اثرات وزن رهاسازی بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و فراسنجه‌های خونی ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*, Valenciennes, ۱۸۴۴)

خدیجه خوشنودی‌فر[۱]، محمدرضا ایمانپور[۱]، نیما شیری[۲]، رضا سلیقه زاده[۲*]

چکیده

در مطالعه پیش رو، اثرات وزن رهاسازی بر رشد و بازماندگی ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) و همچنین فراسنجه‌های خون‌شناختی این گونه پرورشی بررسی شده است. بدین منظور ابتدا ۸ استخر ۳ هکتاری انتخاب شده و در ۴ تیمار، بر اساس وزن رهاسازی ماهیان پرورشی برابر با ۲، ۳، ۴ و ۵ گرم تقسیم بندی گردیدند. نمونه‌گیری در فواصل معین از ماهیان موجود در استخر انجام شد و از لحاظ برخی فراسنجه‌های خونی مورد بررسی قرار گرفتند. در پایان دوره پرورش نیز میانگین وزن (بر حسب گرم) ماهی فیتوفاگ و کل تولید هر استخر (بر حسب کیلوگرم) مورد سنجش واقع شد. یافته‌های حاصل از سنجش فراسنجه‌های خونی، حاکی از این بود با افزایش وزن رهاسازی ماهیان، درصد هماتوکریت خون به طور معنی داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$)، ولی بین سایر فراسنجه‌های خونی با وزن ذخیره سازی ماهی ارتباط معناداری وجود نداشت ($P>۰/۰۵$). علاوه بر این، یافته‌های حاصل از سنجش رشد و بازماندگی نشان دادند که با افزایش وزن رهاسازی ماهی فیتوفاگ، وزن ثانویه ماهی، نرخ رشد ماهی به طور معنی-داری افزایش یافت، اما نرخ رشد ویژه با افزایش وزن رهاسازی کاهش معنی‌داری نشان داد ($P<۰/۰۵$)، بنابراین با توجه به یافته‌های این پژوهش، در صورت رهاسازی ماهیان ۵ گرمی فیتوفاگ با تراکم ۱۲۰۰۰ قطعه رشد مناسبی حاصل خواهد شد.

واژگان کلیدی: کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*)، وزن رهاسازی، رشد، بازماندگی، فراسنجه‌های خونی.

---

۱. گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۲. گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

مقدمه:

کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*, Valenciennes, ۱۸۴۴) که با عنوان فیتوفاگ نیز شناخته می‌شود، از خانواده کپورماهیان می‌باشد و دارای بدنی فشرده، سر بزرگ و چشم کوچک است. این گونه‌ی گیاهخوار، خارهای آبششی اسفنج مانند بلندی دارد، از پایین زنجیره غذایی تغذیه می‌کند و قابلیت کشت چندگونه‌ای را دارد (۱). بررسی‌ها نشان داده که پرورش موفقیت‌آمیز این گونه به قابلیت دسترسی به غذای مناسب جهت تغذیه بستگی دارد تا بتواند سلامتی و رشد را بخصوص در مراحل نوزادی تضمین نماید (۲). رشد و محصول نهایی گونه‌ها در پلی کالچر نسبت به مونوکالچر به علت ارتباطات مثبت میان آنها بیشتر می‌باشد. به عنوان مرحله اول جهت افزایش نرخ رشد و بقاء، تراکم ذخیره‌سازی در استخرهای خاکی برای بچه ماهی‌ها از هر گونه‌ای باید تعیین شود (۳). در پرورش ماهی چندین عامل روی رشد، بقاء و تولید اثر می‌گذارند. برای مثال تغذیه (۴-۵)، کیفیت آب (۶) و تراکم ذخیره‌سازی (۷-۸) از این دسته هستند. یکی از مهم‌ترین عواملی که می‌تواند روی نرخ رشد و بقاء در گونه‌ها اثرگذار باشد، تراکم وزنی یا وزن ذخیره‌سازی بچه ماهیان در استخرها می باشد (۳، ۸). یکی از عوامل مهم و موثر در رشد یکنواخت ماهی در پرورش متراکم، تراکم ذخیره سازی است (۹). تراکم ذخیره سازی (تراکم و تعداد هر ماهی در حجم مشخصی از آب) یکی از عوامل اصلی تعیین کننده رشد (۱۰)، و بیومس نهایی برداشت شده است (۱۱). با افزایش تراکم، اندازه و تعداد اجتماعات تشکیل شده افزایش می‌یابد (۱۲). تراکم بالا به نوعی تکنیک استفاده حداکثر از آب است، اما با افزایش تراکم ذخیره سازی در بسیاری از گونه ها تاثیرات منفی روی رشد ایجاد خواهد شد. تراکم ماهی‌دار کردن و وزن رهاسازی ماهی، تغییرات زیادی از اثرات را روی جمعیت ماهیان پرورشی مثل تغییرات در رفتار، تغذیه ضعیف، رشد کم و در نتیجه مرگ و میر را ایجاد می‌کند (۱۳). رشد ناهمگن در میان گونه‌های متفاوت از ماهی‌ها فرق می‌کند و حتی بین افراد از یک سن مشابه نیز اتفاق می‌افتد. اگرچه تعدادی از محققین به افزایش رشد عده-ای از ماهی‌ها نسبت به عده‌ای دیگر در یک محیط مشابه توجه کرده‌اند، اما باید به این نکته توجه داشت که ناهمگنی در رشد، باعث کاهش تولید استخرها نیز خواهد شد (۱). رشد غیرهمگن برای چندین گونه از ماهی‌ها و دیگر جانوران گزارش شده است، بنابراین مکانیسم سبب‌شونده آن تا اندازه‌ای شناخته شده است (۱۱). کمبود موادغذایی، فراسنجه‌های جمعیتی و ژنتیکی به همراه روابط متقابل اجتماعی طی ازدحام جمعیت همه به عنوان عامل عدم رشد همگن پیشنهاد شده‌اند. تاثیرات تراکم ذخیره‌سازی جای بحث فراوان دارد، در بعضی تحقیقات گزارش شده است که ارتباط منفی بین تراکم ذخیره‌سازی و رشد وجود دارد (۶). در بعضی از مطالعات انجام گرفته به این نتیجه رسیدند که میزان دسترسی به غذا و رشد در ماهیان پرورش یافته، در تراکم پایین‌تر نسبت به تراکم بالاتر کمتر است (۹).علاوه بر این‌ها، تراکم باعث ایجاد استرس در ماهی شده که تغییرات هماتولوژیکی را به دنبال خواهد داشت. در واقع منجر به تغییر در هورمون کورتیزول، هماتوکریت و دیگر شاخص‌های خونی خواهد شد (۱۴-۱۵). همچنین تغییر در مقادیر شاخص‌های خونی بیشتر تحت تاثیر تغییرات در کیفیت آب، شرایط پرورشی و رشد ماهی قرار می‌گیرد (۱۶). خون به عنوان یک بافت سیال و سهل الوصول، یکی از مهم‌ترین مایعات بیولوژیک بدن است که تحت تأثیر حالات مختلف فیزیولوژیک، ترکیبات آن دستخوش نوسان و تغییر می‌گردد (۱۷-۱۸). مطالعات خون شناسی ابزار ارزشمندی در تعیین شرایط فیزیولوژیکی در ماهیان است. بنابراین فراسنجه‌های خونی به مقدار زیادی به عنوان شاخص های شرایط فیزیولوژیکی یا پاسخ های استرس زیرکشنده در ماهی نسبت به تغییراتی با منشأ داخلی یا خارجی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۹،۱۷).

