# تاثیر نانوذرات نقره بر ترکیب لاشه ماهی قرمز (*Carassius auratus*) تغذیه شده با الیگوساکارید رافینوز و باکتری *Pediococcus acidilactici*


- **فاطمه‌زهرا جعفری***: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **سیدعلی‌اکبر هدایتی**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **سیدحسین حسینی‌فر**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **علی جافرنوده**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **طاهره باقری**: مرکز تحقیقات آب های دور، موسسه تحقیقات شیلات ایران، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، چابهار، ایران


تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۷

## چکیده

**هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر حفاظتی پیش تیمار باکتری *Pediococcus acidilactic* و الیگوساکارید رافینوز بر ترکیب لاشه در ماهی قرمز (*carassius auratus*) در مواجهه با نانو نقره بود. بر این اساس تعداد ۲۵۰ عدد ماهی قرمز با میانگین وزنی ۰/۱۸±۲۶/۳ در چهار تیمار و هر تیمار با سه تکرار شامل: غذای بدون مکمل غذایی (تیمار۱ شاهد)، غذای حاوی پروبیوتیک باکتری با غلظت ۱۰۷ کلنی بر گرم غذا (تیمار۲)، غذای حاوی رافینوز به‌میزان ۱ گرم در کیلوگرم غذا (تیمار۳) و غذای سین بیوتیک (تیمار ٤) تقسیم شد و به‌مدت ٦ هفته تغذیه شدند. بعد از پایان دوره تغذیه، به تیمارهای آزمایش میزان ۵۰ درصد غلظت کشنده نانو نقره (۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر) به‌مدت ١٤ روز اضافه شد و در پایان دوره ١٤ روزه، نمونه‌برداری از لاشه صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها در پایان دوره آزمایش نشان داد شاخص‌های رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی لاشه در بین تیمارهای آزمایش اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (P>۰/۰۵). هرچند در برخی از شاخص‌ها ازجمله رطوبت، پروتئین و خاکستر در تیمار سین بیوتیک روند افزایشی را نشان داد ولی این افزایش معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). باتوجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش و عدم معنی‌داری شاخص‌های مربوطه در تیمارهای مذکور به‌نظر می‌رسد استفاده از این مکمل‌ها با این غلظت اثرگذاری مناسب را بر شاخص‌های مربوطه ندارد.**

