تعیین مناسبترین تراکم کشت در فیل‌ماهی پرورشی (*Huso huso*)

محمود محسنی[۱]، حمیدرضا پورعلی[۲]، میر مسعود سجادی [۳] و وفا آق تومان[۴]

Mahmoudmohseni@yahoo.com

۱، ۲ و ٤- انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت صندوق پستی: ٣٤٦٤-٤١٦٣٥

۳ - گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه دانشگاه هرمزگان، بندرعباس صندوق پستی: ۳۹۹۵

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۸۵

چکیده

اثر تراکم کشت بر میزان رشد، ضریب تبدیل غذایی، شاخص رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن در دو فاز مطالعاتی با بچه فیل‌ماهیان زیر یکسال با وزن متوسط ۱/۷۲±۹۲/۰۹ گرم با تراکم ۱/۶، ۲/۸ و ۴ کیلوگرم در مترمربع (هر تیمار با سه تکرار) به مدت ۱۰۰ روز و فیل‌ماهیان یکساله با وزن متوسط ۲۱/۸۷±۹۱۸/۱۳ گرم به مدت ۱۲۰ روز در با تراکم ۱/۵، ۲/۵، ۳/۵ و ۴/۵ کیلوگرم در مترمربع (هر تیمار با سه تکرار) در حوضچه‌های فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج یافته‌ها نشان دهندهٔ تاثیر منفی تراکم در روند رشد، درصد افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی در دو فاز آزمایشی بود. در فاز اول بچه ماهیانی که در تراکم پائین‌تر (۱/۶ کیلوگرم در مترمربع) پرورش یافته بودند، افزایش رشد معنی‌داری نسبت به ماهیان تراکمهای ۲/۸ و ۴ کیلوگرم در مترمربع (بترتیب ۴۲/۳ و ۶۱ درصد) داشتند ($P\leq$ ۰/۰۵). ماهیان نگهداری شده در تراکم بالا (۴ کیلوگرم در مترمربع) بدلیل برخوردهای بیشتر دارای بدن زخمی و باله‌های تغییر شکل یافته بودند. در مرحله دوم پرورش نیز رشد ماهیان با افزایش تراکم کم شده، بطوریکه ماهیان تراکم پایین (۱/۵ کیلوگرم در مترمربع) بترتیب ۷/۲، ۱۵/۶ و ۱۹/۸ درصد بیشتر از ماهیان تراکمهای ۲/۵، ۳/۵ و ۴ کیلوگرم در مترمربع افزایش وزن داشته‌اند. تجزیه و تحلیل اطلاعات بدست‌آمده در طول دوره پرورش نشان داد، با افزایش تراکم کشت در واحد سطح، بدلیل کاهش سطح تغذیه به ازای هر ماهی و ایجاد طبقات مختلف وزنی، روابط متقابل تغذیه‌ای بین ماهیان افزایش یافته، که این امر منجر به نامساوی شدن سهم هر ماهی در گرفتن غذا، در نتیجه افزایش نوسان در وزن و کاهش میزان کارایی و ثمربخشی غذا را به دنبال خواهد داشت. براساس نتایج بدست آمده در مطالعه حاضر، تراکم مطلوب برای پرورش ماهیان تا وزن ۹۰ گرم، ۱/۵ تا ۲ کیلوگرم در مترمربع و برای ماهیان بیش از ۹۰۰ گرم، تراکم ۲/۵ تا ۳ کیلوگرم در مترمربع توصیه می‌شود.

لغات کلیدی : فیلماهی، ***Huso huso***، تراکم کشت، ضریب تبدیل غذایی و رشد

مقدمه

فیل‌ماهی (*H. huso*) بزرگترین ماهی خانواده تاسماهیان و از ماهیان تجاری دریای خزر می‌باشد که بدلیل رشد سریع و تحمل شرایط نامساعد محیطی، برای پرورش از اهمیت بیشتری نسبت به سایر گونه‌ها برخودار است، از طرفی گونهٔ فوق بعلت تولید خاویار سیاه از ارزش شیلاتی بالایی برخوردار است. در مراکز پرورش ماهی، افزایش تراکم کشت در حوضچه‌ها که بعضاً بعلت کمبود فضا و سایر محدودیت‌های اجرایی صورت می‌پذیرد، ممکن است آثار و عواقب سویی بر کیفیت تولید و بازماندگی ماهیان بگذارد. دراین شرایط افزایش تراکم و نگهداری بچه ماهیان در یک فضای محدود بعلت عدم توزیع یکنواخت غذا، باعث افزایش تشکیل گروههای مختلف وزنی و درصد تلفات خواهد شد (محسنی، ۱۳۷۷). تراکم بالا در بسیاری از گونه‌ها از قبیل: گربه ماهی کانالی (*Oncorhynchus kisutch*) (Wedmeyer, 1976; Fagerlund *et al.*, 1981)؛ ماهی آزاد کوهو (*Ictalurus punctatus* Raf.) (Gatlin *et al.*, 1986); قزل‌آلای قهوه‌ای (*Salmo trutta*) (Klinger *et al.*, 1983 ;Ainsworth *et al.*,1985), (Pickering & Stewart, 1984), قزل‌آلای رنگین کمان (rainbow trout) (Barton *et al.*, 1980) و تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) (بهمنی، ۱۹۹۹) بعنوان یک عامل تنش‌زا معرفی شده است. همچنین میزان رشد، مصرف غذا و شاخص رشد ویژه در *Salvelinus fontinalis* بطور معنی‌داری با افزایش تراکم کاهش یافت. از طرف دیگر بررسی روند رشدقزل‌آلای رنگین کمان در تراکمهای مختلف نشان داد که رشد متوسط فردی (بدون توجه به رژیم غذایی) در کمترین تراکم، بیشترین و در بیشترین تراکم، کمترین بود. مطالعه حاضر به منظور دستیابی به بهترین تراکم کشت در واحد سطح با توجه به اینکه تاسماهیان غذا را از کف جستجو می‌کنند، تراکم بیشتر براساس سطح کف در نظر گرفته می‌شود تا حجم آب (Mims *et al.*, 2002)، جهت بهینه کردن شرایط زیستی و تعیین تاثیر تراکم بر روند رشد و مقادیر ضریب تبدیل غذا در شرایط یکسان محیطی (نور، درجه حرارت، اکسیژن محلول و شدت جریان آب) در دو فاز مطالعاتی با تراکمهای مختلف انجام شد.