استرس‌های محیطی از فراسنجه‌های مهم هستند که شرایط ماهی را تحت وضعیت پرورشی محدود می‌کنند (۲۰،۱). استرس تراکم بر بسیاری از شاخص‌های هماتولوژیک (تعداد گلبول سفید، ترومبوسیت‌ها، کورتیزول، گلوکز، بیلی روبین و سدیم) اثرات معنی‌داری به جای می‌گذارد (۲۱). بنابراین، پژوهش پیش رو، با هدف تعیین اثر تراکم وزنی ماهیان رهاسازی شده در اندازه‌های مختلف روی

شاخص‌های رشد، بازماندگی و فراسنجه‌های خونی ماهی کپور نقره‌ای صورت گرفته است. اطلاعات حاصل از این مطالعه، دانش ما را در مورد اکوفیزیولوژی ماهی فیتوفاگ، به ویژه در شرایط پرورشی، افزایش خواهد داد.

مواد و روش کار:

این پژوهش در مرکز پرورش ماهیان گرمابی شرکت کشاورزی و دامپروری ران که در شهرستان گنبدکاووس (کیلومتر ۱۶ غرب گنبدکاووس، ابتدای روستای دیکجه) واقع شده، به مدت ۷ ماه انجام گرفت. منبع تامین آب این استخرها رودخانه گرگان‌رود و سد گلستان بود و مقدار ۵۵۰۰۰۰۰ متر مکعب آب جهت آب‌گیری اولیه استفاده شد. استحصال آب از رودخانه بوسیله ۴ پمپ که توسط دینام برقی کار می‌کردند، انجام می‌گرفت و خروج آب جهت صید یا تعویض آب نیز از طریق خروجی‌های مجزا انجام شد. بدین منظور، ابتدا ۸ استخر ۳ هکتاری انتخاب شده و در ۴ تیمار (الف- با وزن رها سازی ۲ گرم، ب- با وزن رها سازی ۳ گرم ، ج- با وزن رهاسازی ۴ گرم ، د- با وزن رها سازی ۵ گرم) تقسیم بندی گردیدند. در تمام استخرها عملیات آماده‌سازی استخر به طور یکسان صورت گرفت و در پایان دوره نیز، آب استخرهای پرورشی از اواخر مهرماه تا اسفندماه که فصل عرضه ماهی به بازار است، تخلیه و ماهیان آنها صید گردید. کوددهی استخرها با کود پایه به میزان ۱۲ تن کود گاوی در هکتار آغاز شده و طی دوره پرورش به همراه کود شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم کود اوره و ۶۰۰ کیلوگرم کود فسفاته) با در نظر گرفتن شفافیت آب توسط سشی دیسک انجام گرفت. تغذیه کلیه ماهیان تا نیمه اول خردادماه بر اساس غذای طبیعی استخر استوار بود و بعد از آن تغذیه کپور با غذای کنسانتره و آمور با علوفه آغاز گردید و تا پایان دوره پرورش ادامه یافت. میزان تراکم ماهی‌ها در هر استخر ۱۳۵۰۰۰ قطعه بوده که شامل ۱۲۰۰۰۰ عدد ماهی فیتوفاگ، ۹۰۰۰ عدد ماهی کپور و ۶۰۰۰ عدد ماهی بیگ‌هد بود و تنها وزن رهاسازی به عنوان یک متغیر مستقل، متفاوت بود (۲، ۳، ۴ و ۵ گرم). در فواصل معین (هر ماه یکبار) در هر استخر، صید ماهیان (توسط تور پره) به میزان ۳ بار جهت نمونه‌گیری انجام شد. در پایان دوره پرورش و هنگام برداشت ماهی، میانگین وزن ماهی فیتوفاگ (گرم) و کل تولید هر استخر (کیلوگرم) اندازه-گیری شد. با توجه به معلوم بودن تعداد بچه ماهیان رهاسازی شده و تعداد ماهیان تولیدی، میزان بازماندگی نیز محاسبه گردید.

