فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری/ سال چهارم/ شماره دهم/ پاییز ۹۵/ صفحات۴۴-۳۱

تأثیر سطوح مختلف نوکلئوتید جیره بر عملکرد رشد، برخی شاخص‌های خونی و ترکیب لاشه در ماهی تیلاپیای نیل(*Oreochromis niloticus*)

حبیب سرسنگی علی‌آباد[1*]، سالار درافشان[2]، فاطمه پیکان حیرتی [3]، محمود حافظیه[4]، محمد محمدی[5]، نعمت محمودی[5]

چکیده

جهت بررسی اثر جیره حاوی نوکلئوتید بر رشد، ترکیب لاشه و شاخص‌های خونی در ماهی تیلاپیای نیل، ماهیان با وزن اولیه ۵۲ گرم در ۴ گروه با افزودن نوکلئوتید به میزان (۰، ۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۱۵ درصد) به جیره پایه هر یک با ۳ تکرار در یک دوره ۴۵ روزه پرورش یافتند. تغذیه ماهی‌ها به میزان ۳ -۲ ٪ وزن توده زنده و دو بار در روز انجام شد. نتایج نشان داد با افزایش سطح نوکلئوتید جیره برخی شاخص‌های رشد مانند وزن نهایی، افزایش وزن، رشد روزانه و ضریب رشد ویژه بطور معنی‌داری افزایش یافت($p < ۰/۰۵$) در حالیکه ضریب تبدیل غذایی با افزایش سطح نوکلئوتید کاهش یافت. نتایج آنالیز تقریبی لاشه نشان داد اگرچه با افزایش سطوح نوکلئوتید میزان پروتئین لاشه افزایش و میزان چربی و خاکستر لاشه کاهش مختصری یافت اما این اختلافات اثر معنی‌داری (در سطح ۹۵ درصد) نداشته است. نتایج اندازه‌گیری شاخص‌های خون‌شناسی نشان داد که نوکلئوتید در سطوح مختلف تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های خونی تیلاپیا نداشته است اگرچه میزان برخی از این شاخص ها با افزایش نوکلئوتید به جیره بهبود یافته اند اما این اختلافات از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$). با توجه به نتایج حاصله می‌توان بیان کرد که افزودن نوکلئوتید به جیره تیلاپیای نیل رشد را بهبود می‌بخشد اما بر ترکیبات لاشه و شاخص‌های خون‌شناسی اثری ندارد.

کلید واژه: نوکلئوتید، تیلاپیای نیل(Oreochromis niloticus)، رشد، خون شناسی، ترکیب لاشه.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران(نویسنده مسؤول) h.sarsangi@yahoo.com

۲- استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی تهران، ایران

۴- مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات ملی آبزیان آبهای شور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بافق، یزد، ایران

۵- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران، ایران

۱- مقدمه

تکثیر و پرورش آبزیان از فعالیت‌های اقتصادی با ارزش محسوب می‌شود و در سال‌های اخیر رشد چشمگیری در دنیا داشته است. در این صنعت، تغذیه حدود ۶۰ درصد از هزینه های تولید و پرورش را در بر می گیرد، بنابراین استفاده از غذای مناسب بر بازده اقتصادی تولید اثر تعیین‌کننده دارد (متین‌فر و دادگر، ۱۳۷۹). در سالهای اخیر از افزودنی های مختلف جهت بالا بردن کیفیت جیره های غذایی و به تبع آن افزایش ضریب رشد، بقاء و مقاوم‌سازی آبزیان در برابر بیماری‌ها با هدف افزایش سودآوری استفاده می‌شود. آسکوژن[1] یکی از این مواد است که تحت نام‌های تجاری مختلف به بازار عرضه می‌شود. آسکوژن در حقیقت پودری حاوی نوکلئوتیدها می‌باشد که به عنوان یک ماده مکمل غذایی به جیره غذایی انواع جانوران از جمله آبزیان اضافه می‌گردد(Adamek et al, 1996). نوکلئوتیدها به عنوان واحد ساختمانی DNA و RNA هستند و نقش تعیین کننده‌ای در ذخیره، انتقال و بیان اطلاعات دارند (Li and Gatlin, 2006) در گذشته این ترکیبات به عنوان ماده مغذی غیرضروری در نظر گرفته می‌شدند اما اکنون مشخص شده است که بعضی از سلولها ظرفیت بسیار محدودی برای سنتز نوکلئوتیدها دارند و در این سلولها تهیه نوکلئوتید از منبع خارجی برای انجام وظایف عادی آنها بسیار مهم است (Li and Lewis, 2004). نوکلئوتیدها ترکیبات درون سلولی با وزن مولکولی کم هستند و شامل یک باز پورین یا پیریمیدین، قند ریبوز یا دی اکسی ریبوز و یک یا گروه بیشتر فسفات است. نوکلئوتیدها دارای نقشهای متابولیک متعددی از جمله بهبود شاخص‌های ایمنی بدن، افزایش رشد، توسعه میکرو فلور روده، متابولیسم چربی و پروتئین، متابولیسم و عملکردهای سلولی، عملکردهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی هستند(Low et al, 2003). نوکلئوتیدها معمولاً از طریق دو مسیر عمده و مهم de novo و salvage تولید می شوند. در مسیر اول نوکلئوتید از پیش ماده‌های آمینواسید گلوتامین، آسپارتیک‌اسید، گلایسین، فورمات و دی‌اکسیدکربن تولید می‌شود. در مسیر salvage، نوکلئوتید توسط پیوند ریبوز، فسفات و بازهای آزاد به وجود آمده از تجزیه هیدرولیتیکی اسیدهای نوکلئیک و نوکلئوتید سنتز می‌شوند (Cosgrove, 1998). مسیر دوم هم ساده‌تر است و هم انرژی کم‌تری در مقایسه با de novo نیاز دارد و توسط بازهای آزاد قابل دسترس تنظیم می‌شود. در تحقیقات انجام شده در موجودات مختلف مشخص شده که اهمیت

