"مقاله پژوهشی"

بررسی فاکتورهای رشد و ترکیبات بدن فیل ماهیان جوان (*Huso huso*) تغذیه‌شده با سطوح مختلف اتیلن دی آمین ترا استیک (EDTA)

دانیال فلاحتگر[۱]، سید روح الله جوادیان[۱]*، سمیه بهرام[۱]، معصومه بحرکاظمی[۱]

۱-گروه شیلات، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۲۲

چکیده

در مطالعه حاضر اثر سطوح مختلف اتیلن دی آمین ترا استیک (EDTA) در جیره غذایی بر عملکرد رشد و ترکیبات بدن فیل ماهیان جوان (*Huso huso*) مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، ۲۲۵ فیل‌ماهی جوان با میانگین وزنی ۰/۵۸ ± ۳۸/۴۷ گرم (میانگین ± انحراف معیار) در پنج تیمار با سه تکرار با جیره‌های آزمایشی شامل EDTA0 (۰ گرم بر کیلوگرم اتیلن آمین ترا استیک)، EDTA5 (۵ گرم بر کیلوگرم اتیلن آمین ترا استیک)، EDTA10 (۱۰ گرم بر کیلوگرم اتیلن آمین ترا استیک)، EDTA15 (۱۵ گرم بر کیلوگرم اتیلن آمین ترا استیک) و EDTA20 (۲۰ گرم بر کیلوگرم اتیلن آمین ترا استیک) به مدت ۸ هفته تغذیه شدند. بعد از پایان آزمایش، عملکرد رشد و آنالیز ترکیبات بدن انجام شد. نتایج نشان داد که سطوح مختلف اتیلن دی آمین ترا استیک اثر معنی‌داری بر وزن نهایی، افزایش وزن و نرخ رشد ویژه داشته (p>۰/۰۵)، به طوری‌که بالاترین وزن نهایی، افزایش وزن و نرخ رشد ویژه در تیمارهای EDTA10 و EDTA15 مشاهده شد و کمترین وزن نهایی، افزایش وزن و نرخ رشد ویژه در تیمار کنترل مشاهده شد که با تیمار EDTA5 اختلاف معنی‌داری نداشت (p>۰/۰۵). بهترین ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای EDTA10 و EDTA15 مشاهده شد با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (p>۰/۰۵). آنالیز ترکیبات بدن در پایان دوره نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در پارامترهای مختلف از جمله پروتئین، چربی، خاکستر، رطوبت و ماده خشک وجود نداشت (p>۰/۰۵). نتایج مطالعه حاضر نشان که داد که تغذیه ماهی با ۱۰ تا ۱۵ گرم بر کیلوگرم اتیلن دی آمین ترا استیک به جیره غذایی سبب بهبود عملکرد رشد می‌گردد.

کلمات کلیدی: فیل ماهی، اتیلن دی آمین ترا استیک، ترکیبات بدن، عملکرد رشد.

* عهده‌دار مکاتبات: javadian@gmail.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1401.16.3.8.4]

[DOI: 10.52547/aqudev.16.3.83]

مقدمه

امروزه با توجه به روند رو به رشد جمعیت جهان و نیاز انسان‌ها به دستیابی منابع پروتئنی متنوع و سالم، آبزی‌پروری می‌تواند به عنوان یکی از شیوه‌های تامین پروتئین مورد نیاز، نقش مهمی را ایفا کند. در این بین، ماهیان خاویاری به دلیل قابلیت پرورش در سیستم‌های پرورشی مختلف و ارزش اقتصادی بالا مورد توجه آبزی‌پروران قرار گرفته‌اند (Khajepour and Hosseini, 2012b; Matani bour *et al.*, *2018*). در میان پنج گونه ماهی خاویاری موجود در منطقه خزر جنوبی، فیل ماهی به دلیل کیفیت بالای گوشت، رشد نسبتا سریع، امکان تولید مثل در شرایط اسارت، تامین لارو و بچه ماهی با هزینه کمتر در مقایسه با سایر گونه‌های ماهیان خاویاری کاندید مناسبی برای پرورش گوشتی به شمار می‌رود و به عنوان گونه اصلی پرورش در نظر گرفته شده است (Montazeri *et al.*, 2020).