محاسبه شاخص‌های رشد:

فراسنجه‌های زیستی که اندازه‌گیری آن‌ها بر اساس اطلاعات بدست آمده از ماهیان مختلف طی دوره پرورش صورت گرفت، به شرح ذیل می‌باشند:

الف) نرخ رشد[۱] که در این مطالعه توسط معادله ۱ محاسبه شد:

$$GR = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1}$$ (معادله ۱)

ب) نرخ رشد ویژه[۲] هم با استفاده از معادله ۲ محاسبه گردید:

$$SGR = \frac{LnW_2 - LnW_1}{T_2 - T_1} \times 100$$ (معادله ۲)

که در این معادلات، W۱ و W۲ به ترتیب برابر با وزن اولیه و ثانویه، و T۱ - T۲ معادل طول دوره رشد می باشند (۲۲).

سنجش فراسنجه‌های خونی:

با استفاده از لوله‌های هپارینه و غیر هپارینه از ماهیان نمونه خون گرفته شد. جهت خونگیری، باله دمی ماهیان قطع شده، بلافاصله لوله‌های هپارینه در محل خونریزی قرار گرفتند و نمونه‌های خون از داخل لوله های موئینه بالا آمدند. برای آنکه میزان خون مورد نیاز تامین شود از چند ماهی (۵ عدد به ازای هر استخر) خون گرفته و در پایان با استفاده از خمیر هماتوکریت ته لوله بسته شد (۲۳). سپس نمونه‌ها جهت اندازه گیری فاکتورهای خونی (هماتوکریت، گلبول قرمز، هموگلوبین و متوسط هموگلوبین در گلبول

[۱] Growth rate
[۲] Special growth rate

قرمز) به آزمایشگاه منتقل گردیدند. نمونه خون‌هایی که توسط لوله‌های هپارینه گرفته شد، بلافاصله جهت اندازه‌گیری هماتوکریت مورد استفاده قرار گرفت. برای این کار لوله‌های مویینه محتوی خون، در سانتریفیوژ با ۴۰۰۰ دور در دقیقه جای گرفتند و پس از بسته شدن درب سانتریفوژ به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شدند. به منظور جلوگیری از شکسته شدن لوله‌های موئینه به هنگام کار در داخل سانتریفوژ، لوله‌های با وزن تقریبا یکسان روبروی یکدیگر به گونه‌ای قرار گرفتند که آن قسمت از لوله هماتوکریت که خمیر هماتوکریت در آن قرار داشت به دیواره خارجی محل قرارگیری لوله‌های موئینه چسبید. پس از سانتریفیوژ شدن خون با استفاده از میکروهماتوکریت خوان میزان هماتوکریت اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری هماتوکریت قسمت رویی سرم خون روی عدد ۱۰۰ دستگاه تنظیم شد و با چرخش صفحه‌گردان عددی که روی قسمت‌رویی سلول‌های خونی فشرده شده بود و معرف میزان هماتوکریت است، خوانده شد (۲۲). همچنین میزان هموگلوبین به روش سیانومت هموگلوبین و با استفاده از محلول درابکین با فوتومتر آوارنس در طول موج ۵۴۰ نانومتر اندازه گیری شد. شمارش گلبول قرمز توسط رقت سازی با محلول هایم و لام هماسیتومتر و میکروسکوپ نوری انجام گرفت. برای تعیین میزان پارامتر متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز[۱] (MCHC) از معادله ۳ استفاده شد:

$$MCHC = \frac{\text{هموگلوبین}}{\text{هماتوکریت}} \times ۱۰۰$$ (معادله ۳)

انجام محاسبات و آنالیز آماری:

این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد و چهار سطح وزن رهاسازی ۲، ۳، ۴ و ۵ گرم به عنوان تیمار (متغیر مستقل) و میانگین‌های رشد و بازماندگی، و فراسنجه‌های خونی به عنوان متغیرهای وابسته در سطح معنی‌داری α=۰/۰۵ با یکدیگر توسط آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون چند دامنه‌ای دانکن[۲] در محیط SPSS ۱۶.۰ مقایسه شدند.

نتایج و بحث:

شاخص‌های رشد و بازماندگی:

نتایج آنالیز واریانس و مقایسه داده‌های (میانگین± انحراف معیار) رشد و بازماندگی ماهیان فیتوفاگ در چهار تیمار مورد بررسی در جدول‌های ۱ و ۲ نمایش داده شده است.

