مقایسه فرسایش باله‌های قزل‌آلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss* پرورشی در گروه‌های وزنی مختلف

بهرام فلاحتکار*[۱]، زینب یعقوبی[۱]، سمانه پورسعید[۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران، صندوق پستی:۱۱۴۴

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

تاریخ دریافت: ۹ دی ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: ۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۵

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی فرسایش باله‌های مختلف در وزن‌های گوناگون ماهی قزل‌آلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss* انجام شد. وزن، طول استاندارد و طول باله های سینه‌ای، شکمی، پشتی، مخرجی و دمی در چهار گروه وزنی شامل ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۴۰۰ گرم مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و نسبت طول باله به طول استاندارد برای همه باله‌ها تعیین گردید. نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری در اکثر نسبت‌های اندازه گیری شده به جز نسبت طول باله سینه‌ای راست و چپ به طول استاندارد در همه کلاسه‌های وزنی وجود دارد. بیشترین رابطه معنی‌دار طول باله‌ها با وزن در ماهیان ۵۰ و ۱۰۰ گرمی مشاهده شد، این در حالی بود که در ماهیان ۴۰۰ گرمی هیچ رابطه معنی‌داری دیده نشد. نتایج این مطالعه مشخص ساخت ماهیان کوچک‌تر حساسیت بیشتری نسبت به فرسایش باله‌ها داشته، اما خوردگی باله‌ها در ماهیان با اوزان بالاتر بیشتر بوده و این موضوع نشان دهنده رابطه مستقیم فرسایش باله‌ها با افزایش وزن ماهی است. به همین دلیل می‌تواند یکی از شاخص‌های مطلوب در ارزیابی سلامت و کیفیت ماهی در محیط‌های پرورشی محسوب گردد.

کلمات کلیدی: آسیب باله‌ها، شاخص نسبی طول باله، سلامت ماهی، پرورش متراکم، قزل‌آلای رنگین کمان.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). falahatkar@guilan.ac.ir

مقدمه

امروزه به خوبی مشخص گردیده است که در ماهیان پرورشی آسیب‌های مختلفی بر روی باله‌ها مشاهده می‌شود که این آسیب‌ها عموماً تحت عنوان فرسایش باله نامیده می‌شود (Latremouille, 2003). علل و عوامل مختلفی سبب این امر می‌گردد که از جمله آن‌ها می‌توان به تراکم (North *et al*., 2006; Raque d'Orbcast *et al*., 2009; Stejskal *et al*., 2011)، کیفیت آب (Rafatnezhad *et al*., 2008)، دستکاری‌ها، شیوه‌های نگهداری و پرورش (Wagner *et al*., 1997) و کیفیت غذا (Lellis and Barrows, 1997, 2000) اشاره نمود. کلیه این عوامل قادر به آسیب رسانی به باله‌ها هستند که می‌توانند از دو جنبه اقتصادی و بازار پسندی ماهی و همچنین سلامت و رفاه ماهی مورد بررسی قرار گیرد چراکه ماهیان با باله ناقص یا آسیب دیده، در شنا و گرفتن غذا دچار مشکل شده و در بازار مصرف نیز ممکن است مورد اقبال چندانی قرار نگیرند.

علی رغم اینکه برای مصرف کنندگان تازگی ماهی در هنگام خرید بیشتر مورد توجه است اما پرورش دهندگان و برخی افراد به شکل ماهی، سلامت آن و موارد مربوط به استرس و چگونگی رفتار با ماهی در یک سیستم پرورشی توجه می‌نمایند. بنابراین ماهی می‌بایست از نظر شکل ظاهری و زیبایی در وضعیت مناسبی بوده و نشانه‌هایی از آسیب یا برخی ناهنجاری‌ها را نداشته باشد.

با توجه به محدودیت‌های منابع آبی و افزایش تقاضای بازار نسبت به محصولات آبزی، توجه زیادی به پرورش متراکم و استفاده از سیستم‌های استفاده مجدد از آب شده است. در این بین، جدای از اثر تراکم بر کیفیت آب، هر دو این عوامل شدیداً می‌توانند بر روی وضعیت سلامت و شکل ظاهری ماهی خصوصاً باله‌ها اثر بگذارند. بنابراین فرسایش باله‌ها در کنار نرخ مرگ و میر، به وضوح وضعیت سلامت ماهی پرورشی یا وحشی را مشخص خواهد ساخت (Goede and Barton, 1990; Latremouille, 2003). به همین دلیل، بررسی وضعیت باله‌ها به عنوان یک شاخص در ارزیابی سلامت و رفاه ماهی، با رویکرد تعیین کیفیت زیست و شرایط پرورشی مدنظر قرار گرفته است (Ellis *et al*., 2002; Turnbull *et al*., 2005; Huntingford *et al*., 2006; Ashley, 2007).

