بررسی اثرات پمپ ماهی بر فاکتورهای خونی و ایمنی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

حمیده نجار هادوی*[۱،۲]، حسین عمادی[۲]، محمد کاظمیان[۲]

[۱]شرکت شیلات گستر سبلان، تهران، ایران.

[۲]گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، دانشکده علوم و فنون دریایی، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول: h_n_hadavi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۷/۵/۶ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۶

چکیده

در زمان حمل و نقل باید از روش‌هایی استفاده شود که تنش وارده به ماهی را کنترل و کیفیت آب را حفظ کنند. یکی از روش‌های جدید که مورد استقبال قرار گرفته است، استفاده از پمپ ماهی است. تاکنون مطالعات گسترده‌ای در این رابطه انجام شده است که تاثیر این پمپ در بازدهی انتقال ماهیان و سلامت ماهیان پس از انتقال بررسی شود. متاسفانه در ایران روی پمپ ماهی کار تحقیقاتی انجام نشده است. از این‌رو این پژوهش به منظور تعیین اثرات پمپ ماهی بر روی فاکتورهای خونی و ایمنی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان به اجرا درآمد. جامعه آماری متشکل از ۱۵۰۰ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۲/۲۳±۳۲/۱۸ گرم بود. تیمارها شامل یک تیمار شاهد و دو تیمار شامل گروه جابه‌جا شده با تور دستی و گروه جابه‌جا شده با استفاده از پمپ ماهی بود. نتایج نشان داد که با کمک پمپ ماهی می‌توان سلامتی ماهی منتقل شده را تا حد مطلوبی حفظ نمود. همچنین مقایسه گروه‌های مختلف تیمار نشان داد که استفاده از پمپ ماهی نه تنها سبب می‌شود تا آسیب مکانیکی وارده به ماهیان و تلفات آن‌ها کاهش یابد؛ بلکه با بهره‌گیری از این روش، ماهی‌ها دچار کمبود اکسیژن نیز نمی‌شوند.

واژگان کلیدی: پمپ ماهی، استرس ماهیان، فاکتورهای خونی، جابجایی ماهیان.

مقدمه

ماهیان در شرایط پرورشی، اغلب در معرض تغییرات محیطی یا عوامل تنش‌زایی همچون دست‌کاری، تراکم، حمل و نقل و تغییر کیفیت آب قرار می‌گیرند (Möck and Peters, 1990). حفظ کیفیت آب هنگام حمل و نقل ماهیان مهم‌ترین فاکتور اصلی در سلامتی ماهی می‌باشد. در زمان حمل و نقل، از یک سو کیفیت آب کاهش می‌یابد و از سوی دیگر لازم است تا شرایط اندام‌های ماهی بدون اختلاف قابل توجهی با زمان پرورش، نگهداری شود. بنابراین باید از روش‌هایی استفاده شود که تنش وارده به ماهی را کنترل و کیفیت آب را حفظ کند.

ماهیان طی فرآیندی تحت عنوان پاسخ به تنش، از خود تطابق‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی را در رویارویی با تنش نشان می‌دهند که منجر به کاهش یا حذف اثر عامل تنش‌زا می‌شود (Koeypudsa and Jongjareanjai, 2011). پاسخ به تنش در مراحل مختلفی انجام می‌گیرد و شامل آزاد کردن هورمون‌های تنش و به دنبال آن پاسخ‌های فیزیولوژیک متناسب با این هورمون‌ها است. بررسی فاکتورهای هماتولوژیک به‌عنوان ابزاری جهت مدیریت سلامت ماهی شناخته می‌شود و مطالعه این فاکتورها در بررسی اثرات استرس مورد استفاده قرار می‌گیرند (Moyle and Cech, 1988).

