

مقایسه شکل در پیش لاروهای سالم و تلف شده فیل ماهی (*Huso huso*) و الگوهای بد شکلی با استفاده از روش ریخت‌سنگی هندسی

حمید اسحق‌زاده^(۱); سهیل ایگدری^{*}^(۲); هادی پور باقر^(۳) و رضوان الله کاظمی^(۴)

Soheil.Eagderi@ut.ac.ir

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج صندوق پستی: ۴۳۱۴

۴- انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت صندوق پستی: ۴۱۶۳۵-۳۴۶۴

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۱ تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۰

چکیده

تلفات بالا در زمان پیش لاروی از مهمترین مشکلات مراکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری می‌باشد. به نظر می‌رسد که اکثر این لاروهای تلف شده دارای انواع ناهنجاری در قسمت‌های مختلف بدن باشند. از این‌رو این تحقیق با هدف مقایسه شکل بدن بین نمونه‌های سالم و تلف شده و بررسی انواع الگوهای بدشکلی در پیش لاروهای دارای کیسه زردہ با استفاده از روش ریخت‌سنگی هندسی به اجرا درآمد. عکسبرداری از نمونه‌ها توسط دوربین دیجیتال و گذاشتن نشانه‌های اختصاصی (لند مارک) روی تصاویر دو بعدی با استفاده از نرم افزار *tpsDig2* انجام شد. داده‌های نشانه‌های اختصاصی پس از روی هم گذاری براساس آنالیز پروکراست (GPA) با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره PCA و DFA مورد تحلیل قرار گرفتند. بین نمونه‌های سالم و تلف شده اختلاف معنی‌داری از نظر شکل وجود داشت. انواع بدشکلی در قسمت سرپوش آبشی، حجم کیسه زردہ و ناحیه دم پیش لاروها مشاهده شد. مطالعات آتی در مورد این ناهنجاری‌ها در مراحل لاروی و جوانی پیشنهاد می‌گردد.

لغات کلیدی: فیل ماهی، بدشکلی، ریخت‌سنگی هندسی

مقدمه

الاروی مربوط به شرایط نامناسب زیستی در زمان تکثیر و انکوباسیون، استفاده از هورمون‌های القاء کننده، فاکتورهای محیطی دوره پرورش، دستکاری بیش از حد، وجود مواد زنوبیوتیک و تغذیه نامناسب می‌باشد (Polo *et al.*, 1991; Koumoundouros *et al.*, 2001; Gavaia *et al.*, 2002; Cahu *et al.*, 2003; Sfakianakis *et al.*, 2006b).

تمرکز اصلی در آبزی پروری، اصلاح تکنیک‌ها برای موفقیت تکثیر، بازماندگی و رشد می‌باشد (Verhaegen *et al.*, 2007). اگرچه موفقیت تکثیر ممکن است حاصل شود، اما مشکلات بعدی از جمله کیفیت لاروهای و متعاقباً "ماهیان جوان می‌توانند سبب افزایش تلفات گردد. مطالعات متعددی روی کیفیت لارو ماهیان انجام شده است ولی با وجود این کمتر به تغییرات شکل لاروهای در اثر بدشکلی و علل آن پرداخته شده است (Cahu *et al.*,

*نویسنده مسئول

مواد و روش کار

در این تحقیق از مولдин ۹ ساله ۳ عدد ماهی نر و ۱ عدد ماهی ماده در بخش تکثیر و پرورش انتستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت استفاده شد. در فرآیند تکثیر مصنوعی، هورمون تراپی توسط LHRH_{a2} طی دو مرحله به فاصله ۱۲ ساعت از یکدیگر صورت گرفت. هورمون تزریقی به میزان ۴ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم وزن جنس ماده بود. نسبت تزریق اول هورمون به ماهی ماده ۱۰ درصد و نسبت تزریق دوم ۹۰ درصد بود. ماهی نر در یک مرحله و همزمان با مرحله دوم تزریق هورمون به ماهی ماده به میزان ۲/۵ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن صورت پذیرفت. دمای آب هنگام تزریق ۱۱ درجه سانتیگراد بود. پیش لارو ها بعد از ۸ روز از تخم خارج شدند و بلا فاصله با تراکم ۳۳ گرم در ۳ تانک پرورشی فایبرگلاس ۰/۵ × ۱۰۵ × ۵۲ cm³ در ابعاد ۰/۵ × ۱۰۵ × ۵۲ cm³ تنی در دامنه ۰/۹ ± ۰/۹۷ درجه pH میانگین (± انحراف معیار) pH آب ۷/۲ ± ۰/۰۸ در درجه ۱۵/۹ ± ۰/۹۷ درجه سانتیگراد و اکسیژن آب ۸/۷ ± ۰/۳۶ ppm بودند.

