ارزیابی اثر تراکم بر پارامترهای کیفی آب در پرورش فیل ماهی (*Huso huso*)

سعیده رفعت نژاد[۱] و بهرام فلاحتکار[۲]*

falahatkar@guilan.ac.ir

۱- باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند، دماوند

۲- دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا صندوق پستی: ۱۱٤٤

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۸۹

لغات کلیدی: تراکم، کیفیت آب، رشد، ماهی خاویاری

امروزه در پرورش آبزیان، تراکم بعنوان عامل استرس‌زای مزمن شناخته شده است (Trenzado *et al.*, 2006; Rafatnezhad *et al.*, 2008). لذا در ارتباط با اثر کیفیت آب بر استرس، سلامتی و عملکرد ماهی مطالعات گوناگونی انجام شده است بطوریکه مشخص گردیده پرورش ماهی در تراکم بالا می‌تواند سبب استرس از طریق افت کیفی آب، تنش و تماس زیاد و یا اختلال گروهی نامطلوب شود (Procarione *et al.*, 1999). عدم تعادل شیمیایی در آب، سبب آسیب مستقیم به ماهی از طریق توقف فعالیت فیزیولوژیک نظیر تنظیم یونی، توقف عملکرد آبشش و کلیه و تخریب پوشش موکوسی ماهی می شود که یک محافظ اولیه در برابر تهاجم عوامل بیماری زای انگلی است (Klontz, 1993). به غیر از سود و منفعت اقتصادی، پرورش متراکم ماهی مسبب افت کیفی آب از طریق تراوشات متابولیک ماهی بوده که باعث افزایش مقدار بار آلی و آمونیاکی آب می شود (Tidwell *et al.*, 1998). سمیت آمونیاک برای ماهیان و دیگر موجودات آبزی عمدتاً مربوط به فرم غیر یونیزه (NH_3) آمونیاک است که در دما و pH بالاتر، درصد بالاتری از آن وجود دارد (Lawson, 1995).

انجام مطالعات راجع به ارتباط میان سلامت و تراکم ذخیره در تداخل با سایر متغیرها مثل قابلیت دسترسی به غذا (Robel & Fisher, 1999) یا کیفیت آب (Ellis *et al.*, 2002) بسیار سودمند و البته پیچیده می‌باشد. لذا درک صحیح از تاثیر محیط پرورش بر پاسخ استرسی ماهیان برای تولید مطلوب و حفظ سلامتی ماهیان دارای اهمیت زیادی است (Ellis *et al.*, 2002). تعیین تراکم بهینه برای کنترل شرایط محیط پرورش می‌تواند در افزایش بازدهی تولید در یک دوره پرورش حائز اهمیت بوده و به حفظ محیط زیست کمک نماید. لذا در این آزمایش به بررسی اثر تراکم ذخیره بر پارامترهای کیفی آب و رشد فیل ماهیان جوان پرداخته شده است.

بچه فیل ماهیان حاصل تکثیر اسفند ماه ۱۳۸۵، پس از پرورش و نگهداری در استخرهای خاکی واقع در مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی سد سنگر (استان گیلان) به حوضچه‌های فایبرگلاس (۰/۵×۲×۲ مترمکعب) مجهز به سیستم هواده منتقل شدند. وزن متوسط بچه ماهیان مورد آزمایش در شروع دوره ۱/۰۴±۹۳/۱۳ گرم (SE± میانگین) بود. پس از عادت‌دهی آنها با غذای دستی (Biomar, no. 1.9, Nersac, France) با ترکیبات

*نویسندهٔ مسئول

۵۰ درصد پروتئین خام، ۱۸ درصد چربی خام، ۱۰ درصد خاکستر و ۱/۳ درصد فیبر، ماهیان مورد آزمایش براساس وزن و درجه حرارت آب در طول آزمایش به میزان ۳-۱ درصد وزن توده زنده، روزانه در سه وعده مورد تغذیه قرار گرفتند.

بچه ماهیان در تراکم‌های مختلف ۱، ۲، ۴، ۶ و ۸ کیلوگرم بر مترمربع در سه تکرار مورد پرورش قرار گرفتند. میزان جریان آب ورودی (آب فیلتر شده رودخانه سفیدرود) به هر حوضچه پرورش ۱/۰±۳۳/۶ لیتر در دقیقه بوده و هوادهی پیوسته در طول دوره آزمایش انجام گردید. آب مخازن هر روز قبل از غذادهی سیفون گردیده تا غذای احتمالی مصرف نشده و فضولات از محیط پرورش خارج گردد. طول دوره پرورش ۸ هفته و از اواسط مرداد تا اواسط مهر سال ۱۳۸۶ بود.

