اثر جیره‌های حاوی سطوح مختلف آستاگزانتین برشاخص‌های تولید مثلی و رشد لارو ماهی طلایی (*Carassius auratus*)

بابک تیزکار*[۱]، محمود بهمنی[۲]، همایون حسین زاده صحافی[۳]، افشار ذوقی شلمانی[۱]، عسگر زحمتکش کومله[۱]، حمید منصف کسمایی[۴]

۱- مرکز تحقیقات وآموزش گیلان، سازمان تحقیقات وآموزش کشاورزی، رشت، ایران، صندوق پستی: ۴۱۶۳۵-۳۳۹۴

۲- موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران، صندوق پستی: ۳۴۶۴-۴۱۶۳۵

۳- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، صندوق پستی: ۶۱۱۶-۱۴۱۵۵

۴- موسسه آموزش وترویج کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، صندوق پستی :۹۶۶۸۱-۱۴۵۷۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۶

چکیده

این تحقیق به منظور تأثیر استفاده از رنگدانه آستاگزانتین در افزایش راندمان تولید لارو ماهی قرمز در چهار تیمار و سه تکرار در زمستان ۱۳۹۳ انجام پذیرفت. به این منظور ۱۲ حوضچه فایبرگلاس ۴ مترمکعبی آماده ودرهر حوضچه ۵۰ عدد مولد ماده طلایی با وزن متوسط ۴۷/۲۱±۲/۱۹ گرم در آذرماه رهاسازی شدند. چهار نوع جیره غذایی حاوی مقادیر صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غذا آستاگزانتین تهیه و به مدت ۳ ماه براساس ۵ درصد زی‌توده وزنی‌شان تغذیه شدند. در فروردین ماه سال ۱۳۹۴ مولدین ماده هر حوضچه با نرهایی که فقط از جیره شاهد تغذیه شده بودند؛ بصورت انفرادی تلقیح شده و کلیه خصوصیات زیستی مولدین مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله پرورش لارو، لاروهای تولید شده از هر تیمار در مخازن جداگانه‌ای نگهداری شده و میزان تغییرات وزنی لاروها در قبل و بعد از جذب کیسه زرده و همچنین ضریب چاقی و درصد بازماندگی لاروهای هر تیمار مورد بررسی قرار گرفت. همچنین خصوصیات ریخت‌شناسی لاروها شامل طول نوتوکورد، ارتفاع بدن و مساحت کیسه زرده در قبل و بعد از جذب کیسه زرده تعیین و مقایسه شد. نتایج کلی این تحقیق نشان داد که آستاگزانتین با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره در بسیاری از شاخص‌های مورد بررسی باعث بهبود خصوصیات تولیدمثلی مولدین، تخم‌ها و همچنین لاروها شده است و تخم‌های لقاح‌یافته و لاروهای حاصله از این تیمار درصدبازماندگی بیشتری داشته و باعث افزایش راندمان تولید می‌شوند. در نتیجه مقدار ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آستاگزانتین در جیره برای ماهیان گرمابی توصیه می شود.

کلمات کلیدی: ماهی طلایی، تکثیر، لارو، کارتنوئید، آستاگزانتین.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). Btizkar@yahoo.com

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

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

مقدمه

در سال‌های اخیر استفاده از تکنیک‌ها و روش‌های جدید علمی، عامل موثری در بهبود فرآیند تکثیر و تولید مثل آبزیان بوده است (Izquierdo *et al*., 2001). تغذیه مولدین، درکنار فراهم بودن عوامل محیطی مناسب یکی از اصلی‌ترین عوامل تاثیرگذار بر فرایند تولید مثلی مولدین پرورشی است، این امر نه تنها در افزایش تولید محصولات جنسی و با کیفیت اثرگذار است، بلکه در میزان بازماندگی لاروها و تولید آبزیان قوی و مقاوم نیز نقش دارد (Wooster *et al*., 2000) بنابر اظهار نظر بسیاری از محققان، دانش ما در خصوص تغذیه مولدین بسیار محدود است (Izquierdo *et al*., 2001). محدود شدن منابع غذایی چه به لحاظ کمیت و چه به لحاظ کیفیت به طور جدی فرآیند تکثیر مصنوعی مولدین را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

امروزه جهت بهبود کیفیت تکثیر ماهیان از مواد و افزودنی‌های زیادی مثل ویتامین‌هایC، E و... استفاده می‌شود. کاروتنوئیدها[1] نیز یکی از این مواد هستند (Harris, 1984; Crick, 1985)؛ این مواد رنگدانه هایی هستند که در محصولات گیاهی و جانوری یافت می‌شوند ولی فقط گیاهان و بعضی از باکتریها و مخمرها قادر به تولید آنها هستند. تنوع در عملکرد کاروتنوئیدها با تنوع در ساختمان‌شان در ارتباط است. درک روابط بین خواص کارتنوئیدها وساختارآن‌ها، جهت بهینه‌سازی در عملکرد آن‌ها بسیار ضروری به نظر می‌رسد. این مواد با تجمع در کبد و انتقال به تخمدان و سپس اووسیت‌ها، تغییرات مثبتی را در بهبود رسیدگی جنسی مولدین فراهم می‌آورند (Kerfeld *et al*., 2003). آستاگزانتین و سایر کاروتنوئیدها به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های مهم در گیاهان وجانوران شناخته شده‌اند (Milicua *et al*., 1991) که می‌توانند به پاک سازی رادیکال‌های آزاد اکسیژن پرداخته و از آسیب رسیدن به سلول‌های هدف جلوگیری نماید (Birkhauser, 2003). وجود دسته‌ایی از رنگدانه ها درایجاد رنگ تخمک‌ها نقش اصلی داشته، باعث افزایش شدت رنگ تخم مولدین می‌شود. محققان به این نتیجه رسیده‌اند که کیفیت و رنگ تخم ماهیان وحشی نسبت به تخم ماهیان پرورشی همان گونه بیشتر است و این امر در کیفیت تخم درزمان تکثیر مصنوعی نقش مهمی را ایفا می‌کند (Steven, 1948). در آبزیان کاروتنوئید مورد نیاز از طریق زنجیره غذایی وارد بدن می‌شود. در سال‌های اخیر گزارش‌های متعددی در خصوص رابطه مثبت رنگدانه‌های تخم، درصد لقاح و درصد بقاء بالای لاروها در قزل‌آلای رنگین‌کمان[2] بدست آمده است (Bazyar *et al*., 2009). تحقیقات نشان داده است که کاروتنوئیدهای داخل تخم در مراحل جنینی و لاروی فعالیت کرده و عملکردهای مختلفی دارند که می‌توانند در سلامت و حفاظت تخم تاثیرگذار باشند (حمید اوغلی و همکاران، ۱۳۹۲) و (Crick and Harvi, 1986). تاکنون اطلاعات منتشر شده‌ای در خصوص نقش کارتنوئیدها در فیزیولوژی تولید مثل و بهبود روند زادآوری ماهیان خانواده کپور ماهیان و به ویژه ماهی طلایی وجود نداشته است. علی‌رغم نقش‌های مهمی که برای عملکرد کارتنوئیدها در بهبود فرایند تولید مثلی خانواده آزاد ماهیان، ماهیان خاویاری (فداکار وهمکاران، ۱۳۹۶) و بعضی از گونه‌های میگوی پرورشی وجود دارد، ولی در این خصوص تحقیقات همه‌جانبه‌ای در خصوص نقش

[1]- Carotenoids

[2]- *Oncorhynchus mykiss*

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

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

کارتنوئیدها در عملکرد تولیدمثلی کپور ماهیان و ماهی طلایی به عنوان یک ماهی زینتی و گونه‌ای که می‌تواند به عنوان نماینده ماهیان پرورشی خانواده کپور ماهیان باشد (Milicua *et al.*, 1991) صورت نگرفته است. این تحقیق می‌تواند به نقش آستاگزانتین در افزایش بهره‌وری مراحل تکثیر ماهی طلایی پرداخته وتاثیر آن رادر بهبود فرایند تولیدمثلی و مراحل رشد و نمو لارو آن مشخص نماید و سؤال‌های مهمی که هر کدام می‌تواند نقش تعیین کننده‌ای برای کارگاه های تکثیر ماهیان گرمابی باشد را پاسخگو باشد. در این تحقیق سعی شده است میزان اثربخشی آستاگزانتین در عملکرد تولید مثل مصنوعی ماهی طلایی در مسیر مراحل رشد و نمو لاروی مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش ها

این تحقیق از آذر۱۳۹۳ لغایت اردیبهشت ۱۳۹۴ در مرکز تکثیر وبازسازی ذخایر ماهیان استخوانی شهید انصاری رشت انجام شد. مراحل ساخت غذای دستی در موسسه بین‌المللی تحقیقات ماهیان خاویاری دکتر دادمان رشت و سنجش فاکتورهای کیفی تخم ولارو در آزمایشگاه ماهی‌شناسی مرکز آموزش میرزاکوچک خان رشت انجام شد. جهت مقایسه جیره‌های حاوی آستاگزانتین با جیره شاهد (فاقد آستاگزانتین)، چهار تیمار و سه تکرار در نظر گرفته شد، لذا به منظور پرورش مولدین با جیره های آماده شده ۱۲ وان فایبرگلاس ۴ متر مکعبی با قطر ۲ متر و ارتفاع آبگیری ۱/۲ متر جهت پرورش مولدین در نظر گرفته شد. بچه ماهیان ماده یکساله مورد استفاده، از کارگاه تکثیر مصنوعی بخش خصوصی تهیه شدند. به منظور سازگاری ماهیان با جیره‌غذایی دست ساز، مولدین به مدت یک هفته با غذای آماده شده شاهد، روزانه دو مرحله(ساعت ۱۰ صبح و ۱۵ عصر) مورد تغذیه قرارگرفتند. در شروع آزمایش تعداد ۶۰۰ قطعه ماهی مولد ماده با میانگین وزن ۲/۱۹±۴۷/۲۱ گرم و طول۰/۳۱±۱۴/۷۱سانتی‌متر انتخاب (۵۰ قطعه درهر مخزن) و توزیع شدند. عملیات تغذیه و تیماربندی از آذر۱۳۹۳ آغاز گردید. به منظور سنجش زیست‌سنجه های حرارت، اکسیژن محلول و pH از دستگاه دیجیتال Multi-parameter WTW استفاده شد. این زیست‌سنجه ها بصورت روزانه در تمامی مخازن مورد سنجش قرار گرفت. آب مورد استفاده برای مخازن از آب فیلتر شده مخازن رسوب گیر کارگاه تهیه می‌شد. به منظور بهبود کیفیت آب، روزانه مقدار ۱۰ درصد آب مخازن از کف مورد تعویض قرار می‌گرفت. به منظور مقایسه کارتنوئیدهای آستاگزانتین سه جیره غذایی شامل مقادیر(۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰) میلی‌گرم در کیلوگرم آستاگزانتین[1] (A۱۵۰, A۱۰۰, A۵۰) و یک جیره شاهد بدون کارتنوئید افزودنی، مطابق جدول۱ تهیه گردید. در ابتدا به منظور یکسان‌سازی جیره های مورد استفاده، جیره پایه (جدول۱) تهیه و آماده شده و سپس کارتنوئید آستاگزانتین به مقدار مشخص پس از حل شدن در آب ۳۵ درجه سانتی‌گراد به جیره ها اضافه شدند (Page and Davies, 2003). غذای آماده شده در دستگاه پلیت زن نوع کالیفرنیایی[2] به پلیت‌هایی با قطر ۳×۲ میلی‌متر تبدیل شدند. پلیت‌های آماده شده در دستگاه خشک کن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک ودر فریزر ۱۸- درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