امروزه تهیه غذا از مهم‌ترین فرایندها در آبزی‌پروری به شمار می‌آید و هزینه‌های آن معمولا ۶۰-۳۰ درصد کل هزینه‌ها را در سیستم‌های پرورشی تشکیل می‌دهد (Falahatkar, 2015). بنابراین استفاده از ترکیبات محرک رشد جهت کوتاه کردن دوره پرورش و بهبود در عملکرد رشد و ضریب تبدیل غذایی یکی از راه‌کارها برای کاهش هزینه‌های مربوط به تهیه غذا می‌باشد. انواعی از مواد شیمیایی در آبزی‌پروری برای اهداف گوناگون از جمله مدیریت کیفیت آب، بهبود تولیدات آبزی طبیعی، بهبود عملکرد رشد، تولیدمثل، سلامت ماهی و بهبود کیفیت محصولات نهایی استفاده می‌شوند (Douet *et al.*, 2009). این ترکیبات شامل افزودنی‌های غذایی، ترکیبات دارویی و درمانی، ترکیبات ضد باکتریایی، مواد بیهوشی و هورمون‌ها هستند (Nicula *et al.*, 2011). در بین مواد شیمیایی مختلف می‌توان اتیلن دی آمین ترا استیک اسید (EDTA) اشاره کرد که به‌صورت معمول در آبزی‌پروری برای کاهش سمیت فلزات سنگین در گونه‌های مختلف ماهی از جمله گامبوزیا (*Carassius gibelio*) و تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) استفاده می‌شود (Nicula *et al.*, 2011; Tawwab *et al.*, 2017). EDTA می‌تواند به‌عنوان یک افزودنی شیمیایی سنتزی بی‌خطر برای انسان در صنایع غذایی استفاده گردد (FDA, 1950). سازمان بهداشت جهانی (WHO, 1992) پیشنهاد کرد که EDTA به منظور جذب مواد معدنی به ویژه آهن و روی می‌تواند به غذای کودکان در کشورهای فقیر اضافه شود. این ماده شلات کننده محلول در آب پایدار بوده که معمولاً به‌عنوان شلات کننده مؤثر فلزات سنگین دو و سه ظرفیتی در غشاهای سلولی نفوذ کرده و می‌تواند یون‌های فلزات سنگین خارج سلولی را بیشتر از یون‌های داخل سلولی شلات کند (Gopal *et al.*, 2009). همچنین تولید رادیکال‌های آزاد را به‌طور قابل توجهی کاهش می‌دهد. به عبارت دیگر EDTA به طور معمول برای حفظ فلزات ضروری در آب برای پرورش فیتوپلانکتون یا از بین بردن سختی آب هچری‌ها استفاده می‌شود. تاکنون مطالعات مختلفی در ارتباط با اثرات مثبت EDTA بر رشد آبزیان توسط محققین مختلف گزارش شد. در مطالعات انجام‌شده توسط Tawwab و همکاران (۲۰۱۷) نشان داده شده که در یک دوره ۸ هفته‌ای حضور ۱۳ گرم بر کیلوگرم جیره EDTA در جیره غذایی ماهی تیلاپیا باعث بهبود در عملکرد رشد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌گردد. همچنین Mohamed و همکاران (۲۰۱۴) گزارش دادند که حضور غلظت‌های مختلف EDTA در جیره غذایی بچه ماهیان تیلاپیا سبب بهبود در رشد در مقایسه با گروه کنترل می‌گردد. همچنین Nicula و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که حضور EDTA در جیره غذایی

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1401.16.3.8.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.16.3.83]