هر ۲ هفته یکبار ۳۰ درصد از ماهیان هر حوضچه بصورت فردی زیست‌سنجی شدند و وزن فردی ماهیان با دقت ۰/۰۱ گرم و طول کل با دقت میلیمتر اندازه‌گیری و ثبت گردید. فاکتورهای رشد شامل: وزن (W)، افزایش وزن (WG)، طول کل (TL)، فاکتور وضعیت (CF)، کارآیی غذا (FE)، درصد افزایش وزن روزانه بدن (BWD) مورد محاسبه قرار گرفت (AL-Harbi, Siddiqui & 1999). قابل ذکر است ۲۴ ساعت قبل از هر زیست‌سنجی، غذادهی به ماهیان قطع می‌گردید.

روزانه یکبار قبل از غذادهی، (ساعت ۸ صبح) یک سوم آب هر حوضچه تخلیه می‌گردید. درجه حرارت، میزان اکسیژن و درصد اشباعیت آن روزانه بوسیله دستگاه اکسیژن متر (WTW oxi 33oi ساخت کشور آلمان) اندازه‌گیری می‌شدند. هفته‌ای یکبار از محل خروجی تانکها نمونه آب برداشته می‌شد و پارامترهای آب شامل: آمونیاک، نیتریت، نیترات، با استفاده از دستگاه فتومتر (Model pc22; Tintometer, GmBH, Germany) و pH با استفاده از کیت تجاری (Aquamerck; Merck, Darmstadt, Germany) مورد سنجش قرار گرفت.

طرح کلی این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی برنامه‌ریزی و اجرا گردید. پس از کنترل همگنی داده‌ها بوسیله آزمون Kolmogorov-Smirnov، نتایج توسط آزمون One-Way ANOVA مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین تیمارها بوسیله آزمون توکی (Tukey) با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

بعد از ۵۶ روز پرورش، همه پارامترهای رشد شامل: وزن نهایی (P=۰/۰۰، df=۴، F=۹۵/۲۴۵)، درصد افزایش وزن روزانه بدن (P=۰/۰۰، df=۴، F=۹۵/۲۴۵)، افزایش وزن (P=۰/۰۰، df=۴، F=۹۵/۲۴۵)، فاکتور وضعیت (P=۰/۰۰، df=۴، F=۶/۵۵۴) و کارآیی غذا (P=۰/۰۰، df=۴، F=۵۲/۶۰۲) اختلاف معنی‌داری را در تیمارهای مختلف نشان دادند.

توده زنده نهایی فیل‌ماهیان در تراکمهای ۱، ۲، ۴، ۶ و ۸ کیلوگرم بر مترمربع بترتیب به مقدار ۴/۰، ۶/۵، ۱۱/۰، ۱۴/۵و ۱۷/۱ کیلوگرم بر مترمربع حاصل گردید. قابل ذکر است که بازماندگی در همه تراکمهای پرورش ۱۰۰ درصد بود.

غلظت NH_3 (P=۰/۰۳۴، df=۴، F=۴/۰۰۳)، NO_2 (P=۰/۰۰۰، df=۴، F=۱۳/۳۶)، NO_3 (P=۰/۰۳۷، df=۴، F=۳/۹۱۰)، درصد اشباع اکسیژن (P=۰/۰۰۰، df=۴، F=۹۲/۹۸۶) و اکسیژن محلول (P=۰/۰۰۰، df=۴، F=۴۰/۹۱۱) تفاوت معنی‌داری را میان تراکمهای مختلف ذخیره نشان دادند.

