

## تأثیر سطوح مختلف اسید مالیک بر رشد و ترکیب لاشه بچه تاسماهی

سیبری (Acipenser baerii, Brandt, 1869)

حدیثه علیزاده<sup>۱</sup>، حسین اورجی<sup>۱\*</sup>، بهرام فلاحتکار<sup>۲</sup>، ایرج عفت‌پناه<sup>۳</sup>

\*h.ouraji@sanru.ac.ir

۱- گروه شیلات، دانشکده علوم دام و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران

۳- مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایز ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور، سیاهکل، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۷

تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۷

### چکیده

در این آزمایش، تأثیر سطوح مختلف اسید مالیک (صفر، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ گرم در کیلوگرم جیره) بر عملکرد رشد و ترکیب لاشه بچه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) بررسی شد. بدین منظور، تعداد ۳۷۵ قطعه بچه ماهی با میانگین وزن اولیه ۳۳/۷۲±۰/۶۰ گرم (میانگین  $\pm$  خطای استاندارد) به طور تصادفی در حوضچه‌های بتونی گرد (با قطر ۱/۸۵ و عمق ۰/۲۵ متر) به تعداد ۲۵ عدد در هر کدام، در ۵ تیمار و با ۳ تکرار توزیع و به مدت ۸ هفته تغذیه شدند. نتایج اندازه‌گیری شاخص‌های رشد نشان داد که سطوح مختلف اسید مالیک در جیره غذایی بچه تاسماهیان سیبری سبب تأثیر معنی‌دار بر عملکرد رشد و کارایی غذایی نشد. میزان غذای مصرفی در تیمار تغذیه شده با جیره غذایی ۲/۵ گرم در کیلوگرم بیشتر از سایر گروه‌های آزمایشی بود و نیز شاخص تولید چربی تیمار ۷/۵ گرم در کیلوگرم کم‌تر از سایر تیمارهای آزمایشی بود ( $p < 0.05$ ). پایین‌ترین مقدار چربی و خاکستر لاشه در تیمار ۷/۵ گرم بر کیلوگرم اسید مالیک مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت ( $p < 0.05$ ). بر اساس نتایج به‌دست آمده، استفاده از اسید مالیک با مقادیر مذکور طی این مطالعه در تغذیه بچه ماهیان سیبری تأثیری بر عملکرد رشد نداشت، اما در آنالیز ترکیبات لاشه تأثیر داشته است.

**لغات کلیدی:** رشد، ترکیب لاشه، بچه تاسماهی سیبری، اسید مالیک، ماهیان خاویاری

\*نویسنده مسئول

## مقدمه

با توجه به محدودیت اماکن جغرافیایی، جهت پرورش و هزینه‌های بالای تهیه خوراک، جهت بهبود عملکرد ماهیان پرورشی، بی‌تردید استفاده از محرک‌های رشد همچون آمینواسیدها، آنتی بیوتیک‌ها، اسیدهای آلی بسیار راهگشا می‌باشند. از جمله مشکلات پرورش ماهیان خاویاری، تکنولوژی فرمولاسیون جیره‌های غذایی می‌باشد، زیرا بیش از ۵۰٪ هزینه‌های پرورش به غذا اختصاص دارد (فلاح‌تکار، ۱۳۹۳). با توجه به سازگاری کم ماهیان خاویاری به غذای دستی، تهیه غذای مناسب، مسبب صرفه اقتصادی امر پرورش، بهبود شاخص‌های رشد و کاهش آلودگی می‌شود (Bronzi et al., 1999).

تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*) یکی از انواع ماهیان خاویاری است که در سراسر جهان بیش‌تر جهت تولید گوشت و خاویار مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hamlin et al., 2011). تاسماهی سبیری موجودی کفزی‌خوار است و غذای اصلی آن در دوران لاروی شیرونومیده است (Holčík, 1989). این ماهی از گونه‌های با ارزش تجاری است که از استعداد قابل توجهی برای پرورش در شرایط محصور برخوردار می‌باشد (Williot et al., 2002). دوره رسیدگی بلوغ جنسی، گستردگی و تنوع در رژیم غذایی باعث گردیده است که این گونه به عنوان یکی از گونه‌های اصلی در پرورش گوشتی ماهیان خاویاری آب شیرین معرفی گردد (Falahatkar, 2018). تاسماهی سبیری نسبت به گونه‌هایی نظیر قزل‌آلا قادر به تحمل محدوده وسیع‌تری از تغییرات پارامترهای کیفی آب و اکسیژن محلول نسبتاً پایین، غلظت بالای آمونیاک و تراکم بالای ذخیره‌سازی است (Bronzi et al., 1999).

استفاده از محرک‌های رشد آنتی‌بیوتیک در جیره ماهی در صنعت آبی پروری بخوبی پذیرفته شده است (محسنی و ستوده، ۱۳۹۳). این محرک‌ها می‌توانند سبب بهبود افزایش وزن زنده، ضریب تبدیل خوراک و میزان بقاء شوند، اما نگرانی‌های عمومی در ارتباط با مقاوم شدن

عوامل بیماری‌زا و مسائل زیست محیطی سبب ممنوعیت یا کاهش استفاده از این مواد در سراسر جهان شده است. صنعت خوراک آبزیان، توجهش را به سایر افزودنی‌های خوراکی به منظور حفظ عملکرد و افزایش میزان بقاء در آبی‌پروری معطوف کرده است (نظری و همکاران، ۱۳۹۶). در بین مکمل‌های افزودنی، اسیدهای آلی جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌ها معرفی شده‌اند (Ceylan, 2002). مطالعات اولیه که در بیش از ۳۰ سال پیش انجام شده است، نشان داده است که افزودن اسیدهای آلی به جیره سبب بهبود عملکرد موجود می‌شود (Kirchgessner et al., 1995). این اسیدها در طی فرآیند تخمیر میکروبی تولید می‌شوند. اسیدهای آلی و نمک‌هایشان اغلب برای محافظت و نگهداری مواد غذایی استفاده می‌شوند. امروزه توجه ویژه‌ای به کاربرد تجاری اسیدهای آلی در جیره ماهیان و سایر جانوران در جهت کنترل بیماری‌ها و افزایش کارایی صورت پذیرفته است (Wing-Keong et al., 2009).