ماهی گامبوزیا سبب کاهش تجمع فلزات سنگین در بافت‌های مختلف و بهبود در عملکرد رشد و ضریب تبدیل غذایی می‌گردد. غلظت بالای فلزات سنگین در آب‌های طبیعی و شدت آلایندگی آن‌ها یکی از مشکلات تغذیه بشر امروز است. این امر در استفاده از ماهیانی مانند ماهیان خاویاری که طول دوره پرورش طولانی دارند به‌دلیل تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت‌ها و عضلات از اهمیت بیشتری برخوردار است (Samadi and Bahrekazemi, 2018). در مراکزی که از آب دریای خزر به عنوان منبع تامین آب برای پرورش گونه‌های مختلف آبزیان استفاده می‌شود، به‌دلیل ورود پساب مزارع و صنایع مختلف به دریای خزر، با آلودگی فلزات سنگین مواجه هستند (صادقی-راد و همکاران، ۱۳۸۲). لذا بهره‌گیری از مواد کیلیت‌کننده که موجب دفع فلزات سنگین از بدن ماهیان خاویاری می‌شود می‌تواند موجب بهبود سلامت ماهی و متعاقبا انسان شود. بنابراین هدف مطالعه حاضر بررسی اثرات سطوح مختلف EDTA بر رشد و ترکیبات بدن فیل ماهیان جوان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ماهی و شرایط پرورش

این مطالعه در یک دوره ۸ هفته‌ای در مرکز قره‌برون واقع در حسین آباد ساری (مازندران، ساری) انجام شد. جامعه آماری مورد مطالعه فیل ماهیان حاصل از تکثیر سال ۱۳۹۸ و یکساله بودند که در مرکز حسین آباد در تانک‌های فایبرگلاس در قالب طرح آزمایش ذخیره‌سازی شدند. در ابتدای آزمایش و به منظور سازگاری ماهیان با شرایط آزمایش ۲۲۵ قطعه فیل ماهی جوان با میانگین وزنی ی ۰/۵۸ ± ۳۸/۴۷ گرم (میانگین ± انحراف معیار) در ۱۵ تانک فایبرگلاس (حجم آبگیری ۳۰۰ لیتر) به تعداد ۱۵ قطعه در هر تانک با شرایط یکسان از نظر حجم آب و فاکتورهای کمی و کیفی مشابه توزیع شدند.

میانگین شاخص‌های فیزیک و شیمی آب در طی دوره پرورش شامل: اکسیژن محلول (۰/۳۵ ± ۸/۲ میلی‌گرم در لیتر)، دما (۰/۶ ± ۲۱/۵ درجه سانتی‌گراد) و pH (۰/۵ ± ۷/۵ میلی‌گرم در لیتر) بود. برای تامین آب مورد نیاز از آب چاه بعد از ۲۴ ساعت هوادهی استفاده گردید و هوادهی در هر تانک با یک سنگ هوا انجام می‌شد که به هواده مرکزی متصل بودند. آب اکواریوم به هنگام سیفون کردن هر روز صبح قبل از غذادهی صورت می‌گرفت، به میزان ۳۰ تا ۴۰ درصد تعویض می‌گردید (Samadi and Bahrekazemi, 2018).

آماده‌سازی جیره‌های آزمایشی

برای این مطالعه پنج جیره غذایی با ۴۰۰ گرم پروتئین بر کیلوگرم جیره و ۱۹/۲۲ کیلوژول انرژی بر گرم با استفاده از نرم افزار Lindo تهیه شد (Samadi and Bahrekazemi, 2018). تمام اجزای مورد نیاز برای ساخت جیره از شرکت خوراک دام و طیور مازندران، ساری) خریداری شد. برای ساخت جیره، بعد از تنظیم فرمول جیره‌های غذایی و آماده نمودن مواد مورد نیاز و تجزیه آنها، تهیه جیره غذایی به شرح زیر انجام گرفت. ابتدا پودر ماهی توسط آسیاب (پارس خزر) آسیاب شده و سپس به وسیله الک ۱۰۰ میکرون الک گردید تا نمونه‌ی نرم و یک دست به‌دست آمده و در صورت وجود ناخالصی، از آن جدا گردد. مواد اولیه مورد نیاز برای ساخت هر یک از جیره‌های غذایی به کمک ترازوی آزمایشگاهی توزین و در آسیاب به خوبی مخلوط شد. پس از آن روغن به مخلوط مواد اضافه شده و برای ۱۵ دقیقه کاملا با هم مخلوط شدند. آنگاه آب به مقداری که مخلوط حالت کاملا خمیری

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1401.16.3.8.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.16.3.83]