1.Ascogen

مسیرهای salvage و de novo به میزان قابل ملاحظه‌ای در بین بافت‌های مختلف متفاوت است و تحت تأثیر نیازهای متابولیک یا وظایف فیزیولوژیک قرار می‌گیرد. کبد مهم‌ترین ارگان ذخیره نوکلئوتید است. در برخی از بافت‌ها که ظرفیت محدودی در سنتز de novo برای تولید نوکلئوتید دارند منبع خارجی از نوکلئوتیدها می تواند در مسیر salvage برای تولید نوکلئوتید مورد استفاده قرار گیرد و سبب تقویت این مسیر شود. احتمالاً این مسیر در ماهی‌ها نیز انجام می شود. مسیر de novo به طور مشخصی در بافت-های مختلف تغییر می‌کند و ممکن است به طور قابل توجهی تحت تأثیر احتیاجات متابولیکی با عملکرد-های فیزیولوژیکی قرار گیرد(Li and Gatlin, 2006). اولین مطالعات در مورد ارزیابی اثر نوکلئوتیدها بر ماهیان به سال ۱۹۷۰ میلادی بر می‌گردد که از آنها به عنوان ماده جاذب استفاده شد (Nakagawa et al, 2007) و از آن به بعد مطالعات مختلفی توسط محققین با اهداف افزایش مقاومت آبزیان در برابر استرس و بیماری، افزایش رشد و بازماندگی و بهبود کارایی غذا انجام گرفته است. سلیمی خورشیدی و همکاران (۱۳۹۱) اثرات نوکلئوتید جیره را بر ترکیب لاشه در ماهی قزل‌آلای‌رنگین‌کمان مورد ارزیابی قرار دادند. ماهیان به مدت ۸ هفته با جیره‌های محتوی ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲ ٪ نوکلئوتید تغذیه شدند. نتایج نشان داد که اضافه کردن نوکلئوتید به جیره قزل‌آلای‌رنگین‌کمان به میزان ۰/۲ ٪ باعث بهبود ترکیبات بیوشیمیایی لاشه گردید. Borda و همکاران (۲۰۰۳) به بررسی اثر جیره‌های محتوی نوکلئوتید برماهی سیم دریایی (*Sciaenops ocellatus*) پرداختند و این فرضیه را مطرح کردند که نوکلئوتید باعث افزایش رشد ماهی و سخت‌پوستان، به‌ویژه در مراحل اولیه زندگی می‌شود. عبدی و همکاران (۱۳۸۸) به ارزیابی اثرات نوکلئوتید بر برخی شاخص‌های رشد و ترکیب لاشه در ماهی کپور معمولی پرداختند، نوکلئوتید جیره در ۵ سطح ۰، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و۰/۴ به جیره‌های غذایی افزوده شد و به مدت ۵۶ روز ماهی‌ها تغذیه شدند. نتایج حاکی از این بود که افزودن نوکلئوتید به جیره کپور معمولی به میزان ۰/۲٪ باعث افزایش رشد می-شود. Burrel و همکاران (۲۰۰۱) به ارزیابی اثرات جیره‌های محتوی نوکلئوتید بر میزان رشد و فیزیولوژی آزاد ماهی اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) پرداختند. نتایج نشان داد که وقتی این ترکیب به میزان۰/۰۳ درصد به جیره‌های استاندارد افزوده شد، افزایش قابل‌توجهی در میزان رشد مشاهده شد. Zomborszky Kovacs و همکاران (۱۹۹۸) مشاهده کردند که نوکلئوتید باعث افزایش هموگلوبین، گلبول سفید و گلبول قرمز در لم (*Bugrus bajad*) می شود. بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان تغذیه