اسید مالیک به عنوان یک اسیدی فایر از طریق کاهش pH غذا سبب جلوگیری از رشد میکروب‌ها می‌شود و همچنین با پایین آوردن جذب احتمالی ارگانیزم‌های بیماری‌زا و متابولیت‌های سمی آنها توسط ماهی، به عنوان یک محافظ در برابر عواملی مانند قارچ‌ها، باکتری‌های مضر، مخمرها و غیره عمل می‌کند (Luckstadt, 2008). همچنین این اسیدی فایر می‌تواند از طریق کاهش اسیدیته معده سبب بهبود عملکرد پپسین و در نهایت هضم پروتئین شود (Eidelsburger, 1998). محققان عملکرد مثبت جیره‌های حاوی اسیدهای آلی را به عواملی نظیر افزایش کارایی آنزیم‌های گوارشی (Kotzamanis et al., 2007)، افزایش میزان هضم پذیری پروتئین و چربی (Luckstadt, 2008)، افزایش حلالیت عناصر معدنی (Sugiura et al., 1998)، افزایش کلونی‌های باکتری‌های مفید در روده (Zhou et al., 2008)، بهبود شاخص‌های رشد و پارامترهای خونی (Hassan et al., 2017) دانسته‌اند. استفاده از اسیدی فایرها از جمله اسید مالیک

### طراحی آزمایش و تغذیه

در این پژوهش از ۵ تیمار غذایی و برای هر تیمار ۳ تکرار با سطوح افزودنی صفر، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ گرم اسید مالیک در هر کیلوگرم جیره غذایی استفاده شد. بدین منظور هر سطح از اسید مالیک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل و روی یک کیلوگرم غذا اسپری شد و پس از خشک شدن جهت جلوگیری از آبشویی با ژلاتین ۰/۱ درصد پوشش داده شد (MN et al., 1993; Yamamoto and Akiyama, 1995). خوراک پلت مورد نیاز از شرکت تولیدی پارس دانه سوادکوه (پروتئین ۴۲٪، چربی ۱۵٪، خاکستر ۵٪، رطوبت ۱۱٪ و فیبر ۴٪) با برند Topfeed (مازندران، سوادکوه) و اسید مالیک مورد نیاز از شرکت شیمیایی پاسارگاد نوین (تهران، ایران) تهیه شد. غذادهی به ماهیان به صورت دستی و روزانه در چهار نوبت (ساعات ۳:۰۰، ۹:۰۰، ۱۵:۰۰ و ۲۱:۰۰) صورت گرفت. در هر روز قبل از اولین غذادهی، آب حوضچه‌ها به میزان ۵۰ درصد سیفون و تعویض می‌شد تا فضولات خارج شود. در حین انجام این عمل مقدار غذای باقیمانده (تعداد گرانول‌ها) شمارش و پس از محاسبه از غذای داده شده کسر می‌شد. پس از آگیری حوضچه‌ها، جریان ورودی آب قطع می‌شد تا غذا از دسترس ماهی خارج نشود و سپس غذادهی انجام می‌شد. غذادهی بر اساس میزان اشتها بود و مقدار مورد نیاز غذا به صورت متناوب به درون حوضچه‌ها ریخته می‌شد. بعد از اتمام غذادهی همه حوضچه‌ها از لحاظ وجود یا فقدان غذا مورد بررسی قرار می‌گرفتند تا در صورت نیاز مجدد مقداری غذا در اختیار ماهیان قرار گیرد. این روند تا هنگامی که ماهیان کاملاً سیر می‌شدند ادامه داشت، بطوریکه هر وعده غذادهی به مدت یک ساعت طول می‌کشید. پس از اتمام غذادهی مجدداً جریان ورودی آب برقرار می‌شد.

### اندازه‌گیری فاکتورهای رشد

در ابتدا و در طول مدت ۸ هفته آزمایش، هر ۲ هفته یک بار زیست‌سنجی انجام شد که ۲۴ ساعت قبل از زیست

در جیره غذایی ماهی می‌تواند روشی مؤثر در جهت دستیابی به تولید سالم، با صرفه اقتصادی و پایدار باشد (Luckstadt, 2007).

هدف از این پژوهش، تعیین بهترین سطح اسید مالیک در جیره غذایی و تاثیر آن بر فاکتورهای رشد و ترکیبات لاشه بچه تاسماهیان سبیری است.

### مواد و روش کار

#### ماهی و شرایط پرورش

این پژوهش طی ماه‌های مهر ماه لغایت آذر ماه سال ۱۳۹۶ در مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور در سیاهکل واقع در استان گیلان، طی مدت ۸ هفته انجام شد. بدین منظور، تعداد ۳۷۵ عدد بچه تاسماهی سبیری (A. baerii) با میانگین وزن اولیه  $33/72 \pm 0/60$  گرم (میانگین  $\pm$  خطای استاندارد) حاصل از مولدین پرورشی تکثیر شده در ابتدای سال در همین مرکز تهیه شدند و به حوضچه‌های بتونی گرد (با قطر ۱/۸۵ و عمق ۰/۲۵ متر) انتقال یافتند و جهت سازگاری، به مدت دو هفته با غذای شاهد تغذیه شدند. پس از پایان مدت سازگاری، بچه ماهیان در ۱۵ حوضچه با شرایط بیان شده به تعداد ۲۵ قطعه با حجم آگیری ۷۰۰ لیتر در قالب طرح کاملاً تصادفی توزیع شدند. آب مورد نیاز از رودخانه خراود تأمین گردید. طی انجام پژوهش، دبی آب ورودی به مخازن پرورشی به طور متوسط  $8/48 \pm 0/95$  لیتر در دقیقه بود. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل دما، اکسیژن و pH به صورت روزانه اندازه‌گیری و ثبت شد. میانگین دمای آب  $17/07 \pm 2/85$  درجه سانتی‌گراد، متوسط اکسیژن محلول  $6/03 \pm 0/99$  میلی‌گرم در لیتر و میانگین pH  $7/7 \pm 0/04$  ثبت شد. شایان ذکر است ماهیان طی انجام آزمایش در شرایط دوره نوری طبیعی و در یک مکان سرپوشیده قرار داشتند.