استرس با ایجاد اختلال در تعادل هومئوستاز (Homeostasis)، اثرات مخربی در رفتار، رشد، تولید مثل، عملکرد سیستم ایمنی و مقاومت در برابر بیماری‌ها را سبب می‌شود. فاکتورهای هماتولوژیک به‌عنوان ابزار مفیدی برای مشاهده سلامت ماهی بیان شده و در تفسیر پاسخ‌های فیزیولوژیک در مواجه با استرس‌های وارده به‌سبب عوامل محیطی، مورد استفاده قرار می‌گیرند (Chen *et al*., 2004). یکی دیگر از شاخص‌های تنش، هورمون کورتیزول است که به‌عنوان واکنش اولیه ماهیان آب شور به تنش در خون رها می‌شود. همچنین کورتیزول هورمونی است که در تنظیم اسمزی نقش داشته و به ماهی در حفظ آب و الکترولیت‌های بدن کمک می‌کند (Wendelaar, 1997).

پمپ ماهی در مزارع پرورش آبزیان به‌منظور سهولت در انتقال بچه ماهیان و ماهیان بزرگ‌تر به‌کار

گرفته می‌شود. با بهره‌گیری از این دستگاه، نه تنها می‌توان ماهی‌ها را در مسافت‌های طولانی جابه‌جا نمود، بلکه می‌توان تعداد زیادی از ماهیان را (حدود ۸ تن در ساعت شامل آب و ماهی) جابه‌جا نمود؛ چرا که اکسیژن کافی توسط دستگاه در اختیار ماهی قرار می‌گیرد. از سال ۲۰۱۲ پمپ ماهی پسکاموشن ۶ با قدرت ۵/۲ kW ساخت شرکت FAIVRE کشور فرانسه (pescamotion 6 fish pump, in Fish pump, FAIVRE, Editor) به‌تعداد محدودی به ایران وارد شد که ابتدا برای کپورماهیان، سپس برای قزل‌آلا و ماهیان دریایی استفاده شد. ولی تحقیقاتی تاکنون روی آن، صورت نگرفته است. این پمپ ماهی دارای ویژگی‌هایی شامل (۱) سبک و کاربرد ساده، (۲) توان جابه‌جایی برابر ۸ تا ۱۰ تن ماهی و آب در ساعت، (۳) مناسب بودن برای انتقال ماهی زنده در محدوده وزن ۵۵۰-۵ گرم و ارتفاع انتقال آب و ماهی حداکثر تا ۶ متر، (۴) سرعت قابل کنترل تا برد ۳۰ متر، (۵) دارا بودن جعبه برق مجهز به تغییر دهنده سرعت و ۲ کنترل از راه دور بر روی صفحه برای تغییر سرعت و توقف پمپ و (۶) بدنه از جنس آلومینیوم و فولاد می‌باشد. از این رو این پژوهش با هدف تعیین اثرات پمپ ماهی پسکاموشن ۶ بر روی فاکتورهای خونی و ایمنی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در کارگاه تکثیر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان رعنا واقع در روستای هرانده فیروزکوه تهران، انجام گرفت. هر ماهی با استفاده از ترازویی به دقت ۰/۱ گرم وزن و طول آن‌ها نیز با خط‌کشی به‌دقت ۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. پس از آن ۵۰۰ بچه ماهی با میانگین وزنی ۳۲/۱۸ گرم و انحراف معیار ۲/۲۳ و میانگین طول کل ۱۵/۳۹ سانتی‌متر و انحراف معیار ۰/۳۷۱۳ به هر حوضچه معرفی و به‌مدت ۱۵ روز جهت آداپتاسیون با شرایط حوضچه‌ها نگهداری شدند. دما، شوری، اکسیژن و pH آب درون این حوضچه‌ها در ابتدا به‌ترتیب برابر ۱۴,۳°C، ۸ mg/lit، ۷/۲ ppm و ۷/۸ اندازه‌گیری شد. از یکی از حوضچه‌های گرد با قطر ۴۲۰ سانتی‌متر و گودی ۷۵ سانتی‌متر به‌عنوان شاهد در حال آرامش، از دومی برای انتقال بچه‌ماهی با تور دستی به ابعاد ۱۸×۲۴×۲۴ سانتی‌متر و از سومی برای انتقال ماهی‌ها با پمپ‌ماهی استفاده گردید. هر تیمار در سه تکرار اجرا شد.