شده با نوکلئوتید جیره در مقایسه با تیمار شاهد، افزایش معنی‌داری مقادیر هماتوکریت، گلبول های‌سفید، هموگلوبین و میانگین درصد غلظت هموگلوبین در یک گلبول قرمز را نشان دادند. Choud hurya و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که نوکلئوتید باعث افزایش گلبول قرمز در روهو[1](*Labeo rohita*) می-شود ولی تأثیری در افزایش گلبول سفید و هموگلوبین ندارد. محمودی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی تا ثیر سطوح مختلف نوکلئوتید جیره بر برخی شاخص‌های هماتولوژی و بیوشیمیایی خون بچه ماهی کپور معمولی پرداختند. نوکلئوتید جیره به میزان های ۰، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ ٪ به جیره های غذایی افزوده شد و به مدت ۸ هفته تغذیه انجام شد و در نهایت مشاهده شد که میزان هموگلوبین و هماتوکریت افزایش یافت، اما اختلافی در تعداد گلبول سفید بین تیمارها مشاهده نشد. Jha و همکاران در سال (۲۰۰۷)گزارش کردند که جیره‌های محتوی نوکلئوتید به میزان ۰/۸ ٪ باعث افزایش پروتئین کل و گلوبولین در کپور ماهی هندی کاتلا[2] می شود. در گزارش دیگری عابدیان کناری و همکاران (۲۰۱۲) مشاهده کردند پارامترهای هماتولوژی خون شامل گلبول سفید، گلبول قرمز و فعالیت لیزوزیم درماهیان آزاد دریای خزر (*Salmo trutta* caspius) که به مدت ۸ هفته با جیره‌های محتوی۰/۲۵٪ نوکلئوتید تغذیه کردند، افزایش یافت اما میزان آلکالین‌فسفاتاز کاهش یافت. یوسفی و همکاران (۲۰۱۲) مشاهده کردند که جیره‌های محتوی نوکلوتید تأثیری بر پروتئین، کلسترول، تری گلیسرید، آلبومین و گلوبولین در فیل ماهی نداشت، اما نوکلئوتید به میزان ۰/۳۵ ٪ باعث افزایش هموگلوبین و هماتوکریت گردید. تیلاپیا جزء ماهیان آب شیرین و متعلق به خانواده سیچلیده است. این ماهی بومی آفریقا بوده، اما از نیمه دوم قرن بیستم به بسیاری از مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری دنیا معرفی شده است. تیلاپیا دارای خصوصیات ویژه‌ای شامل رشد سریع، توانایی تحمل محدوده وسیعی از شرایط محیطی (دما، شوری، اکسیژن پایین)، مقاومت در برابر استرس و بیماری، توانایی تولیدمثل در اسارت، تغذیه از سطوح پایین چرخه غذایی و توانایی استفاده از غذای مصنوعی بلافاصله بعد از جذب کیسه زرده است که آنرا به یک گونه مناسب برای آبزی‌پروری به خصوص در کشورهای در حال توسعه تبدیل نموده است. (El-(Sayed, 2006. رمادان و همکاران در سال ۱۹۹۴ نشان دادند افزودن برخی نوکلئوتیدها به جیره غذایی تیلاپیای نیل باعث بهبود رشد و بهبود شاخص‌های ایمنی می‌گردد. در این تحقیق اثرات افزودن سطوح مختلف

1- Roho
2- Catla

مکمل اپتیمون به جیره غذایی تیلاپیای نیل بر رشد، برخی شاخص های خونی و ترکیب لاشه بررسی گردید.

۲- مواد و روش‌ها

این تحقیق در مرکز تحقیقات ملی آبزیان آبهای شور وابسته به مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور واقع در کیلومتر ۱۰۰ جاده یزد – بافق انجام شد. برای انجام آزمایش از ۱۲ عدد تانک پلی اتیلن ۳ متر مکعبی گرد با قطر ۲ متر و مجهز به سیستم هوادهی مرکزی که در سالن سرپوشیده در محدوده دمایی ۲۵ تا ۲۸ درجه سانتی گراد قرار داشت استفاده شد. در هر تانک جریان آب لب شور زیر زمینی به میزان ۳ تا ۵ لیتر بر دقیقه برقرار گردید. این آزمایش در چهار سطح نوکلئوتید (۰، ۰۵/۰، ۱/۰ و ۱۵/۰ درصد) و هر سطح سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. جیره آزمایشی به کمک نرم افزار لیندو طراحی شد که در آن پودر ماهی، پودر سویا و آرد گندم به عنوان منابع پروتئین و روغن سویا به عنوان منبع چربی و سایر افزودنی های مورد نیاز با سطح پروتئین ۳۷ درصد و چربی ۹ درصد (El-Sayed and Kawanna, 2008) ساخته شد. میزان ویتامین‌های مورد نیاز تیلاپیا (Shiau and Lin, 2006) به کمک مکمل ویتامینه و مواد معدنی لازم نیز با افزودن مکمل معدنی تامین شد. سپس با توجه به تیمارهای تعیین شده مکمل اپتیمون (Chemoforma Augst, Switzerland) حاوی نوکلئوتید در ۴ سطح ۰، ۰/۰،۰۵/۱ و ۱۵/۰ درصد به جیره کنترل افزوده شد. پس ازآماده سازی تانکها، شستشو، ضدعفونی، برقراری جریان آب و هوا، آبگیری انجام شد و سپس ۲۷۶ قطعه ماهی تیلاپیای نیل با محدوده وزنی۵۰ گرم انتخاب و۲۳ قطعه ماهی در هر یک از ۱۲ تانک رهاسازی شد. قبل از شروع آزمایش، ماهیان به مدت یک هفته با جیره پایه به منظور سازگاری تغذیه شدند و سپس غذای هر تکرار در ظروف جداگانه توزین و به صورت روزانه طی یک دوره ۴۵ روزه به میزان ۳ – ۲ ٪ وزن زنده در ۲ وعده در ساعات ۸ و ۱۶ به ماهیان داده شد. برای محاسبه میزان غذای مورد نیاز و همچنین آگاهی از عملکرد رشد، هر ۱۴ روز یکبار عملیات زیست‌سنجی ماهی ها انجام شد. طول کل به وسیله تخته مخصوص بیومتری با دقت ۱ میلی متر اندازه-گیری شد. ضمن اینکه وزن انفرادی ماهی ها به کمک ترازوی AND ساخت ژاپن با دقت ۰/۱ گرم اندازه گیری و ثبت گردید. پس از پایان آزمایش و جمع آوری اطلاعات با استفاده از داده‌های حاصل زیست-