وزن تر به دست آمده (گرم)/مقدار غذای مصرفی (گرم) = FCR  
 پروتئین مصرف شده (گرم)/وزن تر به دست آمده (گرم) = PER  
 چربی مصرف شده (گرم)/وزن تر به دست آمده (گرم) = LER  
 کل چربی مصرف شده/ (چربی لاشه در ابتدای دوره -  $100 \times$  چربی لاشه در انتهای دوره)  
 کل پروتئین مصرف شده/ (پروتئین لاشه در  $100 \times$  پروتئین لاشه در انتهای دوره)  
 [طول کل/وزن ماهی (گرم)]  $\times 100 = CF$   
 تعداد ماهیان در / تعداد ماهیان در انتهای دوره  $\times 100 = SR$  (%) [ابتدای دوره]

در پایان دوره مطالعه برای اندازه گیری شاخص کبدی (HSI)<sup>۱۵</sup> و احشایی (VSI)<sup>۱۶</sup> نیز از هر تیمار ۶ عدد ماهی انتخاب و پس از بیهوشی، با زدن ضربه به سر آنها کشته شدند (سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۴)، سپس امعاء و احشاء و کبد خارج و توزین شدند و از طریق روابط ذیل شاخص های کبدی و احشایی محاسبه گردید (Tibbets et al., 2006):

$$HSI (\%) = 100 \times [\text{وزن ماهی (گرم)} / \text{وزن کبد (گرم)}]$$

$$VSI (\%) = 100 \times [\text{وزن ماهی (گرم)} / \text{وزن امعاء و احشاء (گرم)}]$$

### نمونه گیری و آنالیز لاشه

در ابتدا و پایان دوره آزمایش به منظور تعیین ترکیبات شیمیایی لاشه شامل پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت از ماهیان نمونه گیری شد. برای این منظور در ابتدا ۳ عدد ماهی و در انتهای دوره از هر تکرار دو عدد ماهی به طور تصادفی انتخاب شدند و لاشه آنها برای مراحل بعدی در فریزر با دمای  $-20^{\circ}\text{C}$  درجه سانتی گراد نگهداری شد. سپس لاشه ماهیان به آزمایشگاه تکثیر و پرورش آبزیان دانشکده علوم دام و شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انتقال یافت و آنالیزهای مربوطه انجام شد. برای این منظور، پس از یخ زدایی، ابتدا لاشه ها به اندازه های کوچک

سنجی غذادهی قطع می شد تا دستگاه گوارش ماهیان تخلیه شود. سپس ماهیان موجود در هر حوضچه با احتیاط توسط ساچوک صید می شد و به منظور کاهش استرس با استفاده از محلول پودر گل میخک (دز ppm ۳۰۰) (فلاحکار و همکاران، ۱۳۸۵) بیهوش و زیست سنجی صورت می گرفت. برای اندازه گیری وزن و طول هر ماهی بترتیب از ترازوی دیجیتالی با دقت  $0.1$  گرم و تخته زیست سنجی با دقت یک میلی متر استفاده شد. در پایان آزمایش به منظور بررسی عملکرد رشد و کارایی غذایی تیمارهای مختلف، شاخص های وزن نهایی (FW)<sup>۱</sup>، طول نهایی (TL)<sup>۲</sup>، وزن بدست آمده (WG)<sup>۳</sup>، درصد افزایش وزن (BWI)<sup>۴</sup>، درصد رشد روزانه (DGR)<sup>۵</sup>، غذای مصرف شده (FI)<sup>۶</sup>، نرخ رشد ویژه (SGR)<sup>۷</sup>، ضریب تبدیل غذایی (FCR)<sup>۸</sup>، نرخ کارایی پروتئین (PER)<sup>۹</sup>، نرخ کارایی چربی (LER)<sup>۱۰</sup>، ارزش تولید چربی (LPV)<sup>۱۱</sup>، ارزش تولید پروتئین (PPV)<sup>۱۲</sup>، فاکتور وضعیت (CF)<sup>۱۳</sup> و نرخ بقاء (SR)<sup>۱۴</sup> اندازه گیری و از طریق رابطه های bdg محاسبه شدند (فلاحکار، ۱۳۹۳):

$$WG (g) = \text{وزن اولیه (گرم)} - \text{وزن نهایی (گرم)}$$

$$BWI (\%) = 100 \times [(\text{وزن اولیه (گرم)} - \text{وزن نهایی (گرم)}) / \text{وزن اولیه (گرم)}]$$

$$FI (g/fish) = \text{تعداد ماهی} / \text{کل غذای مصرفی در طول دوره (گرم)}$$

$$SGR (\%/day) = 100 \times [(\ln \text{وزن نهایی (گرم)} - \ln \text{وزن اولیه (گرم)}) / \text{طول دوره پرورش (روز)}]$$

$$DGR (\%) = 100 \times [(\text{وزن نهایی (گرم)} - \text{وزن اولیه (گرم)}) / \text{وزن اولیه (گرم)}]$$

<sup>1</sup> Final weight

<sup>2</sup> Total length

<sup>3</sup> Weight gain

<sup>4</sup> Body weight increase

<sup>5</sup> Daily growth rate

<sup>6</sup> Feed intake

<sup>7</sup> Specific growth rate

<sup>8</sup> Feed efficiency ratio

<sup>9</sup> Protein efficiency ratio

<sup>10</sup> Lipid efficiency ratio

<sup>11</sup> Lipid productive value

<sup>12</sup> Protein productive value

<sup>13</sup> Condition factor

<sup>14</sup> Survival rate

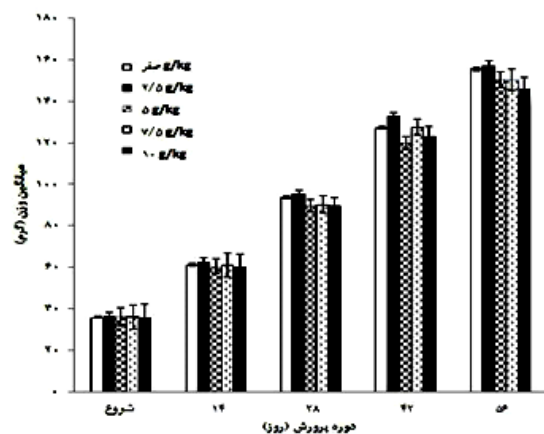
<sup>15</sup> Hepatosomatic index

<sup>16</sup> Viscerosomatic index

کیلوگرم اسید مالیک وضعیت بهتری داشتند، ولی از سوی دیگر، میزان غذای مصرف شده در این تیمار بیش‌تر از سایر تیمارها بود و اختلاف معنی‌داری داشت ( $p < 0.05$ ). شاخص بقاء در همه تیمارها ۱۰۰ درصد بود و هیچگونه تلفاتی طی مطالعه مشاهده نشد. همچنین روند رشد بچه تاسماهیان سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف اسید مالیک در شکل ۱ مشاهده می‌شود. به طور کلی، شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای حاکی از عدم تاثیر مثبت یا منفی وجود سطوح مختلف اسید مالیک در جیره غذایی بچه تاسماهیان سیبری بود.

