Journal of Aquaculture Development
Vol. 20, No. 1, 2026, Pages: 16-34
DOI: 10.71901/jad-2026-1-888

RESEARCH PAPER **OPEN ACCESS**

The effect of different feeding regimes during the habituation stage from live food to concentrate on growth indicators, survival and digestive enzyme activity of Persian sturgeon (*Acipenser persicus* Borodin, 1897) larvae

Reza Ghorbani Vaghei,[1*] Zabiollah Pajand,[1] Mahmoud Mohseni,[1] Omid Hashemi,[2] Hossein Ali Abdolhai,[3] Maryam Monsef Shokri,[1] Toraj Sohrabi,[1] Mir Hamed Sayyad Hasani[1]

1- International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
2- Gwar kavir Aria Company, Rafsanjan. Kerman
3- Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: 19 February 2025 **Accepted: 7 May 2025**

Extended Abstract:

Introduction: The Persian sturgeon (*Acipenser persicus* Borodin, 1897) is one of the five species of sturgeon in the Caspian Sea. It is found in the Caspian Sea and the eastern Black Sea and migrates to specific rivers to spawn. Since it prefers warm waters, most of its populations are found near the coastal waters of the southern and southeastern Caspian Sea. Over the past decades, Persian sturgeon have been artificially propagated and fingerling have been released into the Caspian Sea to restore natural stocks. Given Persian sturgeon stocks, have been reported to be at high risk of extinction, its breeding can be a very effective contribution to preserving the stocks of this valuable species. The aim of the study was to determine the effect of feeding different diets on growth, survival, and activity of some digestive enzymes in Iranian carp larvae.

Material and Methods: The research was conducted with 7 treatments and 3 replications in each treatment in the Aquaculture Department of the International Sturgeon Research Institute. For this purpose, the number of 1050 Persian sturgeon (*Acipenser persicus* Borodin, 1897) larvae, resulting from natural male and female propagation, with an average initial weight of 0.076 ± 0.002 grams, were randomly released in 21 plastic round tanks with a total volume of 50 liters and 20 liters of water (100 larvae in each tank, 5 larvae per liter), in a flow-through system (0.5 liters per minute in each tank) for 30 days with different treatments (T) including: 1- *Artemia* nauplii+ chironomid larvae + formulated diet (from the 1st day of rearing), 2- *Artemia* nauplii + chironomid larvae + formulated diet (from the 9th day of rearing), 3- *Artemia* nauplii + *Artemia* biomass + formulated diet (from the 1st day of rearing), 4- *Artemia* nauplii + *Artemia* biomass + formulated diet (from the 9th day of rearing), 5- *Artemia* nauplii + *Artemia* biomass + chironomid larvae + formulated diet (from the 1st day of rearing), 6- *Artemia* nauplii + *Artemia* biomass + chironomid larvae + formulated diet (from the 9th day of rearing) and 7- feeding only with formulated food from the beginning to the end of the period. The larvae were fed 12 times a day.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

Results and Discussion: The results showed that, the highest and lowest survival rate were in T2 and T7, respectively (p<0.05). T4 had the highest weight gain without statistically significant difference with T2, T5 and T6 (p>0.05). The lowest increase in body weight was recorded in T7 (p<0.05). The activity of lipase and alpha-amylase enzymes in T2 was significantly higher than others T (p<0.05). Pepsin enzyme activity in most T, was significantly higher than T7 (p<0.05). The activity of trypsin enzymes in T4 was measured significantly more than others T (p < 0.05). Feeding larvae with feeding regime containing chironomid larvae (T2) + formulated diet (9 days after the start of the rearing period) caused a significant increase in survival compared to others T (p<0.05). Considering the importance of survival in fish larval rearing (Kumar Pradhan *et al.*, 2014), it can be concluded that the presence of chironomid larvae had a significant effect on the survival of larvae, especially in T2. Overall, treatments 1, 2, 5, 6, 3, and 4 were preferred for feeding Persian sturgeon larvae, respectively. On the other hand, considering the high price of chironomid larvae and the difficulty of obtaining them, it can be stated, based on the results of the research, *Artemia* biomass can also result in acceptable survival and growth when used alone (T3 and T4) and in combination with chironomid larvae (T5 and T6). Considering the positive and effective role of using chironomid larvae in feeding sturgeon larvae (Ghorbani Vaghei *et al*., 2024; Efatpanah *et al*, 2024, Efatpanah *et al*., 2021), the limitations of its use (expensiveness and difficulties in obtaining) have led to *Artemia* biomass also having an acceptable place in feeding sturgeon larvae. Therefore, using *Artemi*a biomass alone or in combination with chironomid larvae can lead to acceptable results (Ghorbani Vaghei *et al*., 2024).

Conclusion: It can be concluded that changing the larval diet had a statistically significant effect on growth rate, survival rate, and enzyme activity in some treatments. At the end of the research period, feeding the larvae with chironomid larvae and *Artemia* biomass increased the survival rate and growth of the larvae. This indicated the positive role of chironomid larvae and *Artemia* biomass in this regard. The lowest survival was recorded in treatment 7. The presence of chironomid larvae and *Artemia* biomass in the larval feeding regimes, can lead to improved growth, survival, and enzyme activity of Persian sturgeon larvae. Despite the greater benefits of feeding with chironomid larvae, their high cost and difficulty in obtaining them, limit their use. However, the greater abundance of *Artemia* biomass and its much lower price compared to chironomid larvae have increased the tendency to use *Artemia* biomass alone or in combination with chironomid larvae to feed sturgeon larvae.

Conflict of Interest: There is no conflict of interest between the authors of the article.

Acknowledgment: This project was carried out with the financial support and products of Guar Kavir Aria Company in cooperation with the International Sturgeon Research Institute. We hereby thank the CEO and members of the company's board of directors, the experts of the institute, and also the management and experts of the Shahid Beheshti Aquatic Resources Reproduction and Restoration Center in Rasht.

Key words: Larvae, *Acipenser persicus*, growth performance, survival, different feeding regimes, enzyme activity

* *Corresponding Author: ghorbani_v2@vahoo.com*

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

نشریه توسعه آبزی‌پروری، سال بیستم، شماره اول، بهار ۱۴۰۵، صفحه های ۳۴-۱۶
DOI: 10.71901/jad-2026-1-888

"مقاله پژوهشی"

تاثیر رژیم‌های غذایی مختلف در مرحله عادت پذیری از غذای زنده به کنسانتره بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و فعالیت آنزیم‌های گوارشی لارو تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus* Borodin, 1897)

رضا قربانی واقعی[1*]، ذبیح اله پژند[1]، محمود محسنی[1]، امید هاشمی[2]، حسینعلی عبدالحی[3]، مریم منصف شکری[1]، تورج سهرابی[1]، میرحامد سید حسنی[1]

۱- انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران

۲- شرکت گوار کویر آریا، رفسنجان کرمان

۳- مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۲/۱۷

چکیده

این تحقیق با ۷ تیمار و ۳ تکرار در بخش آبزی پروری انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری انجام شد. بدین منظور ۱۰۵۰ عدد لارو تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با میانگین وزن اولیه ۰/۰۰۲± ۰/۰۷۶ گرم، به طور تصادفی در ۲۱ مخزن گرد پلاستیکی با حجم کل ۵۰ لیتر و ۲۰ لیتر آبگیری (۱۰۰ عدد لارو در هر مخزن، ۵ عدد در لیتر)، در یک سیستم آب جریان‌دار (۰/۵ لیتر در دقیقه در هر مخزن) به مدت ۳۰ روز پرورش داده شدند. لاروها با تیمارهای مختلف غذایی شامل: ۱- ناپلی آرتمیا، لارو شیرونومیده و غذای فرموله شده (از روز اول پرورش). ۲- ناپلی آرتمیا، لارو شیرونومیده و غذای فرموله شده (از روز نهم پرورش). ۳- ناپلی آرتمیا، بیومس آرتمیا و غذای فرموله (از روز اول پرورش). ۴- ناپلی آرتمیا، بیومس آرتمیا و غذای فرموله شده (از روز نهم پرورش). ۵- ناپلی آرتمیا، بیومس آرتمیا، لاروشیرونومیده و غذای فرموله شده (از روز اول پرورش). ۶- ناپلی آرتمیا، بیومس آرتمیا، لاروشیرونومیده و غذای فرموله شده (از روز نهم پرورش) و ۷- تغذیه فقط با غذای فرموله شده از ابتدا تا انتهای دوره، پرورش داده شدند. لاروها ۱۲ بار در شبانه روز تغذیه شدند. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین درصد بازماندگی بترتیب در تیمارهای ۲ و ۷ بود (p<۰.۰۵). تیمار ۴ دارای بیشترین میزان افزایش وزن بود (p<۰.۰۵). کمترین افزایش وزن بدن در تیمار ۷ ثبت شد (p<۰.۰۵). در پایان دوره تحقیق، فعالیت آنزیم‌های لیپاز و آمیلاز در تیمار ۲ بصورت معنی‌داری بیش از سایر تیمارها بود (p<۰.۰۵). فعالیت آنزیم پپسین در اغلب تیمارها، بصورت معنی‌داری بیش از تیمار ۷ بود (p<۰.۰۵). فعالیت آنزیم‌های تریپسین در تیمار ۴ بشکل معنی‌داری بیش از سایر تیمارها اندازه گیری شد (p<۰.۰۵). با توجه به اهمیت بازماندگی در پرورش لارو ماهیان، می‌توان نتیجه گرفت که، وجود لارو شیرونومیده تاثیر قابل توجه ای بر بازماندگی لاروها داشت. لذا در مجموع تیمارهای ۱، ۲، ۵، ۶، ۳ و ۴ بترتیب جهت تغذیه لاروهای تاس‌ماهی ایرانی از ارجحیت بر خوردار بودند. از طرف دیگر با توجه به قیمت بالای لارو شیرونومیده و دشواری تهیه آن می‌توان اظهار داشت که، بیومس آرتمیا نیز می‌تواند به تنهایی (تیمارهای ۳ و ۴) و در ترکیب با لارو شیرونومیده (تیمارهای ۵ و ۶) بازماندگی و رشد قابل قبولی را به دنبال داشته باشد.

