طول دوره تفریخ یک روند افزایشی در تخم داشته باشد. مقایسه غلظت عناصر در تخم بین مراحل قبل و بعد از ورود تخم به آب تفریخ‌گاه فقط در میزان کلسیم و سدیم تفاوت معنی‌دار نشان داد ($P<0/05$) که نشاندهندهٔ یک مکانیسم رقابتی بین کلسیم- منیزیم و سدیم-پتاسیم در جذب توسط تخم می‌باشد.

کلمات کلیدی: تخم، عناصر، ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، *Oncorhynchus mykiss* ، نمرود

---

* نویسندهٔ مسئول

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

براساس مطالعات انجام شده تخم ماهی عناصر، مواد معدنی و یونی مورد نیاز خود را در طول دوره تفریخ، از آب محیط اطراف جذب می‌کند. این امر در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (Barrot & McDonald, 2001)، ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای (Alderdice, 1988)، ماهی کپور معمولی (Van der valden *et al.*, 1991) و باربوس ماهی نشان داده شده است (Calta, 1998). این مواد نقش مهمی در متابولیسم تخم (Jobling, 1996: Bobe & William, 2001) و تنظیم اسمزی تخم دارند (Hoar *et al.*, 1973). پژوهش ها نشان داده است که عدم حضور برخی از این مواد معدنی مانند کلسیم (Alderdice, 1988)، آهن (Hirao & Yamada, 1984)، سدیم و پتاسیم (Barrot & McDonald, 2001). تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر درصد لقاح تخم، کیفیت مناسب تخم و بازماندگی لارو بعد از تفریخ ماهی قزل‌آلای رنگین کمان دارند. تولید تخم و لارو با کیفیت مناسب هدف اصلی در مراکز تکثیر آبزیان می‌باشد که این امر ارتباط مستقیم با کیفیت آب تفریخ‌گاه دارد (Wojetczak & Radoslaw, 2004). مراحل مختلف تولید مثل آبزیان و تکامل جنین در دوره تفریخ تخم علاوه بر عوامل ژنتیکی و مدیریتی به تغییرات محیطی و پیراسنجه‌های کیفی آب نیز بستگی دارد (Billard, 1981). دما، pH و ترکیب عناصر معدنی محلول در آب از مهمترین پیراسنجه‌های کیفی آب هستند که بر تکامل جنین در طول دورهٔ تفریخ تأثیرگذار هستند (Billard & Jensen, 1996). بطور طبیعی دوره تفریخ تخم آزاد ماهیان در آبهای با کیفیت بالا و مناسب سپری می‌شود (Huet, 1996). اما در مراکز تکثیر مصنوعی این ماهیان، کیفیت آب تحت تأثیر تراکم بالای تخم تغییر می‌کند. از آنجائیکه شرایط محیطی آب در دورهٔ تفریخ تخم بر کیفیت آن تأثیرگذار است (Holcomb *et al.*, 2004 ;Poxton, 2004)، بنابراین تأمین آب با کیفیت مناسب برای تخم ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در دوره تفریخ و شناخت دقیق نیاز تخم به مواد معدنی و یونی موجود در آب و تغییرات میزان این مواد در طول این دوره در توده تخم لازم و ضروری است. برای پی بردن به مقدار نیاز جانوران به مواد معدنی، بهترین روش هضم و تجزیه وزن خشک آنها می‌باشد (Tripathi, 1989 ;Harwize, 2000). در پژوهش‌های متعددی تأثیر مواد معدنی محلول در آب بر تخم ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در تفریخ‌گاهها مورد بررسی قرار گرفته است. بطوریکه تخم ماهی قزل‌آلای رنگین کمان برخی مواد معدنی و یونی محلول در آب نظیر کلسیم و منیزیم (Barrot & McDonald, 2001) و سدیم و پتاسیم (Alderdice, 1988) را در دورهٔ تفریخ از آب محیط اطراف جذب می‌کند، اما میزان جذب آنها و مقدار نیاز تخم به آنها مشخص نشده است. در این تحقیق میزان نیاز تخم ماهی قزل‌آلای رنگین کمان به عناصر پرنیاز کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم از لقاح تخم تا تفریخ آن بررسی شده است. برای این کار نه تنها در مراحل مختلف دوره تفریخ، بافت تخم هضم و میزان عناصر مورد نظر بررسی گردید، بلکه تغییرات عناصر فوق در آب خروجی از تفریخ‌گاه نیز بررسی شد.