### آنالیز لاشه

نتایج حاکی از آن بود که میزان رطوبت و پروتئین در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت ( $p > 0.05$ )، ولی مقادیر چربی و خاکستر در تیمار حاوی ۷/۵ گرم کیلوگرم اسید مالیک با کمترین مقدار، تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد داشتند ( $p < 0.05$ )، ولی با سایر تیمارهای حاوی اسید مالیک تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). نتایج حاصل از آنالیز لاشه در پایان دوره در جدول ۲ ارائه شده است.



شکل ۱: روند رشد بچه تاسماهی سیبری (*A. baerii*) تغذیه شده با سطوح مختلف اسید مالیک در طول دوره پرورشی ۸ هفته‌ای (خطای استاندارد  $\pm$  میانگین).

Figure 1: Growth trend of juvenile Siberian sturgeon (*A. baerii*) fed with different levels of Malic acid during 8 weeks.

تبدیل و سپس دو بار با چرخ گوشت چرخ شدند تا یک مخلوط همگن بدست آید. آنالیز لاشه و اقلام جیره بر اساس روش‌های مندرج در AOAC (۱۹۹۵) صورت گرفت. لذا، جهت اندازه‌گیری میزان رطوبت نمونه در آن (Memert, Germany) در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن نمونه به وزن ثابت قرارگرفت، میزان خاکستر با سوزاندن مقدار مشخصی از ماده غذایی در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت بدست آمد و پروتئین خام با استفاده از روش کلدال (Bakhshi, Tehran, Iran) در سه مرحله هضم، تقطیر، تیتراسیون و ضرب نمودن ازت بدست آمده از هر گرم ماده خشک در عدد ۶/۲۵ تعیین شد و چربی خام با استخراج چربی به روش سوکسله با استفاده از حلال اتر با رسیدن به نقطه جوش ۵۰-۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴-۶ ساعت در استخراج کننده سوکسله (Bakhshi, Tehran, Iran) اندازه‌گیری شد.

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای بررسی آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS (IBM SPSS Statistics V22) استفاده شد. جهت کنترل نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov)، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آنالیز واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه دانکن (Duncan) با درصد خطای ۵ درصد استفاده شد.

### نتایج

#### شاخص‌های رشد و تغذیه

نتایج شاخص‌های رشد نشان داد که افزودن سطوح مختلف اسید مالیک به جیره غذایی بچه ماهیان تاثیر معنی‌داری بر سرعت رشد، افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی، کارایی پروتئین و چربی و شاخص‌های کبدی و احشایی نداشت (جدول ۱،  $p > 0.05$ ). اگرچه برخی از این شاخص‌ها در ماهیان تغذیه شده با جیره ۲/۵ گرم در

جدول ۱: عملکرد رشد و کارایی غذایی بچه تاسماهی سبیری (*A. baerii*) تغذیه شده با سطوح مختلف اسید مالیک پس از ۸ هفته غذادهی (میانگین±خطای استاندارد).

Table 1: Growth performance and feed efficiency of juvenile Siberian sturgeon (*A. baerii*) fed with different levels of Malic acid after 8 weeks (mean±SE).