کلمات کلیدی: لارو، تاس‌ماهی ایرانی، شاخص‌های رشد، بازماندگی، رژیم های مختلف غذایی، فعالیت آنزیم

* عهده‌دار مکاتبات: ghorbani_v2@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

مقدمه

تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus* Borodin, 1897) یکی از ۵ گونه ماهی خاویاری دریای خزر است. این گونه در دریای خزر و در بخش شرقی دریای سیاه وجود دارد (Chebanov and Galich, 2011) و برای تخم‌ریزی به رودخانه‌های خاصی مهاجرت می‌کند. از آنجایی که آب‌های گرم را ترجیح می‌دهند، بیشتر جمعیت آن در نزدیکی آب‌های ساحلی جنوب و جنوب شرقی دریای خزر یافت می‌شود (Bahmani *et al*., 2017; Irani and Agh, 2021)، طی دهه‌های گذشته، تاس‌ماهی ایرانی به‌طور مصنوعی تکثیر شده و بچه ماهیان انگشت قد، برای احیای ذخایر طبیعی به دریای خزر رهاسازی می‌شوند. با وجود چندین ویژگی عالی، مانند تکثیر مصنوعی و عملکرد رشد نسبتاً بالا، برخی از زی فن‌های حیاتی پرورش و تولید این گونه هنوز مشخص نشده است (Irani and Agh, 2021).

با توجه به اینکه ذخایر تاس‌ماهی ایرانی به شدت در معرض خطر انقراض گزارش گردیده (Hamidoghli *et al*., 2014) لذا پرورش آن می‌تواند کمک بسیار موثری در حفظ ذخایر این گونه ارزشمند باشد (Pourali and Mohseni, 2006). در شرایط پرورشی، سن بلوغ تاس‌ماهی ایرانی ماده ۱۲-۱۰ سال با میانگین وزن ۲۰-۱۵ کیلوگرم است (Bahmani *et al*., 2017). به طور کلی تغذیه و پرورش لارو ماهیان خاویاری از جنبه‌های مختلف به ویژه درصد بازماندگی و تولید بچه ماهی با کیفیت از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. توسعه پرورش این گونه نیازمند ارتقای دانش نیازمندی های تغذیه‌ای آن می‌باشد (Efatpanah *et al*., 2024). این موضوع به ویژه هنگام تغییر رژیم غذایی از غذاهای زنده به رژیم غذایی فرموله شده و شروع استفاده از رژیم غذایی فرموله شده قابل توجه است (Ghorbani Vaghei *et al*., 2023). درک فیزیولوژی هضم و تغذیه لاروها می‌تواند برای بهینه سازی جیره غذایی و پروتکل های تغذیه ای مورد استفاده قرارگیرد (Ronnestad *et al*., 2013). استراتژی تغذیه در پرورش تاس‌ماهی ایرانی به جای تغذیه تا حد سیری، باید براساس درصد میانگین وزن بدن انجام شود. زیرا مصرف خوراک در این گونه کندتر از ماهیان گوشتخوار مانند قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) است (Irani and Agh., 2021). مطالعات انجام شده بر روی گونه‌های مختلف ماهی نشان داده که، شرایط پرورش مانند استراتژی تغذیه، کیفیت خوراک و کیفیت آب می‌تواند بر میزان تغذیه مناسب تأثیر بگذارد (Irani and Agh., 2021).

مدیریت نامناسب پرورش لاروها، شامل کیفت و کمیت نامطلوب رژیم غذایی، تاخیر در شروع تغذیه لاروها پس از جذب کیسه زرده و تراکم بیش از حد می‌تواند موجب همجنس خواری در لاروها گردد (Ghelichi *et al*., 2010). تلفات لاروها به کیفیت تخم‌های مولدین بستگی داشته، به اندازه تخمک بستگی نداشته و مربوط به انتقال از تغذیه داخلی به تغذیه بیرونی می‌باشد (Gisbert *et al*., 2018). غذاهای زنده به طروق مختلف موجب افزایش رشد و بازماندگی لارو می‌شوند. حرکت آنها و ترشح متابولیت ها (محصولات واسطه ای تولید شده در طول متابولیسم) تاثیر عمده‌ای بر پاسخ تغذیه ای لارو دارد. به علاوه، وجود آنزیم‌ها در ناپلی زنده و حرکت هایش در سیستم گوارش منجر به بهبود هضم غذای فرموله می‌شود. لذا دسترسی به غذای زنده در طول دوره

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

وینینگ (فرآیند انتقال رژیم غذایی لارو ماهی از غذاهای زنده به غذاهای فرموله شده و مصنوعی) می‌تواند بر پرورش موفقیت آمیز لارو تاثیر گذار باشد (Ljubobratovic *et al*., 2015). همچنین فعالیت آنزیم‌های گوارشی می‌تواند شاخص موثری از رشد و توسعه لارو بوده، پیش بینی مرگ و میر لاروها و ارزیابی توانمندی لاروها را میسر سازد (Kamaszewski *et al*., 2014).

با وجود مزایای زیاد استفاده از غذاهای زنده، استفاده از آنها جهت تغذیه لاروها می‌تواند افزایش هزینه و خطر انتقال بیماری را بدنبال داشته باشد. همچنین برخی غذاهای زنده ممکن است برای رشد و بازماندگی مناسب لاروها نیازمند مواد مغذی (غنی سازی) بوده، ولی از طرف دیگر هزینه کمتر تامین غذای فرموله شده لاروی و راحتی بیشتر استفاده از آنها از مزایای غذاهای فرموله شده هستند (Herath and Atapaththu., 2013). انجام تحقیقات در زمینه تعیین استراتژی تغذیه لارو ماهیان (دفعات غذادهی، میزان و نوع غذا) از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد (Ghorbani Vaghei *et al*., 2024). در همین ارتباط، پاسخ گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری به زمان شروع استفاده از غذاهای فرموله شده و تاثیر استفاده انفرادی و تر کیبی از غذاهای زنده و فرموله شده ممکن است متفاوت باشد. تعیین این موضوع در تاس‌ماهی ایرانی، به عنوان یک گونه مهم دریای خزر (با توجه به کیفیت گوشت و خاویار) از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. پرورش لارو مهمترین جنبه در تفریخ گاه ها بوده و موفقیت در پرورش ماهیان خاویاری به میزان پیشرفت در استراتژی پرورش لارو بستگی دارد. از دلایل اهمیت موضوع می‌توان به عدم توانایی یا دشواری گرفتن، هضم و جذب مواد مغذی ضروری غذاهای فرموله شده توسط لارو اشاره نمود.

Pourali و Mohseni (۲۰۰۶)، میزان بازماندگی و رشد مراحل لاروی و جوانی تاس‌ماهی ایرانی را در زمان تغذیه با رژیم های غذایی فرموله شده و زنده مورد بررسی قراردادند. Ghelichi و همکاران (۲۰۱۰)، تاثیر دمای آب را بر تغذیه اولیه لارو تاس‌ماهی ایرانی بررسی نمودند. Efatpanah و همکاران (۲۰۲۱)، تاثیر عادت دهی به غذای مصنوعی در زمان تغذیه لاروهای تاس‌ماهی ایرانی از غذاهای زنده بر شاخص‌های رشد، بازماندگی، ترکیب بیوشیمیایی و اسید چرب لاشه را مورد بررسی قرار دادند. Tam و همکاران (۱۳۹۱)، اثر شدت جریان آب بر رشد و نمو لارو تاس‌ماهی ایرانی تا زمان جذب کیسه زرده بررسی نمودند. Hamidoghli و همکاران (۲۰۱۴)، تاثیر لارو شیرونومیده غنی شده با ویتامین C را در سطوح مختلف بر شاخص‌های رشد لارو تاس‌ماهی ایرانی مورد بررسی قرار دادند.

هدف از انجام تحقیق، تعیین تاثیر تغذیه با رژیم های مختلف غذایی بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و فعالیت برخی آنزیم‌های گوارشی لارو تاس‌ماهی ایرانی بود.

مواد و روش‌ها

شرایط آزمایش و روش غذادهی

پژوهش حاضر در بخش آبزی‌پروری انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری (ایران، گیلان، رشت،) انجام شد. این تحقیق با ۷ تیمار و هریک با ۳ تکرار طراحی شد (جداول ۱ و ۲). ۱۰۵۰ عدد لارو تاس‌ماهی ایرانی حاصل از تکثیر مولد نر و ماده طبیعی (مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر آبزیان شهید

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

بهشتی رشت) با میانگین وزن اولیه ۰/۰۷۶±۰/۰۰۲ گرم ، به طور تصادفی در ۲۱ مخزن گرد پلاستیکی با حجم کل ۵۰ لیتر و آبگیری ۲۰ لیتر (۱۰۰ عدد لارو در هر مخزن، ۵ عدد در لیتر)، در یک سیستم آب جریان‌دار (۰/۵ لیتر در دقیقه در هر مخزن) توزیع شدند. پروتئین خام، چربی خام، خاکستر، فیبر و رطوبت غذای فرموله شده مورد استفاده بترتیب ۴۹/۸۳، ۱۳/۷۲، ۱۲/۸۴، ۲/۰۴ و ۵/۸۵ درصد بود. در تمامی تیمارها ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز انجام شد. میانگین دمای آب، اکسیژن محلول و pH آب در دوره پرورش، به ترتیب (میانگین ± انحراف معیار) ۰±۱۸/۳۶ درجه سانتی‌گراد، ۷/۰±۴۳/۳۴ میلی‌گرم در لیتر و ۷/۴۱±۰/۰۶ اندازه‌گیری شد.