بخود گیرد اضافه گردید. سپس خمیر از یک چرخ گوشت به چشمه ۳ میلی‌متر عبور داده شد که نهایتا به شکل رشته های ماکارونی از آن خارج شد بعد از آن در یک آون در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۶ ساعت خشک شدند (Mohammadzadeh *et al.*, 2017). پس از آن جیره های غذایی خرد شده و سپس در بسته‌های شماره‌گذاری‌شده و تا زمان مصرف در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند و همزمان با شروع آزمایش جیره‌ها به یخچال ۴ درجه سانتی گراد انتقال یافتند. به منظور اطلاع دقیق از ترکیب جیره‌های ساخته شده نمونه‌ای از هر یک از آنها در آزمایشگاه مورد تجزیه قرار گرفت (جدول ۱). برای مطالعه حاضر پنج تیمار با سه تکرار در نظر گرفته شد که تیمارها شامل صفر (EDTA0)، ۵ (EDTA5)، ۱۰ (EDTA10)، ۱۵ (EDTA15) و ۲۰ (EDTA20) گرم در کیلوگرم EDTA بود و سطوح مختلف EDTA براساس مطالعه Tawwab و همکاران (۲۰۱۷) انتخاب شد. ماهیان براساس اشتها سه بار در روز غذادهی می‌شدند.

فاکتورهای رشد و تغذیه

در پایان ۸ هفته پرورش غذادهی به مدت ۲۴ ساعت قطع‌شده و سپس ماهیان با پودر گل میخک با دوز ۵۰ تا ۷۰ ppm بیهوش شده و زیست سنجی با ترازو انجام شد. شاخص‌های رشد از جمله افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و نرخ بقا مطابق با فرمول‌های زیر محاسبه گردیدند (Mohammadzadeh *et al.*, 2017):

افزایش وزن (WG) (گرم) = وزن نهایی – وزن اولیه

نرخ رشد ویژه (SGR) (٪ / روز) = ((لگاریتم وزن نهایی – لگاریتم وزن اولیه) / مدت زمان آمایش) ×۱۰۰

ضریب تبدیل غذایی (FCR) = [کل غذای خورده شده (گرم) / افزایش وزن کسب شده (گرم)] ×۱۰۰

نرخ بقا (٪) = (تعداد ماهیان زنده در آخر آزمایش / تعداد ماهیان در شروع آزمایش)

جدول ۱: اجزای جیره غذایی

اجزای جیره	میزان (گرم بر کیلوگرم جیره)
پودر ماهی	۴۰۰
آرد سویا	۲۵۰
گلوتن گندم	۵۰
آرد گندم	۱۶۹/۳
روغن ماهی	۳۵
روغن سویا	۳۰
لیستئین	۲۰
دی‌کلسیم فسفات	۳
مکمل معدنی	۱۰
مکمل ویتامیه	۱۰
ضد قارچ	۲/۵
آنتی‌اکسیدان	۰/۲
فیلر (نشاسته)	۲۰
آنالیز شیمایی جیره (گرم بر کیلوگرم ماده خشک)	
پروتئین خام	۴۰۰
چربی خام	۱۷۱
خاکستر	۱۴۲
کربوهیدرات	۱۷۵
رطوبت	۱۱۲
انرژی (کیلوژول بر گرم)	۱۹/۲۰

نمونه‌گیری و آنالیز ترکیبات بدن

در پایان آزمایش، غذادهی به مدت ۲۴ ساعت قطع و پنج قطعه ماهی از هر تکرار جهت آنالیز ترکیبات بدن به صورت تصادفی نمونه‌گیری و در فریزر منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد برای آنالیز ذخیره شد. مقدار

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1401.16.3.8.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.16.3.83]

رطوبت نمونه از قراردادن میزان مشخصی از نمونه در داخل آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت تعیین شد (AOAC, 1995). خاکستر با استفاده از کوره‌ی الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۶ ساعت، اندازه‌گیری شد (AOAC, 1995). مقدار پروتئین خام با روش کجلدال و ضریب ثابت تعیین شد (AOAC, 1995). اندازه‌گیری چربی کل به کمک دستگاه سوکسوله و با استفاده از اتر به عنوان حلال تعیین شد (AOAC, 1995).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