مطالعات مختلف نشان داده‌اند باله‌های سینه‌ای و پشتی نسبت به سایر باله‌ها حساس‌تر بوده و در بحث سلامت ماهی بیشتر از بقیه باله‌ها مورد سنجش قرار می‌گیرند (Pelis and McCormick, 2003)، اما بطور معمول در مزارع پرورش ماهی، وضعیت باله دمی به عنوان یک شاخص در انتخاب ماهی برای فروش و عرضه به بازار در نظر گرفته می‌شود (Roque d'Orbcatel *et al*., 2009). در این بین، استفاده از روشی که به سادگی و با دقت بتواند وضعیت باله‌ها را توصیف نموده و توسط پرورش‌دهندگان ماهی بکار برده شود می‌تواند کمک شایان توجهی به درک چگونگی و علل فرسایش باله‌ها نماید (Hoyle *et al*., 2007).

علی رغم توجه زیادی که محققین مختلف بر روی شرایط عمومی و فیزیولوژیک ماهی در سیستم‌های پرورشی نموده‌اند اما هنوز هم عواملی که در توسعه و ایجاد فرسایش باله‌ها دخیل هستند به درستی شناخته نشده است (Ellis *et al*., 2002; North *et al*., 2006).

ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بعنوان یکی از گونه‌های مهم سردآبی در جهان می‌باشد که در سیستم‌های مختلف و با روش‌های گوناگونی پرورش داده می‌شود. در این بین، ایران به عنوان یکی از مهم‌ترین پرورش دهندگان ماهی قزل آلا در جهان مطرح می‌باشد که هنوز نتوانسته است از تولید در واحد سطح / حجم مطلوبی برخوردار باشد و این میزان بنظر می‌رسد کمتر از kg/m^3 ۲۰ باشد در حالیکه در برخی کشوها نظیر فرانسه این مقدار kg/m^3 ۶۰-۳۰ است. بنابراین جهت دستیابی به میزان تولید بالاتر در واحد سطح / حجم، توجه به تراکم، کیفیت آب، استفاده از سیستم‌های مدرن و هوادهی و همچنین توجه به سلامت و شکل ظاهری ماهی امری ضروری است. با اینکه مطالعاتی در جهان بر روی فرسایش باله‌های قزل‌آلای رنگین کمان در سیستم‌های مختلف صورت پذیرفته است اما این نوع مطالعه در ایران و در شرایط استخرهای پرورشی کشور صورت نگرفته است. در ضمن بنظر می‌رسد با توجه به میزان تراکم متفاوت در سنین مختلف و اوزان گوناگون و همچنین طول دوره پرورش، باله‌های ماهی بطور متفاوتی در معرض آسیب قرار گیرند. لذا این مطالعه با هدف مقایسه شاخص فرسایش باله در ۴ دسته وزنی مختلف ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در شرایط استخرهای پرورشی صورت پذیرفت تا آسیب‌های وارده به باله‌های مختلف و شدت آن در محدوده وزنی مورد پرورش تعیین گردد.

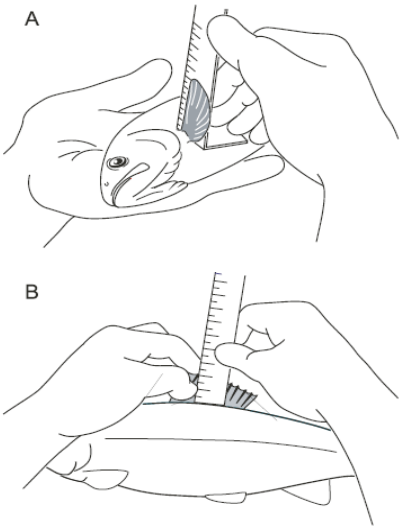
مواد و روش‌ها

ماهی، شرایط پرورش و طراحی آزمایش

در این مطالعه، سه مزرعه پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در غرب استان گیلان واقع در شهرستان ماسال و رودخانه رامینه رود در نظر گرفته شد. بچه ماهیان هر سه مزرعه از مزرعه تکثیر چسلی (ماسال، گیلان) تأمین می‌شدند. چهار گروه وزنی شامل اوزان ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۴۰۰ گرم در هر سه مزرعه مورد بررسی قرار گرفت.

اندازه‌گیری و تعیین شاخص باله

در هر مزرعه ۲۴ ساعت قبل از هر نوع اندازه‌گیری و دستکاری، غذادهی در گروه‌های وزنی در نظر گرفته شده قطع شد. ماهیان پس از صید توسط ساچوک و بیهوشی با پودر گل میخک به مقدار ۱۵۰ میلی گرم در هر لیتر، بوسیله ترازوی با دقت ۱ گرم توزین و طول استاندارد آن‌ها با دقت ۱ میلی‌متر اندازه گیری شد. جهت اندازه گیری طول باله‌ها، حداکثر طول کلیه باله‌های ماهی بوسیله کولیس با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه گیری گردید (شکل ۱). در مجموع در گروه وزنی ۲۰ گرم ۲۰۰ ماهی، در گروه وزنی ۵۰ گرم ۲۰۴ ماهی، در گروه وزنی ۱۰۰ گرم ۳۰۳ ماهی و در گروه وزنی ۴۰۰ گرم ۶۱ ماهی مورد سنجش قرار گرفت (جدول ۱).