جدول شماره ۱- مقایسه شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهیان فیتوفاگ در تیمارهای مورد بررسی

متغیرها	تیمار الف	تیمار ب	تیمار ج	تیمار د
وزن نهایی	۴۹/۶۵ ±۱/۵۳^{a}	۵۹/۶۷±۲/۵۲^{b}	۷۰±۲^{c}	۸۰/۵۰±۲/۲۹^{d}
بازماندگی	۷۲±۲/۶۴^{a}	۷۲±۵/۲۹^{a}	۷۱/۶۷±۳/۵۱^{a}	۷۰±۵^{a}
نرخ رشد	۴۷/۶۷±۱/۵۳^{a}	۵۶/۶۷±۲/۵۲^{b}	۶۶±۲^{c}	۷۵/۵۰±۲/۲۹^{d}
نرخ رشد ویژه	۱/۷۴±۰/۰۱^{a}	۱/۶۲±۰/۰۲^{b}	۱/۵۵±۰/۱^{c}	۱/۵۰±۰/۰۱^{d}

* حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی دار بین تراکم‌ها می باشد (P>۰/۰۵)).

** تیمارها: الف) فیتوفاگ با وزن ۲ گرم؛ ب) فیتوفاگ با وزن ۳ گرم؛ ج) فیتوفاگ با وزن ۴ گرم؛ د) فیتوفاگ با وزن ۵ گرم

جدول شماره ۲- تحلیل واریانس بازماندگی ماهیان فیتوفاگ در تیمارهای مورد بررسی

متغیر	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	سطح محاسبه شده (F)	سطح معنی دار (P)

[۱] MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration

[۲] Duncan's Multiple Range Tests

تیمار	۸/۲۵	۳			
تکرار	۱۴۴/۶۷	۸	۲/۷۵		
کل	۱۵۲/۹۲	۱۱	۱۸/۰۸	۰/۱۵۲	۰/۹۹

یافته‌ها حاکی از این بوده است که با افزایش وزن رهاسازی ماهی فیتوفاگ، وزن نهایی ماهی و نرخ رشد ماهی به طور معنی داری افزایش یافته است (P<۰/۰۵)، اما میزان نرخ رشد ویژه با افزایش وزن رهاسازی کاهش معنی داری نشان داد (P<۰/۰۵). نتایج تحقیق پیش رو در ارتباط اثر مثبت افزایش وزن رهاسازی بر روی رشد بچه ماهیان با تحقیق Stefansson و همکاران ۲۰۰۵، روی ماهی هالیبوت آتلانتیک همخوانی داشت (۲۴). Barbosa و همکاران در سال ۲۰۰۶، با بررسی روی ماهی تیلاپیا[1] بیان کردند که در صورت وجود غذای کافی، تراکم ذخیره سازی کمتر (با وزن رهاسازی بیشتر) رشد غیرهمگن کمتری را از تراکم ذخیره سازی بیشتر (با وزن رهاسازی کمتر) ایجاد می‌کند که با نتایج این محقق در سال ۱۹۹۷، روی ماهی کفال (*Mugil platanus*) نیز همخوانی دارد (۲۵). رشد غیرهمگن به طور معمول تصور می‌شود که از رقابت برای ذخیره غذایی که اغلب با افزایش تراکم تداخل دارد، اتفاق می‌افتد (۱۱). بنابراین، علاوه بر رقابت غذایی در افزایش جمعیت، فراسنجه‌های معنی دار دیگری نیز در رشد غیرهمگن تیلاپیا مهم هستند. به علاوه، کاهش اثرات منفی افزایش جمعیت ماهی می‌تواند نوسان سایز را از رشد غیرهمگن قبلی حذف کند و ماهیانی که دچار کاهش وزن نسبت به افراد دیگر شده‌اند، بهبود می‌یابند. در واقع، رشد جبرانی برای ماهی بعد از برگشت شرایط محدودیت رشد اتفاق می‌افتد. رشد غیرهمگن ماهی تیلاپیا توسط اثرات اجتماعی و فیزیکی تراکم‌های ذخیره‌سازی در حضور غذای اضافی می‌تواند کاهش یابد یا ثابت نگه داشته شود. کاهش تراکم ذخیره‌سازی باعث کاهش رشد غیرهمگن خواهد شد (۱۱). در این پژوهش بین وزن رهاسازی و نرخ رشد ویژه همبستگی معنی دار منفی دیده شد که با نتایج محققین زیادی همخوانی دارد. بر اساس مطالعات Wang و همکاران در سال ۲۰۰۰، نرخ رشد ویژه با افزایش دسترسی به غذا افزایش خواهد یافت، اما با افزایش سن و رشد ماهی نرخ رشد ویژه کاهش خواهد یافت (۲۶). در این پژوهش با توجه به وزن رهاسازی مشابه ماهیان در هر تیمار، در پایان دوره پرورش تولیدی با وزن‌های مختلف از ماهی فیتوفاگ مشاهده گردید، اما اختلاف معنی‌دار از این نظر بین تیمارهای مختلف وجود نداشت. استرس باعث هدررفت انرژی شده و به جای اینکه صرف اعمالی مثل رشد و تولید مثل ماهی گردد، صرف نگهداری هموستازی بدن می‌شود. در واقع، استرس حاد و مزمن باعث افزایش نرخ متابولیک بدن می‌گردند. بنابراین، هر عاملی که باعث به هم خوردن شرایط مناسب پرورشی می‌شود، اعم از تغییرات در شرایط فیزیکوشیمیایی محیط، تغذیه، افزایش تراکم و غیره باعث ایجاد استرس و کاهش رشد در عده‌ای از افراد جمعیت ماهی خواهد شد که منجر به رشد غیرهمگن می‌گردد (۱).

