

بررسی عملکرد نوکلئوتید جیره بر شاخص‌های تولیدمثلی و پارامترهای خون‌شناسی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مولد (*Oncorhynchus mykiss*)

احمد طهماسبی^۱، علیرضا میرواقفی^{۲*}، سید ولی حسینی^۳

۱. دانش‌آموخته دکتری گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۲. استاد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۳. دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۳ تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۲/۲۰

چکیده

نقش نوکلئوتیدها در جیره ماهیان و متابولیسم آنها در حدود بیش از ۲۵ سال است که مورد مطالعه قرار گرفته است. در کنار تاثیرات آنها بر خوش خوراکی غذا، رفتارهای تغذیه‌ای و بیوسنتز اسیدهای آمینه غیر ضروری، اخیراً نوکلئوتیدهای خارجی در آبی‌پروری به‌عنوان مکمل‌های غذایی جهت افزایش ایمنی و مقاومت در برابر بیماری‌های ماهیان پرورشی به‌کار برده می‌شود. در این پژوهش تاثیر نوکلئوتید جیره بر شاخص‌های تولید مثلی و خون‌شناسی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مولد مورد بررسی قرار گرفت. نوکلئوتید جیره در ۲ سطح ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم به جیره غذایی اضافه گردید و جیره فاقد نوکلئوتید برای تغذیه گروه شاهد مورد استفاده قرار گرفت. ۹۰ مولد ماده قزل‌آلای رنگین کمان به صورت تصادفی در سه گروه آزمایشی توزیع شدند (۳۰ قطعه ماهی در هر گروه) و با یکی از جیره‌های آزمایشی به مدت ۴ ماه قبل از تخم‌گیری، تغذیه شدند. مولدین تغذیه شده با ۰/۲ درصد نوکلئوتید، بالاترین میزان هم‌آوری مطلق، وزن تخمدان، گلبول سفید (WBC)، گلبول قرمز (RBC)، لنفوسیت را نشان دادند ($P > 0.05$). نتایج این آزمایش نشان دهنده این است که افزودن نوکلئوتید جیره به میزان ۲ گرم در کیلوگرم دارای اثرات مثبت بر شاخص‌های تولیدمثلی، پارامترهای خون در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مولد می‌باشد.

واژگان کلیدی: قزل‌آلای رنگین کمان، نوکلئوتید، شاخص‌های تولید مثلی، خون‌شناسی.

۱. مقدمه

در سال ۲۰۱۰ تولیدات صنعت آبی‌پروری به ۵۹/۹ میلیون تن رسید که از آن میان حدود ۱/۳ درصد (۸۰۰ هزار تن) آن مربوط به گونه قزل‌آلای رنگین کمان بود. پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با سرعت زیادی در نقاط مختلف دنیا رو به گسترش است به طوری که میزان تولیدات از ۳۳۰ هزار تن در سال ۱۹۹۰ به ۵۷۶۰۰۰ تن در سال ۲۰۰۸ بالغ شده است. در کشور ما نیز پرورش این گونه از رشد خوبی برخوردار بوده است و از ۴۴۰ تن در سال ۱۳۶۸ به ۱۴۳۹۱۷ تن در سال ۱۳۹۲ رسیده است (FAO, 2014).