برای بررسی آماری داده‌ها، ابتدا نرمال بودن آنها توسط آزمون Kolmogrov-Smirnov ارزیابی و همگنی واریانس‌ها با آزمون Levene مورد بررسی قرار گرفت. با برقراری شرایط فوق، جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس یکطرفه (One way ANOVA) استفاده شد و اختلاف میانگین‌ها بوسیله آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ بررسی شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار SPSS (version 16.0) انجام گرفت. داده‌ها درون متن به‌صورت میانگین ± انحراف معیار آورده شده است.

نتایج

عملکرد رشد فیل ماهیان جوان تغذیه با سطوح مختلف EDTA در جدول ۲ ارایه شد. در طول دوره آزمایش فیل ماهیان جوان جیره غذایی را پذیرفته و میزان بازماندگی در همه تیمارها (۱۰۰-۹۹ درصد) بالا بود و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در وزن نهایی، افزایش وزن و نرخ رشد ویژه مشاهده شد ($p>۰/۰۵$). به طوری‌که، بالاترین وزن نهایی، افزایش وزن و نرخ رشد ویژه در تیمار EDTA15 مشاهده شد و کمترین وزن نهایی، افزایش وزن و نرخ رشد ویژه در تیمار کنترل مشاهده شد که با تیمار EDTA5 اختلاف معنی‌داری نداشت ($p>۰/۰۵$). اختلاف معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی بین تیمارها مشاهده شد ($p<۰/۰۵$) و بهترین ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای EDTA10 و EDTA15 مشاهده شد. آنالیز ترکیبات بدن در جدول ۳ ذکر شد در پایان دوره اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در پارامترهای مختلف از جمله پروتئین، چربی، رطوبت، خاکستر و ماده خشک وجود نداشت ($p>۰/۰۵$).

جدول ۲: عملکرد رشد فیل ماهیان (*H. huso*) جوان بعد از ۶۰ روز تغذیه شده با سطوح مختلف EDTA

عملکرد رشد/ سطوح EDTA	EDTA0	EDTA5	EDTA10	EDTA15	EDTA20
وزن اولیه (گرم)	۳۸/۸۳ ± ۰/۷	۳۸/۵۰ ± ۰/۵	۳۸/۱۷ ± ۰/۷	۳۸/۱۷ ± ۰/۷	۳۸/۵۰ ± ۰/۵
وزن نهایی (گرم)	۱۰۹/۱۷ ± ۱۰/۸^{b}	۱۲۱/۳۷ ± ۲۱/۵^{ab}	۱۳۶/۰۹ ± ۲۳/۲^{ab}	۱۴۶/۰۷ ± ۱۱/۸^{a}	۱۳۰/۰۱ ± ۹/۵۳^{ab}
افزایش وزن (گرم)	۷۰/۱۳ ± ۱۱/۹^{b}	۸۲/۸۸ ± ۲۱/۵^{ab}	۹۷/۹۲ ± ۲۲/۹^{ab}	۱۰۸/۳۷ ± ۱۱/۷^{a}	۹۱/۵۰ ± ۹/۱^{b}
نرخ رشد ویژه (٪/روز)	۱/۸۴ ± ۰/۱۹^{b}	۲/۰۳ ± ۰/۰۸^{ab}	۲/۲۵ ± ۰/۲۷^{a}	۲/۳۹ ± ۰/۱۳^{a}	۲/۱۷ ± ۰/۲۰^{ab}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۹۰ ± ۰/۰۲^{a}	۱/۷۹ ± ۰/۷^{a}	۱/۳۸ ± ۰/۰۴^{c}	۱/۳۸ ± ۰/۰۵^{c}	۱/۵۴ ± ۰/۰۹^{b}
بازماندگی (٪)	۹۹/۶۷ ± ۰/۵	۹۹/۶۷ ± ۰/۵۸	۱۰۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۱۰۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۱۰۰/۰۰ ± ۰/۰۰

حروف متفاوت در هر سطح نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($p<۰/۰۵$).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1401.16.3.8.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.16.3.83]