مواد و روش کار

اجرای این تحقیق در زمستان سال ۱۳۸۴ در مرکز ماهی سرای نمرود واقع در کیلومتر ۱۱۰ جاده فیروزکوه در شمال شرق تهران انجام شد. در این مطالعه جهت تخم‌کشی از مولدین سه ساله استفاده شد. تعداد ۲۵ عدد ماهی مولد ماده آماده تخم‌کشی بطور تصادفی از ۸ استخر نگهداری مولدین ماده و هم زمان ۱۰ عدد ماهی مولد نر آماده اسپرم گیری از ۴ استخر نگهداری مولدین نر برای تکثیر انتخاب شدند. لقاح بصورت خشک انجام شد و تخمهای لقاح یافته پس از نمونه‌برداری اولیه وارد تفریخ‌گاه مورد مطالعه شدند.

واحد آزمایش شامل یک تفریخ‌گاه (تراف) کالیفرنیایی بود که چهار سینی در آن قرار داشت و در هر سینی حدود ۱۵۰۰۰ تخم لقاح یافته (حدود ۶۰۰۰۰ تخم لقاح یافته در چهار سینی تراف) وارد شد. البته متوسط معمول میزان تخم وارد شده به هر سینی ۸۰۰ گرم (حدود۱۱۰۰۰ تخم در هر سینی و ۴۴۰۰۰ تخم در هر تراف) می‌باشد (Stichney, 1991)، ولی در این تحقیق برای بررسی دقیق‌تر تغییرات عناصر مورد مطالعه در آب خروجی از تفریخ‌گاه نسبت به آب ورودی آن در چهار سینی تراف ۶۰۰۰۰ تخم معرفی شد. میزان تغییرات غلظت هر عنصر در آب خروجی تفریخ‌گاه بر تعداد تخم تفریخ‌گاه تقسیم شد تا تأثیر هر تخم بر تغییر غلظت عناصر مورد مطالعه در آب تفریخ‌گاه بدست آید. در تمام مدت طول تحقیق اقدامات مدیریتی نظیر جداسازی

www.SID.ir

Archive of SID

تخم‌های لقاح نیافته، تنظیم آب ورودی به تفریخ‌گاه و اندازه‌گیری تغییرات پیراسنجه‌های محیطی آب تفریخ‌گاه (درجه حرارت، میزان اکسیژن محلول در آب و pH) بصورت روزانه با استفاده از دستگاه دیجیتالی مدل Multiline- F/SET-3 انجام می‌شد. برای کم کردن خطا و احتمال فعالیت میکروارگانیزمها در داخل تفریخ‌گاه اصلی حاوی تخم، یک تفریخ‌گاه با همان شرایط تفریخ‌گاه اصلی و در کنار هم ولی فاقد تخم، بعنوان تفریخ‌گاه شاهد در نظر گرفته شد. دبی آب ورودی به هر دو تفریخ‌گاه از یک منبع آبی و برابر ۴ لیتر در دقیقه برای هر سینی (Stichney, 1991) و ۱۶ لیتر در دقیقه برای چهار سینی تفریخ‌گاه تنظیم شد.

برای نمونه‌برداری از تخم‌های درون تفریخ‌گاه ابتدا قبل از وارد کردن تخم‌ها به آب تفریخ‌گاه بعنوان شاهد از تخم‌ها نمونه‌برداری شد. سپس بعد از قرار دادن تخمها در داخل تفریخ‌گاه در هر مرحله نمونه‌برداری (هر هفته) حدود ۱۰۰ عدد تخم از قسمتهای مختلف تفریخ‌گاه نمونه‌برداری گردید. تخم‌های نمونه‌برداری شده در ظروف پلاستیکی به آزمایشگاه انتقال و تا زمان انجام عملیات آزمایشگاهی در فریزر در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد قرار داده شدند.

برای اندزه‌گیری عناصر مورد مطالعه در تخم ابتدا یک گرم از هر نمونه تخم با ترازوی دیجیتالی توزین و در فنجان کروزه ریخته شد و در دستگاه آون مدل FO-538 در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۶ ساعت قرار داده شد (Mader *et al.*, 1997). سپس اندازه‌گیری وزن خشک تخم براساس فرمول تری پاتی انجام شد (Tripathi, 1989). بر اساس این فرمول مجموع وزن تخمهای خشک شده و فنجان کروزه از وزن فنجان کروزه که در ابتدای آزمایش توزین شده بود کم شد تا وزن خشک تخم بدست آید.