هرچند مبحث استفاده از نوکلئوتید به‌عنوان مکمل‌های غذایی چندین سال است که مطرح شده است اما استفاده از آن در صنعت آبی‌پروری مربوط به سال‌های اخیر می‌باشد (Li and Gatlin, 2006). در گذشته به‌علت عدم مشاهده نشانه‌هایی از نقص در عملکرد فرآیندهای بیوشیمیایی در انسان یا سایر مدل‌های حیوانی در کمبود نوکلئوتیدها، آن‌ها به‌عنوان ترکیبات غیرضروری محسوب می‌شدند، اما تحقیقات اخیر نشان دهنده این است که فقدان نوکلئوتید در جیره باعث تخریب کبد، قلب، روده و کاهش کارایی سیستم ایمنی می‌شود (Grimble and Westwood, 2000). تاثیر مکمل نوکلئوتید در جیره بر رسیدگی لنفوسیت‌ها، تکثیر ماکروفاژها و افزایش بیگانه‌خواری، افزایش پاسخ‌های ایمنوگلوبینی و بیان ژنتیکی سلول‌های ایمنی (به‌طور مشخص سیتوکین‌ها) در انسان و سایر مدل‌های حیوانی در تحقیقات مختلف مشخص شده است (Gil, 2002). مکمل نوکلئوتید جیره در انسان باعث افزایش ترشح و ذخیره شیر در مادران می‌شود که این عمل توسط موسسه غذا و دارو آمریکا (US Food and Drug Administration) مورد تایید قرار گرفته است (Aggett et al., 2003). تحقیقات اولیه در بررسی نقش نوکلئوتید در جیره ماهیان به اوایل دهه ۱۹۷۰ بر می‌گردد که اکثر تحقیقات در آن زمان روی اثرات این مواد به‌عنوان جاذب‌های شیمیایی بوده است (Li and Gatlin, 2006). با تحقیقات Burrells و همکارانش (۲۰۰۱) و مشخص شدن اثرات مفید استفاده از نوکلئوتید بر روی

سیستم ایمنی در ماهیان، مکمل نوکلئوتید مورد توجه جهانی قرار گرفت (Burrells et al., 2001). در تولیدمثل و مراحل تکامل لاروی تقسیم سلولی بسیار سریع است و این مراحل نیازمند مقادیر بالایی از RNA و DNA می‌باشند. به‌نظر می‌رسد که افزودن نوکلئوتید در جیره ماهیان مولد باعث افزایش قابلیت دسترسی این ترکیبات و بهبود شرایط لارو می‌شود (Devresse, 2000).

تغذیه نقش مهمی در رشد، تولید مثل، ایمنی و وضعیت کلی سلامتی هر موجود زنده ای برعهده دارد. تغذیه مولدین، قبل یا در زمان لقاح برای تولید نتاج کاملاً سالم بسیار حیاتی است (Williams, 1994). نقش تغذیه و اثر آن بر ایمنی و مقاومت نسبت به بیماری در ماهی و دیگر آبزیان گزارش شده است. تغذیه‌ی ماهیان مولد اغلب بر توسعه‌ی گنادها، همآوری، کیفیت تخم و اسپرم تأثیرگذار است. تغذیه‌ی نامناسب طی سال‌های پروراری بر رشد و نمو تأثیر می‌گذارد در حالی که استرس تغذیه‌ای طی دوران بلوغ و تولید مثل بر سلامتی مولدین مخصوصاً ماده و به تبع آن نسل بعد تأثیر گذار است (Swain and Nayak, 2009).

یک جیره ی محدود طی مراحل اولیه‌ی چرخه ی زندگی، سن بلوغ را به تأخیر می‌اندازد، یک جیره‌ی نامناسب از نظر کیفی طی مراحل تمایز اووسیت، تعداد تخم را کاهش می‌دهد در حالی که کاهش میزان تغذیه طی مراحل نهایی اووژنیز تنها اثر کوچکی بر اندازه تخم، ترکیب و میزان تخم‌گذاری دارد. طی دوره‌ی تخم‌ریزی، تفاوت بین نیازهای متابولیک کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها بسته به گونه متفاوت است. هدف از انجام این تحقیق بررسی تاثیر نوکلئوتید بر شاخص‌های تولید مثلی، پارامترهای خون‌شناسی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱. ماهی و شرایط آزمایش

این پروژه در مرکز تحقیقاتی اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری یاسوج به اجرا در آمد. تعداد ۹۰ قطعه مولد قزل‌آلای رنگین کمان با میانگین وزنی ۲/۸ کیلوگرم در سه گروه آزمایشی توزیع شدند (۳۰