جدول ۱: مشخصات تیمارها (رژیم های غذایی مختلف) و درصد غذادهی لارو تاس‌ماهی ایرانی ۱۲ بار در شبانه روز

Table 1: Characteristics of treatments (different diets) and percentage of feeding Persian sturgeon larvae 12 times a day

Treatments	Feeding regimes and days of larval feeding	Percentage of feeding to larvae per day
1	Live *Artemia uromiana* nauplii (days 1 to 25) + frozen chironomid larvae (days 7 to 25) + Microfomulated diet (days 1 to 30).	*Artemia* nauplii and chironomid larvae each 30% to 10 % of larval biomass at the beginning to the end of rearing period respectively. Microfomulated diet 20% to 10% of larval biomass at the beginning to the end of the rearing period respectively.
2	Live *Artemia uromiana* nauplii (days 1 to 25) + frozen chironomid larvae (days 7 to 25) + Microfomulated diet (days 9 to 30).	*Artemia* nauplii and *Artemia* biomass each 30% of larval each 30% to 10 % of larval biomass at the beginning to the end of rearing period respectively. Microfomulated diet 15% to 10% of larval biomass at the beginning to the end of the rearing period respectively.
3	Live *Artemia uromiana* nauplii (days 1 to 25) + *Artemia* biomass (days 7 to 25) + Microfomulated diet (days 1 to 30).	*Artemia* nauplii and *Artemia* biomass each 30% to 10 % of larval biomass at the beginning to the end of rearing period respectively. Microfomulated diet 20% to 10% of larval biomass at the beginning to the end of the rearing period respectively.
4	Live *Artemia uromiana* nauplii (days 1 to 25) + *Artemia* biomass (days 7 to 25) + Microfomulated diet (days 9 to 30).	*Artemia* nauplii and *Artemia* biomass each 30% to 10 % of larval biomass at the beginning to the end of rearing period respectively. Microfomulated diet 15% to 10% of larval biomass at the beginning to the end of the rearing period respectively.
5	Live *Artemia uromiana* nauplii (days 1 to 25) + frozen *Artemia* biomass (days 7 to 25) + frozen chironomid larvae (days 7 to 25) + Microfomulated diet (days 1 to 30).	*Artemia* nauplii 30% to 10% of larval biomass at the beginning to the end of the rearing period respectively. Chironomid larvae and *Artemia* biomass each 15% to 5% of larval biomass at the beginning to the end of the rearing period respectively. Microformulated diet 20% to 10% of larval biomass at the beginning to the end of the rearing period respectively.
6	Live *Artemia uromiana* nauplii (days 1 to 25) Frozen *Artemia* biomass (days 7 to 25) + Frozen chironomid larvae (days 7 to 25) + Microfomulated diet (days 9 to 30).	*Artemia* nauplii 30% to 10% of larval biomass at the beginning to the end of the rearing period respectively. Chironomid larvae and *Artemia* biomass each 15% to 5% of larval biomass, at the beginning to the end of the rearing period respectively. Microformulated diet 15% to 10% of larval biomass at the beginning to the end of the rearing period.
7	100% Microfomulated diet	20% to 5% of larval biomass at the beginning to the end of the rearing period respectively.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

جدول ۲: خلاصه ای از نوع رژیم غذایی و روزهای تغذیه لارو تاس‌ماهی ایرانی

Table 2: A summary of the type of feeding regimes and days of feeding of the Persian sturgeon larvae

Feeding time (day) / Feeding regimes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Artemia nauplii (Treatments 1, 2, 3, 4, 5 and 6)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Chironomid larvae and *Artemia* biomass (Treatments 1, 2, 3, 4, 5 and 6)							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Microformulated diet (Treatments 1, 3 and 5)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Microformulated diet (Treatments 2, 4 and 6)									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Microformulated diet (Treatment 7)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

نمونه‌برداری و تعیین شاخص‌ها

نمونه‌برداری از لاروها برای تعیین میانگین وزن بدن، میانگین طول و نسبت بازماندگی در روزهای مختلف پس از تفریخ انجام گرفت. بدین منظور، در فواصل هر ۱۰ روز یکبار، تعداد ۱۰ لارو بطور تصادفی با ساچوک کوچک گرفته و با استفاده از یک ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم (مدل AND GF-300) وزن لاروها و با استفاده از یک خط‌کش بیومتری با دقت ۱ میلی‌متر طول آنها اندازه‌گیری گردید. در انتهای تحقیق (۳۰ روز پس از شروع تحقیق) از لاروها جهت اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌ها نمونه‌گیری به عمل آمد. لاروهای نمونه‌برداری شده، پس از شستشو با آب مقطر، در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

اندازه‌گیری شاخص‌ها با استفاده از فرمول‌های ذیل انجام شد (Torfi Mozanzadeh *et al*., 2021).

نسبت بازماندگی (درصد)= تعداد لارو زنده/تعداد لارو معرفی شده در ابتدا×۱۰۰

ضریب رشد ویژه (درصد)= لگاریتم نپری وزن نهایی – لگاریتم نپری وزن اولیه /تعداد روزهای پرورش×۱۰۰

ضریب وضعیت = وزن ماهی (گرم)/ طول ماهی (سانتی‌متر)^{3}

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌ها

نمونه‌برداری از لاروها قبل از اولین تغذیه روزانه در صبح انجام گرفت (Kolkovski, 2001). در اولین مرحله نمونه برداری با توجه به وزن پایین لاروها، تعداد ۷ عدد لارو از هر مخزن برداشته و پس از جداسازی سر، دم و پوست، مابقی تنه ماهی همگن سازی شد. در مراحل بعدی و با افزایش رشد لاروها تعداد کمتری نمونه با هدف سنجش فعالیت های آنزیمی گرفته شد. به طوریکه در پایان دوره، تعداد ۲ عدد لارو از هر مخزن برداشته و کل لوله گوارش برای مراحل بعدی همگن سازی شد.

نمونه‌ها بلافاصله در نیتروژن مایع منجمد و تا زمان انجام آنالیز در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نمونه پودر شده با نسبت (w/v ۱۰: ۱) با محلول M ۰/۱۵ کلریدسدیم مخلوط و توسط هاون چینی هموژن شد. برای جلوگیری از تأثیر دمای محیط بر کارایی آنزیم‌ها، تمامی این مراحل بر روی یخ صورت گرفت. سپس ویال‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد در ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ (مدل D ۵۴۱۵ محصول شرکت eppendof ژاپن) قرارگرفتند. تعیین غلظت پروتئین نمونه‌ها با استفاده از روش Bradford (۱۹۷۶) انجام شد. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم تریپسین (بنزوئیل-ال-آرژنین-پی-نیتروآنیلید به عنوان سوبسترا) از روش Torrissen و همکاران (۱۹۹۴) استفاده شد. فعالیت آنزیم آمیلاز (نشاسته به عنوان سوبسترا) با روش Bernfeld (۱۹۵۵) تعیین شد. فعالیت آنزیم‌های لیپاز و پپسین (به ترتیب پارا نیتروفنیل مریستات و هموگلوبین به عنوان سوبسترا) با استفاده از روش Iijima و همکاران (۱۹۹۸) و Anson (۱۹۳۸) اندازه‌گیری و تمامی آنزیم‌ها و غلظت پروتئین با روش طیف سنجی توسط اسپکتروفتومتر (مدل ۶۵۰۵ محصول شرکت Jenway انگلستان) سنجیده شدند. فعالیت آنزیم بصورت میکرومول بر میلی‌گرم پروتئین بیان گردید. این نشانگر، میکرومول از محصول است که توسط یک آنزیم در یک زمان معین (دقیقه) در شرایط معین به ازای هر میلی‌گرم پروتئین کل تشکیل می‌شود.

تجزیه و تحلیل آماری

داده های آماری با استفاده از نرم افزاز آماری SPSS (IBM SPSS Statistics V.25, Armonk, USA) مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت. برای کنترل نرمال بودن داده ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov و برای همگنی واریانس‌ها از آزمون Levene و جهت مشخص نمودن اختلاف میانگین شاخص‌های مختلف از آنالیز واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) و برای اثرات متقابل نوع رژیم غذایی و زمان آغاز تغذیه با جیره فرموله در تیمارها از Univariate Analyis of Variance استفاده گردید. مقایسه میانگین ها به وسیله آزمون Duncan و سطح معنی دار در آنالیزها، $p<۰.۰۵$ در نظر گرفته شد. از نرم افزار (ver. 2019, Excel (Microsoft, USA برای رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج

میزان افزایش وزن بدن ۱۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، در تیمار ۱ بصورت معنی‌داری بیش از سایر تیمارها بود ($p<۰.۰۵$). میزان افزایش وزن بدن در تیمار ۷ بصورت معنی‌داری کمتر سایر تیمارها بود ($p<۰.۰۵$). اعداد تیمارهای ۲ الی ۶ حدواسط تیمارهای ۱ و ۷ قرارداشتند. ۲۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، میزان افزایش وزن بدن لاروها در تیمار۷ بصورت معنی‌داری

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

کمتر از سایر تیمارها بود ($p<۰.۰۵$). این شاخص در تیمارهای ۴ و ۶ بشکل معنی‌داری بیش از تیمارهای ۱ و ۵ بود ($p<۰.۰۵$). تیمارهای ۲ و ۳ فاقد اختلاف معنی‌دار آماری با تیمارهای ۱، ۴، ۵ و ۶ بودند ($p<۰.۰۵$). در ۳۰ روز پس از شروع تغذیه، میزان افزایش وزن لاروها در تیمارهای ۲، ۴، ۵ و ۶ بشکل معنی‌داری بیش از سایر تیمارها بود ($p<۰.۰۵$). کمترین میزان افزایش وزن بدن در تیمار ۷ مشاهده و دارای اختلاف معنی‌دار آماری با سایر تیمارها بود ($p<۰.۰۵$) (جدول ۳).

