بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد هشتم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۸
۱-۹
http://japu.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/japu.2019.14428.1420

تأثیر الیگوساکارید رافینوز و باکتری *pediococcus acidilactici* بر ترکیب لاشه ماهی قرمز (*carassius auratus*) در مواجهه با نانونقره

***فاطمه‌زهرا جعفری[۱]، سید علی‌اکبر هدایتی[۲]، سید حسین حسینی‌فر[۳]، علی جافر نوده[۴] و طاهره باقری[۵]**

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه بوم‌شناسی آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، [۲]دانشیار گروه تولید و بهره‌برداری آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، [۳]دانشیار گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، [۴]دکتری تخصصی تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، [۵]استادیار مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، چابهار، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۰۱

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر محافظتی پیش‌تیمار باکتری *pediococcus acidilactici* و الیگوساکارید رافینوز بر ترکیب لاشه در ماهی قرمز (*carassius auratus*) در مواجهه با نانونقره 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 (تیمار ۱ شاهد)، غذای حاوی پروبیوتیک باکتری با غلظت 10^7 کلنی بر گرم غذا (تیمار ۲)، غذای حاوی رافینوز به‌میزان ۱ گرم در کیلوگرم غذا (تیمار ۳) و غذای سین‌بیوتیک (تیمار ٤) تقسیم شد و به‌مدت ٦ هفته تغذیه شدند. بعد از پایان دوره تغذیه به تیمارهای آزمایش میزان ۵۰ درصد غلظت کشنده نانونقره (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 نشان داد شاخص‌های رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی لاشه اختلاف معنی‌داری با هم نداشت ($P>0/05$). با توجه به نتایج به‌دست آمده مکمل غذایی رافینوز بیش‌ترین تأثیر را بر چربی لاشه ماهی داشته است و در بین مکمل‌های مذکور سین‌بیوتیک با تأثیر بر شاخص‌های پروتئین لاشه، خاکستر لاشه و رطوبت لاشه در بین مکمل‌های غذایی مؤثرتر عمل کرده است.

واژه‌های کلیدی: پربیوتیک، پروبیوتیک، ماهی کاراس طلایی، نانونقره

* مسئول مکاتبه: 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 ضد باکتریایی نانونقره به اثبات رسیده، تاکنون بیش از ٦٥٠ نوع باکتری شناخته شده را از بین برده و امروزه در صنایع مختلف کاربرد فراون دارد (گنگ و همکاران، ۲۰۰۷). هر چند 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 تأثیر آن شناخته شود و حتی در جنگ برای کنترل عفونت زخم سربازان از سکه‌های نقره استفاده شده است (بلایس 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 (باریولر و همکاران، ۱۹۹۹).

کپورماهیان یکی از مهم‌ترین خانواده‌های ماهی‌های آب شیرین است و بزرگ‌ترین خانواده ماهیان بوده و شامل ۲۲۰ جنس و ٢٤٢٠ گونه است. کاراس طلایی از رده ماهیان استخوانی و متعلق به خانواده کپورماهیان (*Cyprinidae*) است. با وجود این‌که این ماهی بیش‌تر ساکن آب شیرین است، اما نمونه‌هایی از آن در مناطق ساحلی دریای خزر صید شده است. در ایران به‌عنوان ماهی قرمز شب عید طرفدار دارد. ماهی کاراس به‌عنوان یک گونه مناسب جهت انجام آزمایش‌ها مورد توجه است. ماهی کاراس از نظر صید ورزشی 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. از این‌رو 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. بنابراین با توجه به نوظهور بودن فلزات سنگین آن هم در مقیاس نانو و اثر سمیت آن‌ها و از طرف دیگر تأثیرات مثبت باکتری در تقویت آبزیان در برابر آلاینده‌ها این پژوهش به‌منظور بررسی شاخص لاشه در مواجهه با نانوذرات نقره و باکتری پدیوکوکوس اسید لاکتیکی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌مدت ٦٠ روز در مرکز تحقیقات آبزی‌پروری شهید فضلی گروه تکثیر و پرورش آبزیان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت گرفت. ۳۰۰ عدد بچه‌ماهی با میانگین وزنی ۰/۱۸±۲٦/۳ گرم به تعداد ۱۵ عدد در ۱۲ تانک فایبرگلاس یک مترمکعب نگهداری شدند.