گیری)، تخم‌ها (چند ساعت پس از لقاح) و لاروها (۱۵۰ روز پس از تغذیه) نیز به‌منظور اندازه‌گیری شاخص‌های ایمنی انجام شد. نمونه‌های تخم در ازت مایع فریز شدند و سپس برای اندازه‌گیری شاخص‌های ایمنی، تخم‌ها هموزن شدند، بدین صورت که تخم‌ها بعد از له شدن، به نسبت ۱:۱ با بافر فسفات (PBS, pH 7.2) مخلوط و سپس سانتریفیوژ (g ۳۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه) و نمونه‌های آماده شده در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد تا زمان سنجش و تجزیه و تحلیل نگهداری شدند (Hanif et al., 2004).

۴.۲. شاخص‌های تولیدمثلی مولدین

شاخص‌های تولیدمثلی مولدین از طریق روابط زیر محاسبه شد (Crim and Glebe, 1990).

(۱) تعداد تخم‌ها = همآوری مطلق

(۲) وزن مولد / تعداد تخم‌ها = همآوری نسبی

۵.۲. تعیین درصد لقاح، چشم‌زدگی، تخم‌گشایی و شنای فعال

درصد لقاح، چشم‌زدگی و تخم‌گشایی و شنای فعال در مراحل مختلف و با استفاده از روابط زیر محاسبه:

(۳) تعداد کل تخم‌ها / $\times 100$ = تعداد تخم‌های لقاح یافته = درصد لقاح

(۴) تعداد تخم‌های لقاح یافته / $\times 100$ = تعداد تخم‌های چشم‌زده = درصد چشم‌زدگی تخم‌های لقاح یافته

(۵) تعداد تخم‌های چشم‌زده / $\times 100$ = تعداد لاروهای تفریخ شده = درصد تفریخ لاروها

۶.۲. شاخص‌های خونی

شاخص‌های خونی تنها در مولدین اندازه‌گیری شدند. میزان هماتوکریت (Hct)، هموگلوبین (Hb) تعداد گلبول‌های قرمز (RBC) و میانگین تعداد کل گلبول سفید (WBC) به‌ترتیب با روش‌های میکروهماتوکریت، سیانومت هموگلوبین و شمارش کلی گلبول‌های قرمز و سفید به روش دستی و با استفاده از لام هماسیتومتر اندازه‌گیری شد (Sandnes et al., 1988) و شمارش افتراقی گلبول‌های سفید با تهیه گسترش خون بر روی لام و رنگ‌آمیزی آن‌ها با

قطعه ماهی در هر گروه). بعد از توزیع ماهیان در استخرهای بتونی، به مدت دو هفته عمل‌سازی صورت گرفت و با غذای تجاری بدون مکمل نوکلئوتید تغذیه شدند. مولدین ماده دوبر در روز در حد سیری و به مدت ۴ ماه تا قبل از شروع تخم‌گیری تغذیه شدند. در زمان معاینه، مولدین درون تانک فایبرگلاس محتوی ماده بیهوشی گل میخک بیهوش شدند و معاینه گردیدند و سپس به تفکیک نر و ماده وارد سالن تکثیر شده و به مدت ۲۴ ساعت تا زمان تکثیر در اتاق تکثیر نگهداری شدند. در طول دوره آزمایش شاخص‌های کیفی آب به صورت روزانه اندازه‌گیری شدند، دما ۱۲/۵ درجه سانتیگراد، اکسیژن محلول ۷/۸ ppm و pH ۷/۵ بود. دبی آب ۸ لیتر در دقیقه بود.

۲.۲. جیره‌های آزمایشی

مکمل نوکلئوتید Optimun (حاوی AMP، UMP، GMP و CMP با نسبت مساوی، ساخت شرکت Chemoforma، سوئیس) در ۲ سطح ۰/۱۰ و ۰/۲۰ درصد به جیره کنترل اضافه شد. خوراک تجاری مولدین و لاروها از کارخانه خوراک آبزیان چینه تهیه شد و میزان پروتئین، چربی و انرژی قابل هضم برای خوراک مولدین به‌ترتیب، ۴۰ و ۱۵ درصد و ۴۲۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم بود.