بخش دیگری از نتایج مبین این بود که بین وزن رهاسازی با بازماندگی ماهی فیتوفاگ ارتباط معنی داری وجود نداشت (P>۰/۰۵)، که از این نظر با مطالعات Jonsson و Svavarsson در سال ۲۰۰۰ و Gisbert و همکاران در سال ۲۰۰۰ همخوانی داشت (۲۷-۲۸). بررسی‌های انجام شده روی ماهی هرینگ (*Cluplea harengus*)، آزادماهی اقیانوس اطلس (*Salmo salar*)، چار قطبی (*Salvelinus alpinus*)، قزل آلای رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) و کاد ایسلند (*Gadus morhua*) نشان داد که لاروها و بچه ماهیان تولید شده از یک مولد هم به لحاظ طولی و وزنی بسیار متنوع می‌باشند. به گونه‌ای که طول‌ها و وزن‌های حاصل شده از چار قطبی طی دوره ۱۴۰ روزه پرورشی تنوع بالایی دارد و حتی پس از ۸ ماه دوره پرورشی هنوز هم تحت تاثیر تفاوت در اندازه تخم و نوزادها در مراحل آغازین است (۲۹). از طرف دیگر نوزادهایی که از یک پدر و مادر حاصل می‌گردند در مراحل اولیه رشد با حق تقدم رشد در سر و دم روبرو می‌گردند و از آنجا که توانایی‌های آنها در این رشد ناهمگن یا آلومتریک تحت تاثیر عوامل وراثتی با یکدیگر فرق دارد، عامل بسیار مهمی در تنوع اندازه در ماهیان خواهد شد (۳۰). اما علت دیگر تفاوت وزن ایجاد شده در انتهای دوره پرورش در تمامی تیمارها می‌تواند به عملکرد غیرفعال مورفولوژی خارهای آبششی برگردد. زیرا ماهی فیتوفاگ گونه‌ای گیاهخوار است و از طریق آبشش تغذیه می‌نماید. ماهی‌ها در یک دوره پرورشی به مدت طولانی تحت تاثیر شرایط محیطی خود قرار می‌گیرند و عوامل مختلفی

[1] *Oreochromis niloticus*

می‌توانند به ساختار بدن ماهی بویژه آبشش آسیب برسانند و باعث عملکرد ضعیف آن گردند. در مورد ماهیان پلانکتون خوار مانند فیتوفاگ در چنین حالتی، می‌توان گفت که سیستم تغذیه ای آنها نمی‌تواند به خوبی کار کند. ماهیانی که قوی‌تر هستند، در رقابت غذایی پیروز شده و بزرگتر از سایرین می‌گردند. فرضیه تغذیه انتخابی از دلایل دیگر برای عدم رشد همگن در ماهی فیتوفاگ می‌باشد. وجود یکسری پلانکتون‌هایی که از نظر سایز برای ماهی قابل قبول هستند، مهم می‌باشد. در صورت کمبود آنها و استفاده یکسری از ماهی‌ها از این پلانکتون‌ها نسبت به عده دیگر، باعث رشد نابرابر در افراد یک جمعیت خواهد شد (۳۱).

شاخص‌های خونی:

تعیین فاکتورهای خونی و توجه به تغییرات گلبول‌های قرمز خون همواره به عنوان یک شاخص مهم در تشخیص بسیاری از بیماری-های جانوران و انسان مورد توجه بوده و تحقیقات فراوانی در رابطه با تاثیرات سن، جنس، تغذیه، گونه ماهی، حرارت، بیماری‌ها و عوامل محیطی بر فاکتورهای خونی صورت گرفته است (۳۲). مقادیر مربوط به پارامترهای هماتولوژیکی ماهی، می‌توانند به عنوان بیومارکرهایی در تحقیقات آینده به منظور ارزیابی شیوع استرس محیطی در ماهی به دنبال تغییرات در کیفیت آب استفاده گردند (۳۳). از آنجا که خون ماهی به عنوان عامل مهم سلامتی مطرح است، تعداد زیادی از فیزیولوژیست‌های ماهی، مطالعاتشان را به سمت هماتولوژی در ماهیان سوق داده اند (۳۴).

نتایج آنالیز واریانس شاخص‌های خونی ماهی فیتوفاگ شامل هماتوکریت، گلبول قرمز، هموگلوبین و متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (MCHC) در چهار تیمار مورد بررسی در نمونه‌برداری‌های مختلف در جدول ۳ نمایش داده شده است.

جدول شماره ۳- تحلیل واریانس شاخص‌های خونی ماهیان فیتوفاگ در تیمارهای مورد بررسی

شاخصه	متغیر	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	سطح محاسبه شده (F)	سطح معنی دار (P)
هماتوکریت	تیمار	۳/۶۷	۳			
	تکرار	۴۳/۵۶	۸	۰/۴۶		
	کل	۴۷/۲۳	۱۱	۱۴/۵۲	۳۱/۶۸	/۰۰۰
گلبول قرمز	تیمار	۰/۱۱۷	۳			
	تکرار	۰/۳۴۰	۸	۰/۰۳		
	کل	۰/۴۵۷	۱۱	۰/۰۴	۰/۹۱	۰/۴۸
هموگلوبین	تیمار	۰/۰۸	۳			
	تکرار	۰/۲۵	۸	۰/۰۲		
	کل	۰/۳۴	۱۱	۰/۰۳	۰/۸۸	۰/۴۹
MCHC	تیمار	۶/۵۲	۳			
	تکرار	۸/۶۳	۸	۱/۰۸		
	کل	۱۵/۱۵	۱۱	۲/۱۷	۰/۱۹	۰/۰۵

بر اساس جدول فوق، بین وزن رهاسازی ماهی فیتوفاگ با میزان هماتوکریت ارتباط معنی داری وجود دارد ($P<۰/۰۵$). اما رابطه آماری بین این متغیر با گلبول قرمز، هموگلوبین و MCHC دیده نشد ($P>۰/۰۵$). مقایسه داده‌های (میانگین± انحراف معیار) شاخص‌های خونی در تیمارهای مورد بررسی در جدول ۴ به صورت ذبل نشان داده شده است.