فرمول (۱) $\text{درصد رطوبت} = \frac{100(B-C)}{B-A}$

A = وزن ظرف خالی B = وزن ظرف و تخم قبل از عمل خشک کردن

C = وزن ظرف و تخم بعد از عمل خشک کردن

فرمول (۲) درصد رطوبت - ۱۰۰ = درصد وزن خشک

بعد از انجام عملیات فوق برای بررسی محتویات معدنی تخمهای نمونه‌برداری شده، نمونه‌های تخم خشک شده به مدت ۶ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد در دستگاه کوره مدل A-F1 قرار داده شدند تا مواد آلی نمونه‌های تخم تبدیل به مواد معدنی شود. بعد از این مرحله، خاکستر بدست آمده به روش دو اسید هضم شد (Tripathi, 1989). سپس اندازه‌گیری و بررسی غلظت عناصر مورد مطالعه در محلول بدست آمده بوسیله دستگاه ICP مدل GBC-XL (Germany) انجام شد. غلظت عناصر مورد مطالعه در عصاره بدست آمده برحسب میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. مقدار تخم هضم شده یک گرم بود و با تقسیم عدد بدست آمده بر تعداد تخم در یک گرم (در این تحقیق هر ۱۳ تا ۱۴ تخم یک گرم بود) غلظت عنصر مورد مطالعه بر حسب میلی‌گرم بر لیتر در عصاره یک عدد تخم هضم شده بدست می‌آید.

در انجام این آزمایش برای اطمینان از اینکه آب نمونه‌برداری شده از خروجی تفریخ‌گاه همان آب نمونه‌برداری شده از ورودی آن می‌باشد، با اضافه کردن ماده رنگی مالاشیت گرین (که بعنوان قارچ‌کش در مراکز تکثیر استفاده می‌شود) در محل ورودی تفریخ‌گاه و سپس تعیین زمان رسیدن این ماده رنگی به محل خروجی آن، میانگین مدت زمان عبور آب از طول تفریخ‌گاه بدست آورده شد که در تفریخ‌گاه مورد مطالعه ۴۲ ثانیه بود. سپس از هر محل نمونه‌برداری حدود ۵۰۰ میلی لیتر آب در ظروف پلاستیکی نمونه‌برداری شد و به هر قوطی حاوی آب نمونه‌برداری شده ۲ تا ۳ قطره اتیل الکل اضافه شد تا علاوه بر تثبیت نمونه‌ها، از فعالیت میکروارگانیسمها نیز جلوگیری شود. اندازه‌گیری تغییرات عناصر مورد مطالعه در نمونه‌های آب گرفته شده بوسیله دستگاه ICP انجام شد. در هر نمونه‌برداری، غلظت هر عنصر در آب ورودی تفریخ‌گاه از آب خروجی تفریخ‌گاه کم شد تا مقدار جذب عنصر توسط تخم بدست آید.

در این تحقیق نرمال بودن داده‌های بدست آمده با آزمون Shapiro-Wilk مورد بررسی قرار گرفت. سپس برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس یکطرفه استفاده شد. برای تعیین اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌های غلظت عناصر در تخم از آزمون دانکن با سطح اعتماد ۵ درصد استفاده گردید. مقایسه غلظت عناصر ورودی و خروجی آب هر دو تفریخ‌گاه با استفاده از آزمون t انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS-12 انجام گردید.

نتایج

اندازه‌گیری تغییرات پیراسنجه‌های محیطی و غلظت عناصر مورد مطالعهٔ آب تفریخ‌گاه در طول تحقیق تفاوت معنی‌داری را

www.SID.ir

Archive of SID

نشان نداد. میزان درجه حرارت ۱۰ تا ۱۱ درجه سانتیگراد، اکسیژن محلول ۷/۱۰ تا ۷/۳۰ میلی‌گرم در لیتر، pH ۷/۴ تا ۷/۶، کلسیم ۴۱/۲۱±۲/۷۳ میلی‌گرم در لیتر، منیزیم ۹/۰۶±۰/۲۸ میلی‌گرم در لیتر، سدیم ۲۸/۶۲±۲/۰۸ میلی‌گرم در لیتر و پتاسیم ۱/۸۴±۰/۱۳ میلی‌گرم در لیتر ثبت شد. درصد تفریخ تخم هم در تفریخ‌گاه مورد مطالعه ۹۰ درصد برآورد شد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری تغییرات عناصر مورد مطالعه در تخم نشان داد که تغییرات میزان عناصر کلسیم و سدیم در تخم اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمار مرحله اول دارد ($P<0/05$). اما تغییرات میزان عناصر منیزیم و پتاسیم در تخم اختلاف معنی‌دار بین تیمار شاهد و تیمار مرحله دوم وجود ندارد ($P>0/05$) (جدول ۱).