مواد و روش کار

کلیه مراحل اجرایی و تحقیقاتی آزمایش فوق در انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری رشت، انجام شد. در مرحله اول ۱۵۰ عدد بچه فیل‌ماهی با وزن متوسط (۹۲/۰۲±۱/۷۲) گرم در ۹ وان فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری مجهز به سیستم هوادهی و تخلیه آب مرکزی با تعویض آب ۳۵ درصد در ساعت و تحت شرایط نور طبیعی با سیستم مستقیم آب در سه تیمار با سه تکرار با تراکمهای ۱/۶، ۲/۸ و ۴ کیلوگرم در هر مترمربع کشت گردیدند. دمای آب بصورت روزانه و اکسیژن محلول در آب حداقل یکبار در هفته برای تمام وانها اندازه‌گیری شد. ماهیها از جیره رشد حاوی ۱۳ تا ۱۵ درصد چربی، ۲۰ تا ۲۱ مگاژول بر کیلوگرم انرژی و ۴۵ تا ۴۸ درصد پروتئین خام تولید شده در انستیتو تحقیقات به میزان ۲ درصد بیوماس تغذیه شدند. میزان غذای هر تانک برحسب بیوماس بعد از هر بیومتری تعیین گردید. ماهیان به مدت دو هفته با شرایط تغذیه و محیط پرورشی سازش یافتند. در طول ۱۰۰ روز دوره پرورش، ۵ بار زیست‌سنجی به فاصله ۲۵ روز انجام شد و طی آن وزن و طول چنگالی ماهیان به منظور تعیین کارایی رشد و اثر تراکم در ارتباط با ظهور ناهنجاریهای ریختی بررسی گردید. برای کاهش استرس ناشی از زیست‌سنجی، تغذیه ماهیان به مدت ۱۸ ساعت قبل از زیست‌سنجی قطع گردید.

در مرحله دوم ۹۰ عدد فیل‌ماهی یکساله با وزن متوسط ۹۱۸/۱۳±۲۱/۸۷ گرم در ۱۲ وان فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری، با تراکم‌های ۱/۵، ۲/۵، ۳/۵ و ۴/۵ کیلوگرم در مترمربع، با سه تکرار برای هر تیمار کشت گردیدند. جیره غذایی و مدیریت پرورش در طول دوره دقیقاً شبیه فاز ۱ بود. طی ۱۲۰ روز پرورش ۵ بار زیست‌سنجی به فاصله ۳۰ روز انجام شد و طی آن وزن و طول چنگالی کلیه ماهیان اندازه‌گیری شد. عوامل محاسباتی مورد استفاده شامل شاخص رشد ویژه (SGR %day) با استفاده از فرمول:

$$[(\ln W_f - \ln W_i)/ t \times 100)]$$

و درصد افزایش وزن بدن (BWI %) با استفاده از فرمول:

$$[(BW_f - BW_i)/Bwi] \times 100$$

محاسبه شد که در آنها W_i و W_f بترتیب وزن متوسط اولیه و نهایی ماهیان و t مدت زمان بین توزین هاست. ضریب تبدیل غذا (FCR) طبق فرمول (TF/WG) محاسبه شد که در آن TF مقدار کل غذای مصرف شده و WG میزان تولید خالص است. کلیه اطلاعات بدست آمده از تراکمهای مختلف در هر دو مرحله پرورش برای تعیین اختلافهای آماری با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) و تست چند دامنه جداساز توکی با سطح اعتماد ۹۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