۳.۲. نمونه برداری

نمونه‌گیری از مولدین در ۱۲۰ روز پس از تغذیه با نوکلئوتید انجام شد. بدین صورت که ابتدا ماهیان با گل میخک و غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بیهوش شدند و از ساقه دمی آن‌ها خون گرفته شد. مقداری از خون به‌منظور اندازه‌گیری شاخص‌های خونی به تیوب‌های حاوی ماده‌ی ضد انعقاد هپارین منتقل شد و مقداری نیز به‌منظور تهیه سرم و اندازه‌گیری شاخص‌های ایمنی و بیوشیمیایی به تیوب‌های فاقد هپارین منتقل شد. تیوب‌های فاقد هپارین در دور ۳۵۰۰ در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه برای جدا کردن سرم، سانتریفیوژ شدند و سپس فاز بالا جدا شد و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان سنجش و تجزیه و تحلیل نگهداری شد.

نمونه‌گیری از تخمک‌ها (بلافاصله بعد از تخم

جدول ۱- شاخص‌های تولیدمثلی مولدین در اثر تغذیه با سطوح مختلف نوکلئوتید در مدت ۱۲۰ روز.

سطوح مختلف نوکلئوتید			شاخص
۰/۲۰ (%)	۰/۱۰ (%)	شاهد	
440.00±39.06 ^b	381.00±33.29 ^a	355.71±39.62 ^a	میانگین وزن تخمدان (گرم)
12.35±0.69	12.21±0.51	12.41±0.80	تعداد تخم در گرم
5.27±0.22	5.25±0.139	5.22±0.17	قطر تخم (mm)
5447.85±659.81 ^b	4651.61±422.51 ^a	4412.57±535.35 ^a	هماوری مطلق
1593.68±284.56	1558.89±136.60	1429.90±152.84	هماوری نسبی

* حروف غیر همسان در هر ستون نشانه اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

جدول ۲- شاخص‌های خونی مولدین در اثر تغذیه با سطوح مختلف نوکلئوتید در مدت ۱۲۰ روز.

سطوح مختلف نوکلئوتید			پارامتر خون‌شناسی / تیمار
۰/۲۰ (%)	۰/۱۰ (%)	شاهد	
1.28±0.13 ^b	1.22±0.09 ^{ab}	1.07±0.13 ^a	RBC ($\times 10^6/\text{mm}^3$)
44.02±3.01	43.64±1.62	42.41±1.25	هماتوکریت (%)
10.63±0.15	10.51±0.30	10.36±0.28	هموگلوبین (g/dL)
345.59±39.43	358.61±32.14	400.14±39.90	MCV (fl)
83.46±7.54	86.47±8.70	97.69±9.88	MCH (pg)
37395.25±1752	34449.25±2702	24798.75±3213	MCHC (g/dL)
91.0±2.58 ^b	89.0±2.16 ^b	83.0±2.94 ^a	WBC (cell/mL)
4.25±0.96 ^b	4.50±1.9 ^b	3.50±1.29 ^a	لنفوسیت (% of WBC)
1.28±0.13	1.22±0.09	1.07±0.13	نوتروفیل (% of WBC)

* حروف غیر همسان در هر ستون نشانه اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

SPSS انجام پذیرفت (SPSS 17.0, Chicago, IL).

۳. نتایج

۳.۱. شاخص‌های تولیدمثلی مولدین

شاخص‌های تولیدمثلی شامل وزن تخمدان، تعداد تخم در گرم، قطر تخم، هماوری نسبی و هماوری مطلق در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شدند و در جدول ۱ ارائه شده است. میانگین وزن تخمدان و هماوری مطلق در تیمار ۰/۲ درصد در مقایسه با سایر تیمارها متفاوت بودند ($P < 0.05$). اختلاف معنی‌داری در مقادیر عدد تخم در گرم، قطر تخم و هماوری نسبی در بین تیمارها مشاهده نشد ($P > 0.05$).

