

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری

عنوان:
**تعیین تاثیر تناوب و تنوع تغذیه
لارو فیل ماهی (*Huso huso*)
در زمان سازگاری به غذای دستی**

مجری:
رضا قربانی واقعی

شماره ثبت
۶۴۳۱۵

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری

عنوان طرح/پروژه: تعیین تاثیر تناوب و تنوع تغذیه لارو فیل ماهی (*Huso huso*) در زمان سازگاری به غذای دستی

کد مصوب: ۹۹۰۴۵۲-۹۸۰۰۱-۰۰۵-۱۲-۳۲-۱۲

نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان: رضا قربانی واقعی

نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) : -

نام و نام خانوادگی مجری: رضا قربانی واقعی

نام و نام خانوادگی همکار(ان): علیرضا شناور ماسوله، محمود محسنی، ذبیح اله پژند، علیرضا علی پور، ایوب

یوسفی جوردھی، تورج سهرابی، علی حسین پور، محمد پوردهقانی، میرحامد سیدحسینی، هوشنگ یگانه، مریم

منصف شکری، جلیل جلیل پور، اسماعیل حسین نیا، سجاد قاسمیان، شیرین جمشیدی، سمیرا ناظم رعایا، رسول

قربانی، محمود فلاح شجاعی

نام و نام خانوادگی مشاور(ان): -

نام و نام خانوادگی ناظر(ان): -

محل اجرا: استان گیلان

تاریخ شروع: ۱۳۹۹/۰۵/۰۱

مدت اجرا: ۲ سال و ۷ ماه

ناشر: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

تاریخ انتشار: سال ۱۴۰۲

حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

طرح/پروژه: تعیین تاثیر تناوب و تنوع تغذیه لارو فیل ماهی (*Huso*

huso) در زمان سازگاری به غذای دستی

کد مصوب: ۹۹۰۴۵۲-۹۸۰۰۱-۹۸۰۰۵-۱۲-۳۲-۱۲

شماره ثبت (فروست): ۶۴۳۱۵ تاریخ: ۱۴۰۲/۷/۳۰

با مسئولیت اجرایی جناب آقای رضا قربانی واقعی دارای مدرک

تحصیلی دکتری در رشته شیلات است.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اصلاح نژاد و تکثیر و پرورش آبزیان

در تاریخ ۱۴۰۲/۷/۹ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در:

ستاد ☐ پژوهشکده ☐ مرکز ☒ ایستگاه ☐

با سمت عضو هیئت علمی در انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان

خاویاری مشغول بوده است.

عنوان	«فهرست مندرجات»	صفحه
چکیده.....		۱
۱- مقدمه.....		۳
۲- مواد و روش‌ها.....		۷
۲-۱- شرایط آزمایش و تغذیه لاروها.....		۷
۲-۲- تامین لارو.....		۹
۲-۳- نمونه برداری و تعیین رشد.....		۹
۲-۴- روش آزمایش تعیین پروفایل اسیدهای چرب.....		۱۲
۲-۵- آنالیز لاشه.....		۱۲
۲-۶- اندازه گیری فعالیت آنزیم ها.....		۱۳
۲-۶-۱- آماده سازی نمونه ها برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیمی.....		۱۳
۲-۶-۲- تعیین غلظت پروتئین در نمونه‌ها.....		۱۴
۲-۶-۳- سنجش فعالیت آنزیم تریپسین.....		۱۴
۲-۶-۴- سنجش فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز.....		۱۴
۲-۶-۵- سنجش فعالیت آنزیم لیپاز.....		۱۵
۲-۶-۶- سنجش فعالیت آنزیم پپسین.....		۱۵
۲-۶-۷- روش آماری.....		۱۶
۳- نتایج.....		۱۷
۳-۱- شاخص های رشد و نسبت بازماندگی لارو در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز.....		۱۷
۳-۲- آنالیز لاشه لاروها در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز.....		۲۰
۳-۳- ترکیب اسید چرب لاشه لاروها در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز.....		۲۱
۳-۴- فعالیت آنزیم های گوارشی لاروها در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز.....		۲۳
۳-۵- شاخص های رشد و نسبت بازماندگی لارو در زمان غذادهی ۶ بار در شبانه روز.....		۲۶
۳-۶- آنالیز لاشه لاروها در زمان غذادهی ۶ بار در شبانه روز.....		۳۰
۳-۷- ترکیب اسیدهای چرب لاشه لاروها در زمان غذادهی ۶ بار در شبانه روز.....		۳۰
۳-۸- فعالیت آنزیم های گوارشی در زمان غذادهی ۶ بار در شبانه روز.....		۳۲
۳-۹- مقایسه شاخص های رشد و نسبت بازماندگی لاروها در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز.....		۳۵

۳-۱۰- مقایسه آنالیز لاشه لاروها در زمان در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز.....	۳۷
۳-۱۱- مقایسه ترکیب اسیدهای چرب لاشه لاروها در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز.....	۳۸
۳-۱۲- مقایسه فعالیت آنزیم های گوارشی لاروها در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز.....	۳۹
۴- بحث.....	۴۱
۵- نتیجه گیری.....	۴۸
منابع.....	۴۹
چکیده انگلیسی.....	۵۳

عنوان	«فهرست جداول»	صفحه
جدول ۲-۱- ترکیب غذای میکروذره ای (درصد از ماده خشک) مورد استفاده در تیمارهای مختلف.....	۷	
جدول ۲-۲- مشخصات تیمارهای تحقیق.....	۸	
جدول ۲-۳- نوع رژیم غذایی و روزهای تغذیه لارو از آن.....	۹	
جدول ۳-۱- درصد بازماندگی لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ.....	۱۷	
جدول ۳-۲- وزن بدن لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ.....	۱۸	
جدول ۳-۳- طول کل لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ.....	۱۸	
جدول ۳-۴- ضریب رشد ویژه لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ.....	۱۹	
جدول ۳-۵- شاخص وضعیت لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ.....	۲۰	
جدول ۳-۶- آنالیز لاشه لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در انتهای دوره پرورش (۳۸ روز پس از تفریخ).....	۲۱	
جدول ۳-۷- ترکیب (میانگین $\pm$ انحراف معیار) اسیدهای چرب لاشه لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در پایان دوره پرورش (۳۸ روز پس از تفریخ).....	۲۲	
جدول ۳-۸- درصد بازماندگی لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ.....	۲۷	
جدول ۳-۹- میانگین وزن بدن لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان غذادهی ۶ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ.....	۲۷	
جدول ۳-۱۰- طول کل لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ.....	۲۸	
جدول ۳-۱۱- ضریب رشد ویژه لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ.....	۲۹	
جدول ۳-۱۲- شاخص وضعیت لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ.....	۲۹	
جدول ۳-۱۳- آنالیز لاشه لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در انتهای دوره پرورش (۳۸ روز پس از تفریخ).....	۳۰	
جدول ۳-۱۴- ترکیب اسیدهای چرب لاشه (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در تیمارهای مختلف در پایان دوره پرورش (۳۸ روز پس از تفریخ).....	۳۱	
جدول ۳-۱۵- مقایسه شاخص های رشد لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز در روز ۳۸ پس از تفریخ.....	۳۶	
جدول ۳-۱۶- آنالیز لاشه لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز در پایان دوره تحقیق.....	۳۷	
جدول ۳-۱۷- مقایسه ترکیب اسید چرب لاشه لاروها در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز.....	۳۸	
جدول ۳-۱۸- مقایسه فعالیت آنزیم ها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز در پایان دوره تحقیق.....	۴۰	

عنوان	«فهرست اشکال»	صفحه
-------	---------------	------

شکل ۱-۲- مخازن فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری پرورش لارو	۱۰
شکل ۲-۲- پرورش لاروها در ابتدا (راست) و انتهای دوره پرورش (چپ) در مخازن ۵۰۰ لیتری فایبرگلاس	۱۰
شکل ۲-۳- لارو شیرونومید (سمت راست)، بیومس آرتمیا (وسط) و دافنی (چپ)	۱۱
شکل ۲-۴- عبور مواد اولیه غذایی جیره لاروی از چرخ گوشت صنعتی (راست) و غذای لاروی خشک و پودر شده (چپ)	۱۱
شکل ۲-۵- نمونه ای از لارو پرورش یافته در پروژه	۱۱
شکل ۳-۱- فعالیت آنزیم پپسین (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ	۲۳
شکل ۳-۲- فعالیت آنزیم تریپسین (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ	۲۴
شکل ۳-۳- فعالیت آنزیم لیپاز (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ	۲۵
شکل ۳-۴- فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ	۲۶
شکل ۳-۵- فعالیت آنزیم پپسین (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ	۳۲
شکل ۳-۶- فعالیت آنزیم تریپسین (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ	۳۳
شکل ۳-۷- فعالیت آنزیم لیپاز (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ	۳۴
شکل ۳-۸- فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ	۳۵

چکیده

هدف تعیین تاثیر تناوب و تنوع رژیم های مختلف غذایی بر شاخص های رشد، بازماندگی، ترکیب لاشه و فعالیت برخی آنزیم های گوارشی لارو فیل ماهی (*Huso huso*) در زمان سازگاری با غذای دستی بود. لاروها، ۷ روز پس از تفریخ به طور تصادفی در ۳۶ مخزن ۵۰۰ لیتری فایبر گلاس حاوی ۱۰۰ لیتر آب چاه (۳۰۰ لارو در هر مخزن) و در یک سیستم جریان دار (با دبی ۳ لیتر در دقیقه در هر مخزن) به مدت ۳۱ روز با تناوب زمانی ۱۲ و ۶ بار غذادهی در شبانه روز با ۳ تکرار در هر تیمار پرورش داده شدند. تیمارهای تحقیق (در ۱۸ مخزن غذادهی لاروها ۱۲ بار در شبانه روز و در ۱۸ مخزن دیگر ۶ بار در شبانه روز) شامل: ۱- ناپلی آرتمیا (۱۰-۳۰ درصد از زمان شروع تا اتمام تغذیه)، لارو شیرونومید (۱۰-۳۰ درصد) و غذای میکرو ذره ای (۵-۲۰ درصد)، ۲- تغذیه لاروها با ناپلی آرتمیا (۱۰-۳۰ درصد)، بیوماس آرتمیا (۳۰-۱۰ درصد) و غذای میکرو ذره ای (۵-۲۰ درصد)، ۳- ناپلی آرتمیا (۳۰-۱۰ درصد)، دافنی زنده و غذای میکرو ذره ای، ۴- ناپلی آرتمیا، لارو شیرونومید، بیوماس آرتمیا و غذای میکرو ذره ای (۵-۲۰ درصد)، ۵- ناپلی آرتمیا (۱۰-۳۰ درصد)، لارو شیرونومید (۵-۱۵ درصد)، و بیوماس آرتمیا (۵-۱۵ درصد). ۶- ۱۰۰ درصد غذای میکرو ذره ای (۲۰-۵ درصد)، بودند. لاروها با استفاده از ناپلی زنده آرتمیا از روز ۷ تا ۲۵، لارو شیرونومید و بیوماس آرتمیا منجمد از روز ۱۴ تا ۲۵، دافنی زنده و غذای میکرو ذره ای از روز ۱۴ تا ۳۸ پس از تفریخ تغذیه شدند. نتایج حاصله نشان داد که میانگین درصد بازماندگی تیمارها در روزهای مختلف پس از تفریخ لاروها در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز به جز تیمارهای ۵ و ۶ بصورت معنی داری بیشتر از ۶ بار در شبانه روز بود ($p < 0.05$). میانگین وزن لاروها، در تیمارهای ۴ و ۵ با ۱۲ بار غذادهی و در تیمارهای ۱ و ۶ با ۶ بار غذادهی، بطور معنی داری بیشتر بودند ($p < 0.05$). میانگین ضریب رشد ویژه، در ۱۲ بار غذادهی در تیمار ۵ و در ۶ بار غذادهی در تیمار ۱ بطور معنی داری بیشتر بود. میانگین شاخص وضعیت لاروها، در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز، بجز در تیمار ۶ بصورت معنی داری بیش از تیمارهای ۶ بار غذادهی بود. از نظر اسید های چرب چند غیر اشباع در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز، در تیمارهای ۱، ۲ و ۴ و در زمان ۶ بار غذادهی در تیمار ۵ نسبت به هم دارای اختلاف معنی دار آماری بودند. در زمان ۱۲ و ۶ بار غذادهی در شبانه روز، تیمارهای ۳ و ۴ نسبت به هم فاقد اختلاف معنی دار آماری بودند ($p < 0.05$). فعالیت آنزیم پپسین در زمان ۱۲ بار غذادهی لاروها در شبانه روز در تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۶ بصورت معنی داری نسبت به یکدیگر بیشتر بود. فعالیت آنزیم تریپسین در زمان ۱۲ بار غذادهی، در تیمارهای ۳، ۴ و ۵ و در زمان ۶ بار غذادهی در تیمارهای ۲ و ۶ بصورت معنی داری نسبت به یکدیگر بیشتر بود. فعالیت آنزیم لپاز، در زمان ۱۲ بار غذادهی، در تیمارهای ۱، ۳، ۴ و ۵ و در زمان ۶ بار غذادهی، در تیمارهای ۳، ۴ و ۵ و در زمان ۶ بار غذادهی در تیمار ۲ بصورت معنی داری نسبت به یکدیگر بیشتر بود. با توجه به قیمت مناسب و سهولت تامین بیوماس آرتمیا و دافنی در مقایسه با لارو شیرونومی، می توان با استفاده از بیوماس آرتمیا (تیمار ۲) و یا دافنی (تیمار ۳) نتایج

مطلوبی را از نظر میزان بازماندگی (به ترتیب ۱۷/۵ و ۲۲/۶۶ درصد) در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز، بدست آورد. در مجموع غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز بر غذادهی ۶ بار در شبانه روز لاروها ارجحیت داشت.

کلمات کلیدی: فیل ماهی، مرحله لاروی، دفعات غذادهی، بازماندگی، تنوع رژیم غذایی

۱- مقدمه

یکی از چالش های اساسی در زمینه پرورش لارو اغلب ماهیان موضوع تغذیه و پرورش آنها در مراحل لاروی است. تاکنون تلاش های زیاد انجام شده در جهت تعیین بهترین استراتژی های تغذیه (نوع، میزان و دفعات غذادهی) برای تغذیه لارو ماهیان خاویاری، منجر به تدوین استاندارد جهانی برای آنها نگردیده است (Ghorbani Vaghei et al., 2023). یکی از معضلات، بازماندگی کم لارو ماهیان خاویار تا زمان تبدیل شدن به بچه ماهی است (Lee et al., 2022; Ghorbani Vaghei et al., 2023). اثرات استراتژی تغذیه بر بازماندگی لاروها نسبت به رشد، از اهمیت بیشتری برخوردار است (Król and Zieliński, 2015). ارتقای توانایی لاروهای ماهی برای رشد و بازماندگی، در نهایت منجر به پایداری جمعیت سالانه ماهیان مورد نیاز می گردد (Hardy et al., 2021). تعیین نوع رژیم غذایی مناسب برای تغذیه لارو یک مشکل اساسی بوده و تعیین پروتکل های تغذیه بر اساس وضعیت سیستم گوارشی لارو ماهیان یک موضوع حیاتی است (El-Dahhar et al., 2021; Gisbert et al., 2018). در پرورش لارو برخی ماهیان، تغییر نوع رژیم غذایی می تواند چالش برانگیز باشد. زمان تغییر نوع غذا، اغلب به دوره تغذیه همزمان از غذاهای زنده و مصنوعی یا به تغییر نوع رژیم غذایی، بین دو نوع خوراک زنده یا از خوراک زنده به رژیم غذایی فرموله شده اشاره دارد (Phelps, 2010). در تغذیه لارو ماهیان خاویاری، از غذاهای زنده و جیره های فرموله شده زیادی استفاده شده است (Ghorbani Vaghei et al., 2023). اگرچه غذاهای زنده به طور موفقیت آمیزی برای تغذیه لارو تعدادی از ماهی ها استفاده شده، ولی این موضوع یک ویژگی انفرادی گونه ای و وابسته به توسعه سیستم گوارشی آنها است (Kumar Pradhan et al., 2014). استفاده از غذاهای زنده مشکلات خاص خود را داشته و در اکثر موارد گران قیمت بوده و با دشواری تهیه می شوند. علاوه بر این، در کنار هزینه های بالا، ممکن است خطر انتقال بیماری را نیز افزایش دهند (Chen et al., 2021). با وجود مشکلات ذکر شده برای غذاهای زنده، عدم استفاده از آنها برای تغذیه لارو منجر به کاهش شدید بقای لارو می شود. با این حال، استفاده از غذاهای زنده ارزان تر و کارآمدتر همیشه یکی از اهداف بوده است. استفاده طولانی مدت از غذاهای زنده پرهزینه بوده و ممکن است به خصوص در زمان فقدان مقادیر کافی مواد مغذی برای رشد و نمو لارو، مشکل ساز باشد (Djellata et al., 2021). بیشترین تلاش ها در زمینه بهبود طعم، اندازه و کیفیت مواد مغذی غذاهای میکروذره ای انجام شده است (Phelps, 2010). پرورش لاروها عمدتاً به در دسترس بودن غذای مناسب با قابلیت مصرف و هضم مناسب بستگی دارد (Kummar et al., 2017). غذاهای زنده به طروق مختلف موجب بهبود بازماندگی و رشد لاروها می گردند. آنزیم ها، متابولیت ها و تحرک غذاهای زنده در مخزن پرورش لارو، تاثیر قابل توجه ای بر پاسخ تغذیه ای لاروها داشته و می توانند هضم غذاهای میکروذره ای را بهبود بخشند (Ljubobratović et al., 2015). استفاده از غذای میکروذره ای بلافاصله پس از شروع تغذیه فعال، می تواند موجب کاهش توان هضم لارو، ترکیب غیر متوازن، خواص فیزیکی، مطبوعیت یا عدم حرکت غذای میکروذره ای، اغلب موجب کاهش رشد و بازماندگی می گردد (Kumar Pradhan et al., 2014; El-Dahhar et al., 2021). بنابراین برای کسب نتایج مطلوب، استفاده ترکیبی از غذاهای زنده و غذاهای میکروذره ای برای بهبود تغذیه لارو توصیه می شود (Kumar Pradhan et al., 2014).

(Kumar et al., 2014). البته ممکن است وضعیت مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی لارو تحت تاثیر استراتژی تغذیه قرار گیرد (Kumar). Pradhan et al., 2014) وقتی لارو ماهیان خاویاری شروع به تغذیه فعال می کنند، سیستم هضم و آنزیمی آنها از نظر آناتومی کامل است (Gisbert et al., 2018; Agh et al., 2013). فقر غذایی کوتاه مدت لاروها پس از جذب کیسه زرده، می تواند موجب رفتار غیر عادی، تضعیف وضعیت سیستم گوارش و بافت عضلانی، کاهش ضریب مصرف غذایی و رشد و فعالیت تغذیه‌ای گردد (Gisbert et al., 2008). مصرف غذا توسط ماهی به پارامترهایی از قبیل، اندازه غذا و ماهی، جاذبیت ظاهری غذا، قابلیت در دسترس بودن آن و چگونگی دسترسی به غذا بستگی دارد (Kumar et al., 2017). با وجود اهمیت تاثیر استراتژی پرورش بر رشد لارو، ممکن است بازماندگی لارو نسبت به آن، از اهمیت بیشتری برخوردار باشد. (Król and Zieliński, 2015) کرم سفید مدت زمان طولانی برای تغذیه لارو ماهی خاویاری مورد استفاده قرار می گرفت. دشواری نگهداری آن موجب توقف پرورش آن گردید. دافنی به دلیل سهولت پرورش، هنوز به عنوان غذای زنده جهت تغذیه لارو ماهیان خاویاری در برخی تفریخ گاه‌ها مورد استفاده قرار می گیرد (Ghorbani Vaghei et al, 2023). ولی غذاهای زنده مستعد آلودگی های ویروسی، باکتریایی یا پروتوزوآها می باشند (Djellata et al., 2021). همچنین از کرم توبی فکس جهت تغذیه لارو تاس ماهی روسی (*A. gueldenstaedtii*) استفاده شده است (Memis et al., 2009). با توجه به وارداتی و گران بودن کرم نرئیس و استفاده از آن جهت تغذیه برخی ماهیان آکواریومی، تغذیه لارو ماهیان خاویاری ربا آن مقرون بصرفه ناست. از جنبه های مهم پرورش لارو در تفریخ گاه‌ها می توان به، استراتژی تغذیه، بازماندگی و کیفیت لاروها اشاره نمود (Gisbert et al., 2018). پرورش موفق لاروها در گرو، فاکتورهایی مثل استفاده از غذاهای با قابلیت هضم و جذب مناسب و تامین مواد مغذی لازم جهت رشد و بازماندگی مناسب لاروها است (Piotrowska et al., 2021). از عوامل محدود کننده استفاده از غذاهای میکروذره ای، وجود همبندها و پروتئین هایی است که موجب کاهش هضم و جذب آنها می گردد. بالعکس، اسیدهای آمینه موجود در غذاهای زنده موجب سهولت فرآیند هضم در لاروها می گردند (Ballagh et al., 2010). مرحله لاروی یکی از بحرانی ترین مراحل پرورش ماهی است (Chen et al., 2021). از اینرو، استفاده ترکیبی از غذاهای زنده و میکروذره ای می تواند مشکلات مرتبط با مصرف و هضم غذاهای میکروذره ای را کاهش دهد (Rosenlund et al., 1997; Pradhan et al., 2014). تولید بچه ماهیان با کیفیت، یکی از اهداف مهم برای کسب موفقیت در پرورش ماهی است (Torfi Mozanzadeh et al., 2021). غذاهای زنده موجب افزایش بازماندگی و رشد لاروها می گردند. اگرچه ناپلی آرتمیا از نظر برخی اسیدهای چرب دچار کمبود بوده (Phelps, 2010)، ولی آنزیم های ناپلی آرتمیا و حرکت اش در سیستم گوارشی لارو موجب افزایش قابلیت هضم غذاهای میکروذره ای می گردد (Ljubobratovic et al., 2015). آنزیم های گوارشی از نظر هضم مواد مغذی حایز اهمیت می باشند. سطح فعالیت آنزیم ها، شاخص خوبی برای مصرف غذا، شاخص های رشد و هضم در ماهیان است (Quin et al., 2022). همچنین ناپلی آرتمیا به دلیل اندازه مناسب، قابلیت غنی سازی و ارزش غذایی در تغذیه لارو ماهیان حائز اهمیت می باشند (Ghorbani vaghei et al., 2019).

در ارتباط با تغذیه لارو ماهیان خاویاری در داخل و خارج از کشور تحقیقاتی انجام شده است. Agh و همکاران در سال 2012، در بیان استراتژی تولید فیل ماهی در تفریخگاه، برای تغذیه لاروها از ناپلی آرتمیا و غذای آغازین ماهی قزل آلا استفاده نمودند. نتایج حاصله نشان داد که استفاده از سطوح مختلف غذاهای زنده و غذای فرموله شده از ابتدای دوره، افزایش وزن بیشتری را نسب به کاهش تدریجی غذای زنده و فقط تغذیه از غذای فرموله شده داشته است. درصد بازماندگی در زمان تغذیه لاروها با فقط غذای زنده و نسبت های مختلف از غذای زنده و غذای فرموله شده بیشتر از استفاده فقط از غذای فرموله شده بوده است. همچنین Memis و همکاران در سال 2009 نسبت رشد و بازماندگی لارو تاس ماهی روسی (*A. guldenstadtii*) را از مرحله تخم های لقاح یافته تا تغذیه مصنوعی با ۵ بار غذادهی در شبانه روز، مورد بررسی قرار دادند. جهت تغذیه لاروها از ناپلی آرتمیا، کرم توبی فکس، دافنی و غذای میکروزره ای استفاده شد. در پایان ۷۵ روز بازماندگی لاروها ۲۷ درصد بود. حدادی مقدم و همکاران، در سال ۱۳۹۳ تاثیر سطوح مختلف غذایی روتیفر و ناپلیوس آرتمیا را در مدت ۱۱ روز و با ۳ بار غذادهی در شبانه روز بر میزان رشد و بازماندگی لارو تاس ماهی ایرانی مورد بررسی نمودند. در نتیجه گزارش نمودند که، کارایی رشد و غذا در لاروهای ۳ روزه تغذیه شده با ۵۰ درصد ناپلی آرتمیا + ۵۰ درصد روتیفر به صورت معنی داری بیش از ۷۵ درصد ناپلی آرتمیا + ۲۵ درصد روتیفر بوده است. همچنین ۲۵ درصد ناپلی آرتمیا + ۷۵ درصد روتیفر بالاترین بازماندگی را به خود اختصاص داد.

Mohseni و همکاران در سال 2012، تاثیر استفاده از سه نوع غذای زنده (دافنی، شیرونومید، گاماروس، دافنی + غذای فرموله شده، شیرونومید + غذای فرموله شده، گاماروس + غذای فرموله شده و غذای فرموله شده) را بر شاخص های رشد و بازماندگی لارو فیل ماهی در مدت ۲۵ روز با ۴ بار غذادهی در شبانه روز، تعیین و در نتیجه گزارش نمود که استفاده ترکیبی از لاروشیرونومید و غذای میکروزره ای از نظر شاخص های رشد نتایج مطلوب تری را نسبت به سایر تیمارها به دنبال داشته و همجنس خواری و مرگ و میر بالاتر در لاروهای تغذیه شده با فقط گاماروس، گاماروس + غذای فرموله شده و فقط غذای فرموله شده مشاهده گردید. جعفریان و همکاران در سال ۱۳۹۲ تاثیر تغذیه ۶ بار در شبانه روز، لاروهای تاس ماهی روسی از دافنی، ناپلی آرتمیا و دافنی + آرتمیا را مورد بررسی و در نتیجه گزارش نمود که استفاده ترکیبی از دافنی و آرتمیا نتایج بهتری نسبت به استفاده به تنهایی از آنها بدنبال داشته است. عفت پناه کماهی و همکاران در سال ۱۴۰۰، تاثیر تغذیه با ۴ رژیم غذایی (۶ بار در شبانه روز) شامل آرتمیا + دافنی، فقط آرتمیا، آرتمیا + شیرونومید و فقط شیرونومید را بر لارو تاس ماهی ایرانی تعیین نمودند. در نتیجه گزارش نمودند که تغذیه لاروها با شیرونومید موجب افزایش رشد، بازماندگی و چربی لاشه لارو گردید. Lee و همکاران در سال ۲۰۲۲ در بررسی تاثیر استراتژی تغذیه با ۶ بار غذادهی در شبانه روز، بر سازش دهی تاس ماهی دریاچه ای (*Acipenser fulvescens*)، به موضوع کاهش شدید بازماندگی و رشد در نتیجه استفاده به تنهایی از غذای میکروزره ای و همچنین به ارجحیت استفاده ترکیبی از غذاهای طبیعی و میکروزره ای نیز اشاره داشتند.