در این پژوهش از الیگوساکارید رافینوز به‌عنوان پربیوتیک استفاده شد. رافینوز مذبور از کشور چین تامین شد. باکتری مورد استفاده در این پژوهش *Pediococous acidilactici* از خانواده لاکتوباسیلوس‌ها (گرم مثبت)، به‌صورت تجاری از تهران خریداری شد. غلظت باکتری $۰/۹\times۱۰^{۷}$ CFU/g بود (کاستکس و همکاران، ۲۰۱۰). آزمایش در قالب ٤ تیمار شامل

تیمار اول (شاهد) فقط با غذای تجاری و بقیه تیمارها با غذای تجاری مکمل‌شده به باکتری *P. acidilactici* و رافینوز به‌ترتیب 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 تانک‌ها 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. بر اساس میانگین وزن به‌دست آمده مقدار غذای روزانه هر یک 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 همه تانک‌ها، شیلنگ‌ها و سنگ‌های هوا تمیز می‌شد.

بعد از پایان دوره ٦ هفته‌ای غذادهی با رافینوز و باکتری پدیوکوکوس اسید لاکتیکی، سم‌دهی ماهیان آغاز شد. طی دوره دوهفته‌ای با توجه به مقدار آب در تانکرها ۵۰٪ از LC_{50} سم اضافه شد. نانوذره نقره به‌صورت محلول کلوئیدی ٤۰۰۰ 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.

تجزیه تقریبی لاشه شامل رطوبت، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر از طریق روش استاندارد AOAC اندازه‌گیری و تعیین شدند. برای تعیین درصد رطوبت، ابتدا لاشه ماهیان را به‌طور کامل چرخ شد سپس پتری‌دیش‌ها، پس از خشک شدن در آون در دسیکاتور سرد و توزین شدند. سپس چند گرم نمونه توزین و داخل آن قرار داده شد. وزن ظرف و نمونه ثبت گردید. بعد از آن ظروف همراه با نمونه در آون (مدل FD115، ساخت کمپانی BINDER آلمان) با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢٤ ساعت قرار گرفتند. پس از ٢٤ ساعت پتری‌دیش‌ها همراه با نمونه از آون خارج و در دسیکاتور سرد شده و دوباره وزن شدند و با محاسبه اختلاف وزن به‌دست آمده درصد رطوبت مشخص گردید (AOAC، ۱۹۹۰).

برای تعیین میزان خاکستر نمونه‌ها، از کوره الکتریکی مدل LV/5/11/B170 ساخت کمپانی Nabertherm آلمان استفاده شد. ابتدا بوته‌های چینی خالی در آون با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱ ساعت قرار داده شدند و پس از سرد شدن در دسیکاتور توزین شدند. سپس ۱ گرم از نمونه که رطوبت آن گرفته شده بود، در بوته‌های چینی ریخته شد و سپس وزن بوته‌ها همراه با نمونه اندازه‌گیری شد، نمونه‌ها در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵ ساعت سوزانده شد. نمونه‌ها پس از سوزانده شدن به‌مدت ۳۰ دقیقه درون دسیکاتور سرد شدند و سپس با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شده، درصد خاکستر نمونه‌ها از طریق رابطه ذیل محاسبه گردید (AOAC، ۱۹۹۰). (نمونه / وزن بوته چینی – وزن بوته همراه با نمونه نهایی = درصد خاکستر ۱۰۰×).