متوسط درجه حرارت و pH در همه تیمارها دارای مقادیر ۰/۲±۲۳ و ۰/۱±۸/۱ بود بطوریکه اختلاف معنی‌داری در این پارامترها در تیمارهای مختلف مشاهده نشد. ارتباط میان اکسیژن محلول با آمونیاک و نیتریت در تراکمهای مختلف فیل‌ماهی جوان نشان داد که با افزایش تراکم و بدنبال آن کاهش اکسیژن، میزان آمونیاک و نیتریت افزایش و فرآیند اکسیژن خواه نیتریفیکاسیون افزایش می‌یابد (نمودار ۱). ارتباط میان اکسیژن محلول و ضریب تبدیل غذایی در تراکمهای مختلف ذخیره نشان داد که غلظت پایین اکسیژن با افزایش تراکم، اثر منفی بر ضریب تبدیل غذای فیل‌ماهی جوان دارد (نمودار ۲). کمترین (۰/۱۲±۲/۶۲) و بیشترین (۰/۲۴±۳/۳۶) مقدار نیترات بترتیب در کمترین (۱ کیلوگرم بر مترمربع) و بیشترین (۸ کیلوگرم بر متر مربع) تراکم حاصل گردید. مقادیر درصد اشباعیت اکسیژن از تراکم کمتر به بیشتر بترتیب شامل ۱/۸۴±۸۷/۴۰، ۲/۰۵±۸۲/۵۴، ۰/۳۶±۶۵/۶۱، ۰/۳۵±۵۹/۲۶ و ۱/۸۷±۵۴/۱۱ بود.

همانطور که نتایج این تحقیق نشان می‌دهد پارامترهای رشد شامل وزن نهایی، درصد افزایش وزن روزانه بدن، افزایش وزن، فاکتور وضعیت و کارآیی غذا اختلاف معنی‌داری را در تیمارهای مختلف نشان دادند. این نتایج نشان‌دهندهٔ اثر قابل توجه تراکمهای ذخیره بر رشد فیل‌ماهی جوان در مخازن پرورشی می‌باشد. قابل توجه اینکه از همان زیست‌سنجی اول (روز ۱۴ پرورش)، تمام پارامترهای رشد به جز فاکتور وضعیت، اختلاف معنی‌داری داشتند. پس از ۵۶ روز پرورش کمترین FCR (۰/۷۲) در پایین ترین تراکم و بیشترین FCR (۱/۱۷) در

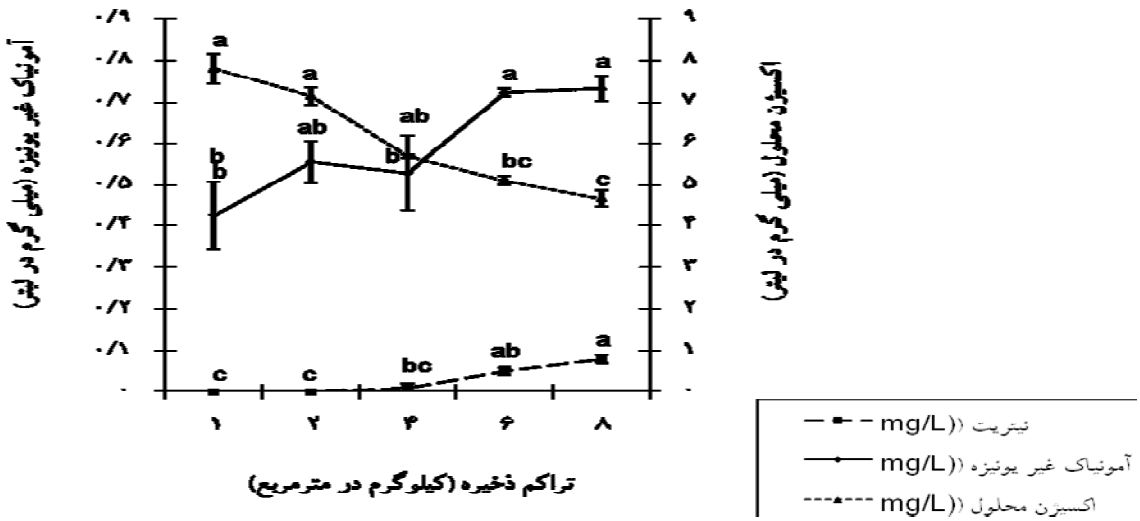
بالاترین تراکم مشاهده گردید (P=۰/۰۰۰، df=۴، F=۴۰/۱۱۰). افزایش تراکم منجر به کاهش کارآیی FCR، شرایط تغذیه‌ای و رشد در قزل‌آلای رنگین کمان نیز شده است (Ellis *et al.*, 2002). اثر تراکمهای مختلف (۱۰/۹-۳/۶ کیلوگرم بر مترمربع) بر رشد، بازمانـــدگی و ضریب تبدیل غذا در تاسماهی اطس جوان (*Acipenser oxyrhynchus*)، نشان داد بیشترین رشد در کمترین تراکم رخ می‌دهد (Jodun *et al.*, 2002). Papoutsoglou و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند تراکم پرورش، بر رشد ماهی سیم سفید دریایی اثر معنی‌دار داشته و تراکم بالا منجر به کاهش رشد و تغییرات رفتاری می‌گردد. کاهش رشد و بهره‌وری غذا با افزایش تراکم ذخیره در چندین گونه از ماهیان شامل کفشک (Howell, 1997)، سگ ماهی خالدار (Foss *et al.*, 2003)، هیبرید تیلاپیا (AL-Harbi & Siddiqui, 2000) و کفال (Sampaio *et al.*, 2001) گزارش شده است.

