تأثیر سطوح مختلف اسید مالیک بر رشد و ترکیب لاشه بچه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869)

حدیثه علیزاده[۱]، حسین اورجی*[۱]، بهرام فلاحتکار[۲]، ایرج عفت‌پناه[۳]

*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 ذخایر 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 ۰/۶۰±۳۳/۷۲ گرم (میانگین ± 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 تاثیر معنی دار 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 معنی داری 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 تاثیری 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

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.6.12.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118318]

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 سیبری (*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 سیبری موجودی کفزی‌خوار است و غذای اصلی آن در دوران لاروی شیرونومیده است (Holčik, 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). سریع‌الرشد بودن، کوتاه بودن 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 سیبری 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 آبزی 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 آبزی‌پروری 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 به‌عنوان 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

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.6.12.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118318]

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 تاثیرآن بر فاکتورهای رشد و ترکیبات لاشه بچه تاسماهیان سیبری 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 سیبری (*A. baerii*) با میانگین وزن اولیه ۰/۶۰±۳۳/۷۲ گرم (میانگین±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 آبگیری ۷۰۰ لیتر در قالب طرح کاملاً تصادفی توزیع شدند. آب مورد نیاز از رودخانه خرارود تأمین گردید. طی انجام پژوهش، دبی آب ورودی به مخازن پرورشی به طور متوسط ۰/۹۵±۸/۴۸ لیتر در دقیقه بود. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل دما، اکسیژن و pH به صورت روزانه اندازه‌گیری و ثبت شد. میانگین دمای آب ۲/۸۵±۱۷/۰۷ درجه سانتی‌گراد، متوسط اکسیژن محلول ۰/۹۹±۶/۰۳ میلی‌گرم در لیتر و میانگین pH ۰/۰۴±۷/۷ ثبت شد. شایان ذکر است ماهیان طی انجام آزمایش در شرایط دوره نوری طبیعی و در یک مکان سرپوشیده قرار داشتند.

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 به‌صورت 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 آبگیری 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 به‌صورت 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

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.6.12.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118318]

سنجی غذادهی قطع می‌شد تا دستگاه گوارش ماهیان تخلیه شود. سپس ماهیان موجود در هر حوضچه با احتیاط توسط ساچوک صید می‌شد و به منظور کاهش استرس با استفاده از محلول پودر گل میخک (دز ppm ۳۰۰) (فلاحتکار و همکاران، ۱۳۸۵) بیهوش و زیست سنجی صورت می‌گرفت. برای اندازه‌گیری وزن و طول هر ماهی بترتیب از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم و تخته زیست‌سنجی با دقت یک میلی‌متر استفاده شد. در پایان آزمایش به منظور بررسی عملکرد رشد و کارایی غذایی تیمارهای مختلف، شاخص‌های وزن نهایی (FW)[1] ، طول نهایی (TL)[2] ، وزن بدست آمده (WG)[3]، درصد افزایش وزن (BWI)[4] ، درصد رشد روزانه (DGR)[5]، غذای مصرف شده (FI)[6]، نرخ رشد ویژه (SGR)[7] ، ضریب تبدیل غذایی (FCR)[8]، نرخ کارایی پروتئین (PER)[9] ، نرخ کارایی چربی (LER)[10]، ارزش تولید چربی (LPV)[11]، ارزش تولید پروتئین (PPV)[12] ، فاکتور وضعیت (CF)[13] و نرخ بقاء (SR)[14] اندازه گیری و از طریق رابطه‌های bdg محاسبه شدند (فلاحتکار، ۱۳۹۳):

WG (g) = وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم)

BWI (%) =۱۰۰ × [وزن اولیه (گرم)/(وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم))]

FI (g/fish) =تعداد ماهی/کل غذای مصرفی در طول دوره (گرم)

SGR (%/day) =۱۰۰ × [(Ln وزن نهایی (گرم) – Ln وزن اولیه)

/(طول دوره پرورش (روز)]

DGR (%) =۱۰۰× [روزهای پرورش/(وزن اولیه- وزن ثانویه)]

FCR = وزن تر به‌دست آمده (گرم)/مقدار غذای مصرفی (گرم)

PER = پروتئین مصرف شده (گرم)/وزن تر بدست آمده (گرم)

LER = چربی مصرف شده (گرم)/وزن تر بدست آمده (گرم)

LPV (%) = [(کل چربی مصرف شده/ (چربی لاشه در ابتدای دوره − چربی لاشه در انتهای دوره)) × ۱۰۰

PPV (%) =۱۰۰× (کل پروتئین مصرف شده/ (پروتئین لاشه در ابتدای دوره – پروتئین لاشه در انتهای دوره)

CF = ۱۰۰× [وزن کل/ (طول ماهی (گرم)[3]]

SR (%) = ۱۰۰× [تعداد ماهیان در انتهای دوره / تعداد ماهیان در ابتدای دوره]

در پایان دوره مطالعه برای اندازه‌گیری شاخص کبدی (HSI)[15] و احشایی (VSI)[16] 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 شاخص‌های کبدی و احشایی محاسبه گردید (Tibbets *et al.*, 2006):

HSI (%) = ۱۰۰× [وزن کبد (گرم)/ وزن ماهی (گرم)]

VSI (%) = ۱۰۰× [وزن احشاء (گرم)/ وزن ماهی (گرم)]