| سطوح مختلف اسید مالیک جیره (گرم/کیلوگرم) |                             |                            |                            |                             | شاخص های رشد           |
|------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|
| ۱۰                                       | ۷/۵                         | ۵                          | ۲/۵                        | صفر                         |                        |
| ۳۵/۸۲ ± ۰/۴۰                             | ۳۵/۹۸ ± ۰/۳۳                | ۳۶/۰۵ ± ۰/۳۲               | ۳۵/۹۸ ± ۰/۳۵               | ۳۵/۹۳ ± ۰/۳۴                | وزن اولیه (گرم)        |
| ۱۴۶/۴۴ ± ۳/۳۹                            | ۱۵۰/۴۷ ± ۲/۷۵               | ۱۵۰/۲۴ ± ۲/۶۹              | ۱۵۷/۱۶ ± ۳/۷۷              | ۱۵۵/۵۲ ± ۳/۷۳               | وزن نهایی (گرم)        |
| ۱۱۰/۶۱ ± ۱/۰۳                            | ۱۱۴/۴۸ ± ۰/۰۳               | ۱۱۴/۱۸ ± ۰/۷۷              | ۱۲۱/۱۷ ± ۱/۲۰              | ۱۱۹/۵۸ ± ۰/۱۲               | وزن بدست آمده (گرم)    |
| ۳۰۸/۷۱ ± ۲/۷۶                            | ۳۱۸/۱۲ ± ۰/۸۵               | ۳۱۶/۶۸ ± ۲/۰۶              | ۳۳۶/۷۹ ± ۳/۴۷              | ۳۳۲/۸۰ ± ۰/۳۸               | درصد افزایش وزن بدن    |
| ۲۳/۲۴ ± ۱/۰۸                             | ۲۳/۲۳ ± ۰/۹۰                | ۲۳/۲ ± ۰/۸۵                | ۲۳/۱۳ ± ۰/۹۹               | ۲۳/۳۳ ± ۰/۸۵                | طول اولیه (cm)         |
| ۳۴/۱۶ ± ۰/۳۳                             | ۳۴/۷۳ ± ۰/۱۹                | ۳۴/۲ ± ۰/۲۴                | ۳۴/۶۶ ± ۰/۲۶               | ۳۴/۸ ± ۰/۲۶                 | طول نهایی (cm)         |
| ۰/۳۷ ± ۰/۰۲                              | ۰/۳۵ ± ۰/۰۰                 | ۰/۳۷ ± ۰/۰۱                | ۰/۳۶ ± ۰/۰۰                | ۰/۳۵ ± ۰/۰۰                 | فاکتور وضعیت           |
| ۲/۶۰ ± ۰/۰۱                              | ۲/۶۴ ± ۰/۰۳                 | ۲/۶۴ ± ۰/۰۰                | ۲/۷۲ ± ۰/۰۱                | ۲/۷۱ ± ۰/۰۰                 | نرخ رشد ویژه (%/day)   |
| ۱۳۴/۵۵ ± ۰/۲۳ <sup>b</sup>               | ۱۳۵/۴۳ ± ۰/۱۴ <sup>ab</sup> | ۱۳۴/۰۸ ± ۰/۳۴ <sup>b</sup> | ۱۳۹/۱۳ ± ۰/۲۳ <sup>a</sup> | ۱۳۶/۹۵ ± ۰/۲۳ <sup>ab</sup> | غذای مصرف شده (g/fish) |
| ۱/۲۲ ± ۰/۰۸                              | ۱/۱۸ ± ۰/۰۳                 | ۱/۱۷ ± ۰/۰۴                | ۱/۱۵ ± ۰/۰۹                | ۱/۱۴ ± ۰/۰۲                 | ضریب تبدیل غذایی       |
| ۲/۶۹ ± ۰/۰۲                              | ۲/۷۹ ± ۰/۰۰                 | ۲/۷۸ ± ۰/۰۱                | ۲/۹۵ ± ۰/۰۲                | ۲/۹۱ ± ۰/۰۰                 | نرخ کارایی پروتئین     |
| ۷/۹۰ ± ۰/۰۷                              | ۸/۱۷ ± ۰/۰۲                 | ۸/۱۵ ± ۰/۰۵                | ۸/۶۵ ± ۰/۰۸                | ۸/۵۴ ± ۰/۰۰                 | نرخ کارایی چربی        |
| ۲/۸۸ ± ۰/۷۳                              | ۲/۵۱ ± ۱/۰۸                 | ۳/۵۵ ± ۱/۴۳                | ۳/۷۴ ± ۰/۷۰                | ۵/۴۳ ± ۱/۷۶                 | ارزش تولید پروتئین (%) |
| ۲۷/۹۲ ± ۲/۶۷ <sup>ab</sup>               | ۲۶/۱۶ ± ۵/۰۸ <sup>b</sup>   | ۳۲/۷۱ ± ۰/۹۳ <sup>ab</sup> | ۳۴/۲۳ ± ۵/۶۶ <sup>ab</sup> | ۴۱/۳۳ ± ۳/۷۴ <sup>a</sup>   | ارزش تولید چربی (%)    |
| ۴/۵۱ ± ۰/۴۲                              | ۴/۲۶ ± ۰/۱۳                 | ۴/۵۸ ± ۰/۱۱                | ۴/۵۶ ± ۰/۱۸                | ۴/۹۸ ± ۰/۲۵                 | شاخص کبدی (%)          |
| ۱۲/۲۲ ± ۰/۷۴                             | ۱۱/۵۰ ± ۰/۵۷                | ۱۱/۶۸ ± ۰/۷۲               | ۱۲/۸۹ ± ۱/۱۹               | ۱۱/۸۳ ± ۰/۴۰                | شاخص احشایی (%)        |
| ۱۰۰                                      | ۱۰۰                         | ۱۰۰                        | ۱۰۰                        | ۱۰۰                         | نرخ بازماندگی (%)      |

۶ n برای سنجش شاخص کبدی و احشایی در هر تیمار

حروف انگلیسی غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار است.

جدول ۲: نتایج حاصل از آنالیز لاشه بچه تاسماهی سبیری (*A. baerii*) تغذیه شده با سطوح مختلف اسید مالیک پس از ۸ هفته غذادهی (بر اساس وزن تر؛ n=۶؛ میانگین±خطای استاندارد).

Table 2: The results of carcass analysis of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) fed with different levels of Malic acid after 8 weeks (based on wet weight, n=6, mean±SE).

| سطوح مختلف اسید مالیک جیره (گرم/کیلوگرم) |                          |                           |                           |                           | ترکیب بدن (%) |
|------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|
| ۱۰                                       | ۷/۵                      | ۵                         | ۲/۵                       | صفر                       |               |
| ۷۵/۱۷ ± ۰/۳۲                             | ۷۴/۹۴ ± ۰/۹۵             | ۷۴/۹۵ ± ۰/۶۸              | ۷۴/۰۹ ± ۰/۵۶              | ۷۳/۳۹ ± ۱/۳۳              | رطوبت         |
| ۱۲/۵۹ ± ۰/۳۰                             | ۱۲/۴۴ ± ۰/۴۴             | ۱۲/۸۷ ± ۰/۵۸              | ۱۲/۹۵ ± ۰/۲۸              | ۱۳/۶۴ ± ۰/۷۲              | پروتئین       |
| ۸/۱۷ ± ۰/۳۷ <sup>ab</sup>                | ۷/۹۲ ± ۰/۷۱ <sup>b</sup> | ۸/۸۴ ± ۰/۱۳ <sup>ab</sup> | ۹/۰۵ ± ۰/۷۹ <sup>ab</sup> | ۱۰/۰۴ ± ۰/۵۲ <sup>a</sup> | چربی          |
| ۲/۸۰ ± ۰/۳۵ <sup>ab</sup>                | ۲/۲۸ ± ۰/۰۹ <sup>b</sup> | ۲/۶۴ ± ۰/۲۴ <sup>ab</sup> | ۲/۴۲ ± ۰/۲۲ <sup>ab</sup> | ۳/۱۵ ± ۰/۲۴ <sup>a</sup>  | خاکستر        |

حروف انگلیسی غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار است.

## بحث

غذایی نداشت و تنها در غذای مصرفی و شاخص تولید چربی اختلاف معناداری بین تیمارها مشاهده شد. عدم تاثیر اسید مالیک بر عملکرد رشد تاسماهی سبیری همسو

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که افزودن سطوح مختلف اسید مالیک اثرات مثبت یا منفی بر عملکرد رشد و کارایی

افزایش کارایی رشد و تغذیه با استفاده از اسیدهای آلی عنوان کرده‌اند. همچنین، انرژی اسیدهای آلی می‌تواند به طور کامل در متابولیسم مورد مصرف قرار گیرد و سلول‌های اپیتلیال روده قادرند از این اسیدها به عنوان منابع انرژی استفاده کنند. از این طریق اسیدهای آلی باعث رشد بیشتر سلول‌های انتروسیست روده می‌گردند (Topping and Clifton, 2001) و با افزایش اندازه ریز پرزهای روده و افزایش سطح جذب، کارایی غذایی بیش‌تر می‌شود.