1-Carophyll ® pink DSM 10%
2-California Pelleting Machine(CPM)

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

جدول ۱:ترکیبات مورد استفاده در جیره های غذایی مختلف بر حسب گرم

جیره اقلام غذایی	$A_{۵۰}$	$A_{۱۰۰}$	$A_{۱۵۰}$	شاهد
پودر ماهی	۲۹۰	۲۹۰	۲۹۰	۲۹۰
کنجاله سویا	۲۹۰	۲۹۰	۲۹۰	۲۹۰
پودر ذرت	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
روغن ماهی کیلکا	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
آرد گندم	۱۶۴	۱۶۴	۱۶۴	۱۶۴
آهک	۴/۵	۴	۳/۵	۵
متیونین	۲	۲	۲	۲
لیزین	۲	۲	۲	۲
نمک	۵	۵	۵	۵
کاویلا مایسین [a]	۲	۲	۲	۲
دی کلسیم فسفات	۵	۵	۵	۵
پرمیکس ویتامینه [b]	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵
پرمیکس معدنی [c]	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵
آستاگزانتین [d]	۰/۵	۱	۱/۵	–
جمع	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰

a .Kavillamycine: Contant 10000 mg Avillamaycine

b. Vitamin Permix:ρ-aminobenzoic acid 10.0 mg; biotin 0.40 mg, inositol 400.0 mg; nicotinic acid, 40.0 mg; Ca-pantothenate, 60.0 mg; pyridoxine-HCl,12.0 mg; riboflavin, 8.0 mg; thiamin-HCl, 4.0 mg; menadione, 4.0 mg; cyanocobalamine,
0.08 mg; calciferol, 1.20 mg; folic acid, 0.80 mg; choline chloride, 120.0 mg.

c. Mineral. Permix : k_2HPo_4 2.0g, $Ca_3(Po_3)_2$ 2.720g.$MgSo_4 7H_2O$3.041g .

d. Astaxanthin =Carophyll ® pink10% DSM

اندازه‌گیری کیفی جیره غذایی

جهت سنجش میزان پروتئین خام، چربی، خاکستر، فیبر و رطوبت غذا از روشهای ارایه شده توسط (AOAC)[1] استفاده شده است. این کار در آزمایشگاه تخصصی دامپزشکی استان گیلان صورت پذیرفت. جدول ۲ مشخصات کیفی جیره های مورد استفاده را مشخص می‌سازد.

[1]- Association of Official Analytical Chemists

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

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

جدول ۲: مشخصات کیفی جیره های آزمایشی

جیره ترکیب تقریبی مواد	$A_{۵۰}$	$A_{۱۰۰}$	$A_{۱۵۰}$	شاهد
پروتئین خام (درصد)	۳۳/۱۶ ± ۰/۲۶	۳۳/۱۶ ± ۰/۵۰	۳۴/۱۱ ± ۰/۳۴	۳۳/۸۱ ± ۰/۷۰
چربی خام (درصد)	۷/۹۸ ± ۰/۷۰	۷/۶۷ ± ۰/۶۸	۸/۷۵ ± ۰/۴۳	۷/۰۳ ± ۰/۵۲
خاکستر(درصد)	۹/۰۵ ± ۰/۳۲	۹/۲۹ ± ۰/۰۸	۹/۳۱ ± ۰/۰۴	۹/۰۳ ± ۰/۲۱
فیبر(درصد)	۲/۳۲ ± ۰/۲۴	۲/۹۴ ± ۰/۱۴	۲/۸۴ ± ۰/۲۸	۳/۰۵ ± ۰/۰۳
رطوبت (درصد)	۵/۷۰ ± ۰/۰۳	۵/۷۱ ± ۰/۰۳	۵/۷۳ ± ۰/۰۷	۵/۷۷ ± ۰/۰۲
کارتنوئید کل (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۵۲/۲۶ ± ۱/۵۸	۹۹/۵۳ ± ۳/۰۶	۱۴۹/۵۶ ± ۱/۲۶	۳/۴۴ ± ۱/۹۲

ماهیان هر حوضچه در ماه های آذر تا بهمن به میزان ۲ درصد زی توده ماهی موجود در هرحوضچه و در ماه‌های اسفند و فروردین به میزان ۵ درصد در ظروف غذادهی با جیره های ساخته شده تغذیه شدند.

مراحل تکثیر و اندازه گیری شاخص‌ها

طول و وزن مولدین در زمان شروع تحقیق وزمان تکثیر مولدین اندازه گیری شد. برای سنجش وزن شکم پر مولدین از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم استفاده گردید. درجه حرارت آب در زمان تکثیرمولدین ۱۹ درجه سانتی‌گراد بود. عملیات تکثیر در طی چهار مرحله و با فاصله یک روز در میان انجام شد. در هرمرحله از تکثیر با توجه به عدم همزمانی رسیدگی کامل تعدادی از مولدین، از هر تکرار ۱۰ مولد به طور تصادفی انتخاب شدند. مولدین با هورمون اوپرایم[1] (Haniffa and Sridhar, 2002) به مقدار ۰/۲ میلی‌لیتر در کیلوگرم وزن مولد، تزریق شدند. جهت یکسان شدن عملیات تکثیر وعدم تأثیرگذاری مولدین نر در نتایج بدست آمده، یک ماه قبل از شروع عملیات تکثیر، تعداد ۳۰۰ قطعه مولد نربا میانگین وزنی ۲/۲۱±۵۱گرم تهیه و با جیره شاهد مورد تغذیه قرارگرفتند. همزمان با تزریق مولدین ماده، نرها نیز به مقدار ۰/۱ میلی‌لیتر در کیلوگرم مورد تزریق هورمون قرار گرفتند. عملیات لقاح بصورت نیمه خشک انجام شد. در زمان تکثیر از تخمک مولدین و تخم‌های لقاح یافته در سه زمان لقاح، شروع مرحله گاسترولاسیون و درزمان خروج نوزادان از تخم، نمونه‌برداری های لازمه انجام وبلافاصله زیست سنجه ها مورد بررسی قرار گرفتند. میزان هم‌آوری کاری، مطلق نسبی هر مولد محاسبه گردید. با تعیین هم‌آوری کاری هر مولد، نسبت تخم تولید شده هر مولد به وزن مولد تعیین گردید (Bromage, 1995). در زمان تکثیر ابتدا از تخمک هر ماهی نمونه‌برداری شده و قطر(میلی‌متر) و تعداد در گرم تخمک مورد سنجش قرار گرفت. دو ساعت پس از تکثیر در زمان شروع تقسیم‌های چهارتایی از تخم‌ها نمونه‌برداری شده تا تعداد تخم در گرم، قطر تخم (میلی‌متر) ودرصد لقاح مورد اندازه گیری قرار گیرد. قطر تخمک و تخم به کمک لام میکرومتر و با لوپ (Olympus SZH) اندازه‌گیری شد. پس از تعیین درصد لقاح تعداد تخم‌های لقاح یافته هر مولد به نسبت وزن مولد براساس رابطه زیر تعیین گردید (Bromage, 1995).

$$\text{نسبت تخم‌های لقاح یافته به وزن مولد} = \frac{\text{درصد لقاح} \times \text{تعداد کل تخم استحصال شده}}{\text{وزن مولد}}$$

[1]-Ovaprime

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

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

اندازه‌گیری شاخص‌های پرورش لارو

جهت مقایسه میزان رشد لاروهای حاصله از مولدین تیمارهای مختلف از ۱۲ مخزن فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری با قطر یک متر استفاده شد. یک هفته قبل ازخروج لاروها از تخم، مخازن با آب فیلتر شده پرشدند. به منظور حذف موجودات مضر و بخصوص سیکلوپسها در وان‌های مورد نظر، سه روز قبل از انتقال لاروها از سم تری‌کلروفون به میزان ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر در یک نوبت استفاده شد. لاروهای حاصله از هر انکوباتور در یک وان مجزا به میزان تقریبی ۲۶۵ ± ۵۰۰۰ عدد لارو ریخته شدند. تعداد لاروها با روش وزنی محاسبه گردید. دمای آب در زمان انکوباسیون ۲۲ درجه سانتی‌گراد بود. میانگین وزن (میلی گرم) و طول (میلی متر) انفرادی لاروها در زمان هچ (همراه با کیسه زرده) و پس از جذب کامل کیسه زرده اندازه‌گیری شد. با محاسبه طول و وزن لاروها در قبل و بعد از جذب کیسه زرده، میزان ضریب چاقی لاروها براساس رابطه زیر محاسبه گردید (Nielsen and Johnson, 1983).

ضریب چاقی = وزن(گرم)/(طول نوتوکورد(میلی متر)^b)×۱۰۰

که در این معادله b شیب خط رابطه طول و وزن لاروها است.

در پایان جذب کیسه زرده و روز دوم بعد از جذب کیسه زرده؛ لاروهای داخل هر مخزن جمع‌آوری و پس از محاسبه وزن لاروهای زنده و محاسبه تعداد در گرم لارو؛ درصد بازماندگی لاروها به درصد براساس روابط زیرمحاسبه گردید (Bromage, 1995).

تعداد در گرم لارو(گرم) × وزن لارو استحصالی از هر مخزن = تعداد لارو زنده

$$\text{درصدبازماندگی لارو} = \frac{\text{تعداد لارو زنده هر مخزن}}{\text{تعداد لارو ریخته شده}} \times ۱۰۰$$

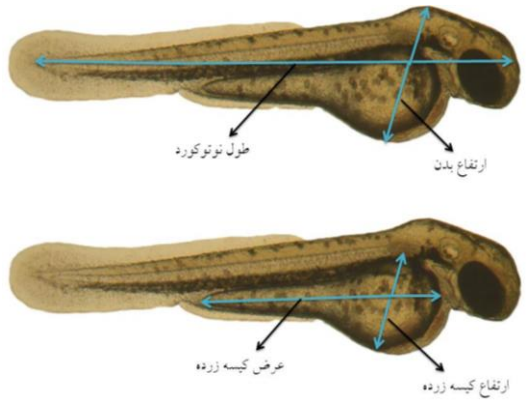
از لاروها در پایان جذب کیسه زرده، به منظور سنجش مقدار آستاگزانتین و کارتنوئید کل نمونه برداری شد.

به منظور مقایسه وزن لاروهای حاصله از تیمارهای مختلف میانگین وزن لاروهای هر تیمار در زمان خروج از تخم (زمان قبل از جذب کیسه زرده) و بعد از جذب کامل کیسه زرده تعیین گردید. جهت اندازه‌گیری وزن لاروها از رابطه زیر استفاده شد (Bromage, 1995):

وزن انفرادی لارو(میلی‌گرم) = ۱۰۰۰ / تعداد در گرم لارو

اندازه گیری خصوصیات ریختی لاروها

مشخصات ریخت‌سنجی لاروها پس از عکسبرداری از لاروها و به کمک دستگاه اندازه گیری نیکون (Nikon) انجام شد. برای هر لارو زیست سنجه های نوتوکورد، ارتفاع بدن، عرض کیسه زرده و ارتفاع کیسه زرده که در اشکال زیر نمایش داده شده اندازه گیری شد.