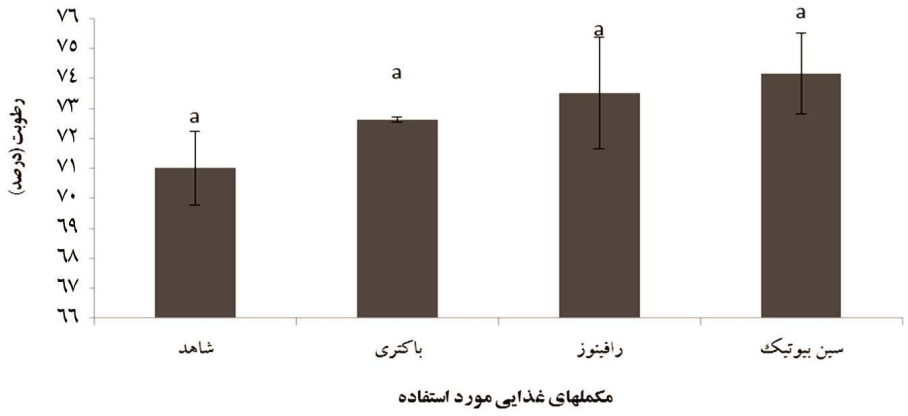
میزان پروتئین خام به روش تعیین نیتروژن کل به روش کلدال با استفاده از دستگاه بخش هضم مدل EBL و بخش تقطیر مدل VAP ساخت کمپانی Gerhardt آلمان، تعیین گردید. برای تعیین پروتئین موجود در نمونه‌ها، ۱ گرم نمونه درون بالن هضم ریخته شد، به هر بالن ۱۵ml اسیدسولفوریک غلیظ همراه با کاتالیزور اضافه گردید. در هر سری کار با دستگاه هر نمونه سه تکرار داشت. پروتئین خام از طریق تعیین نیتروژن کل و بر اساس فرمول CP= %N × ٦٢٥ تعیین شد و نیتروژن کل به روش کجلدال مشخص و سپس در عدد ٦/٢٥ ضرب شد. عدد حاصل نشان‌دهنده پروتئین خام است (AOAC، ۱۹۹۰).

برای به‌دست آوردن چربی کل، از دستگاه سوکسله مدل VAP40 ساخت کمپانی Gerhardt آلمان استفاده گردید. مقدار ۱ گرم نمونه توزین و درون کاغذ صافی که از قبل وزن شده بود، قرار داده شد. چربی به‌وسیله اتر شسته شد و تنها چربی در بالن باقی ماند. سپس وزن کاغذ صافی همراه با نمونه اندازه‌گیری و در فرمول قرار داده شد و درصد چربی نمونه به‌دست آمد (AOAC، ۱۹۹۰). (وزن خشک/ (وزن کاغذ صافی – وزن نمونه همراه با کاغذ صافی) وزن نمونه = درصد چربی خام).

اطلاعات حاصل از آنالیزهای و رشد با استفاده از نرم‌افزار Spss 20 و با انجام آزمون ANOVA یک‌طرفه و پس از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد (P<۰/۰۵) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. همه نتایج به‌دست آمده به‌وسیله میانگین ± انحراف معیار محاسبه شدند.

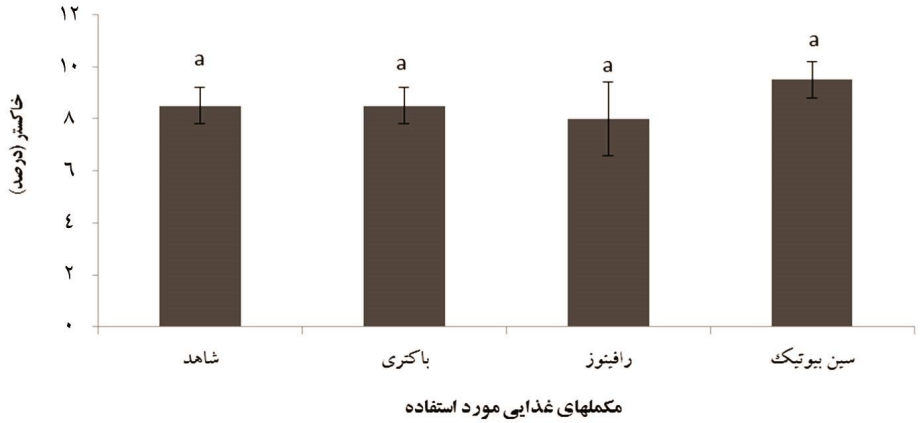
نتایج

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>۰/۵). اما در بررسی عددی مشخص شد که تیمار شاهد با میزان ۷۱/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر کم‌ترین و تیمار سین‌بیوتیک با میزان ۷٤/۱۷ میلی‌گرم بر لیتر بیش‌ترین رطوبت لاشه را داشته است (شکل ۱).