**کلمات کلیدی**: پروبیوتیک، پربیوتیک، نانو نقره، خون‌شناسی، ماهی کاراس طلایی



* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: jafarizahra293@yahoo.com

## مقدمه

با استفاده از فناوری نانو، فلز نقره را به ذراتی کم‌تر از ۱۰۰ نانومتر تبدیل می‌کنند که به آن نانونقره می‌گویند. نانوذرات نقره عمدتاً، به‌دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه‌ای که از خود نشان می‌دهند در مصارف الکترونیکی، نوری، دارویی و بهداشتی و کاتالیتیکی کاربرد فراوان دارند. اثر ضدباکتریایی نانو نقره به اثبات رسیده، تاکنون بیش از ۶۵۰ نوع باکتری شناخته شده را از بین برده و امروزه در صنایع مختلف کاربرد فراون دارد (Gong و همکاران، ۲۰۰۷). هرچند این فناوری به تازگی مورد توجه زیادی قرار گرفته و رونق بسیاری پیدا کرده، اما از آن در طب قدیم استفاده شده بدون آن که دلیل تاثیر آن شناخته شود و حتی در جنگ برای کنترل عفونت زخم سربازان از سکه‌های نقره استفاده شده است (Blaise و همکاران، ۲۰۰۸). نقره در ابعاد بزرگ‌تر، فلزی با خاصیت واکنش‌دهی کم می‌باشد، ولی زمانی که به ابعاد کوچک در محدوده اندازه بین ۱۰۰-۱ نانومتر تبدیل می‌شود خاصیت میکروب‌کشی آن بیش از ۹۹ درصد افزایش می‌یابد (Baroiller و همکاران، ۱۹۹۹). Heidari و Alishahi (۲۰۱۱) به بررسی سمیت نانوذرات نقره در ناپلی آرتمیای دریاچه ارومیه پرداختند. Asghari و همکاران (۲۰۱۲) سمیت انواع مختلف نانوذرات نقره را در مقایسه با یون نقره در *Daphnia magna* بررسی کردند. کپور ماهیان یکی از مهم‌ترین خانواده‌های ماهی‌های آب شیرین است و بزرگ‌ترین خانواده ماهیان بوده و شامل ۲۲۰جنس و ۲۴۲۰ گونه است. کاراس طلایی (*Carassius auratus*) از رده ماهیان استخوانی و متعلق به خانواده کپور ماهیان (Cyprinidae) است. با وجود این‌که این ماهی بیش‌تر ساکن آب شیرین است، اما نمونه‌هایی از آن در مناطق ساحلی دریای خزر صید شده است. این گونه در ایران به‌عنوان ماهی قرمز شب عید طرف‌دار دارد. ماهی کاراس به‌عنوان یک گونه مناسب جهت انجام آزمایشات مورد توجه است. ماهی کاراس از نظر صید ورزشی و بازارپسندی تجاری نیز دارای ارزش می‌باشد و به‌عنوان طعمه جهت صید ماهیان دیگر نیز مشتری دارد. فلزات سنگین از مهم‌ترین آلودگی‌های موجود اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شوند. امروزه با پیشرفت تکنولوژی این آلودگی‌ها افزایش یافته‌اند. با پیشرفت تکنولوژی نانو بسیاری از این فلزات جای خود را با نوع نانو در طبیعت عوض کرده‌اند. ازاین‌رو شناخت چگونگی تغییرات تأثیر فلزات سنگین در صنایع مختلف امری ضروری می‌باشد، بنابراین بررسی این تأثیرات مستلزم بررسی موجودات زنده محیط آبی می‌باشد. باکتری‌ها به‌عنوان مکمل‌های غذایی شناخته شده‌اند که از طریق بهبود ارزش غذایی و ارتقای رشد، توزیع آنزیمی جهت هضم مواد غذایی، مهار موجودات (میکرو ارگانیسم) بیماری‌زای فرصت‌طلب و فعالیت ضدسرطانی و افزایش پاسخ ایمنی برای موجود میزبان سودمند هستند. از خواص باکتری‌ها می‌توان به تحریک و ارتقاء سیستم ایمنی بدن افزایش کارائی غذایی که این امر از طریق تولید ویتامین‌ها، افزایش قابلیت جذب مواد معدنی و عناصر کمیاب و نیز تولید آنزیم‌های گوارشی انجام می‌گیرد اشاره کرد (Ansari و Khan، ۲۰۰۷). لذا با توجه به نوظهور بودن فلزات‌سنگین آن هم در مقیاس نانو و اثر سمیت آن‌ها و از طرف دیگر تاثیرات مثبت باکتری در تقویت آبزیان در برابر آلاینده‌ها این تحقیق به‌منظور بررسی شاخص لاشه در مواجهه با نانوذرات نقره از باکتری بومی‌روده خانواده کپورماهیان پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی صورت گرفت. کربوهیدرات‌ها ارزان‌ترین منبع تامین انرژی غذا هستند اما به‌خوبی توسط همه حیوانات مورد استفاده قرار نمی‌گیرند (Aroeckuaraj و همکاران، ۲۰۰۸) وجود این ترکیبات از شکسته شدن پروتئین و چربی برای تولید انرژی و سایر ترکیبات متابولیک جلوگیری می‌کند. مطالعات مختلفی در ارتباط با تعیین مقدار مناسب و اثر سطوح مختلف کربوهیدرات‌ها در جیره آبزیان انجام پذیرفته است، به‌طوری‌که بهبود در رشد و کارآی غذا در ماهیانی مانند ماهی Cobia توسط Mingchun و همکاران (۲۰۱۱)، قزل‌آلای رنگین‌کمان Atkinson و Hitlon (۱۹۸۲) و تیلاپیا توسط Anderson (۱۹۸۴) گزارش شد.