در ارتباط با اهمیت اسیدهای چرب در ماهیان، تحقیقات زیادی انجام گرفته است. اسیدهای چرب ضروری به ویژه دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) نقش مهمی در رشد بافت‌های عصبی و بینایی داشته و واضح است که این اسید چرب، نقش مهم‌تری در رشد و ساختار غشایی نسبت به ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) ایفا می‌کند (Mozanzadeh et al., 2021). ماهیان خاویاری به هر دو اسیدهای چرب n-3 و n-6 نیاز داشته و این اسیدهای چرب که تحت تأثیر اسیدهای چرب رژیم غذایی هستند را در گوشت و کبد ذخیره می‌کنند (Sener et al., 2005). اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه غیراشباع با زنجیره بلند، مانند EPA و DHA، بیشتر در بافت‌های بدن باقی می‌مانند. افزایش اسید چرب، بیش از نیاز لارو، منجر به افزایش اکسیداسیون برای تولید انرژی می‌شود (Hamre et al., 2013). اکثر تحقیقات در مورد تغذیه لپیدی لارو بر روی نیاز به اسیدهای چرب به ویژه HUFA به دلیل اهمیت آنها در کیفیت و رشد لارو متمرکز شده است. ناهنجاری‌های اسکلتی و جمجمه‌ای ناشی از کمبود اسیدهای چرب غیراشباع (HUFA) n-3 به ترتیب در ناپلی آرتمیا و رژیم غذایی است (Hamre et al., 2013). در تحقیقات انجام شده در رابطه با ماهی دم زرد باله بلند (*Seriola rivoliana*)، تغذیه ماهی با سطوح بالای HUFA n-3 می‌تواند منجر به ناهنجاری‌های اسکلتی گشته و مقادیر ناکافی HUFA n-3 می‌تواند منجر به کاهش اشتها، رشد، فعالیت شنا، بازماندگی و به خصوص ناهنجاری‌های اسکلتی شود (Djellata et al., 2021).

در بیان اهمیت و ضرورت انجام تحقیق، دوره لاروی یکی از مهمترین مراحل زیستی ماهی بوده که بهبود رشد و بازماندگی در این مرحله از اهمیت خاصی برخوردار است. با توجه به کاهش روزافزون مولدین خاویاری در دریای خزر، حفظ و ارتقای کمی و کیفی بچه ماهیان به منظور بهره‌برداری در امر بازسازی ذخایر دریای خزر و همچنین پرورش گونه‌های مورد نظر در آب شیرین، لب شور و شور ضروری به نظر می‌رسد. از سوی دیگر، ارتقای بهره‌وری و افزایش راندمان تولید بچه ماهیان خاویاری یکی از برنامه‌های مصوب تحقیقات راهبردی وزارت جهاد کشاورزی طی سالهای اخیر بوده و در راستای برنامه‌های بازسازی ذخایر دریای خزر و همچنین توسعه پرورش ماهیان خاویاری در کشور است. در حال حاضر روش یکسانی برای تغذیه مراحل لاروی ماهیان خاویاری وجود نداشته و تفاوت‌های زیادی از نظر دفعات غذایی و نوع غذاهای مورد استفاده مشاهده می‌گردد. این موضوع می‌تواند موجب تأثیر بر بازماندگی، شاخص‌های رشد و هزینه‌های مرتبط با پرورش لارو گردد.

از اصلی‌ترین فرضیات تحقیق می‌توان اشاره نمود که، استفاده ترکیبی از غذاهای طبیعی همراه با غذای میکروذره‌ای در ۶ و ۱۲ بار غذایی در شبانه روز، موجب بهبود شاخص‌های رشد، بازماندگی، فعالیت آنزیم‌های گوارشی و ترکیب لاشه لارو می‌گردد.

هدف از انجام تحقیق، تعیین تأثیر نوع رژیم غذایی و دفعات غذایی بر بازماندگی، شاخص‌های رشد، ترکیب لاشه و فعالیت برخی آنزیم‌های گوارشی لارو فیل ماهی بود.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- شرایط آزمایش و تغذیه لاروها

پژوهش در بخش آبی پروری انستیتو بین المللی ماهیان خاویاری گیلان - رشت (ایران) انجام شد. ۱۰۸۰۰ لارو تازه تفریخ شده به طور تصادفی در ۳۶ مخزن فایبر گلاس (۱۰۳ سانتی متر طول × عرض ۱۰۰ × ارتفاع ۵۰ سانتی متر) حاوی ۱۰۰ لیتر آب چاه (۳۰۰ لارو در هر مخزن) نگهداری و لاروها در یک سیستم جریان دار (۳ لیتر در دقیقه در هر مخزن) پرورش داده شدند (شکل ۲-۱). هر مخزن مجهز به ۱ عدد سنگ هوا برای تامین اکسیژن و معلق نگه داشتن غذا بود (شکل ۲-۲). غذای میکروذره ای مورد استفاده شامل پودر ماهی، گلوتن گندم، لسیتین سویا، روغن ماهی، روغن کانولا، آگار (به عنوان همبند)، کنجاله سویا، مواد معدنی و ویتامین ها بود (جدول ۲-۱ و شکل ۲-۴). دمای آب، اکسیژن محلول و pH به ترتیب (میانگین ± انحراف معیار) ۱۹/۴۶ ± ۱۸/۰ درجه سانتی گراد، ۸/۳۲ ± ۰/۳۴ میلی گرم در لیتر و ۷/۳۱ ± ۰/۰۶ اندازه گیری شد.

رژیم های مختلف غذایی (شکل ۲-۳ و ۲-۴) از ۱۴ تا ۳۸ روز پس از تفریخ مورد آزمایش قرار گرفتند. تحقیق با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار در هر تیمار (غذاهای لاروها در ۶ تیمار، ۱۲ بار در شبانه روز و در ۶ تیمار دیگر ۶ بار در شبانه روز) به شرح جدول ذیل (۲-۱) انجام گردید.

جدول ۲-۱- ترکیب غذای میکروذره ای (درصد از ماده خشک) مورد استفاده در تیمارهای مختلف.

اجزای جیره	مقدار (گرم در ۱۰۰ گرم)	رطوبت (درصد)	پروتئین خام (درصد)	چربی خام (درصد)	فیبر خام (درصد)	خاکستر
آرد ماهی	۶۲	۶/۶۲	۶۶	۱۳/۵	۲	۲۱
گلوتن گندم	۵	۵/۵۲	۶۶/۲	۲	۲	۰/۵
کنجاله سویا	۸	۹/۲	۶۲	۳/۵	۶	۲
مخمر	۲	۵/۹	۲۵	۳/۵	۲	۳
آرد گندم	۵	۱۲	۱۳/۲	۳/۲	۲	۰/۹۳
روغن ماهی	۵	۲				
روغن کانولا	۵					
لسیتین سویا	۲					
مکمل ویتامینی	۲					
مکمل معدنی	۲					
همبند (آگار)	۲					
مجموع	۱۰۰	۵/۸۵	۴۸/۷۸	۱۷/۳۱	۲/۰۴	۱۶/۰۶

جدول ۲-۲- مشخصات تیمارهای تحقیق

شماره تیمار	رژیم غذایی و روزهای تغذیه	درصد غذادهی در شبانه روز
۱	ناپلی آرتمیا زنده (از روز ۷ تا ۲۵ پس از تفریخ)+لارو شیرونومید منجمد (از روز ۱۴ تا ۲۵ پس از تفریخ) + غذای میکرو ذره ای (از روز ۱۴ تا ۳۸ پس از تفریخ).	ناپلی آرتمیا و لارو شیرونومید هریک ۳۰ درصد بیومس لاروها در شروع تا ۱۰ درصد بیومس لاروها در پایان. غذای میکروذره ای از ۲۰ درصد بیومس لاروها در شروع تغذیه، تا ۵ درصد بیومس لاروها در پایان.
۲	لاروها با ناپلی های آرتمیا زنده (از روز ۷ تا ۲۵ پس از تفریخ) + بیومس آرتمیا منجمد (از روز ۱۴ تا ۲۵ پس از تفریخ) + غذای میکرو ذره ای (از روز ۱۴ تا ۳۸ پس از تفریخ).	ناپلی آرتمیا و بیومس آرتمیا هریک ۳۰ درصد بیومس لاروها در شروع تا ۱۰ درصد بیومس لاروها در پایان. غذای میکروذره ای از ۲۰ درصد بیومس لاروها در شروع تغذیه، تا ۵ درصد بیومس لاروها در پایان.
۳	تغذیه لاروها با ناپلی آرتمیا زنده (از روز ۷ تا ۲۵ پس از تفریخ) + دافنی زنده (از روز ۱۴ تا ۳۸ پس از تفریخ) + غذای میکرو ذره ای (از روز ۱۴ تا ۳۸ پس از تفریخ).	ناپلی آرتمیا و دافنی هریک ۳۰ درصد بیومس لاروها در شروع تغذیه تا ۱۰ درصد بیومس لاروها در پایان. غذای میکروذره ای از ۲۰ درصد بیومس لاروها در شروع ، تا ۵ درصد بیومس لاروها در پایان.
۴	تغذیه لاروها با ناپلی های آرتمیا زنده (از روز ۷ تا ۲۵ پس از تفریخ) + لارو شیرونومید منجمد و بیومس آرتمیای منجمد (از روز ۱۴ تا ۲۵ پس از تفریخ) + غذای میکرو ذره ای (از روز ۱۴ تا ۳۸ پس از تفریخ).	ناپلی آرتمیا ۳۰ درصد بیومس لاروها در شروع تا ۱۰ درصد بیومس لاروها در پایان. بیومس آرتمیا و لارو شیرونومید هریک ۱۵ درصد بیومس لاروها در شروع تا هریک ۵ درصد بیومس لاروها در پایان دوره. غذای میکروذره ای از ۲۰ درصد بیومس لاروها در شروع، تا ۵ درصد بیومس در پایان.
۵	تغذیه لاروها با ناپلی های آرتمیا زنده (از روز ۷ تا ۲۵ پس از تفریخ) + لارو شیرونومید منجمد و بیومس آرتمیای منجمد (از روز ۱۴ تا ۲۵ پس از تفریخ)	ناپلی آرتمیا ۳۰ درصد بیومس لاروها در شروع تا ۱۰ درصد بیومس لاروها در پایان. بیومس آرتمیا و لارو شیرونومید هریک ۱۵ درصد بیومس لاروها در شروع تا هریک ۵ درصد بیومس لاروها در پایان. غذای میکروذره ای از ۲۰ درصد بیومس لاروها در شروع، تا ۵ درصد بیومس لاروها در پایان.
۶	۱۰۰ درصد غذای میکروذره ای (از روز ۱۴ تا ۳۸ پس از تفریخ).	تغذیه لاروها، از ۲۰ درصد بیومس لاروها در شروع، تا ۵ درصد بیومس لاروها در پایان .

جدول ۳-۲- نوع رژیم غذایی و روزهای تغذیه لارو از آن

[illegible]

٢-٢-٢-تامين لارو

تخمک‌ها در نتیجه تکثیر یک مولد ماده فیل ماهی پرورشی (با وزن ۴۴/۵ کیلوگرم) حاصل شد. برای بارور سازی تخمک‌ها از اسپرم ۳ مولد نر فیل ماهی پرورشی (محدوده وزن ۳۲/۷-۲۲/۳ کیلوگرم) استفاده گردید. تزریق هورمون به مولد ماده در دو مرحله ($\text{LHRH-A2, } 5 \mu\text{g kg}^{-1}$) و برای مولد نر ($\text{LHRH-A2, } 4 \mu\text{g kg}^{-1}$) در یک مرحله انجام گرفت. تزریق مولد ماده در فاصله زمانی ۹-۱۲ ساعت در دمای آب ۱۴-۱۲ درجه سانتی گراد بترتیب به میزان ۱۰ و ۹۰ درصد انجام شد. تزریق هورمون به مولدین نر همزمان با دومین تزریق مولد ماده انجام گرفت. از این مولد مقدار ۵ کیلوگرم تخمک استحصال گردید. برای انجام عمل لقاح، تخمک و اسپرم (۱۰ میلی لیتر اسپرم به ازای ۱ کیلوگرم تخمک) به مدت ۵ دقیقه هم زده شدند. درصد لقاح ۸۰ درصد تعیین شد. برای رفع چسبندگی تخم‌های لقاح یافته، ۸۰ گرم کائولن (رس سفید نرم) در ۴ لیتر آب حل و بر روی ۱ کیلوگرم تخمک ریخته شد. تخم‌ها در آب حاوی کائولن به مدت ۱ ساعت با دست هم زده شدند. در مدت ۱ ساعت، چند بار آب حاوی کائولن قبلی تخلیه و آب حاوی کائولن جدید افزوده شد. پس از یک ساعت، تخم‌ها با آب شیرین چند بار شستشو داده شدند و سپس به انکوباتور مک دونالد منتقل گردیدند (بوردیقهانی، ۱۳۹۷).

۲-۳- نمونه برداری و تعیین رشد

نمونه برداری از لاروها برای تعیین میانگین وزن بدن، میانگین طول و نرخ بازماندگی در روزهای ۷، ۱۴، ۲۵، ۳۲ و ۳۸ روز پس از تفریخ انجام گرفت (شکل ۵-۲). بدین منظور در هر مرحله ۱۰ لارو را بطور تصادفی با ساچوک کوچک گرفته و با استفاده از یک ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن لاروها و با استفاده از یک خط کش بیومتری با دقت ۱ میلی متر طول آنها اندازه گیری شد (Pradhan et al., 2012). در انتهای تحقیق (۳۸ روز پس از تفریخ) از لاروها جهت اندازه گیری درصد اسیدهای چرب و ترکیب لاشه از هر تکرار به ترتیب تعداد ۱۰ و ۲۰ عدد نمونه گیری بعمل آمد. اندازه گیری فعالیت آنزیم های گوارشی در فواصل زمانی ۱۴، ۲۵، ۳۲ و ۳۸ روز پس از تفریخ با تعداد ۱۰ نمونه لارو از

هر تکرار انجام شد. لاروهای نمونه برداری شده، پس از شستشو با آب مقطر، در دمای ۷۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

اندازه گیری شاخص ها با استفاده از فرمول های ذیل انجام شد (Ghorbani Vaghei et al., 2023).

$$SR (\%) = \frac{\text{تعداد ماهیان در ابتدای دوره}}{\text{تعداد ماهیان در انتهای دوره}} \times 100$$

$$SGR (\% \text{ day}) = \frac{\text{تعداد روزهای پرورش}}{\text{وزن نهایی (گرم) - Ln وزن اولیه (گرم)}} \times 100$$

$$CF = \frac{\text{طول ماهی (متر)}}{\text{وزن ماهی (گرم)}} \times 100^3$$



شکل ۱-۲- مخازن فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری پرورش لارو



شکل ۲-۲- پرورش لاروها در ابتدا (راست) و انتهای دوره پرورش (چپ) در مخازن ۵۰۰ لیتری فایبرگلاس



شکل ۳-۲- لارو شیرونومید (سمت راست)، بیومس آرتمیا (وسط) و دافنی (چپ)



شکل ۴-۲- عبور مواد اولیه غذایی جیره لاروی از چرخ گوشت صنعتی (راست) و غذای لاروی خشک و پودر شده (چپ)



شکل ۵-۲- نمونه ای از لارو پرورش یافته در پروژه

۲-۴- روش آزمایش تعیین پروفایل اسیدهای چرب

برای استخراج چربی، مقدار یک گرم نمونه به درون دکانتور انتقال یافت. سپس ۷ میلی لیتر متانول به نمونه اضافه شد. دکانتور به مدت ۱ دقیقه به شدت تکان داده شد. سپس ۱۴ میلی لیتر محلول کلروفرم به آن اضافه گردید و دوباره به مدت ۱ دقیقه به شدت تکان داده شد. در ادامه دکانتور در یک مکان تاریک به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت. جهت جداسازی چربی از حلال، ظرف هایی شیشه ای که محتوی چربی و حلال بودند در حمام آب گرم قرار گرفتند و گاز ازت به درون ظرف وارد گردید. به این ترتیب پس از چند دقیقه حلال تبخیر و از ظرف خارج و نهایتاً چربی باقی ماند (Folch et al., 1957).

به منظور استری کردن چربی از روش Firestone و همکاران (1998) استفاده شد. ۵ میلی لیتر سود متانولی ۲ درصد (۲) گرم NaOH در ۱۰۰ گرم متانول) به چربی استخراج شده اضافه گردید. سپس درب ظرف را بسته، به شدت تکان داده و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. پس از خنک شدن محلول، ۳ میلی لیتر محلول تری بور فلوراید به ترکیبات فوق اضافه و به مدت ۲-۳ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت.

به مواد حاصله ۱ میلی لیتر هگزان نرمال اضافه و بعد از تکان دادن مواد به آن ۱ میلی لیتر محلول نمک اشباع (۳۰۰ گرم نمک طعام در ۱ لیتر آب مقطر) اضافه گردید. محلول بدست آمده را ابتدا به شدت تکان داده و سپس به صورت ساکن نگهداری شد. بعد از پدیدار شدن دو فاز جداگانه، فاز بالایی به دقت جدا گردید. برای بررسی و شناسایی اسید های چرب موجود در نمونه از دستگاه گاز کروماتوگراف (GC) فیلپس مجهز به ستون کاپیلار (flameionization detector; FID) استفاده گردید. ۰/۲ میکرولیتر از نمونه استری با استفاده از سرنگ میکرولیتری به دستگاه گازکروماتوگراف تزریق شد. دمای اولیه ستون روی ۱۶۰ درجه سانتیگراد تنظیم گردید. بعد از مدت ۵ دقیقه، دمای ستون با سرعت ۲۰ درجه سانتیگراد در دقیقه به دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد رسانده شد. به مدت ۱۰ دقیقه دما در این درجه باقیماند و سپس با سرعت ۱ درجه سانتیگراد در دقیقه به دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد رسید. پس از یک دقیقه، دمای ستون با سرعت ۳۰ درجه سانتیگراد در دقیقه تا دمای ۲۳۰ درجه سانتی گراد افزایش یافت. در انتها ستون به مدت ۵ دقیقه در دمای ۲۳۰ درجه سانتی گراد باقی ماند تا تمام ترکیبات از آن خارج گردد. در این روش از گاز هلیوم (با خلوص ۹۹/۹۹۹ درصد) به عنوان گاز حامل و گاز هیدروژن به عنوان سوخت، ازت (با خلوص ۹۹/۹ درصد) به عنوان گاز کمکی و هوای خشک استفاده شد. از مقایسه زمان بازداری کروماتوگرامهای نمونه مجهول با کروماتوگرامهای بدست آمده از محلول استاندارد اسیدهای چرب متیل استر، اسیدهای چرب موجود در عضله ماهی شناسایی شد. نتایج به صورت درصد گزارش گردید.

۲-۵- آنالیز لاشه

اندازه گیری رطوبت، ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر و چربی خام با استفاده از روش AOAC (1990) انجام شد. برای اندازه گیری رطوبت نمونه، نمونه چرخ شده را در آون قرار داده و پس از سرد شدن مجدداً وزن نمونه اندازه گیری

و میزان رطوبت آن مشخص شد. برای تعیین درصد ماده خشک، ابتدا نمونه ها قبل از خشک شدن وزن شده و سپس به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد خشک شدند. پس از انتقال به دسیکاتور، درصد ماده خشک با اختلاف وزن محاسبه شد. میزان پروتئین نمونه ها به روش Kjeldal با دستگاه Kjeldal اتوماتیک (Kjeltec Analyzer Unit 2300) تعیین شد. برای تعیین خاکستر، نمونه پودر خشک شده به مدت ۴ ساعت در دمای ۵۰۰ تا ۵۵۰ درجه سانتی گراد سوزانده شد. برای تعیین میزان چربی نمونه ها از دستگاه سوکسوله استفاده شد.

۲-۶- اندازه گیری فعالیت آنزیم ها

برای سنجش فعالیت آنزیمی، نمونه برداری از لاروها در روزهای ۱۴، ۲۵، ۳۲ و ۳۸ پس از تفریخ انجام گرفت. در ساعت های شبانه هیچ غذادهی صورت نمی گرفت و برای کاهش خطای تأثیر محتوی آنزیمی غذای زنده، نمونه گیری صبح هنگام پیش از آغاز تغذیه انجام شد (Kolkovski, 2001). نمونه لاروها در نیتروژن مایع نگهداری و پس از آن به فریزر ۸۰- درجه سانتیگراد منتقل شدند. برای تعیین فعالیت آنزیمی در لاروها با سن کمتر از ۳۲ (روز پس از تفریخ)، کل لارو یکنواخت گردید و در لاروهای بزرگتر (۳۲ و ۳۸ روز پس از تفریخ) سر و دم لارو با تیغه اسکالپل جدا و نیمه وسطی بدن لارو درون کرایوویال جمع آوری گردید (Nazemroaya et al., 2015).

۲-۶-۱- آماده سازی نمونه ها برای اندازه گیری فعالیت آنزیمی

برای استخراج عصاره خام آنزیمی از نمونه ها ابتدا عمل یکنواخت کردن نمونه ها صورت گرفت. بدین منظور، محتوی هریک از ویال ها نمونه ها پس از قطعه قطعه شدن به همراه ازت مایع درون هاون چینی پودر شدند و بلافاصله به درون ویال منتقل گردیدند. نمونه پودر شده با نسبت (۱۰:۱ w/v) با محلول ۰/۱۵ M کلرید سدیم مخلوط و توسط هاون چینی هموژن شد. برای جلوگیری از تأثیر دمای محیط بر کارایی آنزیم ها، تمامی این مراحل در سردخانه با دمای ۴ درجه سانتی گراد صورت گرفت. سپس ویال ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد در ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه در دستگاه ساتریفیوژ (مدل D ۵۴۱۵ محصول شرکت eppendorf ژاپن) قرار گرفتند. «روشناور»^۱ حاوی عصاره خام آنزیمی جدا شد و در میکروتیوپ های ۲۰۰ و ۵۰۰ میکرولیتری با مقدار مورد نیاز برای سنجش هر یک از آنزیم های مورد نظر و پروتئین محلول تقسیم گردید. میکروتیوپ ها ابتدا به فریزر ۲۰- و سپس به ۸۰- درجه سانتی گراد منتقل شدند. پیش از سنجش هر آنزیم، میکروتیوپ مورد نظر از فریزر خارج و درون یخ به آرامی یخ زدایی شد (Nazemroaya et al., 201). تمامی آنزیم ها و غلظت پروتئین با روش طیف سنجی توسط اسپکتروفتومتر (مدل ۶۵۰۵ محصول شرکت jenway انگلستان) سنجیده شدند.

^۱ Supernatant

۲-۶-۲- تعیین غلظت پروتئین در نمونه‌ها

به منظور تعیین غلظت پروتئین از روش برادفورد استفاده شد (Bradford, 1976). مبنای این روش پیوند کووالانی برلیانت بلو G 250 با زنجیره جانبی گروه‌های لیزین پروتئین و تغییر حداکثر جذب برلیانت بلو از ۴۴۵ به ۵۹۵ نانومتر در حالت اتصال به پروتئین می‌باشد. در این روش منحنی استاندارد آلومین سرم گاوی ترسیم شد. بدین منظور غلظت‌های ۰/۱ تا ۰/۹ میلی گرم در میلی لیتر از آلومین در بافر میلی مولار تریس، pH 7.4 تهیه و پس از افزودن ۲/۵ میلی لیتر معرف برادفورد به ۵۰ میکرو لیتر از هر یک از غلظت‌های آلومین پس از ۱۵ دقیقه، جذب نوری آن در طول موج ۵۹۵ نانومتر قرائت و سپس منحنی استاندارد رسم گردید. در مرحله بعد به منظور بدست آوردن پروتئین با غلظت مجهول، ۲/۵ میلی لیتر معرف برادفورد را به ۵۰ میکرو لیتر از نمونه مجهول افزوده و پس از ۱۵ دقیقه جذب آن در طول موج ۵۹۵ نانومتر قرائت گردید. با توجه به منحنی استاندارد و میزان جذب به دست آمده برای این نمونه غلظت آن تعیین شد.

۲-۶-۳- سنجش فعالیت آنزیم تریپسین

فعالیت آنزیم تریپسین با استفاده از سوبسترای اختصاصی بنزوئیل - ال آرژنین پارا نیترو آنیلید^۱ به عنوان سوبسترای اختصاصی تریپسین انجام شد. به طور خلاصه، غلظت ۱/۲۵ میلی مولار BAPNA در بافر ۰/۲ مولار تریس حاوی ۲۰ میلی مولار کلرید کلسیم، pH ۸/۴، تهیه، ۵۰ میکرو لیتر از محلول روشنار حاوی آنزیم به ۳۵۰ میکرو لیتر از کوکتل آنزیمی فوق اضافه و در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه انکوبه شدند. سپس واکنش آنزیمی با اضافه کردن ۴۰۰ میکرو لیتر استیک اسید ۳۰ درصد متوقف و میزان جذب نوری در طول موج ۴۱۰ نانومتر قرائت شد. با استفاده از منحنی استاندارد پارا نیترو آنیلین با غلظت (۵۰-۰) میکرو مولار، میزان محصول تولید شده توسط آنزیم مشخص گردید (Torrisen et al. 1994). هر واحد از فعالیت آنزیم تریپسین به صورت میکرو مول (μmol)، پارانیتروآنیلین آزاد شده در هر دقیقه در هر میلی لیتر روشنار حاوی عصاره خام آنزیمی تعریف می شود. فعالیت ویژه تریپسین نیز به صورت هر واحد در هر میلی گرم پروتئین روشنار حاوی عصاره خام آنزیمی (U mg protein⁻¹) بیان می گردد.

۲-۶-۴- سنجش فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز

برای تعیین فعالیت آلفا- آمیلاز از نشاسته به عنوان سوبسترا استفاده شد. نشاسته توسط آنزیم تجزیه شده و مالتوز تولید می کند که از راه تغییر شدت رنگ در معرف «۵،۳- دی نیترو سالیسیلیک اسید»^۲ (DNS) سنجش گردید. مقدار ۲۵۰ میکرو لیتر از محلول ۰/۱٪ نشاسته محلول در بافر فسفات سدیم ۰/۰۲ M حاوی کلرید سدیم ۰/۰۰۶ M (۷/۴) pH با ۱۰۰ میکرو لیتر از روشنار حاوی عصاره خام آنزیمی رقیق شده با بافر بالا (۱۵۰ میکرو لیتر بافر) مخلوط و عمل

^۱ Benzoyl-DL-arainine-p-nitroanilide (BAPNA)

^۲ 3,5-Dinitrosalicylic acid

انکوباسیون به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد. پس از طی مرحله انکوباسیون، مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از معرف دی نیترو سالیسیلیک اسید به آن اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش (۱۰۰ درجه سانتی گراد) قرار داده شد. پس از خنک شدن در دمای اتاق و افزودن ۴۰۰ میکرولیتر آب مقطر، محتویات لوله آزمایش به خوبی تکان داده شد و سپس جذب در ۵۴۰ نانومتر قرائت گردید (Bernfeld, 1955). قرائت نوری انجام شده در منحنی استاندارد مالتوز قرار گرفت و میزان مالتوز رهاسازی شده تحت اثر آنزیم بر روی سوبسترا بدست آمد.

برای رسم منحنی استاندارد، همانند واکنش سنجش فعالیت آنزیم، به غلظت های مختلف مالتوز، دی نیترو سالیسیلیک اسید اضافه و در حمام آب جوش قرار داده و جذب آنها سنجیده شد. با استفاده از عدد جذب هر غلظت در طول موج ۵۴۰ نانومتر، منحنی ترسیم گردید. هر واحد از فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز، برحسب میکرومول مالتوز آزاد شده در دقیقه در هر میلی لیتر روشنآور حاوی عصاره خام آنزیمی تعریف می گردد.