شکل ۱: نحوه اندازه‌گیری حداکثر ارتفاع باله‌ها. A: باله سینه‌ای چپ، B: باله پشتی (Person-Le Ruyet *et al.*, 2007)

جدول ۱: میانگین (±انحراف معیار) وزن و طول استاندارد ماهیان مورد مطالعه

گروه وزنی	تعداد	وزن (g)	طول استاندارد (cm)
۲۰	۲۰۰	۲۱/۶ ± ۲/۷	۱۰/۸ ± ۱/۲
۵۰	۲۰۴	۵۰/۶ ± ۳/۴	۱۴/۴ ± ۰/۷
۱۰۰	۳۰۳	۱۰۰/۷ ± ۴/۴	۱۷/۸ ± ۰/۷
۴۰۰	۶۱	۳۹۸/۳ ± ۱۰/۲	۲۹/۸ ± ۱/۸

آسیب یا فرسایش باله‌ها به عنوان شاخص سلامت ماهی از طریق روش Person-Le Ruyet و همکاران (۲۰۰۷) مورد سنجش قرار گرفت. محاسبه شاخص نسبی طول باله‌ها (RFI) از طریق فرمول زیر تعیین گردید:

RFI(٪) = (طول استاندارد ماهی / طول باله) × ۱۰۰

تجزیه و تحلیل آماری

پس از اندازه‌گیری کلیه شاخص‌ها بر روی بدن و محاسبه روابط نسبی اندازه باله‌ها به اندازه بدن (RFI)، از داده‌های به صورت درصد ابتدا Arcsin گرفته شد و نرمال بودن آن‌ها توسط آزمون Kolmogorov – Smirnov مورد ارزیابی قرار گرفت. در ادامه، مقایسه همگنی واریانس داده‌های ثبت شده از طریق آزمون Levene انجام پذیرفت. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس‌ها، مقایسه میانگین‌ها به وسیله آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) مورد سنجش قرار گرفت و در صورت وجود اختلاف معنی دار، مقایسه بین گروه‌ها از طریق تست Tukey صورت پذیرفت. جهت تعیین رابطه همبستگی بین طول و وزن ماهی با اندازه باله‌ها از ضریب همبستگی Pearson استفاده شد. سطح معنی داری در نظر گرفته شده P<۰/۰۵ بوده و کلیه عملیات آماری توسط نرم افزار SPSS نسخه ۱۳ (شیکاگو، ایلینویز، آمریکا) مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است داده‌های درون متن به صورت میانگین ± انحراف معیار ارائه شده است.

نتایج

نتایج نشان داد با افزایش وزن ماهی به کلاسه‌های بالاتر، طول استاندارد و اندازه باله‌های مختلف بطور معمول افزایش می‌یابد. این در حالی است که در یک کلاسه وزنی مشخص در اندازه باله‌های زوج (سینه‌ای و شکمی)، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).

مقایسه شاخص باله‌ها در کلاسه‌های وزنی متفاوت نشان از وجود اختلاف معنی‌دار در اکثر شاخص ها بود (جدول ۳). مقایسه شاخص DF/SL نشان داد حداقل آن در گروه وزنی ۲۰g و حداکثر آن در گروه وزنی ۴۰۰g وجود دارد (P<۰/۰۵). در شاخص VFR/SL حداقل مقدار در گروه ۵۰g مشاهده شد که با سایر گروه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)، اما در شاخص VFL/SL حداکثر آن در گروه ۱۰۰g و حداقل آن در گروه ۵۰g مشاهده گردید (P<۰/۰۵). اختلاف معنی‌داری در خصوص شاخص PFR/SL و PFL/SL مشاهده نشد (P>۰/۰۵). کمترین میزان شاخص AF/SL در گروه وزنی ۵۰g اندازه‌گیری شد که دارای اختلاف معنی‌داری با سایر گروه‌ها بود (P<۰/۰۵). حداکثر میزان شاخص CF/SL در گروه وزنی ۲۰g و حداقل آن در گروه وزنی ۴۰۰g اندازه گیری و ثبت گردید (P<۰/۰۵).

جدول ۲: میانگین مشخصات اندازه‌گیری شده بر روی بال‌های مختلف ماهی قزل آلای رنگین کمان در کلاسه‌های وزنی مختلف. داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند

کلاسه وزنی (g)	طول استاندارد (cm)	باله پشتی (mm)	باله شکمی		باله سینه ای		باله مخرجی (mm)	باله دمی (mm)
			راست (mm)	چپ (mm)	راست (mm)	چپ (mm)		
۲۰	۱۰/۸ ± ۱/۲	۵/۲ ± ۲/۵	۱۰/۳ ± ۱/۵	۱۰/۳ ± ۱/۷	۱۱/۸ ± ۱/۷	۱۱/۸ ± ۱/۴	۱۰/۹ ± ۱/۵	۱۸/۴ ± ۲/۳
۵۰	۱۴/۴ ± ۰/۷	۷/۲ ± ۳	۱۳/۳ ± ۱/۶	۱۳ ± ۱/۶	۱۵/۳ ± ۱/۴	۱۵/۶ ± ۱/۸	۱۳/۵ ± ۱/۸	۲۲/۹ ± ۲/۳
۱۰۰	۱۷/۸ ± ۰/۷	۱۲/۹ ± ۵/۵	۱۷/۶ ± ۱/۵	۱۷/۹ ± ۱/۸	۱۹/۳ ± ۱/۵	۱۹/۹ ± ۱/۶	۱۸/۸ ± ۱/۸	۲۷/۹ ± ۳/۹
۴۰۰	۲۹/۸ ± ۱/۸	۲۷/۵ ± ۵	۲۸/۶ ± ۳/۴	۲۸/۲ ± ۳/۷	۳۲/۳ ± ۳/۹	۳۲/۴ ± ۳	۳۹ ± ۵/۲	۳۷/۲ ± ۹