شکل ۱: نحوه زیست سنجی لاروها

اندازه‌گیری کاروتنوئید کل

نمونه‌های تخم ماهیان که در مراحل مختلف نمونه‌برداری شده بودند، پس از انجماد در نیتروژن مایع در فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. ۱/۵ گرم از نمونه پس از خروج از فریزر در دستگاه Christ

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

Freeze Dryer مـدل Alpha -L-۲- LD Plus در دمای ۵۵- درجه سانتیگراد خشک شدند. به منظور اندازه‌گیری مقدار کارتنوئیدها دروزن تر، نمونه‌ها قبل وبعد از خشک شدن توزن شده وازروی مقدار اختلاف وزن ایجاد شده، مقدار رطوبت در هر نمونه محاسبه و پس از اندازه‌گیری کارتنوئید، وزن خشک مورداستفاده در آزمایش به وزن تر تعمیم داده شد. استخراج کاروتنوئید از نمونه به کمک استون خالص مخصوص CLPH و ان هگزان با درجه انالیتیک با نسب حجمی(۱:۳) (استون به هگزان) انجام شد. عصارهٔ جدا شده بالایی بالافاصله با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری VU مدل IHCATIH-U-0081 در طول موج ۰۷۴ نانومتر خوانده شده و بالاترین مقدار جذب آن ثبت شد. مقدار کاروتنوئید کل بر اساس قانون لامبرت- بیر(reeb-trebmaL) ورابطه زیرتعیین گردید.

[وزن نمونه خشک شده(میلی گرم)]/[حجم محلول(میلی‌لیتر) × ضریب جذب مولکولی(ε) × حداکثر مقدار جذب]= کاروتنوئید کل(میکروگرم بر گرم)

مقدار ضریب جذب نوری ε ،۱×۱cm برابر(astaxanthin) ۱۲۴۰۰۰ در طول موج ۴۶۰ نانومتر است (Mínguez-Mosquera *et al., 2000*). مقدار جذب برای هر نمونه در سه تکرار ثبت شد.

تجزیه و تحلیل آماری

مقایسه داده‌های حاصله از نتایج بدست آمده براساس میانگین تکرارها با محاسبه میزان خطای استاندارد(Means± SE) گزارش شده است (Limenez *et al.*, 2007).

به منظور بررسی وضعیت نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگراف- اسمیرنوف[1] استفاده شد. جهت بررسی یکنواختی واریانس داده‌ها از آزمون لون استفاده گردید (Leven and Howard, 1960). جهت مقایسه داده‌های حاصله از پارامترهای تکثیرو مرحله لاروی ازآزمون آنالیز واریانس یکطرفه[2] استفاده شد (Zar, 1999). به منظور تعیین اختلاف معنی‌دار (در صورت موجود بودن) بین میانگین‌ها از آزمون تفکیکی دانکن[3] استفاده شد. سطوح معنی دار در سطح $P\leq ۰/۰۵$ بررسی شدند.

نتایج

میانگین روزانه درجه حرارت، اکسیژن محلول و pH و میزان هفتگی آمونیاک غیر یونیزه و نیتریت در طی مراحل پرورش مولدین در تیمارهای مختلف، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($P\geq ۰/۰۵$). جدول ۳ میانگین زیست سنجه‌های فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد.

[1]- One- sample Kolmogoram smirnov test
[2]- One- Way Analyses of Variance
[3]- Duncan

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

جدول ۳: میانگین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی مخازن پرورش مولدین درطول دوره پرورش مولدین

	دما °C	pH	اکسیژن محلول(mg/l)	آمونیاک غیر یونیزه(mg/l)	نیتریت (mg/l)
آذر	۱۲/۶۱±۰/۲۲	۷/۲۰±۰/۳۳	۷/۱۰±۰/۵۳	<۰/۰۱	<۰/۰۱
دی	۱۰/۲۴±۰/۱۴	۷/۳۰±۰/۲۳	۸/۲۰±۰/۴۵	<۰/۰۱	<۰/۰۱
بهمن	۶/۵۷±۰/۳۸	۷/۱۰±۰/۲۱	۷/۹۰±۰/۴۵	<۰/۰۱	<۰/۰۱
اسفند	۸/۸۹±۰/۳۳	۷/۵۰±۰/۲۳	۷/۳۰±۰/۵۳	<۰/۰۱	<۰/۰۱
فروردین	۱۶/۶۵±۰/۳۸	۷/۷۰±۰/۳۴	۶/۲۰±۰/۲۳	<۰/۰۱	<۰/۰۱
اردیبهشت	۲۰/۸۵±۰/۳۱	۷/۸۰±۰/۳۳	۵/۸۰±۰/۴۴	<۰/۰۱	<۰/۰۱

زیست سنجی مولدین

میانگین طول و وزن مولدین تیمارهای مختلف در چهارمین ماه تغذیه مولدین با جیره های مختلف، اختلاف معنی‌داری نداشتند (P≥۰/۰۵). اگرچه میانگین کل وزن مولدین با توجه به افزایش وزن گناد درآن‌ها، نسبت به زمان شروع تحقیق به میزان ۰/۱۱ ± ۸/۷۳ درصد افزایش یافته بود ولی این افزایش وزن اختلاف معنی‌داری را در بین تیمارهای مختلف ایجاد نکرد (P≥۰/۰۵). شاخص شکل بدنی مولدین در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان ندادند (P≥۰/۰۵).

در بین تیمارهای مختلف بیشترین تعداد در گرم تخمک (۵۴/۹۶ ± ۱۱۱۱/۸۷) در تیمار شاهد و کمترین آن (۵۴/۹۶ ± ۹۳۷/۹۶) در تیمار $A_{۱۵۰}$ مشاهده گردید (P≤۰/۰۵). آزمون آماری اختلاف معنی‌داری را به لحاظ اندازه میزان تخمک‌های مولدین در تیمارهای مختلف نشان داد (P≤۰/۰۵)؛ به عبارت دیگر تخمک‌های حاصله از مولدین شاهد نسبت به تخم‌های حاصله از مولدین تیمارهای $A_{۵۰}$، $A_{۱۰۰}$ و $A_{۱۵۰}$ کوچکتر بوده و اختلاف معنی‌درای به لحاظ وزن با این تیمارها نشان داد (P≤۰/۰۵) (جدول ۴).

بیشترین (۸۷۰/۹۰ ± ۱۱۷۱۶/۲۲عدد) میزان هماوری کل در تیمار $A_{۱۵۰}$ وکمترین (۷۹۳/۲۵ ± ۸۴۴۸/۴۵ عدد) آن در تیمار شاهد مشاهده شد ولی آزمون آماری اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای مختلف برای میزان هماوری کل نشان نداد (P≤۰/۰۵) (جدول ۴).

پس از عملیات تکثیر و محاسبه میزان کل تخم استحصال شده از مولدین هر تیمار، بیشترین (۷۴۳/۳۵ ± ۱۰۲۹۶/۹۲ عدد) هماوری کاری را تیمار $A_{۱۵۰}$ و کمترین(۷۰۶/۵۶ ± ۷۳۲۹/۱۴ عدد) آن-را تیمار شاهد نشان داد (P≤۰/۰۵) (جدول ۵)؛ در ضمن بیشترین(۱۱/۸۳ ± ۱۷۱/۴۲ عدد به گرم) هماوری نسبی در تیمار $A_{۱۵۰}$ و کمترین (۱۰/۶۴ ± ۱۳۵/۱۶ عدد به گرم) آن در تیمار شاهد مشاهده گردید. این نتایج نشان داد که علی رغم بالاتر بودن مقدار هماوری نسبی در تیمار $A_{۱۵۰}$ نسبت به تیمارهای دیگر و شاهد، اختلاف معنی‌داری بین میزان هماوری نسبی در تیمارهای مختلف دیده نشده است (P≥۰/۰۵) (جدول ۴).

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

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

جدول ۴: میانگین زیست‌سنجه های ریخت سنجی و تولید مثلی

شاخص	جیره $A_{5.}$	$A_{10.}$	$A_{15.}$	شاهد
وزن (گرم)	۶۳/۵۰±۳/۶۶ a	۶۲/۷۱±۳/۵۱ a	۶۸/۷۹±۲/۶۷ a	۶۳/۳±۱۳/۱۵ a
طول (سانتی‌متر)	۱۱/۳۲±۰/۲۵ a	۱۱/۲۲±۰/۲۴ a	۱۱/۵۹±۰/۱۸ a	۱۱/۳۰±۰/۰۷ a
شاخص شکل بدن (درصد)	۴/۳۵±۰/۰۷ a	۴/۳۹±۰/۰۴ a	۴/۴۱±۰/۰۹ a	۴/۳۸±۰/۰۲ a
هماوری کل	۹۶۶۸/۶۶±۱۰۳۵/۶۶ a	۹۳۲۵/۳۹±۱۰۵۱/۷۵ a	۱۱۷۱۶/۲۲±۸۷۰/۹۰ a	۸۴۴۸/۴۵±۷۹۳/۲۵ a
هماوری کاری	۸۴۴۰/۷۰±۸۷۲/۰۵ a	۸۱۹۱/۱۳±۸۹۶/۵۷ a	۱۰۲۹۶/۹۲±۷۴۳/۳۵ a	۷۳۲۹/۱۴±۷۰۶/۵۶ a
هماوری نسبی	۱۵۰/۷۸±۱۲/۰۱ a	۱۴۸/۶۸±۱۵/۵۲ a	۱۷۱/۴۲±۱۱/۸۳ a	۱۳۲/۱۶±۱۰/۶۴ a
تعداد تخمک در گرم	۹۸۷/۶۸±۵۵/۴۸ ab	۹۶۶/۵۳±۶۲/۶۹ b	۹۳۷/۴۸±۳۰/۶۶ b	۱۱۱۱/۸۷±۵۴/۹۶ a

وجود حداقل یک حرف مشترک بین تیمارهای یک سطر، نشانه عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی در سطح α=۰/۰۵ است

لقاح و انکوباسیون

نتایج حاصله از مراحل تکثیر مولدین نشان داده است که در بسیاری از زیست سنجه های تکثیر اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود دارد که در زیر به شرح آن‌ها پرداخته خواهد شد:

میانگین زمان رسیدگی نهایی مولدین پس از تزریق دردمای ۲۰ درجه سانتی گراد ۳/۳۱±۴۱۹/۲۰ درجه- ساعت بود. زمان رسیدگی نهایی دربین تیمارها، اختلاف معنی‌داری رانشان داد (P≤۰/۰۵). دیرترین زمان رسیدگی جنسی (۶/۳۸±۴۳۹/۳۰ درجه- ساعت) درتیمار $A_{15.}$ وسریعترین آن (۷/۱۷±۳۸۳/۸۸ درجه- ساعت) درتیمار شاهد مشاهده شد(جدول۵). آزمون آماری اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای مختلف برای مدت زمان رسیدگی جنسی نهایی نشان داد و در این بین زمان رسیدگی نهایی تیمار شاهد با سایر تیمارها اختلاف معنی دار بوده ونسبت به آن‌ها پایین- تربود (جدول ۵).