مقایسه میانگین غلظت عناصر در آب خروجی تفریخ‌گاه شاهد فاقد تخم نسبت به آب ورودی آن تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($P>0/05$). اما این مقایسه در آب خروجی تفریخ‌گاه اصلی حاوی تخم نشان داد که در مراحل مختلف نمونه‌برداری تغییرات عناصر کلسیم، سدیم و پتاسیم آب خروجی نسبت به ورودی آن در تمام مراحل نمونه‌برداری معنی‌دار ($P<0/05$) و کاهش یافته است که نشاندهندهٔ جذب این عناصر توسط تخم می‌باشد. اما تغییرات عنصر منیزیم آب خروجی تفریخ‌گاه اصلیِ حاوی تخم نسبت به ورودی آن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد ($P>0/05$). میانگین میزان تغییرات این عناصر در جدول ۲ آمده است.

جدول ۱: تغییرات غلظت عناصر مورد مطالعه در عصاره تخم هضم شده در طول دوره تفریخ (میلی‌گرم بر لیتر)

	K	Na	Mg	Ca
شاهد	$۷۱۸\times۱۰^{-۶}\pm۴۱\times۱۰^{-۶}$ a	$۳۷۹\times۱۰^{-۵}\pm۲۷\times۱۰^{-۵}$ a	$۴۷۶\times۱۰^{-۵}\pm۹\times۱۰^{-۵}$ a	$۱۲۳\times۱۰^{-۴}\pm۴\times۱۰^{-۴}$ a **
هفته اول	$۷۰۲\times۱۰^{-۶}\pm۲۹\times۱۰^{-۶}$ a	$۴۵۷\times۱۰^{-۵}\pm۱۴\times۱۰^{-۵}$ b	$۴۷۷\times۱۰^{-۵}\pm۴\times۱۰^{-۵}$ a	$۱۵۸\times۱۰^{-۴}\pm۷\times۱۰^{-۴}$ b
هفته دوم	$۷۴۳\times۱۰^{-۶}\pm۱۹\times۱۰^{-۶}$ a	$۴۷۷\times۱۰^{-۵}\pm۳۱\times۱۰^{-۵}$ b	$۴۶۲\times۱۰^{-۵}\pm۱۱\times۱۰^{-۵}$ a	$۱۶۶\times۱۰^{-۴}\pm۹\times۱۰^{-۴}$ bc
هفته سوم	$۸۰۸\times۱۰^{-۶}\pm۲۱\times۱۰^{-۶}$ b	$۴۶۷\times۱۰^{-۵}\pm۲۳\times۱۰^{-۵}$ b	$۴۷۰\times۱۰^{-۵}\pm۸\times۱۰^{-۵}$ a	$۱۶۹\times۱۰^{-۴}\pm۳\times۱۰^{-۴}$ bc
هفته چهارم	$۹۸۳\times۱۰^{-۶}\pm۳۷\times۱۰^{-۶}$ d	$۶۰۱\times۱۰^{-۵}\pm۲۱\times۱۰^{-۵}$ c	$۴۸۳\times۱۰^{-۵}\pm۱۴\times۱۰^{-۵}$ a	$۱۷۰\times۱۰^{-۴}\pm۳\times۱۰^{-۴}$ bc
هفته پنجم	$۹۰۷\times۱۰^{-۶}\pm۱۷\times۱۰^{-۶}$ c	$۴۸۷\times۱۰^{-۵}\pm۱۹\times۱۰^{-۵}$ b	$۴۷۸\times۱۰^{-۵}\pm۷\times۱۰^{-۵}$ a	$۱۷۷\times۱۰^{-۴}\pm۴\times۱۰^{-۴}$ c

* مقادیرجدول بصورت انحراف معیار± میانگین بیان شده است.