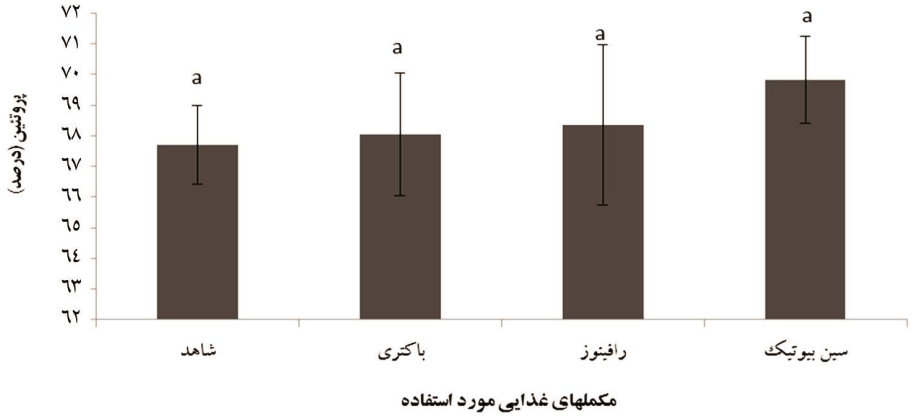
شکل ۱- میزان رطوبت لاشه ماهی کاراس طلایی در تیمارهای مختلف آزمایشی (حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بین تیمارهای آزمایشی است).

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>۰/۵). 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 خاکستر لاشه ماهی را داشته است (شکل ۲).



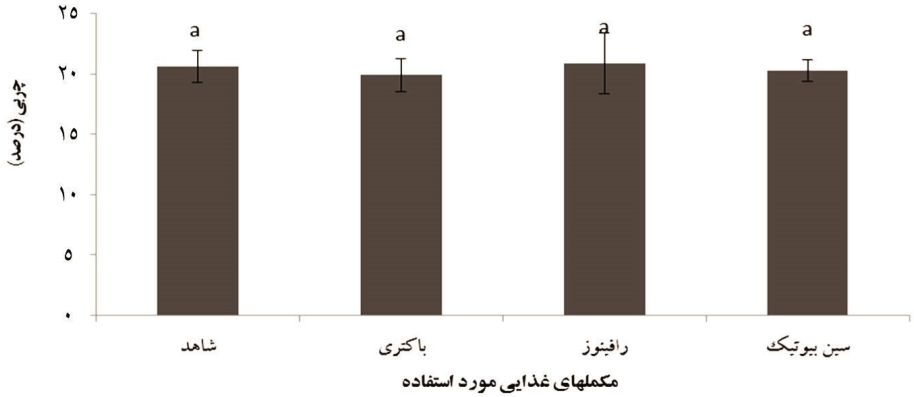
شکل ۲- میزان خاکستر لاشه ماهی کاراس طلایی در تیمارهای مختلف آزمایشی (حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بین تیمارهای آزمایشی است).

بررسی نتایج شاخص پروتیین لاشه ماهی کاراس طلایی نشان داد که مواجهه تحت کشنده با نانوذرات نقره اثر معنی‌داری بر شاخص پروتئین لاشه ماهی نداشته است (P>۰/۵). اما در بررسی عددی مشخص شد که تیمار شاهد با میزان ٦۷/۷۰ میلی‌گرم بر لیتر کم‌ترین و تیمار سین‌بیوتیک با میزان ٦۹/۸۳ میلی‌گرم بر لیتر بیش‌ترین پروتیین لاشه را داشته است (شکل ۳).



شکل ۳- میزان پروتئین لاشه ماهی کاراس طلایی در تیمارهای مختلف آزمایشی (حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بین تیمارهای آزمایشی است).

بررسی نتایج شاخص چربی لاشه ماهی کاراس طلایی نشان داد که مواجهه تحت کشنده با نانوذرات نقره اثر معنی‌داری بر شاخص چربی لاشه نداشته است (P>۰/۵). اما در بررسی عددی مشخص شد که تیمار باکتری با میزان ۱۹/۹۲ میلی‌گرم بر لیتر کم‌ترین و تیمار پربیوتیک با میزان ۲۰/۸۹ میلی‌گرم بر لیتر بیش‌ترین را داشته است (شکل ٤).