ارزیابی شاخص‌های کیفیت آب نشان می‌دهد اکسیژن محلول، آمونیاک، نیتریت، نیترات در بین تیمارهای مختلف ذخیره، اختلاف معنی‌دار دارد. این نتیجه می‌تواند بعلت افزایش تقاضای اکسیژنی در شرایط تنش‌زا و استرسی در تراکم بیشتر، بمنظور رفع نیازهای متابولیک ماهی در کنار افت کیفیت پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب باشد. افزایش FCR در تراکم‌های بالاتر نشان می‌دهد که کارآیی غذا کاهش یافته، بنابراین احتمالاً وجود غذای مصرف نشده یا بقایای غذای نیمه هضم شده در مخزن منجر به افزایش میزان آمونیاک، نیتریت و نیترات در تراکم بالاتر می‌شود. علاوه بر اینکه کاهش اشتها در تراکمهای استرس‌زای بالاتر منجر به کاهش مصرف غذا شده (Rafatnezhad *et al.*, 2008)، افت کیفی آب نیز در این شرایط حادث می‌شود اگرچه کاهش اکسیژن آب با افزایش تراکم نیز در افزایش ترکیبات نیتروژنی مضر (آمونیاک و نیتریت) بی‌تاثیر نمی‌باشد. ضمن اینکه فرآیند تبدیل آمونیاک به نیترات (نیتریفیکاسیون) نیاز به اکسیژن دارد (Lawson, 1995). نتایج یک بررسی روی اثر تراکم تیلاپیا بر رشد و کیفیت آب نشان داد که تراکم ماهی و مقدار ورودی غذا روی کیفیت آب اثر معنی‌دار دارند و تراکم ذخیره بالا همراه با تغذیه زیاد می‌تواند سبب ایجاد غلظت‌های بالایی از نیتروژن آمونیاکی و نیتریتی، فسفر و مقادیر پایین اکسیژن محلول در آب مخازن شود (AL-Harbi & Siddiqui , 2000). در مطالعه‌ای مشخص شد که کارآیی تبدیل غذای ماهی دورگه تیلاپیا (*O. niloticus* × *O. aureus*) در تراکم بالای پرورش، پایین بوده و اضافی غذا بصورت متابولیت‌های سمی ظاهر می‌شـود (Siddiqui & Al-Harbi, 1999). در تراکم بالا، مقدار ذرات جامد معلق بعلت تولید بیشتر مدفوع و حرکت بیشتر ماهی افزایش می‌یابد. اکسیژن محلول در کنار غذا و درجه حرارت مهمترین فاکتور کنترل رشد است و مقدار اکسیژن محلول در زیر سطح بحران منجر به کاهش مصرف غذا، رشد و کارآیی تبدیل غذا می‌شود (Jobling, 1994). اثرات بیولوژیک افزایش تراکم می‌تواند سبب افزایش ذرات جامد معلق، CO_2 و آمونیاک شود که برای ماهی خطرناک است. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد تراکم ذخیره اثر قابل توجهی بر کیفیت آب و رشد فیل ماهی جوان طی مدت ۵۶ روز پرورش دارد. اثر تراکم بالا بر افت کیفی آب منجر به کاهش اشتهای ماهی شده که این وضعیت بر رشد ماهی بی‌تاثیر نیست. بنابراین تعیین تراکم بهینه برای کنترل شرایط محیط پرورش می‌تواند در افزایش بازدهی تولید در یک دوره پرورش حائز اهمیت باشد. نتایج این تحقیق میزان تاثیر هر یک از تراکمهای پیشنهادی را بر کیفیت آب تعیین می‌کند تا یک پرورش‌دهنده بتواند بینشی صحیح از انتخاب هر یک از تراکمهای حاضر در این تحقیق را کسب نماید.