انتقال با تور دستی و پمپ ماهی از یک کانال به کانال‌های دیگر در فاصله‌ای ۱۰۰ متری صورت گرفت. سپس بلافاصله از هر گروه، ۱۰۰ عدد ماهی پس از قرارگیری در سطل آبی حاوی ۱۲۵ میلی‌گرم در لیتر عصاره گل میخک برای بی‌هوش، از ساقه دمی قطع شده آن‌ها خون‌گیری گردید. نمونه‌های خون مربوط به هر گروه از ماهیان در لوله‌های آغشته به هپارین (در هر لوله از خون هشت ماهی استفاده گردید) قرار گرفت. سنجش‌های هماتولوژی (۶ لوله) شامل شمارش گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید، اندازه‌گیری هموگلوبین، هماتوکریت، میانگین حجم گلبول قرمز (MCV)، میانگین هموگلوبین گلبول قرمز (MCH)، میانگین غلظت هموگلوبین گلبول قرمز (MCHC) انجام شد. برای انجام آزمایش‌های ایمنی، خون ۱۲ بچه ماهی (۶ عدد در هر لوله کوچک فاقد هپارین) ریخته شد تا لاکتات، کورتیزول، گلوکز و کلراید اندازه‌گیری شود. هر لوله بلافاصله پس از خون‌گیری در صندوق یخی قرار گرفتند و در کمتر از ۲ ساعت به نزدیک‌ترین آزمایشگاه منتقل شدند.

فاکتورهای CBC (Complete Blood Count): شمارش گلبول‌های سفید (WBC) با کمک لام هموسیتومتر نئوبار و محلول‌های رقیق‌کننده گاور و تورک انجام گرفت (Roberts, 2012; Benfey and Biron, 2000). اندازه‌گیری تعداد گلبول‌های قرمز (RBC) به‌روش مذکور برای اندازه‌گیری WBC صورت گرفت. هموگلوبین (Hb) با کیت مخصوص و به روش کلرومتریک با طول موج ۵۴۰nm در دستگاه اسپکتوفتومتر سنجش گردید (حقیقی، ۱۳۸۸). اندازه‌گیری هماتوکریت (HCT) نیز با کمک سانتریفیوژ مدل Hastaran ساخت Iran با سرعت

جدول ۱- نتایج آزمایش‌های ویژگی‌های خون‌شناسی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان.

نمونه	شمارش گلبول‌های قرمز (میلیون در میلی متر مکعب)	هماتوکریت (درصد)	هموگلوبین (گرم در دسی لیتر)	میانگین هموگلوبین گلبول قرمز (پیکوگرم)	میانگین حجم گلبول قرمز (فمتولیتر)	میانگین غلظت هموگلوبین گلبول قرمز (گرم در دسی لیتر)	شمارش گلبول‌های سفید (میلیون در میلی متر مکعب)
در حال آرامش	۱/۱۵	۴۵	۱۰/۲۵	۸۵/۵	۳۷۷/۵۸	۲/۱۳	۴۰/۹۲
تور دستی	۱/۳۰۵	۵۰/۵	۱۲/۴۸	۹۴/۱۱۵	۳۸۱/۷۲۵	۲/۲۸	۴۵
پمپ ماهی	۱/۳۶	۵۸	۱۳/۲۰۵	۹۷/۱	۴۲۵/۳۲۵	۲/۴۸۵	۴۷/۱۴۵

۴۰۰۰ دور در دقیقه جهت سانتریفوژ کردن سلول‌های خونی به‌مدت ۱۵ دقیقه انجام گرفت (حقیقی، ۱۳۸۸). در نهایت، هر یک از پارامترهای گلبول قرمز شامل MCV، MCH و MCHC براساس Roberts (۲۰۱۲) محاسبه شدند .