ضریب رشد ویژه، ۱۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، در تیمار ۱ بشکل معنی داری بیش از سایر تیمارها بود ($p<۰.۰۵$). کمترین ضریب رشد ویژه در تیمار ۷ مشاهده و دارای اختلاف معنی‌دار آماری با سایر تیمار بود ($p<۰.۰۵$). میزان ضریب رشد ویژه در تیمارهای ۲ الی ۶، مابین تیمارهای ۱ و ۷ قرار داشت ($p<۰.۰۵$). ۲۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، بیشترین میزان ضریب رشد ویژه در تیمارهای ۴ و ۶ مشاهده و دارای اختلاف معنی‌دار آماری با سایر تیمارها بودند ($p <۰,۰۵$). کمترین میزان ضریب رشد ویژه در تیمار ۷ مشاهده و دارای اختلاف معنی‌دار آماری با سایر تیمارها بود ($p<۰.۰۵$). سایر تیمار تقریبا دارای اعداد حدواسط بودند. ۳۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، بیشترین ضریب رشد ویژه در تیمارهای ۴ و ۶ مشاهده و با تیمارهای ۱، ۵ و ۷ دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند ($p<۰.۰۵$). همچنین کمترین ضریب رشد ویژه در تیمار ۷ مشاهده و با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود ($p<۰.۰۵$) (جدول ۳).

۱۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، بیشترین مقدار درصد بازماندگی، در تیمار ۶ بدون اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار ۳ مشاهده شد ($p<۰.۰۵$). سایر تیمارها نسبت به هم فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بودند ($p<۰.۰۵$). ۲۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، بیشترین درصد بازماندگی در تیمار ۲ بدون اختلاف معنی‌دار آماری با تیمارهای ۳، ۴ و ۶ مشاهده شد ($p<۰.۰۵$). کمترین درصد بازماندگی در تیمار ۵ بدون اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار ۷ مشاهده گردید ($p<۰.۰۵$). ۳۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، بیشترین و کمترین درصد بازماندگی، بترتیب در تیمار های ۲ و ۷ مشاهده گردید ($p<۰.۰۵$) (شکل ۱).

۱۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، بیشترین مقدار درصد بازماندگی، در تیمارهای ۳ و ۶ با اختلاف معنی‌دار آماری نسبت به تیمارهای ۱، ۲، ۵ و ۷ (بجر تیمار ۴) مشاهده شد ($p<۰.۰۵$). ۲۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، کمترین درصد بازماندگی در تیمار ۷ بدون اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار ۵ مشاهده گردید ($p>۰.۰۵$). بیشترین درصد بازماندگی بترتیب در تیمارهای ۲ بدون اختلاف معنی‌دار آماری باتیمار ۳ مشاهده شد ($p>۰.۰۵$). ۳۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، بیشترین و کمترین درصد بازماندگی، بترتیب در تیمار های ۲ و ۷ مشاهده گردید ($p<۰.۰۵$) (شکل ۱).

کمترین فعالیت آنزیم تریپسین در تیمار ۱ مشاهده و با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود ($p<۰.۰۵$). ۲۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، بیشترین و کمترین فعالیت آنزیم تریپسین بترتیب در تیمارهای ۷ و ۱ با اختلاف معنی‌دار آماری ثبت گردید ($p<۰.۰۵$). ۳۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، بیشترین وکمترین فعالیت آنزیم بترتیب در تیمارهای ۴ و ۶ با اختلاف معنی‌دار آماری نسبت به سایر تیمارها بود ($p<۰.۰۵$) (شکل ۲).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

جدول۳: تغییرات افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه و ضریب وضعیت لاروهای تاس‌ماهی ایرانی در روزهای مختلف پرورش

Table 3: Changes in body weight gain, specific growth rate, and condition factor of Persian sturgeon larvae on different days of rearing

Indiches	body weight gain (g)			specific growth rate			condition factor		
days / Treatments	10	20	30	10	20	30	10	20	30
1	0.351±0.033^{a}	0.561±0.018^{b}	0.698±0.015^{b}	5.55±0.19^{a}	6.84±0.07^{b}	7.47±0.08^{c}	0.702±0.050^{a}	0.531±0.017^{ab}	0.433±0.006^{b}
2	0.185±0.013^{b}	0.612±0.041^{ab}	0.807±0.080^{a}	3.96±0.16^{b}	7.08±0.19^{ab}	7.88±0.28^{ab}	0.481±0.012^{b}	0.465±0.012^{b}	0.433±0.012^{b}
3	0.173±0.011^{b}	0.607±0.002^{b}	±0.012^{b}،0.754	3.82±0.13^{b}	7.07±0.03^{ab}	7.70±0.07^{bc}	^{b}،/۰۰۰0.459±	0.489±0.015^{b}	0.438±0.001^{b}
4	0.194±0.020^{b}	0.661±0.010^{a}	0.870±0.040^{a}	4.05±0.25^{b}	7.29±0.04^{a}	8.09±0.12^{a}	0.482±0.010^{b}	0.617±0.142^{a}	0.525±0.067^{a}
5	0.172±0.010^{b}	0.567±0.062^{b}	0.804±0.067^{a}	3.79±0.03^{b}	6.88±0.34^{b}	7.86±0.23^{ab}	0.484±0.008^{b}	0.542±0.041^{ab}	0.465±0.014^{a}
6	±0.020^{b}،0.186	0.659±0.044^{a}	0.791±0.004^{a}	3.95±0.26^{b}	7.27±0.21^{a}	7.81±0.04^{ab}	0.470±0.010^{b}	0.507±0.063^{ab}	0.423±0.019^{b}
7	±0.015^{c}،0.094	0.213±0.023^{c}	0.293±0.010^{c}	2.56±0.19^{c}	4.26±0.27^{c}	5.06±0.08^{d}	0.447±0.046^{b}	0.555±0.012^{ab}	0.473±0.004^{a}

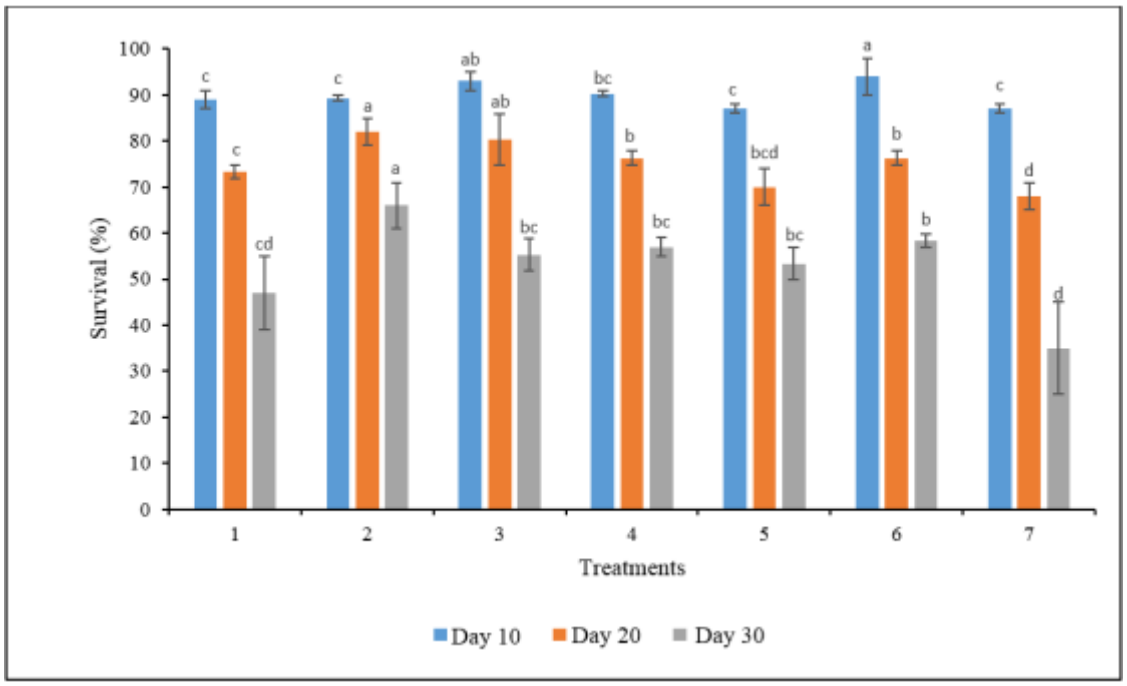
در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی‌دار آماری می باشند (p<۰.۰۵).

In each column, numbers without a common letter have a statistically significant difference (p<0.05).