** حروف انگلیسی مختلف در یک ستون نشاندهندهٔ تفاوت معنی‌دار عناصر در وزن خشک تخم در مراحل مختلف دوره تفریخ تخم با سطح اعتماد ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۲: تغییرات عناصر پرنیاز در آب خروجی تفریخ‌گاه اصلی در طول دوره تفریخ تخم (میلی‌گرم بر لیتر)

	K	Na	Mg	Ca
هفته اول	۰/۰۵۷±۰/۰۱۳ a	۱۰/۳۷±۲/۱۷ b	۰/۲۵±۰/۱۷ a	۳/۶۰±۰/۷۳ a***
هفته دوم	۰/۰۸۸±۰/۰۱۱ a	۹/۹۳±۱/۸۲ b	۰/۱۶±۰/۱۴ a	۳/۲۳±۰/۷۶ a
هفته سوم	۰/۲۰۳±۰/۰۲۷ b	۹/۰۴±۱/۵۳ ab	۰/۲۹±۰/۲۱ a	۷/۶۰±۱/۳۱ b
هفته چهارم	۰/۲۲۵±۰/۰۴۱ b	۴/۱۰±۰/۹۱ a	۰/۲۳±۰/۱۵ a	۵/۵۳±۱/۰۷ ab
هفته پنجم	۰/۲۳۹±۰/۰۲۳ b	۷/۹۷±۱/۷ ab	۰/۱۲±۰/۱۲ a	۴/۹۹±۱/۱۳ ab

* مقادیرجدول بصورت انحراف معیار±میانگین بیان شده است.

** حروف انگلیسی مختلف در یک ستون نشاندهندهٔ تفاوت معنی‌دار میزان تغییرات در آب خروجی تفریخ‌گاه اصلی در مراحل مختلف دوره تفریخ تخم با سطح اعتماد ۵ درصد می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

مطالعات نشان داده است که عنصر کلسیم از عناصر مورد نیاز تخم ماهی قزل‌آلای رنگین کمان می‌باشد (Laitinen &; Barrot & McDonald, 2001 ;Kartunen, 1994 ;Morgan *et al.*, 2005)؛ بطوریکه حداقل میزان کلسیم در آب دوره تفریخ تخم این ماهی حداقل ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بیان شده است (Alderdice, 1988). نتایج این تحقیق نشان داد که در طول دوره تفریخ عنصر کلسیم در تمام مراحل توسط تخم از آب محیط تفریخ جذب شده است و این جذب باعث شده است که میزان کلسیم تخم در طول دوره تفریخ یک روند افزایشی را نشان دهد که نتایج مطالعات گذشته را تأیید می‌کند. بیشترین میزان جذب کلسیم در هفته سوم دوره تفریخ مشاهده شد که احتمالاً بدلیل شروع تشکیل باله‌های جنینی و شکل‌گیری غضروفها (Depeche & ; Bascinar & Ibrahim, 2003 Billard, 1994) در این مرحله می‌باشد. برخی محققین تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب نظیر pH (Laitinen & Kartunen, 1994) و سختی آب (Silva & Golombieski, 2003) را در جذب کلسیم توسط تخم ماهی بیان کرده‌اند. در این مطالعه میزان این عوامل ثابت (pH ۷/۴ تا ۷/۶ و سختی ۵۰/۲۷±۲/۸۱) و تغییر معنی‌داری در طول تحقیق نداشتند. همچنین نشان داده شده است که وقتی غلظت یون کلسیم در آب تفریخ‌گاه تخم ماهی قزل‌آلای رنگین کمان ۳۴ تا ۴۹ میلی‌گرم در لیتر باشد بازماندگی تخم‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند، اما وقتی غلظت یون کلسیم در آب تفریخ‌گاه بیشتر از این حد باشد میزان بازماندگی تخم و بازماندگی بعد از تفریخ نیز کاهش پیدا می‌کند (Ketola *et al.*, 1988). در تحقیق حاضر میانگین غلظت کلسیم آب تفریخ‌گاه ۴۱/۲۱±۲/۷۳ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد که این میزان برای تخم ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مطلوب می‌باشد (Hagiwara & Jeffe, 1979). تأثیر یون کلسیم بر سختی آب درون تخم هنوز بطور کامل شناخته نشده است، اما این مسئله روشن شده است که غلظت بیش از حد یون کلسیم در آب درون تخم، میزان جذب آب توسط تخم را کاهش می‌دهد (Ketola *et al.*, 1988). عنصر منیزیم از عناصری است که در مورد جذب آن توسط تخم ماهی قزل‌آلای رنگین کمان ابهاماتی وجود دارد (Silva & Golombieski, 2003). میزان جذب منیزیم توسط تخم تحت تأثیر یون کلسیم و سایر یونهای دو ظرفیتی می‌باشد (Hagiwara & Jeffe, 1979). براساس داده‌های این تحقیق، عنصر منیزیم در طول دوره تفریخ توسط تخم جذب نشده است و میزان آن در وزن خشک تخم در طول این دوره ثابت بوده و تغییر معنی‌داری در بین مراحل نمونه‌برداری نشان نمی‌دهد. علت این موضوع احتمالاً تأثیر آنتاگونیست یون کلسیم بر جذب یون منیزیم توسط تخم (Silva & Golombieski, 2003) و عدم دخالت یون منیزیم در تنظیم پتانسیل غشاء پلاسمایی تخم (Huet, 1996) در مراحل جنینی تخم می‌باشد. نتایج این تحقیق در مورد جذب منیزیم توسط تخم ماهی قزل‌آلای رنگین کمان نتایج مطالعات لایتینن و کارتونن (۱۹۹۴) را تأیید نمی‌کند که احتمالاً علت آن به غلظت پایین کلسیم آب (۲۳ میلی‌گرم در لیتر) در تحقیقات وی برمی‌گردد. برخی محققین وجود یک مکانیسم رقابتی بین یون کلسیم و منیزیم را در جذب آنها توسط تخم ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بیان کرده‌اند (Hagiwara & Jeffe, 1979; Poxton, 2004). نتایج مطالعات یکی از محققان جذب عنصر منیزیم را در مراحل جنینی ماهی کپور معمولی نشان داده است (Van der valden *et al.*, 1991). در حالیکه تحقیق دیگری نشان داده است که میزان منیزیم موجود در وزن خشک تخم باربوس ماهی در طول دوره لاروی ثابت بوده و با تکامل لارو میزان جذب منیزیم افزایش نمی‌یابد (Calta, 1998). بنظر می‌رسد جذب عنصر منیزیم در تخم ماهیان مختلف متفاوت بوده و تحت تأثیر غلظت سایر عناصر دو ظرفیتی آب می‌باشد.