۲-۶-۵- سنجش فعالیت آنزیم لیپاز

فعالیت لیپازی با استفاده از هیدرولیز «پارانیتروفنیل مریستات»^۱ به عنوان سوبسترا تعیین گردید. حجم محلول سوبسترا برای هر سنجش لیپازی ۳۵۰ میکرولیتر در نظر گرفته شد که شامل ۰/۵۳ میلی-مولار پارانیتروفنیل مریستات، mM ۰/۲۵ «۲-متوکسی اتانول»^۲ و mM ۵ «سدیم کلیت»^۳ محلول در بافر ۰/۲۵ M تریس-اسید کلریدریک ۹ pH بود. مقدار ۲۰ میکرولیتر از روشنآور حاوی عصاره خام آنزیمی به محلول سوبسترا اضافه گردید و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۳۰°C انکوباسیون شد. سپس واکنش با افزودن ۵ ml ۰/۵ از محلول «استون / ان-هپتان»^۴ (حجمی-حجمی ۵:۲) متوقف گردید. پس از آنکه مخلوط واکنش به خوبی هم زده شد، به مدت ۲ دقیقه در ۶۰°C دور در دقیقه و دمای ۴ درجه سانتی گراد سانتریفوژ و میزان جذب لایه آبی زیرین در ۴۰۵ نانومتر قرائت (Iijima et al., 1998) و با استفاده از منحنی استاندارد پارانیتروفنیل (۵۰-۰ μM) میزان محصول تولید شده توسط آنزیم مشخص گردید. هر واحد از فعالیت آنزیم لیپاز به صورت ۱ میکرو مول پارانیتروفنیل آزاد شده در هر دقیقه در هر میلی لیتر از روشنآور حاوی عصاره خام آنزیمی تعریف می گردد.

۲-۶-۶- سنجش فعالیت آنزیم پپسین

فعالیت آنزیم پپسین با استفاده از سوبسترای هموگلوبین و با روش (Anson, 1938) سنجش شد. به این منظور، در ابتدا محلول ۲/۵ درصد هموگلوبین گاوی در اسید کلریدریک ۰/۳ نرمال تهیه شد. سپس ۲۰ میکرولیتر از محلول روشنآور به

¹ p-nitrophenyl myristate

² 2-methoxy ethanol

³ Sodium cholate

⁴ Acetone/ n-heptane

۴۵۰ میکرولیتر کوکتل فوق اضافه گردید. پس از آن مخلوط واکنش در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد انکوبه شد. پس از ۱۵ دقیقه انکوباسیون، واکنش با افزودن ۱ میلی‌لیتر «تری‌کلرواستیک اسید» (TCA) ۵ درصد متوقف گردید. پس از آن مخلوط واکنش در ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. میزان جذب تیروزین رهاسازی شده در محلول روشناور در طول موج ۲۸۰ نانومتر قرائت و با منحنی استاندارد L-Tyrosine مقایسه شد. هر واحد از فعالیت آنزیم پپسین به صورت ۱ میکرومول تیروزین آزاد شده در هر دقیقه در هر میلی‌لیتر از روشناور حاوی عصاره خام آنزیمی تعریف می‌گردد. میزان فعالیت ویژه آنزیم پپسین به صورت میکرومول تیروزین / دقیقه / میلی گرم پروتئین بیان گردید.

۲-۶-۲- روش آماری

برای انجام تحقیق از طرح کاملاً تصادفی استفاده و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد انجام شد. ارزیابی نرمال و هموزن بودن داده‌ها، به ترتیب با استفاده از تست‌های کولموگروف-اسمیرنوف و لون انجام شد. جهت مقایسه دو تایی تاثیر دفعات غذاهای بر شاخص‌ها از آزمون T-test استفاده گردید. از نسخه SPSS 20.0 برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل انجام گرفت.

۳- نتایج

۳-۱- شاخص های رشد و نسبت بازماندگی لارو در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز

داده های مربوط به تأثیر رژیم های مختلف غذایی بر بقای لارو در جدول ۱-۳ ارائه شده است. تغییر رژیم های غذایی به طور قابل توجهی بر بقای لارو در روزهای ۲۵، ۳۲ و ۳۸ پس از تفريخ تأثیر گذاشت ($p < 0.05$). در ۱۴ روز پس از تفريخ، تفاوت معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد. از روز ۱۴ تا ۲۵ پس از تفريخ، کاهش قابل توجهی در میزان بقای لارو مشاهده شد. اما میزان بازماندگی از روز ۲۵ تا ۳۸ پس از تفريخ با نسبت کمتری کاهش یافت (جدول ۲ و شکل ۱). از روز ۳۲-۲۵ پس از تفريخ، کمترین میزان بازماندگی در تیمار ۶ ثبت شد. در انتهای دوره، بیشترین درصد بازماندگی در تیمار ۱ بطور معنی داری نسبت به سایر تیمارها مشاهده شد ($p < 0.05$). کمترین میزان بازماندگی در تیمار ۶ (۳/۷۱)٪، تغذیه لار با ۱۰ درصد غذای میکروذره ای، و به دنبال آن در تیمارهای ۵ و ۲ مشاهده گردید. رژیم های غذایی ۳ و ۴ از مقادیر متوسطی (بترتیب ۱۷/۵ و ۲۲/۶۶٪) برخوردار بودند.

جدول ۱-۳- درصد بازماندگی لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفريخ

روز های پس از تفريخ				تیمار
۳۸	۳۲	۲۵	۱۴	
۲۷/۳۳ $\pm$ ۲/۶۷ ^e	۳۴/۶۶ $\pm$ ۲/۵۳ ^d	۳۸/۲۲ $\pm$ ۲/۳۳ ^d	۸۶/۸۳ $\pm$ ۳/۹۴ ^a	۱
۱۷/۵۰ $\pm$ ۲/۱۵ ^c	۲۲/۸۳ $\pm$ ۲/۸۳ ^b	۲۳/۰۰ $\pm$ ۲/۰ ^b	۸۹/۹۹ $\pm$ ۲/۳۳ ^a	۲
۲۲/۶۶ $\pm$ ۲/۴۰ ^d	۳۰/۹۹ $\pm$ ۲/۰۳ ^{cd}	۳۳/۲۲ $\pm$ ۳/۹۰ ^c	۸۷/۳۳ $\pm$ ۳/۰۰ ^a	۳
۲۱/۰۲ $\pm$ ۱/۵۴ ^{cd}	۲۸/۴۹ $\pm$ ۳/۱۶ ^c	۳۱/۶۶ $\pm$ ۱/۶۶ ^c	۸۷/۳۳ $\pm$ ۱/۹ ^a	۴
۱۴/۶۶ $\pm$ ۱/۳۳ ^b	۲۲/۴۹ $\pm$ ۱/۱۶ ^b	۲۵/۸۳ $\pm$ ۲/۵۰ ^b	۸۸/۶۶ $\pm$ ۲/۷۳ ^a	۵
۳/۷۱ $\pm$ ۰/۶۱ ^a	۱۰/۸۰ $\pm$ ۰/۵۳ ^a	۱۳/۱۰ $\pm$ ۱/۳۴ ^a	۸۶/۶۷ $\pm$ ۲/۴۵ ^a	۶

در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < 0.05$). مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

تیمارهای مختلف بر وزن بدن لاروها تأثیر داشتند (جدول ۲-۳). در روز ۲۵ پس از تفريخ، وزن لارو، در تیمارهای ۱ و ۵ به طور قابل توجهی کمتر از سایر تیمارها بود ($p < 0.05$). در ۳۲ و ۳۸ روز پس از تفريخ، کمترین وزن بدن در تیمار ۱ مشاهده شد. بالاترین وزن بدن در روزهای ۲۵، ۳۲ و ۳۸ پس از تفريخ به ترتیب در تیمارهای ۴، ۳ و ۴ و ۶ مشاهده شد ($p < 0.05$).

جدول ۲-۳- وزن بدن لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ

تیمار	روز های پس از تفریخ			
	۱۴	۲۵	۳۲	۳۸
۱	0.076 ± 0.001^a	0.296 ± 0.014^a	0.520 ± 0.030^a	0.741 ± 0.041^a
۲	0.0743 ± 0.003^a	0.354 ± 0.014^b	0.590 ± 0.030^b	1.066 ± 0.034^c
۳	0.0765 ± 0.001^a	0.335 ± 0.012^b	0.640 ± 0.020^c	0.838 ± 0.023^b
۴	0.0753 ± 0.002^a	0.415 ± 0.014^c	0.630 ± 0.010^c	1.045 ± 0.044^c
۵	0.0736 ± 0.003^a	0.281 ± 0.007^a	0.635 ± 0.005^c	1.044 ± 0.027^c
۶	0.0743 ± 0.001^a	0.333 ± 0.008^b	0.590 ± 0.010^b	1.230 ± 0.022^d

در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < 0.05$). مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

تغییر تیمارها به ویژه در روزهای ۳۲ و ۳۸ روز پس از تفریخ، باعث تغییرات قابل توجهی در طول کل لاروها در برخی از رژیم های غذایی شد (جدول ۳-۳). در ۱۴ روز پس از تفریخ، تفاوت معنی داری بین تیمار های مختلف مشاهده نگردید ($p < 0.05$). از روز ۲۵ تا ۳۲ پس از تفریخ، بالاترین طول کل در تیمار ۴ مشاهده شد. در انتهای دوره، کمترین و بیشترین طول کل بترتیب در تیمارهای ۱ و ۶ مشاهده شد.

جدول ۳-۳- طول کل لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ

تیمار	روز های پس از تفریخ			
	۱۴	۲۵	۳۲	۳۸
۱	2.42 ± 0.015^a	3.39 ± 0.05^a	5.48 ± 0.14^a	6.09 ± 0.05^a
۲	2.41 ± 0.015^a	3.69 ± 0.01^a	5.66 ± 0.04^{ab}	6.98 ± 0.18^d
۳	2.42 ± 0.005^a	3.54 ± 0.04^a	5.70 ± 0.02^b	6.48 ± 0.18^b
۴	2.46 ± 0.005^a	4.25 ± 0.41^b	5.94 ± 0.04^c	6.77 ± 0.11^{cd}
۵	2.42 ± 0.010^a	3.45 ± 0.19^a	5.80 ± 0.10^c	6.63 ± 0.17^{bc}
۶	2.43 ± 0.010^a	3.51 ± 0.03^a	5.59 ± 0.21^{ab}	7.34 ± 0.12^e

در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < 0.05$). مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

داده های مربوط به ضریب رشد ویژه (SGR) در روزهای مختلف پس از تفریخ در جدول ۳-۴ ارائه شده است. تغییر رژیم غذایی به طور قابل توجهی بر ضریب رشد ویژه لاروها در روزهای ۲۵، ۳۲ و ۳۸ پس از تفریخ تاثیر گذاشت ($p < 0/05$). تفاوت معنی داری بین تیمارهای های مختلف در روز ۱۴ پس از تفریخ وجود نداشت ($p < 0/05$). از روز ۲۵ تا ۳۲ پس از تفریخ، بیشترین ضریب رشد ویژه به ترتیب در تیمارهای ۴ و ۳، ۴ و ۵ مشاهده شد. در پایان دوره بررسی، بالاترین ضریب رشد ویژه در تیمار ۶ اندازه گیری و دارای اختلاف معنی دار آماری با سایر تیمارها بود ($p < 0/05$). کمترین ضریب رشد ویژه در تیمار ۱ و به دنبال آن در تیمار ۳ اندازه گیری شد ($p < 0/05$). سایر تیمارها از مقادیر متوسطی برخوردار بودند.

جدول ۴-۳- ضریب رشد ویژه لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ

تیمار	روزهای پس از تفریخ			
	۱۴	۲۵	۳۲	۳۸
۱	۶/۴۶۹ $\pm$ ۰/۰۲۶۶ ^a	۱۰/۰۶۵ $\pm$ ۰/۴۳۶ ^a	۹/۴۹۹ $\pm$ ۰/۱۱۰ ^a	۸/۸۰۵ $\pm$ ۰/۲۸۱ ^a
۲	۶/۴۴۲ $\pm$ ۰/۷۰۵ ^a	۱۱/۱۷۷ $\pm$ ۰/۳۹۶ ^b	۱۰/۰۸۹ $\pm$ ۰/۰۸۱ ^c	۱۰/۰۴۶ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^c
۳	۶/۵۶۲ $\pm$ ۰/۷۲۶ ^a	۱۰/۷۶۰ $\pm$ ۰/۳۸۰ ^b	۱۰/۳۳۳ $\pm$ ۰/۰۲۳ ^d	۹/۲۰۴ $\pm$ ۰/۱۹۱ ^b
۴	۶/۳۳۹ $\pm$ ۰/۴۷۵ ^a	۱۱/۹۴۵ $\pm$ ۰/۲۰۷ ^c	۱۰/۲۷۱ $\pm$ ۰/۱۵۸ ^d	۹/۹۱۵ $\pm$ ۰/۱۹۵ ^c
۵	۵/۸۲۱ $\pm$ ۰/۰۹۶ ^a	۹/۷۱۱ $\pm$ ۰/۳۲۳ ^a	۱۰/۲۴۹ $\pm$ ۰/۱۵۰ ^d	۹/۸۶۹ $\pm$ ۰/۱۱۶ ^c
۶	۶/۰۵۷ $\pm$ ۰/۶۵۵ ^a	۱۰/۶۸۶ $\pm$ ۰/۲۳۹ ^b	۹/۹۸۲ $\pm$ ۰/۱۶۵ ^b	۱۰/۴۲۱ $\pm$ ۰/۱۳۵ ^d

در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < 0/05$). مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

تاثیر تغییر استراتژی تغذیه بر فاکتور وضعیت (CF) لاروها در روزهای ۲۵، ۳۲ و ۳۸ پس از تفریخ تاثیر گذاشت (جدول ۳-۵؛ $p < 0/05$). اثرات تغییر رژیم غذایی بر روی فاکتور وضعیت در روزهای ۳۲ و ۳۸ پس از تفریخ بیشتر بود. کمترین فاکتور وضعیت در روزهای ۲۵ تا ۳۲ پس از تفریخ در تیمار ۴ مشاهده شد. در انتهای دوره، تغییر جیره های غذایی موجب ایجاد تفاوت قابل توجه ای در بین تیمارها نگردید.

جدول ۵-۳- شاخص وضعیت لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ

تیمار	روزهای پس از تفریخ			
	۱۴	۲۵	۳۲	۳۸
۱	0.534 ± 0.017^a	0.761 ± 0.069^b	0.315 ± 0.005^{ab}	0.326 ± 0.026^{ab}
۲	0.527 ± 0.030^a	0.704 ± 0.022^b	0.325 ± 0.009^{ab}	0.325 ± 0.014^a
۳	0.536 ± 0.007^a	0.755 ± 0.002^b	0.345 ± 0.014^b	0.328 ± 0.017^a
۴	0.502 ± 0.015^a	0.557 ± 0.142^a	0.300 ± 0.001^a	0.335 ± 0.002^{ab}
۵	0.519 ± 0.022^a	0.691 ± 0.096^b	0.325 ± 0.014^{ab}	0.335 ± 0.018^b
۶	0.518 ± 0.017^a	0.769 ± 0.001^b	0.329 ± 0.032^b	0.311 ± 0.002^a

در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < 0.05$). مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

۳-۲- آنالیز لاشه لاروها در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز

داده های مربوط به آنالیز لاشه در پایان دوره تحقیق در جدول ۶-۳ ارائه شده است. بیشترین پروتئین خام در تیمار ۳ و کمترین میزان پروتئین خام در تیمار ۱ مشاهده شد ($p < 0.05$). تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی دار آماری بودند ($p < 0.05$). مقادیر پروتئین خام در تیمارهای ۲ و ۵ تقریباً متوسط بود. بیشترین چربی خام در تیمار ۶ و کمترین آن در تیمارهای ۵ و ۳ مشاهده شد ($p < 0.05$). بقیه تیمارها (۱، ۲ و ۴) از مقادیر متوسطی برخوردار بودند. بیشترین مقدار خاکستر در تیمار ۳ مشاهده شد و تفاوت معنی داری با بقیه تیمارها داشت ($p < 0.05$). کمترین میزان خاکستر تقریباً بطور مشابه در تیمارهای ۱ و ۲ اندازه گیری شد. تیمارهای ۴، ۵ و ۶ از مقادیر تقریباً متوسطی برخوردار بودند. بیشترین ماده خشک در تیمار ۴ و کمترین ماده خشک در تیمار ۲ و به دنبال آن در تیمار ۱ مشاهده و تفاوت معنی داری با سایر تیمارها ($p < 0.05$). تیمارهای ۳، ۵ و ۶ از مقادیر متوسط ماده خشک برخوردار بودند.

جدول ۶-۳- آنالیز لاشه لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در انتهای دوره پرورش (۳۸ روز پس از تفریخ)

تیمار	ترکیبات			
	پروتئین خام (درصد)	چربی خام (درصد)	خاکستر (درصد)	ماده خشک (درصد)
۱	۶۳/۶۴ $\pm$ ۰/۰۲ ^a	۱۰/۹۳۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^b	۱۰/۳۴۰ $\pm$ ۰/۰۲۰ ^a	۹۱/۳۲۰ $\pm$ ۰/۰۲۰ ^b
۲	۶۴/۲۱ $\pm$ ۰/۰۳ ^c	۱۲/۰۶۵ $\pm$ ۰/۰۲۵ ^c	۱۰/۳۳۰ $\pm$ ۰/۰۲۰ ^a	۹۰/۸۳۰ $\pm$ ۰/۰۳۰ ^a
۳	۶۶/۱۷ $\pm$ ۰/۰۳ ^f	۹/۲۵۰ $\pm$ ۰/۰۳۰ ^a	۱۲/۲۱۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^c	۹۴/۳۴۰ $\pm$ ۰/۰۳۰ ^c
۴	۶۶/۰۷ $\pm$ ۰/۰۳ ^e	۱۳/۲۴۰ $\pm$ ۰/۰۲۰ ^d	۱۰/۹۳۰ $\pm$ ۰/۰۳۰ ^a	۹۵/۶۵۰ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^d
۵	۶۵/۴۶ $\pm$ ۰/۰۲ ^d	۹/۲۱۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^a	۱۱/۷۷۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^b	۹۴/۳۱۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^c
۶	۶۳/۸۴ $\pm$ ۰/۰۲ ^b	۱۴/۱۷۵ $\pm$ ۰/۰۲۵ ^e	۱۰/۰۶۰ $\pm$ ۰/۰۲۰ ^a	۹۴/۷۳۵ $\pm$ ۰/۰۳۵ ^c

در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < 0/05$). مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

۳-۳- ترکیب اسید چرب لاشه لاروها در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز

تغذیه لاروها با رژیم های مختلف غذایی، از نظر آماری تفاوت معنی داری در تعدادی از اسیدهای چرب اشباع (C10:0، C12:0، C15:0 و C18:0 ایجاد نمود) ($p < 0/05$: جدول ۷-۳). در برخی از تیمارها تفاوت معنی داری از نظر سایر اسیدهای چرب غیراشباع (C16:0، C17:0 و C24:0)، مشاهده نشد ($p > 0/05$). در مجموع، میانگین مقدار اسیدهای چرب اشباع در تیمار ۴ بیشتر از سایر تیمارها بود ($p < 0/05$). از نظر اسیدهای چرب تک غیراشباع (C14:1، C15:1، C17:1، C20:1، C18:1 (n-9) و C18:1 (n-11)، در برخی از تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده نگردید ($p > 0/05$). میانگین کل اسیدهای چرب تک غیراشباع در لاروهای تیمار ۵، بیشتر از سایر تیمارها بود ($p < 0/05$). بالاترین اسیدهای چرب تک غیراشباع در تیمار ۳ و بدنال آن در تیمارهای ۵ و ۶ مشاهده شد. از نظر اسیدهای چرب غیراشباع چندانگانه (PUFA) در اکثر تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده شد ($p < 0/05$). میانگین کل اسیدهای چرب غیراشباع، در تیمارهای ۱ بیش از سایر تیمارها بود ($p < 0/05$).

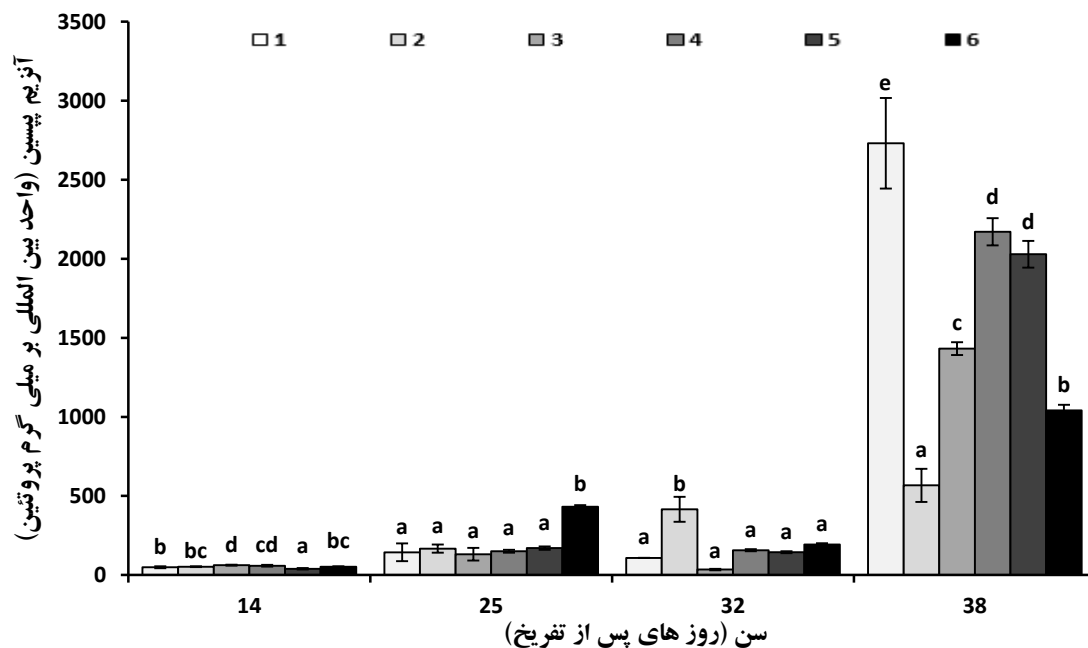
جدول ۲-۳- ترکیب (میانگین $\pm$ انحراف معیار) اسیدهای چرب لاشه لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در پایان دوره پرورش (۳۸ روز پس از تفریخ)

نوع اسید چرب	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵	تیمار ۶
C10:0	۰/۳۳۳ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^b	۰/۱۸۵ $\pm$ ۰/۰۰۴ ^a	۰/۹۵۰ $\pm$ ۰/۰۲ ^f	۰/۴۸۰ $\pm$ ۰/۰۱۰ ^c	۰/۶۳۱ $\pm$ ۰/۰۱۰ ^d	۰/۷۸۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^e
C12:0	۰/۲۲۸ $\pm$ ۰/۰۰۴ ^c	۰/۱۱۵ $\pm$ ۰/۰۰۹ ^a	۰/۲۲۷ $\pm$ ۰/۰۱۳ ^d	۰/۴۹۲ $\pm$ ۰/۰۱۳ ^e	۰/۳۱۵ $\pm$ ۰/۰۲۲ ^b	۰/۴۶۳ $\pm$ ۰/۰۲۴ ^e
C14:0	۱/۶۹۳ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^a	۱/۶۷۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^a	۱/۸۵۰ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^b	۴/۵۳۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^e	۳/۹۰۰ $\pm$ ۰/۰۰۷ ^d	۰/۶۱۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^c
C15:0	۰/۴۹۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^a	۰/۶۳۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^b	۰/۹۴۵ $\pm$ ۰/۰۴۵ ^c	۰/۹۵۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^c	۰/۶۴۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^b	۰/۶۱۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^b
C16:0	۱۸/۹۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^b	۱۶/۷۵۰ $\pm$ ۰/۶۰۰ ^a	۱۹/۲۵۵ $\pm$ ۰/۰۵۵ ^b	۱۹/۷۷۵ $\pm$ ۰/۰۷۵ ^c	۱۸/۹۶۵ $\pm$ ۰/۰۹۵ ^b	۱۷/۱۶۰ $\pm$ ۰/۰۰۶ ^a
C17:0	۰/۷۲۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^b	۰/۷۰۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^b	۰/۷۰۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^b	۰/۷۳۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^b	۰/۷۲۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^a	۰/۶۵۰ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^a
C18:0	۶/۵۲۵ $\pm$ ۰/۰۲۵ ^d	۶/۴۰۰ $\pm$ ۰/۰۰۰ ^c	۶/۳۶۵ $\pm$ ۰/۰۰۶ ^c	۵/۸۱۰ $\pm$ ۰/۰۰۸ ^b	۵/۷۸۵ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^b	۰/۶۵۰ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^a
C20:0	۰/۳۸۳ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^d	۰/۳۶۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^c	۰/۲۲۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^a	۰/۲۴۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^a	۰/۳۱۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^b	۰/۴۵۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^e
C24:0	۰/۲۵۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^d	۰/۱۴۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^c	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۲۵۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^b
C14:1	۰/۲۰۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^b	۰/۳۶۰ $\pm$ ۰/۰۱۰ ^d	۰/۳۶۰ $\pm$ ۰/۰۱۰ ^d	۰/۳۶۰ $\pm$ ۰/۰۱۰ ^d	۰/۱۵۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^a	۰/۳۱۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^c
C15:1	۰/۱۷۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^d	۰/۱۶۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^c	۰/۰۶۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^b	۰/۵۶۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^e	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۵۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^b
C17:1	۰/۶۳۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^d	۰/۸۵۳ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^e	۰/۴۱۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^b	۰/۴۷۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^c	۰/۳۸۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^a	۰/۶۵۰ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^b
C20:1	۰/۱۶۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^a	۰/۱۴۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^a	۰/۱۲۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^a	۰/۰۰۰ ^a	۰/۱۲۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^a	۰/۵۴۰ $\pm$ ۰/۰۰۴ ^b
C20:2	۱/۰۷۰ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^a	۰/۸۱۲ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^a	۱/۲۰۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^a	۰/۷۵۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^a	۰/۷۲۱ $\pm$ ۰/۰۵۳ ^a	۱/۳۵۰ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^a
C18:1(n-9)	۳۵/۶۰۳ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^a	۳۳/۸۰۷ $\pm$ ۵/۸۷۳ ^a	۳۸/۲۰۰ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^{ab}	۳۴/۶۰۰ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^a	۳۸/۰۲۵ $\pm$ ۰/۰۰۶ ^{ab}	۴۲/۴۳۰ $\pm$ ۰/۰۳۵ ^b
C18:1(n-11)	۰/۵۲۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^d	۰/۵۸۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^c	۰/۲۳۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^a	۰/۳۰۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^b	۰/۳۱۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^b	۰/۴۴۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^c
C18:2(n-6)	۸/۲۲۳ $\pm$ ۰/۰۰۲ ^a	۸/۹۴۳ $\pm$ ۰/۰۰۹ ^b	۸/۲۵۰ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^a	۱۰/۳۳۵ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^e	۹/۸۰۵ $\pm$ ۰/۰۰۴ ^d	۹/۲۲۰ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^c
C18:3n3	۱/۰۷۳ $\pm$ ۰/۰۰۲ ^a	۱/۳۰۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^a	۰/۹۰۰ $\pm$ ۰/۰۰۲ ^a	۱/۴۰۰ $\pm$ ۰/۰۰۲ ^a	۱/۱۴۰ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^a	۱/۰۰۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^a
C18:3n6	۰/۸۷۰ $\pm$ ۰/۰۰۲ ^c	۰/۸۰۳ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^b	۰/۵۱۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^a	۰/۵۱۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^a	۰/۸۹۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^c	۱/۰۵۰ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^d
C20:3n3	۲/۷۵۰ $\pm$ ۰/۰۰۲ ^e	۲/۳۳۰ $\pm$ ۰/۰۰۴ ^d	۱/۸۴۵ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^b	۱/۹۹۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^c	۱/۹۶۵ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^c	۱/۰۸۰ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^a
C20:3n6	۱/۱۷۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^e	۰/۷۴۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^c	۰/۶۹۵ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^b	۰/۲۰۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^a	۰/۷۶۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^c	۰/۸۸۰ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^d
C20:3n9	۰/۷۷۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^d	۰/۵۷۵ $\pm$ ۰/۰۰۲ ^b	۰/۶۴۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^c	۰/۴۴۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^a	۰/۴۸۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^a	۰/۵۳۸ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^b
C20:n3 EPA	۲/۱۵۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^c	۲/۳۱۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^d	۲/۱۹۵ $\pm$ ۰/۰۰۲ ^c	۲/۰۰۰ $\pm$ ۰/۰۱۱ ^b	۱/۹۵۰ $\pm$ ۰/۰۰۲ ^b	۱/۲۵۵ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^a
C22: 5n3DPA	۰/۷۴۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^a	۰/۸۵۰ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^a	۰/۹۶۰ $\pm$ ۰/۰۰۲ ^a	۰/۲۰۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^a	۰/۴۴۰ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^a	۰/۲۴۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^a
C20:4n6ARA	۰/۲۸۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^b	۰/۳۰۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^b	۰/۲۹۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^b	۰/۳۰۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^b	۰/۱۱۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^a	۰/۳۵۰ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^c
C22:4n6DTA	۰/۵۵۰ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^d	۰/۳۳۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^c	۰/۲۴۵ $\pm$ ۰/۰۰۲ ^a	۰/۵۲۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^d	۰/۲۴۰ $\pm$ ۰/۰۰۲ ^a	۰/۲۸۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^b
n3 ۶C22: DHA	۸/۹۰۳ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^f	۷/۹۵۰ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^e	۷/۲۶۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^d	۶/۲۰۵ $\pm$ ۰/۰۰۲ ^b	۶/۰۳۵ $\pm$ ۰/۰۱۳ ^a	۶/۳۷۵ $\pm$ ۰/۰۰۶ ^c

در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < 0/05$). مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد. اعداد بر حسب درصد به ازای ۱۰۰ گرم نمونه لارو است.