نتایج اولیه پس از تکثیرمولدین نشان داد که میانگین تعداد درگرم تخم‌های مولدین تیمارهای مختلف(دو ساعت پس از لقاح) اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند (P≤۰/۰۵). بیشترین تعداد تخم در گرم، (۶/۳۹ ± ۴۸۸/۷۶) در تیمار $A_{5.}$ و کمترین آن (۲/۰۰ ± ۴۵۳/۴۰) متعلق به تیمار $A_{10.}$ بود (جدول ۵).

این نتایج نشان داد، میانگین وزن انفرادی تخم‌های تیمارهای $A_{5.}$ و شاهد به نسبت تیمارهای دیگر کمتر بود (جدول ۵).

نتایج درصد لقاح تخم‌های مولدین تیمارهای مختلف نشان داد که اختلاف معنی‌داری به لحاظ درصد لقاح بین تیمارها وجود دارد(P≤۰/۰۵) (جدول ۵). این نتایج نشان داد بیشترین درصد لقاح (۰/۴۹ ± ۹۶/۹۴ درصد) در تیمار $A_{10.}$ و کمترین آن (۱/۱۳ ± ۸۷/۷۰ درصد) متعلق به تیمار شاهد بوده است. نتایج آزمون‌های آماری، اختلاف معنی‌داری را بین تیمار شاهد با تیمارهای دیگر به لحاظ درصد لقاح نشان داد (P≤ /۰۵).

در زمان تکثیر، میانگین قطر تخم (میلی‌متر) مولدین در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (P≤۰/۰۵). این نتایج بیانگرآن بود که قطر تخم در مولدین شاهد(۰/۰۲ ± ۱/۲۱ میلی‌متر) نسبت به قطر تخم

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

مولـدین در تیمارهـای دیگـر اخـتلاف معنـی‌داری دارد (P≤۰/۰۵) (جدول ۵).

میـانگین نسـبت تعـدادتخم‌های لقـاح یافتـه بـه وزن مولدین در تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی‌داری بـــود(P≤۰/۰۵). بیشترین(۲۵/۷۸ ±۷۸/۶۱) نسبت تعداد تخـم لقـاح یافتـه بـه وزن مولـدین(گرم) در تیمـار $A_{۵}$. وکمتـــرین(۱۵/۷۰ ± ۴۵/۵۶) نســبت درتیمـــار شـــاهد مشاهده گردید (جدول ۵).

درمرحله انکوباسیون، متوسط تعداد در گرم تخم‌ها از ۳/۳۲ ± ۴۶۶/۵۰ عـــدد در شـــروع زمـــان لقـــاح بـــه ۳/۳۲ ± ۴۱۷/۸۲ عـدد رسـید ودر مجمـوع تخم‌هـا بـه میـــزان(۰/۴۶ ± ۱۰/۳۹ درصـــد) افـــزایش وزن پیـــدا کردند(جدول ۵). نتایج نشان دهنده اختلاف معنی‌داری بین تعداد درگرم تخم مولدین در زمـان گاسترولاسـیون در بـین تیمارهـای مختلـف بـود (P≤۰/۰۵). بیشـترین (۷/۲۶ ± ۴۵۵/۳۲) تعداد در گرم تخم در تیمار شـاهد و کمترین (۷/۹۸ ± ۳۹۰/۴۷) تعداد در گرم تخم در تیمار $A_{۱۵}$. مشاهده گردید. نتایج نشان داند که میـانگین وزن انفرادی تخم‌های مولدین تیمارهای مختلف در زمـان شروع مرحله گاسترولاسـیون بـا یکـدیگر اختـــلاف معنی‌داری داشتند (P≤ /۰۵) (جدول ۵). درفاصـله بـین لقاح تا مرحله گاسترولاسیون تخم‌ها افزایش وزن نسـبی پیـدا کردنـد. نتـایج حاصـله از اخـتلاف وزن انفـرادی تخم‌ها در زمـان لقـاح و شـروع مرحلـه گاسترولاسـیون نشـان دهنـــده افـــزایش معنـــی‌دار وزن تخـــم مولـــدین تیمار $A_{۱۵}$. نسبت به تیمارهای دیگر بود. تخـم مولـدین این تیمار از زمان لقاح تا شـروع مرحلـه گاسترولاسـیون افـزایش وزنـی معـادل ۱/۴۴ ± ۱۵/۵۶ درصـد داشـت (جدول ۵).

مقایســـه درصـــد بازمانـــدگی تخم‌هـــا در مرحلـــه انکوباســـیون نشـــان داد کـــه در مرحلـــه شـــروع گاسترولاسیون، درصـد بازمانـدگی تخم‌هـای مولـدین، اخـتلاف معنـی‌داری بـا یکـدیگر داشـته‌اند (P≤۰/۰۵) (جـدول۵). ایـن نتـایج نشـان داده، بیشـترین(۰/۳۷ ± ۸۷/۶۸ درصـد) درصـد بازمانـدگی تخم‌هـا؛ در شـروع مرحلـه گاسترولاسـیون، در تیمـار $A_{۱۵}$. و کمتـرین (۱/۶۰ ± ۵۷/۵۱ درصد) آن درتیمار شاهد بوده است.

در پایان مرحله انکوباسیون، پـس از محاسـبه تعـداد لارو حاصله از هر انکوباتور، بـالاترین (۱/۱۷ ± ۴۵/۵۶ درصد) درصد تفریخ تخم در تیمـار $A_{۱۵}$. و پـایین‌تـرین (۱/۲۳ ± ۲۵/۵۱ درصد) آن در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵).

در پایان مرحله انکوباسیون وپس از محاسـبه تعـداد لارو حاصله از هر انکوباسیون، نسبت لارو حاصله از هر مولد به وزن مولد تکثیر شده، بدست آمده و نتایج نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین میانگین نسـبت لارو حاصله به وزن بدن مـــــولدین (گـــرم) در تیمارهـای مختلـف بـود(P≤۰/۰۵). ایـن نتـایج نشـان داد، میـانگین لارو به وزن مولدین در تیمار $A_{۱۵}$. نسبت بـه تیمارهـای دیگر بالاتر بوده (P≤۰/۰۵).

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

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

جدول۵: میانگین نرماتیوهای مرحله تکثیر و انکوباسیون مولدین در تیمارهای مختلف(n =۱۲)

شاخص	جیره $A_{5.}$	$A_{10.}$	$A_{15.}$	شاهد
زمان رسیدگی نهایی (درجه ساعت)	۴۰۸/۵۷ ± ۴/۰^{b}	۴۲۴/۹۳ ± ۸/۱۷^{ab}	۴۳۹/۶۳ ± ۶/۳۸^{a}	۳۸۳/۸۸ ± ۷/۱۷^{c}
تعداد در گرم تخم (زمان لقاح)	۴۸۸/۷۶ ± ۶/۳۹^{a}	۴۵۳/۴۰ ± ۲/۰۹^{b}	۴۶۳/۲۹ ± ۱۰/۶۷^{b}	۴۸۷/۹۴ ± ۴/۶۹ ^{a}
وزن تخم بعد از لقاح (میلی گرم)	۲/۰۵ ± ۰/۰۳^{c}	۲/۲۱ ± ۰/۰۱^{ab}	۲/۱۷ ± ۰/۰۴^{ab}	۲/۰۵ ± ۰/۰۲^{c}
درصد لقاح (درصد)	۹۴/۶۳ ± ۰/۲۷^{b}	۹۶/۹۴ ± ۰/۴۹^{a}	۹۶/۵۲ ± ۰/۳۱^{a}	۸۷/۷۰ ± ۰/۱۳^{c}
قطر تخم (میلی متر)	۱/۲۸ ± ۰/۰۲ ^{a}	۱/۳۱ ± ۰/۰۱^{a}	۱/۲۸ ± ۰/۰۲^{a}	۱/۲۱ ± ۰/۰۲^{b}
نسبت تعدادتخم لقاح یافته به وزن بدن (گرم)	۷۸/۶۱ ± ۷/۴۴ ^{a}	۶۹/۵۱ ± ۸/۰۶^{a}	۷۷/۹۹ ± ۶/۰۵^{a}	۴۵/۵۶ ± ۴/۵۳^{b}
تعداد در گرم تخم (گاسترولاسیون)	۴۴۰/۱۳ ± ۵/۲۷^{a}	۴۱۰/۵۷ ± ۵/۴۲^{bc}	۳۹۰/۴۷ ± ۷/۹۹^{c}	۴۵۵/۳۲ ± ۷/۲۶ ^{a}
وزن تخم در گاسترولاسیون (میلی گرم)	۲/۲۸ ± ۰/۰۳^{d}	۲/۴۴ ± ۰/۰۳^{bc}	۲/۵۷ ± ۰/۰۵^{a}	۲/۲۰ ± ۰/۰۳^{d}
درصد بازماندگی درگاسترولاسیون (درصد)	۶۹/۳۰ ± ۰/۹۸^{cd}	۷۰/۴۳ ± ۱/۸۵^{c}	۸۷/۷۰ ± ۰/۳۷^{a}	۵۷/۱ ± ۱/۶۰^{e}
درصد افزایش وزن تخم (درصد)	۹/۸۷ ± ۱/۰۲^{b}	۹/۴۳ ± ۱/۲۳^{bc}	۱۵/۵۶ ± ۱/۴۴^{a}	۶/۷۳ ± ۰/۸۴^{c}
درصد تفریخ (درصد)	۳۰/۸۵ ± ۱/۴۶^{c}	۳۱/۹۴ ± ۱/۴۸^{c}	۴۵/۵۶ ± ۱/۱۷^{a}	۲۵/۵۲ ± ۱/۲۳^{d}
نسبت تعدادلاروتولید شده به وزن بدن (گرم)	۲۷/۱۰ ± ۳/۰۹^{b}	۲۳/۹۵ ± ۲/۴۸^{b}	۴۳/۰۰ ± ۴/۲۱^{a}	۱۲/۵۱ ± ۱/۴۰^{d}

وجود حداقل یک حرف مشترک بین تیمارهای یک سطر، نشانه عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی در سطح α=۰/۰۵ است

مرحله پرورش لارو

نتایج نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌داری بین وزن لاروهای(میلی گرم) حامل کیسه زرده در تیمارهای مختلف بود (P≤۰/۰۵). بیشترین وزن لارو حامل کیسه زرده (۰/۰۲± ۲/۴۸ میلی گرم) در تیمار $A_{15.}$ و کمترین وزن لارو (۰/۰۱± ۱/۵۰ میلی گرم) در تیمار $A_{5.}$ مشاهده شد (جدول ۶).

میانگین وزن لاروها پس از جذب کیسه زرده، نسبت به مرحله قبل ازجذب، کاهش یافته و این مقادیر در تیمارهای مختلف با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (P≤۰/۰۵). بیشترین وزن لاروپس از جذب (۰/۰۰± ۲/۲۰ میلی گرم) در تیمار $A_{15.}$ و کمترین آن (۰/۰۰± ۱/۴۷ میلی گرم) در تیمار $A_{5.}$ مشاهده شد (جدول ۶).