عنصر سدیم نیز از عناصری است که در مرحله تفریخ تخم، توسط تخم جذب می‌شود (Barrot & McDonald, 2001; Poxton, 2004). این یون عامل اصلی تنظیم گرادیان یونی و اسمزی غشاء پلاسمایی تخم در مرحله تفریخ تخم می‌باشد (Wojetczak & Radosław, 2004)؛ بطوریکه جذب برخی از یونها به غلظت یون سدیم در بافت تخم و آب محیط اطراف تخم بستگی دارد (Bobe & William, 2001). براساس یافته‌های این تحقیق، در تمام مراحل نمونه‌برداری دوره تفریخ، سدیم توسط تخم جذب می‌شود که نتایج سایر محققین را تأیید می‌کند. نتایج یکی از تحقیقات درباره جذب یون سدیم توسط تخم قزل‌آلای رنگین کمان در طول تفریخ تخم نشان می‌دهد که روند جذب یون سدیم بعد از لقاح تخم تا مرحله چشم‌زدگی افزایشی و بعد از مرحله چشم‌زدگی مرحله تفریخ تخم روند کاهشی را طی می‌کند (Barrot & McDonald, 2001). در حالیکه در این تحقیق، روند جذب سدیم تا مرحله تفریخ تخم ادامه دارد و احتمالاً علت

www.SID.ir

Archive of SID

اصلی کاهش میزان سدیم در هنگام تفریخ، پاره شدن غشاء پلاسمایی تخم در این مرحله و از دست دادن سدیم می‌باشد. عنصر پتاسیم نیز از نظر بیوشیمیایی مشابه عنصر سدیم بوده که هم در مرحله تفریخ تخم (Barrot & Alderdice, 1988; McDonald, 2001) و هم بعد از تفریخ توسط تخم جذب می‌شود (Calta, 1998). داده‌های بدست آمده جذب این عنصر را در تمام مراحل دوره تفریخ نشان می‌دهد. این یون از یونهای تک ظرفیتی است که در تنظیم پتانسیل غشاء پلاسمایی و تنظیم اسمزی تخم نقش دارد (Hagiwara & Jeffe, 1979). غلظت یون سدیم در مایع سلومیک ماهی قزل آلای جویباری حدود ۸۰ برابر غلظت یون پتاسیم می‌باشد (Czihak & Peter, 1979). بنابراین تأثیر پتاسیم در تنظیم اسمزی و سایر فعالیتهای فیزیولوژیک تخم نسبت به سدیم، بطور قابل توجهی کمتر می‌باشد.

بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت عناصر مورد مطالعه (به جز منیزیم) در وزن خشک تخم ثابت نبوده و با یک روند افزایشی میزان آنها در طول دوره تفریخ تغییر می‌کند. تنها منبع ممکن برای جذب این عناصر آب می‌باشد، در جدول یک اختلاف معنی‌داری در غلظت عناصر کلسیم و سدیم بین تیمارهای قبل و بعد از ورود تخم لقاح یافته به داخل تفریخ‌گاه مشاهده شد ($P<0/05$) که نشاندهندهٔ تأثیر آب بر جذب این عناصر و وجود یک مکانیسم رقابتی بین یونهای هم ظرفیت (کلسیم-منیزیم) و (سدیم-پتاسیم) می‌باشد. در طول دوره تفریخ بیشترین میزان جذب عنصر کلسیم در هفته سوم، همزمان با شروع تشکیل باله‌ها و غضروفهای جنین (Depeche & Billard, 1994) و بیشترین میزان جذب سدیم در هفته اول، همزمان با قرار گرفتن تخم در آب و فعال شدن کانالهای یونی انجام می‌گیرد (Hagiwara & Jeffe, 1979). در بین عناصر مورد مطالعه، عنصر پتاسیم به میزان بسیار کم نسبت به عناصر سدیم و کلسیم از آب تفریخ‌گاه جذب می‌شود. این میزان جذب برخلاف سایر عناصر در طول مراحل مختلف دوره تفریخ بصورت افزایشی انجام می‌شود بطوریکه کمترین میزان جذب در مرحله اول و بیشترین مقدار جذب در مرحله نهایی نمونه‌برداری انجام می‌شود.

تشکر و قدردانی

از جناب آقای مهندس جاذبی‌زاده و پرسنل محترم مرکز ماهی‌سرای نمرود جهت راهنمایی های ارزنده‌شان در اجرای طرح و از آقایان مهندس نظر زاده و مهندس اسداللهی کارشناسان آزمایشگاه منابع طبیعی دانشگاه تهران و سرکار خانمها مهندس خوشوقتی و قاضیان کارشناسان آزمایشگاه گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران جهت همکاری در اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین از معاونت محترم پژوهشی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران جهت تأمین منابع مالی طرح، سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

Alderdice, D.F. , 1988. Osmotic and ionic regulation in teleost eggs and larvae. *In*: (eds. W.S. Haor and D.J. Randall), Fish Physiology, Academic Press, Sandiego, pp.163-251.

Barrot, K.J. and McDonald, D.G. , 2001. Changes in ion content and transport during development of embryonic rainbow trout. Journal of Fish Biology. Vol. 59, pp.1323-1335.

Bascinar, N. and Ibrahim, O. , 2003. The development of brook trout embryons during the yolk sac period. Turk Journal Zoology. Vol. 27, pp.227-230.

Billard, R. , 1981. Reproduction and artificial insemination in teleost fishes. 9th edition, Madrid, Spain.337P.

Billard, R. and Jensen, C. , 1996. Predictions for salmonid egg development. Aquaculture Engineering, Vol. 70, pp.1-5.

Bobe, J. and William, F. , 2001. An ovarian progastricsin is present in the trout coelomic fluid after ovulation. Biology of Reproduction. Vol. 64, pp.1047-1055.

Calta, M. , 1998. Early development of Barbel (*Barbus barbus* L.) larvae. Journal of Zoology. Vol. 22, pp.17-22.

www.SID.ir

Archive of SID

Czihak, G. and Peter, R. , 1979. Some data on the basic metabolism of trout eggs. Journal of Fish Biology. Vol. 15, pp.135-193.

Depeche, J. and Billard, R. , 1994. Embryology in fish a review. Society France Ichthyology. Paris, France. 123P.

Hagiwara, S. and Jaffe, L. , 1979. Electrical properties of egg cell membrane. Biophysic Journal. Vol. 8, pp. 385-416.

Harwize, W. , 2000. Official methods of analysis of AOAC international. 17th edition, Maryland, USA. 4200P.

Hirao, S. and Yamada, J. , 1984. Relation between biochemical constituents of rainbow trout eggs and hatching rate. Fish Science Journal. Vol. 21, pp.240-243.

Hoar, W.; Randal, D.Y. and Donaldson, E.M. , 1973. Fish Physiology. Academic Press, London, UK. 477P.

Holcomb, M.; Cloud, J.C. and Ingerman, R.L. , 2004. Oxygen consumption in unfertilized salmonid eggs: An indicator of egg quality. Comparative Biochemistry and Physiology. Vol. 137, pp.349-354.