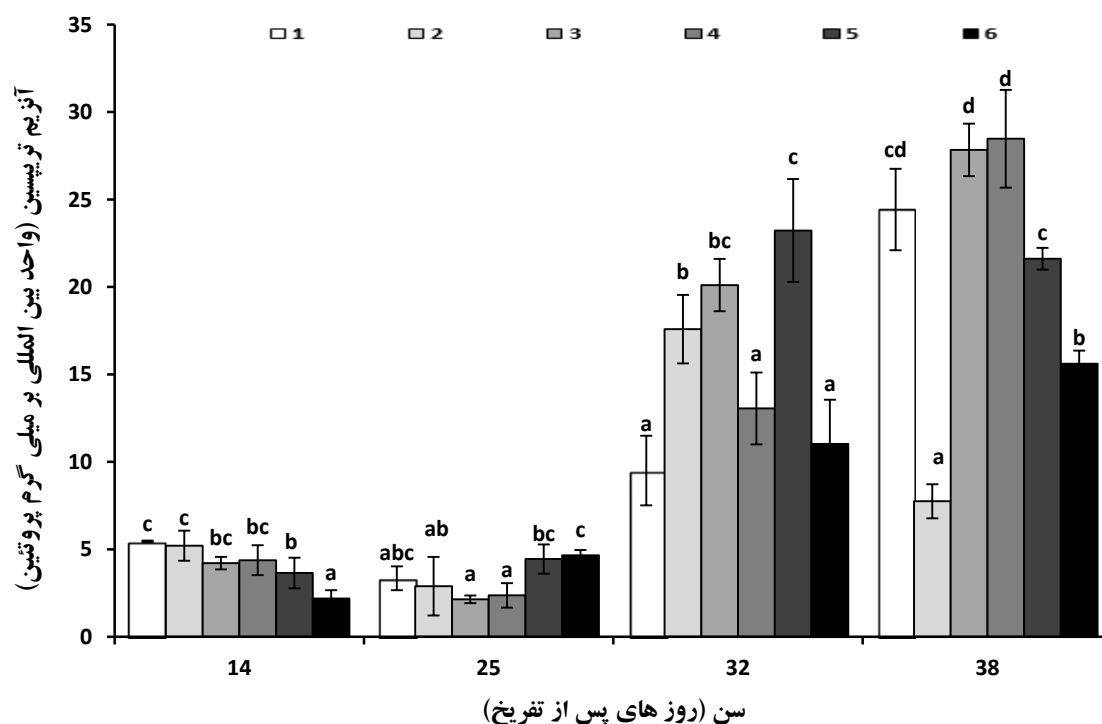
۳-۴- فعالیت آنزیم های گوارشی لاروها در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز

میانگین فعالیت آنزیم پپسین در تیمارهای های مختلف (شکل ۱-۳)، از روز ۳۱ به ۳۸ پس از تفریخ بیش از ۹/۴ برابر افزایش یافت. در حالی که میانگین افزایش فعالیت پپسین از روز ۱۴ به ۳۱ پس از تفریخ، ۳/۴ برابر بود. در انتهای دوره، بیشترین فعالیت آنزیم پپسین در تیمار ۱ و به دنبال آن در تیمارهای ۴ و ۵ و کمترین فعالیت آنزیم پپسین در تیمار ۲ مشاهده گردید.



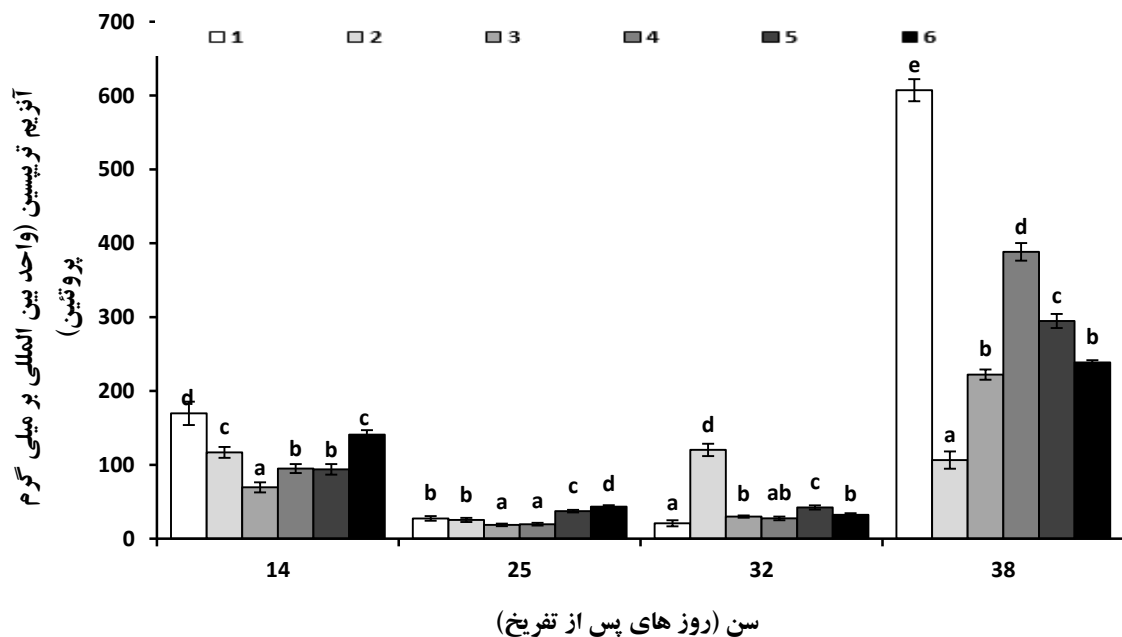
شکل ۱-۳. فعالیت آنزیم پپسین (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ

میانگین فعالیت آنزیم تریپسین در تیمارهای های مختلف (شکل ۲-۳)، از روز ۱۴ به ۳۸ پس از تفریخ، ۵/۰۸ برابر، از روز ۱۴ به ۳۱ پس از تفریخ ۳/۷۳ برابر و از روز ۳۱ به ۳۸ پس از تفریخ ۱/۳۵ برابر افزایش یافت. در انتهای دوره، بیشترین فعالیت تریپسین در تیمارهای ۳ و ۴ و پس از آن بترتیب در تیمارهای، اول، سوم و پنجم مشاهده شد. کمترین فعالیت آنزیم تریپسین در تیمار ۲ و به دنبال آن در تیمار ۶ مشاهده شد.



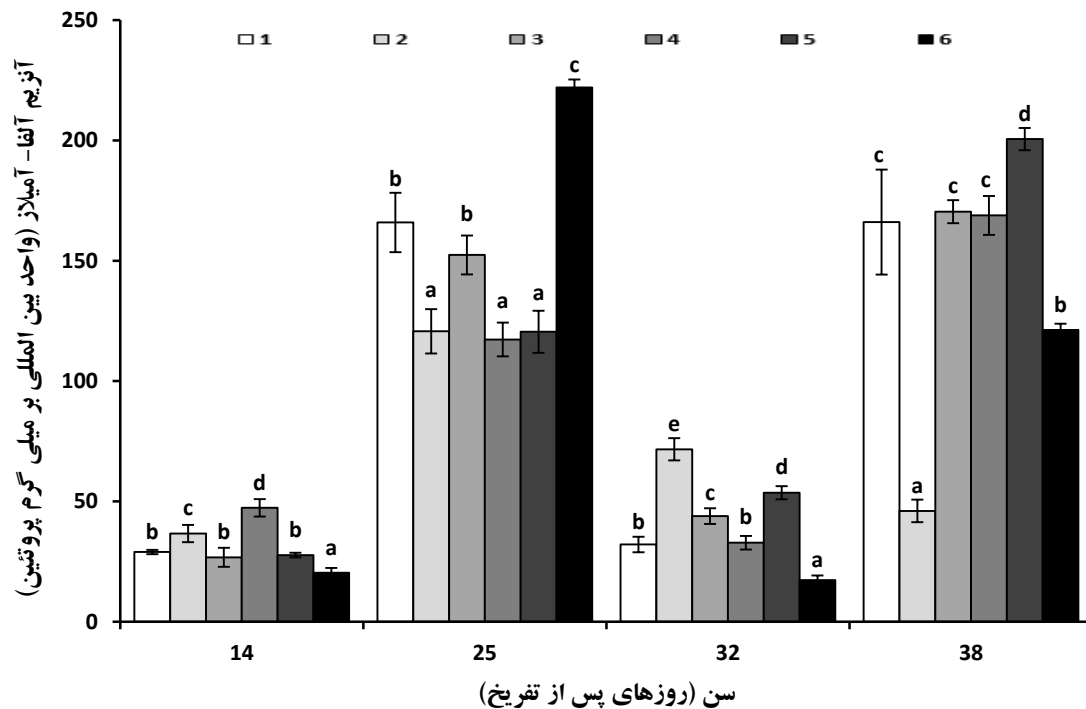
شکل ۲-۳. فعالیت آنزیم تریپسین (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ

میانگین فعالیت آنزیم لیپاز در تیمارهای مختلف (شکل ۳-۳)، از روز ۱۴ به ۳۸ پس از تفریخ به میزان ۲/۶۳ برابر افزایش یافت. میانگین فعالیت آنزیم لیپاز در روزهای ۱۴-۲۵ و ۳۱-۱۴ پس از تفریخ، به ترتیب ۴/۱۱ و ۶/۶۳ برابر کاهش یافت. در انتهای دوره (۳۸ روز پس از تفریخ)، بیشترین فعالیت آنزیم لیپاز در تیمار ۱ و کمترین فعالیت آنزیم لیپاز در تیمار ۲ و به دنبال آن در تیمارهای ۳ و ۶ مشاهده شد.



شکل ۳-۳. فعالیت آنزیم لیپاز (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفريخ

میانگین فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز در روزهای ۱۴-۳۸ و ۱۴-۲۵ پس از تفريخ بترتیب به میزان ۶/۲۲ و ۶/۰۲ برابر افزایش یافت. در انتهای دوره (۳۸ روز پس از تفريخ)، کمترین فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز در تیمار ۲ و به دنبال آن در تیمار ۶ مشاهده شد. در پایان دوره بررسی، بالاترین فعالیت آلفا آمیلاز در تیمار ۵ با تفاوت معنی داری با سایر تیمارها مشاهده شد ($p < 0/05$). اما در این زمان تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴ دارای مقادیر میانی بودند (شکل ۳-۴).



شکل ۳-۴. فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ

۳-۵- شاخص های رشد و نسبت بازماندگی لارو در زمان غذادهی ۶ بار در شبانه روز

داده های مربوط به تأثیر رژیم های مختلف غذایی بر بقای لارو در جدول ۵-۳ ارائه شده است. تغییر رژیم های غذایی در اغلب تیمارها، به طور معنی داری بر بقای لارو در روزهای ۲۵، ۳۲ و ۳۸ پس از تفریخ تأثیر گذاشت. در ۱۴ روز پس از تفریخ، تفاوت معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد. از روز ۱۴ تا ۲۵ پس از تفریخ، کاهش قابل توجهی در میزان بقای لارو مشاهده شد. اما میزان بازماندگی از روز ۲۵ تا ۳۸ پس از تفریخ با نسبت کمتری کاهش یافت (جدول ۲ و شکل ۱). از روز ۲۵-۳۲ پس از تفریخ، کمترین میزان بازماندگی در تیمار ۶ ثبت شد. در انتهای دوره، بیشترین درصد بازماندگی در تیمارهای ۱ و ۵ با اختلاف آماری معنی دار آماری نسبت به سایر تیمارها مشاهده شد ($p < 0.05$). کمترین میزان بازماندگی در تیمار ۶ (۱۰۰ درصد غذای میکروذره ای)، مشاهده و رژیم های غذایی ۲، ۳ و ۴ از مقادیر متوسطی برخوردار بودند (جدول ۸-۳).

جدول ۸-۳- درصد بازماندگی لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ

تیمار	روزهای پس از تفریخ			
	۱۴	۲۵	۳۲	۳۸
۱	$73/80 \pm 2/80^a$	$26/65 \pm 1/65^d$	$25/33 \pm 1/66^d$	$18/16 \pm 3/83^c$
۲	$73/41 \pm 2/25^a$	$21/66 \pm 1/66^c$	$17/36 \pm 1/95^c$	$10/33 \pm 3/67^b$
۳	$73/23 \pm 1/23^a$	$16/96 \pm 1/45^b$	$15/94 \pm 1/28^b$	$9/49 \pm 3/16^b$
۴	$73/79 \pm 2/46^a$	$18/22 \pm 1/09^b$	$14/21 \pm 1/78^b$	$7/83 \pm 2/17^b$
۵	$73/66 \pm 1/66^a$	$29/16 \pm 2/16^d$	$27/16 \pm 1/83^d$	$19/83 \pm 2/46^c$
۶	$73/31 \pm 5/42^a$	$11/15 \pm 1/15^a$	$8/93 \pm 0/72^a$	$3/66 \pm 0/19^a$

در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < 0/05$). مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن انجام شد.

تغییر رژیم های غذایی موجب ایجاد تفاوت معنی دار در وزن لاروها، در اغلب تیمارها گردید (جدول ۶-۳). در روز ۲۵ پس از تفریخ، وزن لارو، در تیمارهای ۱ و ۳ بیش از سایر تیمارها بود ($p < 0/05$). در روز ۲۵ پس از تفریخ تیمارهای ۱ و ۳ بیشترین، تیمارهای ۳، ۵ و ۶ از مقادیر متوسط و تیمارهای ۲ و ۴ از مقادیر کمتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند. در ۳۸ روز پس از تفریخ، تیمار ۳ از مقدار متوسط، تیمار ۱ کمتر از سایر تیمارها و تیمارهای ۲، ۴، ۵ و ۶ بیش از سایر تیمارها اندازه گیری گردید (جدول ۹-۳).

جدول ۹-۳- میانگین وزن بدن لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان غذادهی ۶ بار در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ

تیمار	روزهای پس از تفریخ			
	۱۴	۲۵	۳۲	۳۸
۱	$0/069 \pm 0/001^a$	$0/415 \pm 0/025^c$	$0/530 \pm 0/010^z$	$0/954 \pm 0/068^{ab}$
۲	$0/064 \pm 0/003$	$0/330 \pm 0/010^z$	$0/585 \pm 0/025^{bc}$	$1/104 \pm 0/224^b$
۳	$0/065 \pm 0/001^a$	$0/385 \pm 0/035^{bc}$	$0/575 \pm 0/025^b$	$0/874 \pm 0/013^a$
۴	$0/064 \pm 0/003^a$	$0/340 \pm 0/020^z$	$0/620 \pm 0/020^c$	$0/959 \pm 0/007^{ab}$
۵	$0/068 \pm 0/001^a$	$0/360 \pm 0/030^{ab}$	$0/595 \pm 0/025^{bc}$	$0/897 \pm 0/026^a$
۶	$0/062 \pm 0/001^a$	$0/386 \pm 0/04^{bc}$	$0/610 \pm 0/010^{bc}$	$1/324 \pm 0/043^c$

در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < 0/05$). مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن انجام شد.

غذادهی در هر ۴ ساعت یکبار با رژیم‌های مختلف غذایی در روزهای ۲۵ و ۳۲ پس از تفریخ موجب تغییر معنی داری در طول کل لاروها نگردید ($p > 0.05$). در ۳۸ روز پس از تفریخ کمترین طول کل در تیمار ۶، بیشترین طول کل در تیمار ۲ و در تیمارهای ۱، ۳، ۴ و ۵ طول کل از مقدار متوسطی برخوردار بود (جدول ۱۰-۳).

جدول ۱۰-۳- طول کل لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ

تیمار	روزهای پس از تفریخ			
	۱۴	۲۵	۳۲	۳۸
۱	۲/۳۵ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^a	۳/۹۵ $\pm$ ۰/۱۱ ^a	۵/۴۱ $\pm$ ۰/۱۱ ^a	۶/۷۷ $\pm$ ۰/۲۳ ^{bc}
۲	۲/۳۵ $\pm$ ۰/۰۱ ^a	۳/۷۱ $\pm$ ۰/۰۱ ^a	۵/۶۶ $\pm$ ۰/۱۶ ^a	۷/۲۵ $\pm$ ۰/۶۱ ^c
۳	۲/۳۳ $\pm$ ۰/۰۱ ^a	۳/۶۱ $\pm$ ۰/۰۳۵ ^a	۵/۶۶ $\pm$ ۰/۰۲ ^a	۶/۵۸ $\pm$ ۰/۰۱۳ ^b
۴	۲/۳۲ $\pm$ ۰/۰۱ ^a	۳/۶۱ $\pm$ ۰/۰۵ ^a	۵/۷۰ $\pm$ ۰/۱۴ ^a	۶/۸۸ $\pm$ ۰/۱ ^{bc}
۵	۲/۳۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^a	۳/۸۲ $\pm$ ۰/۲۶ ^a	۵/۶۷ $\pm$ ۰/۰۱ ^a	۶/۸۳ $\pm$ ۰/۰۱ ^{bc}
۶	۲/۳۴ $\pm$ ۰/۰۱ ^a	۳/۸۲ $\pm$ ۰/۱۴ ^a	۵/۶۵ $\pm$ ۰/۲۹ ^a	۵/۹۸ $\pm$ ۰/۰۸ ^a

در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < 0.05$). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

داده‌های مربوط به ضریب رشد ویژه (SGR) در روزهای مختلف پس از تفریخ در جدول ۱۱-۳ ارائه شده است. تغییر رژیم غذایی در برخی تیمارها به طور قابل توجهی بر ضریب رشد ویژه لاروها در روزهای ۲۵، ۳۲ و ۳۸ پس از تفریخ تاثیر گذاشت ($p < 0.05$). تفاوت معنی داری بین تیمارهای مختلف در روز ۱۴ پس از تفریخ وجود نداشت ($p > 0.05$). در روز ۲۵ پس از تفریخ بیشترین مقدار در تیمار ۱، کمترین مقدار در تیمارهای ۲ و ۴ و مقادیر متوسط ضریب رشد ویژه در لاروهای تیمارهای ۳، ۵ و ۶ مشاهده شد. در روز ۳۲ پس از تفریخ بیشترین مقدار در تیمارهای ۲، ۴، ۵ و ۶، کمترین مقدار در تیمار ۱ و مقدار متوسط در تیمار ۳ مشاهده گردید. در روز ۳۸ پس از تفریخ کمترین ضریب رشد ویژه در تیمارهای ۳ و ۵، بیشترین مقدار در تیمار ۶ و مقادیر متوسط در تیمارهای ۱، ۲ و ۴ مشاهده شد.

جدول ۱۱-۳- ضریب رشد ویژه لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ

تیمار	روزهای پس از تفریخ			
	۱۴	۲۵	۳۲	۳۸
۱	۶/۵۶ $\pm$ ۰/۱۸ ^a	۱۱/۹۴ $\pm$ ۰/۵۰۸ ^c	۹/۵۷ $\pm$ ۰/۲۰۰ ^a	۹/۶۱ $\pm$ ۰/۱۳ ^{ab}
۲	۶/۶۱ $\pm$ ۰/۵۴ ^a	۱۰/۷۸ $\pm$ ۰/۰۳۴ ^a	۱۰/۰۵ $\pm$ ۰/۲۹۸ ^b	۱۰/۱۱ $\pm$ ۰/۷۶ ^{bc}
۳	۶/۳۴ $\pm$ ۰/۷۷ ^a	۱۱/۵۱ $\pm$ ۰/۳۳۷ ^{bc}	۹/۹۰ $\pm$ ۰/۰۵۶ ^{ab}	۹/۳۴ $\pm$ ۰/۱۵ ^a
۴	۵/۰۹ $\pm$ ۰/۹۱ ^a	۱۰/۸۳ $\pm$ ۰/۳۱۲ ^a	۱۰/۲۰ $\pm$ ۰/۲۰۷ ^b	۹/۶۴ $\pm$ ۰/۰۹ ^{ab}
۵	۶/۶۰ $\pm$ ۰/۵۱ ^a	۱۱/۰۶ $\pm$ ۰/۴۱۰ ^{ab}	۹/۹۸ $\pm$ ۰/۲۸۷ ^b	۹/۳۸ $\pm$ ۰/۱۱ ^a
۶	۶/۸۰ $\pm$ ۰/۵۸ ^a	۱۱/۵۱ $\pm$ ۰/۲۲ ^{bc}	۱۰/۱۱ $\pm$ ۰/۱۶ ^b	۱۰/۶۵ $\pm$ ۰/۱۹ ^c

در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < 0/05$). مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون T-Test انجام شد.

تغییر استراتژی تغذیه بر شاخص وضعیت (CF) لاروها در روزهای ۲۵ و ۳۸ پس از تفریخ تاثیر گذاشت (جدول ۱۲-۳). اثرات تغییر رژیم غذایی بر روی فاکتور وضعیت در روزهای ۲۵ و ۳۸ پس از تفریخ بیشتر بود. کمترین فاکتور وضعیت در روزهای ۲۵ در تیمارهای ۱، ۲، ۴ و ۵، بیشترین در تیمار ۳ و مقدار متوسط در تیمار ۶ مشاهده گردید. شاخص وضعیت ۳۲ روز پس از تفریخ، در تیمارهای مختلف نسبت به هم فاقد اختلاف معنی دار آماری بودند. در ۳۸ روز پس از تفریخ، کمترین ضریب وضعیت در تیمارهای ۲، ۴ و ۵، مقدار متوسط در تیمارهای ۱ و ۳ و بیشترین مقدار در تیمار ۶ ثبت شد.

جدول ۱۲-۳- شاخص وضعیت لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ

تیمار	روزهای پس از تفریخ			
	۱۴	۲۵	۳۲	۳۸
۱	۰/۵۴۳ $\pm$ ۰/۰۲۰ ^a	۰/۶۷۷ $\pm$ ۰/۰۱۷ ^a	۰/۳۳۵ $\pm$ ۰/۰۲۶ ^a	۰/۳۰۷ $\pm$ ۰/۰۰۹ ^c
۲	۰/۵۷۴ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^a	۰/۶۴۶ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^a	۰/۳۲۲ $\pm$ ۰/۰۱۳ ^a	۰/۲۸۸ $\pm$ ۰/۰۱۳ ^{ab}
۳	۰/۵۱۷ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^a	۰/۸۶۰ $\pm$ ۰/۰۲۱ ^d	۰/۳۱۷ $\pm$ ۰/۰۱۰ ^a	۰/۳۰۷ $\pm$ ۰/۰۰۳ ^c
۴	۰/۵۱۲ $\pm$ ۰/۰۱۷ ^a	۰/۷۲۲ $\pm$ ۰/۰۱۲ ^c	۰/۳۳۵ $\pm$ ۰/۰۱۳ ^a	۰/۲۹۴ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^b
۵	۰/۵۵۵ $\pm$ ۰/۰۰۷ ^a	۰/۶۶۵ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^a	۰/۳۲۶ $\pm$ ۰/۰۱۱ ^a	۰/۲۸۱ $\pm$ ۰/۰۰۷ ^a
۶	۰/۵۴۱ $\pm$ ۰/۰۰۰ ^a	۰/۶۹۶ $\pm$ ۰/۰۰۸ ^{bc}	۰/۳۴۱ $\pm$ ۰/۰۴۶ ^a	۰/۶۱۸ $\pm$ ۰/۰۴۶ ^d

در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < 0/05$). مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

۳-۶- آنالیز لاشه لاروها در زمان غذادهی ۶ بار در شبانه روز

در بررسی تاثیر رژیم های مختلف غذایی بر آنالیز لاشه در زمان غذادهی هر ۴ ساعت یکبار، درصد پروتئین خام لاشه، در تیمار ۴ بیش از سایر تیمارها، در تیمارهای ۳، ۵ و ۶ کمتر از سایر تیمارها و در تیمارهای ۱ و ۲ مقادیر متوسطی حاصل شد. از نظر درصد چربی خام لاشه، در تیمار ۴ کمترین و در تیمار ۶ بیشترین مقدار اندازه گیری شد. درصد خاکستر در تیمارهای ۲ و ۴، بیش از سایر تیمارها، در تیمار ۶ کمتر از سایر تیمارها و در تیمارهای ۱، ۳ و ۵ مقدار متوسطی تعیین گردید. درصد ماده خشک، در تیمار ۵ بیش از سایر تیمارها، در تیمارهای ۱ و ۳ کمتر از سایر تیمارها و در تیمارهای ۲، ۴ و ۶ مقادیر متوسطی تعیین شد (جدول ۱۳-۳).