با محاسبه میانگین ضریب چاقی لاروها، نتایج نشان دادند که در قبل و بعد از جذب کیسه زرده اختلاف معنی‌داری بین ضریب چاقی لاروها در تیمارهای مختلف وجود دارد (P≤۰/۰۵) (جدول ۶).

تا پایان مرحله جذب کیسه زرده کمترین میزان درصد بازماندگی (۵/۱۹ ± ۷۸/۹۴ درصد) در تیمار شاهد مشاهده شد، اما نتایج اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای مختلف نشان نداد (P≥۰/۰۵) (جدول ۶)؛ این در حالی است که میانگین درصد بازماندگی لاروها از پایان مرحله جذب کیسه زرده تا پایان مرحله لاروی، در تیمارهای مختلف، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند (P≤۰/۰۵) (جدول۶). در این مرحله بیشترین درصد بازماندگی (۱/۳۱± ۹۵/۵۲ درصد) در تیمار $A_{15.}$ و کمترین (۴/۵۲± ۲۸/۳۶ درصد) در تیمار شاهد مشاهده گردید.

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

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

جدول۶: میانگین وزن و ضریب چاقی(**n**=۱۰) و بازماندگی لاروها در مراحل پایان جذب کیسه زرده و پایان مرحله لاروی(**n** =۳)

شاخص / جیره	$A_{۵۰}$	$A_{۱۰۰}$	$A_{۱۵۰}$	شاهد
وزن قبل از جذب (میلی گرم)	۱/۵۰ ± ۰/۰۱^{d}	۱/۶۸ ± ۰/۰۱^{c}	۲/۴۸ ± ۰/۰۲^{a}	۱/۵۹ ± ۰/۰۲^{d}
وزن پس از جذب (میلی گرم)	۱/۴۷ ± ۰/۰۰^{e}	۱/۵۱ ± ۰/۰۱^{e}	۲/۲۰ ± ۰/۰۰^{a}	۱/۵۸ ± ۰/۰۱^{d}
ضریب چاقی پایان جذب	۱/۱۰ ± ۰/۰۹^{d}	۱/۷۸ ± ۰/۱۰^{bc}	۲/۱۶ ± ۰/۱۱^{a}	۱/۸۲ ± ۰/۱۶^{bc}
ضریب چاقی پایان لاروی	۰/۷۰ ± ۵/۰۲^{c}	۰/۸۴ ± ۰/۰۴^{b}	۰/۹۸ ± ۰/۰۴^{a}	۰/۷۹ ± ۰/۰۳^{c}
بازماندگی درپایان جذب (درصد)	۸۶/۹۷ ± ۶/۱۹^{a}	۸۸/۳۵ ± ۳/۷۳^{a}	۹۶/۶۷ ± ۰/۶۴^{a}	۷۸/۹۴ ± ۵/۱۹^{a}
بازماندگی درپایان لاروی (درصد)	۳۸/۲۹ ± ۳/۰۲^{d}	۷۳/۴۶ ± ۲/۳۴^{c}	۹۶/۵۲ ± ۱/۳۱^{a}	۲۸/۳۶ ± ۴/۵۲^{e}

وجود حداقل یک حرف مشترک بین تیمارهای یک سطر، نشانه عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی در سطح α=۰/۰۵ است

خصوصیات ریختی لاروها

نتایج نشان می‌دهد که در زمان بعد از دنیا آمدن لاروها (Hatching)، اختلاف معنی داری در پارامترهای اندازه‌گیری شده (طول نوتوکورد، ارتفاع بدن و مساحت کیسه زرده) بین لاروها درتیمارهای مختلف مشاهده نشده است (جدول ۷).

نتایج نشان دادکه در زمان قبل از جذب کیسه زرده، در هیچ یک از خصوصیات ریختی لاروها بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است (جدول ۷).

نتایج تجزیه تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که در زمان جذب کامل کیسه زرده، اختلاف معنی داری بین تیمارها بوجود آمده است (P≤۰/۰۵). بیشترین طول نوتوکورد در تیمار $A_{۱۵۰}$ وکمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد. مقدار طول نوتوکورد درتیمار $A_{۵۰}$ با تیمارهای دیگر یکسان بود. بیشترین ارتفاع بدن در تیمار $A_{۱۵۰}$ و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده گردید. تیمار $A_{۱۵۰}$ و $A_{۱۰۰}$ اختلاف معنی‌داری را برای ارتفاع بدن نشان ندادند ولی مقدار ارتفاع بدن در تیمار $A_{۵۰}$ کمتر از دو تیمار حاوی رنگدانه بود (جدول ۷).

نتایج نشان داد که در زمان پایان مرحله لاروی بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده شده است. تیمار $A_{۱۵۰}$ اختلاف معنی داری را نسبت به سایر تیمارها در فاکتورهای طول نوتوکورد نشان داده است و بیشترین میزان را شامل می‌شود.کمترین مقدار مربوط به تیمار $A_{۵۰}$ بوده که با شاهد اختلاف معنی داری نداشته است. مقدار ارتفاع بدن نیز در لاروهای حاوی مقادیر بالاتر آستاگزانتین مشاهده گردید (جدول ۷).

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

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

جدول ۷: میانگین خصوصیات ریختی لاروها در تیمارها در مراحل مختلف

		$A_{۵۰}$	$A_{۱۰۰}$	$A_{۱۵۰}$	شاهد
مرحله بعد از هچ	نوتوکورد	۴/۱۷±۰/۱۲^{a}	۴/۲۴ ± ۰/۰۷^{a}	۴/۳۵ ± ۰/۰۷^{a}	۴/۲۱±۰/۱۲^{a}
	ارتفاع بدن	۱/۳۱ ± ۰/۰۵^{a}	۱/۱۶ ± ۰/۰۲^{a}	۱/۱۵± ۰/۰۳^{a}	۱/۱۲± ۰/۰۴^{a}
	مساحت کیسه زرده	۱/۶۵ ± ۰/۰۱۲^{a}	۱/۴۸ ± ۰/۰۵^{a}	۱/۴۵ ± ۰/۰۴^{a}	۱/۴۲ ± ۰/۰۹^{a}
مرحله قبل از جذب	نوتوکورد	۵/۵۰ ± ۰/۰۶^{a}	۵/۵۰ ± ۰/۰۶^{a}	۵/۵۶ ± ۰/۰۶^{a}	۵/۷۰ ± ۰/۱۰^{a}
	ارتفاع بدن	۱/۰۰ ± ۰/۰۲^{a}	۱/۰۲ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۹۸ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۹۸ ± ۰/۰۲^{a}
	مساحت کیسه زرده	۰/۱۸ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۱۸ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۲۰ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۱۷ ± ۰/۰۱^{a}
مرحله بعد از جذب	نوتوکورد	۵/۹۵ ± ۰/۰۴^{ab}	۵/۷۷ ± ۰/۰۹^{ab}	۶/۰۹ ± ۰/۰۸^{a}	۵/۶۳ ± ۰/۰۶^{b}
	ارتفاع بدن	۰/۹۴ ± ۰/۰۵^{b}	۱/۰۲ ± ۰/۰۲^{ab}	۱/۰۴ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۸۹ ± ۰/۰۲^{c}
پایان مرحله لاروی	نوتوکورد	۶/۹۱ ± ۰/۰۸^{c}	۹/۱۲ ± ۰/۱۸^{b}	۹/۸۹ ± ۰/۱۴^{a}	۷/۲۵ ± ۰/۱۶^{c}
	ارتفاع بدن	۱/۱۷ ± ۰/۰۲^{b}	۲/۰۴ ± ۰/۰۷^{b}	۱/۶۵ ± ۰/۰۶^{a}	۱/۲۱ ± ۰/۰۷^{b}

وجود حداقل یک حرف مشترک بین تیمارهای یک سطر، نشانه عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی در سطح α=۰/۰۵ است.

بحث

بیش از ۵۰ سال است که محققان بسیاری در خصوص ارتباط بین مقادیر کارتنوئید تخم ماهیان و کیفیت تخم تحقیق نموده و نتایج مختلفی بدست آورده‌اند.

در این زمینه بیشتر تحقیقات انجام شده در خصوص آزاد ماهیان بوده است (Torrissen, and Christiansen, 1995). گزارش‌های ارایه شده دراین خصوص درباره آزاد ماهیان متناقص بوده به‌طوری‌که بعضی از نویسندگان ارتباط مؤثری را بین میزان کارتنوئید تخم آزاد ماهیان و کیفیت تخم، بدست آورده‌اند (Harris, 1984). ازطرف دیگر عده‌ای این ارتباط را بی‌معنی دانسته و تاثیر این مواد در کیفیت تخم و رسیدگی جنسی را موثر ندانستند (Torrissen, and Christiansen, 1995). وجود این اختلافات می‌تواند ناشی از نوع روش کار، نوع گونه، سن مولدین، اختلاف در مقدار و نوع کارتنوئید و تفاوت در معیارهای مورد استفاده برای اندازه‌گیری کیفیت تخم باشد. رژیم‌های حاوی منابع مختلف کارتنوئیدی از جمله آستاگزانتین، کانتازانتین و بتاکاروتن توانسته‌اند باعث بهبود کیفیت تخم خرچنگ آب شیرین[1] (*Cherax quadrucarinatus*) (Harpaz *et al*., 1998) مولدین تن زردباله[2] (*Seriola quinquerod*) (Verakunpiriy *et al*., 1997) تخم‌های توتیای دریای (*Lytechinus variegatus*) (George *et al*., 2001) و تخم شیرماهی[3] (*Pseudo caranx dentex*) (Vassallo-Agius *et al*., 2001) شوند. در بعضی از گونه های دریایی، مثل میگوی مونودون (Pangantihon *et al*., 1998) صدف آبالون[4] (*Haliotis discus*) (Tsushima and Matsuno, 1998). کارتنوئیدها باعث بهبود رشد و بازماندگی لاروها شده‌اند. در سالیان گذشته، برای آستاگزانتین حتی نقش هورمونی تأثیرگذار بر لقاح نیز قائل شده‌اند (Hartman *et al*., 1947)

[1]- Cray fish
[2]- Yellow tail
[3]- Striped jack
[4]- Abalone

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

در تحقیقات دیگری گزارش شده است که جیره های حاوی کارتنوئید می‌توانند باعث افزایش درصد لقاح، رسیدگی جنسی و افزایش درصد بازماندگی تخم‌ها پس از لقاح، در ماهیان شوند (Huang *et al*., 2008 and Hubbs *et al*., 1985). از طرف دیگر محققان دیگری مثل Quantz (1980)، Tveranger (1986)، Torrissen, and Christiansen(1995) هیچ ارتباط و همبستگی موثری بین رژیم‌های غذایی حاوی کارتنوئید با درصد مرگ و میر و تفریخ تخم‌ها و درصد بازماندگی آلوین‌های[1] ماهی آزاد پیدا نکردند.