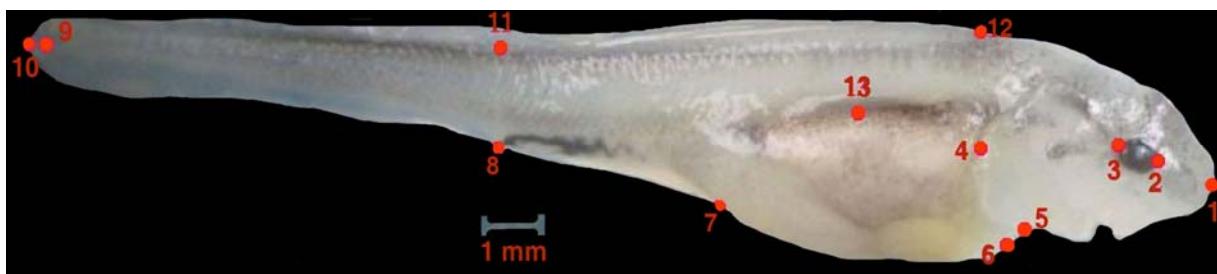
برای مطالعات ریخت‌سنگی ۲۶۶ نمونه تلف شده و ۳۰ نمونه زنده و سالم پیش لارو (Eleutheroembryo) فیل ماهی در ۵ روز پس از تفریخ (5 DPH) بطور کاملاً تصادفی نمونه برداری و در فرمالین بافری فسفاته ۱۰ درصد تثبیت شدند. سمت چپ سطح جانبی نمونه‌ها با استفاده از لوب مجهز به دوربین Cannon با قدرت تفکیک ۸ مگا پیکسل عکسبرداری شدند. فواصل خطی نمونه‌ها از جمله طول کل توسط نرم افزار ImageJ مورد سنجش قرار گرفتند. برای استخراج داده‌های شکل در روش ریخت‌سنگی هندسی تعداد ۱۰ لنمارک (Landmark) و ۳ لنمارک کاذب (Pseudo-Landmark) طبق شکل ۱ مشخص و با استفاده از نرم افزار tpsDig2 روی تصاویر دو بعدی قرار داده شدند. به منظور حذف ویژگی‌های غیرشکل و استخراج داده‌های شکل، جایگاه لنمارک‌های تمام نمونه‌ها با استفاده از آنالیز پروکراس (Generalized Procrustes Analysis)

سنگین بعنوان عامل بدشکلی ستون فقرات در ماهی خاویاری چینی (*Acipenser sinensis*) شناخته شده است (Hou et al., 2011). در کارگاه‌های تکثیر فیل ماهی بیشترین بدشکلی ظاهری در لاروها بترتیب شامل معیوب شدن بالهای راست و چپ، کج شدن ستون فقرات، آویزان بودن دم، گوز پشتی و دفرمه شدن کیسه زرده گزارش شده است (Mohseni et al., 2000). بروز تلفات ناشی از چینین بدشکل‌هایی در مراحل مختلف زندگی ماهیان از لارو دارای کیسه زرده تا بچه ماهی در گونه‌های مختلف گزارش شده است (Morrison & MacDonald, 1995).

با توجه به تلفات بسیار زیاد لاروهای فیل ماهی در مرحله قبل از تفذیه فعال و در زمانی که هنوز دارای کیسه زرده هستند، این سوال مطرح است که آیا تفاوتی بین شکل بدن لاروهای تلف شده و لاروهای سالم وجود دارد که بتوان این تفاوت شکل را دلیلی بر تلفات بالای آنها نسبت داد. دانستن الگوی تفاوت بین لاروهای معیوب و سالم می‌تواند به درک بهتر دلایل تلفات کمک کرده و بعنوان شاخصی برای شناخت احتمال بروز تلفات در تفریخگاهها بکار رود. چرا که مزیت چنین ساخته‌های ریختی زمان کوتاه، راحتی و کاهش هزینه در برآورد وضعیت لارو می‌باشد (Theilacker, 1978). بررسی شکل نقش Abdolhay (et al., 2010) و قادر است تفاوت‌های شکل بین افراد و بخش‌های مختلف آنها را که ناشی از بدشکلی‌ها، بیماری و جراحات‌ها، فردزایی و سازگاری به فاکتورهای جغرافیایی و تکامل است را نشان دهد (Sfakianakis et al., 2006b). ریخت سنگی هندسی یک روش نوین در مطالعه شکل موجودات است که می‌تواند الگوهای مختلف تغییر شکل را در نتیجه فرآیندهای از قبیل رشد و ناهنجاری‌های شکلی نمایان سازد (Rohlf & Slice, 1990; Sfakianakis et al., 2006a). در این روش برخلاف روش ریخت‌سنگی سنتی، با استفاده از نشانه‌های اختصاصی و مختصات آنها (X, Y) بعنوان متغیرهای مرتبط با شکل، الگوهای مختلف تفاوت شکل استخراج و با استفاده از آنالیزهای چند متغیره مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند (Rohlf & Marcus, 1993). از این‌رو تحقیق حاضر با هدف مقایسه الگوی شکل بدن دو گروه از لاروهای تلف شده و لاروهای سالم و به منظور یافتن الگوهای مختلف بدشکلی با استفاده از روش ریخت‌سنگی هندسی به اجرا در آمد.