سنجی در ابتدا و انتهای دوره، شاخص‌های رشد اندازه گیری شدند. برای آگاهی و اطمینان از کیفیت غذای ساخته شده سه نمونه به صورت تصادفی انتخاب و در آزمایشگاه میزان رطوبت، پروتئین خام، چربی و خاکستر اندازه گیری گردید. در پایان دوره پرورش جهت بررسی اثر نوکلئوتید بر ترکیب لاشه ماهی ها، پس از ۲ روز قطع غذا، از هر تکرار ۲ قطعه ماهی به صورت تصادفی انتخاب و بعد از تخلیه امعاء و احشاء، مواردی نظیر رطوبت، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر به ترتیب از روشهای آون ۶۵ درجه سانتی‌گراد، کجلدال، سوکسله، کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد(AOAC, 1990). در پایان دوره ۴۵ روزه پرورش، خونگیری از ماهیان به عمل آمد (یک روز قبل از خونگیری غذادهی قطع شد). بدین منظور تعداد ۴ قطعه ماهی از هر تکرار به صورت تصادفی صید شده و پس از بیهوشی با استفاده از عصاره گل میخک با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به خونگیری از ماهیان اقدام شد. برای سنجش شاخص‌های هماتولوژی، نمونه حداقل ۱۲ ماهی از هر تیمار به داخل تیوپ‌های اپندورف حاوی هپارین به عنوان ماده ضد انعقاد ریخته شد و فوراً به آزمایشگاه منتقل شد. برای تعیین میزان هماتوکریت از روش میکروهماتوکریت استفاده شد. برای شمارش گلبول‌های قرمز از پیپت یا ملانژور[1] مخصوص شمارش گلبول و همچنین از لام مخصوص شمارش استفاده گردید. برای شمارش تعداد گلبول سفید از ملانژور شمارش استفاده شد. در این مطالعه داده‌های آماری به صورت میانگین

± انحراف معیار گزارش شدند. طرح آزمایش به صورت کاملاً تصادفی بود. کلیه محاسبات آماری در دو نسخه نرم افزار SPSS21 و Microsoft Office Excel انجام شد. از آزمون کالگومروف– اسمیرنوف به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. پس از اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه one- way- ANOVA و تست Duncan به عنوان تست Post HOC در سطح ۰/۰۵ (۵ درصد خطا) جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده گردید.

۳- نتایج

افزودن نوکلئوتید به جیره تیلاپیای نیل رشد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج نشان داد با افزایش سطح نوکلئوتید جیره برخی شاخص های رشد مانند وزن نهایی، افزایش وزن، رشد روزانه و ضریب رشد

1.Melanjor

ویژه بطور معنی‌داری افزایش یافت در حالیکه ضریب تبدیل غذایی با افزایش سطح نوکلئوتید کاهش یافت($P < ۰/۰۵$). همچنین نرخ بازده پروتئین و راندمان پروتئین تبدیلی نیز تحت تأثیر میزان نوکلئوتید جیره قرار گرفت و اختلاف معنی داری با شاهد نشان داد ضمن اینکه بالاترین میزان آنها در بالاترین سطح نوکلئوتید مشاهده شد. نتایج حاصل از اثر تغذیه ماهیان با تیمارهای مختلف نوکلئوتید در دوره پرورش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- برخی شاخص‌های رشد تیلاپیای تغذیه شده با جیره های محتوی نوکلئوتید (میانگین± انحراف معیار)

سطوح نوکلئوتید / پارامترهای رشد	۰	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵
وزن اولیه (g)	۵۲/۳۳±۰/۸۵^{a}	۵۳/۱۳±۰/۹۵^{a}	۵۲/۸۳±۰/۷۰^{a}	۵۱/۸۶±۱/۵۹^{a}
وزن نهایی (g)	۱۰۱/۵۷±۰/۵۸ ^{a}	۱۱۱/۳۳±۵/ ۲۲ ^{b}	۱۱۳/۰۸±۰/۹۸ ^{bc}	۱۱۸/۴±۲/۹۲ ^{c}
افزایش وزن (g)	۴۹/۲۴±۰/۲۹^{a}	۵۸/۲±۶/۰۶^{b}	۶۰/۲۴±۱/۲۷^{bc}	۶۶/۵۳±۲/۷۶^{c}
رشد روزانه (g/day)	۱/۰۹±۰/۰۴^{a}	۱/۲۹±۰/۱۳^{b}	۱/۳۴±۰/۰۲^{bc}	۱/۴۷±۰/۰۶^{c}
ضریب رشد ویژه (روز/٪)	۱/۴۷±۰/۰۲^{a}	۱/۶۴±۰/۱۴^{b}	۱/۶۹±۰/۰۳^{bc}	۱/۸۳±۰/۰۷^{c}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۵۴±۰/۰۱^{a}	۱/۳۶±۰/۱۵^{b}	۱/۳۰±۰/۰۳^{bc}	۱/۱۹±۰/۰۵^{c}
نرخ بازده پروتئین(PER)	۱/۷۸±۰/۰۱^{a}	۲/۰۳±۰/۲۰^{b}	۲/۱۱±۰/۰۴^{bc}	۲/۳۱±۰/۱۱^{c}
راندمان پروتیین تبدیلی (PCE)	۳۱/۴۶±۱/۳۶^{a}	۳۵/۷۷±۱/۱۸^{b}	۳۶/۹۵±۱/۲۶^{bc}	۴۰/۶۹±۱/۶۴^{c}
بازماندگی(٪)	۹۸/۵۵ + ۱/۴۵ ^{a}	۱۰۰ ± ۰/۰۰^{a}	۱۰۰ ± ۰/۰۰^{a}	۱۰۰ ± ۰/۰۰^{a}

وجود حداقل یک حرف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار است ($P>۰/۰۵$) .

نتایج حاصل از تأثیر سطوح مختلف نوکلئوتید بر کیفیت لاشه ماهی ها (جدول۲) نشان داد نوکلئوتید بر میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر لاشه ماهی ها اثر معنی‌داری (در سطح ۹۵ درصد) نداشته است.