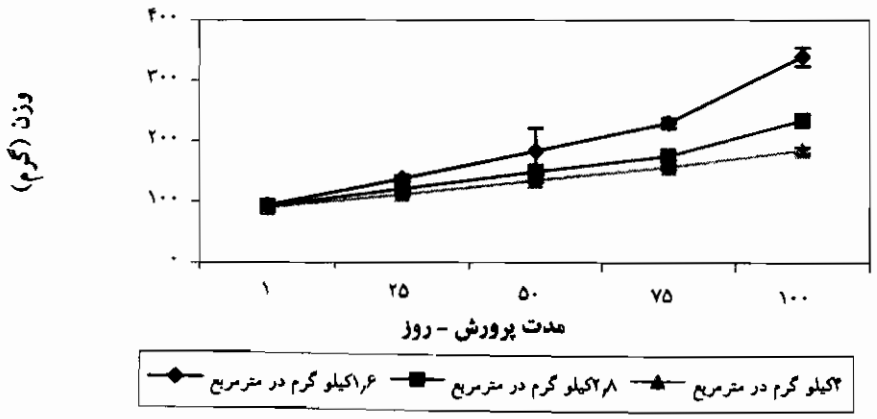
نتایج

نوسانات دمایی و اکسیژن محلول در آب هیچگونه اختلاف معنی‌داری را در طول دوره پرورش نشان ندادند. در مرحله اول پرورش، دمای آب (۱/۳±۲۱/۳) درجه سانتیگراد و اکسیژن محلول در آب (۰/۸۹±۷/۵) میلیگرم در لیتر بود. در طول دوره پرورش تلفاتی در تیمارها مشاهده نشد. با افزایش تراکم بدلیل افزایش برخورد فیزیکی ماهیان با یکدیگر، تعداد ماهیانی که دارای بدن زخمی و باله‌های تغییر شکل یافته بودند، در وانهای با تراکم بالا (حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد ماهیان تراکم ۲/۸ و ۴ کیلوگرم در مترمربع) افزایش یافت. نتایج مربوط به مقادیر متوسط پارامترهای زیستی در مرحلهٔ اول پرورش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ : مقادیر متوسط پارامترهای بیولوژیکی در مرحله اول پرورش

تیمار	۱/۶	۲/۸	٤
شاخص	کیلوگرم در مترمربع	کیلوگرم در مترمربع	کیلوگرم در مترمربع
میانگین وزن اولیه (گرم)	۹۳/۷۹±۲/۹۵ [a]	۹۲/۵±۱/۳۵ [a]	۸۹/۹۹±۰/۸۸ [a]
میانگین وزن انتهایی (گرم)	۳۳۹/٦۸±۱۵/٤۵ [a]	۲۳٤/۱۹±۸/۹۹ [b]	۱۸٤/۹۹±۵/۱ [c]
ضریب تبدیل غذا	۱/٤٦±۰/٦۳ [a]	۲/۰۹ ±۰/۸ [ab]	۳/۷±۰/۲۷ [b]
شاخص رشد ویژه	۱/۳۸±۰/۰۷ [a]	۱±۰/۰۷ [b]	۰/۷۷±۰/۰٦ [c]
درصد افزایش رزن بدن	۲٦۲/۳±۲۳/٦۱ [a]	۱۵۳/٦±۱٦/۱ [ab]	۱۰۵/۸±۱۱/۵۸ [b]
اولویت‌بندی تیمارها	A	B	AB

*گروه A نسبت به دو گروه دیگر کاملاً برتری دارد (ستونهایی که حروف غیرمشابه دارند، اختلافشان معنی‌دار است).



نمودار ۱ : وزن متوسط بچه فیل ماهیان پرورش یافته در تراکم مختلف (فاز اول)

RICEST©

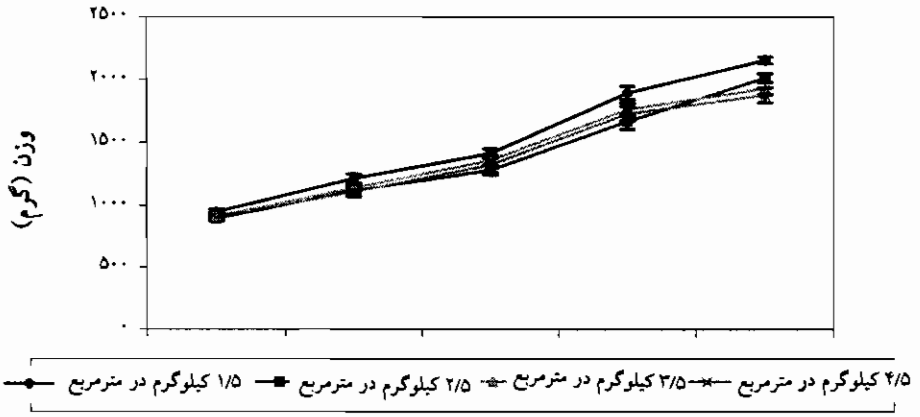
همانطور که از نمودار ۱ مشخص است، میزان رشد با تراکم نسبت عکس داشته و با افزایش تراکم (از ۱/۶ به ۴ کیلوگرم) وزن بطور معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) کاهش می‌یابد (از ۱۵/۴۵±۳۳۹/۶۸ به ۵/۱± ۱۸۴/۹۹). میزان رشد ماهیان در تراکم ۱/۶، بترتیب ۴۲/۳ و ۶۱/۳ درصد از تراکمهای ۲/۸ و ۴ کیلوگرم در هر مترمربع بیشتر بود.