جدول شماره ۴- مقایسه میانگین‌های شاخص‌های خونی ماهیان فیتوفاگ در تیمارهای مختلف

متغیرها	تیمار الف	تیمار ب	تیمار ج	تیمار د
هماتوکریت	۳۹ ±۰/۸۷[a]	۳۹/۵±۰/۵[a]	۴۱/۵±۰/۵[b]	۴۳/۸۳±۰/۷۶[c]
گلبول قرمز	۱/۵۳±۰/۳۲[a]	۱/۶۷±۰/۱۱[a]	۱/۸±۰/۱[a]	۱/۷۳±۰/۲۱[a]
هموگلوبین	۱۳/۱۷±۰/۰۵[a]	۱۳/۰۷±۰/۱۱[a]	۱۳/۲±۰/۲۶[a]	۱۳/۳±۰/۲[a]
MCHC	۳۹/۲۳±۱/۴۳[a]	۳۸/۸۵±۰/۶۲[a]	۳۷/۱۳±۱/۱۵[a]	۳۸/۶۷±۰/۷۶[a]

* حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی دار بین تراکم‌ها می باشد (P>۰/۰۵).

** تیمارها: الف) فیتوفاگ با وزن ۲ گرم؛ ب) فیتوفاگ با وزن ۳ گرم؛ ج) فیتوفاگ با وزن ۴ گرم؛ د) فیتوفاگ با وزن ۵ گرم

با توجه به داده‌های حاصل از جدول ۴ مشخص می‌گردد که با افزایش وزن رهاسازی ماهی فیتوفاگ، درصد هماتوکریت خون به طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵)، و بین سایر پارامترها با وزن ذخیره سازی ماهی فیتوفاگ ارتباط معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). Svetina و همکاران ۲۰۰۲ با بررسی روی ماهی کپور معمولی طی یک دوره پرورشی ۳ ساله بیان کردند که با افزایش وزن و سن ماهی میزان هماتوکریت افزایش می یابد (۱۶). اما Siakpere و همکاران ۲۰۰۵ با تحقیقی که روی ماهی سرماری (*Parachanna obscura*) انجام دادند، گزارش کردند که ارتباطی بین هماتوکریت با طول و وزن ماهی وجود ندارد (۳۴). دلیل عدم ارتباط معنی دار پارامترهای خونی این است که بیشتر تحت تاثیر تغییرات در شرایط محیطی قرار می‌گیرند. در مطالعه حاضر وزن رهاسازی اثر معنی‌داری روی هموگلوبین، گلبول قرمز و متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز خون نداشت. Svetina و همکاران ۲۰۰۲ اظهار داشتند که با افزایش اندازه ماهی این عوامل افزایش می یابند که از این نظر با مطالعه حاضر همخوانی نداشت (۱۶)، اما با تحقیقات Siakpere و همکاران ۲۰۰۵ مطابقت داشت (۳۴). به طور کلی با توجه به نتایج، با افزایش وزن رهاسازی ماهی فیتوفاگ، درصد هماتوکریت خون به طور معنی‌داری افزایش یافت. با توجه به محدودیت منابع و مطالعات نسبتا اندک صورت گرفته بر روی پارامترهای خون‌شناسی و بیوشیمیایی سرم خون آبزیان و با توجه به گسترش روز افزون صنعت آبزی پروری به نظر می‌رسد باید مطالعات بیشتری در ارتباط با پارامترهای خونی آبزیان و چگونگی تغییرات آن‌ها در شرایط مختلف فیزیولوژیک و پاتولوژیک صورت گیرد تا به موازات گسترش این صنعت بتوان پاسخگوی نیازهای علمی در زمینه پیشگیری، تشخیص و درمان بیماری‌ها بود.

پرورش موفقیت‌آمیز ماهی فیتوفاگ و بازماندگی آن همانند تعداد زیادی از گونه‌های دیگر بستگی به قابلیت دسترسی به غذا و توانایی تغذیه دارد، تا بتواند سلامتی و رشد را به خصوص در مراحل اولیه زندگی تضمین نماید. خصوصیات فردی زیستی و فراسنجه‌های محیطی از عوامل تشکیل دهنده یک سیستم پرورشی هستند، همانطور که سیستم‌های زیستی ترکیبی از عوامل متعدد و متفاوت دارای واکنش‌های متقابل با یکدیگر می‌باشند. این عوامل روی ماهی تاثیر گذارند؛ بنابراین شناخت روابط آنها با رشد و بقاء در ماهیان امری ضروری به نظر می‌رسد (۳۵). (Gardeur et al., ۲۰۰۷). میزان رشد در ماهی‌ها بستگی زیادی به وزن رهاسازی اولیه دارد. چنانچه ماهی در هنگام معرفی به استخرها از وزن بالاتری برخوردار باشد، در صورت مساعد بودن شرایط پرورشی، در انتهای دوره پرورش وزن بالاتری را به خود اختصاص خواهد داد (۲۴). پرورش فینگرلینگ‌های فیتوفاگ احتیاج به مراقبت زیادی دارد. توانایی تغذیه آن‌ها در ابتدا ضعیف است. نرخ تراکم ذخیره‌سازی بچه ماهی‌های فیتوفاگ، اثر مهمی روی نرخ بقای این ماهیان دارد. اگر تراکم

رهاسازی بالا باشد، نرخ رشد و بقاء پایین می‌آید و ارزش تولید آن نیز کاهش پیدا خواهد کرد. رشد، بیشترین فراسنجه مطالعه شده در ارتباط با روابط متقابل اجتماعی است که به آسانی اندازه‌گیری می‌گردد و به عنوان شاخص استرس جمعیتی می‌باشد (۱).