جدول ۲- نتایج حاصل از تأثیر سطوح مختلف نوکلئوتید بر کیفیت لاشه ماهیان تیلاپیای نیل

تیمارها	پروتئین خام	چربی خام	رطوبت	خاکستر
اولیه	۵۵/۸۰±۰/۳۲	۳۲/۷۱±۰/۶۴	۶۹/۷۵±۰/۴۸	۱۴/۶۳±۰/۱۱
٪(۰)	۵۸/۹۱ ±۰/۲۶[a]	۳۱/۶۲ ±۲/۶۸[a]	۷۰/۷۲ ±۰/۸۵[a]	۱۳/۹۱±۰/۳۶[a]
٪(۰/۰۵)	۶۰/۳۷ ±۱/۴۹[a]	۲۸/۹۵ ±۱/۱۱[a]	۷۱/۴۳ ±۰/۳۲[a]	۱۲/۱۸±۰/۸۴[a]
٪ (۰/۱)	۵۹/۱۵ ±۰/۸۳[a]	۲۹/۵۴ ±۱/۹۰[a]	۷۰/۹۰ ±۰/۱۱[a]	۱۳/۲۸±۰/۴۷[a]
٪(۰/۱۵)	۵۹/۸۲ ±۰/۰۱[a]	۲۹/۰۹ ±۱/۵۲[a]	۷۱/۰۷ ±۱/۷۱[a]	۱۲/۸۳±۰/۴۵[a]

وجود حداقل یک حرف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار است (P>۰/۰۵).

جدول۳- پارامترهای خونی ماهیان تیلاپیای نیل تغذیه شده باجیره های محتوی نوکلئوتید به مدت ۴۵ روز (میانگین± انحراف معیار)

سطوح نوکلئوتید / پارامترهای خونی	۰	۰/۰۵	۰/۱
WBC(cell/mm^3)	۶۸۶۶/۶۶±۵۵۰/۷۵	۷۳۰۰±۲۳۹۰/۶	۸۸۳۳/۳۳±۳۵۹۸/۱۴
Hb(g/dl)	۵/۵۲±۰/۵۵	۵/۷۸±۰/۴۴	۵/۴۶±۰/۴۴
Hct %	۳۴/۷۵±۴/۴۲	۳۵/۶۶±۱/۷۵	۳۳/۱۶±۲/۷۸
RBC(10^6/mm^3)	۱/۱۲۵۰±۰/۲۸۷۲	۱/۱۱۶۷±۰/۳۹۲۰۰	۱/۲۳۳۳±۰/۳۷۲۳۸
MCH (µg/cell)	۵۰/۸۵±۹/۷۸	۵۶/۲۹±۱۵/۶۸	۴۷/۰۳±۱۲/۲۳
MCHC (g/dL)	۰/۱۵۹±۰/۰۰۵	۰/۱۶۲±۰/۰۱۲	۰/۱۶۴±۰/۰۰۵
MCV(nm^3/cell)	۳۱۸/۴۴±۵۶/۲۷	۳۴۳/۷۳±۸۶/۷۰	۲۸۶/۶۴±۷۹/۹۵
WBC/RBC (%)	۰/۴۲۸±۰/۳۰۲	۰/۵۳۱±۰/۴۷۶	۰/۸۰۹±۰/۴۸۳

وجود حداقل یک حرف مشابه در هر ردیف نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار است (P>۰/۰۵)

۴- بحث

اثر مثبت نوکلئوتید جیره بر شاخص‌های رشد توسط برخی از محققین گزارش شده است به عنوان

مثال می توان به نتایج حاصله در ماهی آزاد اقیانوس اطلس (Burrel et al, 2001) ، قزل‌آلای‌رنگین-کمان (Song et al, 2012) و میگوی ببری سیاه (Do Huu et al, 2012) اشاره کرد. با این وجود برخی تحقیقات بیانگر عدم اثرگذاری نوکلئوتید جیره بر رشد برخی انواع آبزیان نظیر میگوی آب شیرین (Shankar et al, 2012) وکپورمعمولی (عبدی و همکاران، ۱۳۸۸) است. به نظر می‌رسد تأثیرگذاری نوکلئوتید بر شاخص‌های رشد یک تأثیر همیشگی نبوده و بسیار متأثر از نوع گونه مورد بررسی (Barros et al, 2013) ، طول دوره تغذیه (Reddy and Leatherland, 1998)، دوز (Borda et al, 2003) و نوع نوکلئوتید مصرفی است. به عنوان مثال Adamek و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که نوکلئوتید به میزان ۰/۶۲ و ۲/۵ گرم بر کیلوگرم جیره میزان رشد و کارایی غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان را افزایش داده، در حالی که ۵ گرم نوکلئوتید بر کیلوگرم تأثیر منفی بر رشد داشته است. Leonardi و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که تغذیه قزل‌آلای‌رنگین‌کمان با نوکلئوتید به مدت ۶۰ روز باعث تحریک تغذیه شده، در حالی که بعد از ۱۲۰ روز اثری مشاهده نشده است. Li و همکاران (۲۰۰۶) طی بررسی‌های خود گزارش کردند آدنین موجود در نوکلئوتید دارای اثرات منفی در جذب غذا و افزایش وزن در قزل‌آلای-رنگین‌کمان است. Rumsey و همکاران (۱۹۹۲) مشاهده کردند که افزایش عصاره مخمر تا ۴/۱ ٪ باعث افزایش رشد قزل‌آلای رنگین‌کمان گردید، در حالی که دوزهای بالاتر رشد را کاهش داده است. Person-le و همکاران (۱۹۸۳) گزارش کردند که اینوزین باعث افزایش رشد لارو توربوت می‌شود. جذب نوکلئوتید در مراحل ابتدایی رشد بالاتر است و با افزایش دوره این میزان کاهش می یابد (Li and Gatlin, 2004). در تحقیق حاضر بازده پروتئین و راندمان پروتئین تبدیلی با افزایش نوکلئوتید به جیره افزایش یافت و بالاترین میزان بازده پروتئین در تیمار ۰/۱۵ درصد نوکلئوتید مشاهده شد به این معنی که در جیره حاوی نوکلئوتید به ازای هر گرم پروتئین مصرفی افزایش وزن بیشتری حاصل شده که مؤید رشد بیشتر است. همچنین بالاترین میزان راندمان پروتئین تبدیلی نیز در جیره ۰/۱۵ درصد نوکلئوتید بدست آمد و نسبت به جیره شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان داد که حاکی از اثر مثبت نوکلئوتید بر راندمان تبدیل پروتئین در ماهی تیلاپیا است. اضافه کردن نوکلئوتید جیره سبب حفظ و ابقای مقدار RNA در سلولهای کبدی می‌شود و به این ترتیب با اضافه کردن نوکلئوتید در جیره سنتز پروتئین افزایش می یابد. از جمله دلایل مرتبط با تأثیرات مفید نوکلئوتید جیره بر رشد را می توان به ظرفیت سنتزی محدود بعضی