جدول ۳: مقایسه شاخص‌های باله‌های اندازه‌گیری شده با طول استاندارد در ماهی قزل آلای رنگین کمان در کلاسه‌های وزنی مختلف

کلاسه وزنی (g)	DF/SL	VFR/SL	VFL/SL	PFR/SL	PFL/SL	AF/SL	CF/SL
۲۰	۴/۹ ± ۲/۴^{c}	۹/۶ ± ۱/۳^{a}	۹/۶ ± ۱/۶^{b}	۱۱ ± ۱/۴	۱۱ ± ۱/۳	۱۰/۱ ± ۱/۴^{a}	۱۷/۲ ± ۲/۴^{a}
۵۰	۵ ± ۲^{c}	۹/۲ ± ۱^{b}	۹/۱ ± ۱/۱^{c}	۱۰/۷ ± ۱	۱۰/۸ ± ۱	۹/۴ ± ۱/۲^{b}	۱۵/۹ ± ۱/۷^{b}
۱۰۰	۷/۲ ± ۲/۹^{b}	۹/۸ ± ۰/۸^{a}	۱۰ ± ۰/۹^{a}	۱۰/۸ ± ۰/۷	۱۱/۱ ± ۰/۸	۱۰/۳ ± ۰/۹^{a}	۱۵/۶ ± ۲^{b}
۴۰۰	۹/۲ ± ۱/۸^{a}	۹/۶ ± ۱/ ۱^{a}	۹/۵ ± ۱/۳^{b}	۱۰/۸ ± ۱/۴	۱۰/۹ ± ۱/۱	۱۰/۱ ± ۱/۸^{a}	۱۲/۵ ± ۳/۱^{c}

SL: طول استاندارد، DF: باله پشتی، VFR: باله شکمی راست، VFL: باله شکمی چپ، PFR: باله سینه‌ای راست، PFL: باله سینه‌ای چپ، AF: باله مخرجی، CF: باله دمی

جدول ۴: روابط رگرسیونی بین شاخص‌های مختلف اندازه‌گیری شده در گروه وزنی ۲۰ گرمی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان

شاخص	طول استاندارد	طول باله پشتی	طول باله شکمی راست	طول باله شکمی چپ	طول باله سینه‌ای راست	طول باله سینه‌ای چپ	طول باله مخرجی	طول باله دمی
وزن	۰/۵۰۵*	۰/۴۴۰	۰/۱۹۸**	۰/۱۳۰	۰/۲۰۸**	۰/۲۲۸**	۰/۳۲۰**	۰/۱۵۸*
	۰/۰۰۰	۰/۵۳۹	۰/۰۰۵	۰/۰۶۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۲۶
طول باله دمی	۰/۱۲۵	۰/۱۹۴**	۰/۲۶۰**	۰/۳۱۰**	۰/۲۶۵**	۰/۳۸۵**	۰/۳۹۳**	
	۰/۰۷۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	
طول باله مخرجی	۰/۲۴۹**	۰/۳۱۷**	۰/۴۹۸**	۰/۵۶۶**	۰/۳۸۵**	۰/۴۹۱**		
	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰		
طول باله سینه‌ای چپ	۰/۳۲۹**	۰/۳۱۰**	۰/۵۲۴**	۰/۴۱۷**	۰/۵۰۳**			
	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰			
طول باله سینه‌ای راست	۰/۲۲۸**	۰/۲۳۶**	۰/۴۲۰**	۰/۴۵۶**				
	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰				
طول باله شکمی چپ	۰/۱۷۳*	۰/۳۱۶**	۰/۴۶۰**					
	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰					
طول باله شکمی راست	۰/۲۳۸**	۰/۲۵۸**						
	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰						
طول باله پشتی	۰/۰۰۰							
	۰/۹۹۸							

عدد بالایی در هر ردیف میزان همبستگی (r) و عدد پایینی سطح ارتباط معنی‌دار را نشان می‌دهد.

* در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ ** در سطح معنی‌دار ۰/۰۱

روابط رگرسیونی در گروه‌های مختلف وزنی نشان از ارتباط معنی‌دار اندازه باله‌ها با وزن داشته، این در حالی است که در ماهی‌های ۴۰۰ گرمی، روابط بین وزن با باله‌های شکمی و دمی منفی بود. در ماهیان ۲۰ گرمی، وزن با باله پشتی و شکمی ارتباط معنی‌داری نداشت (جدول ۴). این در حالی است که در ماهیان ۵۰ گرمی، وزن با باله دمی (جدول ۵) و در ماهیان ۲۰۰ گرمی، وزن با باله مخرجی دارای ارتباط معنی‌داری نبوده (جدول ۶)، حال آنکه ارتباط معنی‌داری در اندازه کلیه باله‌ها با وزن در ماهیان ۴۰۰ گرمی مشاهده نشد (جدول ۷).