اجماع (Consensus) نمونه‌های سالم و بدشکل به منظور نشان دادن انحراف از میانگین حالت سالم اشکال نیز رائئه گردید. به منظور مقایسه شکل دو گروه، این مصورسازی براساس تغییر از میانگین یک حالت (سالم) به میانگین وضعیت بدشکل می‌باشد که اندازه استاندارد تفاوت‌های شکل است (Bookstein, 1996). تجزیه و تحلیل داده‌های طول کل لاروها بین نمونه‌های سالم و تلف شده با استفاده از آنالیز (t-test) در نرم‌افزار SPSS انجام گرفت.

GPA روی هم‌گذاری شدند (Zelditch *et al.*, 2004). سپس داده‌های دو گروه لاروهای سالم و تلف شده با استفاده از آنالیزهای چند متغیره تجزیه به تابع‌های اصلی (PCA) و Discriminate Functional Analysis (DFA) و توسط نرم‌افزار آماری Past مورد تحلیل قرار گرفتند. انواع الگوهای مختلف بدشکلی با استفاده از روش Thin plate spline توسط نرم‌افزار tpsplin در شبکه‌های تغییر شکل (Deformation grid) مصورسازی شدند (Rohlf, 2001).



شکل ۱: تشانه‌های اختصاصی تعیین شده روی پیش لاروها: ۱- ابتدای ترین نوک پوزه، ۲- ابتدای چشم، ۳- انتهای چشم، ۴- قسمت میانی انتهای سرپوش آبششی، ۵- قسمت پایین انتهای سرپوش آبششی، ۶- ابتدای کيسه زرده، ۷- انتهای کيسه زرده، ۸- مخرج، ۹- انتهای ستون فقرات، ۱۰- انتهای باله دمی، ۱۱- لندمارک کاذب در نقطه مقابل مخرج در قسمت پشتی بدن، ۱۲- لندمارک کاذب در نقطه مقابل لندمارک ۴ در قسمت پشتی بدن و ۱۳- لندمارک کاذب در محل تلاقی لند مارک ۱۲ و ۷ (ارتفاع کيسه زرده).

نتایج

می‌باشد (شکل ۱). آنالیز شکل نمونه‌های بدشکل نشان داد که الگوهای شکل بدن در بین آنها متنوع می‌باشد (شکل ۲). نتایج Thin plate spline در شبکه تغییر شکل (Deformation grid) بین نمونه‌های زنده و تلف شده نشان داد (اشکال ۱ و ۲) که بیشترین جابجایی بین لندمارک‌های تعیین شده در نمونه‌های تلف شده بترتیب در نواحی کيسه زرده، ناحیه پشتی و سرپوش آبششی بود، بطوریکه در لندمارک‌های شماره ۱۲، ۱۳، ۷، ۶، ۵ (مربوط به ناحیه کيسه زرده)، لندمارک شماره ۱۲ (مربوط به ناحیه پشتی) و لندمارک‌های شماره ۴ و ۵ (مربوط به سرپوش آبششی) نمونه‌های تلف شده نسبت به نمونه‌های سالم جابجایی رخ داده است. کمترین جابجایی نیز در لندمارک‌های ۱، ۲، ۳ (مربوط به ناحیه سر) و لندمارک‌های ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ (مربوط به ناحیه دم) مشاهده شد.

میانگین (\pm انحراف معیار)، طول کل نمونه‌های سالم و تلف شده $17/14 \pm 1/0.8$ میلیمتر بود (جدول ۱). بین نمونه‌های سالم و تلف شده از نظر طول کل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0.05$). طول کل کمتر در لاروهای تلف شده مشاهده شد که مربوط به نمونه‌های کوتوله یا عقب مانده از رشد بود.

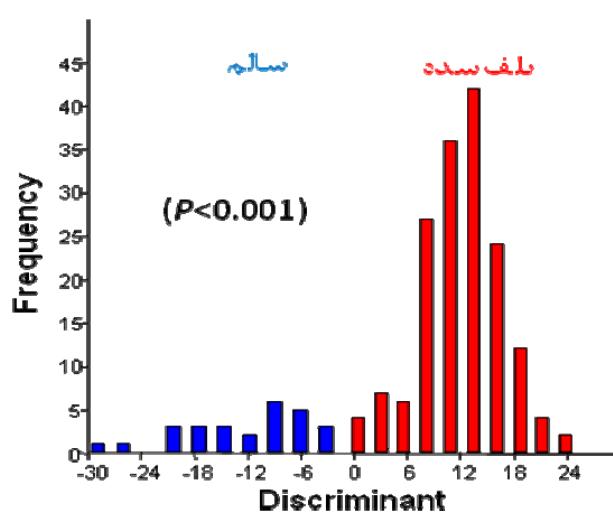
نتایج حاصل از آنالیز ریخت‌سنگی هندسی پیش لاروهای تلف شده و زنده، تفاوت شکل بدن بین این دو گروه را در زمان ۵ روز پس از تغییر اثبات کرد. بدین معنی که شکل بدن پیش لاروهای تلف شده و زنده بطور معنی‌داری متفاوت بودند ($P < 0.001$) (نمودار ۱). همچنین آنالیز PCA نیز دو گروه نمونه‌های تلف شده و زنده را کاملاً از هم جدا نمود (شکل ۱). تفاوت عمده بین شکل اجماع دو گروه تلف شده و زنده بطور عمده بواسطه بدشکلی‌ها در قسمتهای قدامی و خلفی بدن