بافت‌ها اشاره کرد که با فراهم کردن مقادیر مورد نیاز فیزیولوژیک از نوکلئوتیدها در جیره غذایی عملکرد رشد بهبود یافته و هزینه انرژتیک ناکافی برای سنتز de novo را جبران می‌نماید. از طرف دیگر الگوهای بیان ژن به خصوص بیان ژن آنزیم‌های مسیرsalvage را تعدیل می‌کند. نوکلئوتید جیره با تاثیر بر فلور روده باعث بهبود جذب در مراحل ابتدایی رشد می شود. جاذب شیمیایی‌بودن نوکلئوتید ها نیز بلع غذایی سریع تر را در پی دارد که تراوش مواد غذایی به آب را کاهش می‌دهد (Jeorg and Lee, 1998). همچنین یکی از مکانیسم‌های در ارتباط با اثرات سودمند نوکلئوتید جیره بر پاسخ‌های فیزیولوژیک ماهی نظیر کارایی رشد احتمالا به اثرات منع‌کنندگی نوکلئوتیدها از رهاسازی کورتیزول ناشی از استرس است (Reddy and Leatherland, 1998).

در مطالعات انجام شده توسط محققین روی گونه های مختلف تحت تاثیر نوکلئوتید نتایج متفاوتی حاصل شده است بطوریکه در برخی گونه ها افزودن نوکلئوتید به جیره سبب افزایش یا کاهش معنی دار ترکیبات لاشه شده ولی در گونه های دیگری اثر معنی داری ثبت نشده است. مثلا در مطالعه Li و همکاران (۲۰۰۴) اثر نوکلئوتید جیره بر ترکیب شیمیایی عضله هیبرید باس راه راه مورد بررسی قرار گرفت و اختلاف معنی داری در ترکیبات عضله مشاهده نشد. همچنین اوجی فرد و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند افزودن نوکلئوتید به غذای میگوی وانمی بر ترکیب شیمیایی لاشه میگو اثرگذار نیست. Anguiano (۲۰۱۱) طی مطالعه ای اثر سطوح مختلف نوکلئوتید را بر ترکیب لاشه تیلاپیای نیل مورد بررسی قرار داد. وی بیان نمود افزودن نوکلئوتید به غذای تیلاپیا اثر معنی داری بر ترکیب شیمیایی لاشه ندارد. که این نتایج با مطالعه حاضر همخوانی دارد. اما اثر معنی‌دار افزودن نوکلئوتید جیره بر ترکیب لاشه برخی گونه‌ها توسط محققینی چون عبدی و همکاران (۱۳۸۶) در ماهی کپور معمولی، بهمنی و همکاران (۱۳۸۹) در ماهی هامور معمولی، سلیمی خورشیدی و همکاران (۱۳۹۱) در ماهی قزل آلا، Adamek و همکاران (۱۹۹۶) در ماهی قزل آلا و Li و همکاران (۲۰۰۵) در ماهی شوریده گزارش شده است. تحقیقات نشان داده است که نوکلئوتید جیره برسنتز پروتئین مؤثر است، چراکه اضافه کردن نوکلئوتید جیره سبب حفظ و ابقای مقدار RNA در سلولهای کبدی می‌شود و از آنجا که بیشتر RNA کبد از نوع rRNA یا همان RNA ریبوزومی است احتمالا با اضافه‌کردن نوکلئوتید در جیره سنتز پروتئین افزایش می‌یابد (عبدی و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که نوکلئوتید در سطوح مختلف تا ثیر