۱۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، بیشترین و کمترین فعالیت آنزیم پپسین، بترتیب در تیمار ۶ و ۱ اندازه‌گیری شد (p<۰.۰۵). ۲۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، فعالیت آنزیم در تیمارهای ۳ و ۷ بصورت معنی‌داری بیش از سایر تیمارها بود (p<۰.۰۵). کمترین میزان فعالیت آنزیم پپسین در تیمار ۵ اندازه‌گیری شد. تیمارهای ۱، ۲ و ۴ نسبت به هم نسبت بهم فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بودند (p<۰.۰۵). کمترین فعالیت آنزیم پپسین، ۳۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، در تیمار ۷ ثبت گردید (p<۰.۰۵). فعالیت آنزیم پپسین در تیمارهای ۱ الی ۶ نسبت به هم فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بود (p>۰.۰۵) (شکل ۳). فعالیت آنزیم لیپاز، ۱۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، در تیمار ۲ بصورت معنی‌داری بیش از سایر تیمارها بود (p <۰,۰۵). کمترین فعالیت آنزیم در تیمارهای ۷، ۵ و ۱ با اختلاف معنی‌دار آماری با سایر تیمارها مشاهده شد (p <۰,۰۵). ۲۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، بیشترین فعالیت آنزیم لیپاز، با اختلاف معنی‌دار آماری نسبت به سایر تیمارها، در تیمار ۷ (p<۰.۰۵). و کمترین فعالیت آنزیم با اختلاف معنی‌دار آماری نسبت به سایر تیمارها در تیمارهای ۱، ۳ و ۴ مشاهده گردید (p<۰.۰۵). ۳۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، بیشترین مقدار فعالیت آنزیم، در تیمار ۲ بدون اختلاف معنی‌دار آماری با تیمارهای ۱، ۴، ۵ و ۶ اندازه‌گیری شد (p>۰.۰۵). کمترین فعالیت آنزیم در تیمار ۷ بدون اختلاف معنی‌دار آماری با تیمارهای ۳ و ۶ مشاهده شد (p>۰.۰۵) (شکل ۴).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

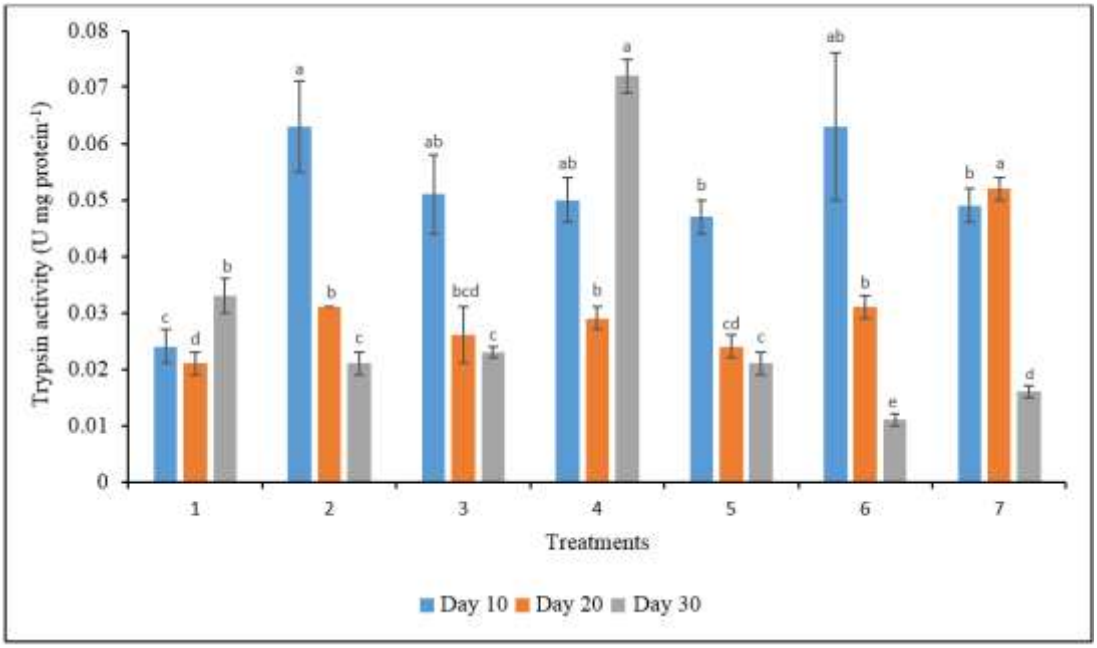


شکل ۱: درصد بازماندگی لاروهای تاس‌ماهی ایرانی (میانگین±انحراف معیار) در روزهای مختلف.

در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی‌دار آماری می باشند (p<۰.۰۵).

Figure 1: Larval survival percentage of Persian sturgeon (mean ± standard deviation) on different days

In each column, numbers without a common letter have a statistically significant difference (p<0.05).



شکل ۲: فعالیت آنزیم تریپسین لاروهای تاس‌ماهی ایرانی (میانگین±انحراف معیار) در روزهای مختلف پرورش

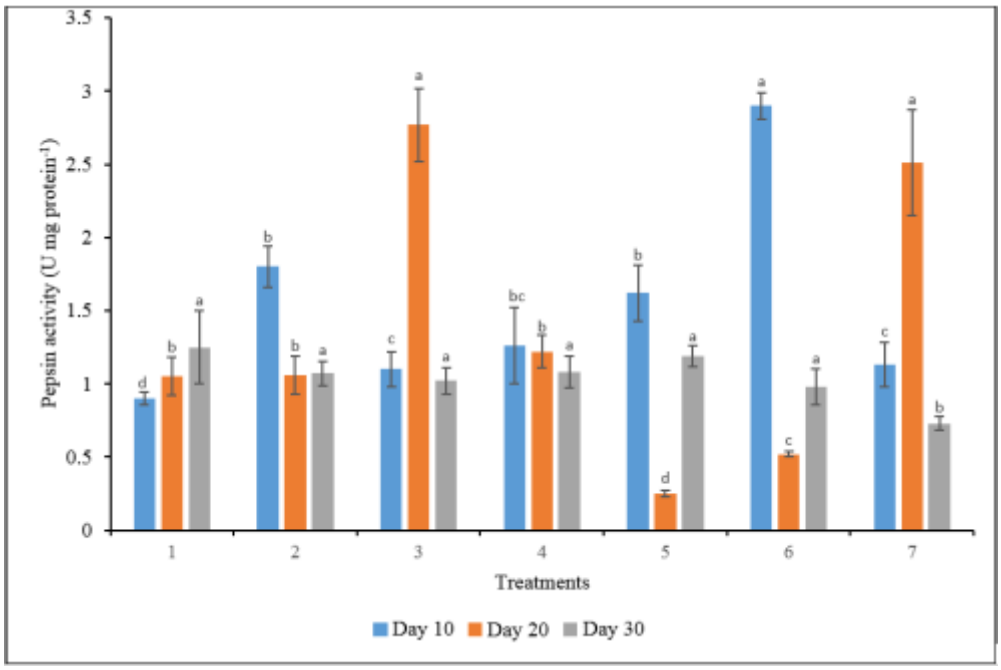
در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی‌دار آماری می باشند (p<۰.۰۵).

Figure 2: Trypsin enzyme activity of larvae of Persian sturgeon (mean ± standard deviation) on different days of rearing.

In each column, numbers without a common letter have a statistically significant difference (p<0.05).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

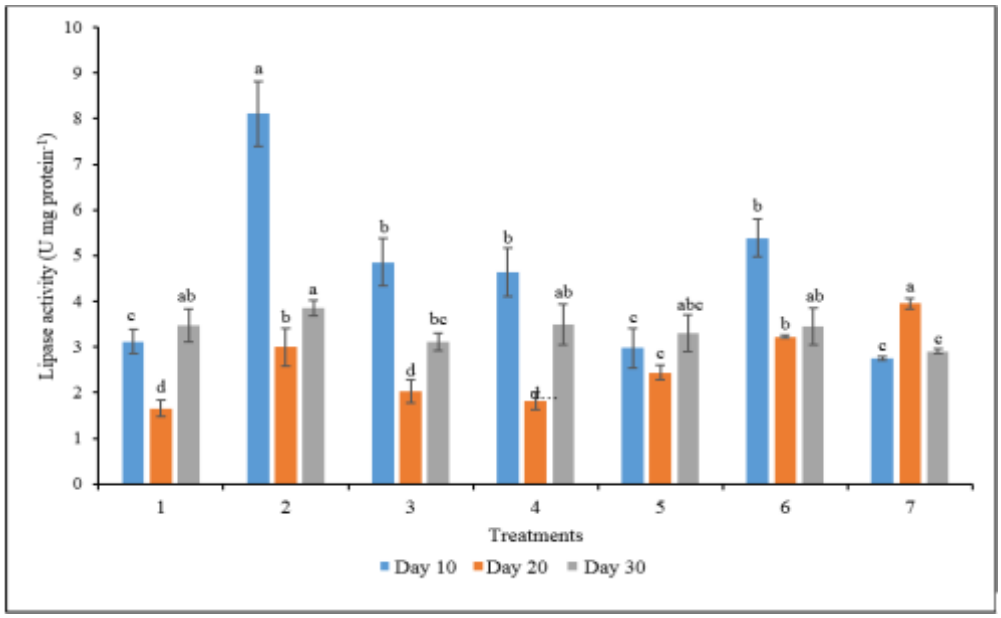


شکل ۳: فعالیت آنزیم پپسین لاروهای تاس‌ماهی ایرانی (میانگین±انحراف معیار) در روزهای مختلف پرورش

در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی‌دار آماری می باشند (p<۰.۰۵).

Figure 3: Pepsin enzyme activity of larvae of Persian sturgeon (mean ± standard deviation) on different days of rearing.

In each column, numbers without a common letter have a statistically significant difference (p<0.05).



شکل ۴: فعالیت آنزیم لیپاز لاروهای تاس‌ماهی ایرانی (میانگین±انحراف معیار) در روزهای مختلف پرورش

در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی‌دار آماری می باشند (p<۰.۰۵).