در طی مراحل نمونه‌برداری میانگین وزن و طول ماهیان اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان نداد. همچنین میانگین شاخص شکل بدن مولدین در تیمارهای مختلف، نیز اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نداشتند. این نتیجه در مطالعات انجام شده توسط Yanar and Tekeliglu(1997) نیز تأیید شده است. آنها به این نتیجه رسیدند که کارتنوئیدهای موجود در جیره تأثیری در رشد ماهی طلایی نداشته‌اند.

در تحقیقات گذشته، نشان داده شد که رژیم‌های حاوی کانتاگزانتین باعث بهبود هماوری ماهی قزل‌آلا شده است (Harris,1984). این نتیجه بوسیله (Huang *et al*., 2008) در گونه میگوی مونودن نیز به اثبات رسیده است. در این تحقیق، اگرچه میانگین میزان هماوری کل، کاری و نسبی مولدین در تیمار A_{150} بیشتر از دیگر تیمارها و بخصوص تیمار شاهد بوده است ($P\geq ۰/۰۵$) ولی اختلاف معنی‌داری بین میزان هماوری‌های مورد مطالعه در تیمارهای مختلف دیده نشد($P\geq ۰/۰۵$). این نتیجه با نتایج بدست آمده بوسیله Vassallo-Agius *et a* ,(2001) و Watanabe *et al* (2003) در گونه استریپت جک (*Pseudocaranx dentex*) و Varghese *et al* (2009) در گونه دلقک ماهی (*Amphiprion sebae*) مغایرت داشت. شاید یکی از علل اصلی این مغایرت آن باشد که ماهی مورد مطالعه در این تحقیق تخمک‌های داخل تخمدان خود را بصورت دسته‌ای آماده تخم‌ریزی می‌کنند (Bathch Spawner) و همزمان با تخم‌های رسیده در بدن تخم‌های نارس نیز در آن دیده می‌شود (West 1990).

نتایج این تحقیق نشان داد که متوسط تعداد درگرم تخمک‌های تیمار شاهد نسبت به تیمارهای حاوی کارتنوئید بالاتر بوده و اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها داشت. به عبارت دیگر متوسط وزن انفرادی تخمک‌های تیمار شاهد نسبت به تیمارهای دیگر کوچکتر بود. علاوه بر این در بین تیمارهای حاوی کارتنوئید، تیمارهایی که از غلظت کارتنوئید بیشتری برخوردار بودند؛ نسبت به تیمارهای با غلظت پایین‌تر دارای تخمک‌های بزرگتری بودند. این مسأله در مطالعات انجام شده توسط شوبرت و همکاران (۲۰۰۶) درماهی قزل آلای رنگین کمان نیز مورد تأیید قرار گرفت. البته Usen (1984) در گونه مرغابی آمریکایی (*Fulica amricana*) نتیجه گرفت که کارتنوئیدهای موجود در رژیم غذایی بر روی اندازه تخم آن تأثیری نداشته است. بسیاری از محققان در نتایج تحقیقاتی خود بیان داشته‌اند که بالاتر بودن سطوح کارتنوئید در جیره مولدین، باعث افزایش تولید لیپوپروتئین‌های ترکیبی در تخمدان می‌شود که این مواد در افزایش ذخیره انرژی مواد زرده نقش مهمی دارند (Harison *et al*., 1997; Quinitio *et al*., 1990, Cheese man *et al*., 1967). چنین نتایجی درخصوص سایرجانوران مثل سختپوستان (میگوی مونودون) توتیا دریایی (*lytechinus variegate*) و

[1] - Alevins

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

پرستوی انبار[1] (*Hirund rustica*) نیز به اثبات رسیده است (George *et al*., 2001; Salze *et al*, 2005; Huang *et al*., 2008).

در تحقیق حاضر، درزمان تکثیر مصنوعی مولدین، پس از عملیات تزریق هورمون جنسی، میانگین زمان رسیدگی نهایی مولدین تیمار شاهد، نسبت به تیمارهای دیگر سریع‌تر اتفاق افتاد؛ بعبارت دیگر زمان رسیدگی نهایی و آزاد شدن تخمک‌ها از دیواره تخمدان در تیمار شاهد نسبت به دیگر تیمار سریع‌تر بود. به نظر می‌رسد که پایین‌تر بودن شاخص گنادی تیمار شاهد نسبت به تیمارهای دیگر، باعث تاثیرگذاری بیشتر هورمون تزریقی و رهاسازی سریع‌تر تخمک‌ها از جداره تخمدان دراین تیمارباشد.

میانگین تعداد درگرم تخم مولدین تیمار شاهد و تیمار $A_{۵۰}$ نسبت به تیمارهای دیگر بیشتر بوده است. به عبارت دیگر میانگین وزن انفرادی تخم‌ها در این تیمارها کوچکتر از تیمارهای دیگر بود. وزن کمتر تخم‌های این مولدین پس از لقاح، می‌تواند ناشی از ذخیره کمتر منابع غذایی دراین تخم‌ها باشد (Heinimaa and Heinimaa, 2004). این امر می‌تواند درمیزان درصد لقاح و درصد بازماندگی پایین‌تر تخم‌های این مولدین نیز تاثیرگذار باشد (Heinimaa and Heinimaa, 2004). کوچک‌تر بودن وزن انفرادی تخم‌های تیمار شاهد و $A_{۵۰}$ با وزن تخمک‌های مولدین این تیمارها در قبل از لقاح، ارتباط دارد. لازم به ذکراست که، تخمک‌های مولدین این تیمارها در قبل از لقاح از تیمارهای دیگر کوچکتر بوده‌اند. Beacham and Murray, در سال ۱۹۸۵و Ojanguren و همکاران در سال ۱۹۹۶ گزارش داده‌اند که بین اندازه تخم و میزان زرده تجمع یافته در تخم گونه آزاد اقیانوس اطلس ارتباط معنی‌داری وجود دارد. تغییرات اندازه تخم می‌تواند در مراحل رشد و نمو جنینی و بازماندگی لاروها تاثیر مستقیمی داشته باشد. در این زمینه نتایج بدست آمده در خصوص قطر تخم‌ها پس از لقاح نیز نشان دهنده کوچکتر بودن قطر تخم‌های مولدین تیمار شاهد نسبت به دیگر تیمارها بوده است ($P\leq ۰/۰۵$).

شواهد زیادی مبنی بر اثر جیره‌های حاوی کارتنوئید بر میزان درصد لقاح در مولدین ماهی و دیگر آبزیان موجود است (Harris, 1984) در تحقیق حاضر میانگین درصد لقاح در تخم‌های حاوی کارتنوئید نسبت به تیمارشاهد بالاتر بود. این نتیجه با نتایج بدست آمده قبلی، مبنی بر افزایش درصد لقاح در تخم‌های مولدین ماهی قزل آلایی که حاوی کارتنوئیدهای بیشتری بودند، مطابقت دارد (Ahmadi, 2006). محققان دیگری نیز مثل Tsushima و Matsuno در سال ۱۹۹۸ این مساله را در گونه قزل آلا مورد تایید قرار دادند. بعضی از محققان درصد بالاتر لقاح تخم‌های حاوی منابع کارتنوئیدی را به علت جاذب بودن این دسته از تخم‌ها در مقابله با اسپرماتوزئید می‌دانند و معتقدند که تخم‌ها رنگی‌تر زودتر مورد جذب اسپرم قرار گرفته و این امر می‌تواند درصد لقاح را دراین گونه تخم‌ها بالاتر ببرد (Hartman, 1997). البته Vassallo-Agius و همکاران در سال در سال ۲۰۰۱ چنین نظری را در گونه ماهی استریپت جک (*Pseudocaranx dentex*) ندارند. ولی Kariono و Haijima در سال ۲۰۰۴ تاکید کرده‌اند که جیره‌های حاوی کارتنوئید در افزایش درصد لقاح ماهی گوپی موثر است. محققان دیگری مثل Christiansen and Tveranger ،Quantz,g(1980) ،Torrisson (1995)

[1] - Barn swallow

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

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

(1986)نیز اگرچه برعملکرد موثر کارتنوئیدها، روی بهبود فرآیند تولید مثل ماهی قزل‌آلا تاکید کردند ولی معتقد بودند که جیره‌های حاوی کارتنوئید تاثیر مثبتی روی درصد لقاح تخم‌ها در مقابل تیمار شاهد ندارد. Sawanboonchum and William (2008) اثرات مثبت کارتنوئیدها را بر درصد لقاح تخم ماهی کاد[1] نشان دادند.

نسبت تخم‌های لقاح یافته به وزن مولدین درتیمارهای حاوی آستاگزانتین نسبت به شاهد بیشتر بود ($P\leq$۰/۰۵). با توجه به عدم اختلاف معنی دار بین میزان هماوری نسبی و کاری مولدین در تیمارهای مختلف، بالاتر بودن میزان نسبت تخم لقاح‌یافته به وزن مولدین نیز تاکیدی است بر بالاتر بودن درصد لقاح در تخم‌های حاوی آستاگزانتین و این نتیجه نشان می‌دهد که متوسط تعداد تخم لقاح یافته به ازاء هر گرم وزن مولدین در جیره‌های حاوی آستاگزانتین نسبت به تیمار شاهد بالاتر بوده است. هر سه تیمار حاوی آستاگزانتین نسبت به تیمار شاهد از نسبت تخم لقاح یافته به وزن بدن بالاتری برخوردار بودند ($P\leq$۰/۰۵). ساوان‌بون‌چون و همکاران (۲۰۰۸) نیز چنین نتیجه‌ای را تایید می‌نماید. آنها با مطالعاتی که بر روی مولدین ماهی کاد (*Gadus morhua*) انجام دادند، نتیجه گرفتند که جیره‌های حاوی آستاگزانتین نسبت به جیره شاهد، باعث افزایش ۳۷ درصدی تخم‌های لقاح یافته شناور نسبت به وزن مولدین شده و همچنین ۴۷ درصد نسبت تخم‌های لقاح یافته به وزن بدن را می‌افزایند. افزودن ۵۰ میلی‌گرم آستاگزانتین در کیلوگرم جیره میگوی مونودون نیز باعث افزایش نسبت تعداد تخم به وزن مولدین شده است (Huang *et al*., 2008).

در مراحله انکوباسیون تخم‌ها، درفاصله بین زمان لقاح تا شروع گاسترولاسیون متوسط وزن تخم‌ها افزایش یافت. این افزایش وزن همراه با افزایش حجم تخم‌ها در اثر آبگیری‌های پس از لقاح و تقسیمات سلولی بوده است. در مرحله گاسترولاسیون نیز مانند زمان لقاح تخم‌های مولدین تیمار $A_{۱۵}$. از میانگین وزن بالاتری برخوردار بودند و تیمار شاهد و $A_{۵}$. نسبت به تیمارهای دیگر دارای تخم‌های کوچکتری بوده و افزایش وزن کمتری را نسبت به سایر تیمارها تولید نمودند ($P\leq$۰/۰۵). درصد بالاتر افزایش وزن تخم‌ها در تیمار $A_{۱۵}$. می‌تواند نشان‌دهنده بالاتر بودن حجم آب جذب شده ویا افزایش تراکم سلولی درجنین‌های شکل گرفته درتخم‌های این تیمارها باشد.