۳.۲. شاخص‌های خونی مولدین

شاخص‌های خونی مولدین در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود WBC و RBC و لنفوسیت در گروه‌های آزمایشی تفاوت معنی‌دار با هم دارند. در تیمارهای ۰/۲ و ۰/۱ درصد به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل می‌باشد.

محلول گیمسای دوازده و نیم درصد به مدت پانزده دقیقه صورت گرفت (Hrubec et al., 2001). اندیس‌های گلبولی شامل حجم متوسط گلبولی (MCV)، میزان متوسط هموگلوبین گلبولی (MCH) و غلظت هموگلوبین گلبولی (MCHC) از طریق روابط استاندارد زیر محاسبه شد (Richard et al., 1998):

$$\text{تعداد } (\text{mm}^3) / (\text{مقدار هماتوکریت}) = \text{MCV (fl)} \quad (6)$$

$$\text{تعداد } (\text{mm}^3) / (\text{مقدار هموگلوبین}) = \text{MCH (pg)} \quad (7)$$

$$\text{مقدار } (\text{g/dL}) / (\text{مقدار هموگلوبین}) = \text{MCHC (g/dL)} \quad (8)$$

۷.۲. آنالیز آماری

طرح کلی این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی، برنامه ریزی و اجرا گردید. با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) و تست Tukey به عنوان POST HOC جهت مقایسه میانگین‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تجزیه و تحلیل کلیه داده‌ها و عملیات مربوطه به وسیله نرم‌افزار

جدول ۳- درصد بازماندگی جنین‌ها و لاروهای حاصل از مولدین تغذیه شده با سطوح مختلف نوکلئوتید.

سطوح مختلف نوکلئوتید			شاخص
(% / ۲)	(% / ۱)	(شاهد)	
95.00±2.58 ^b	94.50±1.91 ^b	87.50±3.41 ^a	لقاح (%)
94.50±2.51	94.00±3.65	93.50±3.42	چشم زدگی (%)
89.25±3.01	88.69±6.37	87.00±6.23	تخم گشایی (%)
92.12±0.43 ^b	91.55±1.54 ^b	85.75±3.67 ^a	بازماندگی تا تغذیه فعال (%)

* حروف غیر همسان در هر ستون نشانه اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

بازماندگی در تیمارهای تغذیه شده با نوکلئوتید به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بوده است. به طرز مشابهی، نقش ویتامین‌هایی مانند C و E بر رسیدگی مولدین و عملکرد تولیدمثلی شامل فرآیند زرده گذاری، لقاح و تخم‌گشایی در ماهیانی مانند تیلاپیای نیل، کپور معمولی و شانک (*S. aurata*) به اثبات رسیده است (Izquierdo et al., 2001; El-Gamal et al., 2007).

Devresse و همکاران (۲۰۰۰)، گزارش کردند ماهی هالیبوت آتلانتیک (*Hippoglossus hippoglossus*) که با جیره حاوی مکمل نوکلئوتید تغذیه شده‌اند میزان تولید تخم ۳۰ درصد افزایش یافته است. همچنین میزان همآوری نسبی، حجم تخم‌ها، درصد تفریخ و بازماندگی در لاروهای دارای کیسه‌زرده به‌طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به گروه کنترل بیشتر بوده است. در مطالعات بعدی بر روی ماهی هالیبوت مشخص شده است که بازماندگی در لاروهای تغذیه کننده ۲۵ درصد بیشتر از گروه کنترل بوده است. علاوه بر آن میزان توسعه مجاری گوارشی در لارو ماهیان تغذیه شده با مکمل نوکلئوتید نسبت به گروه شاهد بیشتر بوده است. Gonzalez-Vecino و همکاران (۲۰۰۴) نتایج مشابهی را در ماهی چرب (*Melanogrammus aeglefinus*) گزارش کردند که بازماندگی لاروهای به وجود آمده از مولدینی که با جیره‌های دارای نوکلئوتید تغذیه شده بودند، نسبت به لاروهایی به وجود آمده از مولدینی که از جیره‌های عاری از نوکلئوتید تغذیه کرده بودند، بیشتر بوده است. به‌علاوه تکامل روده و اندازه لاروهای به‌وجود آمده از مولدین تغذیه شده با جیره‌های نوکلئوتید، نسبت به لاروهایی که از مولدین تغذیه شده با جیره‌های بدون نوکلئوتید حاصل شده بودند، به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر بوده است. که با نتایج به‌دست آمده در تحقیق