با این حال، مطالعه دقیق بین این گزارش‌های متفاوت شاید گمراه‌کننده باشد و این اختلاف نتایج بنظر می‌رسد به عواملی همچون گونه ماهیان، اندازه و سن ماهیان، نوع و سطوح اسیدهای آلی و نمک‌هایشان یا ترکیب آنها بستگی دارد. همچنین ترکیبات جیره‌های آزمایشی، ظرفیت بافری مواد تشکیل دهنده جیره، مدیریت پرورش و تغذیه و کیفیت آب از دیگر عوامل موثر در کسب نتایج متفاوت می‌باشند (Lim et al., 2010). اعتقاد بر این است که تاثیر نهایی اسیدهای آلی وابسته به عوامل مختلف زیستی و غیر زیستی است (Ng et al., 2009). مشاهدات ما در عملکرد رشد تاسماهی سبیری نیز می‌تواند تحت تاثیر این عوامل قرار گرفته باشد.

بررسی نتایج مربوط به ترکیبات بدن نشان داد که با افزودن سطوح مختلف اسید مالیک اختلاف معنی داری در مقدار پروتئین و رطوبت لاشه مشاهده نشد، ولی در مقدار چربی و خاکستر لاشه اختلاف معنی داری بین تیمار ۷/۵ گرم اسید مالیک در کیلوگرم با سایر تیمارها مشاهده شد. برخی محققین بر این باورند که تغییرات در ترکیبات بیوشیمیایی لاشه ماهیان می‌تواند به تغییر در سنتز پروتئین و چربی در بدن، میزان ذخیره‌شان در بافت‌های بدن و نرخ رشد متفاوت، نسبت داده شود (Abdel-Tawwab et al., 2008; Heidarieh et al., 2012). توجه به اینکه میزان کلی چربی و خاکستر در تیمار شاهد بیشتر از تیمار ۷/۵ است و چون میزان رشد (افزایش وزن) در تیمار شاهد نسبت به تیمار ۷/۵ بیشتر بوده است، در

با مطالعات مشابه در برخی گونه‌های دیگر می‌باشد. تاثیر غیر معنادار مکمل اسیدهای آلی (اسید فرمیک، اسید سیتریک، اسید مالیک، اسید ارتوفسفریک، اسید لاکتیک و اسید تارتاریک) بر عملکرد رشد هیبرید تیلایای قرمز (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*) (Ng et al., 2009)، مکمل اسیدهای آلی (اسید فرمیک، اسید سیتریک، اسید مالیک، اسید ارتوفسفریک، اسید لاکتیک و اسید تارتاریک) بر قزل آلاهی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (سلیمانی ایرانی و همکاران، ۱۳۹۱)، مکمل اسیدی فایر بایوترونیک بر ماهی اسکار تایگر (*Astronotus ocellatus*) (حدیدی و طاعتی، ۱۳۹۵)، مخلوط چند اسید آلی بر میگوی ببری (*Penaeus monodon*) (Ng et al., 2015)، کلسیم فسفات بر قزل آلاهی رنگین کمان (Pandey and Satoh, 2008)، سدیم بوتیرات بر گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) و مخلوط چند اسید آلی بر کفشک زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) (Katya et al., 2018) گزارش شده است.

از سویی، گزارش‌هایی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد اسید لاکتیک و اسید پروپیونیک بر ماهی چار قطبی (*Salvelinus alpinus*)، اسید سیتریک و اسید لاکتیک بر قزل آلاهی رنگین کمان (Ringo et al., 1994)، اسید سیتریک در فیل ماهیان جوان (*Huso huso*) (Sudagar et al., 2010; Khajepour and Hosseini, 2012)، مکمل اسیدی فایر (اسید سیتریک، اسید لاکتیک و اسید استیک) بر قزل آلاهی رنگین کمان (Mortazavi Tabrizi et al., 2012) و اشکال مختلف پتاسیم بر ماهی تیلایا (*Oreochromis niloticus*) (Ramli et al., 2005) سبب بهبود عملکرد رشد شده‌اند. این محققین دلایل مختلفی از قبیل نقش اسیدهای آلی در کاهش بار میکروبی مضر غذای مصرفی، بهبود فرآیند هضم غذا، کاهش pH معده و عملکرد بهتر پپسین، کاهش باکتری‌های مضر روده از طریق کاهش pH و متعادل سازی فلور میکروبی روده (Luckstadt, 2008) برای

ماهیان قزل آلای رنگین کمان ( *Oncorhynchus mykiss* ). مجله بهره برداری و پرورش آبزیان، ۱(۳): ۱۴-۱.

سلیمانی، س.م.، سجادی، م.م.، فلاحتکار، ب. و یزدانی، م.ع.، ۱۳۹۴. جایگزینی پودر ماهی با پودر کرم خاکی (*Eisemia foetida*) در جیره غذایی بچه تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*) و تاثیر آن بر عملکرد رشد، کارایی غذا و ترکیبات لاشه. مجله بوم شناسی آبزیان، ۵(۳): ۳۰-۲۱.

فلاحتکار، ب.، ۱۳۹۳. تغذیه و جیره نویسی آبزیان. انتشارات موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی، تهران، ص ۳۳۴.

فلاحتکار، ب.، سلطانی، م.، ابطحی، ب.، کلباسی، م.، پورکاظمی، م. و یاسمی، م.، ۱۳۸۵. تاثیر ویتامین C بر برخی پارامترهای رشد، نرخ بازماندگی و شاخص کبدی در فیل ماهیان (*Huso huso*) جوان پرورشی. مجله پژوهش و سازندگی، ۱۹(۳): ۹۸-۱۰۳.