معنی‌داری بر برخی شاخص‌های خونی تیلاپیا نداشته است اگرچه میزان برخی از این شاخص‌ها با افزایش نوکلئوتید به جیره بهبود یافته‌اند. مثلا میزان هماتوکریت و هموگلوبین در تیمار ۰/۱۵ درصد نوکلئوتید از همه بالاتر بوده، همچنین میزان گلبول سفید و قرمز نیز در تیمار شاهد کمترین و در تیمارهای نوکلئوتید افزایش یافت. نتایج برخی تحقیقات حاکی از عدم اثرگذاری نوکلئوتید جیره بر شاخص‌های خونی در برخی آبزیان نظیر تیلاپیا و گربه ماهی روگاهی (Welker et al, 2011). است که با مطالعه حاضر همخوانی دارد. اما در برخی مطالعات اثرات مثبت استفاده از این ترکیبات در آبزیان گزارش شده است. این اثرات متفاوت متأثر از ترکیب نوکلئوتید (Mackie et al, 1978)، طول دوره تغذیه و زمان افزودن و دز نوکلئوتید است(Rumsey et al, 1992). Yousefiو همکاران (۲۰۱۲) مشاهده کردند که نوکلئوتید جیره تا سطح ۰/۳۵ ٪ باعث افزایش هموگلوبین شد در حالی که میزان بیشتر آن چنین تأثیری نداشت. به علاوه عدم تأثیر نوکلئوتید خارجی بر فاکتورهای خونی ممکن است ناشی از ساخته شدن نوکلئوتید کافی در خود گونه بدون احتیاج به نوکلئوتید خارجی باشد. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که اضافه کردن نوکلئوتید به جیره ماهی تیلاپیای نیل باعث بهبود رشد می‌گردد ولی بر شاخص‌های خون شناسی و ترکیبات لاشه اثری ندارد.

فهرست منابع

۱. **اوجی فرد، ا.، ع. عابدیان کناری، ع. طاهری و ا. غنی زاده، (۱۳۹۰).** تأثیر نوکلئوتید جیره غذایی بر تغییرات ساختار روده، رشد و پروفیل اسیدهای چرب میگوی سفید غربی (*Litopeneus vannamei*)، مجله علمی شیلات ایران، ۲۰ (۴) : ۱-۱۰.

۲. **بهمنی، م.، ا. ظریف فرد، م. خدادادی، ن. محمودی و ا. اوجی فرد، (۱۳۸۹).** اثر سطوح مختلف نوکلئوتید جیره بر ترکیب لاشه ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*)، مجله علمی شیلات ایران، ۴، ۲۰-۱۱.

۳. **سلیمی، ن.، س.کیوان شکوه، ا. پ.سلاطی، م. ذاکری، ن. محمودی و ا. طهماسبی، (۱۳۹۱).** تأثیر سطوح مختلف نوکلئوتید جیره بر ترکیب لاشه در ماهی قزل‌آلای‌رنگین‌کمان انگشت قد (*Onchorhynchus mykiss*)، اقیانوس‌شناسی، شماره ۹، ۴۶-۴۱.

۴. **طهماسبی کویانی، ا.، س.کیوان شکوه، ا. نعمت اللهی، ن. محمودی و ح. پاشازانوسی، (۱۳۸۷).** بررسی عملکرد نوکلئوتید موجود در جیره بر شاخص‌های رشد و مرفولوژی روده در ماهی قزل‌آلای

رنگین‌کمان انگشت قد (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علوم و فنون دریایی، ۱: ۴۵-۵۱.

۵. **عبدی، ح.، ن. محمودی و ب. فلاحتکار، (۱۳۸۸)**. اثرات نوکلئوتید جیره بر برخی شاخص های رشد و ترکیب لاشه در ماهی کپور معمولی، مجله علوم وفنون دریایی، ۱: ۲۲-۳۰.

۶. **متین فر، ع. و ش. دادگر، (۱۳۷۹).** غذا و تغذیه ماهی و میگو، موسسه تحقیقات شیلات ایران.

۷. **محمودی، ن.، ح. عبدی و ب. فلاحتکار، (۱۳۸۹).** تأثیر سطوح مختلف نوکلئوتید جیره بر شاخص‌های هماتولوژی و بیوشیمیایی خون بچه ماهی کپور معمولی، مجله علوم و فنون دریایی، ۴-۱۲.

8. **Abedian Kenari, A., Mahmoudi, N., Soltani, M. and Abedian Kenari, S, (2012).** Dietary nucleotide supplements influence the growth haemato-immunologicai parameters and stress responses in endangered Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius* Kessler, 1877). Aquaculture Nutrition, 938: 1365-2095.

9. **Adamek, Z., Hamackova, J., Kouril, J., Vachta, R. and Stibranyiova, I, (1996).** Effect of Ascogen probiotics supplementation on farming success in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and wells (*Silurus glanis*) under conditions of intensive culture. Krmiva (Zagreb), 38: 11-20.

10. **Anguiano, M,(2011).** Effect of dietary nucleotides on growth, immunology, and disease resistance of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). A thesis for the degree of Master of Science in Texas University, 46 pp.

11. **AOAC (Association of official Analytical chemists), (1990).** Official Methods of Analysis AOAC. Washington, DC: 1263 pp.

12. **Barros, M. M., Giumaraes, I. G., Pezzato, L. E., Orsi, R. O. D., Junior, A. C. F., Teixeira, C. P., Fleuri, L. F. and Padovani, C. R, (2013).** The effect of dietary nucleotide mixture on growth performance, hematological and immunological parameters of Nile tilapia. Aquaculture Research, 1-7. Doi:10.1111/are.12229.

13. **Borda, E., Martinez-Puig, D. and Cordoba, X, (2003).** A balanced nucleotide supply makes sense. Feed Mixture, 11: 24-26.

14. **Burrel, C., William, P.D., Forno, P.F, (2001).** Dietary nucleotides a novel supplement in fish feeds, Aquaculture, 199: 159-169.

15. **Chinthamani, V. S, (2012).** Effect of nucleotide on growth, immune responses and resistance of *Macrobranchium rosenbergii*, nodavirus and extra small virus and Aeromonas hydrophila infection. Aquaculture, 20: 1-12.