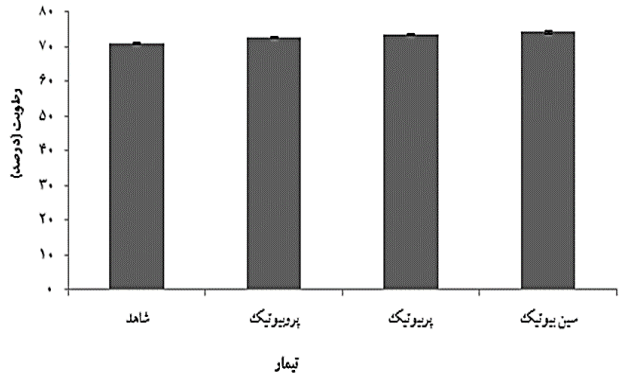
## مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌مدت ۶۰ روز در مرکز تحقیقات آبزی‌پروری شهید فضلی گروه تکثیر و پرورش آبزیان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت گرفت. ۳۰۰عدد بچه‌ماهی کاراس با میانگین وزنی ۰/۱۸±۲۶/۳ گرم به تعداد ۱۵ عدد در ۱۲ مخزن فایبرگلاس یک‌متر مکعب نگه‌داری شدند. در این تحقیق از الیگوساکارید رافینوز به‌عنوان پربیوتیک استفاده شد. رافینوز مذبور از کشور چین تامین شد. باکتری مورد استفاده در این تحقیق *Pediococous acidilactici*، از خانواده لاکتوباسیلوس‌ها (گرم مثبت)، به‌صورت تجاری (لاملند فرانسه) از تهران خریداری شد. غلظت باکتری مورد استفاده CFU/g ۰/۹×۱۰۷ بود (Khan و همکاران، ۲۰۰۷). آزمایش در قالب ۴ تیمار شامل تیمار اول (شاهد) فقط با غذای تجاری و مابقی تیمارها با غذای تجاری مکمل شده به باکتری *P. acidilactici* و رافینوز به ترتیب حاوی، تیمار دوم (۱ گرم بر کیلوگرم باکتری)، تیمار سوم (۱۰ گرم بر کیلوگرم رافینوز)، تیمار چهارم (۱ گرم بر کیلوگرم باکتری و ۱۰ گرم بر کیلوگرم رافینوز) انجام شد. در طول دوره آزمایش (۸ هفته) روزانه بچه‌ماهی‌ها از نظر وضعیت ظاهری بررسی شدند. مشاهده مستقیم بچه‌ماهی‌ها در مخازن جهت نظارت بر حرکات، نحوه شنا، رفتارهای تغذیه‌ای، اشتها، تحرک بیش‌ازحد یا کم‌تحرکی انجام شد. برای تعیین عملکرد جیره غذایی و رشد بچه‌ماهیان، زیست‌سنجی آن‌ها در سه مرحله (اول، وسط و آخر دوره) صورت گرفت.

بدین‌منظور ابتدا سطح آب تمامی تیمارها را پایین آورده سپس با ساچوک ماهیان صید شدند، و در یک ظرف یک لیتری با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند و طول آن‌ها با خط‌کش با دقت یک میلی‌متر اندازه‌گیری شد. براساس میانگین وزن به‌دست آمده مقدار غذای روزانه هریک از تیمارها محاسبه گردید. در ضمن به‌منظور کاهش تلفات حاصل از استرس ناشی از دستکاری ماهیان ۱۲ ساعت قبل و بعد از زیست‌سنجی غذادهی قطع می‌گردید. هم‌چنین قبل از انتقال ماهیان کلیه مخازن، شیلنگ‌ها و سنگ‌های هوا تمیز می‌شد. بعداز پایان دوره ۶ هفته‌ای غذادهی با رافینوز و باکتری پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی، سم‌دهی ماهیان آغاز شد. طی دوره دوهفته‌ای باتوجه به‌مقدار آب در مخازن ۵۰٪ از LC۵۰ سم اضافه شد. نانوذره نقره به‌صورت محلول کلوئیدی ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام از شرکت پیشگامان نانو مواد ایرانیان، مشهد خریداری شد. طبق بررسی با میکروسکوپ الکترونی TEM، نانوذرات مورد بررسی دارای میانگین اندازه ۲۰ نانومتر بودند. برای نمونه‌برداری از لاشه ماهیان در پایان دوره آزمایش از هر تکرار سه ماهی به‌صورت تصادفی برداشته شد و فیله آن جداسازی گردید. پس از میکس کردن آن‌ها کیفیت تقریبی لاشه شامل رطوبت، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر از طریق روش استاندارد (AOAC، ۱۹۹۰) اندازه‌گیری و تعیین شدند. رطوبت لاشه به‌روش خشک کردن نمونه‌ها در آون (مدل FD۱۱۵، ساخت کمپانی Binder آلمان) در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد. پروتئین لاشه به‌روش تعیین نیتروژن کل به‌روش کلدال با استفاده از دستگاه بخش هضم مدل EBL و بخش تقطیر مدل VAP ساخت کمپانی Gerhardt آلمان تعیین شد. چربی خام نمونه‌ها از طریق حل کردن چربی در اتر و تعیین مقدار آن به‌روش سوکسله به‌وسیله دستگاه سوکسله مدل VAP۴۰ ساخت کمپانی Gerhardt آلمان انجام شد. خاکستر نمونه‌ها به‌روش قرار دادن نمونه در کوره الکتریکی مدل LV/5/11/B170 ساخت کمپانی Nabertherm آلمان در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴ ساعت اندازه‌گیری شد.