میانگین F.C.R نسبت مستقیم با تراکم داشته، بیشترین مقدار آن به میزان ۳/۷ واحد در تراکم ۴ کیلوگرم در هر مترمربع و کمترین مقدار به میزان ۱/۴۶ واحد در تراکم ۱/۶ کیلوگرم در هر مترمربع مشاهده شد. شاخص رشد ویژه و درصد افزایش وزن در تراکم پایین (۱/۶ کیلوگرم در هر مترمربع) به ترتیب با مقادیر ۱/۳۸ درصد در روز و ۲۶۲/۳ درصد بصورت معنی‌داری از دو تیمار دیگر بیشتر بودند ($P\leq ۰/۰۵$). در جدول دو مقادیر پارامترهای بیولوژیکی اندازه‌گیری شده در مرحله دوم پرورش ارائه شده است. نوسانات دمایی و اکسیژن محلول در آب در مرحله دو هیچگونه اختلاف معنی‌داری را در طول دوره پرورش نشان نمی‌دهند، در این مرحله متوسط دما و اکسیژن محلول در آب در طی این دوره پرورش بترتیب (۲/۵±۱۹/۵) درجه سانتیگراد و (۰/۸±۷/۵) میلیگرم در لیتر در نوسان بود.

جدول ۲: مقادیر متوسط پارامترهای بیولوژیک در مرحله دوم پرورش

شاخص	تیمار یک (۱/۵ کیلوگرم در مترمربع)	تیمار دو (۲/۵ کیلوگرم در مترمربع)	تیمار سه (۳/۵ کیلوگرم در مترمربع)	تیمار چهار (۴/۵ کیلوگرم در مترمربع)
میانگین وزن اولیه (گرم)	۱۹/۸۷±۹۵۰/۳۳[a]	۱۶/۸۴±۸۹۴/۷۷[a]	۲۱/۵۴±۹۱۴/۷۳[a]	۲۹/۲۷±۹۱۲/۷۳[a]
میانگین وزن انتهایی (گرم)	۲۶/۸۲±۲۱۵۶/۸۸[a]	۳۵/۵۷±۲۰۱۳/۷۲[a]	۴۷/۴۲±۱۹۳۲/۱[b]	۵۹/۶۲±۱۸۸۰/۳۳[b]
ضریب تبدیل غذا	۰/۱۳±۲/۲۶[a]	۰/۲۸±۲/۰۹[a]	۰/۲۱±۴/۹۷[b]	۰/۲۸±۵/۶[b]
شاخص رشد ویژه	۰/۰۱±۰/۷۹[a]	۰/۰۱±۰/۷۸[a]	۰/۰۱±۰/۷۲[b]	۰/۰۳±۰/۶۹[b]
درصد افزایش وزن بدن	۰/۸۶±۱۲۶/۹[a]	۰/۸۳±۱۲۵/۱[a]	۳/۱۲±۱۱۱/۲[a]	۶/۴۵±۱۰۶/۵[a]
اولویت‌بندی تیمارها	A	B	C	D

*گروه A نسبت به گروه B برتری دارد، ولی نسبت به دو گروه دیگر (D &C) برتری دارد (ستونهایی که حروف غیرمشابه دارند، اختلافشان معنی‌دار است).



نمودار ۲ : متوسط وزن فیل‌ماهیان جوان برورش یافته در تراکم‌های مختلف (فاز دوم)

با توجه به نمودار ۲ و جدول ۲ می‌توان گفت که با افزایش تراکم از میزان رشد ماهیان بطور معنی‌داری کاسته شد، بطوریکه در انتهای دوره پرورش بین بالاترین (۴/۵ کیلوگرم در مترمربع) و پایین‌ترین تراکم (۱/۵ کیلوگرم در مترمربع) ۱۹/۸ درصد اختلاف رشد مشاهده گردید. در تمامی تیمارها با افزایش تراکم کشت، مقادیر F.C.R افزایش (از ۲/۲۶ در تراکم ۱/۵ تا ۵/۶ در تراکم ۴/۵) ولی SGR و BWI درصد کاهش یافتند (بترتیب ۰/۷۹ و ۱۲۶/۹ برای تراکم ۱/۵ و ۰/۷ و ۱۰۶/۵ برای تراکم ۴/۵).