نمونه‌گیری و آنالیز لاشه

در ابتدا و پایان دوره آزمایش به منظور تعیین ترکیبات شیمیایی لاشه شامل پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت از ماهیان نمونه‌گیری 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 ۲۰- درجه سانتی‌گراد 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 لاشه‌ها به اندازه‌های کوچک

[1] Final weight
[2] Total length
[3] Weight gain
[4] Body weight increase
[5] Daily growth rate
[6] Feed intake
[7] Specific growth rate
[8] Feed efficiency ratio
[9] Protein efficiency ratio
[10] Lipid efficiency ratio
[11] Lipid productive value
[12] Protein productivevalue
[13] Condition factor
[14] Survival rate
[15] Hepatosomatic index
[16] Viscerosomatic index

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.6.12.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118318]

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 آون (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 ۶۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶-۴ 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 کولموگروف-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.

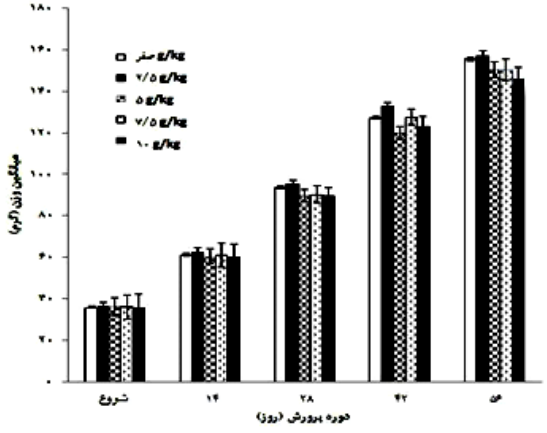
نتایج

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 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 در کیلوگرم اسید مالیک با کمترین مقدار، تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد داشتند ($p<0/05$)، ولی با سایر تیمارهای حاوی اسید مالیک تفاوت معنی داری 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 ± میانگین).

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

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.6.12.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118318]

جدول ۱: عملکرد رشد و کارایی غذایی بچه تاسماهی سیبری (*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).

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

۶ =n برای سنجش شاخص کبدی و احشایی در هر تیمار

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

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

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

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

بحث

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

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.6.12.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118318]

با مطالعات مشابه در برخی گونه‌های دیگر می‌باشد. تأثیر غیر معنادار مکمل اسیدهای آلی (اسید فرمیک، اسید سیتریک، اسید مالیک، اسید ارتوفسفریک، اسید لاکتیک و اسید تارتاریک) بر عملکرد رشد هیبرید تیلاپیای 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 آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (سلیمانی ایرایی 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 آلای 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 آلای 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 آلای رنگین کمان (Mortazavi Tabrizi *et al*., 2012) و اشکال مختلف پتاسیم بر ماهی تیلاپیا (*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 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 سلول های اپیتلیال روده قادرند از این اسیدها به عنوان منابع انرژی استفاده کنند. از این طریق اسیدهای آلی باعث رشد بیشتر سلول‌های انتروسیت روده می گردند (Topping and Clifon, 2001) و با افزایش اندازه ریز پرزهای روده و افزایش سطح جذب، کارایی غذایی بیش‌تر می شود.

با این حال، مطالعه دقیق بین این گزارش‌های متفاوت شاید گمراه کننده 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 سیبری نیز می تواند 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 معنی‌داری 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). با 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

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.6.12.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118318]

نتیجه میزان کلی ابقاء چربی و خاکستر با توجه به افزایش وزن موجود بیش‌تر خواهد بود. همچنین یکی دیگر از دلایل کاهش چربی لاشه در تیمار ۷/۵ نسبت به تیمار شاهد می‌تواند این باشد که چون در این تیمار تمایل و مصرف غذا در ماهیان کاهش یافته است. لذا، می‌توان 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 می‌توان بیان نمود که استفاده از اسیدهای آلی در تغذیه ماهیان پرورشی نتایج متفاوتی را تحت تاثیر عوامل گوناگون بر کارایی رشد نشان می‌دهد. استفاده از انواع متنوع اسیدی فایرها یا طیف وسیعی از انواع اسیدهای آلی به منظور ارتقای شاخص‌های رشد و تغذیه نیاز به مطالعات بیشتری بر گونه‌های 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 مکنت‌خواه، 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 شاخص‌های خونی بچه 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 سیبری (*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): ۱۰۳-۹۸.

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

نظری، ک.، شمسایی مهرجان، م.، ایلا، ن.، شریف-پور، ع.، کمالی، ا. ۱۳۹۶. اثرات سلنیوم 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,

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.6.12.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118318]

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 Guillette, 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

Holčik, 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: 101111/are.13749.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.6.12.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118318]

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

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.6.12.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118318]

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., Hosseinpoor, 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 Clifon, 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 carboxymethylcellulos, 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

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.6.12.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118318]

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

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

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.6.12.6]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118318]

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

Alizade H.[1]; Ouraji H.[1*]; Falahatkar B.[2]; Efatpanah I.[3]

[*]h.ouraji@sanru.ac.ir

1- Department of Fisheries, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resourses, Sari, Iran
2- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Guilan University, Some'e sara, Iran
3- Siahkal Dr. Yousefpour Marine Fishes Restocking and Genetic Conservation Center, Siahkal, Iran

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.6.12.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118318]

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±0.60 g initial weight; mean±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