16. **Choudhurya, D., Pal, A. K., Sahua, N. P., Kumar, S., Das, S. S. and Mukherjee, S. C, (2005).** Dietary yeast RNA supplementation reduces mortality by Aeromonas hydrophila in rohu (*Labeo rohita* L.) juveniles. Fish & Shellfish Immunology, 19: 281-291.

17. **Cosgrove, M, (1998).** Nucleotides. Nutrition, 14:748-751.

18. **Do Huu, H., Tabrett, S., Hoffmann, K., Koppel, P., Lucas, J. S. and Barnes, A. C, (2012).** Dietary nucleotides are semi-essential nutrients for optimal growth of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Aquaculture, 366-367: 115-121.

19.**El-Sayed, A. M, (2006).** Tilapia culture. CABI Publishing, UK, 277p.
20.**El-Sayed, A. M., Kawanna, M, (2008).** Effects of dietary protein and energy levels on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock in a recycling system. Aquaculture, 280: 179-184.
21.**Jha, A. K., Pal, A. K., Sahu, N. P., Kumar, S. and Mukherjee, S. C, (2007)**. Haemato-immunological responses to dietary yeast RNA, x-3 fatty acid and b-carotene in (*Catla catla*) juveniles. Fish & Shellfish Immunology, 23: 917-927.
22.**Leonardi, M., Sandino, A. M. and Klempau, A, (2003).** Effect of anucleotide-enriched diet on the immune system, plasma cortisol levels and resistance to infectious pancreatic necrosis (IPN) in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Europe Association Fish Pathology, 23: 52-59.
23.**Li, P., Burr, G. S., Goff, J., Whiteman, K. W., Davise, K. B, Vega, R. R., Neill, W. H. and Gatlin III, D. M, (2005).** A preliminary study on the effects of dietary supplementation of brewer's yeast and nucleotides, singularly or in combination, on juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). Aquaculture Research, 36: 1120-1127.
24.**Li, P., Gatlin, III DM, (2006).** Nucleotide nutrition in fish: current knowledge and future applications. Aquaculture, 251: 141-152.
25.**Li, P., Lewis, D.H., Gatlin, III DM, (2004).** Dietary oligonucleotides from yeast RNA influence immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*) to Streptococcus iniae infection. Fish & Shellfish Immunology, 16: 561-569.
26.**Low, C., Wadsworth, S., Burrells, C., Secombes, C.J, (2003).** Expression of immune genes in turbot (*Scophthalmus maximus*) fed a nucleotide-supplemented diet, Aquaculture, 221: 23-40.
27. **Mackie, A. M. and Adron, J. W, (1978).** Identification of inosine and inosine 5V-monophosphate as the gustatory feeding stimulants for the turbot (*Scophthalmus maximus*). Comparative Biochemistry and Physiology, 60: 79-83.
28.**Nakagawa, H., Sato, M., Gatlin, DM, (2007).** Dietary supplements for the health and quality of cultured fish, 244.
29. **Person-Le Ruyet, J., Menu, B., Cadena-Roa, M. and Me´tailler, R, (1983).** Use of expanded pellets supplemented with attractive chemical substances for the weaning of turbot (*Scophthalmus maximus*). Journal of the World Mariculture Society, 14: 676-678.
30.**Ramadan, A., Afifi, N. A., Moustafa, M. and Samy, A. M, (1994).** The effect of ascogen on the immune response of tilapia fish to *Aeromonas hydrophila* vaccine. Fish & Shellfish Immunology, 5: 159-165.
31.**Reddy, P. T. K. and Leatherland. J. F, (1998).** Stress physiology In: Leatherland. J.F; Woo, P. T. K. Fish diseases and disorders.Vol 2. Non-infections disorders CAB, International Publishing Co. Oxford, England. 360pp.
32.**Rumsey, G. L., Winfree, R. A. and Hughes, S. G, (1992).** Nutritional value of dietary nucleic acids and purine bases to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).

Aquaculture, 108: 97-110.

33.**Shankar, R., Shivanada, H., Sujata, H. R., Jayaraj, E. G., Tejpal, C. S. and**

34. **Shiau, S.Y. and Lin, Y.H, 2006.** Vitamin requirements of tilapia-a review. En: Editores: L. Elizabeth Cruz Suarez, Denis Ricque Marie, Mireya Tapia Salazar, Martha G. Nieto Lopez, David A. Villarreal Cavazos, Ana C. Puello Cruz y Armando Garcia Ortega. Avances en Nutricion Acuicola VIII. VIII Simposium Internacional de Nutricion Acuicola. 15-17 Noviembre. Universidad Autonoma de Nuevo Leon, Monterrey, Nuevo Leon, Mexico. ISBN 970-694-333-5.

35.**Song, J., Lim, S. and Lee, K. J, 2012.** Effects of dietary supplementation of inosine monophosphate on growth performance, innate immunity and disease resistance of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). Fish & Shellfish Immunology, 33: 1050-1054.

36.**Twibell, R.G. and Brown, P.B, 1998.** Optimal dietary protein concentration for hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus* fed all plant diets. Journal of the world aquaculture society, 29: 9-16.

37.**Welker, T. L., Lim, C., Yildirim-Aksoy, M. and Klesius, P. H, 2011.** Effects of dietary supplementation of a purified nucleotide mixture on immune function and disease and stress resistance in channel catfish, *Ictalurus punctatus*. Aquaculture Research, 42: 1878-1889.

38.**Yousefi, M., Abtahi, B. and 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.

39.**Zomborszky-Kovacs, M., Zomborszky, Z., Tuboly, S., Lengyel, A. and Horn, E, 1998.** The effect of thermolysed Brewer's yeast of high nucleotide content on some blood parameters in sheep. Wool Technology and Sheep Breeding, 46: 255-261.