محسنی، م. و ستوده، ا.م. ۱۳۹۳. اثر سطوح مختلف سلیوم جیره غذایی بر روند رشد و استرس اکسیداتیو بچه فیل ماهی پرورشی (*Huso huso*) تغذیه شده با سطوح بالای مس. مجله علمی شیلات ایران، ۲۱(۴): ۱۱۴-۱۰۵. DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110092

نظری، ک.، شمسانی مهرجان، م.، ایلا، ن.، شریف-پور، ع.، کمالی، ا. ۱۳۹۶. اثرات سلیوم آلی و معدنی بر عوامل رشد، پارامترهای خونی و ایمنی شناسی بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علمی شیلات ایران، ۲۶(۳): ۱۳۸-۱۲۹. DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113528

Abdel-Tawwab, M., Abdel-Rahman, A.M. and Ismael, N.E.M., 2008. Evaluation of commercial live bakers' yeast, *Saccharomyces cerevisiae* as a growth and immunity promoter for fry Nile tilapia,

نتیجه میزان کلی ابقاء چربی و خاکستر با توجه به افزایش وزن موجود بیش تر خواهد بود. همچنین یکی دیگر از دلایل کاهش چربی لاشه در تیمار ۷/۵ نسبت به تیمار شاهد می تواند این باشد که چون در این تیمار تمایل و مصرف غذا در ماهیان کاهش یافته است. لذا، می توان گفت که ماهیان برای تأمین انرژی مورد نیاز از ذخایر بدن استفاده نموده اند و احتمالاً به این دلیل مقدار چربی لاشه کاهش یافته است.

با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش و مطالعات گذشته می توان بیان نمود که استفاده از اسیدهای آلی در تغذیه ماهیان پرورشی نتایج متفاوتی را تحت تاثیر عوامل گوناگون بر کارایی رشد نشان می دهد. استفاده از انواع متنوع اسیدی فایرها یا طیف وسیعی از انواع اسیدهای آلی به منظور ارتقای شاخص های رشد و تغذیه نیاز به مطالعات بیشتری بر گونه های مختلف ماهیان دارد تا بتوان نتایج ضد و نقیض بیان شده را تفسیر نمود.

## تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری بی دریغ دوستان گرامی، آقایان دکتر راهداری، مهندس مکنت خواه، دکتر اوانی، مهندس رازگردانی و تمامی کارکنان مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسفپور کمال تشکر را داریم.

## منابع

حدیدی، س. و طاعتی، ر.، ۱۳۹۵. تاثیر سطوح مختلف مکمل اسیدی فایر بایوترونیک بر کارایی تغذیه و برخی پارامترهای خونی و ایمنی ماهی اسکار تایگر (*Astronotus ocellatus*). مجله دامپزشکی ایران، ۱۲: ۴۱-۳۲.

سلیمانی ایرایی، م.، سجادی، م.م.، کرامت امیرکلایی، ع.ص.، فرحی، ا. و کریم زاده، ص.، ۱۳۹۱. اثرات سطوح مختلف مکمل اسیدهای آلی بر کارایی رشد، ترکیبات لاشه و شاخص های خونی بچه



- Oreochromis niloticus* (L.) challenged in situ with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture*, 280: 185–189. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.03.055.
- AOAC, 1995.** Association of official analytical chemists. Official Methods of Analysis (14th edition).
- Bronzi, P., Rosenthal, H., Arlati, G. and Williot, P., 1999.** A brief overview on the status and prospects of sturgeon farming in Western and Central Europe. *Journal of Applied Ichthyology*, 15: 224-227. DOI: 10.1111/j.1439-0426.1999.tb00239.x
- Ceylan, N. and Ciftci, I., 2002.** The effects of some alternative feed additives for antibiotic promoters on the performance and gut microflora of broiler chicks. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27: 727-733.
- Eidelsburger, U., 1998.** Feeding short-chain organic acids to pigs. Recent Advances in Animal Nutrition, Nottingham, University Press, Nottingham, pp. 93-106.
- Falahatkar, B., 2018.** Nutritional requirements of the Siberian sturgeon: An updated synthesis. In: The Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869). Williot, P., Nonnotte, G., Vizziano-Cantonnet, D., Chebanov, M. (Eds.) Volume 1 - Biology. Springer, Cham. pp 207-228.
- Hamlin, H.J., Milnes, M.R., Beaulaton, C.M., Albergotti, L.C. and Guillelte, L.J., 2011.** Gonadal stage and sex steroid correlations in Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*, habituated to a semitropical environment. *Journal of the World Aquaculture Society*, 42: 313-320. DOI:10.1111/j.1749-7345.2011.00469.x
- Hassan, M.S., Soltan, M.A., Jarmolowicz, S. and Abdo, H.S., 2017.** Combined effects of dietary malic acid and *Bacillus subtilis* on growth, gut microbiota and blood parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Nutrition*, DOI:10.1111/anu.12536.
- Heidarieh, M., Mirvaghefi, A.R., Akbari, M., Farahmand, H., Sheikhzadeh, N., Shahbazfar, A.A. and Behgar, M., 2012.** Effect of dietary Ergosan on growth performance, digestive enzymes, intestinal histology, hematological parameters and body composition of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 34: 1169-1174. DOI: 10.1007/s10695-012-9602-8
- Holčík, J., 1989.** The Freshwater Fishes of Europe. Vol. 1, Part II. General Introduction to Fishes. Acipenseriformes. AULA-Verlag, Wiesbaden, 342P.
- Katya, K., Park, G., Bharadwaj, A., Browdy, C.L., Vazquez-Anon, M. and Bai, S.C., 2018.** Organic acids blend as a dietary antibiotic replacer in marine fish Olive floundere, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture Research*, DOI: 10.1111/are.13749.