با توجه به نتایج تحقیق که هرچه وزن رهاسازی ماهی بیشتر باشد (در محدوده مناسب)، گونه فیتوفاگ رشد بیشتری کسب خواهد کرد، می‌توان پیشنهاد نمود رهاسازی ماهیان ۵ گرمی فیتوفاگ با تراکم ۱۲۰۰۰ قطعه انجام شود تا رشد مناسبی حاصل گردد و ماهی در وضعیت فیزیولوژیک مطلوبی قرار داشته باشد.

تقدیر و تشکر:

از مسئولین محترم مرکز پرورش ماهیان گرمابی شرکت کشاورزی و دامپروری ران، کارشناس محترم این مرکز جناب مهندس احمدرضا احمدی، مسئولین آزمایشگاه مرکزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و کلیه عزیزانی که در فراهم ساختن تجهیزات لازم جهت انجام این پژوهش همکاری نمودند، صمیمانه قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. Wendelaar Bonga, S. E., ۱۹۹۷. The stress response in fish. Physiological reviews. ۷۷: ۵۹۱-۶۲۵.
۲. Girri, S. S., Sahoo, S. K., Sahu, B. B., Sahu, A. K., Mohanty, S. N., Mohanty, P. K. and Ayyappan, S., ۲۰۰۲. Larval survival and growth in Wallagoattu (Bloch and Schneider): Effects of light, photoperiod and feeding regims. Aquaculture. ۲۱۳: ۱۵۷-۱۶۱.
۳. Feldlite, M. and Milstein, A., ۲۰۰۰. Effect of density on survival and growth of cyprinid fish fry. Aquaculture International. ۷: ۳۹۹-۴۱۱.
۴. Kerdchuen, N., ۱۹۹۲. Alimentation artificielle dun silure africain *Heterobranchus longifilis* (Teleostei: Clariidae): Incidence du mode alimentation et premiere estimation des besoins nutritionnels, These de Doctorat, Universite Paris, France. ۱۸۲ p.
۵. El-Sayed, A. F. M., ۲۰۰۲. Effect of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture Research. ۳۳: ۶۲۱-۶۲۶.
۶. Brazil, B. L. and Wolters, W. R., ۲۰۰۲. Hatching success and fingerling growth of channel catfish cultured in ozonated hatchery water. North American Journal of Aquaculture. ۶۴: ۱۴۴-۱۴۹.
۷. Sahoo, S. K., Giri, S. S. and Sahu, A. K., ۲۰۰۴. Effect of stocking density on growth and survival of *Clarias batrachus* (Linn.) larvae and fry during hatchery rearing. Journal of Applied Ichthyology. ۲۰: ۳۰۲-۳۰۵.
۸. Schram, E., Van der Heul, J. W., Kamstra, A. and Verdegem, M. C. J., ۲۰۰۶. Stocking density dependent growth of Dover (*Solea solea*). Aquaculture. ۲۵۲: ۲۳۹-۲۴۷.
۹. Jorgensen, E., Christiansen, J. and Jobling, M., ۱۹۹۳. Effect of stocking density on food intake, growth performance and oxygen consumption in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). Aquaculture. ۱۱۰: ۱۹۱-۲۰۴.
۱۰. Rahman, M. R. and Rahman, M. A., ۲۰۰۳. Studies on the growth, survival and production of calbasu (*Labeo calbaus Ham.*) at different stocking densities in primary nursing. Bulletin of Faculty of Fisheries Sciences (University of the Ryukyus, Japan). ۷۶: ۲۴۵-۲۵۵.
۱۱. Barbosa, J. M., Brugiolo, S. S. S., Carolsfeld, J. and Leitao, S. S., ۲۰۰۶. Heterogeneous growth fingerlings of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): Effects of density and initial size variability. Brazilian Journal of Biology. ۶۶: ۱۵۱۹-۶۹۸۴.
۱۲. Hensor, E., Couzin, I. D., James, R. and Krause, J., ۲۰۰۵. Modelling density-dependent fish shoal distributions in the laboratory and field. Oikos. ۱۱۰: ۳۴۴-۳۵۲.
۱۳. Montero, M. S., Izquierdo, L., Tort, L. R. and Vergara, J. M., ۱۹۹۹. High stocking density produces crowding stress altering some physiological and biochemical parameters in gilthead seabream, *Sparus aurata* juveniles. Aquaculture Research. ۲۰: ۵۳-۶۰.

۱٤. Iguchi, K., Ogawa, K., Nagae, M. and Ito, F., ۲۰۰۳. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). Aquaculture. ۲۲۰: ٥۱٥-٥۲۳.

۱٥. Barcellos, L. J. G., Ritter, F., Kreutz, L. C., Quevedo, R. M., Da Silva, L. B., Bedin, A. C., Finco, J. and Cericato, L., ۲۰۰۷. Whole body cortisol increases after direct and visual contact with a predator in zebrafish. Aquaculture. ۲۷۲: ۷۷٤-۷۷۸.