بود و این به این معناست که فاصله مخرج تا ناحیه سرپوش آبششی نسبت به نمونه‌های سالم کمتر بود. عمدۀ تفاوت بین دو گروه سالم و تلف شده در ناحیه سرپوش آبششی مشاهده شد (شکل ۲). در نمونه‌های تلف شده ناحیه سرپوش آبششی فشرده‌تر بودند. اندازه و شکل کیسه زردۀ نیز بین دو گروه متفاوت بود (شکل ۲). بدین صورت که کیسه زردۀ در هر دو حالت حجمی و کوچک شدن سبب انحنای قسمت ابتدایی تنۀ و انتهایی سر شده بودند. بنابراین با جمع شدگی ناحیه سر، قسمت قدامی سر بطرف پایین سر انحنا پیدا کرده‌اند. از این‌رو یک حالت بدشکلی گوژپشتی در اکثر نمونه‌های تلف شده قابل مشاهده بود. شبکه تغییر شکل میزان جمع شدن ناحیه آبششی و برآمدگی قسمت فوقانی این ناحیه را در هر دو حالت بدشکلی ناشی از گوژپشتی و حجمی شدن ناحیه کیسه زردۀ نشان داد (اشکال ۱ و ۲). در نهایت در بررسی شکل ظاهری لاروهای تحت مطالعه مشاهده شد که تمام لاروهای سالم دارای توده ملانین پرپوکا در روده بودند در حالی که تنها حدود ۴۲/۸۲ درصد لاروهای تلف شده این توده را داشتند.

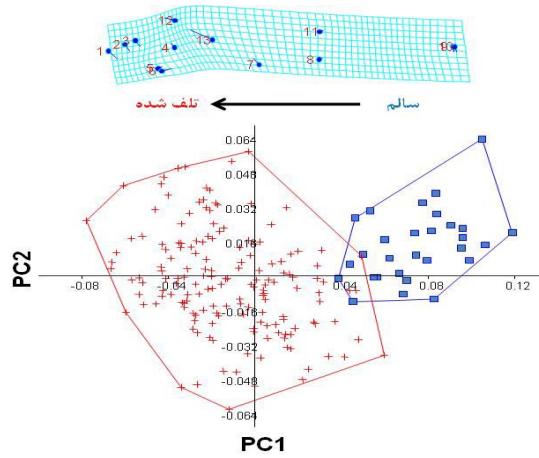
براساس جابجایی لندرمارک‌ها روی شکل نمونه‌های تلف شده ۲ نوع الگو بدشکلی کوتولگی یا بازمانده از رشد، حالت بدشکلی گوژپشتی و بدشکلی‌ها ناشی از تغییر در حجم کیسه زردۀ مشاهده شدند (شکل ۲). در الگوی نوع اول کوتولگی، لندرمارک‌های شماره ۹ و ۱۰ (قسمت انتهایی باله دمی) نسبت به نمونه‌های سالم کوتاهتر بودند و در الگوی نوع دوم، کوتولگی لندرمارک‌های شماره ۸ و ۱۱ (قسمت ابتدایی ساقه دمی یا ابتدای مخرج) نسبت به نمونه‌های سالم کوتاهتر بودند و بیشترین جابجایی لندرمارک را از خود نشان دادند (شکل ۲). مقایسه انفرادی سایر الگوهای بدشکلی مشاهده شده و شکل اجماع نمونه‌های سالم با استفاده از شبکه تغییر شکل در شکل ۲ آورده شده است که جابجایی لندرمارک‌ها ناشی از این بدشکلی‌ها را نشان می‌دهد. گروه‌های بدشکل نسبت به نمونه‌های سالم دارای ناحیه دمی کوتاهتری بودند. در بدشکلی ناشی از کوتولگی، کوتاهی و فشردگی ناحیه دم بیشتر بود و عمدۀ دلیل کوتولگی ناشی از کوتاهی ناحیه دمی بود (شکل ۲). ناهنجاری‌ها با بدشکلی‌های ناحیه قدامی در قسمت سرپوش‌های آبششی و اندازه و شکل کیسه زردۀ می‌باشد. در گروه لاروهای تلف شده، لندرمارک ۷ به قسمت قدامی تر تغییر مکان داده