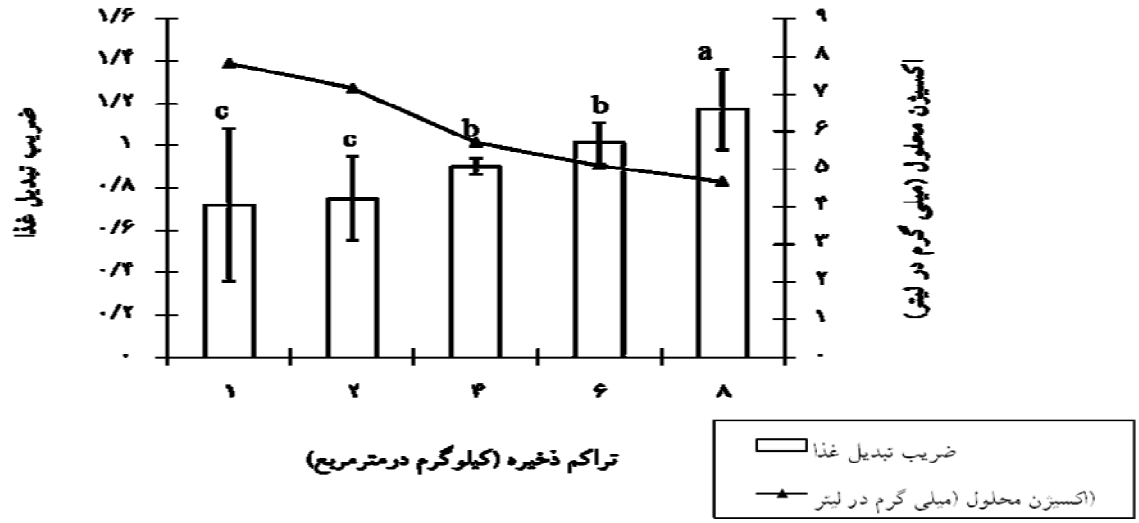
جدول ۱: تاثیر تراکم‌های ذخیره بر پارامترهای رشد شامل وزن (W)، فاکتور وضعیت (CF)، افزایش وزن (WG)، درصد افزایش وزن روزانه بدن (BWD) و کارایی غذا (FE) در فیل ماهیان پس از ۵۶ روز پرورش (میانگین ±SE)

تراکم ذخیره (کیلوگرم در مترمربع)	W (گرم)	CF	WG (گرم)	BWD (درصد)	FE (درصد)
۱	۳۶۲/۴±۶/۹^{a}	۰/۴۳±۰/۰۱^{ab}	۲۶۹/۳±۶/۹^{a}	۵/۶±۰/۱۴^{a}	۱۰/۶۵±۰/۰۸^{a}
۲	۳۱۹/۷±۲/۱^{b}	۰/۴۴±۰/۰۱^{a}	۲۲۶/۵±۲/۱^{b}	۴/۷±۰/۰۴^{b}	۱۰/۱۶±۰/۱۴^{a}
۴	۲۶۷/۰±۹/۲^{c}	۰/۴۱±۱/۰۱^{abc}	۱۷۳/۹±۹/۲^{c}	۳/۶±۰/۱۹^{c}	۸/۵۰±۰/۳۸^{b}
۶	۲۴۲/۱±۶/۲^{c}	۰/۳۹±۰/۰۰^{bc}	۱۴۹/۰±۶/۲^{c}	۳/۰±۰/۱۲^{c}	۷/۵۸±۰/۲۱^{b}
۸	۲۱۱/۱±۴/۱^{d}	۰/۳۸±۰/۰۰^{c}	۱۱۸/۰±۴/۱^{d}	۲/۴±۰/۰۸^{d}	۶/۵۶±۰/۲۳^{c}

حروف غیرمشترک نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌داردر هر تیمار می‌باشد (P<۰/۰۵).



نمودار ۱ : ارتباط بین اکسیژن محلول با غلظت آمونیاک و نیتریت در تراکمهای مختلف ذخیره‌سازی فیل ماهی (mean ± SE)



نمودار ۲: ارتباط بین اکسیژن محلول با ضریب تبدیل غذایی در تراکمهای مختلف ذخیره‌سازی فیل‌ماهی (mean ± SE)

منابع

AL-Harbi A.H. and Siddiqui A.Q., 2000. Effects of Tilapia stocking densities on fish growth and water quality in tanks. Asian Fisheries Sciences, 13:391–396.

Ellis T., North B., Scott A.P., Bromage N.R., Porter M. and Gadd D., 2002. The relationship between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. Journal of Fish Biology, 61:493–531.