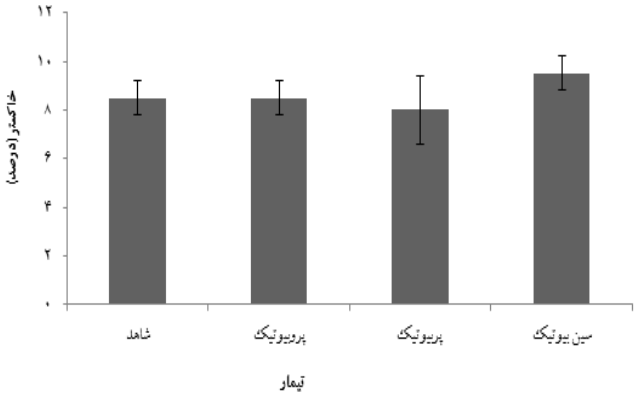
## نتایج

بررسی نتایج شاخص رطوبت لاشه ماهی کاراس طلایی نشان داد که مواجهه تحت کشنده با نانوذرات نقره اثر معنی‌داری بر شاخص رطوبت لاشه نداشته است (P>۰/۰۵). اما در بررسی عددی مشخص شد که تیمارشاهد با میزان ۷۱/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر کم‌ترین و تیمار سین بیوتیک با میزان ۷۴/۱۷ میلی‌گرم بر لیتر بیش‌ترین رطوبت لاشه را داشته است (شکل ۱).



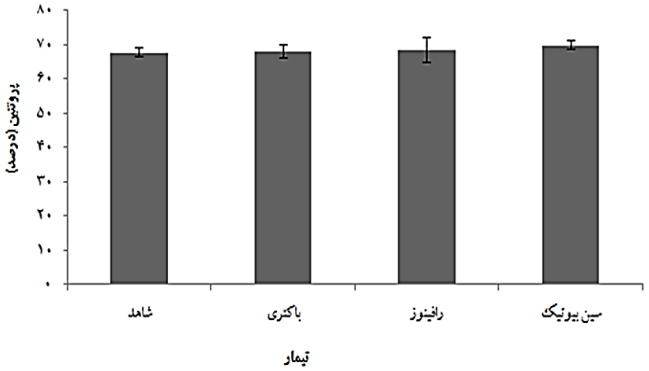

**شکل ۱: میزان رطوبت لاشه ماهی کاراس طلایی در تیمارهای مختلف آزمایشی**
عدم وجود حروف انگلیسی بیانگر عدم اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بین تیمارهای آزمایشی است

بررسی نتایج شاخص خاکستر لاشه ماهی کاراس طلایی نشان داد که مواجهه تحت کشنده با نانوذرات نقره اثر معنی‌داری بر شاخص خاکستر لاشه نداشته است (P>۰/۰۵). اما در بررسی عددی مشخص شد که تیماررافینوز با میزان ۸ میلی‌گرم بر لیتر کم‌ترین و تیمار سین بیوتیک با میزان ۹/۵ میلی‌گرم بر لیتر بیش‌ترین خاکستر لاشه ماهی را داشته است (شکل ۲).



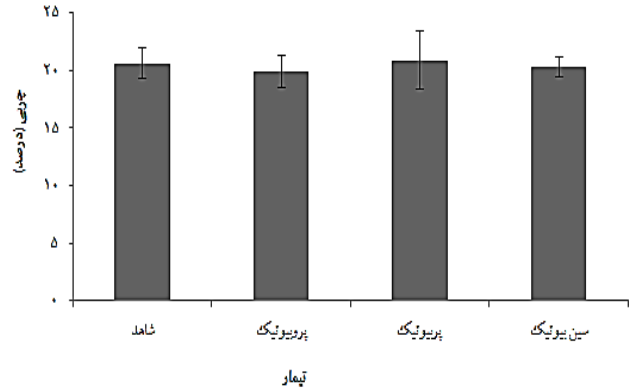

**شکل ۲: میزان خاکستر لاشه ماهی کاراس طلایی در تیمارهای مختلف آزمایشی**
عدم وجود حروف انگلیسی بیانگر عدم اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بین تیمارهای آزمایشی است

بررسی نتایج شاخص پروتئین لاشه ماهی کاراس طلایی نشان داد که مواجهه تحت کشنده با نانوذرات نقره اثر معنی‌داری بر شاخص پروتین لاشه ماهی نداشته است (P>۰/۰۵). اما در بررسی عددی مشخص شد که تیمارشاهد با میزان ۶۷/۷۰ میلی‌گرم بر لیتر کم‌ترین و تیمار سین‌بیوتیک با میزان ۶۹/۸۳ میلی‌گرم بر لیتر بیش‌ترین پروتئین لاشه را داشته است (شکل ۳).