بسیاری از محققان ارتباط معنی‌داری بین مقدار کارتنوئید تخم و درصد بازماندگی تخم‌ها در طی مراحل انکوباسیون را اثبات کرده‌اند (Harris, 1984; Palace *et al*., 1998; Ahmadi *et al*., 2006 and Tyndale *et al*., 2008) در تحقیق حاضر تخم‌هایی که حاوی مقادیر بیشتری از آستاگزانتین بوده‌اند، از درصد بازماندگی بالاتری تا مرحله گاسترولاسیون برخوردار بودند. به عبارت دیگر تیمار $A_{۱۵}$. نسبت به تیمار شاهد و تیمارهای دیگر درصد بازماندگی لارو بالاتری داشت ($P\leq$۰/۰۵). در تایید نتیجه بالا، احمدی و همکاران (۲۰۰۶) نیز با مطالعاتی که روی گونه قزل آلای رنگین کمان انجام دادند، نتیجه گرفتند که جیره‌های حاوی منابع بالاتر آستاگزانتین، درصد بازماندگی بالاتری رابرای تخم‌ها تا زمان چشم زدگی ایجاد می‌کنند. ضمناً این نتیجه توسط Tyndale و همکاران

[1]- Gadus Morhua

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

(۲۰۰۸) در گونه آزاد ماهی چینوک[1] (*Oncorhynchus tshawytscha*) نیز مورد تایید قرار گرفت.

نتایج این تحقیق نشان داد که در پایان مرحله انکوباسیون درصد تفریخ تخم‌ها در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری داشته و در این بین تیمار $A_{۱۵۰}$ نسبت به دیگر تیمارها درصد بازماندگی بالاتری را نشان داد؛ این مسأله نشان می‌دهد که منابع آستاگزانتین در طی رشد و نمو جنینی ماهی طلایی مؤثر واقع شده و باعث بهبود کیفیت تخم‌هاشده است ($P\leq ۰/۰۵$). نتایج مشابهی توسط (Tsushima and Matsuno, 1998) درشکم پای گوش دریا (*Haliotis discus*) و (Kawakami, 2008) در توتیای دریایی (*Psedocentrotus depressus*) ثابت شده است.

از آنجائیکه کارتنوئیدهای موجود در تخم ماهیان می‌توانند باعث کاهش پراکسیده شدن چربی‌ها در طی مراحل انکوباسیون شوند (Young and Lowe, 2001). این امر می‌تواند از حساسیت ناشی از تنش‌های مختلف تخم‌ها در طی مراحل رشد و نموجنینی کاسته و ضمن کاهش آسیب‌های ناشی از مخاطرات پراکسیدها، از مرگ و میر تخم‌ها در طی مراحل انکوباسیون جلوگیری نماید. غلظت بالاتر کارتنوئید در تخم این حساسیت را کاهش می‌دهد (Graw *et al*., 2005). علاوه برآن از بالاتر بودن درصد تفریخ و بازماندگی کل تخم‌ها در تیمارهای حاوی آستاگزانتین، نسبت به تیمار شاهد و همچنین بالاتر بودن درصد بازماندگی کل تخم‌ها در این تیمار نسبت به تیمارهای با غلظت پایین‌ترآستاگزانتین، می‌توان نتیجه گرفت که این اختلاف می‌تواند ناشی از عملکرد بالای کارتنوئیدها و بخصوص کارتنوئیدهای اکسیژنی مثل آستاگزانتین در حذف رادیکالهای آزاد اکسیژنی ناشی از اکسیده شدن چربی در طی مراحل رشد و نمو جنینی باشد (Woodall *et al*., 1997).

در بسیاری از ماهیان ثابت شده است که تخم‌هایی که دارای درصد لقاح بالایی باشند در نهایت درصد تفریخ بالاتر ودرصد لاروهایی که شروع به تغذیه فعال می‌کنند در آنها بالاتر است (Graw *et al*., 2005). ضمناً ماهیانی که تخم‌های بزرگتری نسبت به هم نوعان خود تولیدکنند، لاروهای بزرگتر و قویتری خواهند داشت. این مساله توسط Bagenal (۲۰۰۶) در گونه قزل آلای قهوه‌ای ثابت شده است.

در این تحقیق میانگین وزن اولیه لاروها (پس از خروج از تخم) در تیمار شاهد و $A_{۵۰}$ کمترین مقدار را در بین تیمارها دارا بودند. با نگاهی به سایز تخم‌های مولدین در زمان لقاح می‌توان نتیجه گرفت که بین سایز تخم‌ها و اندازه لاروها ارتباط مثبتی وجود دارد. نتیجه بدست آمده در این تحقیق با نتایج بدست آمده توسط Elliot در سال ۱۹۸۹ و Beacham and murray در سال ۱۹۸۵ در لاروهای ماهی آزاد (*Salmo salar*) همخوانی دارد. به احتمال زیاد تخم‌های بزرگتر دارای انرژی ذخیره‌ای بیشتری هستند (Srivastava and Brown, 1991).

پس از جذب کیسه زرده واز بین رفتن محتویات آن، متوسط وزن لاروها در تمامی تیمارها کاهش یافت . مقدار نسبی این کاهش در تیمار $A_{۱۵۰}$ نسبت به دیگر تیمارها بیشتر بود. علت این امر می‌تواند بزرگتر بودن اندازه کیسه زرده در تخم مولدین این تیمار باشد. در مرحله بعد از جذب کیسه زرده بعلت درصد تلفات بالاتر لاروها؛ در تیمارهای $A_{۵۰}$ و شاهد و کم شدن تراکم لاروها درمخازن؛ فضای رشد برای لاروها در

[1]- Chinook

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

این مخازن بیشتر شده، لذا رشد انفرادی لاروها در این تیمارها افزایش یافته واین امر باعث افزایش ضریب چاقی لاروها در تیمارهای $A_{۵۰}$ و شاهد نسبت به مرحله قبل از جذب کیسه زرده در مقایسه با تیمارهای دیگرشد.

شواهد زیادی مبنی بر ارتباط بین کارتنوئیدهای موجود در تخم و کیفیت لاروها موجود است. George و همکاران در سال ۲۰۰۱ ثابت کردند که مقادیر بیشتر کارتنوئیدهای آستاگزانتین در تخم آزاد ماهیان باعث افزایش درصد بازماندگی لاروها در قبل و بعد از جذب کیسه زرده می‌شود.

Christiansen و همکاران در سال ۱۹۹۵ گزارش کرده اند که مکمل های آستاگزانتین باعث افزایش سلامت و عملکرد سیستم ایمنی لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین کمان می‌شوند.

بنظر می‌رسد چنین نتایجی با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت داشته باشد. در این تحقیق متوسط درصد بازماندگی لاروها تا پایان مرحله جذب کیسه زرده اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای مختلف نشان داد و مقدار درصد بازماندگی در این مرحله در تیمار شاهد و تیمار $A_{۵۰}$ نسبت به دیگر تیمارها پایین‌تر بود. لاروهای این تیمارها، به لحاظ شکل ظاهری، نوع حرکت داخل وان و رنگ بدن نسبت به گروه های دیگر متفاوت بودند. همچنین در پایان مرحله جذب کیسه زرده و شروع تغذیه فعال (دو روز پس از جذب) متوسط درصد بازماندگی تیمار شاهد نسبت به تیمار $A_{۱۵۰}$، تفاوت آشکاری را نشان داد. این نتیجه نشان می‌دهد که لاروهای با مقادیر بالاتر کارتنوئید چه به لحاظ اندازه و چه به لحاظ درصد بازماندگی نسبت به تیمار شاهد و تیمارهای با سطوح پایین‌تر کارتنوئید ارجحیت دارند. لاروهای تیمارهای $A_{۱۵۰}$ به نسبت لاروهای تیمارهای دیگر از اندازه ضریب چاقی بالاتری نیز برخوردار بوده و نوع رفتار بیولوژیک آنها در داخل وان‌ها نیز (نحوه حرکت، تجمع‌های گروهی، سرعت شروع تغذیه فعال و رنگ تیره‌تر) نشان از سلامت بالاتر و فعالیت بیشتر این لاروها نسبت به گروه های دیگر بود.

در خاتمه می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار بین میزان هماوری کل و کاری مولدین در تیمارهای مختلف، اندازه تخمک‌های مولدین در تیمارهای حاوی آستاگزانتین بیشتر بزرگتر از تیمار شاهد بوده است. نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار شاهد و تیمارهایی که از مقادیر پایین‌تر آستاگزانتین برخوردار بودند؛ تخمک‌ها و تخم‌های لقاح یافته کوچک‌تری داشتند. همچنین میانگین درصد لقاح در تیمارهای حاوی آستاگزانتین بالاتر، بیشتر از تیمار شاهد بود و این امر نشان داد که آستاگزانتین در غلظت‌های بالاتر در جیره می‌تواند در افزایش درصد لقاح مؤثر باشند. در پایان مرحله انکوباسیون متوسط درصد بازماندگی تخم‌ها، در تیمارهای با مقادیر بالاتر آستاگزانتین، بالاتر بوده و اختلاف بسیارزیادی با تیمار شاهد از خود نشان دادند. نتایج این تحقیق بیانگرآن بود که میانگین نسبت تخم و لارو لقاح یافته در تیمارهای آستاگزانتین از تیمار شاهد بالاتر بود.

در خاتمه این تحقیق نشان داد که لاروهای حاصله از تیمار آستاگزانتین در بالاترین مقدار استفاده شده (۱۵۰میلی گرم در کیلوگرم) لاروهای قوی تر و با ضریب چاقی بالاتری بوده ودر نتیجه بازماندگی بالاتری را حاصل می‌نمایند.

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

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

سپاسگزاری

در خاتمه تشکر خود را از همکاری و مساعدت مرکز بازسازی ذخایر ماهیان استخوانی شهید انصاری رشت که در طول انجام تحقیق همکاری های بی دریغی را بابت اجرای مناسب ودر اختیار قرار دادن حوضچه‌های پرورش با این مجموعه به انجام رساندند؛ اعلام می نماییم.

منابع

۱. حمید اوغلی،ع .، فلاحتکار، ب.، یوسفی جوردهی، ا.، صحراگرد، احد.،۱۳۹۶. تولید و غنی سازی لارو شیرونومیدها سطوح مختلف ویتامین C و تاثیر آن بر تغذیه لاروی تاس ماهی ایرانی(*Acipenser persicus*). نشریه توسعه آبزی پروری،۷ (۴)، ۲۴-۱۳.

۲. فداکار، ا.، بهمنی، م.، یوسفی جوردهی، ا.، ۱۳۹۶.تعیین سطوح باقیمانده کاروتنوئید آستاگزانتین در مراحل مختلف رشد و نمو جنینی و لارو و تأثیرآن بر برخی شاخص‌های ایمنی در ماهی استرلیاد پرورش(*Acipenser ruthenus*). نشریه توسعه آبزی پروری، ۱۱(۴)، ۸۹-۷۹.