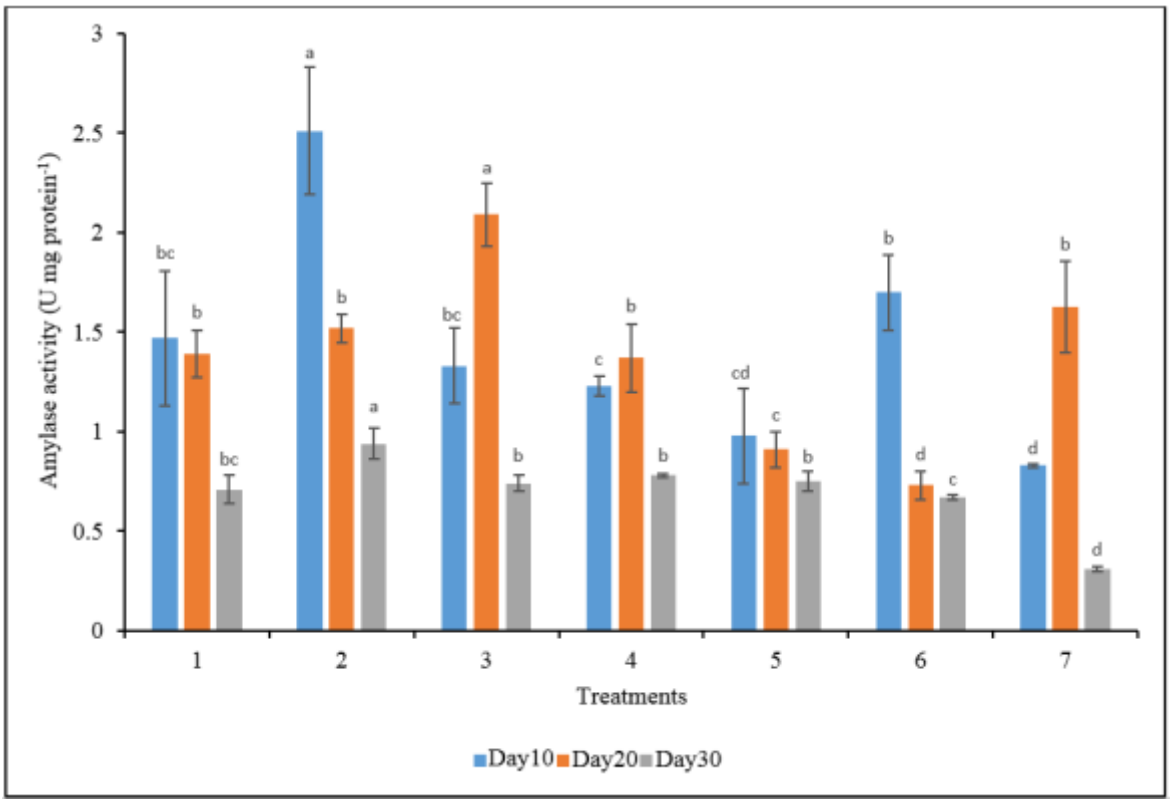
Figure 4: Lipase enzyme activity of larvae of Persian sturgeon (mean ± standard deviation) on different days of rearing.

In each column, numbers without a common letter have a statistically significant difference (p<0.05).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

۱۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، بیشترین و کمترین فعالیت آنزیم آمیلاز، بترتیب در تیمارهای ۲ و ۷ مشاهده شد (p<۰.۰۵). ۲۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، بیشترین و کمترین مقدار فعالیت آنزیم آمیلاز بترتیب در تیمارهای ۳ و ۶ اندازه گیری شد (p<۰.۰۵). ۳۰ روز پس از شروع تغذیه لاروها، بیشترین فعالیت آنزیم آمیلاز در تیمارهای ۲ بدون اختلاف معنی‌دار با تیمارهای ۴ و ۵ (p>۰.۰۵) و کمترین فعالیت آنزیم در تیمار ۷ با اختلاف معنی‌دار آماری نسبت به سایر تیمارها مشاهده شد (p<۰.۰۵) (شکل ۵).



شکل ۵: فعالیت آنزیم آمیلاز لاروهای تاس‌ماهی ایرانی (میانگین±انحراف معیار) در روزهای مختلف پرورش

در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی‌دار آماری می باشند (p<۰.۰۵).

Figure 5: Amylase enzyme activity of Persian sturgeon larvae (mean ± standard deviation) on different days of rearing.

In each column, numbers without a common letter have a statistically significant difference (p<0.05).

بحث

در تحقیق حاضر، میزان افزایش وزن بدن لاروها در تیمارهای های مختلف از ابتدا تا انتهای دوره پرورش بجز در تیمار ۷، تقریبا روند مشابه‌ای داشتند. بطوریکه در پایان دوره، تیمارهای ۲، ۴، ۵ و ۶ بیشترین مقدار را بخود اختصاص دادند. یعنی تیمارهایی که از بیومس آرتمیا و ترکیبی از بیومس آرتمیا و لارو شیرونومیده تغذیه نموده بودند، از شرایط بهتری نسبت به سایر تیمار ها برخوردار بودند. این موضوع همسو با تحقیق Ghorbani Vaghei و همکاران (۲۰۲۳) در زمینه افزایش معنی‌دار وزن لارو فیل ماهی در نتیجه تغذیه با

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

بیومس آرتمیا نسبت به لارو شیرونومیده می‌باشد. با توجه به نتایج حاصله می‌توان اظهار نمود که، اثرات مثبت تغذیه از بیومس آرتمیا بیشتر بوده و تغذیه لاروها از روز ۹ پرورش عامل مثبت تاثیر گذار بوده است. از نظر ارزش غذایی، ناپلی آرتمیا و بیومس آرتمیا می‌توانند نیازهای تغذیه‌ای انواع وسیعی از موجودات را برآورده کنند. در مقایسه با ناپلی‌های تازه تفریخ شده، ارزش غذایی آرتمیای در حال رشد و بالغ بیشتر می‌باشد (Maldonado-Montiel and Rodríguez-Canche., 2005). علاوه بر این، در بیان اهمیت استفاده از بیومس آرتمیا، گزارش گردیده که، آرتمیا غنی از اسیدهای آمینه بوده و منبع غذایی عالی برای ماهیان تازه تفریخ شده است (Islam *et al*., 2019). همچنین در بیان اهمیت غذاهای زنده باید بیان نمود که، آنها منبع پروتئین‌های آسان هضم بوده، در حالی که سایر منابع پروتئینی مانند پودر ماهی از قابلیت هضم کمی برخوردار می‌باشند. علاوه بر این، در مقایسه با غذای میکروذره‌ای، غذاهای زنده، علاوه بر تامین ریزمغذی‌های ضروری، ممکن است زیموژن‌ها و هورمون‌های گوارشی را فعال کرده یا ترشح آنزیم‌های درون زا را تحریک کنند (Kumar Pradhan *et al*., 2014). در همین ارتباط، Ljubobratović و همکاران (۲۰۱۵)، گزارش نمودند که خوراک زنده فرآیند هضم را تسهیل نموده و محصول اتولیز آنها ممکن است آزادسازی تریپسینوژن از پانکراس و فعال شدن زیموژن معده را تسریع کند. همسو با نتایج تحقیق حاضر، Efatpanah و همکاران (۲۰۲۱) گزارش نمودند که، استفاده از شیرونومیده در تغذیه لارو تاس‌ماهی ایرانی می‌تواند موجب افزایش شاخص‌های رشد و بقا گردد. در همین ارتباط گزارش گردیده که، لارو شیرونومیده دارای سطح پروتئین بالا و ضروری ترین اسیدهای آمینه بوده و لذا غذای مناسبی برای لارو ماهیان خاویاری است (Hamidoghli *et al*., 2014). همچنین بیان شده که تغذیه لارو تاس‌ماهی ایرانی با لارو شیرونومیده بدلیل وجود ترکیبات جاذب غنی از اسیدهای آمینه مانند متیونین، ضمن تحریک اشتها، درصد بازماندگی در لارو را نیز افزایش می‌دهد.

کاهش معنی‌دار میزان وزن لاروها در تیمار ۷ (تغذیه لاروها فقط با غذای فرموله شده)، نشانگر ارجحیت استفاده از غذاهای طبیعی (توام با غذای فرموله شده) در سایر تیمارها می‌باشد. استفاده به تنهایی از غذای فرموله شده موجب کاهش معنی‌دار میزان رشد نسبت به سایر تیمارها گردید. در این رابطه، همسو با نتایج تحقیق Ghorbani Vaghei و همکاران (۲۰۲۳)، رشد کمتر در لاروهایی که فقط از غذای میکرو ذره‌ای تغذیه می‌کنند، می‌تواند ناشی از توسعه کمتر دستگاه گوارش و در نتیجه عدم توانایی در هضم صحیح غذای میکروذره‌ای باشد. البته کاهش بازماندگی در تیمار ۷ موجب همین مقدار کم رشد لاروها گردید. زیرا بیان شده که تراکم بیشتر لاروها می‌تواند منجر به افزایش رقابت برای غذا و فضا شده و در نتیجه مصرف انرژی بیشتر منجر به متابولیسم بالاتر و کاهش رشد شود (Djellata *et al*., 2021).

ضریب رشد ویژه نیز از از ابتدا تا پایان دوره، روندی تقریبا مشابه با افزایش وزن بدن برخوردار بود. در پایان دوره تغذیه لاروها با بیومس آرتمیا، لارو شیرونومیده و ترکیبی از آنها موجب افزایش معنی‌دار آماری ضریب رشد ویژه گردید. کمترین ضریب رشد ویژه در تیمار ۷ اندازه‌گیری شد. این موضوع در نتیجه تغذیه لاروها فقط با غذای فرموله شده لاروی بود.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

ضریب چاقی لاروها در تیمارهای مختلف از ابتدا تا پایان دوره بجز در تیمارهای ۴، ۵ و ۷ بصورت معنی‌داری بیش از سایر تیمارها بود. در پایان دوره، ضریب وضعیت در تیمارهای ۴، ۵ و ۷ بصورت معنی‌داری بیش از سایر تیمار ها تعیین گردید. کمتر بودن طول لاروها در تیمار نسبت به سایر تیمارها موجب گردید تا از ضریب وضعیت بالاتری نسبت به برخی تیمارها برخوردار گردد. در مجموع بنظر می‌رسد که استفاده ترکیبی از غذاهای زنده و فرموله شده (استفاده از غذای فرموله شده از روز ۹ پرورش)، عملکرد بهتری را به دنبال داشته است. شاخص وضعیت یکی عامل مهم در پرورش لارو ماهی های شکارچی بوده و تغییرات این شاخص می‌تواند موجب افزایش هم‌نوع خواری گردد (Ljubobratović *et al*., 2015). این موضوع نیز نشان دهنده اثرات مثبت استفاده ترکیبی از غذاهای زنده به تنهایی یا همراه با غذای میکروذره ای بود.