فاکتورهای ایمنی: یون کلر در خون به‌میزان فعالیت آنزیم Na/K ATPase بستگی دارد. اندازه‌گیری کلر با نمونه‌ای شامل ۵۰۰ µl نمونه سرم با ۴۵۰۰ µl آب دیونیزه دو بار تقطیر شده، با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر مدل Unico 2100 ساخت Unico آمریکا انجام شد. برای سنجش هر یونCL، Na و K از فیلتر خاص استفاده گردید (Ruane *et al.*, 2001).

در این پژوهش گلوکز خون نیز با استفاده از روش گلوکز اکسیداز، که روشی آنزیمی کالریمتری است، صورت گرفت (Ruane *et al.*, 2001). شدت رنگ ایجاد شده در این روش با مقدار گلوکز رابطه مستقیم دارد و جذب نوری در طول موج ۵۴۶ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. همچنین سطح کورتیزول بر اساس واکنش آنتی ژن-آنتی بادی و با استفاده از روش آنزیم ایمونواسی (الایزا) که از نوع مهار رقابتی است، اندازه‌گیری شد (Ruane *et al.*, 2001; Mc Donald and Milligan, 1992). لاکتات دهیدروژناز (LDH) با استفاده از روش آنزیمی و بر اساس رنگ‌سنجی (Sigma) اندازه‌گیری شد (Ruane *et al.*, 2001).

روش‌های آماری: تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۰ صورت گرفت. برای بررسی وجود و یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار از نقطه نظر شاخص‌های محاسبه شده نیز از روش آنالیز واریانس یک طرفه و مقایسه داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اعتماد ۹۵ درصد تعیین و برای بیان کیفیت تفاوت آزمون LSD انجام گردید. این آزمون برای مقایسه دو به دو میانگین گروه ماهی‌ها به‌کار می‌رود. در این پژوهش نیز از این آزمون استفاده شد؛ چرا که تعداد میانگین‌ها کمتر از سه تا بود.

نتایج

در طی آزمایش، میانگین دمای روزانه آب ۱۴/۳ درجه سانتی‌گراد، شوری ۸ قسمت در هزار، اکسیژن محلول در آب ۷/۲ میلی‌گرم در لیتر و پی اچ ۷/۸ بود. **Error! Reference source not found.** و ۲ نتایج آزمایش‌های CBC خون ماهی قزل‌آلا و **Error! Reference source not found.** نتایج آزمایش‌های ایمنی را نشان می‌دهند.

اثر پمپ ماهی روی فاکتورهای خونی قزل‌آلا در آنالیز واریانس: نتایج اختلاف معنی‌داری بین میزان هماتوکریت، هموگلوبین، میانگین هموگلوبین گلبول قرمز، میانگین حجم گلبول قرمز، گلبول‌های سفید، لنفوسیت، لاکتات، هتروفیل، کورتیزول و کلر دو تیمار با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$). به عبارت ماهیانی که در حال آرامش بودند، استرس کمتری داشتند، ماهیانی که با تور دستی جابه‌جا شده بودند نسبت به ماهیان در حال آرامش تنش بیشتری داشتند و در نهایت ماهیانی که

جدول ۲- نتایج آزمایش‌های CBC خون در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان.

نمونه	لنفوسیت (٪)	هتروفیل (٪)	ایئوزینوفیل (٪)	مونوسیت (٪)
در حال آرامش	۷۶/۵	۲۱/۵	-	۰
تور دستی	۷۰	۲۸	-	۰
پمپ ماهی	۵۹/۵	۳۶	۲	۰

جدول ۳- نتایج آزمایش‌های ایمنی خون در ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان.

نمونه	لاکتات (نانوگرم در میلی لیتر)	کورتیزول (نانوگرم در میلی لیتر)	گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر)	کلر (فتومتر)
در حال آرامش	۵۰/۵	۰/۴	۶۲/۵	۱۳۹/۵
تور دستی	۷۰/۶۶۵	۴/۱۶	۸۳/۵۵۵	۱۲۱
پمپ ماهی	۸۲/۵	۶/۴۵	۷۲	۱۰۳/۲۵

با دستگاه پمپ ماهی حمل شده بودند از دو گروه دیگر تنش بیشتری را تجربه کرده بودند.