بحث

درخصوص شرایط بهینه پرورش گوشتی، نیازمندیهای غذایی، مدیریت پرورش تاسماهیان اطلاعات کمی وجود دارد. این امر عامل عمدهٔ محدود کننده در توسعهٔ پرورش این ماهیان در آینده خواهد بود (Hung, 1999). بالاترین مقدار رشد و نمو در مطالعه اخیر بطور مشخص در ماهیانی که از مناسبترین تراکم کشت برخوردار بودند، مشاهده گردید ($P\leq ۰/۰۵$). همچنین مشخص شد با کاهش درجه حرارت میزان ثمربخشی غذا بر رشد فیل‌ماهی کاهش یافت. چون در این زمان انرژی متابولیسمی کاهش می‌یابد. بررسی مقادیر ضریب تبدیل غذا حاکی از آن است که کمترین میزان FCR در فاز اول پرورش مربوط به تیمار یک (تراکم کشت ۱/۶ کیلوگرم در مترمربع) به میزان ۱/۴۶±۰/۶۳ می‌باشد، که با تیمار ۳ (تراکم کشت ۴ کیلوگرم در مترمربع) دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود ($P\leq ۰/۰۵$). همچنین تیمار فوق دارای بیشترین میزان SGR و BWI% بود. بنابراین از دیدگاه مدیریت پرورش، با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۱ باید اذعان نمود که تیمار یک نسبت به سایر تیمارها برتری دارد. بعبارت دیگر، مطالعه حاضر وجود رابطه معکوس بین تراکم کشت و رشد را در بچه ماهیان بلوگا و بلوگای یکساله نشان داد، بطوریکه بالاترین مقدار رشد و نمو در مطالعه اخیر بطور مشخص در ماهیانی که دارای مناسبترین تراکم کشت (۱/۶ کیلوگرم در مترمربع) بودند، مشاهده گردید ($P\leq ۰/۰۵$). وجود رابطه معکوس بین رشد و تراکم ممکن است بدلیل کاهش مصرف غذا (Vijayan & Leatherland, 1988) یا افزایش فعالیتهای محتاج انرژی بعلت افزایش تأثیر متقابل اجتماعی باشد (Fenderson & Carpenter, 1971 ; Li & Brocksen, 1977). نتایج این تحقیق با نتایج بدست آمده از مطالعات (محسنی، ۱۳۷۷، Refstie & Kittelsen, 1976; Li & Brocksen, 1977; Refstie, 1977; Fagerlund *et al.*, 1981; Trzebiatowski *et al.*, 1981; Leatherland & Cho, 1985; Soderberg & Krise, 1986; Papoutsoglou *et al.*, 1987; Vijayan & Leatherland, 1988; Elrod *et al.*, 1989; Holm *et al.*, 1990; Jobling, 1985; Chua & Ten, 1979; Degani, 1993) که در آنها وجود رابطه معکوس بین رشد و تراکم ثابت شد، مطابقت دارد اما با یافته‌های (Soderberg & Meade, 1987; Hatziathanasiou *et al.*, 2002 ; Kaiser *et al.*, 1995 ; Duray *et al.*, 1996 ; Sampaio & Phonlor, 1996 ; Baskerville-Bridges & Kling, 2000) که رابطه‌ای بین تراکم و رشد پیدا نکردند، مخالف بود. افزایش تراکم بخاطر افزایش تأثیر متقابل در بین ماهیان باعث کاهش رشد می‌شود، ولی در بعضی گونه‌ها تراکم خیلی بالا در مرحله لاروی (Macintosh & De Silva, 1984) یا ماهیان بزرگتر (Jobling, 1995) اثر عکس دارد. اثر تحریک‌کنندگی تراکم بر افزایش رشد و مصرف غذا در ماهی بستر نسل اول و بلوگای فینگرلینگ توسط Andryuschenko (۱۹۸۷) گزارش شده است، در این ماهیان افزایش تراکم باعث تحریک فعالیت جستجو برای غذا شده و مصرف غذا را افزایش داد، بنابراین مقدار غذای خورده شده در تراکمهای بالا افزایش یافت (Gershanovich & Taufic, 1992) این یافته‌ها بر خلاف یافته‌های Fenderson و Carpenter (۱۹۷۱) درخصوص آزاد ماهیان، شفچنکو (۱۹۹۹) در خصوص ماهی بستر، بلوگا و ازون برون (کاهش مصرف غذا در تراکمهای بالاتر) و مطالعه حاضر در مورد بلوگا بود. وجود نتایج متفاوت در مورد رابطه تراکم کشت با رشد در گونه بلوگا ممکن است بخاطر تفاوت شرایط آزمایشی (مثل کیفیت آب)، تفاوت اندازه و سن ماهیان باشد، از طرفی ممکن است یک گونه در مراحل مختلف رشد پاسخهای متفاوتی درباره رابطه تراکم

با رشد نشان دهد. نتایج یافته‌های Hatziathanasiou و همکاران (۲۰۰۲)، در گونه باس دریایی در مرحله لاروی نشان می‌دهد که رشد و بازماندگی رابطه‌ای با تراکم نداشت، ولی در مرحله پست لاروی تراکم تاثیر منفی بر رشد گذاشت.