**شکل ۳: میزان پروتئین لاشه ماهی کاراس طلایی در تیمارهای مختلف آزمایشی**
عدم وجود حروف انگلیسی بیانگر عدم اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بین تیمارهای آزمایشی است

بررسی نتایج شاخص چربی لاشه ماهی کاراس طلایی نشان داد که مواجهه تحت‌کشنده با نانوذرات نقره اثر معنی‌داری بر شاخص چربی لاشه نداشته است (P>۰/۰۵). اما در بررسی عددی مشخص شد که تیمار باکتری با میزان ۱۹/۹۲ میلی‌گرم بر لیتر کم‌ترین و تیمار پربیوتیک با میزان۲۰/۸۹ میلی‌گرم بر لیتر بیش‌ترین را داشته است (شکل ۴).




**شکل ۴: میزان چربی لاشه ماهی کاراس طلایی در تیمارهای مختلف آزمایشی**
عدم وجود حروف انگلیسی بیانگر عدم اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بین تیمارهای آزمایشی است

## بحث

بررسی نتایج شاخص پروتئین لاشه ماهی کاراس طلایی نشان داد که مواجهه تحت‌کشنده با نانوذرات نقره اثر معنی‌داری بر شاخص پروتئین لاشه ماهی نداشته است (P>۰/۰۵). اما در بررسی عددی مشخص شد که تیمار شاهد با میزان ۶۷/۷۰ میلی‌گرم بر لیتر کم‌ترین و تیمار سین‌بیوتیک با میزان ۶۹/۸۳ میلی‌گرم بر لیتر بیش‌ترین پروتئین لاشه را داشته است. در سطح مولکولی، کلیه مکانیسم‌های زیستی سلول‌ها توسط پروتئین‌ها انجام می‌شود و اگر کار پروتئین از حالت طبیعی خارج شود می‌توانند باعث بروز بیماری‌های مختلف شوند. مواجهه با نانو ذرات نقره باعث تخریب پروتئین ترکیب لاشه می‌شود. مکمل‌های غذایی مورد استفاده در تیمارهای مورد آزمایش تا حدودی مانع از کاهش پروتئین ترکیب لاشه می‌شود و در بین این مکمل‌ها سین‌بیوتیک بیش‌ترین تاثیر را اعمال کرده و توانسته از آثار مخرب نانو ذرات نقره بر کاهش پروتئین را خنثی کند و معنی‌دار نبودن این شاخص‌ها نیز در واقع تا حدودی بیانگر تاثیر مثبت این مکمل‌ها می‌باشد. یکی از منابع مهم غیرپروتئینی برای ماهی‌ها کربوهیدرات است که وجود آن در جیره باعث کارآیی بهتر پروتئین برای حداکثر رشد می‌گردد چرا که استفاده از منابع غیرپروتئینی مثل کربوهیدرات می‌تواند باعث صرفه‌جویی در هزینه غذا شود (Shiau، ۱۹۹۷). در ارتباط با تاثیر پربیوتیک‌ها در جیره بر میزان پروتئین لاشه آبزیان پژوهش‌های کمی صورت گرفته که نتایج متضادی به‌دست آمده است که در بعضی بیانگرافزایش میزان پروتئین لاشه بوده (Genc و همکاران، ۲۰۰۷) و در موارد دیگر باعث کاهش میزان پروتئین لاشه بوده(عشق‌زاده‌وهمکاران، ۲۰۱۵).درمطالعه‌ای‌توسط Zhouو همکاران (۲۰۰۹) بر روی اثر منابع مختلف سلنیوم غذایی (نانوذرات سلنیوم و سلنومتیونین) بر عملکرد رشد ماهی کاراس (*Carassius auratus*) انجام‌شد، نتایج هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری را ازنظر پروتئین خام، بین گروه‌های تغذیه‌شده با نانوذره موردنظر و گروه شاهد نشان نداد (P>۰/۰۵). بررسی نتایج شاخص چربی لاشه ماهی کاراس طلایی نشان داد که مواجهه تحت کشنده با نانوذرات نقره اثر معنی‌داری بر شاخص چربی لاشه‌نداشته‌است(P>۰/۰۵).امادربررسی‌عددی مشخص شد که تیمار باکتری با میزان ۱۹/۹۲ میلی‌گرم بر لیتر کم‌ترین و تیمار رافینوز با میزان ۲۰/۸۹ میلی‌گرم بر لیتر بیش‌ترین را داشته است. میزان چربی خام لاشه در ماهیان تغذیه شده با پربیوتیک کاهش یافته است (Van Loo و همکاران، ۱۹۹۹). چربی لاشه ماهی از نوع اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشند که انرژی مورد نیاز ماهی را فراهم می‌کنند. هم‌چنین در فرآیند رشد، تولیدمثل و تخم‌ریزی موثرند. مکمل‌های غذایی مورد استفاده توانسته تاحدودی تاثیر مخرب نانونقره خنثی کند و در این مکمل غذایی باکتری بیش‌تر از سایر مکمل‌ها موثر بوده است. در مطالعه‌ای دیگر بر روی اثر منابع مختلف سلنیوم غذایی(نانوذرات سلنیوم و سلنومتیونین)بر عملکرد رشد ماهی کاراس (*Carassius auratus*) انجام شد، نتایج هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری را از نظرچربی خام بین گروه‌های تغذیه‌شده با نانوذره مورد نظر و گروه شاهد نشان نداد (P>۰/۰۵)(Zhou و همکاران، ۲۰۰۹). بررسی نتایج شاخص خاکستر لاشه ماهی کاراس طلایی نشان داد که مواجهه تحت‌کشنده با نانوذرات نقره اثر معنی‌داری برشاخص خاکستر لاشه نداشته است (P>۰/۰۵)، اما در بررسی عددی مشخص شد که