جدول ۱۳-۳- آنالیز لاشه لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در انتهای دوره پرورش (۳۸ روز پس از تفریخ)

تیمار	ترکیبات			
	پروتئین خام (درصد)	چربی خام (درصد)	خاکستر (درصد)	ماده خشک (درصد)
۱	۶۴/۰۴ $\pm$ ۰/۱۴ ^{bc}	۱۱/۳۵ $\pm$ ۰/۲۱ ^b	۱۱/۴۰ $\pm$ ۰/۳۸ ^{cd}	۹۰/۵۸ $\pm$ ۰/۴ ^a
۲	۶۴/۲۱ $\pm$ ۰/۰۳ ^c	۱۰/۹۸ $\pm$ ۰/۲۲ ^{ab}	۱۲/۱۱ $\pm$ ۰/۲۱ ^e	۹۲/۲۸ $\pm$ ۰/۴۸ ^{ab}
۳	۶۳/۶۰ $\pm$ ۰/۳۰ ^{ab}	۱۲/۴۷ $\pm$ ۰/۱۸ ^c	۱۰/۹۳ $\pm$ ۰/۱۶ ^{bc}	۹۰/۹۲ $\pm$ ۰/۴۲ ^a
۴	۶۶/۷۳ $\pm$ ۰/۲۵ ^d	۱۰/۵۸ $\pm$ ۰/۳۰ ^a	۱۱/۶۴ $\pm$ ۰/۳۳ ^{de}	۹۳/۰۶ $\pm$ ۰/۱۸ ^b
۵	۶۳/۴۳ $\pm$ ۰/۳۳ ^a	۱۳/۵۶ $\pm$ ۰/۳۱ ^d	۱۰/۵۴ $\pm$ ۰/۳۳ ^b	۹۵/۹۳ $\pm$ ۰/۱۹ ^c
۶	۶۳/۶۵ $\pm$ ۰/۰۲ ^{ab}	۲۷/۴۲ $\pm$ ۰/۳۷ ^e	۹/۳۲ $\pm$ ۰/۳۱ ^a	۹۳/۲۷ $\pm$ ۰/۲۹ ^b

در هر ستون اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < 0/05$). مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن انجام شد.

۳-۷- ترکیب اسیدهای چرب لاشه لاروها در زمان غذادهی ۶ بار در شبانه روز

تغییرات در ترکیب اسیدهای چرب جیره های غذایی، موجب تغییر در اسیدهای چرب لاشه لاروها گردید (جدول ۳-۱۴). تغذیه لاروها با رژیم های مختلف غذایی، از نظر آماری تفاوت معنی داری از نظر اکثر اسیدهای چرب اشباع ایجاد نمود ($p < 0/05$). در مجموع، میانگین مقدار اسیدهای چرب اشباع در تیمار ۴ بیشتر از سایر تیمارها بود ($p < 0/05$). از نظر اسیدهای چرب تک غیر اشباع (C14:1، C15:1، C17:1، C20:1، C18:1 (n-9) و C18:1 (n-11)، در برخی از تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($p < 0/05$). میانگین کل اسیدهای چرب تک غیر اشباع در لاروهای تیمار ۳ و بدنال آن در تیمار ۴، بیشتر از سایر تیمارها بود ($p < 0/05$). از نظر اسیدهای چرب غیر اشباع چندگانه (PUFA) در اکثر تیمارها تفاوت

معنی داری مشاهده شد ($p < 0/05$). میانگین کل اسیدهای چرب چند غیراشباع در لاروهای تیمار ۵ بیش از سایر تیمارها بود ($p < 0/05$).

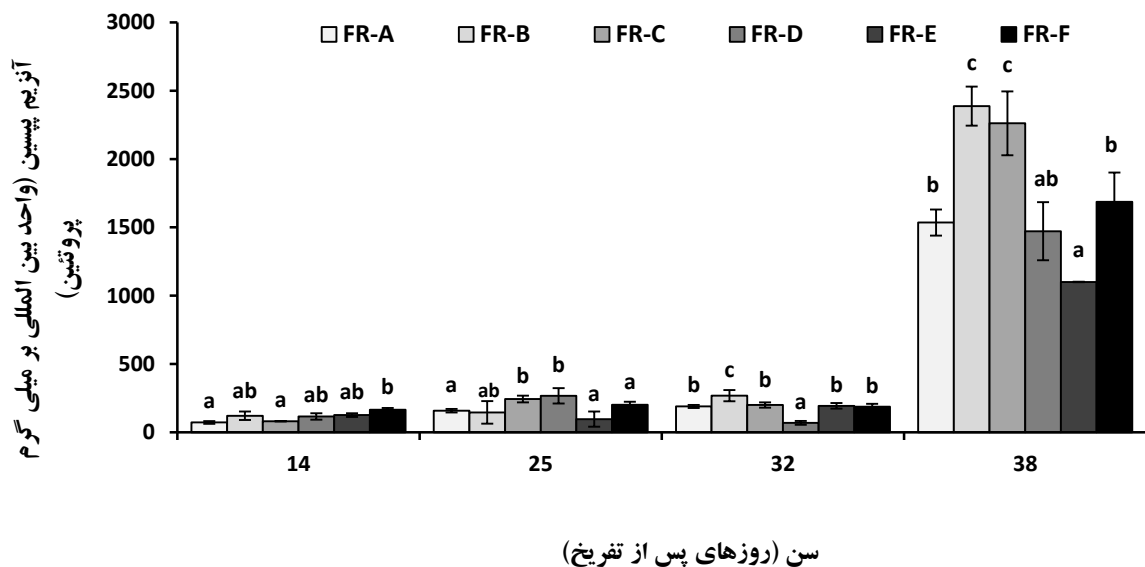
جدول ۱۴-۳- ترکیب اسیدهای چرب لاشه (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در پایان دوره پرورش (۳۸ روز پس از تفریخ)

سقوط اسید چرب	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵	تیمار ۶
C10:0	۰/۳۸۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^b	۰/۶۶۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^c	۰/۱۴۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^a	۰/۷۰۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^c	۰/۹۳۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^d	۱/۳۰ $\pm$ ۰/۰۰۸ ^e
C12:0	۰/۱۶۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^b	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۰۰ ^a	۱/۴۹۰ $\pm$ ۰/۰۲۹ ^e	۰/۴۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^d	۰/۳۲ $\pm$ ۰/۰۱۵ ^c
C14:0	۱/۷۰ $\pm$ ۰/۰۵۹ ^b	۱/۵۲۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^e	۲/۰۳ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^c	۳/۲۵ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^e	۴/۸۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^f	۲/۵۴ $\pm$ ۰/۰۲۹ ^d
C15:0	۰/۶۳۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^b	۱/۲۷۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^d	۰/۶۴ $\pm$ ۰/۰۲۹ ^b	۰/۶۶۵ $\pm$ ۰/۰۲۴ ^b	۰/۳۳۵ $\pm$ ۰/۰۲۴ ^a	۰/۸۷۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^c
C16:0	۱۸/۴۱۵ $\pm$ ۰/۴۵۶ ^b	۱۹/۵۸۵ $\pm$ ۰/۲۷۵ ^{de}	۱۹/۶۳۵ $\pm$ ۰/۱۱۴ ^c	۲۰/۳۰ $\pm$ ۰/۱۳۹ ^e	۱۹/۶۱ $\pm$ ۰/۱۱ ^{cd}	۱۶/۶۸۵ $\pm$ ۰/۰۹۵ ^a
C17:0	۰/۷۶۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^e	۰/۲۲۵ $\pm$ ۰/۰۲۴ ^a	۰/۵۳۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^b	۰/۶۲۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^c	۰/۷۳۰ $\pm$ ۰/۰۱۷ ^{de}	۰/۷۰۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^d
C18:0	۶/۱۹۵ $\pm$ ۰/۰۹۵ ^c	۶/۴۵۰ $\pm$ ۰/۱۵۰ ^c	۵/۵۰ $\pm$ ۰/۳۰ ^c	۵/۱۹۵ $\pm$ ۰/۰۹۵ ^{bc}	۳/۳۸۰ $\pm$ ۰/۱۹ ^{ab}	۴/۶۵۵ $\pm$ ۰/۱۴۵ ^a
C20:0	۰/۴۲۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^c	۰/۰۰۰ ^a	۰/۳۳۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^b	۰/۳۴۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^b	۰/۰۰۰ ^a	۰/۵۴۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^d
C24:0	۰/۱۷۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^c	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۳۱ $\pm$ ۰/۰۰۱ ^b
C14:1	۱/۷۰۰ $\pm$ ۰/۰۵۹ ^b	۱/۵۲۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^a	۲/۰۳ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^c	۳/۲۵۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^e	۴/۸۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^f	۲/۵۴ $\pm$ ۰/۰۲۹ ^d
C15:1	۰/۱۵۵ $\pm$ ۰/۰۰۴ ^b	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۰۰ ^a	۰/۲۵۰ $\pm$ ۰/۰۴۹ ^c	۰/۰۰۰ ^a	۰/۲۵۰ $\pm$ ۰/۰۴۹ ^c
C17:1	۰/۷۳۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^b	۰/۳۱۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^a	۰/۳۳۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^a	۱/۳۶۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^d	۰/۹۳۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^c	۰/۷۴۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^b
C20:1	۰/۱۰۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^b	۰/۰۰۰ ^a	۰/۱۲۵ $\pm$ ۰/۰۲۴ ^{bc}	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۰۰ ^a	۰/۱۳۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^c
C20:2	۱/۰۴۵ $\pm$ ۰/۰۲۴ ^b	۱/۱۸۵ $\pm$ ۰/۰۳۴ ^b	۲/۴۵۵ $\pm$ ۰/۰۴۴ ^c	۰/۷۲۰ $\pm$ ۰/۰۹۹ ^a	۰/۶۷۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^a	۱/۱۷۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^b
C18:1(n-9)	۳۶/۵۳۰ $\pm$ ۰/۳۵ ^c	۳۶/۳۵ $\pm$ ۰/۲۵ ^{bc}	۳۹ $\pm$ ۰/۱۲۹ ^d	۳۶/۰۶۵ $\pm$ ۰/۰۵۴ ^b	۳۴/۲۵۵ $\pm$ ۰/۱۰۴ ^a	۴۰/۵۵۵ $\pm$ ۰/۲۵ ^e
C18:1(n-11)	۰/۵۵۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^c	۰/۰۰۰ ^a	۰/۲۶۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^b	۰/۲۷۵ $\pm$ ۰/۰۲۴ ^b	۰/۰۰۰ ^a	۰/۵۲۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^c
C18:2(n-6)	۸/۶۹۵ $\pm$ ۰/۰۲۴ ^a	۹/۰۰۵ $\pm$ ۰/۰۵۹ ^c	۹/۷۵۰ $\pm$ ۰/۰۵۴ ^d	۸/۶۲۰ $\pm$ ۰/۰۳۹ ^a	۸/۸۴۵ $\pm$ ۰/۰۴۴ ^b	۹/۹۸۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^e
C18:3n3	۰/۹۵۵ $\pm$ ۰/۰۶۴ ^a	۲/۵۵۵ $\pm$ ۰/۰۳۴ ^d	۱/۰۵۵ $\pm$ ۰/۰۲۴ ^b	۱/۰۴۵ $\pm$ ۰/۰۲۴ ^b	۲/۷۰۰ $\pm$ ۰/۰۲۹ ^e	۱/۴۱۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^c
C18:3n6	۰/۹۴۵ $\pm$ ۰/۰۶۵ ^d	۰/۰۰۰ ^a	۰/۶۵۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^b	۰/۷۷۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^c	۱/۰۸۴ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^e	۱/۱۳۵ $\pm$ ۰/۰۱۷ ^e
C20:3n3	۲/۴۳۵ $\pm$ ۰/۰۵۴ ^e	۱/۳۴۵ $\pm$ ۰/۰۲۴ ^b	۱/۴۵ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^c	۱/۹۹۵ $\pm$ ۰/۰۲۴ ^d	۱/۳۷۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^b	۱/۱۴۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^a
C20:3n6	۱/۱۰ $\pm$ ۰/۳۹ ^e	۰/۰۰۰ ^a	۰/۶۴۵ $\pm$ ۰/۰۲۴ ^c	۰/۶۴۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^c	۰/۴۴۵ $\pm$ ۰/۰۲۴ ^b	۰/۸۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^d
C20:3n9	۰/۶۴۵ $\pm$ ۰/۰۲۴ ^b	۰/۵۵۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^b	۰/۵۶۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^b	۰/۴۰۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^a	۷/۳۰۰ $\pm$ ۰/۱۹ ^c	۰/۵۶۰ $\pm$ ۰/۰۲۹ ^b
C20:n3 EPA	۲/۰۴۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^d	۲/۷۴۵ $\pm$ ۰/۰۳۴ ^e	۱/۹۵۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^c	۲/۰۲۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^d	۱/۲۱۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^e	۱/۴۲۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^b
C22: 5n3DPA	۰/۶۲۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^d	۰/۵۸۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^c	۰/۸۳۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^e	۰/۲۴۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^b	۰/۲۰۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^a	۰/۲۳۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^b
C20:4n6ARA	۰/۲۳۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^c	۰/۰۰۰ ^a	۰/۱۶۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^b	۰/۴۷۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^e	۰/۰۰۰ ^a	۰/۳۰۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^d
C22:4n6DTA	۰/۴۴۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^f	۰/۲۱۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^d	۰/۱۸۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^c	۰/۰۷۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^b	۰/۰۰۰ ^a	۰/۲۹۰ $\pm$ ۰/۰۱ ^e
C22: 6n3 DHA	۷/۸۹۵ $\pm$ ۰/۰۴۴ ^f	۷/۵۵۵ $\pm$ ۰/۰۰۵ ^e	۶/۶۹۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^d	۶/۰۴۵ $\pm$ ۰/۰۱۴ ^b	۵/۵۹۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^a	۶/۱۰ $\pm$ ۰/۰۱۹ ^e

در هر ردیف اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < 0/05$). مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد. اعداد بر حسب درصد به ازای ۱۰۰ گرم نمونه لارو است.

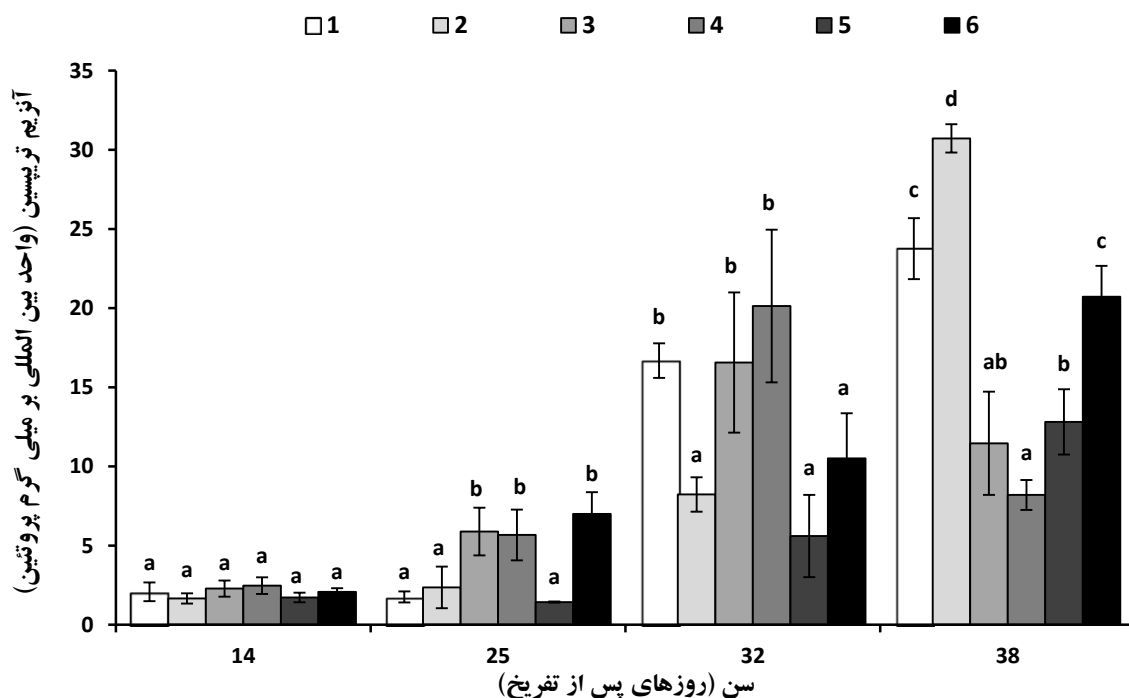
۳-۸- فعالیت آنزیم های گوارشی در زمان غذادهی ۶ بار در شبانه روز لاروها

فعالیت آنزیم پپسین تحت تاثیر رژیم های مختلف غذایی در روز ۱۴ پس از تفریخ در کمترین حد قرار داشته و در نمونه برداری های بعدی فعالیت آنزیم افزایش و این تفاوت ها در روزهای ۲۵، ۳۲ و به ویژه ۳۸ پس از تفریخ بیشتر بود. در ۲۵ روز پس از تفریخ فعالیت آنزیم در تیمارهای ۳ و ۴ و در ۳۲ روز پس از تفریخ فعالیت آنزیم در تیمارهای ۶-۱ به ویژه در تیمار ۲ بیشتر از سایر تیمارها بود. در ۳۸ روز پس از تفریخ فعالیت آنزیم پپسین در تیمارهای ۲ و ۳ بطور معنی داری بیش از سایر تیمارها و در تیمار ۵ کمتر از سایر تیمارها بود. در تیمارهای ۱، ۴ و ۶ مقادیر متوسطی ثبت گردید (شکل ۵-۳).



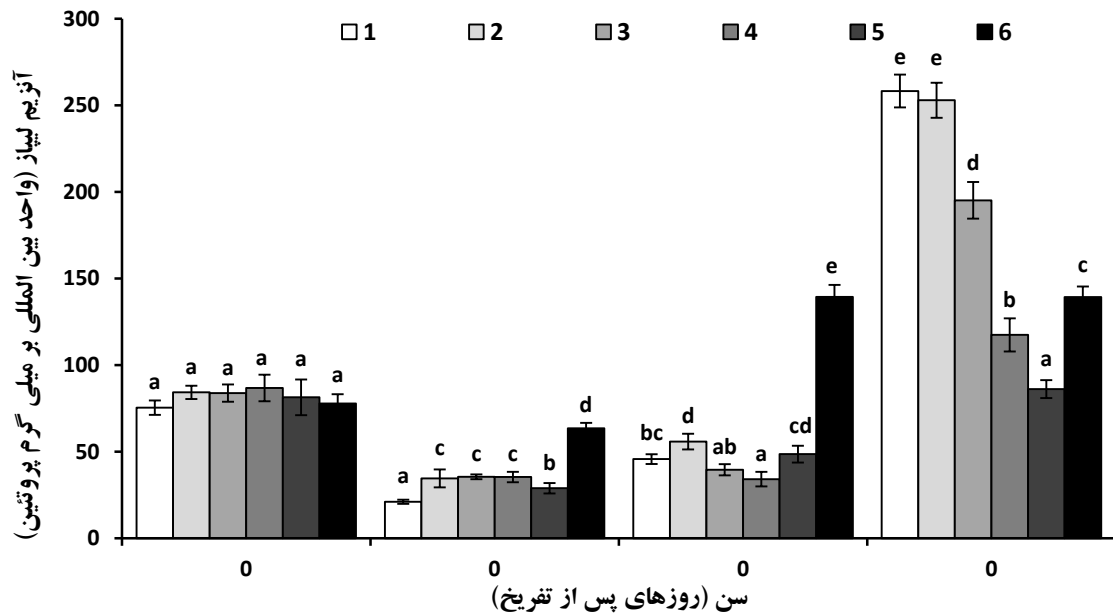
شکل ۵-۳. فعالیت آنزیم پپسین (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ

فعالیت آنزیم تریپسین در روزهای ۱۴، ۲۵ و ۳۲ پس از تفریخ بترتیب در تیمارهای ۱، ۲، ۵ و ۶ و تیمار ۴ کمترین مقدار را داشتند. در روز ۳۸ پس از تفریخ، فعالیت آنزیم در تیمار ۵ کمتر از سایر تیمارها و در تیمارهای ۲ و ۳ بیش از سایر تیمارها اندازه گیری شد (شکل ۶-۳).



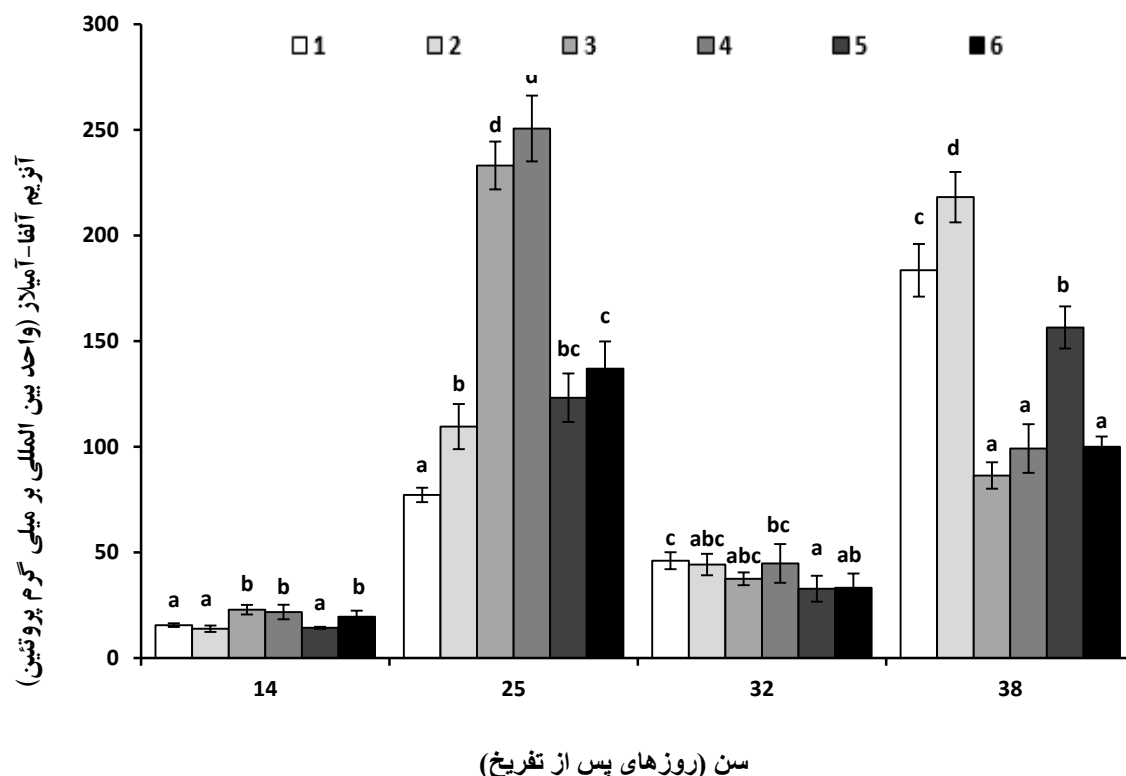
شکل ۶-۳. فعالیت آنزیم تریپسین (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ

فعالیت آنزیم لیپاز در روزهای ۱۴ تا ۳۸ پس از تفریخ دارای نوساناتی بود. فعالیت آنزیم، در روز ۱۴ پس از تفریخ بیش از روزهای ۲۵ و ۳۲ پس از تفریخ بود (بجز تیمار ۶ در روز ۳۲ پس از تفریخ). در روزهای ۲۵ و ۳۲ پس از تفریخ فعالیت آنزیم لیپاز در تیمار ۶ بیش از سایر تیمارها و در تیمارهای ۱ و ۴ بترتیب کمتر از سایر تیمارها بود. در روز ۳۸ پس از تفریخ، فعالیت آنزیم در تیمارهای ۱ و ۲ بطور معنی داری بیش از سایر تیمارها و در تیمار ۵ بطور معنی داری کمتر از سایر تیمارها بود (شکل ۷-۳).



شکل ۷-۳. فعالیت آنزیم لیپاز (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در روزهای پس از تفریخ

فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز تحت تاثیر رژیم های مختلف غذایی دارای نوساناتی بود. در روز ۱۴ پس از تفریخ در کمترین سطح و در روزهای ۲۵ و ۳۲ در روز ۲۵ پس از تفریخ، در تیمارهای ۳ و ۴ بیشترین و در تیمار ۱ کمترین سطح را داشت. در روز ۳۲ پس از تفریخ تفاوت ها کمتر و در تیمار ۱ بیشترین سطح و در تیمار ۵ کمترین بود. در روزهای ۲۵ و ۳۸ از سطح بالاتری برخوردار بودند. پس از تفریخ، فعالیت آنزیم در تیمار ۲ بیشترین و در تیمارهای ۳، ۴ و ۶ کمترین بود (شکل ۸-۳).



شکل ۸-۳. فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز (میانگین $\pm$ انحراف معیار) لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در روزهای مختلف پس از تفریخ

۳-۹- مقایسه شاخص های رشد و نسبت بازماندگی لاروها در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز

مقایسه شاخص های رشد و درصد بازماندگی در زمان غذادهی ۱۲ و ۶ بار غذادهی در شبانه روز تحت تاثیر رژیم های مختلف غذایی در پایان دوره پرورش (۳۸ روز پس از تفریخ) در جدول ۳-۱۵ ارائه گردیده است.

نتایج حاصله از جنبه مقایسه تاثیر دفعات غذادهی ۱۲ و ۶ بار غذادهی در شبانه روز نشان داد که میانگین درصد بازماندگی تیمارها در روزهای مختلف پس از تفریخ لاروها (روزهای ۱۴، ۲۵، ۳۲ و ۳۸ پس از تفریخ)، در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز بجز در تیمارهای ۵ و ۶ بصورت معنی داری بیش از غذادهی ۶ بار در شبانه روز بود ($p < 0.05$). در زمان ۶ بار غذا دهی در شبانه روز درصد بازماندگی در تیمار ۵ بصورت معنی داری بیش از غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز بود. در تیمار ۶ تفاوت معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد (جدول ۳-۱۵).

میانگین وزن لاروها در زمان ۱۲ بار غذادهی در ۱۴ روز پس از تفریخ، بصورت معنی داری در تمام تیمارها بیش از ۶ بار غذادهی بود ($p < 0.05$). میانگین وزن لاروها در روزهای ۲۵ و ۳۲ پس از تفریخ، در زمان ۶ بار غذادهی در تیمارهای ۱ و ۶ و در زمان ۱۲ بار غذادهی، در تیمار ۴ بطور معنی داری بیشتر بود. در پایان دوره تحقیق، میانگین وزن لاروها، در

زمان ۱۲ بار غذادهی در تیمارهای ۴ و ۵ و در زمان ۶ بار غذادهی، در تیمارهای ۱ و ۶ بطور معنی داری بیشتر بود ($p < 0/05$).

میانگین طول لاروها در زمان ۱۲ بار غذادهی در ۱۴ روز پس از تفریخ، بصورت معنی داری در تمام تیمارها بیش از ۶ بار غذادهی بود ($p < 0/05$). میانگین طول لاروها در روزهای ۲۵ و ۳۲ پس از تفریخ، در زمان ۶ بار غذادهی در تیمار ۱ و در زمان ۱۲ بار غذادهی، در تیمار ۴ بطور معنی داری بیشتر بود. در پایان دوره تحقیق، میانگین طول لاروها در زمان ۱۲ بار غذادهی در تیمار ۶، و در زمان ۶ بار غذادهی، در تیمارهای ۱ و ۲ بطور معنی داری بیشتر بود.