($P > 0.05$). در سایر شاخص‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

۱.۳. درصد لقاح، چشم‌زدگی، تخم‌گشایی و بازماندگی

درصد لقاح، چشم‌زدگی، تخم‌گشایی و بازماندگی در مراحل مربوطه اندازه‌گیری شد و در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج درصد چشم‌زدگی و تخم‌گشایی نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری در بین گروه‌های مختلف وجود ندارد ($P > 0.05$). درصد لقاح و بازماندگی در تیمارهای تغذیه شده با نوکلئوتید به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بوده است ($P > 0.05$).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

ظرفیت تولید تخم هر ماهی در هر نوبت رهاسازی و یا تعداد تخم‌های رها شده طی یک دوره تخم‌ریزی، به عنوان «هم‌آوری» تعریف می‌شود، بنابراین به تعداد تخمک‌های استحصال شده از یک ماهی مولد ماده «همآوری مطلق» گفته می‌شود و اگر همآوری به واحد وزن بدن بیان شود به آن «همآوری نسبی» می‌گویند که عبارت است از میزان تخمک استحصال شده به واحد وزن بدن. همچنین کیفیت تخم عبارت است از قابلیت و توانایی برای همآوری و متعاقباً تبدیل شدن به یک جنین (Bobé and Labbé, 2009). در مطالعه انجام شده شاخص‌های تولیدمثلی شامل وزن تخمدان، تعداد تخم در گرم، قطر تخم، همآوری نسبی و همآوری مطلق، درصد لقاح، چشم‌زدگی، تخم‌گشایی و بازماندگی و در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شدند که طبق نتایج میانگین وزن تخمدان و همآوری مطلق و همچنین درصد لقاح و

رو به افزایش می‌گذارد (Satari *et al.*, 2008). همچنین به دلیل افزایش تغذیه، درجه حرارت و به‌طور کلی افزایش متابولیسم بدن ممکن است افزایش حجم سلولی و کاهش غلظت پلاسما مشاهده شود. با توجه به این‌که شاخص MCV با مصرف نوکلئوتید روند کاهشی داشته است، احتمالاً دلیل روند کاهشی افزایش متابولیسم در راستای توازن انرژی می‌باشد. Burrells و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که نوکلئوتید در جیره باعث افزایش میزان هماتوکریت در ماهی آزاد اقیانوس اطلس شده است. با توجه به افزایش مقدار هموگلوبین و میانگین هموگلوبین یک گلبول قرمز، نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که نوکلئوتید جیره می‌تواند جذب آهن را افزایش دهد. نوکلئوتیدها به ویژه در سنتز اینوزین و هیپوزانتین نقش مهمی در جذب آهن و قابلیت دسترسی آن دارد (Grimble and Westwood, 1996). با توجه به نقش نوکلئوتید پروتئین‌ها از کبد به‌ویژه ترانسفرین (حامل آهن در خون) و فریتین (ذخیره کننده آهن در سلول‌ها) نوکلئوتید جیره می‌تواند جذب آهن را افزایش دهد (Cosgrove, 1998). با توجه به تحقیقات انجام شده توسط محققین مختلف فرضیه اثر نوکلئوتید جیره بر افزایش جذب و قابلیت دسترسی آهن به اثبات رسیده است اما هنوز بطور کامل مکانیسم یا مکانیسم‌های این اثر مفید نوکلئوتید جیره مشخص نیست. مطابق با نتایج این تحقیق Kulkarni و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که نوکلئوتید جیره به‌عنوان یک ماده مغذی تنظیم کننده می‌تواند در تکثیر سلول‌های خونی نقش ایفا کند. تیمارهای ۰/۲ و ۰/۱ درصد به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل می‌باشد. بهبود در پارامترهای خون‌شناسی در این مطالعه با نتایج بدست آمده در ماهی تیلپیا (Ramadan *et al.*, 1994)، قزل‌آلای رنگین کمان (Tahmasebi-Kohyani *et al.*, 2012)، گربه ماهی راه راه (Pangasianodon hypophthalmus) (Yaghobi *et al.*, 2014)، فیل ماهی (*Huso huso*) (Yousefi *et al.*, 2012) و قزل‌آلای قهوه‌ای خزر (*Salmo trutta caspius*) (Abedian Kenari *et al.*, 2012) مطابقت دارد. در مقابل Welker و همکاران (۲۰۱۱) در گربه ماهی کانالی (*Ichthylurus panctatus*) و Barros و همکاران