تیمار رافینوز با میزان ۸ میلی‌گرم بر لیتر کم‌ترین و تیمار سین‌بیوتیک با میزان ۹/۵ میلی‌گرم بر لیتر بیش‌ترین خاکسترلاشه ماهی را داشته است. در مطالعه‌ای که بر روی اثر منابع مختلف سلنیوم غذایی (نانو ذرات‌سلنیوم‌وسلنومتیونین)برعملکردرشد ماهی کاراس (*Carassius auratus*) انجام شد، نتایج هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری را ازنظرخاکستر خام بین گروه‌های تغذیه‌شده با نانوذره موردنظر و گروه شاهد نشان نداد(P>۰/۰۵)(Zhou وهمکاران، ۲۰۰۹). Ashori و همکاران (۲۰۱۵) اثرات استفاده از سطوح مختلف نانو ذرات سلنیوم در رژیم غذایی بر عملکرد فاکتورهای رشد و ترکیب لاشه کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) را به‌مدت ۸ هفته با نانوذره سلنیوم اضافه‌شده بود را مورد بررسی قراردادند. نتایج حاصل از آنالیز ترکیبات عضلانی نشان داد که هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای تغذیه‌شده با نانوذره سلنیوم و گروه شاهد وجود ندارد (P>۰/۰۵). با توجه به نتایج این تحقیق و نتایجی که محققین دیگر به آن دست یافته‌اند، به‌نظر می‌رسد فلزات سنگین تاثیر قابل توجه‌ای در روند میزان ترکیب لاشه ماهیان ندارند (Salami khorshidi و همکاران، ۲۰۱۱). درمطالعه روی ترکیب مغذی لاشه قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با نوکلئوتید گزارش کردند که کم‌ترین میزان چربی و خاکستر و بیش‌ترین میزان پروتئین در تیمار ۰/۲ درصد بوده است و در مورد رطوبت و ماده خشک نیز اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. در تحقیق حاضر نیز بیش‌ترین میزان خاکستر در تیمار سین‌بیوتیک بوده اما اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. بررسی نتایج شاخص رطوبت لاشه ماهی کاراس طلایی نشان دادکه مواجهه تحت‌کشنده با نانوذرات نقره اثرمعنی‌داری بر شاخص رطوبت لاشه نداشته است (P>۰/۰۵). اما در بررسی عددی مشخص شد که تیمار شاهد با میزان ۷۱/۰۱میلی‌گرم بر لیتر کم‌ترین و تیمار سین‌بیوتیک با میزان۷۴/۱۷میلی‌گرم برلیتر بیش‌ترین رطوبت لاشه را داشته است. بنابراین مکمل غذایی سین‌بیوتیک نسبت به سایر مکمل‌ها از کاهش میزان رطوبت لاشه در مواجهه با آلاینده مورد نظر تاثیر داشته است. بررسی و مقایسه میزان درصد افزایش وزن بدن و میزان فاکتور وضعیت کپور ماهیان گروه شاهد و تیمارهای تغذیه شده با دوسطح باکتری ($۱۰^{۶}$،$۱۰^{۷}$) و سپس قرار گرفتن آن ها در معرض غلظت تحت‌کشنده نانو نقره نشان داد که شاخص‌های مذکور در اثر دو سطح باکتری و نقره اثرات سویی را نمی‌گذارند، به‌طوری‌که آنالیز داده‌ها رابطه معنی‌داری را بین تیمارها نشان نداد (P>۰/۰۵).