اثر پمپ ماهی روی فاکتورهای خونی قزل‌آلا در تحلیل LSD: با توجه به نتایج بین تیمارها در گلوکز هیچ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در مورد هماتوکریت، هتروفیل، لاکتات، کورتیزول، کلر و گلبول سفید، بین هر سه تیمار اختلافاتی مشاهده گردید. مقدار هموگلوبین و میانگین هموگلوبین گلبول قرمز خون ماهیانی که در حال آرامش بودند با دو گروه دیگر اختلاف قابل توجهی یافت شد ($P<۰/۰۵$). در ماهیانی که با تور دستی و دستگاه پمپ ماهی جابه‌جا شدند، اختلاف معنی‌داری نداشتند. در شمارش گلبول‌های قرمز، میانگین حجم گلبول قرمز و میانگین غلظت هموگلوبین گلبول قرمز و لنفوسیت بین گروه ماهیانی که در حال آرامش بودند و گروه ماهیانی که با تور دستی جابه‌جا شده بودند، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

بین گروه ماهیانی که با تور دستی جابه‌جا شده بودند و گروه ماهیانی که با دستگاه پمپ ماهی جابه جا شده بودند، اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P<۰/۰۵$) و مقادیر این پارامترها برای ماهیانی که با دستگاه جابه‌جا شده بودند بیشتر بود.

اثر پمپ ماهی روی فاکتورهای خونی قزل‌آلا در تحلیل دانکن: میان فاکتورهای هماتوکریت، گلبول سفید، لنفوسیت، هتروفیل، لاکتات، کورتیزول و کلر در هر سه گروه مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P<۰/۰۵$) و به‌ترتیب تنش وارد به ماهیان در حال آرامش، کمتر و ماهیانی که با پمپ ماهی جابه‌جا شده بودند، بیشتر بود. مقادیر هموگلوبین، میانگین هموگلوبین گلبول قرمز برای ماهیانی که در حال آرامش بودند با دو گروه دیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید؛ در حالی‌که میان مقادیر این فاکتورها برای ماهیانی که با تور دستی و ماهیانی که با پمپ ماهی جابه‌جا شده بودند تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین اختلاف کمی در میانگین حجم گلبول قرمز بین ماهیان در حال آرامش و ماهیان جابه‌جا شده با تور دستی وجود داشت. این مقدار برای ماهیانی که با دستگاه پمپ ماهی جابه‌جا شده بودند با دو گروه دیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P<۰/۰۵$).

بحث

نتایج نشان داد که دستگاه پمپ ماهی تنش بیشتری به ماهی وارد می‌کند ولی با بهره‌گیری از این دستگاه می‌توان حجم بالایی از ماهیان را در کمترین زمان ممکن جابه‌جا نمود. هم‌چنین این پژوهش نشان داد که تلفات نهایی در کاربرد پمپ ماهی جهت انتقال ماهیان بسیار کمتر از انتقال ماهیان با تور دستی است، به‌علاوه در حین حمل نیز ماهیان اکسیژن کافی دریافت می‌کنند. نتایج بررسی فاکتورهای خونی و ایمنی نیز حاکی از افزایش تنش به ماهی در پی استفاده از پمپ ماهی می‌باشد و در این حالت

فاکتورهای خونی ماهیان به میزان قابل توجهی تغییر می‌یابد، چرا که ابتدا ماهیان به وسیله پره به سمت دستگاه هدایت می‌شوند و این امر در ابتدا سبب اعمال تنش مرتبط با استفاده پره به ماهیان شده و سپس ماهیان با مکش به داخل دستگاه هدایت می‌شوند که در نتیجه تنش در ماهیان افزایش می‌یابد. این افزایش در حدی نیست که منجر به تلفات ماهیان شود.