بطور کلی روند بازماندگی لاروها از ابتدا تا انتهای دوره، بجز در تیمار ۷ ، در سایر تیمارها مناسب و تقریبا مشابه بود. این موضوع نشانگر نقش بیومس آرتمیا همانند لارو شیرونومیده در افزایش بازماندگی لاروها بود. در همین ارتباط بیان گردیده که، تغذیه لارو تاس‌ماهی ایرانی با لارو شیرونومیده به دلیل وجود ترکیبات جاذب غنی از اسیدهای آمینه مانند متیونین، ضمن تحریک اشتها، درصد بازماندگی را نیز در لارو افزایش می‌دهد (Mohseni *et al*., 2024) جالب توجه اینکه، در تحقیق Ghorbani Vaghei و همکاران (۲۰۲۳) تغذیه لارو فیل ماهی با لاروشیرونومیده موجب افزایش معنی‌دار بازماندگی نسبت به سایر تیمارها شده بود. ولی براساس نتایج تحقیق حاضر، در تاس‌ماهی ایرانی قابلیت افزایش بازماندگی بیشتری در نتیجه تغذیه با بیومس آرتمیا نسبت به لارو فیل ماهی وجود دارد. کمترین میزان بازماندگی در پایان دوره را تیمار ۷ (تغذیه فقط با غذای فرموله شده از ابتدا تا انتهای دوره) داشت. در همین ارتباط بیان شده که، میزان مرگ و میر لاروهایی که فقط با رژیم غذایی میکروذره ای تغذیه می‌شوند، ممکن است ۲/۵ برابر بیشتر از لاروهایی باشد که صرفاً با غذای زنده تغذیه می‌شوند (Herath and Atapaththu, 2013).

در تحقیق حاضر، در مقایسه تغییر فعالیت آنزیم تریپسین در تیمارهای ۱ الی ۷، در روز های ۱۰ و ۲۰ پرورش، روند نسبتا افزایشی، و در روز ۳۰ پرورش (بجز در تیمار ۴) روند نسبتا کاهشی بود. در بین آنزیم‌های مختلف، فعالیت آنزیم‌های پانکراس (مانند آمیلاز، تریپسین و لیپاز) معمولاً به‌عنوان شاخصی از فعالیت و آمادگی دستگاه گوارش محسوب می‌شود (*et al*., Najdegerami 2015). درهمین ارتباط گزارش گردیده که کمبود اسیدهای آمینه‌ای که مسئول سنتز و ترشح تریپسین هستند می‌توانند منجر به عدم فعالیت مناسب آنزیم تریپسین شوند (Quin *et al*, 2022).

در مقایسه تغییر فعالیت آنزیم پپسین در تیمارهای ۱ الی ۷، در روز های ۱۰ و ۲۰ پرورش، بترتیب روند تقریبا افزایشی و نسبتا کاهشی (بجز تیمارهای ۳ و ۷) و در روز ۳۰ پرورش روند نسبتا کاهشی داشت. در مطالعه حاضر، تغییر در سطوح فعالیت آنزیم‌های تریپسین و پپسین نشان داد که نوع رژیم غذایی می‌تواند، سطح فعالیت آنزیم را به ویژه آنزیم تریپسین را به طور قابل توجهی تغییر دهد. در همین ارتباط Furne و همکاران در سال ۲۰۰۵، در بررسی فعالیت آنزیم پروتئاز تاس‌ماهی آدریاتیک (*A. naccarii*)، بیان داشتند که،

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

ماهی خاویاری می‌تواند پروتئین را همانند ماهیان گوشت‌خوار هضم نماید. این موضوع نشانگر نقش آنزیم‌های پروتئازی در هضم منابع پرووتئین با منشاء حیوانی است. همچنین در همین ارتباط بیان شده که، در زمان جذب کیسه زرده و شروع تغذیه خارجی، دستگاه گوارش ماهیان خاویاری شروع به توسعه و تکامل نموده و عمده آنزیم‌های گوارشی در این مرحله مربوط به پروتئازهای قلیایی می‌باشند (Mohseni *et al*., 2024).

در مقایسه تغییر فعالیت آنزیم لیپاز در تیمارهای ۱ الی ۷، در روز ۱۰ پرورش روند تقریبا افزایشی داشت. در روز ۲۰ پرورش (بجز در تیمارهای ۳ و۷) روند نسبتا کاهشی و در روز ۳۰ پرورش، روند تقریبا ثابتی را نشان داد. فعالیت آنزیم لیپاز در لارو چندین گونه ماهی گزارش شده‌است (Golchinfar *et al*., 2011). گزارش گردیده که تغییر فعالیت آنزیم لیپاز از همان الگوی فعالیت آنزیم تریپسین پیروی نموده و مقادیر بیش از حد پروتئین ممکن است به تجمع رسوبات چربی منجر گشته و در نتیجه فعالیت لیپاز را مهار کند (Quin *et al*., 2022). همچنین در بررسی فعالیت آنزیم لیپاز در تاس‌ماهی آدریاتیک (*Acipenser naccarii*)، بیان شده که، ماهی خاویاری می‌تواند چربی را همانند ماهیان گوشت‌خوار هضم نماید (Furne *et al*., 2005). این موضوع نیز نشانگر نقش رژیم غذایی در فعالیت آنزیم لیپاز می‌باشد.

در مقایسه تغییر فعالیت آنزیم آمیلاز در تیمارهای ۱ الی ۷، فعالیت این آنزیم در روز ۱۰ پرورش (بجز در تیمارهای ۲ و ۶) و در روز ۲۰ پرورش (بجز در تیمارهای ۲ و ۷) روند نسبتا کاهشی و در روز ۳۰ پرورش روند کاهشی داشت. در همین ارتباط بیان شده که، تغییر استراتژی تغذیه می‌تواند بر فعالیت آنزیم آمیلاز تأثیر گذاشته (Torfi Mozanzadeh *et al*., 2021) و فعالیت آنزیم آمیلاز در لارو چندین گونه ماهی گزارش شده است (Golchinfar *et al*., 2011; Zótowska *et al*.,1999). Furne و همکاران در سال ۲۰۰۵، در بررسی فعالیت آنزیم آمیلاز در تاس‌ماهی آدریاتیک (*Acipenser naccarii*)، بیان داشتند که، ماهی خاویاری می‌تواند کربوهیدرات‌ها را در حد ماهیان همه‌چیزخوار هضم نماید. بیشتر بودن فعالیت آنزیم آمیلاز در تیمار ۲ نسبت به سایر تیمارها، نشانگر نقش لارو شیرونومیده در افزایش فعالیت این آنزیم بوده است. در این بین نقش لارو شیرونومیده به عنوان غذای طبیعی در فعال نمودن ترشح آنزیم بیش از سایر تیمار ها بود.

نتیجه‌گیری

در مجموع می‌توان گفت که تغییر رژیم غذایی لاروها بر میزان رشد، درصد بازماندگی، و فعالیت آنزیم‌ها در برخی تیمارها تاثیر معنی‌دار آماری داشت. در پایان دوره تحقیق، تغذیه لاروها با لارو شیرونومیده و بیومس آرتمیا موجب افزایش میزان بازماندگی و رشد لاروها گردید. این موضوع نشانگر نقش لارو شیرونومیده و بیومس آرتمیا در این زمینه بود. کمترین بازماندگی در تیمار ۷ ثبت گردید. این موضوع نیز نشانگر اهمیت تغذیه لاروها با ترکیبی از غذاهای فرموله شده لاروی و غذاهای طبیعی بود. فعالیت آنزیم‌های لیپاز و آمیلاز در تیمار ۲ بیش از سایر تیمارها بود. این موضوع نشانگر نقش لارو شیرونومیده در افزایش فعالیت این آنزیم‌ها بود. فعالیت آنزیم پپسین در اغلب تیمارها، بصورت معنی‌داری بیش از تیمار ۷

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

اندازه‌گیری شد. این موضوع نشانگر نقش مثبت تغذیه لاروها با ترکیبی از غذاهای طبیعی و فرموله شده بود. بیشترین فعالیت آنزیم تریپسین در تیمار ۴ با اختلاف معنی‌دار آماری نسبت به سایر تیمارها مشاهده شد. این موضوع نشانگر نقش تغذیه لاروها از بیومس آرتمیا و شروع تغذیه لاروها با غذای فرموله شده لاروی ۹ روز پس از شروع دوره پرورش بود. با گذشت روزهای پرورش روند فعالیت آنزیم پپسین در تیمارهای ۱ الی ۷، از حالت نسبتا افزایشی در پایان دوره بصورت نسبتا کاهشی در آمد. فعالیت این آنزیم در تیمارهای مختلف نشان داد که تغییر رژیم غذایی بر فعالیت این آنزیم تاثیر گذار بود. در مجموع با وجود نقش مثبت تغذیه لارو تاس‌ماهی ایرانی از لارو شیرونومیده از جنبه‌های مختلف، استفاده از بیومس آرتمیا جهت تغذیه لارو تاس‌ماهی ایرانی (به تنهایی یا در ترکیب با لاروشیرونومیده) نیز می‌تواند نتایج قابل قبولی را از نظر بازماندگی و رشد بدنبال داشته باشد.

سپاسگزاری

این طرح با حمایت مالی و محصولات شرکت گوار کویر آریا طی همکاری شرکت با انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری انجام شده است. بدین وسیله از مدیر عامل و اعضای هیئت مدیره شرکت، کارشناسان انستیتو تشکر و همچنین از مدیریت و کارشناسان مرکز تکثیر و بازسازی ذخایرآبزیان شهید بهشتی رشت تشکر و قدر دانی می‌نماییم.