جدول ۳: آنالیز ترکیبات بدن فیل ماهیان (*H. huso*) جوان بعد از ۶۰ روز تغذیه شده با سطوح مختلف EDTA

ترکیبات/ سطوح EDTA	EDTA0	EDTA5	EDTA10	EDTA15	EDTA20
پروتئین (٪)	۶۶/۴۴ ± ۱/۶۶	۶۹/۷۵ ± ۱/۵۲	۷۰/۱۴ ± ۲/۲۸	۷۰/۸۳ ± ۷/۰۷	۶۷/۳۸ ± ۲/۶۳
چربی (٪)	۱۳/۳۶ ± ۰/۸۹	۱۲/۲۸ ± ۰/۸۴	۱۱/۶۷ ± ۰/۴۱	۱۰/۱۶ ± ۰/۵۸	۱۰/۷۰ ± ۱/۷۲
رطوبت (٪)	۸۵/۱۱ ± ۲/۲۶	۸۴/۸۷ ± ۰/۵۱	۸۳/۵۵ ± ۰/۳۶	۸۲/۵۸ ± ۰/۹۸	۸۲/۶۶ ± ۰/۷۴
خاکستر (٪)	۱۳/۲۳ ± ۰/۴۱	۱۱/۶۶ ± ۱/۱۴	۱۴/۶۲ ± ۱/۲۲	۱۴/۸۱ ± ۲/۰	۱۴/۰۵ ± ۰/۶
ماده خشک (٪)	۱۴/۸۰ ± ۲/۲۹	۱۱/۸۳ ± ۰/۸۷	۱۲/۳۰ ± ۰/۴۹	۱۰/۰۴ ± ۰/۸۷	۱۴/۳۵ ± ۰/۷۴

حروف متفاوت در هر سطح نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($p<۰/۰۵$).

بحث

آلودگی با فلزات سنگین بر سلامت ماهی و متعاقبا بر سلامت انسان تاثیرگذار هست (Tawwab *et al.*, 2017). روش‌های علمی متعددی برای کاهش اثرات فلزت سنگین بر سلامت ماهی گزارش شد که یکی از این روش‌ها تغذیه با افزودنی‌هایی مانند EDTA است. نتایج این مطالعه نشان داد که سطوح مختلف EDTA اثرات مثبتی بر عملکرد رشد فیل ماهیان جوان دارد و رشد در همه سطوح بالاتر از تیمار کنترل بود. نتایج مشابهی در مطالعه Tonsy و Abdel-Rahman (۲۰۱۲) در تیلاپیای گالیله (*Sarptherodon galilaeus*) تغذیه شده با سطوح مختلف EDTA (سطح صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) گزارش شد. همچنین در مطالعه Tawwab و همکاران (۲۰۱۷) نشان داده شد که سطوح مختلف EDTA سبب بهبود عملکرد رشد در ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) شده است. نتایج این مطالعات نشان داد که حضور EDTA در جیره غذایی به عنوان افزودنی سبب بهبود در عملکرد رشد می‌گردد. بهبود در رشد ممکن است مربوط به اثر EDTA بر هضم و جذب مواد غذایی باشد در این راستا Tawwab و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که سطوح مختلف EDTA با از بین بردن ناخالصی‌های روده هضم و جذب مواد غذایی را بهبود می‌بخشند بنابراین باعث افزایش رشد می‌گردند.