جدول ۱: زیست‌سنجی نمونه‌های جمع آوری شده

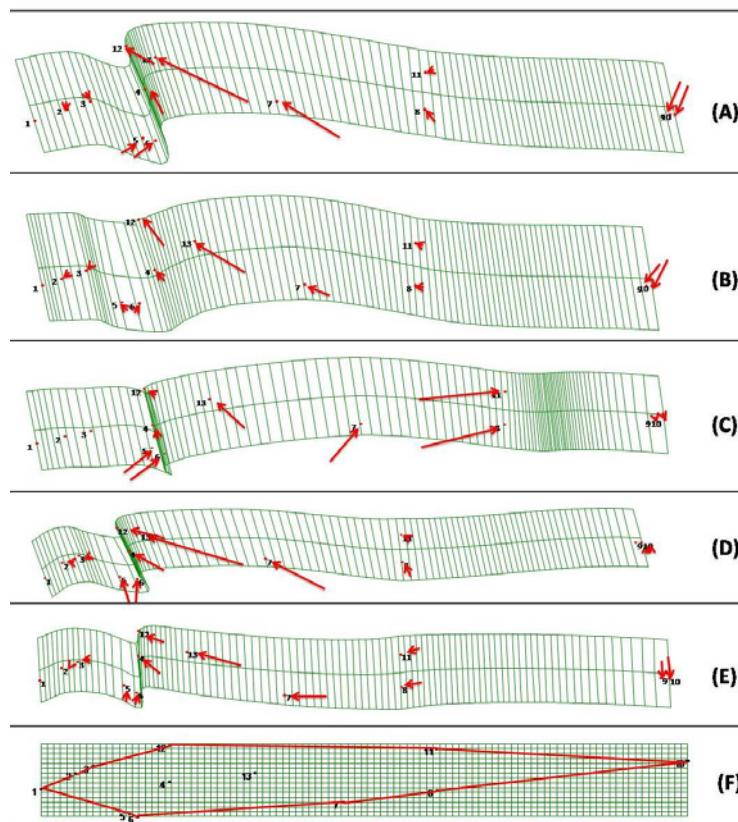
تعداد نمونه‌ها	میانگین (\pm انحراف معیار)	دامنه طول کل (میلی‌متر)		لاروهای ۵ روزه
		حداقل	حداکثر	
۲۰	۱۷/۱۷ \pm ۱/۱۱	۱۴/۹۴	۱۸/۴۸	تلف شده
۲۰	۱۷/۱۰ \pm ۱/۰۸	۱۵/۸۶	۱۸/۹۴	سالم
۴۰	۱۷/۱۴ \pm ۱/۰۸	۱۵/۴	۱۸/۷۱	میانگین



نمودار ۱: نمودار Discriminant Functional Analysis



شکل ۲: نمودار تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) بین نمونه‌های سالم (رنگ آبی) و تلف شده (رنگ قرمز).
(جهت فلش نشان‌دهنده تغییر الگوی شکل از نمونه‌های سالم به نمونه‌های تلف شده است)



شکل ۳: شبکه تغییر شکل نمونه‌های سالم (F) و الگوهای بدشکل ((A) گوژپستی، (B) کوتولگی نوع اول، (C) کوتولگی نوع دوم، (D) حجیم شدن کیسه زرده، (E) کوچک شدن کیسه زرده) با استفاده از آنالیز Thin plate spline. (فلش‌های قرمز جهت جابجایی لندهارک‌ها و الگوهای بدشکلی از نمونه‌های سالم به نمونه‌های تلف شده نشان می‌دهد)

بحث

الگوهای بدشکلی مشاهده شده در این تحقیق شامل: کوتولگی، گوژپشتی و تغییرات ناحیه سرپوش آبششی و حجم کیسه زرد بودند. Mohseni و همکاران (۲۰۰۰) در کارگاههای تکثیر فیل ماهی بیشترین بدشکلی ظاهری در لاروها را معیوب شدن باله راست و چپ، کج شدن ستون فقرات، آویزان بودن دم، گوژ پشتی و بدشکلی کیسه زرد گزارش کرداند. در تراکم بهینه ذخیره‌سازی، از نظر ظاهری و سنتی حدود ۱۶ نوع ناهنجاری ظاهری در پیش لاروهای تلف شده فیل ماهی گزارش شده است که بیشتر این ناهنجاری‌ها در قسمت قدامی بدن بودند. نتایج مطالعات ریخت‌سنجدی هندسی نشان داد که بیشترین بدشکلی‌ها در ناحیه سرپوش آبششی و کیسه زرد می‌باشد. دلیل تفاوت الگوهای بدشکلی مشاهده شده با مطالعه قبلی، می‌تواند متفاوت بودن در هورمونهای القاء کننده و روش بررسی بدشکلی‌ها نسبت به این مطالعه باشد. در این مطالعه از LHRH_H برای تحریک مولدین استفاده شد، در صورتیکه در مطالعه Mohseni و همکاران (۲۰۰۰) از عصاره هیپوفیز برای تحریک مولدین استفاده شده بود. در مورد تاثیر القاء کننده‌ها برای تکثیر، در گربه ماهیان *Mystus fossilis* و *Heteropneustes fossilis* نیز بدشکلی‌های مشاهده شده بواسطه تزریق Teji & Thomas, (Ovaprim به مولدین گزارش شده است (2006). از سوی دیگر روش ریخت‌سنجدی هندسی نسبت به روش‌های کیفی بررسی بدشکلی‌ها توانایی بالایی در آشکار کردن و اندازه‌گیری شکلهای زیستی دارد. این روش با کمی کردن تفاوت‌های ریختی، شکلها را بدون توجه به نظر محقق آشکار می‌سازد. از اینرو بنظر می‌رسد، نتایج حاصل از این روش قابل اطمینان‌تر باشد.