در فاز دوم مطالعه نیز عملکرد رشد مشابه فاز اول در تیمارهای مختلف مورد بررسی ثبت گردید. بطوریکه بررسی شاخصهای وزن ثانویه، FCR, SGR و BWI% در مرحله دوم پرورش نشان داد، عدم رعایت تراکم مناسب کشت بر عوامل فوق‌الذکر تاثیرگذار می‌باشد، بنحویکه با رعایت دقیق تراکم، شاخصهای فوق‌الذکر در وضعیت مطلوبتری قرار گرفتند، ولی بهترین روند رشد و راندمان غذا بترتیب در ماهیان با تراکم کشت (۱/۵ و ۲/۵ کیلوگرم در مترمربع) مشاهده شد ($P\leq$ ۰/۰۵). با توجه به یکسان بودن شرایط پرورشی می‌توان اذعان نمود، افزایش تراکم باعث می‌شود که ماهی وادار به شنای فعال شود که در اثر تعدد برخوردهای ماهیان به یکدیگر، کارایی تبدیل غذا و در نتیجه زیتوده کاهش می‌یابد (محسنی، ۱۳۷۷). در این شرایط اولاً ممکن است کمبود سطح تغذیه (سطحی که ماهی بتواند غذای خود را از آن بدست آورد، با توجه به کفزی‌خوار بودن بلوگا) تحت تأثیر تراکم ایجاد شود، که این عامل می‌تواند برخورد بین بچه ماهیان را افزایش دهد. ثانیاً افزایش چنین رقابتی بنو به خود منجر به کاهش سهم ماهیان ضعیف‌تر در کسب غذا خواهد شد (Helser & Almeida, 1997)، در تحقیق حاضر مقادیر برآورد شده برای ضریب تبدیل غذایی با افزایش تراکم کشت، افزایش و درصد افزایش وزن بدن و شاخص رشد ویژه کاهش یافت (جدول ۲). این یافته مشابه تحقیق Vigayan و Leatherland (۱۹۸۸) در مورد گونه brook charr و Fagerlund و همکاران (۱۹۸۱) در مورد Coho salmon بود که در آنها افزایش تراکم باعث کاهش کارایی غذا گردید. عوامل مختلفی وجود دارند که به تنهایی یا در کنار دیگر عوامل میزان رشد ماهیانی که در تراکم‌های بالا کشت شدند را کاهش دهند، بعضی از محققین عقیده دارند که عوامل رفتاری مثل روابط متقابل اجتماعی، افزایش طبقات اجتماعی و ایجاد قلمروهای داخلی در این امر دخیل هستند (Symons, Li & ; Fenderson & Carpenter, 1971 ; 1970 Refstie & Kittelsen, 1976 ; Brocksen, 1977 .(Refsite, 1977 ; Jobling,1985

در مطالعه حاضر ماهیانی که در تراکم بالا نگهداری شده بودند، از پراکندگی کمتری در حوضچه‌ها نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند، این تجمع در نقاط خاص حوضچه‌ها منجر به برخورد بیشتر ماهیان به یکدیگر و در نتیجه افزایش جراعات جلدی و عفونتهای ثانویه ماهیان می‌شد (مشاهدات شخصی نگارنده). این مسئله را می‌توان چنین بیان نمود که انتخاب نادرست تراکم کشت مطابق با فضای مورد نیاز ماهیان برای شنای آزادانه و بدون استرس، موجب افزایش تفاوتهای فردی در وزن و اندازه ماهیان، گاهاً موجب هدر رفتن غذا و در نهایت آلودگی وانهای پرورشی و کاهش راندمان تولید می‌گردد. از آنجائیکه این عوامل جزء عوامل احتمالی در روند محدودسازی رشد هستند، عوامل فیزیولوژیک که احتمالاً ناشی از چنین محرکهای رفتاری می‌باشند، بایستی بدقت مورد مطالعه قرار گیرند. با توجه به وابستگی میزان رشد به تغذیه و میزان تبدیل غذا، زمانیکه عوامل رفتاری بر این دو روند تاثیر می‌گذارد، ماهی با کاهش رشد مواجه خواهد شد. در انتها، این مطالعه نشان داد که تراکم کشت بر رشد، ضریب تبدیل غذایی و درصد افزایش وزن بدن در گونه فیل‌ماهی تاثیر منفی می‌گذارد، اما در خصوص نقش کورتیزول در کاهش رشد ناشی از تراکم کشت بایستی مطالعات و تحقیقات دقیق و اساسی صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت مالی مؤسسه تحقیقات شیلات ایران در انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری انجام شده است. از کلیه همکارانی که در اجرای این پژوهش دست یاری دادند و با کمکها و زحمات بیدریغشان پشتیبان ما بودند، کمال تشکر را داریم.

منابع

بهمنی، م. ، ۱۳۷۸. بررسی اکوفیزیولوژیک استرس از طریق اثر بر محورهای HPI.HPG سیستم ایمنی و

فرآیند تولید مثل در تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). رساله دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران. ۲۷۴ صفحه.

شفچنکو، و.ن. ، ۱۹۹۹. ویژگی حوضچه پرورش ماهی. ترجمه: یونس عادلی. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. ۴۰ صفحه.