در مطالعه حاضر رشد از سطح صفر تا سطح ۱۵ گرم بر کیلوگرم جیره افزایش یافته و مجدا در سطح ۲۰ گرم بر کیلوگرم جیره کاهش یافت و بهترین عملکرد رشد در ماهیان تغذیه شده با سطح ۱۰ و ۱۵ گرم بر کیلوگرم جیره درصد مشاهده شد. در مطالعه Tonsy و Abdel-Rahman (۲۰۱۲) در تیلاپیای گالیگه تغذیه‌شده با سطوح مختلف EDTA بهترین عملکرد رشد در تیمار ۱/۵ درصد به‌دست آمد. همچنین در مطالعه Tawwab و همکاران (۲۰۱۷) در ماهی تیلاپیای نیل نشان داده شد که ماهیان تغذیه شده با سطح ۰/۵ و ۱ درصد عملکرد بهتری نسبت به سطح ۱/۵ و ۲ درصد داشتند. در سطوح بالاتر ممکن است با اتصال مولکول EDTA به عناصر ضروری مانند کلسیم، آهن، و روی و دفع این عناصر از طریق کلیه سبب کمبود این ترکیبات و کاهش رشد می‌گردد. میزان بازماندگی فیل ماهیان جوان تغذیه شده با سطوح مختلف EDTA در طول دوره پرورش در همه تیمارها (۹۹–۱۰۰ درصد) بالا بود. این نتایج نشان داد که در طول دوره پرورش ماهیان در سلامت کامل قرار داشتند. نتایج مشابهی در مطالعه Tawwab و همکاران (۲۰۱۷) در تیلاپیای نیل تغذیه شده با EDTA گزارش شد. این نتایج نشان داد که

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1401.16.3.8.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.16.3.83]

EDTA اثر سمی بر ماهی نداشته و می‌تواند به عنوان یک افزودنی به جیره غذایی ماهی اضافه گردد.

اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در ترکیبات بدن (پروتئین، چربی، رطوبت، خاکستر و ماده خشک) مشاهده نشد، که با نتایج به‌دست آمده در مطالعه Samadi و Bahrekazemi (۲۰۱۸) در فیل ماهیان تغذیه شده با زغال فعال مطابقت داشت. نتایج این مطالعه نشان داد که سطح پروتئین در ماهی‌های تغذیه شده با EDTA بالاتر از تیمار کنترل بود اگرچه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها با گروه شاهد مشاهده نشد. نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌کند قابلیت هضم پروتئین جیره در حضور EDTA افزایش می‌یابد که سبب افزایش محتوای پروتئین لاشه در مقایسه با تیمار کنترل می‌گردد (Samadi and Bahrekazemi, 2018). تغییرات در سنتز یا میزان ذخیره پروتئین در بدن ماهی می‌تواند باعث تغییر در محتوای پروتئین لاشه شود (Tawwab *et al*., 2006). نتایج مشابهی توسط Samadi and Bahrekazemi (۲۰۱۸) در فیل ماهی تغذیه شده با کربن فعال گزارش شد. در مطالعه حاضر سطح چربی در تیمار کنترل بالاتر از تیمارهای تغذیه شده با سطح مختلف EDTA بود. در مطالعه Mohamed و همکاران (۲۰۱۴) در تیلاپیای نیل حضور EDTA در جیره سبب کاهش سطح چربی لاشه شده است. مشابه این نتایج توسط Nicula و همکاران (۲۰۱۱) گزارش شد که سطوح مختلف EDAT سطح چربی لاشه را کاهش داده بود. در مطالعه حاضر سطح رطوبت اختلاف معنی‌داری بین تیمارها دیده نشد و سطح آن در تیمار تغذیه شده با سطح۱۰ و ۱۵ گرم بر کیلوگرم جیره EDTA کمتر از تیمار کنترل بود. کاهش رطوبت لاشه احتمالا مربوط به افزایش سایر ترکیبات لاشه از جمله پروتئین، خاکستر و چربی و همچنین افزایش جذب آب توسط EDAT می‌باشد (Tawwab *et al*., 2017).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سطح ۱۰ و ۱۵ گرم بر کیلوگرم جیره EDAT بدون عوارض منفی بر ترکیبات بدن سبب بهبود رشد و ترکیبات لاشه شده و ماهیان تغذیه با این سطوح از EDAT عملکرد مناسب‌تری در رشد داشتند.

سپاسگزاری

نویسندگان از تمامی افرادی که در مراحل انجام این آزماش کمک کردند و همچنین از کارکنان مرکز تکثیر و پرورش ماهیان قره‌برون تقدیر و تشکر می‌کنند.

منابع

۱. صادقی‌راد، م.، امینی رنجبر، غ.، ارشد، ع.، جوشیده، ه.، ۱۳۸۲. بررسی میزان تجمع روی و مس در بافت عضله تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) حوضه جنوبی دریای خزر. فصلنامه پژوهش و سازندگی در امور دام وآبزیان. شماره ۶۱: ۵۱-۵۵.