بدشکلی‌های ریختی در پیش لاروهای فیل ماهی یعنی در زمان قبل از شروع تغذیه فعال، به ناحیه آبیش، کیسه زرد و دم محدود می‌شند. عمدۀ تلفات مشاهده شده در لاروهای فیل ماهی بواسطه بدشکلی‌های در ناحیه آبششی و تغییرات در قسمت کیسه زرد بود. کیسه زرد در هر دو حالت حجیم و کوچک شدن سبب انحراف قسمت ابتدایی بدن پیش لاروهای فیل ماهی و در نتیجه بدشکلی گوژپشتی شده بود. ناهنجاری‌ها در قسمت سرپوش آبششی در پیش لارو فیل ماهی بالاترین میزان شیوع را داشت. در گربه ماهیان بدشکلی‌ها در منطقه سر و کیسه زرد گزارش شده‌اند و لاروها با

موفقیت یا عدم موفقیت یک گونه ممکن است تا حد زیادی بوسیله اتفاقاتی که مراحل ابتدایی تکامل را تحت تاثیر قرار می‌دهد، تعیین شود و نسبت به مرحله بلوغ تاثیر آشکارتری بگذارد. قبل از شروع تغذیه فعال و در حالیکه ساختارهای تغذیه در حال تکامل هستند، مواد مغذی کیسه زرد بیشتر نیازهای داخلی لارو را تأمین کرده و کمک قابل توجهی در بازماندگی در این دوره ایفاء می‌کنند (Geerinckx *et al.*, 2008). بنابراین انواع بد شکلی‌های در این دوره می‌تواند روی رشد، بقاء و عملکردهای بیولوژیکی ماهی در مراحل بالاتر زندگی تاثیر بگذارد و آنها را نسبت به عوامل استرس‌زا و بیماری‌زا آسیب‌پذیر نماید. از سوی دیگر برخی از بدشکلی‌ها مانند بدشکلی سرپوش آبششی اگرچه می‌توانند خیلی جدی نباشد ولی بعلت تاثیری که روی بازارپسندی ماهیان می‌گذارد، می‌تواند روی سودآوری تولید تاثیر گذارد باشند (Verhaegen *et al.*, 2007). از اینرو به منظور افزایش سود حاصل از سرمایه‌گذاری برای پرورش دهندگان ماهی یک تشخیص سریع و ابتدایی بدشکلی‌ها برای پرورش دهندگان ماهی نیاز است. بنابراین، تلاش‌های تحقیقاتی با استفاده از روش‌های زیست‌سنجدی لاروها برای تشخیص چنین بدشکلی‌هایی ضرورت دارد (Koumoundouros *et al.*, 1997).

نتایج این تحقیق نشان داد که شکل نمونه‌های تلف شده و زنده تفاوت معنی‌داری دارند. این تفاوت‌ها را می‌توان نتیجه تکثیر مصنوعی یا تاثیر فاکتورهای محیطی دانست که در مراحل تکوین اولیه لاروی تاثیر می‌گذارد. Varkonyi و همکاران (۱۹۹۸) فعالیت تکثیر بیش از زمان مورد انتظار را دلیل بروز ناهنجاری‌های فوتیپی و ژوتیپی گزارش کرداند. تراکم تخم و لارو در مرحله انکوباسیون بعنوان فاکتورهای دیگری که سبب ناهنجاری شکلی می‌شوند، بیان شده‌اند (Mohseni *et al.*, 2000). اما برخلاف نتایج فوق، انکوباسیون تخم در مناطق تخریزی طبیعی نیز باعث ظهور جنین‌های غیرطبیعی با بدن‌های بدشکل شده است (Garman & Denton, 1886). همچنین در ماهی توربوت (*Scophthalmus maximus*) با منشاء وحشی و پرورشی تفاوت‌هایی از نظر ریختی در ارتفاع و عرض بدن و بدشکلی در کانالهای خط جانبی مشاهده شد که علت آن محیط پرورش متفاوت، تغذیه و فاکتورهای محیطی گزارش شده است (Ellis *et al.*, 1997).

ناشی از ضعف در سیستم تنفسی و فعالیت شنا نسبت داد. این لاروهای بدشکل حتی در صوت ادامه حیات، در مراحل تکوینی بعدی نیز می‌توانند بطور معنی‌داری میزان تولیدات لاروی را کاهش داده و باعث زیان اقتصادی در پروسه تولید لارو بعلت کاهش بازماندگی شوند. بنابراین باقیتی به پایش کیفیت لاروها در تغییرگاههای تجاري توجه شود. با توجه به بروز تلفات لاروهای فیل ماهی تا روز ۴۰ پس از تفریخ و مشخص نبودن علت انواع بدشکلی در مراحل بعد از جذب کیسه زرده، مطالعات آتی برای درک الگوهای بدشکلی و علل آن پیشنهاد می‌گردند.