3. Ahmadi, M. R., Bazyar, A., Safi, S., Ytrestoyl, T., Bjerkeng, B., 2006. Effects of dietary astaxanthin supplementation on reproductive characteristics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). 22(5), Applied Ichthyology, 22-38.
4. Bagenal, T. B., 2006. Relationship between Egg Size and Fry Survival in Brown Trout *Salmo trutta L*. Journal of Fish Biology, 44-52
5. Bazyar, A., Ahmadi, M. R., Safi, S., Ytresta, T., Bjerkeng, B., 2009. Growth performance, mortality and carotenoid pigmentation of fry offspring as affected by dietary supplementation of astaxanthin to female rainbow trout Oncorhynchus mykiss broodstock. Journal of Applied Ichthyology, 286 pp.
6. Beacham, T. D., Murray, C. B., 1990. Temperatur, egg size, and development of emberyos and alevins of five species of pacific salmon: a comparative analysis trans. American fishery Society, 119:927-945.
7. Birkhauser, V., 2002. Carotenoides. Norwegian University of Science and Technology (NTNU), 322pp.
8. Britton, G., 1983. The Biochemistry of Natural Pigments, Cambridge University Press, Cambridge, p. 45.
9. Bromage, N. R., 1995. Broodstock management and seed quality - general considerations.In: Bromage, N.R., Roberts, R.J. (Eds.), Broodstock Management and Egg and Larval Quality. Blackwell, London, pp. 1–24.
10. Cheeseman, D. F., Lee, W. L., Zagalsky, P. F., 1967. Carotenoproteins in invertebrates. Biological Reviwe, 42, 132-160.
11. Craik, J. A. C., Harvey, S. M., 1986. Egg quality in Atlantic salmon. ICES Reports 1986, F:2, 9 pp.
12. Christiansen, R., Torrissen, O. J., Struksnæs, G., and Esterman, R., 1995.Astaxanthin deposition in the flesh of Atla-ntic salmon Salmo salarL., in relation to dietary astaxanthin concentration and period. Aquaculture Nutriotion, 84-177.
13. Elliot, J. M., 1989. Mechanisms responsible for population regulation in young migratory trout (*Salmo trutta*). The critical time for survivel. Journal of Animal Ecology, 58:987-1002.
14. Fernandez-Palacios, H., Izquierdo, M.S., Gonzalez, M., Robaina, L., Valencia, A.,

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

theviahilit of darter Osteichthye sp offspring. Physiological Zoology, 31, 280-283.
24. Izquierdo, M., Ferna´ndez-Palacios, H., 1997. Nutritional requirements of marine fish larvae and broodstock.Cah. Options Mediterr, 22, 243–264.
25. Kerfeld, C. A., Sawaya, M. R., Brahmandam, V., Cascio, D., Ho, K. K., Trevithick-Sutton, C. C.,Krogmann ,D. W., Yeates, T. O., 2003. The Crystal Structure of a Cyanobacterial Water-Soluble Carotenoid-Binding Protein. Structure, 11, 55-65.
26. Levene, Howard., 1960. Robust tests for equality of variances. In Ingram Olkin, Harold Hotelling, et alia. Stanford University Press, pp. 278–292.
27. Mikulin, A. Y., 2003: The influence of carotenoids contained in the eggs upon the offspring quality at artificial fish breeding. Proceedings book, Internat. Symp., Coldwater Aquaculture, 8–13 ,September 2003, St Petersburg, Russia, p. 72.
28. Milicua, J. C. G., Juarros, J. L., de las Rivas, J., Ibarrondo, J., Gomez, R.,1991. Borohydride reduction of the blue carotenoid-protein complex from Procambarus clarkii., Phytochemistry, 30, 1535.
29. Nielsen, L. A., Johnson, D. L., 1983. Fisheries Techniques.American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 468 pp.
30. Ojanguren, A, F., Reyes-Gavilan, F, G., Brana, F., 1996. Effects of egg size on offspring development and fitness in brown trout, *Salmo trutta L*. Aquaculture, 147, 9–20.
31. Page, G, I., Davies, SJ., 2003. Hepatic carotenoid uptake in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using an isolated organ perfusion model. Aquaculture, 225:405-419.
32. Palace, V. P., Brown, S. B., Baron, C. L., Fitzsimons, J., Woodin, B., Stegeman, J. 1998. Combined effect of dietary a-tocopherol and ny3 HUFA on egg quality of gilthead seabream broodstock ŽSparus aurata. Aquaculture, 161, 475–476.
15. George, S.B., Lawrence, J.M., Lawrence, A.L., Smiley, J., Plank, L., 2001. Carotenoids in the adult diet enhance egg and juvenile production in the sea urchin (*Lytechinus variegates)*. Aquaculture, 199, 353–369.
16. Graw, K. J., Adkins-Regan, E., Parker, R. S., 2005. Naturwissenschaften, 92, 375.
17. Harpaz, S., Rise, M., Arad, S., Gur, N., 1998. The effect of three carotenoid sources on growth and pigmentation of juvenile freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus*. Aquaculture Nutriotion, 4,201–208.
18. Harris, L. E., 1984. Effects of a broodfish diet fortified with canthaxanthin on female fecundity and egg color. Aquaculture, 43, 179–183.
19. Harrison, K.E., 1997. Broodstock nutrition and maturation diets. In: Crustacean Nutrition. World Aquaculture Society, 6, 390–408.
20. Hartman, M., Medem, F. G., Kuhn, R., Bielig, H. J., 1947. Untersuchungen uber die Befruchtungsstoffe der Regenbogenforelle.Z. Naturforsch. 2b, 330–349.
21. Heinimaa, S., Heinimaa, P., 2004. Effect of the female size on egg quality and fecundity of the wild Atlanti Salmon in the sub-arctic River tendo, Boreal Environment Research, 9: 55-62.
22. Huang, J. H., Jiang, S. G., Lin, H. Z., Zhou, F. L., Ye, L., 2008. Effects of dietary highlyunsaturated fatty acids and astaxanthin on the fecundity and lipid content of pond-reared *Penaeus monodon* (Fabricius) broodstock. Aquaculture Research, 39, 240–251.
23. Hubbs, C., Stavenbagen, L., 1985. Effects of maternal carotenoid deficiency on

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

J.Klaverkamp, J. F., 1998. An evaluation of the relationships among oxidative stress, antioxidant vitamins and early mortality syndrome (EMS) of lake trout (*Salvelinus namaycush*) from Lake Ontario. Aquatic Toxicology, 43, 195–208.

33. Pangantihon-Ku- hlmann, M. P., Millamena, O., Chern, Y., 1998. Effect of dietary astaxanthin and vitamin A on the reproductive performance of Penaeus monodon broodstock. Aquatic Living Resources, 11, 403–409.
34. Quantz, G., 1980: Uber den Einfluss von Carotinoidreichem Trockenfutter auf die Eibefruchtung der Regebogenforelle (*Salmo gairdneri* R.). Archiv für Fischereiwissenschaft, 31, 29–40.
35. Quinitio, E. T., Hara, A., Yamauchi, K., Fuji, A., 1990. Isolation and haracterization of vitellin from the ovary of Penaeus monodon. Invertebrate Reproduction and Development., 17, 221-227.
36. Salze, G., Tocher, D. R., Roy, W. J., Robertson, D.A., 2005. Egg quality eterminants in cod (*Gadus morhua. L*): egg performance and lipids in eggs from farmed and wil, p32527.
37. Sawanboonchun, J., William, J., 2008.The impact of dietary supplementation with Astaxanthin on egg quality in Atlantic cod broodstock Gadus morhua Institute of Aquaculture, University of Stirling, Stirling FK9 4LA, Scotland, UK.
38. Srivastava, R. k., Brown, J. A., 1991. The Biochemcal characteristics and hatching performance of cultured and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) eggs. Canadian Journal of Zoology, 69:2436-2441.
39. Steven, D.M., 1998. Studies on animal carotenoids. I. Carotenoids of the brown trout *Salmo trutta* L. Journal of Expermental Biology, 25, 369-387.
40. Torrissen, O. J., and Christiansen, R., 1995. Requirements for carotenoids in fish diets. Journal of Applied Ichthyology, 11,225-230.
41. Tsushima, M., Matsuno, T., 1998. The role of b-carotene on growth and survival of juvenile Japanese abalone *Haliotis discus*. Fishery Science, 64, 660–661.
42. Tveranger, B., 1986: Effect of pigment content in broodstock diet on subsequent fertilization rate, survival and growth rate of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) offspring. Aquaculture, 53, 85–93.
43. Tyndale, S. T., Letcher, R. J., Heath, J. W., Heath, D. H., 2008. Why are salmon eggs red? Egg carotenoids and early life survival of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Evolutionary Ecology Research, 10, 1187–1199.
44. Usne, J., Butt, H., 2005. Carotenoids in the eggs of American Coots: Associations with size of eggs, local environment, and diate .Thesis submitted to the College of Graduate Studies and Research In Partial Fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science in the Department of Biology, 456-463.
45. Verakunpiriya, V., Mushiake, K., Kawano, K., Watanabe, T., 1997. Supplemental effect of astaxanthin in broodstock diets on the quality of yellowtail eggs. Fisheries Science, 63, 816–823.
46. Varghese, B., Paulraj, R., Gopakumar, G., Chakraborty, K., 2009. Dietary influence on the egg production and larval viability in True Sebae Clownfish Amphiprion sebae Bleeker 1853. Asian Fisheries Science, 22, p: 7-20.
47. Vassallo-Agius, Imaizumi, R. H., Watanabe, T., Yamazaki, T., Satoh, S., Kiron, V., 2001. Effects of dry pellets containing astaxanthin and squid meal on the spawning performance of striped jack Pseudocaranx dentex. Fisheries Science, 67, 260.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]

48. West, G., 1990. Methods of assessing ovarian development in fishes a review. Australian Journal of Marine and Freshwater Research, 41,199-222.
49. Wallace, R.A., Walker, S.L., Auschap, V., 1967. Crustacean lipovitellin, isolation and characterization of major high-density lipoproteine from eggs of decapods, Biochemistry, 6, 1582-1590.
50. Watanabe, T., Ohashi, S., Itoh, A., Kitajima, C., Fujita, S., 1984. Effect of nutritional composition of diets on chemical components of red sea bream broodstock and eggs produced. Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish, 50, 503–515.
51. Woodall, A. A., Lee, S. W., Weesie, R. J., Jackson, M.J., Britton, G., 1997. Oxidation of carotenoids by free radicals: relationship between structure and reactivity. Biochimica et Biophysica Acta, 1336, 33–42.
52. Wooster, G. A., Bowser, P. R., 2000. Remediation of Cayuga Syndrome in landlocked Atlantic Salmon (*Salmo salar*) using egg and sac-fry bath treatments of thiamin-hydrochloride.Journal of the World Aquaculture Society, 31, 149–157.
53. Yanar, M., Tekelüoúlu, N., 1999. The Effect of Natural and Synthetic Carotenoids on Pigmentation of Gold Fish (*Carassius auratus*).Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences. 23 Ek Sayy, 3, 501-505.
54. Young A. J., Lowe, G. M., 2001. Antioxidant and Prooxidant Properties of Carotenoids Archives of Biochemistry and Biophysics, 385, 1, 20-27.
55. Zar, J. H., 1999. Biostatistical Analysis. 4th edn, Prentice Hall International Editions, New Jersey, 663 pp.

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

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.2.9.2]