جدول ۵: روابط رگرسیونی بین شاخص‌های مختلف اندازه‌گیری شده در گروه وزنی ۵۰ گرمی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان

شاخص	طول استاندارد	طول باله پشتی	طول باله شکمی راست	طول باله شکمی چپ	طول باله سینه‌ای راست	طول باله سینه‌ای چپ	طول باله مخرجی	طول باله دمی
وزن	۰/۳۷۱**	۰/۱۷۷*	۰/۳۹۲**	۰/۳۱۹**	۰/۱۹۰**	۰/۲۷۶**	۰/۲۸۴**	۰/۰۱۳
	۰/۰۰۰	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۸۵۷
طول باله دمی	۰/۱۸۹**	۰/۱۲۱	۰/۱۴۹*	۰/۱۲۶	۰/۱۱۹	۰/۲۷۳**	۰/۲۴۳**	
	۰/۰۰۷	۰/۰۸۵	۰/۰۳۳	۰/۰۷۳	۰/۰۹۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	
طول باله مخرجی	۰/۴۴۱**	۰/۳۰۷**	۰/۵۴۷**	۰/۳۸۶**	۰/۴۱۱**	۰/۴۲۴**		
	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰		
طول باله سینه‌ای چپ	۰/۱۶۸*	۰/۲۴۵**	۰/۴۴۳**	۰/۵۲۱**	۰/۴۷۵**			
	۰/۰۱۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰			
طول باله سینه‌ای راست	۰/۳۱۲**	۰/۳۰۴**	۰/۵۱۶**	۰/۳۸۷**				
	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰				
طول باله شکمی چپ	۰/۲۵۰**	۰/۳۸۶**	۰/۴۶۲**					
	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰					
طول باله شکمی راست	۰/۴۲۳**	۰/۳۷۸**						
	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰						
طول باله پشتی	۰/۳۵۷**							
	۰/۰۰۰							

عدد بالایی در هر ردیف میزان همبستگی (r) و عدد پایینی سطح ارتباط معنی‌دار را نشان می‌دهد.

* در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ ** در سطح معنی‌دار ۰/۰۱

جدول ۶: روابط رگرسیونی بین شاخص‌های مختلف اندازه‌گیری شده در گروه وزنی ۱۰۰ گرمی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان

شاخص	طول استاندارد	طول باله پشتی	طول باله شکمی راست	طول باله شکمی چپ	طول باله سینه‌ای راست	طول باله سینه‌ای چپ	طول باله مخرجی	طول باله دمی
وزن	۰/۵۰۰**	۰/۱۹۹**	۰/۲۲۹**	۰/۲۰۱**	۰/۲۷۱**	۰/۱۹۲**	۰/۱۰۸	۰/۲۲۱*
	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۶۰	۰/۰۰۰
طول باله دمی	۰/۴۶۸**	۰/۴۷۴**	۰/۴۲۸**	۰/۵۴۶**	۰/۳۶۱**	۰/۳۷۴**	۰/۴۳۳**	
	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	
طول باله مخرجی	۰/۳۱۱**	۰/۲۹۹**	۰/۵۶۵**	۰/۵۸۸**	۰/۵۷۹**	۰/۵۵۴**		
	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰		
طول باله سینه‌ای چپ	۰/۵۱۳**	۰/۲۴۲**	۰/۵۸۶**	۰/۶۴۱**	۰/۷۶۴**			
	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰			
طول باله سینه‌ای راست	۰/۴۷۳**	۰/۲۷۱**	۰/۶۰۳**	۰/۶۴۶**				
	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰				
طول باله شکمی چپ	۰/۴۵۶**	۰/۳۶۸**	۰/۷۱۸**					
	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰					
طول باله شکمی راست	۰/۴۵۸**	۰/۳۴۰**						
	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰						
طول باله پشتی	۰/۳۸۹**							
	۰/۰۰۰							

عدد بالایی در هر ردیف میزان همبستگی (r) و عدد پایینی سطح ارتباط معنی‌دار را نشان می‌دهد.

* در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ ** در سطح معنی‌دار ۰/۰۱

جدول ۷: روابط رگرسیونی بین شاخص‌های مختلف اندازه‌گیری شده در گروه وزنی ۴۰۰ گرمی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان

شاخص	طول استاندارد	طول باله پشتی	طول باله شکمی راست	طول باله شکمی چپ	طول باله سینه‌ای راست	طول باله سینه‌ای چپ	طول باله مخرجی	طول باله دمی
وزن	۰/۲۰۹	۰/۰۸۶	−۰/۲۴۳	−۰/۰۶۲	۰/۰۰۳	۰/۱۵۹	۰/۰۱۵	−۰/۰۳۹
	۰/۱۰۷	۰/۵۱۳	۰/۰۶۰	۰/۶۳۳	۰/۹۸۰	۰/۲۲۰	۰/۹۱۰	۰/۷۶۶
طول باله دمی	−۰/۱۵۶	۰/۰۶۵	۰/۲۳۹	۰/۳۷۵**	۰/۴۸۶**	۰/۳۱۵*	۰/۴۵۸**	
	۰/۲۳۱	۰/۶۲۰	۰/۰۶۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	
طول باله مخرجی	۰/۰۱۴	۰/۰۰۳	۰/۳۰۳**	۰/۴۲۴**	۰/۴۹۲**	۰/۳۷۵**		
	۰/۹۱۵	۰/۹۸۰	۰/۰۱۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳		
طول باله سینه‌ای چپ	۰/۲۱۵	۰/۳۱۶*	۰/۳۱۷*	۰/۵۵۵**	۰/۶۲۰**			
	۰/۰۹۶	۰/۰۱۴	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰			
طول باله سینه‌ای راست	۰/۱۳۱	۰/۲۱۶	۰/۲۵۵*	۰/۳۹۴**				
	۰/۳۱۶	۰/۰۹۸	۰/۰۴۸	۰/۰۰۲				
طول باله شکمی چپ	۰/۰۳۵	−۰/۰۳۳	۰/۷۰۲**					
	۰/۷۹۰	۰/۸۰۳	۰/۰۰۰					
طول باله شکمی راست	۰/۱۸۱	−۰/۱۳۲						
	۰/۱۶۳	۰/۳۱۳						
طول باله پشتی	۰/۱۴۹							
	۰/۲۵۷							

عدد بالایی در هر ردیف میزان همبستگی (r) و عدد پایینی سطح ارتباط معنی‌دار را نشان می‌دهد.

* در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ ** در سطح معنی‌دار ۰/۰۱

بحث

نتایج مطالعه حاضر بر روی فرسایش باله‌های مختلف در ماهیان قزل آلا با اوزان مختلف نشان داد بیشترین آسیب‌دیدگی در ماهیان گروه وزنی ۵۰ گرمی مشاهده شده اما عمده تخریب در باله دمی در ماهیان ۴۰۰ گرمی دیده می‌شود. علل و عوامل گوناگونی می‌توانند سبب بروز آسیب در باله‌های مختلف در شرایط پرورشی گردند.

مطالعات مختلف نشان می‌دهند سرعت جریان بالای آب می‌تواند سبب تغییر اندازه باله‌ها شود بطوریکه این مورد در گروه‌های مختلف آزادماهیان در مراحل جوانی گزارش شده است (Latremouille, 2003; Pelis and McCormick, 2003; Person-Le). مطالعه d'Orbcastel و همکاران (۲۰۰۹) روی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در دو سیستم پرورشی آبراهه‌ای و مداربسته نشان داد شاخص نسبی باله سینه‌ای و پشتی در سیستم مداربسته کمتر بوده که می‌تواند مربوط به هیدرودینامیک مخازن و سرعت سه برابری آب در سیستم مداربسته باشد. آن‌ها علت عمده آسیب باله پشتی را به دلیل تراکم و وضعیت مطلوب‌تر باله سینه‌ای در سیستم آبراهه‌ای را به دلیل سرعت جریان آب و فعالیت شنای ماهی دانستند. نتایج آن‌ها نشان داد در صورتیکه شرایط کیفیت آب در حد مطلوبی برای هر دو سیستم فراهم شود عملکرد رشد ماهی و تخریب باله‌های پشتی و سینه‌ای در حد قابل قبولی در تراکم-های بالا می‌تواند حفظ گردد، اما بدیهی است که آسیب باله پشتی بطور معمول در تراکم بالا مشاهده خواهد شد (Ellis *et al*., 2002).

شرایط کیفی آب نیز می‌تواند بر روی شاخص باله‌ها اثرگذار باشد. d'Orbcastel و همکاران (۲۰۰۹) ذکر کرده‌اند که پارامترهای فیزیکوشیمیایی و بهداشتی آب می‌تواند بر وضعیت باله دمی اثرگذار باشد. این در حالی است که فرسایش باله دمی در مزارعی که شرایط بهینه‌ای دارند نیز عموماً مشاهده می‌شود و دلیل آن ریسک بالای رفتارهای تهاجمی در هنگام تغذیه است. به همین دلیل است که باله دمی عموماً به عنوان یک شاخص تجاری در ارزیابی فیزیکی شکل ماهی مورد استفاده قرار می‌گیرد که البته استفاده از آن برای شناخت وضعیت سلامت ماهی بدون مقایسه با سایر باله‌ها مشکل است. در مطالعه حاضر نیز نامناسب‌ترین شرایط باله دمی در ماهیان با وزن بالاتر مشاهده شد که با موارد ذکر شده فوق می‌تواند در ارتباط باشد.

بسیاری از مطالعات اثر تراکم‌های بالا را بر روی شاخص و وضعیت باله‌ها منفی ارزیابی کرده‌اند (Miller *et al*., 1995; Winfree *et al*., 1998; North *et al*., 2006)، اما علت مشخصی که نشان دهنده اثر منفی تراکم بر فرسایش باله‌ها باشد تاکنون گزارش نشده است. به نظر می‌رسد از عوامل ساییدگی باله‌ها در یک سیستم پرورشی می‌توان به در تماس بودن ماهی با دیواره‌های واحدهای پرورشی، اختصاصی بودن شرایط مربوط به هر گونه، گاز گرفتن تهاجمی یا تصادفی در طی تغذیه، دستکاری، کیفیت پایین آب و عوامل عفونی اشاره کرد (Abbott and Dill, 1985; Kindschi, 1987; Bosakowski and Wagner, 1994, 1995).