منابع

1. AOAC., 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Published by Association of Official Analytical Chemist, Virginia. USA. 771 p.
2. Anson, M.L., 1938. The estimation of pepsin, trypsin, papain, and Cathepsin with haemoglobin. *Journal of General Physiology, 22*, pp.79-89. DOI:10.1085/jgp.22.1.79.
3. Bahmani, M., Pourali, H., Yoosefi, A., Yazdani, M.A., Pazhand, Z. and Shenavar, A., 2017. Comprehensive Field Guid For Sturgeon Farming. Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO). Deputy for Extension. Agricultural Education Publication. 320 P. [In Persian]
4. Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem*, *7*(72), pp.248-54. DOI: 10.1006/abio.1976.9999
5. Bernfeld, P., 1955. Amylases α and β. Methods in Enzymology. Academic Press, New York, 149-158. 1, 149-158. DOI:10.1016/0076-6879 (55)01021-5
6. Chebanov, M. and Galich, E., 2013. Sturgeon Hatchery Manual. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 558 Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Ankara, Turkey. 325 P.
7. Djellata, A., Samira Sarih, S., Hernández-Cruz, C.M., Martínez-Rodríguez, G., Neda Gilannejad, N. and Javier Roo, J., 2021. The effect of different co-feeding protocols on greater amberjack (*Seriola dumerili*, Risso 1810) larvae. *Aquaculture Nutrition*, *27* (5), pp.1761-1776. DOI: 10.1111/anu.13313
8. Efatpanah, I., Falahatkar, B., Sajjadi, M.M. and Monsef Shokri, M., 2021. Live foods on growth parameters, survival, carcass analysis and fatty acids profile in adaptation to artificial feed using chironomide. *Journal of Fisheries*, *74*(1), pp.119-137. DOI: 10.22059/jfisheries.2021.315468.1215 [In Persian]
9. Efatpanah, I., Falahatkar, B., Sajjadi, M.M. and Monsef Shokri, M., 2024. The Effect of Feeding with Chironomid

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]
[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

and *Artemia* on Fatty acids and Amino Acids Profiles in Persian Sturgeon (*Acipenser persicus*) Larvae. *Aquaculture Nutrition*, *2024*, pp.1-13. DOI: 10.1155/2024/697554

10. Furne, M., Hidalga, M.C., Lopaz, A., Garcia-Gallege, M., Morales, A.E., Domezain, A., Domezaine, J. and Sanaz, A., 2005. Digestive enzyme activity in Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii* and rainbow trout Onchorhyncus mykiss. A comparative Study. Aquaculture, *250*, (1-2), pp.391-398. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.05.017
11. Golchinfar, F., Zamani, A., Hajimoradloo, A. and Madani, R., 2011. Assessment of digestive enzymes activity during the fry development of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*: from hatching to primary stages after yolk sac absorption. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, *10*(3), pp.403-414. DOI: 20.1001.1.15622916.2011.10.3.4.7
12. Gisbert, E., Solovyev, M.M., Bonpunt, E. and Mauduit, C., 2018. Weaning in Siberian Sturgeon Larvae. In book: The Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869) Farming. *2*, pp.59-72. DOI:10.1007/978-3-319-61676-6_4
13. Ghorbani Vaghei, R., Yousefi Jourdehi., Zabihollah Pajand., Monsef, Shokri, A. and Mohseni., 2023. Effects of Different Feeding Regimes on Growth Performance, Survival Rate, Carcass Composition, Fatty Acids Profile, and Digestive Enzyme Activities of Great Sturgeon (*Huso huso* Linnaeus, 1758) Larvae. *Aquaculture Research*, First published. DOI: 10.1155/2023/9936622
14. Ghelichi, A., Makhdoomi, N., Jourjani, S. and Taheri, A., 2010. Effect of water temperature on the timing of initial feeding of Persian sturgeon *Acipenser persicus* larvae. *International Aquatic Research*, *2*(2), pp.113-119.
15. Hamidoghli, A., Falahatkar, B., Khoshkholgh, M. and Sahragard, A., 2014. Production and Enrichment of Chironomid Larva with Different Levels of Vitamin C and Effects on Performance of Persian Sturgeon Larvae. *North American Journal of Aquaculture*, *76*(3), pp.289-295. DOI: 10.1080/15222055.2014.911224
16. Herath, S.S. and Atapaththu, K.S.S., 2013. Sudden weaning of angelfish *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) (Pisces; Cichlidae) larvae from brine shrimp (*Artemia* sp) nauplii to formulated larval feed. *SpringerPlus*, *2*(102), pp.1-7. DOI: 10.1186/2193-1801-2-102
17. Islam, M.S., Kibria, M.M. and Bhuyan, M.S., 2019. Production of *Artemia* Biomass in Indoor Culture Tank in Bangladesh. *Journal of Scientific Research*, *11*(1), pp.101-110. DOI: DOI:10.3329/jsr.v11i1.36467
18. Iijima, N., Tanaka, S. and Ota, Y., 1998. *Purification and characterization of bile salt-activated lipase from the hepatopancreas of red sea bream, Pagurus major*. Fish Physiology and Biochemistry, *18*(1), pp.59-69. DOI: 10.1023/A: 1007725513389
19. Irani, A. and Agh, N., 2021. Optimization of feeding rates for Persian sturgeon (*Acipenser persicus* Borodin, 1897). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, *20*(5) pp.1454-1466. DOI: 10.22092/ijfs.2021.125122
20. Kolkovski, S., 2001. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles-implications and applications to formulated diets. *Aquaculture*, *200*(1), pp.181-201. DOI:10.1016/S0044-8486(01)00700-1
21. Kumar Pradhan., P., Jena, J, Mitra, G., Sood., N. and Gisbert, G., 2014. Effects of different weaning strategies on survival, growth and digestive system development in butter catfish, *Ompok bimaculatus* (Bloch) larvae. Aquaculture , *424-425*, pp.120-130. DOI:10.1016/j.aquaculture.2013.12.041
22. Kamaszewski, M., Ostaszewska, T., Prusińska, M., Kolman, R., Chojnacki, M., Zabytyvskij, J., Jankowska, B. and Kasprzak, R., 2014. Effects of Artemia sp. Enrichment with Essential Fatty

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]

Acids on Functional and Morphological Aspects of the Digestive System in *Acipenser gueldenstaedtii* Larvae. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 14*(4), pp.929-938. DOI: 1 10.4194/1303-2712-v14_4_12

23. Ljubobratovic, U., Kucska, B., Feledi, T., Poleksic, V., Markovic, Z., Lenhardt, M., Peteri, A., Kumar, S. and Ronyani, A., 2015. Effects of weaning strategies on growth and survival of Pikeperch, *Sander lucioperca*, Larvae. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *15*(2), pp.325-331. DOI: 10.4194/1303-2712-v15_2_15
24. Mohseni, M., Pajand, Z., Hashemi, O., Sarpanah, A.N., Ghorbani Vaghei, R., Sohrabi, T., Abdolhay, H.A ., Seyyed Hassani, M.H., Monsef Shokri, M., Yeganeh, H., Ghasemian, S. and Yousefi, S., 2024. Effects of different live *Artemia* and chironomid larvae and dry feeds in adaptation to weaning strategies on growth performance, survival rate and digestive enzyme of Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*. *Aquatic Animals Nutrition*, *10*(4), pp. 35-54 DOI: 10.22124/janb.2024.28696.1259 [In Persian]
25. Maldonado-Montiel, T.D.N. and Rodríguez-Canche, L.G., 2005. Biomass production and nutritional value of *Artemia* sp. (Anostraca: Artemiidae) in Campeche, México. *Revista de Biologia Tropical*, *53*(3-4), pp.447-457. DOI: 10.15517/rbt. v53i3-4.14613
26. Najdegerami, E.H., Baruah, K., Shiri, A., Rekecki, A., den Broeck, W.V., Sorgeloos, P., Boon, N., Bossier, P. and Schryver, P. De., 2015. Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) larvae fed Artemia nauplii enriched with poly-β-hydroxybutyrate (PHB): effect on growth performance, body composition, digestive enzymes, gut microbial community, gut histology and stress tests. *Aquaculture Research*, *46*(4), pp.801-812. DOI:10.1111/are.12231
27. Pourali Fashtami, H.R. and Mohseni, M., 2006. Survivsal and growth of larvae and juvenile Persian syurgeon (*Acipenser persicus*) using formulated diets and live food. *Journal of Applied Ichthyology*, *22* (S1), pp.303-306. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2007.00974.x
28. Quin, J., Xiao, L., Feng, K., Li, W., Liao, C., Zhang, T. and Liu, J., 2022. Effect of dietary protein levels on the growth, enzyme activity, and immunological status of *Culter mongolicus* fingerlings. *PLOS ONE, 17*(2), pp.1-14. https://DOI.org/10.1371/journal.pone.0263507
29. Ronnestad, I., Yufera, M., Ueberschar, B., Ribeiro, L., Saele, O. and Bogloione, C., 2013. Feeding behaviour and digestive physiology in larval fish: current knowledge, and gaps and bottlenecks in research. *Reviews in Aquaculture*, *5*(S1), pp.559-598. DOI: 10.1111/raq.12010
30. Torfi Mozanzadeh, M., Nafisi Bahabadi, M., Morshedi, V., Azodi, M., Agh, N. and Gisbert, E., 2021. Weaning strategies affect larval performance in yellowfin seabream (*Acanthopagrus latus*). *Aquaculture*, *539*. 736673, pp.1-14. DOI:10.1016/j.aquaculture.2021.736673
31. Torrissen, K., Lied, E. and Espe, M., 1994. Differences in digestion and absorption of dietary protein in Atlantic salmon (*Salmo salar*) with genetically different trypsin isozymes. Journal of *Fish Biology*, *45*(6), pp.1087-1104. DOI: 10.1111/j.1095-8649. 1994.tb01075. x

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-888]