درتحقیق‌دیگر Rigos وهمکاران(۲۰۱۰)اثرات‌مقایسه‌ای سطوح آهن مکمل بر رشد ماهی سیم دریایی سرطلایی (*Sparus aurata*) با استفاده از منابع مختلف آهن مورد بررسی قرار گرفت. ماهی‌ها به‌مدت ۱۲ هفته تحت تیمار قرار گرفتند و تفاوت معنی‌داری در رشد و وزن نهایی و نرخ رشد ویژه مشاهده نشد (P>۰/۰۵). با توجه به نتایج این تحقیق و نتایجی که محققین دیگر به آن دست یافته‌اند، به‌نظر می‌رسد فلزات سنگین و باکتری‌ها تاثیر قابل توجه‌ای در روند درصد افزایش وزن بدن و فاکتور وضعیت لاشه ماهی ندارند. طی پژوهشی که به بررسی تغذیه با جیره حاوی ویتامین E (آلفا توکوفرول استات) و نانو ذرات سلنیوم بر شاخص‌های رشد و ترکیب لاشه در ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*)پرداخته شد، نتایج آنالیز لاشه بچه‌ماهیان تغذیه‌شده با ویتامین E و نانوذرات سلنیوم نشان داد که این دو ریز مغذی تأثیری بر ترکیبات لاشه ماهیان ندارند (P>۰/۰۵) (Tahmasebi، ۲۰۱۴). Tukmechi و همکاران(۲۰۱۱) نشان دادند که نانوذرات آهن اثر باکتری را بر شاخص‌های رشد تقویت می‌کند. به‌عبارت دیگر با توجه به این که نانوذرات به‌خصوص نقره نقش به‌سزایی در رشد باکتری ها و میکروارگانیسم‌ها در بدن میزبان برعهده دارد لذا می‌تواند رشد و تکثیر باکتری را در روده تقویت می‌نماید. باتوجه به نتایج به‌دست آمده از شاخص‌های ترکیب لاشه ماهی کاراس طلایی مکمل غذایی باکتری در خنثی کردن آثار مخرب نانونقره نسبت به دو مکمل دیگر تاثیر کم‌تری داشته است و مکمل غذایی رافینوز بیش‌ترین تاثیر را بر چربی لاشه ماهی کاراس طلایی داشته است. در بین مکمل‌های مذکور مکمل غذایی سین‌بیوتیک با تاثیر بر شاخص‌های پروتئین لاشه، خاکستر لاشه و رطوبت لاشه ماهی مورد آزمایش، بیش‌ترین تاثیر را بر شاخص‌های ترکیب لاشه داشته است. باتوجه‌به نتایج به‌دست آمده ازشاخص‌های مورد آزمایش ماهی کاراس طلایی مکمل غذایی باکتری بیش‌ترین تاثیر را دربر داشته است. مکمل غذایی رافینوز بیش‌ترین تاثیر را بر چربی لاشه ماهی داشته است و در بین مکمل‌های مذکور مکمل غذایی سین‌بیوتیک با تاثیر بر شاخص‌های پروتئین لاشه، خاکستر لاشه و رطوبت لاشه و در بین مکمل‌های غذایی موثرتر عمل کرده است.

## منابع


۱. **Alishahi, M. And Heidari, B., 2011**. Investigation of the toxicity of silver nanoparticles in Naples, Artemia, Lake Urmia. Journal of Modern Veterinary Research. Vol. 9, pp: 39-50.

۲. **Anderson, J.; Jackson, A.J.; Matty, A.J. and Capper, B.S., 1984**. Effect of dietary carbohydrate and fiber on the tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture. Vol. 37, pp: 303-314.

۳. **Arockiaraj, A.J.; Haniffa, M.A.; Seetharaman, S. and Appelbaum, S., 2008**. Utilization of various dietary carbohydrate levels by the freshwater catfish (*Mystus montanus*) (Jerdon). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 8, pp: 31-35.

۴. **Ashouri, S.; Keyvanshokooh, S.; Salati, A.P.; Johari, S.A. and Pasha-Zanoosi, H., 2015**. Effects of different levels of dietary selenium nanoparticles on growth performance, muscle composition, blood biochemical profiles and

antioxidant status of common carp *(Cyprinus carpio)*. Aquaculture. Vol. 446, pp: 25-29.

۵. **Asghari, S.; Johari, S.A.; Lee, J.H.; Kim, Y.S.; Jeon, Y.B.; Choi, H.J.; Moon, M.C.; Yu, I.J., 2012**. Toxicity of various silver nanoparticles compared to silver ions in Daphnia magna. Journal of Nanobiotechnology. Vol. 10. pp: 28-39.