تشکر و قدردانی

از همکاری مسئولان و کارشناسان محترم انسستیتو تحقیقاتی بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان و راهنمایی‌های دکتر یزدانی و مهندس پور دهقانی تشکر داریم.

منابع

Abdolhay H.A., Daud S.K., Pourkazemi M., Siraj S.S., Rezvani S., Mostafa, K.A.S. and Hosseinzadeh S.H., 2010. Morphometrics studies of Mahisefid (*Rutilus frisii kutum*, Kamensky, 1901) from selected rivers in the southern Caspian Sea. Iranian Fisheries Scientific Journal, 9:1-18.

Boglione C., Cagliardi F., Scardi M. and Cataudella S., 2001. Skeletal descriptors and quality assessment in larvae and post-larvae of wildcaught and hatchery-reared gilthead sea bream (*Sparus aurata* L 1758). Aquaculture, 192:1-22.

Bookstein F.L., 1996. Landmark methods for forms without landmarks: Localizing group differences in outline shape. In: (F.L. Bookstein ed.). Mathematical methods in biomedical image analysis. IEEE, pp.279-289.

Cahu C., Infante J.Z. and Takeuchi T., 2003. Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae. Aquaculture, 227:245-258.

Ellis T., Howell B.R. and Hayes J., 1997. Morphological differences between wild and hatchery-reared turbot. Journal of Fish Biology, 50:1124-1128.

بدشکلی در قسمت سر نسبت به سایر بدشکلی‌ها در ناحیه تنه و دم زودتر از بین رفتارند (Teji & Koumoundouros et al., 2001; Thomas, 2006). همچنین در ماهی سی‌پاس (*Dicentrarchus labrax*) گزارش شده است که گوژپشتی در این ماهی در ارتباط با بدشکلی در شعاع‌های آبششی است که در نهایت لاروها را برای فیلتر کردن آب به منظور تامین نیازهای اکسیژنی با مشکل مواجه می‌سازد (Koumoundouros et al., 2002).

بخشی دیگری از تلفات مشاهده شده در پیش لاروهای فیل ماهی بواسطه بدشکلی‌های ناشی از کوتولگی بود. موارد متعددی از تلفات ناشی از بدشکلی مربوط به ناهنجاری اسکلت در ماهیان دریابی (Verhaegen et al., 2002; Varkonyi et al., 1998) و دریابی (Koumoundouros et al., 2007), بدشکلی در قسمت دم و تورم در قسمت شکم گزارش شده است، چنین بدشکلی‌هایی در بدست آوردن غذا، فعالیت شنا و فرار از شکارچی می‌توانند مشکل ایجاد کنند (*Heteropneustes fossilis*) (Mystus vitattusk) (Boglione et al., 2001; Teji & Thomas, 2006). از اینرو با توجه به عدم تغذیه فعل در پیش لاروهای فیل ماهی، کاهش عملکرد شنا جهت برآوردن نیازهای زیستی از جمله تامین نیازهای اکسیژنی می‌توانسته روی بازماندگی اثرگذار باشد.

نتایج مشاهدات ظاهری لاروها نشان داد که تمامی لاروهای سالم دارای توده ملانین پروپیکا در روده بودند ولی این میزان در لاروهای تلف شده حدود ۴۲/۸۲ درصد بود. از اینرو فقدان توده ملانین پروپیکا در روده بیشتر پیش لاروهای تلف شده می‌تواند نشان دهنده یک نقص ذاتی و اخلال در پروسه جذب کیسه زرده یا سایر فرآیندهای فیزیولوژیکی باشد که بعمل مختلفی حاصل شده که کیفیت لارو و شانس بقاء لارو را کاهش می‌دهد (Boglione et al., 2001).

مطالعات روی بدشکلی‌ها در ماهیان پرورشی بطور واضح نشان داده است که پایش متواالی در کل دوره تغییرگاهی برای حفاظت استاندارد کیفی لاروهای سالم و تلف شده بالایی دارد (Koumoundouros et al., 2001). نتایج این مطالعه تفاوت شکل بدن را بین پیش لاروهای سالم و تلف شده صرف نظر از نوع بدشکلی‌ها را نشان داد. با توجه به بدشکلی‌های موجود در قسمت سرپوش آبششی، گوژپشتی، کج شدن ستون فقرات و دم در پیش لاروهای فیل ماهی، این تلفات را می‌توان