۱٦. Svetina, A., Mata, E. and Tofant, A., ۲۰۰۲. Haematology and some blood chemical parameters of young carp till the age of three years. Acta Veterinaria Hungarica. ٥۰: ٤٥۹-٤٦۷.

۱۷. Belanger, J. M., Son, J. H., Laugero, K. D., Moberg, C. P., Doroshov, S. I., Lankford, S. E. and Cech, J. J., ۲۰۰۱. Effects of short-term management stress and injectionon plasma cortisol levels in cultured white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. Aquaculture. ۲۰۳: ۱٦٥-۱۷٦.

۱۸. Affonso, E. G., Polez, V. L. P., Correa, C. F., Mazon, A. F., Araujo, M. R. R., and Moraes, G., ۲۰۰۲. Blood parameters and metabolites in the teleost fish (*Colossoma macropomum*) exposed to sulfide or hypoxia. Comperative Biochemistry and Physiology. ۱۳۳: ۳۷٥-۳۸۲.

۱۹. Cataldi, E., Idimarco, P., Mandich, A.and Catandella, S., ۱۹۹۸. Serum parameters of Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii* (Pisces: Acipenseriformes): Effect of temperature and stress. Comperative Biochemistry and Physiology. ۱۲۰: ۲۷۳-۲۷۸.

۲۰. Pickering, A. D., ۱۹۹۲. Rainbow trout husbandry: management of the stress response. Aquaculture. ۱۱۰: ۱۲٥-۱۳۹.

۲۱. Boujard, T., Labbe, L. and Auperin, B., ۲۰۰۲. Feeding behaviour, energy expenditure and growth of rainbow in relation to stocking density and food accessibility. Aquaculture Research. ۳۳: ۱۲۳۳-۱۲٤۲.

۲۲. Amini P. H. and Oryan, S., ۲۰۰۲. Effects of NaCl stress on hematocrit and hemoglobin levels in common carp (*Cyprinus carpio*). Journal of Fisheries Science. ۳: ۱۳-۲۲.

۲۳. Turker, A., Ergon, S., and Yigit, M., ۲۰۰٤. Changes in blood levels and mortality rate in different sized rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) following direct transfer to sea water. The Israeli Journal Aquaculture- Bamidgeh. ٥٦: ٥۱-٥۸.

۲٤. Stefansson, M. O., Island, A. K., Jenssen, M. D., Jonassen, T. M., Stefansson, S. O. and Fitzgerald, R., ۲۰۰٥. The effect of different initial size distributions on the growth of Atlantic halibut. Journal of Fish Biology. ٥٦: ۸۲٦ – ۸۳٦.

۲٥. Barbosa, J. M., ۱۹۹۷. Variaçao intraespecifica no crescimento de peixes: Modulaçao quimica e habito Social, Institute Biociencias. UNESP, Botucatu. ۳۹ p.

۲٦. Wang, N., Hayward, R, S. and Noltie, D, B., ۲۰۰۰. Effects of social interaction on growth of juvenile hybrid sunfish held at two densities, North American Journal of Aquaculture. ٦۲: ۱٦۱-۱٦۷.

۲۷. Jonsson, B. and Svavarsson, E., ۲۰۰۰. Connection between egg size and early mortality in arctic charr (*Salvelinus alpinus*). Aquaculture. ۱۸۷: ۳۱٥-۳۱۷.

۲۸. Gisbert, E., Williot, P. and Castello-Orvay, F., ۲۰۰۰. Influence of egg size on growth and survival of the early stages of Siberian sturgeog (*Acipenser baeri*) under small scale hatchery conditions. Aquaculture. ۱۸۳: ۸۳-۹٤.

۲۹. Marteinsdóttir, G. and Steinarsson, A., ۱۹۹۸. Maternal influence on the size and viability of Iceland cod Gadus morhua eggs and larvae. Journal of fish biology. ٥۲: ۱۲٤۱-۱۲٥۸.

۳۰. Osse, J. W. M., Van Den Boogaart, J. G. M., Van Sink, G. M. J. and Van Der Sluys, L., ۱۹۹۷. Priorities during early growth of fish larvae. Aquaculture. ۱٥٥: ۲٤۹-۲٥۸.

۳۱. Smith, D. W., ۲۰۰٦. The feeding selectivity of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). Journal of Fish Biology. ۳٤: ۸۱۹-۸۲۸.

۳۲. Ruchin, A. B., ۲۰۰۷. Effect of photoperiod on growth, physiologica and hematological indices of juvenile Siberian sturgeon *Acipenser baerii*. Biology Bulletin. ۳٤: ٥٨۳-٥٨۹.
۳۳. Cazenave, J., Wunderlin, D. A., Hued, A. C. and Bistoni, M. A., ۲۰۰٥. Haematological parameters in a Neotropical fish, *Corydoras paleatus* (Jenyns, ۱۸٤۲) (Pisces, Callichthyidae), captured from pristine and polluted water. Journal of Hydrobiologia. ٥۳۷: ۲٥-۳۳.
۳٤. Siakpere, O. Ake, J. E. G. and Idoge, E., ۲۰۰٥. Haematological characteristics of the African Snakehead, *Parachanna obscura*. African Journal of Biotechnology. ٤: ٥۲۷-٥۳۰.
۳٥. Gardeur, J. N., Mathis, N., Kobilinsky, A., and Brun-Bellut, J., ۲۰۰۷. Simultaneous effects of nutritional and environmental factors on growth and flesh quality of *Perca fluviatilis* using a fractional factorial design study. Aquaculture. ۲۷۳: ٥۰-٦۳.
۳۶.

.