به‌طور معمول تعداد گلبول های سفید جاندار در صورت مواجهه با تنش افزایش یافته که به این پدیده لکوسیتوزیس گفته می‌شود. در حالی‌که رویارویی جاندار با استرس‌های حاد منجر به کاهش این گلبول‌ها شده که به این حالت لکوپنیا گویند. با توجه به آن‌که اندازه‌گیری این فاکتور نشان‌دهنده وضعیت استرس ماهیان می‌باشد. از سوی دیگر بررسی‌های هماتولوژیک می‌توانند اطلاعات ارزشمندی در رابطه با حد تحمل جانوران در برابر شاخص‌های تنش‌زا ارائه نمایند. روند تغییرات گلبول‌های قرمز از روی هماتوکریت ارزیابی می‌گردد، هم چنین هموگلوبین خود شاخص مناسبی جهت تعیین پدیده غلیظ شدن و یا رقیق شدن خون در زمان رویارویی ماهیان با تنش‌های حاد می باشد. علت افزایش هموگلوبین یا هماتوکریت در طول بروز تنش می‌تواند ناشی از یکی از عوامل کاهش حجم پلاسما، تورم گلبول‌های قرمز و آزاد شدن تعداد بیشتری اریتروسیت در خون از بافت‌های خون‌ساز باشد. تغییر هر یک از شاخص‌های فوق منجر به تغییر هماتوکریت شده و تنها تغییر در حالت کاهش حجم پلاسما و آزاد شدن تعداد بیشتری اریتروسیت در خون قادر به تغییر غلظت هموگلوبین خون است (Benfey and Biron, 2000). افزایش تعداد گلبول قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت دلیل بر افزایش فعالیت دستگاه خون‌ساز در ماهی بوده و یکی از پارامترهای مثبت و تاثیرگذار در رشد و ایمنی ماهیان است. کمبود هموگلوبین و کاهش حجم گلبول قرمز خون به مقدار بسیار زیاد سبب کاهش تعداد اریتروسیت‌ها شده که به صورت کم‌خونی (آنمی) تظاهر می‌نماید. اغلب این تغییرات در ماهیانی که تحت تنش حاد یا مزمن بوده‌اند، یافت می‌شوند.

کلر از یون‌های مهم در تنظیم اسمزی ماهیان به‌شمار می‌رود. غلظت این یون در خون به میزان فعالیت آنزیم Na/K ATPase بستگی دارد. مطالعات نشان داده‌اند که اندازه‌گیری کلر نیز می‌تواند در تعیین اعمال تنش به ماهیان، کمک کند. یکی از پاسخ‌های ثانویه که اندازه‌گیری آن بسیار متداول است، گلوکز خون می‌باشد که به‌عنوان معیار اندازه‌گیری غیرمستقیم هورمون تنش شناخته می‌شود. افزایش سطح کورتیزول سرم نیز به‌عنوان شاخص اصلی در پاسخ به تنش در نظر گرفته می‌شود (Mc Donald and Milligan ,1992). لاکتات دهیدروژناز آخرین آنزیم مسیر گلیکولیز بی‌هوازی در مهره‌داران و یکی از آنزیم‌هایی است که در تشخیص آسیب‌های کبد، عضله و آبشش در ماهی کاربرد دارد. افزایش معنی‌دار آنزیم لاکتات دهیدروژناز در بافت های کبد، کلیه و ریه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به هنگام تنش به اثبات رسیده است (Okolie and Iroanya ,2003).