۶. **AOAC. 1990**. Official Methods of Analysis, fifteenth. Association of Official Analytical Chemists, Arlington VA, USA.

۷. **Blaise, C.; Gagne, F.; Ferard, J.F.; Eullaffroy, P., 2008**. Ecotoxicity of selected nano- materials to aquatic organisms. Environmental toxicology. Vol. 23, pp: 591-598

۸. **Baroiller, J.F. and Guiguen, Y.A., 1999**. Endocrine and environmental aspects of sex differentiation in fish. CMLS, Cell and Molecular Life Science. Vol. 55, pp: 910-931.

۹. **Gong, P.; Li, H.; He, X.; Wang, K.; Hu, J.; Tan, W. and Yang, X., 2007**. Preparation and antibacterial activity of Fe3O Ag nanoparticles. Nanotechnology. Vol. 18, pp: 28-56.

۱۰. **Genc, M.A.; Yilmaz, E.; Genc, E. and Aktas, M., 2007**. Effects of dietary mannan oligosaccharide (MOS) on growth, body composition and intestine and liver histology of the hybrid Tilapia (*Oreochromis niloticus*O. aureus*). Israeil J. Aquacual. Vol. 59, pp: 10-16.

۱۱. **Hilton, J.W. and Atkinson, J.L., 1982**. Response of rainbow trout *(Salmo gairdneri*) to increased levels of available carbohydrate in practical trout diets. British Journal of Nutrition. Vol. 47, pp:597-607.

۱۲. **Khan, S.H. and Ansari, F.A., 2007**. Probiotics the friendly bacteria with market potential in global market. Pakistan Journal of Pharmaceu tical Scinces. Vol.20, pp: 71-76.

۱۳. **Mingchun, R.; Qinghui, A.; Kangsen, M.; Hongming, M. and Xiaojie, W., 2011**. Effect of dietary carbohydrate level on growthperformance, body composition, apparent digestibility coefficient and digestive enzyme activities of juvenile cobia, (*Rachycentron canadum*) L. Aquaculture Research.Vol. 42, pp: 1467-1475.

۱۴. **Rigos, G.; Samartzis, A.; Henry, M.; Fountoulaki, E.; Cotou, E.; Sweetman, J.; Davies, S. and Nengas, I., 2010**. Effects of additive iron on growth, tissue distribution, haematology and immunology of gilthead sea bream, *Sparus aurata*. Aquaculture International. Vol. 16, pp: 1093-1104.

۱۵. **Salami khorshidi, N.; keyvan shokuh, S.; salaty, A.; Zakeri, M.; Mahmudi, N.; Tahmasebi, D. and Kahyani, A., 2011.** Effect of different levels of dietary nucleotides on body composition in fingerling rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Oceanography. Vol. 9, pp: 6-41.

۱۶. **Shiau S.Y.; 1997**. Utilization of carbohydrates in warm water fish-with particular reference to tilapia, (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*). Aquaculture. Vol. 151, pp:79

۱۷. **Tukmechi, A.; Rahmati Andani, H.R.; Manaffar, R. and Sheikhzadeh, N., 2011**. Dietary administration of mercapto ethanol treated *Saccharomyces cerevisiae* enhanced the growth, innate immune. response and disease resistance of the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Fish and Shellfish Immunology. Vol. 30, pp: 923-928.

۱۸. **Tahmasebi, D., 2014**. Evaluation of Nutrition with Vitamin E (alpha tocopherol acetate and Selenium Nanoparticles on growth, survival, carcass composition and glutathione peroxidase enzyme and total body malondialdehyde in whitefish (*Rutilus frisii kutum*). Master's thesis of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 56 p.

۱۹. **Van Loo, J.; Cummings, J.; Delzenne, N.; Franck, A.; Hopkins, M.; MacFarlane, G.; Newton, D.; Quigely, M.; Roberfroid, M.; Van Vliet, T. and Van den, H.E., 1999**. Functional food properties of non-digestible oligosaccharide: a consensus report from the ENDO project (DGXII AIRII CT94-1095). British Journal of Natural Resources. Vol. 8, pp: 121-132.

۲۰. **Zhou, X.; Wang, Y.; Gu, Q. and Li, W., 2009**. Effects of different dietary selenium sources (selenium nanoparticle and selenomethionine) on growth performance, muscle composition and glutathione peroxidase enzyme activity of crucian carp *(Carassiu auratus gibelio)*. Aquaculture. Vol. 291, pp: 78-81.