Foss A., Vollen T. and Oiestad V., 2003. Growth and oxygen consumption in normal and O_2 supersaturated water, and interactive effects of O_2 saturation and ammonia on growth in spotted wolffish (*Anarhichas minor* Olafsen). Aquaculture, 224:105–116.

Howell B.R., 1997. A re-appraisal of the potential of the sole, *Solea solea* (L) for commercial cultivation. Aquaculture, 155:355–365.

Jobling M., 1994. Fish bioenergetics. Chapman and Hall, London, UK. 309P.

Jodun W., Millard M. and Mohler J., 2002. The effect of rearing density on growth, survival, and feed conversion of juvenile Atlantic sturgeon. North American Journal of Aquaculture, 64:10–15.

Klontz G.W., 1993. Environmental requirement and environmental diseases of salmonids. *In*: (M. Stoskopf ed.), Fish Medicine. Saunders, Philadelphia, PA, USA. pp.333–342.

Lawson T.B., 1995. Fundamentals of aquacultural engineering. Chapman and Hall, New York, 355P.

Papoutsoglou S.E., Karakatsouli N., Pizzonia G., Dalla C., Polissidis A. and Papadopoulou-Daifoti Z., 2006. Effects of rearing density on growth, brain neurotransmitters and liver fatty acid composition of juvenile white sea bream *Diplodus sargus* L. Aquaculture Research, 37:87–95.

Procarione L.S., Barry T.P. and Malison J.A., 1999. Effects of high rearing densities and loading rates on the growth and stress responses of juvenile rainbow trout. North American Journal of Aquaculture, 61:91–96.

Rafatnezhad S., Falahatkar B. and Tolouei Gilani M.H., 2008. Effects of stocking density on haematological parameters, growth and fin erosion of great sturgeon (*Huso huso*) juveniles. Aquaculture Research, 39:1506–1513.

Robel G.L. and Fisher W.L., 1999. Bioenergetics estimate of the effects of stocking density on hatchery production of small mouth bass fingerlings. North American Journal of Aquaculture, 61:1–7.

Sampaio L.A., Ferreira A.H. and Tesser M.B., 2001. Effect of stocking density on laboratory rearing of mullet fingerlings, *Mugil platanus* (Gunther, 1880). Acta Scientiarum, 23:471–475.

Siddiqui A.Q. and Al-Harbi A.H., 1999. Nutrient budget in tilapia tanks with four different stocking densities. Aquaculture, 170:245–252.

Tidwell J.H., Webster C.D., Coyle S.D. and Schulmeister G., 1998. Effect of stocking density on growth and water quality for largemouth bass *Micropterus salmoides* grow out in ponds. Journal of World Aquaculture Society, 29:79–83.

Trenzado C., Morales A. and Higuera M., 2006. Physiological effects of crowding in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, selected for low and high stress responsiveness. Aquaculture, 258:583–593.

Evaluation of stocking density on water quality parameters in rearing of Beluga (*Huso huso*)

Rafatnezhad S.[(1)] and Falahatkar B.[(2)*]

falahatkar@guilan.ac.ir

1-Young Researchers Club, Islamic Azad University, Damavand Branch, Damavand, Iran

2- Faculty of Natural Resources, University of Guilan, P.O.Box: 1144 Sowmeh Sara, Iran

Received: October 2009 Accepted: 2010

Keywords: Density, Water quality, Growth, Sturgeon

Abstract

The potential effects of stocking densities (1, 2, 4, 6 and 8kg/m^{-2}) of Beluga (*Huso huso*) was investigated on water quality and growth factors of the fish. Feed was offered three times daily using a commercial diet to the juvenile fish at the average initial weight of 93.13±1.04g (±SE) for a period of 8 weeks. The final biomass was 4.0, 6.5, 11.0, 14.5, 17.1kg/m^{-2} from the lowest to the highest densities, respectively. At the termination of the experiment, the mean weight reached 362.4±6.9, 319.7±2.1, 267±9.2, 242.1±6.2 and 211.1±4.1 in densities of 1 to 8kg/m^{-2}, respectively. Results of the present study showed that growth parameters, including: Final weight (W), body weight daily (BWD), weight gain (WG), condition factor (CF) and feed efficiency (FE) had significant differences among the treatments ($P<0.05$). Water quality indices including nitrite (NO_2), ammonia (NH_3), nitrate (NO_3) and dissolved oxygen (DO) showed significant differences among the treatments affected by different densities, while other water quality parameters including temperature and pH showed no significant difference ($P>0.05$). Results showed that stocking densities have major effects on water quality and growth indices of Beluga juveniles.