2. Abdel-Tawwab, M., Khattab, Y.A.E., Ahmad, M.H., Shalaby, A.M.E., 2006. Compensatory growth, feed utilization, whole body composition and hematological changes in starved juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). Journal of Applied Aquaculture, 18, 17- 36.
3. AOAC., 1995. Association of Official Analytical Chemists. The Official Methods of Analyses Association of Official Analytical Chemists International. 15th edition, Arlington, VA, 2220, USA.
4. Douet, D.G., Le Bris, H., Girau, E., 2009 Environmental aspects of drug and

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1401.16.3.8.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.16.3.83]

chemical use in aquaculture: An overview, Options Mediterraneennes, 86, 105-12.
5. Falahatkar, B., 2015. Feeding and feed formulation in aquatic organisms. 1st edition. Jihad-e-Agriculture Institute of Technical and Vocational Higher Education, Tehran. 334 p.
6. Gopal, R., Narmada, S., Vijayakumar, R., Abdul Jaleel, C., 2009. Chelating efficacy of CaNa2 EDTA on nickel-induced toxicity in Cirrhinus mrigala (Ham.) through its effects on glutathione peroxidase, reduced glutathione and lipid peroxidation. Competes Rendus Biologist, 332, 685-896.
7. Khajepour, F., Hosseini, S. A., 2012b. Citric acid improves growth performance and phosphorus digestibility in Beluga (*Huso huso*) fed diets where soybean meal partly replaced fish meal. Animal Feed Science and Technology, 171, 68-73.
8. Matani Bour, H., Esmaeili, M., Abedian Kenari, A., 2018. Growth performance, muscle and liver composition, blood traits, digestibility and gut bacteria of beluga (*Huso huso*) juvenile fed different levels of soybean meal and lactic acid. Aquaculture Nutrition, 24, 1361-1368.
9. Mohamed, H.M.G., Mohamed, A.A., Ahmed, M.H., 2014. Effect of different concentrations of Ethylenediaminetetraacetic Acid (EDTA) on growth performance and physiological aspects of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* Fingerlings. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries, 4, 21-36.
10. Mohammadzadeh, S., Noverian, A.H., Ouraji, H., Falahatkar, B., 2017. Growth, body composition and digestive enzyme responses of Caspian Kutum, *Rutilus frisii* (Kamenskii, 1901), juveniles fed different levels of carbohydrates. Applied Ichthyology, 2017, 1-8.
11. Montazeri Parchikolaei, H., Abedian Kenari, A., Esmaeili, M., 2020. Soya bean-based diets plus probiotics improve the profile of fatty acids, digestibility, intestinal microflora, growth performance and the innate immunity of beluga (*Huso huso*). Aquaculture Research, 52(1), 152-166.
12. Nicula, M., Gergen, I., Harmanescu, M., Banatean-Dunea, I., Marcu, A., Simiz, E., Polen, T., Lunca, M., 2011. Assessing the impact of EDTA chelating effect on some macro- and microminerals in prussian carp (*Carassius gibelio*) tissues. Animal Science and Biotechnologies, 44, 40-44.
13. Samadi, S., Bahrekazemi, M., 2018. The effect of diets containing different levels of active charcoal on growth performance, body composition, haematological parameters and possibility of heavy metals detoxification in big sturgeon (*Huso huso*). Aquaculture Research, 51(1), 91-101.
14. Tawwab, M., El-Sayed, G.O., Monier, M.N., Shady, S.H., 2017. Dietary EDTA supplementation improved growth performance, biochemical variables, antioxidant response, and resistance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) to environmental heavy metals exposure. Aquaculture, 473, 478-486.
15. Tonsy, H.D., Abdel-Rahman, A.S., 2012. Effect of chelating agent EDTA (disodium salt) as feed additive on controlling heavy metals residues in Sarotherodon galilaeus fish. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries, 16,145-156.
16. WHO, World Health Organization. 1992. Codex alimentarius commission, standard program codex committee on food additives and contaminants. 24th Session, Hague, 23-28pp.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1401.16.3.8.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.16.3.83]