محسنی، م. ، ۱۳۷۷. بررسی تأثیر عوامل زیست محیطی نظیر تراکم کشت تخم و لارو فیل ماهیان حاصل از تکثیر مصنوعی در بروز ناهنجاریهای مورفولوژی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. ۱۲۴ صفحه.

Ainsworth, A.J. ; Bowser, P.R. and Beleau, M.H., 1985. Serum cortisol levels in channel catfish, from production ponds. Prog. Fish-Cult.,Vol. 47, pp.176-181.

Andryuschenko, A.I. , 1978. Rearing of young bester in effluent water under different stocking densities. Management of effluent water from power plants for fish farming. Kiev: Naukova Dumka. pp.171-176. (in Russian).

Baker, R.F. and Ayles, G.B. , 1990. The effects of varying density and loading level on the growth of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). World Aquaculture, Vol. 21, pp.58-62.

Barton, B.A. ; Peter, R.E. and Paulencu, C.R. , 1980. Plasma cortisol levels of fingerling rainbow trout at rest, and subjected to handling, confinement, transport, and stocking. Can. J. fish. Aquat. Sci., Vol. 37, pp.805-811.

Baskerville-Bridges, B. and Kling, L.J. , 2000. Larval culture of Atlantic cod *(Gadus morhua)* at high stocking densities. Aquaculture, Vol. 181, pp.61-69.

Chua, T.E. and Ten, S.K. 1979. Relative growth and production of the estuary grouper *Epinephelus salmoides* under different stocking densities in floating net-cages. Mrine Biology, Vol. 54, pp.363-372.

Degani, G. , 1993. Growth and body composition of juveniles of *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) at different densities and diets. Aquaculture and Fisheries Management, Vol. 24, pp.755-730.

Duray, M.N. ; Estudillo, C.B. and Alpasan, L.G. , 1996. The effect of background color and rotifer density on rotifer intake, growth and survival of grouper *(Epinephelus suillus)* larvae. Aquaculture, Vol. 146, pp.217-224.

Elrod, J.H. ; Ostergaard, D.E. and Schneider, C.P. , 1989. Effect of rearing density on post stocking survival of lake trout in Lake Ontario. Prog. Fish-Cult., Vol. 51, pp.189-193.

Fagerlund, U.H.M. ; McBride, J.R. and Stone, E.T. , 1981. Stress-related effects of hatchery rearing density on Coho salmon. Trans. Am. Fish. Soc., Vol. 110, pp.644-649.

Fenderson, O.C. and Carpenter, M.R. , 1971. Effects of crowding on the behavior of juvenile hatchery and wild landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Anim. Behave., Vol. 19, pp.439-447.

Gatlin, D.M. III ; Poe, W.E. ; Wilson, R.P. ; Ainsworth, A.J. and Bowser, P.R. , 1986. Effects of stocking density and vitamin C status on vitamin E-adequate and vitamin E-deficient fingerling channel catfish. Aquaculture, Vol. 56, pp.187-195.

Gershanovich, A.D. and Taufik, L.R. , 1992. Feeding dynamics of sturgeon fingerlings (Acipenseridae) depending on food concentration and stocking density. Journal of Fish Biology. Vol. 41, pp.425-453.

Hatziathanasiou, A. ; Paspatis, M. ; Houbart, M. ; Kestemont, P. ; Stefanakis, S. and Kentouri, M. , 2002. Survival, growth and feeding in early

life stages of European sea bass *(Dicentrarchus labrax)* intensively cultured under different stocking densities. Aquaculture, Vol. 205, pp.89-102.

Helser, T.E. and Almeida, F.F. , 1997. Density dependant growth and sexual maturity of silver hake in the north-west Atlantic. Journal of Fish Biology. Vol. 51, pp.607-623.

Holm, J.C. ; Refstie, T. and Bo, S. , 1990. The effect of fish density and feeding regimes on individual growth rate and mortality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, Vol. 89, pp.3-4.

Hung, S.S.O. , 1999. Growth of juvenile Chinese sturgeon *Acipenser sinensis* Grey fed live and formulated diets. North American Journal Aquaculture. Vol. 61, pp.184–188.

Jobling, M. , 1985. Physiological and social constraints on growth of fish with special reference to Arctic charr, Salvelinus *alpinus* L. Aquaculture, Vol. 44, pp.83-90.

Jobling, M. , 1995. Feeding of charr in relation to aquaculture. Nord. J. Freshwater Res. Vol. 71, pp.102-112.

Kaiser, H. ; Weyl, O. and Hecht, T. , 1995. The effect of stocking density on growth, survival and agonistic behavior of African catfish. Aquaculture. Int. Vol. 3, pp.217-225.

Klinger, H. ; Delventhal, H. and Hilga, V. , 1983. Water quality and stocking density as stressors of channel catfish (*Ictalurus punctatus* Raf.). Aquaculture. Vol. 30, pp.263-272.

Leatherland, J.F. and Cho, C.Y. , 1985. Effect of rearing density on thyroid and interregnal gland activity and plasma and hepatic metabolite levels in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. Journal of Fish Biol., Vol. 27, pp.583-592.