میانگین ضریب رشد ویژه در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز در ۱۴ روز پس از تفریخ در تیمارهای مختلف فاقد اختلاف معنی دار آماری بودند ($p > 0/05$). میانگین ضریب رشد ویژه در روزهای ۲۵ و ۳۲ پس از تفریخ در ۱۲ بار غذادهی در تیمار ۴ و در ۶ بار غذادهی در تیمار ۱ بصورت معنی داری بیشتر بود. در پایان دوره تحقیق، ضریب رشد ویژه در زمان ۱۲ بار غذادهی در تیمار ۵ و در ۶ بار غذادهی در تیمار ۱ بطور معنی داری بیشتر بود.

شاخص وضعیت، ۱۴ روز پس از تفریخ، در زمان ۱۲ بار غذادهی در تیمار ۳ و در ۶ بار غذادهی در تیمارهای ۲، ۵ و ۶ بصورت معنی داری نسبت به هم بیشتر بود. میانگین شاخص وضعیت در روزهای ۲۵ و ۳۲ پس از تفریخ، در زمان ۶ بار غذادهی در تیمارهای ۳ و ۴ بصورت معنی داری بیش از ۱۲ بار غذادهی بود. در پایان دوره تحقیق، شاخص وضعیت لاروها، در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز، بجز در تیمار ۶ بصورت معنی داری بیش از تیمارهای ۶ بار غذادهی بود.

جدول ۱۵-۳- مقایسه شاخص های رشد لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز در روز ۳۸ پس از تفریخ

شاخص‌ها	وزن	طول	ضریب رشد ویژه	شاخص وضعیت	بازماندگی					
	دفعات غذایی در شبانه روز									
تیمارها	۱۲	۶	۱۲	۶	۶					
۱	۰/۷۴۱±۰/۰۴۱ ^a	۰/۹۵۴±۰/۰۶۸ ^b	۶/۰۹±۰/۰۵ ^a	۶/۷۷±۰/۰۲۳ ^b	۸/۸۰۵±۰/۰۲۸۱ ^a	۹/۶۱۵±۰/۰۱۳۲ ^b	۰/۳۲۶±۰/۰۰۲۶ ^b	۰/۳۰۷±۰/۰۰۹ ^a	۲۷/۳۳±۲/۶۷ ^b	۱۸/۱۶±۳/۸۳ ^a
۲	۱/۰۶۶±۰/۰۳۴ ^a	۱/۱۰۴±۰/۰۲۴ ^a	۶/۹۸±۰/۰۱۸ ^a	۶/۷۲±۰/۰۶۱ ^b	۱۰/۰۴۶±۰/۰۰۱۹ ^a	۱۰/۱۱۶±۰/۰۷۶ ^a	۰/۳۳۵±۰/۰۰۱۴ ^b	۰/۲۸۸±۰/۰۰۱۳ ^a	۱۷/۵۰±۲/۱۵ ^b	۱۰/۳۳±۳/۶۷ ^a
۳	۰/۸۳۸±۰/۰۰۲۳ ^a	۰/۸۷۴±۰/۰۰۱۳ ^a	۶/۴۸±۰/۰۱۸ ^a	۶/۵۸±۰/۰۰۱۳ ^a	۹/۲۰۴±۰/۰۰۱۹ ^a	۹/۳۴۱±۰/۰۱۵ ^a	۰/۳۲۸±۰/۰۰۱۷ ^b	۰/۳۰۷±۰/۰۰۰۳ ^a	۲۲/۶۶±۲/۴۰ ^b	۹/۴۹±۳/۱۶ ^a
۴	۱/۰۴۵±۰/۰۰۴۴ ^b	۰/۹۵۹±۰/۰۰۰۷ ^a	۶/۷۷±۰/۰۱۱ ^a	۶/۸۸±۰/۰۰۱ ^a	۹/۹۱۵±۰/۰۰۱۹ ^a	۹/۶۴۰±۰/۰۰۰۹ ^a	۰/۳۳۵±۰/۰۰۰۲ ^b	۰/۲۹۴±۰/۰۰۱۵ ^a	۲۱/۰۲±۱/۵۴ ^b	۷/۸۳±۲/۱۷ ^a
۵	۱/۰۴۴±۰/۰۰۲۷ ^b	۰/۸۹۷±۰/۰۰۰۲ ^a	۶/۶۳±۰/۰۱۷ ^a	۶/۸۳±۰/۰۰۰۱ ^a	۹/۸۶۹±۰/۰۰۱۱ ^b	۹/۳۸۰±۰/۰۰۱۱ ^a	۰/۳۳۵±۰/۰۰۰۱ ^b	۰/۲۸۱±۰/۰۰۰۷ ^a	۱۴/۶۶±۱/۳۳ ^a	۱۹/۸۳±۲/۴۶ ^b
۶	۱/۲۳۰±۰/۰۰۲۲ ^a	۱/۳۲۴±۰/۰۰۰۴ ^b	۷/۳۴±۰/۰۱۲ ^b	۵/۹۸±۰/۰۰۰۸ ^a	۱۰/۴۲۱±۰/۰۰۱۳ ^a	۱۰/۶۵۷±۰/۰۰۱۹ ^a	۰/۳۱۱±۰/۰۰۰۲ ^a	۰/۶۱۸±۰/۰۰۰۴ ^b	۳/۷۱±۰/۰۰۶۱ ^a	۳/۶۶±۰/۰۰۱۹ ^a

در هر ردیف اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < 0/05$). مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون T-Test انجام شد.

۳-۱۰- مقایسه آنالیز لاشه لاروها در زمان در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز

در مقایسه آنالیز لاشه لاروها، در زمان غذادهی ۱۲ بار و ۶ بار در شبانه روز، درصد پروتئین خام در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز در تیمارهای ۳ و ۵ و در زمان غذادهی ۶ بار در شبانه روز در تیمارهای ۱ و ۴ بصورت معنی داری بیشتر بودند. درصد چربی خام لاشه لارو، در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز در تیمارهای ۲ و ۴ و در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در تیمارهای ۳، ۵ و ۶ نسبت به هم بصورت معنی داری بیشتر بودند. درصد خاکستر خام لاشه در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در تیمارهای ۳، ۵ و ۶ و در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در تیمارهای ۱، ۲ و ۴ نسبت به بصورت معنی داری بیشتر بودند. درصد ماده خشک لاشه، در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز در تیمارهای ۱، ۳ و ۴ و در زمان ۶ بار غذادهی در تیمارهای ۲ و ۵ نسبت به هم بصورت معنی داری بیشتر بودند (جدول ۱۶-۳).

جدول ۱۶-۳- آنالیز لاشه لاروها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز در پایان دوره تحقیق

شاخصها	پروتئین خام (درصد)	چربی خام (درصد)	خاکستر (درصد)	ماده خشک (درصد)
دفعات غذادهی در شبانه روز				
تیمارها	۱۲	۶	۱۲	۶
۱	۶۳/۶۴ $\pm 0.02^a$	۶۴/۰۴ $\pm 0.14^b$	۱۰/۹۳۵ $\pm 0.01a$	۱۱/۳۵ $\pm 0.21^a$
۲	۶۴/۲۱ $\pm 0.03^a$	۶۴/۲۱ $\pm 0.03^a$	۱۲/۰۶۵ $\pm 0.02b$	۱۰/۹۸ $\pm 0.22^a$
۳	۶۶/۱۷ $\pm 0.03^b$	۶۳/۶۰ $\pm 0.30^a$	۹/۲۵۰ $\pm 0.03a$	۱۲/۴۷ $\pm 0.18^b$
۴	۶۶/۰۷ $\pm 0.03^a$	۶۶/۷۳ $\pm 0.25^b$	۱۳/۲۴۰ $\pm 0.02b$	۱۰/۵۸ $\pm 0.30^a$
۵	۶۵/۴۶ $\pm 0.02^b$	۶۳/۴۳ $\pm 0.33^a$	۹/۲۱۵ $\pm 0.01a$	۱۳/۵۶ $\pm 0.31^b$
۶	۶۳/۸۴ $\pm 0.02^a$	۶۳/۶۵ $\pm 0.02^a$	۱۴/۱۷۵ $\pm 0.25a$	۲۷/۴۲ $\pm 0.37^b$

در هر ردیف اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < 0.05$). مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون T-Test انجام شد.

۳-۱۱- مقایسه ترکیب اسیدهای چرب لاشه لاروها در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز

مقدار اسیدهای چرب اشباع شده، در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز در تیمارهای ۳ و ۵ و در زمان ۶ بار غذادهی در تیمارهای ۲ و ۶ بصورت معنی داری بیشتر بود. در تیمارهای ۱ و ۴ تفاوت معنی داری بین ۱۲ و ۶ بار غذادهی مشاهده نشد.

در مقایسه میزان اسیدهای چرب تک اشباع، در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه در تیمار ۶ و در زمان ۶ بار غذادهی در تیمارهای ۱ الی ۵ بصورت معنی داری نسبت به هم بیشتر بودند. از نظر اسیدهای چرب چند غیر اشباع در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز، در تیمارهای ۱، ۲ و ۴ و در زمان ۶ بار غذادهی در تیمار ۵ نسبت به هم دارای اختلاف معنی دار آماری بودند. در زمان ۱۲ و ۶ بار غذادهی در شبانه روز، تیمارهای ۳ و ۴ نسبت به هم فاقد اختلاف معنی دار آماری بودند ($p < 0.05$).

جدول ۱۷-۳- مقایسه ترکیب اسید چرب لاشه لاروها در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز

تیمار ۱		تیمار ۲		تیمار ۳		تیمار ۴		تیمار ۵		تیمار ۶		سطوح اسید چرب
۱۲ بار	۶ بار	۱۲ بار	۶ بار	۱۲ بار	۶ بار	۱۲ بار	۶ بار	۱۲ بار	۶ بار	۱۲ بار	۶ بار	
۰/۳۳۳	۰/۳۸۵	۰/۱۸۵	۰/۶۶۵	۰/۹۵۰	۰/۱۴۵	۰/۴۸۰	۰/۷۰۵	۰/۶۳۱	۰/۹۳۵	۰/۷۸۵	۱/۳	C10:0
±۰/۰۱۵ ^a	±۰/۰۰۴ ^a	±۰/۰۰۵ ^b	±۰/۰۰۵ ^b	±۰/۰۲ ^b	±۰/۰۰۵ ^a	±۰/۰۱ ^a	±۰/۰۰۵ ^b	±۰/۰۱ ^a	±۰/۰۱۴ ^b	±۰/۰۰۵ ^a	±۰/۰۱۵ ^b	
۰/۲۲۸	۰/۱۶۰	۰/۱۱۵	۰/۰۰۰ ^a	۰/۲۲۷	۰/۰۰۰ ^a	۰/۴۹۲	۱/۴۹۰	۰/۳۱۵	۰/۴۰	۰/۴۶۳	۰/۳۲۰	C12:0
±۰/۰۰۴ ^b	±۰/۰۱ ^a	±۰/۰۹۱ ^b	±۰/۰۱۳ ^a	±۰/۰۱۳ ^a	±۰/۰۱۳ ^a	±۰/۰۱۳ ^a	±۰/۰۲۹ ^b	±۰/۰۲۲۱ ^a	±۰/۰۱ ^a	±۰/۰۲۴۵ ^a	±۰/۰۱۵ ^b	
۱/۶۹۳	۱/۷۰	۱/۶۷۵	۱/۵۲۵	۱/۸۵۰	۲/۰۳	۴/۵۳۵	۳/۲۵	۳/۹۰۰	۴/۸۰۰	۰/۶۱۵	۲/۵۴	C14:0
±۰/۰۱۵ ^a	±۰/۰۵۹ ^a	±۰/۰۱۵ ^b	±۰/۰۱۴ ^a	±۰/۰۵۰ ^a	±۰/۰۱۹ ^b	±۰/۰۱۵ ^b	±۰/۰۱۹ ^a	±۰/۰۷۰ ^a	±۰/۰۱۹ ^b	±۰/۰۰۵ ^a	±۰/۰۲۹ ^b	
۰/۴۹۰	۰/۶۳۵	۰/۶۳۰	۱/۲۷۵	۰/۹۴۵	۰/۶۴	۰/۹۵۵	۰/۶۶۵	۰/۶۴۵	۰/۳۳۵	۰/۶۱۵	۰/۸۷۵	C15:0
±۰/۰۱۰ ^a	±۰/۰۰۵ ^b	±۰/۰۱۰ ^a	±۰/۰۱۴ ^b	±۰/۰۴۵ ^b	±۰/۰۲۹ ^a	±۰/۰۰۵ ^b	±۰/۰۲۴ ^a	±۰/۰۱۵ ^b	±۰/۰۲۴ ^a	±۰/۰۰۵ ^a	±۰/۰۰۵ ^b	
۱۸/۹۰	۱۸/۴۱۵	۱۶/۷۵۰	۱۹/۵۸۵	۱۹/۲۵۵	۱۹/۶۳۵	۱۹/۷۷۵	۲۰/۳۰	۱۸/۹۶۵	۱۹/۶۱	۱۷/۱۶۰	۱۶/۶۸۵	C16:0
±۰/۰۱۰ ^a	±۰/۴۵۶ ^a	±۰/۶۰۰ ^a	±۰/۲۷۵ ^b	±۰/۰۵۵ ^a	±۰/۱۱۴ ^b	±۰/۰۷۵ ^a	±۰/۱۳۹ ^b	±۰/۰۹۵ ^a	±۰/۱۱۰ ^b	±۰/۰۶۰ ^b	±۰/۰۹۵ ^a	
۰/۷۲۰	۰/۷۶۰	۰/۷۰۰	۰/۲۲۵	۰/۷۰۰	۰/۳۵۵	۰/۷۳۵	۰/۶۲۰	۰/۶۲۵	۰/۷۳۰	۰/۶۵۰	۰/۷۰۵	C17:0
±۰/۰۱۰ ^a	±۰/۰۱۹ ^b	±۰/۰۱۰ ^b	±۰/۰۲۴ ^a	±۰/۰۱۰ ^b	±۰/۰۰۵ ^a	±۰/۰۰۵ ^b	±۰/۰۱۰ ^a	±۰/۰۰۵ ^a	±۰/۰۱۷ ^b	±۰/۰۰۵ ^a	±۰/۰۱۴ ^a	
۶/۵۲۵	۶/۱۹۵	۶/۴۰۰	۶/۴۵۰	۶/۳۶۵	۵/۵۰	۵/۸۱۰	۵/۱۹۵	۵/۷۸۵	۳/۳۸۰	۴/۷۱۰	۴/۶۵۵	C18:0
±۰/۰۲۵ ^b	±۰/۰۹۵ ^a	±۰/۱۰۰ ^a	±۰/۱۵۰ ^a	±۰/۰۶۵ ^b	±۰/۳۰۰ ^a	±۰/۰۸۰ ^b	±۰/۰۹۵ ^a	±۰/۰۳۵ ^b	±۰/۱۱۹ ^a	±۰/۰۶۰ ^a	±۰/۱۴۵ ^a	
۰/۳۸۳	۰/۴۲۵	۰/۳۶۰	۰/۰۰۰ ^a	۰/۲۲۵	۰/۳۳۵	۰/۲۴۵	۰/۳۴۵	۰/۳۱۵	۰/۰۰۰ ^a	۰/۴۵۵	۰/۵۴۰	C20:0
±۰/۰۱۵ ^a	±۰/۰۰۵ ^b	±۰/۰۱۰ ^b	±۰/۰۱۵ ^a	±۰/۰۱۵ ^a	±۰/۰۱۴ ^b	±۰/۰۰۵ ^a	±۰/۰۱۴ ^b	±۰/۰۰۵ ^b	±۰/۰۰۰ ^a	±۰/۰۱۵ ^a	±۰/۰۱۰ ^b	
۰/۲۵۰	۰/۱۷۵	۰/۱۴۵	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۲۵۰	۰/۰۳۱	C24:0
±۰/۰۱۰ ^b	±۰/۰۰۵ ^a	±۰/۰۰۵ ^b	±۰/۰۰۰ ^a	±۰/۰۰۰ ^a	±۰/۰۰۰ ^a	±۰/۰۰۰ ^a	±۰/۰۰۰ ^a	±۰/۰۰۰ ^a	±۰/۰۰۰ ^a	±۰/۰۱۰ ^a	±۰/۰۰۱ ^a	
۰/۲۰۰	۱/۷۰۰	۰/۳۶۰	۱/۵۲۵	۰/۳۶۰	۲/۰۳	۰/۳۶۰	۳/۲۵۰	۰/۱۵۰	۴/۸۰	۰/۳۱۰	۲/۵۴	C14:1
±۰/۰۱۰ ^a	±۰/۰۵۹ ^b	±۰/۰۱۰ ^a	±۰/۰۱۴ ^b	±۰/۰۱۰ ^a	±۰/۰۱۹ ^b	±۰/۰۱۰ ^a	±۰/۰۱۹ ^b	±۰/۰۱۰ ^a	±۰/۰۱۹ ^b	±۰/۰۱۰ ^b	±۰/۰۲۹ ^a	
۰/۱۷۵	۰/۱۵۵	۰/۱۶۰	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۶۰	۰/۰۰۰ ^a	۰/۵۶۰	۰/۲۵۰	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۵۰	۰/۲۵۰	C15:1
±۰/۰۰۵ ^b	±۰/۰۰۴ ^a	±۰/۰۱۰ ^b	±۰/۰۰۰ ^a	±۰/۰۱۰ ^b	±۰/۰۱۰ ^b	±۰/۰۱۰ ^b	±۰/۰۹۰ ^a	±۰/۰۰۰ ^a	±۰/۰۰۰ ^a	±۰/۰۱۰ ^a	±۰/۰۹ ^b	
۰/۶۳۰	۰/۷۳۰	۰/۸۵۳	۰/۳۱۰	۰/۴۱۵	۰/۳۳۵	۰/۴۷۵	۱/۳۶۵	۰/۳۸۰	۰/۹۳۰	۰/۶۵۰	۰/۷۴۰	C17:1
±۰/۰۱۰ ^a	±۰/۰۱۹ ^b	±۰/۰۱۵ ^b	±۰/۰۱۰ ^a	±۰/۰۰۵ ^b	±۰/۰۱۴ ^a	±۰/۰۱۵ ^a	±۰/۰۰۵ ^b	±۰/۰۱۰ ^a	±۰/۰۱۹ ^b	±۰/۰۳۰ ^a	±۰/۰۱۰ ^b	
۰/۱۶۵	۰/۱۰۵	۰/۱۴۵	۰/۰۰۰ ^a	۰/۱۲۵	۰/۱۲۵	۰/۰۰۰ ^a	۰/۰۰۰ ^a	۰/۱۲۰	۰/۰۰۰ ^a	۰/۵۴۰	۰/۱۳۰	C20:1
±۰/۰۰۵ ^b	±۰/۰۰۵ ^a	±۰/۰۰۵ ^b	±۰/۰۰۰ ^a	±۰/۰۵ ^a	±۰/۰۲۴ ^a	±۰/۰۰۰ ^a	±۰/۰۰۰ ^a	±۰/۰۱۰ ^b	±۰/۰۰۰ ^a	±۰/۰۴ ^b	±۰/۰۱۹ ^a	

سطوح اسید چرب	تیمار ۱		تیمار ۲		تیمار ۳		تیمار ۴		تیمار ۵		تیمار ۶	
	بار ۱۲	بار ۶	بار ۱۲	بار ۶	بار ۱۲	بار ۶	بار ۱۲	بار ۶	بار ۱۲	بار ۶	بار ۱۲	بار ۶
C20:2	۱/۰۷۰ ±۰/۰۳۰ ^a	۱/۰۴۵ ±۰/۰۲۴ ^a	۰/۸۱۲ ±۰/۰۲۷۸ ^a	۱/۱۸۵ ±۰/۰۳۳ ^b	۱/۲۰۰ ±۰/۰۱۰ ^a	۲/۴۵۵ ±۰/۰۴۴ ^b	۰/۷۲۰ ±۰/۰۹۹ ^a	۰/۷۵۰ ±۰/۰۱۰ ^a	۰/۷۲۱ ±۰/۰۵۳۵ ^a	۰/۶۷۵ ±۰/۰۰۵ ^a	۱/۳۵۰ ±۰/۰۵۰ ^b	۱/۱۷۰ ±۰/۰۱۰ ^a
C18:1(n-9)	۳۵/۶۰۳ ±۰/۰۱۵ ^a	۳۶/۵۳۰ ±۰/۰۳۵ ^a	۳۳/۸۰۷ ±۰/۰۸۷۳ ^a	۳۶/۳۵ ±۰/۰۲۵ ^{bc}	۳۸/۲۰۰ ±۰/۰۳۰ ^a	۳۹ ±۰/۰۱۲ ^b	۳۶/۰۶۵ ±۰/۰۵۴ ^b	۳۴/۶۰۰ ±۰/۰۵۰ ^a	۳۸/۰۲۵ ±۰/۰۶۵ ^b	۳۴/۲۵۵ ±۰/۰۱۰ ^a	۴۲/۴۳۰ ±۰/۰۳۵ ^b	۴۰/۵۵۵ ±۰/۰۲۵ ^a
C18:1(n-11)	۰/۵۲۰ ±۰/۰۱۰ ^a	۰/۵۵۰ ±۰/۰۱۰ ^b	۰/۵۸۰ ±۰/۰۱۰ ^b	۰/۰۰۰ ^a	۰/۲۳۵ ±۰/۰۱۵ ^a	۰/۲۶۰ ±۰/۰۱۹ ^a	۰/۲۷۵ ±۰/۰۲۴ ^a	۰/۳۰۰ ±۰/۰۱۰ ^a	۰/۳۱۰ ±۰/۰۱۰ ^b	۰/۰۰۰ ^a	۰/۴۴۵ ±۰/۰۰۵ ^a	۰/۵۲۵ ±۰/۰۱۴ ^b
C18:2(n-6)	۸/۲۲۳ ±۰/۰۲۵ ^a	۸/۶۹۵ ±۰/۰۲۴ ^b	۸/۹۴۳ ±۰/۰۹۵ ^a	۹/۰۰۵ ±۰/۰۵۹ ^a	۸/۲۵۰ ±۰/۰۱۵ ^a	۹/۷۵۰ ±۰/۰۵۴ ^b	۸/۶۲۰ ±۰/۰۳۹ ^a	۹/۰۸۵ ±۰/۰۴۵ ^b	۸/۸۴۵ ±۰/۰۴۴ ^a	۹/۲۲۰ ±۰/۰۳۰ ^a	۹/۹۸۰ ±۰/۰۱۰ ^b	۹/۹۸۰ ±۰/۰۱۰ ^b
C18:3n3	۱/۰۷۳ ±۰/۰۲۵ ^b	۱/۰۹۵ ±۰/۰۶۴ ^a	۱/۳۰۰ ±۰/۰۱۰ ^a	۲/۵۵۵ ±۰/۰۳۴ ^b	۰/۹۰۰ ±۰/۰۲۰ ^a	۱/۰۵۵ ±۰/۰۲۴ ^a	۱/۴۰۰ ±۰/۰۲۰ ^a	۱/۰۴۵ ±۰/۰۲۴ ^b	۱/۱۴۰ ±۰/۰۳۰ ^a	۲/۷۰۰ ±۰/۰۲۹ ^b	۱/۰۰۰ ±۰/۰۱۰ ^a	۱/۴۱۰ ±۰/۰۱۹ ^b
C18:3n6	۰/۸۷۰ ±۰/۰۲۰ ^a	۰/۹۴۵ ±۰/۰۶۵ ^a	۰/۸۰۳ ±۰/۰۱۵ ^b	۰/۰۰۰ ^a	۰/۵۱۵ ±۰/۰۱۵ ^a	۰/۶۵۰ ±۰/۰۱۰ ^b	۰/۷۷۵ ±۰/۰۱۴ ^b	۰/۸۹۰ ±۰/۰۱۰ ^a	۱/۰۸۴ ±۰/۰۰۵ ^b	۱/۰۵۰ ±۰/۰۵۰ ^a	۱/۱۳۵ ±۰/۰۱۷ ^b	۱/۱۳۵ ±۰/۰۱۷ ^b
C20:3n3	۲/۷۵۰ ±۰/۰۲۰ ^b	۲/۴۳۵ ±۰/۰۵۴ ^a	۲/۳۳۰ ±۰/۰۴۰ ^b	۱/۳۴۵ ±۰/۰۲۴ ^a	۱/۸۴۵ ±۰/۰۳۵ ^b	۱/۴۵ ±۰/۰۱۹ ^a	۱/۹۹۵ ±۰/۰۱۵ ^a	۱/۹۹۵ ±۰/۰۲۴ ^a	۱/۹۶۵ ±۰/۰۳۵ ^b	۱/۳۷۵ ±۰/۰۱۴ ^a	۱/۰۸۰ ±۰/۰۳۰ ^a	۱/۱۴۰ ±۰/۰۱۰ ^b
C20:3n6	۱/۱۷۰ ±۰/۰۱۰ ^b	۱/۱۰ ±۰/۰۳۹ ^a	۰/۷۴۵ ±۰/۰۱۵ ^b	۰/۰۰۰ ^a	۰/۶۹۵ ±۰/۰۳۵ ^a	۰/۶۴۵ ±۰/۰۲۴ ^a	۰/۳۰۰ ±۰/۰۱۰ ^a	۰/۶۴۰ ±۰/۰۱۹ ^b	۰/۷۶۵ ±۰/۰۱۵ ^b	۰/۴۴۵ ±۰/۰۲۴ ^a	۰/۸۸۰ ±۰/۰۳۰ ^b	۰/۸۰ ±۰/۰۱۹ ^a
C20:3n9	۰/۷۷۵ ±۰/۰۰۵ ^b	۰/۶۴۵ ±۰/۰۲۴ ^a	۰/۵۷۵ ±۰/۰۲۵ ^a	۰/۵۵۰ ±۰/۰۱۰ ^a	۰/۶۴۵ ±۰/۰۱۵ ^b	۰/۵۶۵ ±۰/۰۱۴ ^a	۰/۴۰۰ ±۰/۰۱۹ ^a	۰/۴۸۵ ±۰/۰۱۵ ^a	۷/۳۰۰ ±۰/۰۱۹ ^b	۰/۵۳۸ ±۰/۰۵۳ ^a	۰/۵۶۰ ±۰/۰۲۹ ^a	۰/۵۶۰ ±۰/۰۲۹ ^a
C20:n3 EPA	۲/۱۵۵ ±۰/۰۱۵ ^b	۲/۰۴۰ ±۰/۰۱۰ ^a	۲/۳۱۵ ±۰/۰۱۵ ^a	۲/۷۴۵ ±۰/۰۳۴ ^b	۲/۱۹۵ ±۰/۰۲۵ ^b	۱/۹۵۰ ±۰/۰۱۹ ^a	۲/۰۰۰ ±۰/۰۱۰ ^a	۲/۰۲۰ ±۰/۰۱۹ ^a	۱/۹۵۰ ±۰/۰۲۰ ^b	۱/۲۱۰ ±۰/۰۱۹ ^a	۱/۲۵۵ ±۰/۰۳۵ ^a	۱/۴۲۵ ±۰/۰۱۴ ^b
C22: 5n3DPA	۰/۷۴۰ ±۰/۰۱۰ ^b	۰/۶۲۰± ±۰/۰۱۰ ^a	۰/۸۵۰ ±۰/۰۵۰ ^b	۰/۵۸۵ ±۰/۰۱۴ ^a	۰/۹۶۰ ±۰/۰۲۰ ^b	۰/۸۳۵ ±۰/۰۱۴ ^a	۰/۲۰۵ ±۰/۰۰۵ ^b	۰/۲۴۵ ±۰/۰۰۵ ^b	۰/۴۴۰ ±۰/۰۳۰ ^b	۰/۲۰۰ ±۰/۰۱۰ ^a	۰/۲۴۰ ±۰/۰۱۰ ^a	۰/۲۳۵ ±۰/۰۱۴ ^a
C20:4n6ARA	۰/۲۸۰ ±۰/۰۱۰ ^b	۰/۲۳۰ ±۰/۰۱۰ ^a	۰/۳۰۰ ±۰/۰۱۰ ^b	۰/۰۰۰ ^a	۰/۲۹۰ ±۰/۰۱۰ ^b	۰/۱۶۰ ±۰/۰۱۰ ^a	۰/۳۰۵ ±۰/۰۰۵ ^a	۰/۴۷۰ ±۰/۰۱۹ ^b	۰/۱۱۵ ±۰/۰۰۵ ^b	۰/۰۰۰ ^a	۰/۳۵۰ ±۰/۰۳۰ ^a	۰/۳۰۵ ±۰/۰۱۴ ^a
C22:4n6DTA	۰/۵۵۰ ±۰/۰۱۰ ^b	۰/۴۴۰ ±۰/۰۱۹ ^a	۰/۳۳۵ ±۰/۰۰۵ ^b	۰/۲۱۰ ±۰/۰۱۰ ^a	۰/۲۴۵ ±۰/۰۲۵ ^b	۰/۱۸۵ ±۰/۰۰۵ ^b	۰/۵۲۵ ±۰/۰۰۵ ^b	۰/۰۷۵ ±۰/۰۰۲ ^b	۰/۲۴۰ ±۰/۰۰۲ ^b	۰/۰۰۰ ^a	۰/۲۸۵ ±۰/۰۱۵ ^a	۰/۲۹۰ ±۰/۰۱۰ ^a
C22: n3DHA۶	۸/۹۰۳ ±۰/۰۱۵ ^b	۷/۸۹۵ ±۰/۰۴۴ ^a	۷/۹۵۰ ±۰/۰۱۵ ^b	۷/۵۵۵ ±۰/۰۰۵ ^a	۷/۲۶۵ ±۰/۰۵۵ ^b	۶/۶۹۵ ±۰/۰۱۴ ^a	۶/۲۰۵ ±۰/۰۲۵ ^a	۶/۰۴۵ ±۰/۰۱۴ ^b	۶/۰۳۵ ±۰/۰۱۳۵ ^b	۵/۵۹۰ ±۰/۰۱۹ ^a	۶/۳۷۵ ±۰/۰۶۵ ^b	۶/۱۰ ±۰/۰۱۹ ^a

در هر ردیف اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < 0.05$). مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون T-Test انجام شد. اعداد بر حسب درصد به ازای ۱۰۰ گرم نمونه لارو است.