- Garman S. and Denton F., 1886.** Abnormal embryos of trout and salmon. *Science Observer*, 49:1-7.
- Gavaia P.J., Dinis M.T. and Cancela M.L., 2002.** Osteological development and abnormalities of the vertebral column and caudal skeleton in larval and juvenile stages of hatchery-reared Senegal sole (*Solea senegalensis*). *Aquaculture*, 211:305-323.
- Geerinckx T., Verhaegen Y. and Adriaens D., 2008.** Ontogenetic allometries and shape changes in the suckermouth armoured catfish *Ancistrus cf. triradiatus* Eigenmann (Loricariidae, Siluriformes), related to suckermouth attachment and yolk-sac size. *Journal of Fish Biology*, 72:803–814.
- Hou J.L., Zhuang P., Zhang L.Z., Feng L., Zhang T., Liu J.Y. and Feng G.P., 2011.** Morphological deformities and recovery, accumulation and elimination of lead in body tissues of Chinese sturgeon, *Acipenser sinensis*, early life stages: A laboratory study. *Journal of Applied Ichthyology*, 27:514–519.
- Koumoundouros G., Oran G., Divanach P., Stefanakis S. and Kentouri M., 1997.** The opercular complex deformity in intensive gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) larviculture. Moment of apparition and description. *Aquaculture*, 156:165-177.
- Koumoundouros G., Divanach P. and Kentouri M., 2001.** The effect of rearing conditions on development of saddleback syndrome and caudal fin deformities in *Dentex dentex* L. *Aquaculture*, 200:285-304.
- Koumoundouros G., Maingot E., Divanach P. and Kentouri M., 2002.** Kyphosis in reared sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): Ontogeny and effects on mortality. *Aquaculture*, 209:49-58.
- Mohseni M., Pourkazemi M., Mojazi Amiri B., Kazemi R. and Kaladkova L.N., 2000.** A study on the effects of stocking density of eggs and larvae on the survival and frequency of morphological deformities in Persian sturgeon, Great sturgeon and Stellate sturgeon. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 2:75-90.
- Morrison C.M. and MacDonald C.A., 1995.** Normal and abnormal jaw development of the yolk-sac larva of Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 22:173-184.
- Polo A., Yu'fera M. and Pascual E., 1991.** Effects of temperature on eggs and larval development of *Sparus aurata* L. . *Aquaculture*, 92:375-367.
- Rohlf F.J., 2001.** Comparative methods for the analysis of continuous variables: Geometric Interpretations. *Evolution*, 55:2143-2160.
- Rohlf F.J. and Slice D.E., 1990.** Extension of the procrustes method for the optimal superimposition of landmarks. *Systmatic Zoology*, 39:40-59.
- Rohlf F.J. and Marcus L.F., 1993.** A revolution in morphometrics. *Trends in Ecology and Evolution*, 8:129-132.
- Sfakianakis D.G., Georgakopoulou E., Kentouri M. and Koumoundouros G., 2006a.** Geometric quantification of lordosis effects on body shape in European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture*, 256:27-33.
- Sfakianakis D.G., Georgakopoulou E., Papadakis I.E., Divanach P., Kentouri M. and Koumoundouros G. 2006b.** Environmental determinants of haemal lordosis in European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture*, 254:54-64.
- Teji K.T. and Thomas K.J., 2006.** Observations on the morphological abnormalities in induced bred larvae of some freshwater fishes. *Indian Journal of Fisheries*, 53:353-358.
- Theilacker G.H., 1978.** Effect of starvation on the histological and morphological characteristics of jack mackerel, *Trachurus symmetricus*, larvae. *Fisheries Bulletin*, 76:403-414.
- Varkonyi E., Bercsenyi M., Ozouf-costaz C. and Billrd R., 1998.** Chromosomal and morphological abnormalities caused by oocyte ageing in *Silurus glanis*. *Fish Biology*, 56:899-906.

Verhaegen Y., Adriaens D., Wolf T. D., Dhert P. and Sorgeloos P., 2007. Deformities in larval gilthead sea bream (*Sparus aurata*): A qualitative and quantitative analysis using geometric morphometrics. Aquaculture, 268:156-168.

Zelditch M., Swiderski D.L., Sheets H.D. and Fink W., 2004. Geometric morphometrics for biologists: A primer. Academic Press, 433P.

A comparative study of alive and dead eleutheroembryo of Beluga (*Huso huso*) shape (5DPH) using geometric morphometric method

Eshaghzadeh H.⁽¹⁾; Eagderi S.*⁽²⁾; Poorbagher H.⁽³⁾ and Kazemi R.⁽⁴⁾

Soheil.eagderi@ut.ac.ir

1, 2, 3 -Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, P.O. Box: 4314 Karaj, Iran

4-International Sturgeon Research Institute, P.O. Box: 41635-3464 Rasht, Iran

Received: March 2012

Accepted: August 2011

Keywords: Beluga, Deformity, Geometric morphometrics

Abstract

High mortality of beluga prelarvae (*Huso huso*) occurs in hatcheries and this appears to be linked to various abnormalities. Hence, this study was conducted to compare the body shape of alive and dead beluga prelarvae (5DPH) and to find the patterns of deformities among losses using geometric morphometric method. This method was applied to extract shape data as landmark's Cartesian coordinates. Specimens were photographed using digital camera and the landmarks put on two-dimensional images using tpsDig2. Landmark data after GPA (Generalized Procrustes Analysis) analyzed using PCA and DFA. Results showed significant differences between alive and dead prelarvae shapes. In addition, various pattern of deformities found in the operculum, yolk sac and caudal peduncle parts. Future studies are suggested on larvae and juvenile stage.

*Corresponding author