- Khajepour, F. and Hosseini, S., 2012.** Calcium and phosphorus status in juvenile Beluga (*Huso huso*) fed citric acid-supplemented diets. *Aquaculture Research*, 43: 407-411. DOI:10.1111/j.1365-2109.2011.02843.x
- Kirchgessner, M. and Roth, F.X., 1995.** Organic acids as a feed additive in pig nutrition. Pig News and Information. *Nutrition Reviews*, 43: 253-254. DOI:10.22358/jafs/69953/1998
- Kotzamanis, Y.P., Gisber, E., Gatesoup, F.J., Zambonino Infant, J. and Cahu, C., 2007.** Effect of different dietary levels of fish protein hydrolysates on growth, digestive enzyme, gut microbiota, and resistance to *Vibrio anguillarum* in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology*, 147: 205-214. DOI:10.1016/j.cbpa.2006.12.037
- Lim, C., Klesius, P.H., Li, M.H. and Robinson, E.H., 2010.** Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, hematology, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to *Edwardsiella ictaluri* challenge. *Aquaculture*, 185: 313-327. DOI: 10.1016/S0044-8486(99)00352-X
- Luckstadt, C., 2007.** Effect of organic acid containing additives in worldwide aquaculture-sustainable production the non-antibiotic way, pp: 71-77. In: Acidifier in Animal Nutrition-A Guide for Feed Preservation and Acidification to Promote Animal Performance. Nottingham University Press, Nottingham.
- Luckstadt, C., 2008.** The use of acidifiers in fish nutrition. *Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 3: 1-8. DOI: 10.1079/PAVSNNR20083044.
- MN, S., Nesheim, M.C. and Young, R.J., 1993.** Nutrient requirements of fish. *Board on Agriculture*, 43: 309-313.
- Mortazavi Tabrizi, J., Barzeghar, A., Farzampour, S., Mirzaii, H. and Safarmashaei, S., 2012.** Study of the effect of prebiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) and acidifier on growth parameters in grower's rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Annals of Biological Research*, 3: 2053-2057.
- Ng, W.K., Chik-Boon, C., Kumar, S. and Siti-Zahrah, A., 2009.** Effects of dietary organic acids on growth, nutrient digestibility and gut microflora of red hybrid tilapia (*Oreochromis* sp) and subsequent survival during a challenge test with *Streptococcus agalactiae*. *Aquaculture Research*, 40: 1490-1500. DOI:10.1111/j.1365-2109.2009.02249.x
- Ng, W.K., Koh, C.B., Teoh, C.Y. and Romano, N., 2015.** Farm-raised tiger shrimp, *Penaeus monodon*, fed commercial feeds with added organic acids showed enhanced nutrient utilization, immune

- response and resistance to *Vibrio harveyi* challenge. *Aquaculture*, 449: 69-77. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2015.020.006.
- Pandey, A. and Satoh, S., 2008.** Effects of organic acids and phosphorus utilization in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Fisheries Science*, 74: 867-874. DOI:10.1111/j.1444-2906.2008.0160.X
- Ramli, N., Hindl, U. and Sunato, S., 2005.** Effect of potassium diformate on growth performance of tilapia challenged with *Vibrio anguillarum*. Abstract, World Aquaculture, Bali, Indonesia.
- Ringo, E., Olsen, E.R. and Castell, J.D., 1994.** Effect of dietary lactate on growth and chemical composition of Arctic charr *Salvelinus alpinus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 25: 483-486. DOI: 10.1111/j.1749-7345.1994.tb00234.x
- Sudagar, M., Hosseinpour, Z. and Hosseini, A., 2010.** The use of citric acid as attractant in diet of grand sturgeon (*Huso huso*) fry and its effects on growing factors and survival rate. *AACL Bioflux*, 3: 311-316.
- Sugiura, S.H., Dong, F.M. and Hardy, R.W., 1998.** Effect of dietary supplements on the availability of minerals in fishmeal; Preliminary observations. *Aquaculture*, 160: 283-303. DOI: 10.1016/S0044-8486(97)00302-5.
- Tibbets, S.M., Milley, J.E. and Lall, S.P., 2006.** Apparent protein and energy digestibility of common and alternative feed ingredients by Atlantic cod, *Gadus morhua* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture*, 261: 1314-1327. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2006.08.052.
- Topping, D.L. and Clifton, P.M., 2001.** Short chain fatty acids and human colonic function. roles of resistant starch and non-starch polysaccharides. *Physiological Reviews*, 81: 1031-1064. DOI:10.1152/physrev.2001.81.3.1.31
- Williot, P., Arlati, G., Chebanov, M., Gulyas, T., Kasimov, R., Kirschbaum, F., Patriche, N., Pavlovskaya, L.P., Poliakova, L. and Pourkazemi, M., 2002.** Status and management of Eurasian sturgeon: An overview. *International Reviews of Hydrobiology*, 87: 483-506.
- Wing-Keong N., Chik-Boon C., Kumar S. and Siti-Zahrah A., 2009.** Effects of dietary organic acids on growth, nutrient digestibility and gut microflora of red hybrid tilapia (*Oreochromis* sp) and subsequent survival during a challenge test with *Streptococcus agalactiae*. *Aquaculture Research*, 40: 1490-1500. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2009.02249.x.
- Yamamoto, T. and Akiyama, T., 1995.** Effect of carboxymethylcellulose, alpha starch, and wheat gluten incorporated in diets as binders on growth, feed efficiency and digestive enzyme activity of fingerling Japanese flounder. *Fisheries Science*, 61: 309-313. DOI: 10.2331/fishsci.61.309.
- Zhou, Z., Liu, Y., Wang, P., He, S., Yao, B., Gao, X. and Wang, X., 2008.** The effect of

dietary potassium diformate on growth performance, feed conversion and intestinal microbiota of hybrid tilapia. Book of

Abstract XIII International and Feeding,  
June 1-5, Brazil, 193.

## Effect of dietary Malic acid on growth performance and body composition of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869)

Alizade H.<sup>1</sup>; Ouraji H.<sup>1\*</sup>; Falahatkar B.<sup>2</sup>; Efatpanah I.<sup>3</sup>

\*h.ouraji@sanru.ac.ir

1- Department of Fisheries, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

2- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Guilan University, Som-e sara, Iran

3- Siahkal Dr. Yousefpour Marine Fishes Restocking and Genetic Conservation Center, Siahkal, Iran

### Abstract

In this study, the effect of different levels of Malic acid (0.0, 2.5, 5, 7.5 and 10 g/kg diet) was evaluated on growth performance and body composition of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*). A total number of 375 fish ( $33.72 \pm 0.60$  g initial weight; mean  $\pm$  S.E.) were randomly assigned to 15 circular concrete tanks (1.85 m diameter and 0.25 m depth). The fish were distributed in 5 treatments with 3 replicates and were fed during 8 weeks. The results of growth indices showed that different levels of Malic acid did not have a significant effect on growth performance and food efficiency. food consumption and lipid productive value had a significant difference among the groups ( $p < 0.05$ ). The lowest amount of fat and ash contents was observed in fish fed with 7.5 g/kg Malic acid. Based on the results, the use of Malic acid in this study on juvenile Siberian sturgeon did not have an effect on growth performance, but affected on the body composition.

**Keywords:** Growth, Body composition, Juvenile Siberian sturgeon, Malic acid, Sturgeon

---

\*Corresponding author