۳-۱۲- مقایسه فعالیت آنزیم های گوارشی لاروها در زمان ۶ و ۱۲ بار غذایی در شبانه روز

در بررسی فعالیت آنزیم ها در زمان ۱۲ بار غذایی لاروها در شبانه روز، فعالیت آنزیم پپسین در تیمارهای ۱، ۴ و ۵ و در زمان ۶ بار غذایی لاروها در شبانه روز در تیمارهای ۲، ۳ و ۶ بصورت معنی داری نسبت به یکدیگر بیشتر بود. فعالیت آنزیم تریپسین در زمان ۱۲ بار غذایی لاروها در شبانه روز، در تیمارهای ۳، ۴ و ۵ و در زمان ۶ بار غذایی لاروها در شبانه روز در تیمارهای ۲ و ۶ بصورت معنی داری نسبت به یکدیگر بیشتر بود. فعالیت آنزیم لیپاز، در زمان ۱۲ بار غذایی لاروها در شبانه روز، در ۱، ۳، ۴ و ۶ و در زمان ۶ بار غذایی لاروها در شبانه روز در تیمار ۲ بصورت معنی داری نسبت به یکدیگر بیشتر بود. فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز، در زمان ۱۲ بار غذایی لاروها در شبانه روز، در

تیمارهای ۳، ۴، ۵ و ۶ و در زمان ۶ بار غذادهی لاروها در شبانه روز در تیمار ۲ بصورت معنی داری نسبت به یکدیگر بیشتر بود (جدول ۳-۱۸).

جدول ۳-۱۸- مقایسه فعالیت آنزیم‌ها (میانگین $\pm$ انحراف معیار) در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز در پایان دوره تحقیق.

شاخص‌ها	پیسین	تریپسین	لیپاز	آلفا - آمیلاز				
دفعات غذادهی در شبانه روز								
تیمارها	۱۲	۶	۱۲	۶	۱۲	۶	۱۲	۶
۱	۲۷۳۰/۳۶ ±۶۳۶/۲۴ ^b	۱۵۳۵/۱۷ ±۹۵/۶۷ ^a	۲۴/۴۲ ±۲/۳۲ ^a	۲۳/۷۵ ±۱/۹۲ ^a	۶۰۷/۳۶ ±۱۴/۹۶ ^b	۲۵۸/۲۶ ±۹/۴۸ ^a	۱۶۶/۰۶ ±۲۱/۸۴ ^a	۱۸۳/۵۳ ±۱۲/۴۴ ^a
۲	۵۶۶/۹۱ ±۱۰۴/۸۴ ^a	۲۳۸۷/۰۷ ±۱۴۲/۴۳ ^b	۷/۷۴ ±۰/۹۷ ^a	۳۰/۷۲ ±۰/۸۹ ^b	۱۰۶/۵۱ ±۱۱/۶۴ ^a	۲۵۲/۹۶ ±۱۰/۱۳ ^b	۴۶/۰۴ ±۴/۶۶ ^a	۲۱۸/۱۵ ±۱۱/۹۴ ^b
۳	۱۴۳۱/۶۵ ±۴۰/۳۴ ^a	۲۲۶۱/۴۹۰ ±۴۳۳/۷۰ ^b	۲۷/۸۳ ±۱/۵۰ ^b	۱۱/۴۶ ±۳/۲۶۳ ^a	۲۲۲/۱۰ ±۶/۹۱ ^b	۱۹۵/۱۵ ±۱۰/۵۴ ^a	۱۷۰/۳۹ ±۴/۷۶ ^b	۸۶/۳۸ ±۶/۲۵ ^a
۴	۲۱۷۱/۰۴ ±۸۶/۰۹ ^b	۱۴۷۱/۵۶ ±۲۱۲/۲۶ ^a	۲۸/۴۷ ±۲/۷۹ ^b	۸/۲۰ ±۰/۹۴ ^a	۳۸۸/۴۱ ±۱۱/۸۸ ^b	۱۱۷/۴۲ ±۹/۵۴ ^a	۱۶۸/۸۴ ±۸/۰۶ ^b	۹۹/۱۷ ±۱۱/۵۱ ^a
۵	۲۰۲۸/۷۰ ±۸۴/۲۵ ^b	۱۱۰۰/۲۶ ±۵۶/۸۵ ^a	۲۱/۶۱ ±۰/۶۲ ^b	۱۲/۸۱ ±۲/۰۶ ^a	۲۹۴/۷۶ ±۹/۵۳ ^b	۸۶/۱۳ ±۵/۱۸ ^a	۲۰۰/۵۷ ±۴/۶۳ ^b	۱۵۶/۴۷ ±۹/۹۷ ^a
۶	۱۰۴۱/۲۷ ±۳۴/۹۱ ^a	۱۶۸۶/۸۴ ±۲۱۳/۷۷ ^b	۱۵/۶۱ ±۰/۷۵ ^a	۲۰/۷۲ ±۱/۹۵ ^b	۲۳۸/۶۸ ±۲/۹۴ ^b	۱۳۹/۳۱ ±۶/۰۵ ^a	۱۲۱/۲۶ ±۲/۵۶ ^b	۱۰۰/۰۳ ±۴/۷۸ ^a

در هر ردیف اعداد فاقد یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p < ۰/۰۵$). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون T-Test انجام شد.

۴- بحث

در مطالعه حاضر، تاثیر تیمارهای مختلف (رژیم های مختلف غذایی) در روزهای مختلف پس از تفریخ لاروها (۱۴، ۲۵، ۳۱ و ۳۸ روز پس از تفریخ) و دفعات تغذیه (۱۲ و ۶ بار در شبانه روز) بر شاخص های رشد، بازماندگی، ترکیب لاشه، اسیدهای چرب و فعالیت برخی آنزیم ها تعیین گردید. یکی از موارد مهم در پرورش لارو ماهی، میزان بقای لارو بوده (Kumar Pradhan et al., 2014) و هدف افزایش درصد بقاء، بهبود عملکرد رشد و کیفیت لارو است (Gisbert et al., 2018). یافته های تحقیق حاضر نشان داد که، در مجموع غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز از عملکرد بهتری نسبت به به غذادهی ۶ بار در شبانه روز برخوردار بود. در همین ارتباط (Gisbert et al., 2018)، گزارش نموده که دفعات غذادهی برای لارو ماهی خاویاری از وزن ۰/۰۶-۰/۰۴، ۰/۰۵-۰/۰۷ و ۰/۰۵-۰/۰۲ گرم، می تواند به ترتیب ۲۴، ۱۲ و ۶ بار در شبانه روز باشد. این موضوع نشانگر این موضوع است که می توان با افزایش وزن لاروها دفعات غذادهی لاروها را کاهش داد. دفعات غذادهی لاروها توسط محققین مختلف بصورت متفاوتی انجام شده است. به عنوان مثال دفعات غذادهی لارو تاس ماهی روسی ۵ بار در شبانه روز (Memis et al., 2009)، تاس ماهی دریاچه ای ۶ بار در شبانه روز (Lee et al., 2022)، لارو فیل ماهی ۴ بار در شبانه روز (Mohseni et al., 2012) و برای تاس ماهی ایرانی ۳ بار در شبانه روز (حدادی مقدم و همکاران، ۱۳۹۳) گزارش گردیده است. با این وجود تعدادی از کارشناسان بر این عقیده می باشند که در مراحل لاروی ماهیان خاویاری بهتر است غذادهی لاروها در دفعات بیشتری انجام شود. در مطالعه حاضر در زمان غذادهی ۱۲ و ۶ بار غذادهی در شبانه روز، میانگین کاهش نرخ بقای تمام تیمارها از روز ۲۵ به ۳۱ پس از تفریخ، معنی دار نبود. درعین حال، میانگین کاهش درصد بازماندگی در تمام رژیم های غذایی، از روز ۱۴ به ۲۵ پس از تفریخ بسیار بیشتر بود. بطور کلی تغییر جیره غذایی لاروها، به ویژه در روزهای اولیه، بیش از روزهای بعد می تواند چالش برانگیز باشد. این زمان همزمان با استفاده از غذاهای طبیعی مثل لاروشیرونومید، بیومس آرتمیا، دافنی و غذای میکروذره ای بوده و عادت پذیری لاروها نسبت به غذاهای ذکر شده در دوره ذکر شده می تواند افزایش تلفات لاروها را به دنبال داشته باشد. این مورد مطابق با گزارش (Gisbert et al., 2018) و همکاران در سال ۲۰۱۸ بوده که گزارش نموده اکثر مرگ و میرهای لاروها در ۹ تا ۱۸ روز پس از تفریخ لاروها رخ می دهد. در همین راستا، از روز ۲۵ تا ۳۸ پس از تفریخ، جنبه های مثبت افزودن لاروهای شیرونومید (در تیمارهای ۱ و ۵) همسو با تحقیق محسنی و همکاران در سال ۲۰۱۲ و عفت پناه کماهی و همکاران در سال ۱۴۰۰، در تغذیه لارو فیل ماهی، و دافنی (در تیمار ۳) همانند تحقیق جعفریان و همکاران در سال ۱۳۹۲ در خصوص لارو تاس ماهی روسی خود را (در غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز) نشان داد. *Daphnia magna* یک غذای زنده مهم برای تغذیه لارو ماهی های آب شیرین بوده و علاوه بر اینکه منبع خوبی از پروتئین است، حاوی آنزیم های گوارشی مانند پروتئینازها، پپتیدازها، آمیلازها، لیپازها و حتی سلولز نیز است (Esmaeili Fereidouni et al., 2013). همچنین در این رابطه Abotaleb و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که *Daphnia magna* حاوی مقدار زیادی پروتئین حیوانی (۳۰/۸ تا ۶۱ درصد) و مقدار قابل توجهی ویتامین، آنتی اکسیدان، اسیدهای چرب غیر اشباع و کیتوزان است (Hamidoghli et al., 2014). همسو با نتایج

تحقیق حاضر، جعفریان و همکاران در سال ۱۳۹۲، گزارش نمودند که، تغذیه لارو تاس ماهی روسی با ترکیبی از دافنی و ناپلی آرمیا دارای اثرات مطلوبی بر لاروها بودند.

افزایش معنی دار بازماندگی در تیمار ۱ نسبت به سایر تیمارها در ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز و همچنین در تیمارهای ۱ و ۵ در زمان غذادهی ۶ بار در شبانه روز، نشان دهنده نقش استفاده از لاروهای شیرونومید در افزایش میزان بازماندگی لاروها با توجه به ویژگی های تغذیه ای لارو شیرونومید، از نظر سطح بالای پروتئین و وجود اکثر اسیدهای آمینه ضروری در آن بود (Hamidoghli et al., 2014).

از نظر ارزش غذایی، ناپلی آرمیا و بیومس آرمیا می توانند نیازهای تغذیه ای انواع وسیعی از موجودات را برآورده کنند. در مقایسه با ناپلی های تازه تفریخ شده، ارزش غذایی آرمیای در حال رشد و بالغ بیشتر است (Maldonado-Montiel and Rodríguez-Canche., 2005). علاوه بر این، در بیان اهمیت استفاده از بیومس آرمیا، گزارش گردیده که، آرمیا 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 پروتئین های آسان هضم بوده، در حالی که سایر منابع پروتئینی مانند پودر ماهی از قابلیت هضم کمی برخوردار می باشند. علاوه بر این، در مقایسه با غذای میکروذره ای، غذاهای زنده، علاوه بر تامین ریزمغذی های ضروری، ممکن است زیموژن ها و هورمون های گوارشی را فعال کرده یا ترشح آئیم های درون زا را تحریک کنند (Kumar Pradhan et al., 2014). در همین ارتباط، Ljubobratović و همکاران در سال 2015، 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. در این رابطه، همسو با نتایج تحقیق محسنی و همکاران در سال 2012، رشد کمتر در لاروهایی که فقط از میکرو ذره ای تغذیه می کنند، می تواند ناشی از توسعه کمتر دستگاه گوارش و در نتیجه عدم توانایی در هضم صحیح غذای میکروذره ای باشد. همچنین گزارش شده که میزان مرگ و میر لاروهایی که فقط با رژیم غذایی میکروذره ای تغذیه می شوند ممکن است ۲/۵ برابر بیشتر از لاروهایی باشد که صرفاً با غذای زنده تغذیه می شوند (Herath and Atapaththu, 2013). علاوه بر این، Bauman و همکاران در سال 2016، گزارش نموده اند که برای لارو تاس ماهی دریایچه ای تا ۱۴ روز پس از شروع تغذیه فعال، رژیم غذایی میکروذره ای از ارجحیت برخوردار ناست. همچنین Meyer و همکاران در سال 2016، گزارش نمودند که، جیره های طبیعی می توانند رشد بالاتری نسبت به جیره های فرموله شده در برخی از گونه های ماهیان خاویاری پرورشی مانند ماهیان خاویاری چینی (*A. sinensis*)، فیل ماهی (*H. huso*) و تاس ماهی ایرانی (*A. persicus*) داشته باشند (Meyer et al., 2016).

در بیان دلیل رشد بیشتر لاروها در زمان تغذیه با رژیم غذایی ۶ نسبت به سایر رژیم های غذای، باید ذکر نمود که، به دلیل بازماندگی معنی دار کمتر لاروها در تیمار ۶ نسبت به سایر تیمارها، میانگین رشد لاروها افزایش یافت. لذا در سایر تیمارها، لاروها به دلیل بازماندگی بیشتر، از تراکم بیشتر در مخازن برخوردار بودند. در همین ارتباط گزارش گردیده که،

تراکم بیشتر لاروها می تواند منجر به افزایش رقابت برای غذا و فضا شده و در نتیجه مصرف انرژی بیشتر منجر به متابولیسم بالاتر و کاهش رشد می شود (Djellata et al., 2021).

تغییر رژیم غذایی به طور قابل توجهی بر ضریب رشد ویژه لاروها در روزهای ۲۵، ۳۲ و ۳۸ پس از تفریخ تاثیر گذاشت ($p < 0.05$). به دلیل اینکه تا روز ۱۴ پس از تفریخ، در تیمارهای مختلف لاروها فقط از ناپلی آرتیمیا تغذیه نموده بودند، لذا تفاوت معنی داری بین تیمارهای های مختلف در روز ۱۴ پس از تفریخ وجود نداشت ($p > 0.05$).

در طول دوره پرورش میانگین ضریب رشد ویژه در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز در ۱۴ روز پس از تفریخ در تیمارهای مختلف فاقد اختلاف معنی دار آماری بودند ($p > 0.05$). با توجه به تغییر رژیم های غذایی در روزهای ۲۵، ۳۲ و ۳۸ پس از تفریخ، میانگین ضریب رشد ویژه در روزهای ۲۵ و ۳۲ پس از تفریخ در ۱۲ بار غذادهی در تیمار ۴ و در ۶ بار غذادهی در تیمار ۱ بصورت معنی داری بیشتر بود. در پایان دوره تحقیق، ضریب رشد ویژه در زمان ۱۲ بار غذادهی در تیمار ۵ و در ۶ بار غذادهی در تیمار ۱ بطور معنی داری بیشتر بود. این موضوع نشانگر نقش استفاده از غذاهای ترکیبی در ۱۲ بار غذادهی و لارو شیرونومید در ۶ بار غذادهی در افزایش ضریب رشد ویژه است.

شاخص وضعیت، ۱۴ روز پس از تفریخ، در زمان ۱۲ بار غذادهی در تیمار ۳ و در ۶ بار غذادهی در تیمارهای ۲، ۵ و ۶ بصورت معنی داری نسبت به هم بیشتر بود. میانگین شاخص وضعیت در روزهای ۲۵ و ۳۲ پس از تفریخ، در زمان ۶ بار غذادهی در تیمارهای ۳ و ۴ بصورت معنی داری بیش از ۱۲ بار غذادهی بود. در پایان دوره تحقیق، شاخص وضعیت لاروها، در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز، بجز در تیمار ۶ بصورت معنی داری بیش از تیمارهای ۶ بار غذادهی بود. این موضوع نشانگر نقش مثبت لارو شیرونومید، بیومس آرتیمیا و غذاهای ترکیبی در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز بر شاخص وضعیت لاروها است. همچنین در زمان غذادهی ۶ بار در شبانه روز، استفاده از دافنی و در استفاده ترکیبی از غذاهای زنده (شیرونومید و بیومس آرتیمیا بدون غذای میکروذره ای) و استفاده از غذای میکروذره ای توانست موجب بهبود شاخص وضعیت گردد. افزایش بازماندگی لاروها در اغلب تیمارهای ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز نسبت به ۶ بار غذادهی در شبانه روز، موجب کاهش اندک وزن در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز نسبت به ۶ بار غذادهی در شبانه روز گردید. این موضوع توانست بر شاخص وضعیت لاروها تاثیر بگذارد. شاخص وضعیت (CF) یکی دیگر از عوامل مهم در پرورش لارو ماهی های شکارچی است. زیرا تغییرات این شاخص می تواند همجنس خواری را تشدید کند (Ljubobratović et al., 2015). این موضوع نشان دهنده اثرات مثبت استفاده ترکیبی از غذاهای زنده به تنهایی یا همراه با غذای میکروذره ای بود.

تغییر جیره غذایی بر میزان ترکیب لاشه لاروها در برخی تیمارها تاثیر معنی دار آماری داشت ($p < 0.05$). در مقایسه آنالیز لاشه لاروها، در زمان ۱۲ بار و ۶ بار غذادهی در شبانه روز، درصد پروتئین خام در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز در تیمارهای ۳ و ۵، و در زمان غذادهی ۶ بار در شبانه روز در تیمارهای ۱ و ۴ بصورت معنی داری در مقایسه با هم بیشتر بودند. این موضوع نشانگر تاثیر دافنی و استفاده ترکیبی از غذاهای زنده در زمان افزایش دفعات غذادهی است. در زمان

کاهش دفعات غذادهی نقش شیرونومید و استفاده ترکیبی از غذاهای زنده و غذای میکروذره ای بیشتر خود را نشان داده است.

درصد چربی خام لاشه لارو، در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز در تیمارهای ۲ و ۴ و در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در تیمارهای ۳، ۵ و ۶ نسبت به هم بصورت معنی داری بیشتر بودند ($p < 0.05$). افزایش دفعات غذادهی موجب افزایش میزان چربی لاشه در زمان تغذیه لاروها با جیره حاوی بیومس آرتمیا و استفاده ترکیبی از غذاهای زنده و میکروذره ای گردید. همچنین کاهش دفعات غذادهی موجب گردید که لاشه لاروها در نتیجه تغذیه با دافنی، غذاهای زنده ترکیبی و غذای میکروذره ای از درصد چربی بالاتری برخوردار باشند.

مقدار بیشتر پروتئین لاشه و چربی خام کمتر در تیمارهای ذکر شده نشان می دهد که ماهی احتمالاً پروتئین بافتی بیشتری را نسبت به مقدار اولیه ذخیره و از چربی برای تأمین انرژی بیشتر از پروتئین استفاده نموده بود (Imtiaz, 2018). همچنین در این رابطه گزارش شده است که میزان کمتر چربی در توده ماهیچه ای ماهی نشانگر نرخ تغذیه کمتر از میزان بهینه است. در حالی که برخی معتقدند نرخ تغذیه بالاتر از میزان مورد نیاز، منجر به ذخیره انرژی کافی (معمولاً در به شکل چربی) در احشاء، عضله و کبد می گردد (Andrei et al., 2018). در مطالعه حاضر، بطور کلی در تیمارهای تحقیق با ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز میزان مصرف چربی و ذخیره پروتئین بیش از ۶ بار غذادهی در شبانه روز بود (جدول ۱۶-۳). درصد خاکستر خام لاشه در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز در تیمارهای ۳، ۵ و ۶ و در زمان ۶ بار غذادهی در شبانه روز در تیمارهای ۱، ۲ و ۴ نسبت به بصورت معنی داری بیشتر بودند. این موضوع نشان گر افزایش درصد خاکستر در نتیجه تغذیه لاروها با دافنی، ترکیبی از غذاهای زنده و غذای میکروذره ای در زمان غذادهی ۱۲ بار در شبانه روز است. همچنین در نتیجه کاهش دفعات غذادهی، درصد خاکستر خام لاشه لارو، در نتیجه تغذیه با شیرونومید، بیومس آرتمیا و ترکیبی از غذاهای زنده و میکروذره ای افزایش یافت.

درصد ماده خشک لاشه، در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز در تیمارهای ۱، ۳ و ۴ و در زمان ۶ بار غذادهی در تیمارهای ۲ و ۵ نسبت به هم بصورت معنی داری بیشتر بودند ($p < 0.05$). لذا در نتیجه افزایش دفعات غذادهی با تغذیه لاروها از شیرونومید، دافنی و ترکیبی از غذاهای زنده و میکروذره ای درصد ماده خشک بیشتر گردید ($p < 0.05$). کمتر بودن مقدار خاکستر در برخی تیمارها در زمان ۶ و ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز، احتمالاً می تواند نشانگر توده عضلانی کمتر بدن لاروها در رژیم های غذایی ذکر شده باشد (Imtiaz, 2018). با کاهش دفعات غذادهی و در نتیجه تغذیه لاروها با جیره حاوی بیومس آرتمیا و ترکیبی از بیومس آرتمیا+شیرونومید و ناپلی آرتمیا درصد ماده خشک، افزایش یافت ($p < 0.05$). تفاوت در ماده خشک تیمارها می تواند از تغییر رطوبت حاصله از نسبت تغذیه ناشی گردد (Imtiaz, 2018). تغییرات در ترکیب اسیدهای چرب لاشه لارو در زمان تغذیه با رژیم های متفاوت غذایی در جداول ۷-۳، ۱۴-۳ و ۱۷-۳ ارائه شده است. در مطالعه حاضر، تغییر رژیم غذایی، ترکیب اسید چرب لارو را تحت تاثیر قرار داد. در اکثر موارد، تغذیه لاروها با جیره های مختلف، باعث ایجاد تفاوت آماری معنی داری از نظر اسیدهای چرب اشباع شده (C10:0،

C12:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0 و C24:0) و اسیدهای چرب تک غیراشباع (C14:1, C15:1, C16:1, C17:1, C20:1, C18:1 (n-9) و C18:1 (n-11) C گردید ($p < 0.05$). از نظر اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه (PUFA)، تفاوت های آماری معنی داری در اکثر رژیم های غذایی مشاهده شد ($p < 0.05$).

در مقایسه تاثیر دفعات غذادهی لاروها بر مقدار اسیدهای چرب اشباع شده، در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز در تیمارهای ۳ و ۵ و در زمان ۶ بار غذادهی در تیمارهای ۲ و ۶ بصورت معنی داری مقدار اسیدهای چرب اشباع شده لاشه لاروها بیشتر بود. این موضوع نشانگر نقش نوع رژیم های مختلف غذایی مورد استفاده در زمان ۱۲ بار غذادهی (دافنی و ترکیب غذاهای طبیعی) و در زمان کاهش دفعات غذادهی (۶ بار در شبانه روز) در زما ت تغذیه لاروها با بیومس آرتمیا و فقط غذای میکرو ذره ای بود. در تیمارهای ۱ و ۴ تفاوت معنی داری بین ۱۲ و ۶ بار غذادهی مشاهده نشد ($p > 0.05$). میزان اسیدهای چرب تک اشباع، در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه در تیمار ۶ و در زمان ۶ بار غذادهی در تیمارهای ۱ الی ۵ بصورت معنی داری نسبت به هم بیشتر بودند. این موضوع نشانگر افزایش اسیدهای چرب تک اشباع در زمان تغذیه لاروها فقط با غذای میکرو ذره ای در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز بود. این در حالی است که در زمان کاهش دفعات غذادهی در زمان تغذیه لاروها با لاروشیرونومید و ترکیب غذاهای طبیعی مقدار اسیدهای چرب تک اشباع افزایش یافته بود.