حاضر مشابهت دارد. در تولید مثل و مراحل تکامل لاروی تقسیم سلولی بسیار سریع است و این مراحل نیازمند مقادیر بالایی از RNA و DNA می‌باشند. به نظر می‌رسد که افزودن نوکلئوتید در جیره ماهیان مولد باعث افزایش قابلیت دسترسی این ترکیبات و بهبود شرایط لارو می‌شود (Devresse, 2000). پارامترهای خونی به‌عنوان یک شاخص جهت بررسی تغییرات فیزیولوژیکی در مدیریت شیلاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. سن، جنس، شرایط تغذیه‌ای و استرس از جمله عوامل شناخته شده‌ای هستند که سبب تغییر در سطوح فاکتورهای خونی می‌شوند (Kumar *et al.*, 2005) در این مطالعه شاخص‌های خونی مولدین شامل WBC و RBC و لنفوسیت در اثر تغذیه با سطوح مختلف نوکلئوتید در مدت ۱۲۰ روز در گروه‌های آزمایشی تفاوت معنی‌دار با هم دارند. در گلبول‌های سفید در عمل فاگوسیتوز و پاسخ ایمنی نسبت به عوامل انگلی، باکتری و ویروسی و کمک به ترمیم بافت‌های صدمه دیده نقش مهمی ایفا می‌کنند. اندازه گیری گلبول‌های سفید، درصد و نوع آنها در تعیین وضعیت عمومی ماهی کاربرد فراوانی می‌تواند داشته باشد. از جمله عوامل موثر بر تعداد گلبول‌های سفید می‌توان به بیماری‌ها، التهاب، استرس (Stoskopf, 1993)، دما، وضعیت تغذیه‌ای (Bullis, 1993)، سن و جنس (Jamal Zadeh, 2008) اشاره نمود. همچنین محرک‌های سیستم ایمنی می‌توانند گلبول‌های سفید را فعال کنند. برخی محرک‌های ایمنی سبب فعال شدن لنفوسیت می‌گردند که نهایتاً باعث فعال شدن ماکروفاژها می‌شود (Sakai, 1999). علاوه بر این، نوکلئوتید جیره می‌تواند بر روی بلوغ، فعالیت و تکثیر لنفوسیت‌ها، فعالیت ماکروفاژها، فعالیت سلول‌های کشنده طبیعی و همچنین گلبول‌های قرمز و سفید خون تأثیر بگذارد (Gil, 2002). نتایج تعداد گلبول‌های سفید به‌دست آمده از آنالیز فاکتورهای خونی نشان می‌دهد که این فاکتور در بین مولدین تغذیه شده با نوکلئوتید در جیره با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. نتایج تحقیقات مختلف بیانگر این است که تعداد گلبول‌های قرمز می‌تواند تأثیرات معنی‌داری بر توازن کل انرژی بدن داشته باشد. بنابراین هنگامی که ماهی فعالیت بیشتری دارد، شمار زیادی از اریتروسیت‌ها مورد نیاز است و تعداد آن‌ها

گرفت به‌طور عملی تغذیه نوکلئوتید جیره در سطح متوسط ۰/۲۰ درصد برای بهبود پاسخ‌های فیزیولوژی مورد اشاره در این مطالعه مناسب است.