پایین بودن میزان شاخص باله پشتی در تراکم‌های بالا می‌تواند به دلیل تعداد بیشتر ماهی و در نتیجه آسیب‌های تهاجمی و یا تصادفی بیشتر باشد. همسان بودن اندازه ماهی نیز در جمعیت می‌تواند سبب کاهش رفتار تهاجمی در بین ماهیان به دلیل تعداد کم ماهیان

غالب شود (Adams *et al*., 2007). این در حالی است که در مطالعه حاضر شاخص DF/SL با افزایش وزن و طول ماهی کاهش نیافت که دلیل آن تراکم پایین ماهی در مزارع مورد تحقیق می‌باشد.

یکی از دلایل آسیب و فرسایش بیشتر باله‌ها در اوزان بالاتر، مدت زمان بیشتر نگهداری در مخازن پرورشی است. هر چه طول دوره پرورش و نگهداری بیشتر باشد ماهی در معرض عوامل گوناگونی از جمله برخورد بیشتر با دیواره‌ها و کف مخازن پرورشی، برخورد با سایر ماهیان، رفتارهای تهاجمی در هنگام تغذیه و قلمرو طلبی ماهی‌های بزرگ‌تر و عوامل پاتوژن قرار می‌گیرد. این موضوع به خصوص در ارتباط با باله دمی در مطالعه حاضر مشاهده شد.

مطالعه d'Orbcastel و همکاران (۲۰۰۹) پیشنهاد کرده است ماهیان بزرگ‌تر به دلیل آرام تر بودن و فعالیت شنای کمتر ممکن است تماس کمتری با سایر ماهیان داشته باشند و می‌تواند منجر به کاهش ساییدگی باله شود. اما همین ماهیان در سنین پایین‌تر آسیب‌های بیشتری را متحمل می‌شوند که علائم این آسیب‌ها به وضوح در مطالعه حاضر در خصوص باله‌های شکمی و مخرجی مشخص بود.

کمیت و کیفیت غذا نیز از جمله مقولاتی است که می‌تواند رشد و سلامت ماهی را تحت تأثیر قرار دهد. در صورت عدم مدیریت صحیح در غذادهی، برخورد ماهی‌ها و حملات آن‌ها به یکدیگر در تعداد دفعات غذادهی نامناسب افزایش خواهد یافت که این عامل نیز یک پتانسیل برای فرسایش باله‌ای تلقی می‌گردد. همچنین بالانس نبودن جیره مورد استفاده می‌تواند سبب آسیب‌های فیزیکی و حضور پاتوژن‌های ثانویه و آسیب به باله‌ها شود.

مطالعات نشان داده‌اند یکی از دلایل افزایش آسیب و فرسایش باله‌های سینه‌ای محل قرار گیری آن‌ها روی بدن و مستعد بودن به تماس با سطوح مختلف مخزن پرورشی است (Turnbull *et al*., 1998). این در حالی است که آسیب خاصی در ماهیان مورد مطالعه در تحقیق حاضر در باله‌های سینه‌های دیده نشد که از دلایل آن می‌توان به بزرگ بودن مخازن پرورش و تراکم پایین در مخازن اشاره نمود.

آسیب باله‌ها یکی از شاخص‌های مناسب جهت درک وضعیت سلامت ماهی محسوب می‌شود و برای تعیین آن نیاز به تجهیزات خاص و روش‌های آزمایشگاهی نمی‌باشد. لذا به راحتی در شرایط مزارع پرورشی قابل استفاده بوده و به عنوان یک روش غیر تهاجمی در ارزیابی سلامت و کیفیت ماهی تلقی می‌گردد. البته لازم به ذکر است که این شاخص در کنار اندازه‌گیری برخی شاخص‌ها (نظیر مقادیر کورتیزول و گلوکز خون) می‌تواند بسیار مناسب و راهگشا بوده و وضعیت ماهیان موجود در یک سیستم پرورشی را از نقطه نظر سلامت و عملکرد فیزیولوژیک به نحو مطلوبی منعکس نماید. وجود راهنماها و دستورالعمل‌های فعلی (Hoyle *et al*., 2007) و مقایسه با تصاویری که نشان دهنده فرسایش باله‌ها باشد می‌تواند قابلیت ارزیابی این موارد را برای بسیاری از افراد مبتدی نیز تسهیل و قابل انجام نماید.

نتایج این مطالعه مشخص ساخت به دلیل طول دوره پرورش، برخورد ماهیان با یکدیگر و سطوح مخازن و رفتاهای تهاجمی در هنگام تغذیه و قلمرو طلبی در طول این دوره، آسیب‌ها و فرسایش بیشتری در باله‌ها با افزایش وزن ماهی مشاهده می‌شود. این مطالعه نشان داد که ارزیابی و اندازه گیری شاخص نسبی باله‌ها

روشی مطلوب و غیر تهاجمی با حداقل هزینه برای محققین و پرورش دهندگان بوده تا از این طریق بتوانند ماهیان درون یک مزرعه را از نقطه نظر کیفی، سلامت و حتی بازار پسندی مورد ارزیابی قرار دهند.