Li, H.W. and Brocksen, R.W. , 1977. Approaches to the analysis of energetic costs of intraspecific competetion for space by rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Journal of Fish Biol., Vol. 11, pp.329-341.

Mcintosh, D.J. and De Silva, S.S. , 1984. The influence of stocking density and food ration on fry survival and growth in *Oreochromis mossambicus* and *O. niloticus* female X *O. aureus* male hybrids reared in a closed circulated system. Aquaculture, Vol. 41, pp.345-358.

Mims, S.D. ; Lazur, A. ; Shelton. W.L. ; Gomelsky, B. ; Chapman,F. , 2002. Species profile production of sturgeon. Southern Regional Aquaculture Center SRAC, PUBL. NO. 7200, November; ttp://www. aquatic.org/publicat/usda_rac/efc/srac/7200fs.pdf (last accessed: 15 December 2003)

Papoutsoglou, S.E. ; Papaparaskeva-Papoutsoglou, E. and Alexis, M.N. , 1987. Effect of density on growth rate and production of rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.) over a full rearing period. Aquaculture, Vol. 66, pp.9-17.

Pickering, A.D. and Stewart, A. , 1984. Acclimation of the interregnal tissue of brown trout, *Salmo trutta* L., to chronic crowding stress. Journal of Fish Biol., Vol. 24, pp.731-740.

Refstie,T. , 1977. Effect of density on growth and survival of rainbow trout. Aquaculture, Vol. 11, pp.329-334.

Refstie, T. and Kittelsen, A. , 1976. Effect of density on growth and survival of artificially reared Atlantic salmon. Aquaculture, Vol. 8, pp.319-326.

Sampaio, L.A. and Phonlor, G. , 1996. Effect of stocking density on growth and survival of the marine silverside, *Odontesthes argentinesis*

(Pisces: Atherinidae) larvae. Arq. Biol. Tecnol., Vol. 39, pp.443-449.

Soderberg, R.W. and Krise, W.F. , 1986. Effects of rearing density on growth and survival of lake trout. Prog. Fish-Cult. Vol. 48, pp.30-32.

Soderberg, R.W. and Meade, J.W. , 1987. Effects of rearing density on growth, survival and fin condition of Atlantic salmon. Prog. Fish-Cult., Vol. 49, pp.280-283.

Trzebiatowski, R. ; Filipiak, J. and Jakubowski, R. , 1981. Effect of stock density on growth and survival of rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.). Aquaculture, Vol. 22, pp.289-295.

Vijayan, M.M. and Leatherland, J.F. , 1988. High stocking density affects cortisol secretion and tissue distribution in brook charr, *Salvelinus fontinalis*. Journal of Endocrinol., Vol. 124, pp.311-318.

Wedemeyer, G.A. , 1976. Physiological response of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*) to handling and crowding stress in intensive fish culture. Journal of Fish. Res. Board Can., Vol. 33, pp.2699-2702.

RICEST©

Determination of the best stocking density for rearing *Huso huso*

Mohseni M.[1] ; Pourali H.R.[2]; Sajadi M.M. [3] and Aghtoman V. [4]

Mahmoudmohseni@yahoo.com

1,2,4- International Sturgeon Research Institute, P.O.Box: 41365-3463 Rasht, Iran

3- Department of Biology, Faculty of Science, University of Hormuzgan,

P.O.Box: 3995 Bandar Abbas, Iran

Received: February 2005 Accepted: February 2006

Keywords: *Husu huso,* Stocking Density, Food Conversion Ratio, Growth

Abstract

Effects of stocking density on growth, food conversion ratio, specific growth rate, percentage of body weight increase in *Huso huso* were studied in two phases. Juveniles below one year old with an average weight of 92.09±1.72 grams and stocking densities of 1.6, 2.8 and 4 kg/m^2 in 3 replicates for 100 days were reared as the phase one group. One year old *Huso huso* with an average weight of 918.13±21.87 grams and stocking densities of 1.5, 2.5, 3.5 and 4.5 kg/m^2 reared for 120 days in 2000 liter fiberglass tanks were the second phase. Results revealed negative impact of density on growth, percentage of body weight, and specific growth rate and food conversion ratio in both phases. In the first phase, lower stocking density (1.6 kg/m^2) showed significant increase in growth rate ($P<0.05$) as compared to 2.8 and 4 kg/m^2 stocking densities resulting in 42.3% and 61 % growth rate respectively. Fish kept at 4 kg/m^2 density showed malformed caudal fins and injured body due to higher tensions and contacts. In the second phase, the growth rate of fish decreased with increase in stocking density where fish with lower density (1.5 kg/m^2) showed 7.2%, 15.6%, and 19.8% higher weight gain as compared to fish reared at 2.5, 3.5 and 4 kg/m^2 stocking density. Analyses showed that with increase in stocking density, feeding area per fish decreases and tension between fish increases that leads to lower feeding efficiency. Based on the results, the recommended optimum stocking density for *Huso huso* individuals up to 90 grams is 1.5-2 kg/m^2 and for fish individuals over 900 grams each the density should be kept at 2.5-3 kg/m^2.