از نظر اسید های چرب چند غیر اشباع (HUFA) لاروها، در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز، در تیمارهای ۱، ۲ و ۴ و در زمان ۶ بار غذادهی در تیمار ۵ نسبت به هم دارای اختلاف معنی دار آماری بودند. در زمان ۱۲ و ۶ بار غذادهی در شبانه روز، تیمارهای ۳ و ۴ نسبت به هم فاقد اختلاف معنی دار آماری بودند ($p < 0.05$). لذا با افزایش دفعات غذادهی نقش استفاده از لاروشیرونومید، بیومس آرتمیا و ترکیبی از غذاهای طبیعی همراه با غذای میکرو ذره ای، در افزایش اسیدهای چرب چند غیر اشباع پررنگ تر از سایر تیمارها بود. این درحالی است که با کاهش دفعات غذادهی (۶ بار در شبانه روز) مقدار اسیدهای چرب چند غیر اشباع در زمان تغذیه لاروها با ترکیب غذاهای طبیعی بیشتر بود. افزایش مقدار اسیدهای چربی چند غیر اشباع لاشه لاروها (با وجود کاهش دفعات غذادهی)، احتمالاً ناشی از قابلیت هضم و جذب بیشتر ترکیب غذاهای طبیعی توسط لاروها بود.

داده های مربوط به برخی آنزیم های گوارشی در روزهای مختلف پس از تفریخ در شکل های ۱-۳ الی ۸-۳ ارائه شده است. آگاهی از تغییرات فعالیت آنزیم گوارشی لارو ماهی می تواند نشان دهنده روند تکامل دستگاه گوارش که نقش اساسی در روند تغذیه ایفا می نماید باشد (Torfi mozanazadeh et al., 2021). با توجه به اینکه، الگوی فعالیت آنزیم ها در زمان اولین تغذیه لارو ماهی مختص به گونه ماهی است (Lahnsteiner, 2017)، در تحقیق حاضر مشخص گردید که بین نوع رژیم غذایی و فعالیت آنزیم های گوارشی لارو فیل ماهی ارتباط وجود داشته و نوع رژیم غذایی می تواند بر میزان فعالیت آنزیم های مورد بررسی تاثیر بگذارد. در بین آنزیم های مختلف، فعالیت آنزیم های پانکراس (مانند آمیلاز،

تریپسین و لیپاز) معمولاً به عنوان شاخصی از فعالیت و آمادگی دستگاه گوارش استفاده می‌شود (et al., 2015). (Najdegerami).

در بررسی فعالیت آنزیم‌ها در زمان ۱۲ بار غذادهی لاروها در شبانه روز، فعالیت آنزیم پپسین در تیمارهای ۱، ۴ و ۵ و در زمان ۶ بار غذادهی لاروها در شبانه روز در تیمارهای ۲، ۳ و ۶ بصورت معنی داری نسبت به یکدیگر بیشتر بود. این موضوع نشانگر نقش استفاده از لارو شیرونومید و غذای ترکیبی (همراه یا بدون غذای میکروذره ای) در افزایش فعالیت آنزیم پپسین در زمان ۱۲ بار غذادهی است. لارو شیرونومید دارای سطح پروتئین بالا و ضروری ترین اسیدهای آمینه بوده و لذا غذای مناسبی برای لارو ماهیان خاویاری است (Hamidoghli et al., 2014). همچنین نقش تغذیه ترکیبی لاروهای فیل ماهی با لارو شیرونومید، بیومس آرتمیا و با یا بدون غذای میکروذره ای هم توانست موجب افزایش فعالیت آنزیم پپسین گردد. نقش بیومس آرتمیا نیز در این بین قابل توجه بوده و یک منبع غذایی با مقادیر بالای پروتئین خام و چربی خام است. همچنین افزایش فعالیت آنزیم پپسین با کاهش دفعات غذادهی (۶ بار غذادهی در شبانه روز) در تیمارهای ذکر شده نشان دهنده نقش بیومس آرتمیا، دافنی و غذای میکروذره ای بر فعالیت این آنزیم است. دافنی نیز به عنوان یک منبع خوب پروتئینی و آنزیم‌های گوارشی می‌تواند در پرورش لارو ماهیان نقش موثری داشته باشد.

فعالیت آنزیم تریپسین در زمان ۱۲ بار غذادهی لاروها در شبانه روز، در تیمارهای ۳، ۴ و ۵ و در زمان ۶ بار غذادهی لاروها در شبانه روز در تیمارهای ۲ و ۶ بصورت معنی داری نسبت به یکدیگر بیشتر بود. تاثیر تیمارها بر فعالیت این آنزیم تقریباً مشابه تاثیر بر فعالیت آنزیم پپسین است. تفاوت فعالیت آنزیم با تغییر دفعات غذادهی، نشانگر نقش دافنی و استفاده از غذاهای ترکیبی (همراه یا بدون غذای میکروذره ای) در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز و نقش بیومس آرتمیا و غذای میکروذره ای با کاهش دفعات غذادهی (۶ بار در شبانه روز) است. در این رابطه گزارش گردیده که کمبود اسیدهای آمینه ای که مسئول سنتز و ترشح تریپسین هستند می‌توانند منجر به عدم فعالیت مناسب آنزیم تریپسین شوند (Quin et al., 2022). در مطالعه حاضر، تغییر در سطوح فعالیت پپسین و تریپسین نشان داد که نوع رژیم غذایی می‌تواند، سطح فعالیت آنزیم را به طور قابل توجهی تغییر دهد.

فعالیت آنزیم لیپاز، در زمان ۱۲ بار غذادهی لاروها در شبانه روز، در تیمارهای ۱، ۳، ۴، ۵ و ۶ و در زمان ۶ بار غذادهی لاروها در شبانه روز در تیمار ۲ بصورت معنی داری نسبت به یکدیگر بیشتر بود. این وضعیت نشانگر نقش همه رژیم‌های غذایی مورد استفاده (بجز تیمار ۲) در افزایش فعالیت آنزیم لیپاز در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز است. این در حالی است که فعالیت آنزیم لیپاز در زمان تغذیه لاروها با بیومس آرتمیا در زمان ۶ بار تغذیه در شبانه روز نسبت به ۱۲ بار غذادهی بیشتر بود. فعالیت لیپاز در لارو چندین گونه ماهی از جمله *A. fulvescens* گزارش شده است (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).

فعالیت آنزیم آمیلاز در لارو چندین گونه ماهی از جمله *A. fulvescens* گزارش شده است (Golchinfar et al., 2011, Zórowska et al., 1999). در تحقیق حاضر فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز، در زمان ۱۲ بار غذادهی لاروها در شبانه روز، در تیمارهای ۳، ۴، ۵ و ۶ و در زمان ۶ بار غذادهی لاروها در شبانه روز در تیمار ۲ بصورت معنی داری نسبت به یکدیگر بیشتر بود. فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز در زمان تغذیه ۱۲ و ۶ بار در شبانه روز از وضعیت مشابه آنزیم لیپاز برخوردار بود. تفاوت فعالیت آلفا-آمیلاز در تغذیه ۱۲ و ۶ بار در شبانه روز معنی دار نبود ($p > 0.05$). بیشتر بودن سطح فعالیت این آنزیم در اغلب تیمارها در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز، احتمالاً ناشی از تغذیه لاروها در فواصل زمانی کمتر و نیاز به فعالیت بالای آنزیم جهت هضم غذای خورده شده باشد. در همین ارتباط گزارش گردیده که تغییر استراتژی تغذیه می تواند بر فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز تأثیر بگذارد (Torfi Mozanadeh et al., 2021).

۵- نتیجه گیری

به طور خلاصه، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تغییر رژیم غذایی می تواند بر عملکرد رشد، به ویژه میزان بازماندگی تأثیر بگذارد. همچنین مشخص شد که تغذیه لارو فیل ماهی با لاروهای شیرونومید باعث افزایش میزان بازماندگی، مقدار اسیدهای چرب چند غیر اشباع (HUFA) در لاشه لارو و فعالیت آنزیم‌های پسیین و لیپاز در زمان ۱۲ بار غذادهی در شبانه روز گردید. همچنین تغذیه لاروها با زیست توده آرتمیا منجر به افزایش وزن و فعالیت آنزیم ها در ۶ بار غذادهی شد. استفاده از غذای میکروذره ای به تنهایی برای تغذیه لاروها باعث کاهش شدید میزان بازماندگی و فعالیت آنزیم ها شد. در مجموع با توجه به قیمت کمتر و فراوان تر بودن بیومس آرتمیا و سهولت تامین آن نسبت به لارو شیرونومید، می توان در تغذیه لاروها از مقادیر بیشتر بیومس آرتمیا جهت تغذیه لاروها استفاده و میزان لارو شیرونومید مورد استفاده را به میزان قابل توجه ای کاهش داد. افزایش دفعات غذادهی لاروها منجر به افزایش معنی دار بازماندگی در اغلب تیمارها گردید.

منابع

- پوردهقانی، م.، ۱۳۹۷. مدیریت تغذیه در مراحل مختلف پرورش ماهیان خاویاری. انستیتو بین المللی ماهیان خاویاری. ۲۷ ص.
- تاتینا، م.، پزند، ذ.ا و قریب خانی، م.، ۱۳۸۹. تاثیر استفاده از پودر دافنی و نرئیس در جیره غذایی بر بازماندگی و برخی شاخص های رشد لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). مجله علمی پژوهشی بیولوژی دریا - دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال دوم، شماره هفتم. صفحات ۳۶-۲۷.
- جعفریان، ح.، جعفریان، س و مختومی، ن.، ۱۳۹۲. بکارگیری دافنیا ماگنا (*Daphnia magna*) و ناپلی آرتمیا در تغذیه آغازین لارو ماهی چالباش. *Acipenser guldenstadtii*. Brandt Ratzeburge. 1833. دوره اول، شماره دوم. نشریه پژوهش های ماهی شناسی کاربردی. صفحه ۸۲-۶۹.
- حدادی مقدم، ک: پزند، ذ: محمود محسنی، م و چوبیان، ف.، ۱۳۹۳. تاثیر سطوح مختلف غذایی روتیفر (*Brachionus plicatilis*) و ناپلیوس آرتمیا (*Artemia parthenogenetica*) بر میزان رشد و بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). نشریه توسعه آبرزی پروری، سال هشتم، شماره سوم. صفحات ۴۱-۳۱.
- عفت پناه کمایی، ا.، فلاحتکار، ب.، سجادی، م.، منصف شکری، م.، ۱۴۰۰. تغذیه آغازین تاس ماهی ایرانی با غذاهای زنده مختلف و تاثیر آن بر شاخص های رشد، بقا، ترکیب بیوشیمیایی و اسیدهای چرب در مرحله عادت دهی به غذای مصنوعی با استفاده از شیرونومید. مجله منابع طبیعی ایران. دانشگاه تهران. دوره ۷۴، شماره ۱. صفحات ۱۳۷-۱۱۹.
- Abotaleb, H.A., Ashour, M., Elokaby, M.A., Mabrouk, M.M., El-feky, M.M.M., Abdelzaher, O.F., Gaber, A., Alsanie, W.F and Mansour, A.T., 2021. Effect of a new Feed *Daphnia magna* (Straus, 1820), as a fish meal substitute on growth, feed utilization, histological status, and economic revenue of grey mullet, *Mugil cephalus* (Linnaeus 1758). 13, 1-15. <https://doi.org/10.3390/su13137093>.
- Agh, N., Noori, F., Irani, A., Van Stappen, G and P. Sorgeloos, P., 2013. Fine-tuning of feeding practices for hatchery produced Persian sturgeon, *Acipenser persicus* and Beluga sturgeon, *Huso huso*. Aquaculture Research. 44, 335-344. doi:10.1111/j.1365-2109. 2011. 03031.x.
- Agh, N; Noori, F; Irani, A; Makhdom, N. M., 2012. First feeding strategy for hatchery produced Beluga sturgeon, *Huso huso* larvae. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 11(4) 713-723.
- Andrei, R. C., Cristea, V., Mirela Crețu, M., Dediu, L and Docan, A. I., 2018. The effect of feeding rate on growth performance and body composition of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) juveniles. AACL Bioflux. 11(3). 645-652. <http://www.bioflux.com.ro/aac1>.
- Anson, M.L., 1938. The estimation of pepsin, trypsin, papain, and Cathepsin with haemoglobin. Journal of General Physiology. 22, 79-89. <http://dx.doi.org/10.1085/jgp.22.1.79>.
- AOAC., 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Published by Association of Official Analytical Chemist, Virginia. USA. 771 p.
- Ballagh, D. A., Fielder, S and Pankhurst, P. M., 2010. Weaning requirements of larval mullet, *Argyrosomus japonicus*. Aquaculture Research. 41 (10), 493-504. doi:10.1111/j.1365-2109. 2010. 02519.x.
- Bauman, J. M. and Woodward, B. M., 2016. Effects of Family, Feeding Frequency, and Alternate Food Type on Body Size and Survival of Hatchery-Produced and Wild-Caught Lake Sturgeon Larvae. North American Journal of Aquaculture. 78, 136-144. doi: 10.1080/15222055.2015.1125979.652.
- Bernfeld, P., 1955. Amylases α and β . Methods in Enzymology. Academic Press, New York, 149-158. 1, 149-158. [http://dx.doi.org/10.1016/0076-6879\(55\)01021-5](http://dx.doi.org/10.1016/0076-6879(55)01021-5).
- 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), 248-54.

- Chen R., Hong Y., Hong Y., Sun K and Hong Y., 2021. Study on formulated diet for large yellow croaker (*Larimichthys crocea*) larvae at the early feeding stage. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 20(2), 313-323. doi: 10.22092/ijfs.2021.123777.
- 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), 1761-1776. doi: 10.1111/anu.13313.
- doi: 10.1006/abio.1976.9999.
- Effects of different three live foods on growth performance and survival rates in Beluga (*Huso huso*) larvae. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 11(1) 118-131.
- El-Dahhar, A. A., El-Sayed, H. S, Elwan, A. S., El-Zaeem1, S. Y and shahin, S. A., 2021. Effect of Micro Particulate Diets and Different Weaning Periods on Survival and Growth of European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Larvae. Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries. 25(1), 615 – 631. www.ejabf.journals.ekb.eg.
- Esmaeili Fereidouni, A., Fathi, N and Kazem Khalesi, M., 2013. Enrichment of *Daphnia magna* with Canola Oil and its Effects on the Growth, Survival and Stress Resistance of the Caspian Kutum (*Rutilus frisii kutum*) Larvae. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 13, 119-126. doi: 10.4194/1303-2712-v13_1_15.
- Firestone, D., 1998. Official Methods and Recommended practices of the American Oil Chemists Society, Vol. I–II (5 ed.) (Method 1–62). Champaign: AOCS.
- Folc, J., Lees, M and Solen-Stanley, G. H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biological Biochemistry. 226, 497-509. doi: 10.1016/s0021-9258(18)64849-5.
- Ghorbani Vaghe R., Ayoub Yousefi Jourdehi., Zabihollah Pajand., Maryam Monsef Shokri., and Mahmoud 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. Journal of Aquaculture Research. <https://doi.org/10.1155/2023/9936622>.
- Ghorbani Vaghe R., Shenavar Masouleh A.R., Alipour A.R.1., Yeganeh H., 2019. Effects of Artemia nauplii enrichment with a bacterial species (*Weissella koreensis*) on growth performance and survival rate of stellate sturgeon larvae (*Acipenser stellatus*). Journal of Survey in Fisheries Sciences. 5 (2), 1-10.
- Gisbert, E., Ortiz-Delgado, J. B and Sarasquete, C., 2008. Nutritional cellular biomarkers in early life stages of fish. Histol Histopathol. 23, 1525-1539. doi: 10.14670/HH-23.1525.
- Gisbert, E., Solovveyev, M. M., Bonpunt, E and Mauduit, C., 2018. Weaning in Siberian Sturgeon Larvae. In book: The Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869) Farming. 2, 59-72. doi:10.1007/978-3-319-61676-6_4.
- 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), 403-414. doi: 20.1001.1.15622916.2011.10.3.4.7.
- 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), 289-295. doi: 10.1080/15222055.2014.911224.
- Hamre, K., Yufera, M., Ronnestad, I., Boglione, C., Conceicao, E. C and Izquierdo, M., 2013. Fish larval nutrition and feed formulation: knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval rearing. Review in Aquaculture. 5 (Suppl. 1), 526-558. doi: 10.1111/j.1753-5131.2012.01086. x.
- Hardy, R. S., Vahid Zadmajid, V., Butts, I. A. E and Litvak, M. K., 2021. Growth, survivorship, and predator avoidance capability of larval shortnose sturgeon (*Acipenser brevirostrum*) in response to delayed feeding. PLoS ONE. 16(3), 1-20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247768>.
- 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. 2 (102), 1-7. <http://www.springerplus.com/content/2/1/102>.
- Iijima, N., Tanaka, S and Ota, Y., 1998. Purification and characterization of bile salt-activated lipase from the hepatopancreas of red sea bream, *Pagrus major*. Fish Physiol Biochem 18 (1), 59-69. doi: 10.1023/A:1007725513389.
- Imtiaz, A., 2018. Effects of feeding levels on growth performance, feed utilization, body composition, energy and protein maintenance requirement of fingerling, rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). Iranian Journal of Fisheries Sciences. 17(4), 745-762. doi: 10.22092/ijfs.2018.119209.
- Islam, M. S., Kibria, M. M and Bhuyan, M. S., 2019. Production of *Artemia* Biomass in Indoor Culture Tank in Bangladesh. J. Sci. Res. 11 (1), 101-110. Doi: <http://dx.doi.org/10.3329/jsr.v11i1.36467>.

- Kolkovski, S., 2001. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles-implications and applications to formulated diets. *Aquaculture* 200 (1), 181-201. doi:10.1016/S0044-8486 (01)00700-1.
- Król, J and Zieliński, E., 2015. Effects of stocking density and weaning age on cannibalism, survival and growth in European *perch fluviatilis* larvae. *Pol. J. Natur. Sc.* 30(4), 403–415.
- 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. 424-425, 120-130. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.12.041>.
- Kumar, A., Charan Ravi, C and Ibemcha Chanu, T., Mishra, S., Kumar, U., Chandra Das, P., 2017. Effect of Different Weaning Strategies on Survival and Growth of Endangered Fish Pengba, *Osteobrama belangeri* (Valenciennes, 1844) Larvae. *Int. J. Pure App. Biosci.* 5 (5): 951-957. doi: <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.5153>.
- Lahnsteiner, F., 2017. Digestive Enzyme System of Larvae of Different Freshwater Teleosts and Its Differentiation during the Initial Phase of Exogenous Feeding. *Czech J. Anim. Sci.*, 62 (10), 403–416. doi: 10.17221/25/2016-CJAS.
- Lee, S., Zhai, S., Deng, D. F., Li, Y., Christopher Blaufuss, P.C, Eggold, B. T., Binkovski, F., 2022. Feeding Strategies for Adapting Lake Sturgeon (*Acipenser fulvescens*) Larvae to Formulated Diets at Early Life Stages. *Animals* 2022, 12, 3128. <https://doi.org/10.3390/ani12223128>.
- 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. 15, 325-331. doi: 10.4194/1303-2712-v15_2_15.
- Maldonado-Montiel, T. D. N and Rodríguez-Canche, L. G., 2005. Biomass production and nutritional value of *Artemia* sp. (Anostraca: Artemiidae) in Campeche, México. *Int. J. Trop. Biol.* 53 (3-4), 447-457. doi: 10.15517/rbt.v53i3-4.14613.
- Memis, D., Ercan, E., Celikkale, M. S., Timur, M and Zarkua, Z., 2009. Growth and survival rate of Russian Sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) larvae from fertilized eggs to artificial feeding. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.* 9, 47-52.
- Meyer, H. A., Chipps, S. R., Graeb, B. D. S and Klumb, R. A., 2016. Growth, food consumption and energy status of juvenile pallid sturgeon fed natural or artificial diets. *Journal of Fish and Wildlife Management.* 7 (2), 387-396. doi: 10.3996/082015-JFWM-076.
- Najdegerami, E. H., Baruah, K., Shiri, A., Rekecki, A., Broeck, W. V. den. B., 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, 801-812. doi:10.1111/are.12231.
- Nazemroaya, S., Yazdanparast, R., Nematollahi, M.A, Farahmand, H and Mirzadeh, Q., 2015. Ontogenetic development of digestive enzymes in Sobaity sea bream, *Sparidentex hasta* larvae under culture condition. *Aquaculture.* 448, 545–551. doi: 10.1016/j.aquaculture.2015.06.0.
- parameters, immune status and intestinal morphology. *Journal of Aquaculture Research.* 52(8). 3687-3695. doi: 10.1111/are.15213.
- Phelps, R. P., 2010. Recent advances in fish hatchery management. *R. Bras. Zootec.* 39, 95-101. ISSN 1806-9290. www.sbz.org.br. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300011>.
- Piotrowska, I., Bożena Szczepkowska, B and Kozłowski, M., 2021. Influence of the size and form of *Artemia* sp. nauplii on the growth and survival of Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus* Mitchell) larvae. *Fisheries and aquatic Life. Archives of Polish Fisheries.* 29, 69 – 79. doi 10.2478/aopf-2021-0009.
- 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. 17 (2), 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263507>.
- Rosenlund, G., Stoss, J and Talbot, C., 1997. Co-feeding marine fish larvae with inert and live diets. *Aquaculture.* 35 (1-4), 183-191. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486 \(97\)00116-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486 (97)00116-6).
- Sener, E., Yilduz, M and Savas, E., 2005. Effects of Dietary Lipids on Growth and Fatty Acid Composition in Russian Sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) Juveniles. *Turk J Vet Anim Sci.* 29 (5), 1101-1107. <https://journals.tubitak.gov.tr/veterinary/vol29/iss5/4>.
- Torfi mozanazadeh, M., Nafisi Bahabadi, M., Morshedi, V., Azodi, M., Agh, N and Gisbert, E., 2021. Aquaculture. Weaning strategies affect larval performance in yellowfin seabream (*Acanthopagrus latus*).539. 736673, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736673>.
- 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), 1087-1104. doi. 10.1111/j.1095-8649. 1994.tb01075. x.

- Yeganeh Rastekenari, H., Kazami, R., Shenavar Masouleh, A., Banavreh, A., Najjar Lashgari³, S., Sayed Hassani, M. H., Ghorbani Vaghei, R., Alizadeh Roudposhti, M and Hallajian, A., 2021. Autochthonous probiotics *Lactococcus lactis* and *Weissella confusa* in the diet of fingerlings great sturgeon, *Huso huso*: effects on growth performance, feed efficiency, haematological
- Zótowska, K., Kolman, R., Lopeńska-Biernat, E and Kolman, H., 1999. Activity of digestive enzyme in Siberian sturgeon juvenile (*Acipenser baerii* Brandt). A preliminary study. Archives of Polish Fisheries. 7 (1), 201-211.

Abstract

The aim was to determine the effect of frequency and different feeding regimes on growth performance, survival, carcass composition and the activity of some digestive enzymes of great sturgeon larvae (*Huso huso*) during adaptation to manual food. Larvae, 7 days after hatching, were randomly released in 300-liter fiberglass tanks containing 100 liters of well water (300 larvae per tank) in a flowing system (with a flow rate of 3 liters per minute per tank) for 31 days. They were reared with 12 and 6 times feedings per day. The research treatments (12 treatments and 3 replications in each treatment) include: 1- *Artemia* nauplii (30-10% from the start to the end of feeding) + chironomid larvae (30-10%) + microdiet (20-5%). 2- *Artemia* nauplii (30-10%) + *Artemia* biomass (30-10%) + microdiet (20-5%). 3- *Artemia* Nauplii (30-10%) + *Daphnia* (30-10%) + microdiet (20-5%). 4- *Artemia* nauplii (30-10%) + chironomid larvae (15-5%) and *Artemia* biomass (15-5%) + microdiet (20-5%). 5- *Artemia* nauplii (30-10%) + chironomid larvae (15-5%) and *Artemia* biomass (15-5%). 6- microdiet (20-5%). Larvae were fed with live *Artemia* nauplii from 7 to 25 dah, frozen chironomid larvae and *Artemia* biomass from 14 to 25 dph, live *Daphnia* and microdiet from 14 to 38 dph. The results showed that the average survival rate of the treatments on different days after hatching of the larvae during 12 times feeding per day except for treatments 5 and 6 was significantly higher than 6 times feeding per day ($p < 0.05$). At the end of research (38 dph), the average weight of larvae with 12 times feeding, was significantly higher in treatments 4 and 5 and with 6 times feeding in treatments 1 and 6 ($p < 0.05$). The average specific growth rate was significantly higher in 12 and 6 times feeding in treatment 5 and 1 respectively. The average condition factor of larvae during feeding 12 times, except in treatment 6, was significantly more than the treatments of 6 times feeding. when feeding larvae, 12 times per day, Polyunsaturated fatty acids (HUFA) content, in treatments 1, 2, 4, and at 6 times feeding in treatment 5 were significantly different. At the 12 and 6 times feedings per day, treatments 3 and 4 had no statistically significant difference ($P < 0.05$). Pepsin enzyme activity was significantly higher at 12 times feeding in treatments 1, 4, 5 and at 6 times feeding in treatments 2, 3, 6. Trypsin enzyme activity was significantly higher at 12 times feeding in treatments 3, 4, 5 and at 6 times feeding in treatments 2 and 6. The activity of lipase enzyme was significantly higher at 12 times feedings in treatments 1, 3, 4, 5, 6 and at 6 times feeding in treatment 2. The activity of α -amylase enzyme was significantly higher at 12 times feeding in treatments 3, 4, 5, 6 and at 6 times feeding in treatment 2. Due to the reasonable price and ease of supply of *Artemia* biomass and *Daphnia* in comparison with chironomid larvae, it is possible to obtain favorable results in terms of survival rates (17.5% and 22.66%, respectively) in 12 times feeding per day, by using *Artemia* biomass (Treatment 2) or *Daphnia* (Treatment 3). Totally, feeding larvae, 12 times a day was preferable to 6 times a day.

Keywords: Great sturgeon, Larval stage, Feeding frequency, Survival, Dietary diversity

**Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute- International Sturgeon Research Institute–
Rasht**

Project Title: Determining the effect of feeding rotation and variation of great sturgeon (*Huso huso*) larvae during adaptation to handmade feeding.

Approved Number: 12-32-12-005-98001-990452

Author: Reza Ghorbani Vaghei

Project Researcher: Reza Ghorbani Vaghei

Provincial Researchers: -

Collaborator(s): A.R. Shenavar Masouleh, M. Mohseni, Z. Pajand, A.R. Alipour, A. Yousefi Jordehi, T. Sohrabi, A. Hosseinpour, M. Pourdehghani, M.H. Seyedhassni, H. Yeganeh, M. Monsef Shokri, J. Jalilpour, I. Hosseinnia, S. Ghasemian, Sh. Jamshidi, S. Nazem Roaya, R. Ghorbani, M. Fallah Shojaei

Advisor(s): -

Supervisor: -

Location of execution: Guilan Province

Date of Beginning: 2020

Period of execution: 2 Years & 7 Months

Publisher: Iranian Fisheries Science Research Institute

Date of publishing: 2023

All Right Reserved. No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference.

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute - International Sturgeon Research Institute

Project Title:

**Determining the effect of feeding rotation and variation of
great sturgeon (*Huso huso*) larvae during adaptation to
handmade feeding.**

Project Researcher:

Reza Ghorbani Vaghei

Register NO.

64315