(۲۰۱۳) در ماهی تیلاپیا گزارش کردند که نوکلئوتید جیره باعث تغییر در پارامترهای خونی نمی‌شود (Barros *et al.*, 2013).

به‌طور کلی از مطالعه حاضر می‌توان نتیجه

References

- Gil, A., 2002. Modulation of the immune response mediated by dietary nucleotides. *European Clinology, Nutrition*, 3, 1-4.
- Grimble, G.K., Westwood, O.M.R., 1996. Why are dietary nucleotides essential nutrients? *Nutrition*, 76, 475-478.
- Hanif, A., Bakopoulos, V., Dimitriadis, G.J., 2004. Maternal transfer of humoral specific and non-specific immune parameters to sea bream (*Sparus aurata*) larvae. *Fish and Shellfish Immunology*, 17, 411-435.
- Hrubec, T.C., Smith, S.A., Robertson, J.J., 2001. Age related in haematology and biochemistry of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*). *Veterinary Clinical Pathology*, 30, 8-15.
- Izquierdo, M.S., Fernandez-Palacios, H., Tacon, A.G.J., 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performances of fish. *Aquaculture Research*, 197, 25-42.
- Jamal Zadeh, H.R., 2008. A comparative study of seasonal changes in some blood parameters and serum antibodies pickup genetic polymorphisms of genes naturally present in red blood cell levels Caspian trout in a hatchery and breeding Kalardasht. PHD, Marine Biology, Islamic Azad University, Science and Research.
- Kumar, S., Sahu, N.P., Pal, A.K., Choudhury, D., Yengkokpam, S., Mukherjee, S.C., 2005. Effect of dietary carbohydrate on haematology, respiratory burst activity and histological changes in *L. rohita* juveniles. *Fish and Shellfish Immunology*, 19, 331-344.
- Li, P., Gatlin, I.D.M., 2006. Nucleotide nutrition in fish: Current knowledge and future applications. *Aquaculture Research*, 251, 141-152.
- Ramadan, A., Afifi, N.A., Moustafa, M., Samy, A.M., 1994. The effect of ascogen on the immune response of tilapia fish to *Aeromonas hydrophila* vaccine. *Fish and Shellfish Immunology*, 5, 159-165.
- Sakai, M., 1999. Current research status of fish immunostimulants. *Aquaculture Research*, 172, 63-92.
- Sandnes, K., Lie, Ø., Waagbø, R., 1988. Normal ranges of some blood chemistry parameters in adult farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Journal of Fish Biology* 32, 129-136.
- Satari, M., Shahsavani, D., Shafiee, S., 2008. Ichthyology. Gilan University Press, 518 p.
- Swain, P., Nayak, S.K., 2009. Role of maternally derived immunity in fish. *Fish and Shellfish Immunology*, 27, 89-99.
- Tahmasebi-Kohyani, A., Keyvanshokoh, S., Nematollahi, A., Mahmoudi, N.H.P.-Z., 2012. Effects of dietary nucleotides supplementation on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) performance and acute stress response. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38, 431-440.
- Williams, T.D., 1994. Intraspecific variation in egg size and egg composition: effects on offspring fitness. *Biological Reviews*, 68, 35-59.
- Yaghobi, M., Dorafshan, S., Heyrati, F., Mahmoudi, N., 2014. Growth performance and some haematological parameters of ornamental striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fed on dietary nucleotide. *Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz University*, 15, 262-265.
- Yousefi, M., Abtahi, B., Abedian Kenari, A., 2012. Hematological, serum biochemical parameters, and physiological responses to acute stress of Beluga sturgeon (*Huso huso*, Linnaeus 1785) juveniles fed dietary nucleotide. *Comparative Clinical Pathology*, 21, 1043-1048.