Huet, M. , 1996. Text books of fish culture. Fishing News Books, 2nd edition. Oxford. 437P.

Jobling, M. , 1996. Environmental Biology of Fishes. Chapman and Hull Co. London, UK. 455P.

Ketola, H.G.; Longacre, D. and Lashomb, R. , 1988. High calcium concentration in water increases mortality of salmon and trout eggs. The Progressive Fish-Culturist. Vol. 50, pp.129-135.

Laitinen, M. and Kartunen, M. , 1994. Effects of calcium and magnesium in acid water on the ion balance of eggs and alevins of rainbow trout. *In*: (eds. R. Muller & Lyod, R.) sub lethal and chronic effects of pollutants on fresh water fish. FAO-Fishing New Books. Cambridge, 371P.

Mader, P.; Szakova, J. and Miholva, D. , 1997. Classical dry ashing of biological and agricultural materials. Part 2 losses of analyses due to their retention in an insoluble residue, Analusis, Vol. 26, pp. 121-129.

Morgan, T.P.; Guadagnolo, C.M.; Grosell, M. and Wood, C.M. , 2005. Effects of water hardness on the physiological responses to chronic waterborne silver exposure in early life stages of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquatic Toxicology, Vol. 74, pp.333-350.

Poxton, M.G. , 2004. Incubation of salmon eggs and rearing of alevins: Natural temperature fluctuations and their influence on hatchery requirement. Aquaculture Engineering, Vol. 1, pp.31-35.

Silva, L.V. and Golombieski, G.I. , 2003. Incubation of silver cat fish eggs at different calcium and magnesium concentrations. Aquaculture Research, Vol. 22, pp.269-277.

Stickney, R. , 1991. Culture of salmonid fishes. 2nd edition. CRC Press, Inc. US A. 177P.

Tripathi, R.D. , 1989. Methods of analysis. Wiley Eastern Limited, New Delhi, 244P.

Van der valden, J.A. ; Spaning, F.A. and Bongu, S.E. , 1991. Early stages of carp (*Cyprinus carpio*) depend on ambient for their development. Journal Experimental Biology, Vol. 158, pp.431-438.

Wojetczak, M. and Radoslaw, K. , 2004. Assessment of water turbidity for evaluation of rainbow trout egg quality. Aquaculture Research, Vol. 223, pp.279-274.

www.SID.ir

Archive of SID

Study of changes in macro elements Ca, Mg, Na and K in eggs of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) at different incubation stages

Rezaei Tavabe K.[1]*; Rafiee Gh.R.[2] ; Mirvaghefi A.R.[3] ; Amiri B.M.[4] and Abdolhai H.[5]

krtavabe@ut.ac.ir

1- Research Center of Living with Desert, Tehran University, P.O.Box: 35145-195 Semnan, Iran

2,3,4- Natural Resources Faculty of Tehran University, P.O.Box: 4111 Karaj, Iran

5- Iranian Fisheries Research Organization, P.O.Box: 14155-6116 Tehran, Iran

Received: September 2006 Accepted: November 2007

Keywords: Egg, Elements, *Oncorhynchus mykiss*, Namroud, Iran

Abstract

We studied rainbow trout eggs requirements to macro elements Ca, Mg, Na and K at different stages of incubation period. The research was carried out at Namroud rainbow trout hatchery center in winter 2005. Two incubators in equal conditions were selected. The first was stocked with approximately 60000 eggs and the second had no eggs. A total of 100 fertilized eggs were sampled and assessed for the elements before introduction of the eggs to the incubator. Weekly samples were taken from the eggs and water of the first and second incubator. The sampled eggs were digested by Tripathi method and concentration of the elements in eggs extract was measured by ICP apparatus. In addition, variation of these elements between input and discharge water of both incubators was investigated. The results showed no significant differences in the amount of elements between the input and discharge water of the incubator with no eggs ($P>0.05$) but the difference was significant ($P<0.05$) for the stocked incubator. In the stocked incubator, a decrease was found in the elements concentration (except for Mg) of the input and discharge water which indicates that eggs absorb these elements from water. We also found a significant difference in the concentration of the elements with the exception of Mg in eggs extracts during different incubation stages ($P<0.05$). We traced an accumulation of the elements in the eggs through time. Comparison of the elements concentration in eggs before and after introduction to incubator showed significant differences ($P<0.05$) for Ca and Na that indicates a competition mechanism between Ca-Mg and Na-K in absorption by rainbow trout egg.

* Corresponding author

www.SID.ir