سپاسگزاری

از همکاری صمیمانه مدیران مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، آقایان یعقوبی، اللهیاری و فتحی که در انجام این تحقیق امکانات لازم را فراهم نمودند تشکر می‌نماییم.

منابع

1. Abbott, J.C., Dill, L.M., 1985. Patterns of aggressive attack in juvenile steelhead trout (*Salmo gairdneri).* Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 42, 1702–1706.
2. Adams, C.E., Turnbull, J.F., Bell, A., Bron, J.E., Huntingford, F.A., 2007. Multiple determinants of welfare in farmed fish: stocking density, disturbance, and aggression in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 64, 336–344.
3. Ashley, P.J., 2007. Fish welfare: current issues in aquaculture. Applied Animal Behavior Science, 104, 199–235.
4. Bosakowski, T., Wagner, E.J., 1994. Assessment of fin erosion by comparison of relative fin length in hatchery and wild trout in Utah. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 51, 636–641.
5. Bosakowski, T., Wagner, E.J., 1995. Experimental use of cobble substrates in concrete raceways for improving fin condition of cutthroat (*Oncorhynchus clarki*) and rainbow trout (*O. mykiss*). Aquaculture, 130, 159–165.
6. d'Orbcastel, E.R., Person-Le Ruyet, J., Le Bayon, N., Blancheton, J.P., 2009. Comparative growth and welfare in rainbow trout reared in recirculating and flow through rearing systems. Aquacultural Engineering, 40, 79–86.
7. Ellis, T., North, B., Scott, A.P., Bromage, N.R., Porter, M., Gadd, D., 2002. The relationship between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. Journal of Fish Biology, 61, 493–531.
8. Goede, R.W., Barton, B.A., 1990. Organismic indices and an autopsy-based assessment as indicators of health and condition of fish. In: Adams, S.M. (ed). Biological Indicators of Stress in Fish. American Fisheries Society. Symposium 8. Bethesda, Maryland, 93–108.
9. Hoyle, I., Oidtmann, B., Ellis, T., Turnbull, J., North, B., Nikolaidis, J., Knowles, T.G., 2007. A validated macroscopic key to assess fin damage in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 270, 142–148.
10. Huntingford, F.A., Adams, C.E., Braithwaite, V.A., Kadri, S., Pottinger, T.G., Sandoe, P., Turnbull, J.F., 2006. Current issues in fish welfare. Journal of Fish Biology, 68, 332–372.
11. Kindschi, G.A., 1987. Method for quantifying degree of fin erosion. Progressive Fish-Culturist, 49, 314–315.
12. Latremouille, D.N., 2003. Fin erosion in aquaculture and natural environments. Reviews in Fisheries Sciences, 11, 315–335.
13. Lellis, W.A., Barrows, F.T., 1997. The effect of diet on dorsal fin erosion in steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 156, 229–240.
14. Lellis, W.A., Barrows, F.T., 2000. Effect of dietary ingredient substitution on dorsal fin erosion of steelhead. North American Journal of Aquaculture, 62, 135–138.
15. Miller, S.A., Wagner, E.J., Bosakowski, T., 1995. Performance and oxygen consumption of rainbow trout reared at two densities in raceways with oxygen supplementation. Progressive Fish-Culturist, 57, 206–212.
16. North, B., Turnbull, J., Ellis, T., Porter, M., Migaud, H., Bron, J., Bromage, N., 2006. The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 255, 466–479.
17. Pelis, R.M., McCormick, S.D., 2003. Fin development in stream- and hatchery-reared Atlantic salmon. Aquaculture, 220, 525–536.
18. Person-Le Ruyet, J., Le Bayon, N., Gros, S., 2007. How to assess fin damage in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss.* Aquatic Living Resources, 20, 191–195.
19. Rafatnezhad, S., Falahatkar, B., Tolouei, M.H., 2008. Effects of stocking density on hematological, growth indices and fin erosion of great sturgeon (*Huso huso*) juveniles. Aquaculture Research, 39, 1506–1513.
20. Stejskal, V., Policar, T., Křištan, J., Kouřil, J., Hamáčcková, J., 2011. Fin condition in

intensively cultured Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). Folia Zoologia, 60, 122–128.
21. Turnbull, J., Bell, A., Adams, C., Bron, J., Huntingford, F., 2005. Stocking density and welfare of cage farmed Atlantic salmon: application of multivariate analysis. Aquaculture, 243, 121–132.
22. Wagner, E.J., Jeppesen, T., Arndt, R., Routledge, M.D., Bradwisch, Q., 1997. Effects of rearing density upon cutthroat trout hematology, hatchery performance, fin Erosion, and general health and condition. The Progressive Fish-Culturist, 59, 173–187.
23. Winfree, R.A., Kindschi, G.A., Shaw, H.T., 1998. Elevated water temperature, crowding, and food deprivation accelerate fin erosion in juvenile steelhead. The Progressive Fish-Culturist, 60, 192–199.