براساس نتایج می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از پمپ ماهی سبب کاهش آسیب‌های مکانیکی به ماهی شده و شرایط مطلوب‌تری برای انتقال ماهی می‌شود. در این روش، هنگام جابه‌جایی، حجم زیادی از ماهیان روی هم قرار نگرفته و دچار کمبود اکسیژن نیز نمی‌شوند؛ زیرا هم انتقال آن‌ها درون آب صورت می‌پذیری و هم دیفیوزر اکسیژن در نزدیکی مکش آب به داخل دستگاه قرار می‌گیرد. به‌علاوه ویژگی‌های منحصر به‌فرد این نوع پمپ ماهی می‌تواند کمک بزرگی برای کارگاه‌هایی باشد که در آن‌ها اختلاف ارتفاع وجود دارد؛ چرا که این دستگاه قابلیت انتقال تا ارتفاع ۶ متر را دارا می‌باشد.

منابع

حقیقی, م.، روش‌های آزمایشگاهی خون‌شناسی ماهی. ۱۳۸۸: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.

Benfey T.J., Biron M. 2000. Acute stress response in triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (Salvelinus fontinalis). *Aquaculture* 184(1-2), 167-176.

Chen C.-Y., Wooster G.A., Bowser P.R. 2004 Comparative blood chemistry and histopathology of tilapia infected with Vibrio vulnificus or Streptococcus iniae or exposed to carbon tetrachloride, gentamicin or copper sulfate. *Aquaculture* 239(1-4), 421-443.

Koeypudsa W., Jongjareanjai M. 2011. Impact of water temperature and sodium chloride (NaCl) on stress indicators of hybrid catfish (*Clarias gariepinus* Burchell x *C. macrocephalus* Gunther). *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 33(4), 369-378.

Mc Donald, D. and C. Milligan, 2 Chemical Properties of the Blood, in Fish physiology. 1992, Elsevier. p. 55-133.

Möck, A. and G. Peters, Lysozyme activity in rainbow trout, Oncorhynchus mykiss (Walbaum), stressed by handling, transport and water pollution. Journal of Fish Biology, 1990. 37(6): p. 873-885. Moyle, P.B. and J.J. Cech, Fishes: an introduction to ichthyology. 2004.

Moyle P.B., Cech J.J. 1988. Fish: An Introduction to Ichthyology. 2nd Edition, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. 559 p.

Okolie, N. and C. Iroanya, Some histologic and biochemical evidence for mitigation of cyanide-induced tissue lesions by antioxidant vitamin administration in rabbits. Food and chemical toxicology, 2003. 41(4): p. 463-469.

Pescamotion 6 fish pump, in Fish pump, FAIVRE, Editor.

Roberts, R.J., Fish pathology. 2012: John Wiley & Sons.

Ruane, N., S.W. Bonga, and P. Balm, Differences between rainbow trout and brown trout in the regulation of the pituitary–interrenal axis and physiological performance during confinement. General and comparative endocrinology, 1999. 115(2): p. 210-219.

Wendelaar Bonga, S.E., The stress response in fish. Physiological reviews, 1997. 77(3): p. 591-625.

Effect of of fish pump on blood and imonological factors of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Hamideh Najar Hadavi[*1,2], Hosseinemadi[2], Mohammad Kazemiyan[2]

[1]Sabalan Fisherise Developer Company, Tehran, Iran.
[2]Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science and Technology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran.
*Corresponding author: h_n_hadavi@yahoo.comir

Received: 2018/7/28 Accepted: 2018/9/7

Abstract

During fish transportation, methods should be applied to control the stress of fish and maintain water quality. One of the new methods that is now welcomed is using fish pump. So far, extensive studies have been accomplished to examine the impact of this pump on the efficiency of fish transport and health after transportation. Unfortunatly there is no research done in this regard in Iran. Therefore, this study aimed to determine the effects of fish pump on blood and monological parameters of rainbow trout juvenils. A total of 1500 juvenil rainbow trout weighing 35.18±2.21 gr were used for this experiment. Treatments include one control and two treatments viz. group transported by hand net and group transported using fish pump. The results showed that the health of the transported fish could be kept in the optimum level using fish pump. Furthermore, comparing different treatments revealed applying fish pump not only reduces fish mechanical damages decreasing losses, but also the fish do not suffer from oxygen deficiency.

Keywords: Fish Pump, Fish stress, Blood factors, Fish transportation.