شکل ٤- میزان چربی لاشه ماهی کاراس طلایی ور در تیمارهای مختلف آزمایشی (حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بین تیمارهای آزمایشی است).

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی نتایج شاخص پروتئین لاشه ماهی کاراس طلایی نشان داد که مواجهه تحت کشنده با نانوذرات نقره اثر معنی‌داری بر شاخص پروتئین لاشه ماهی نداشته است (P>۰/۵). اما در بررسی عددی مشخص شد که تیمار شاهد با میزان ٦۷/۷۰ میلی‌گرم بر لیتر کم‌ترین و تیمار سین‌بیوتیک با میزان ٦۹/۸۳ میلی‌گرم بر لیتر بیش‌ترین پروتئین لاشه را داشته است. در سطح مولکولی، همه 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 تأثیر 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 تأثیر مثبت این مکمل‌هاست.

در ارتباط با تأثیر پربیوتیک‌ها در جیره بر میزان پروتئین لاشه آبزیان پژوهش‌های کمی صورت گرفته که نتایج متضادی به‌دست آمده است که در بعضی بیانگر افزایش میزان پروتئین لاشه بوده (گنس و همکاران، ۲۰۰۷) و در موارد دیگر باعث کاهش میزان پروتئین لاشه بوده (عشق‌زاده و همکاران، ۲۰۱۵). در مطالعه‌ای توسط (ژو و همکاران، ۲۰۰۹) بر روی اثر منابع مختلف سلنیوم غذایی (نانو ذرات سلنیوم و سلنومتیونین) بر عملکرد رشد ماهی کاراس (*Carassius auratus*) انجام شد، نتایج هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری را از نظر 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 لاشه نداشته است (P>۰/۵). اما در بررسی عددی 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 تغذیه‌شده با پربیوتیک کاهش یافته است (ون‌لو و همکاران، ۱۹۹۹). چربی لاشه ماهی از نوع اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشند که انرژی مورد نیاز ماهی را فراهم می‌کنند. و همچین در فرآیند رشد، تولیدمثل، تخم‌ریزی و ... موثرند. مکمل‌های غذایی مورد استفاده توانسته تا حدودی تأثیر مخرب نانونقره خنثی کند و در این مکمل غذایی باکتری بیش‌تر از سایر مکمل‌ها مؤثر 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 نظر چربی خام بین گروه‌های تغذیه‌شده با نانوذره موردنظر و گروه شاهد نشان نداد (P>۰/۰۵). (ژو و همکاران، ۲۰۰۹).

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>۰/۵). 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 خاکستر لاشه ماهی را داشته است. در مطالعه‌ای که بر روی اثر منابع مختلف سلنیوم غذایی (نانوذرات سلنیوم و سلنومتیونین) بر عملکرد رشد ماهی کاراس (*Carassius auratus*) انجام شد، نتایج تفاوت معنی‌داری را از نظر خاکستر خام بین گروه‌های تغذیه‌شده با نانوذره موردنظر و گروه شاهد نشان نداد (P>۰/۰۵) (ژو و همکاران، ۲۰۰۹).

عاشوری و همکاران (۲۰۱۵) اثرات استفاده از سطوح مختلف نانوذرات سلنیوم در رژیم غذایی بر عملکرد فاکتورهای رشد و ترکیب لاشه کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) را به‌مدت ۸ هفته با نانوذره سلنیوم اضافه‌شده بود را مورد بررسی قرار دادند. 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 پژوهش و نتایجی که پژوهشگران دیگر به آن دست یافته‌اند، به‌نظر می‌رسد فلزات سنگین تأثیر قابل‌توجه‌ای در روند میزان ترکیب لاشه ماهیان ندارند (سلیمی خورشیدی و همکاران، ۲۰۱۱). در مطالعه روی ترکیب مغذی لاشه قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه‌شده با نکلوئتید 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 پژوهش 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 داد که مواجهه تحت کشنده با نانوذرات نقره اثر معنی‌داری بر شاخص رطوبت لاشه نداشته است (P>۰/۵). اما در بررسی عددی مشخص شد که تیمار شاهد با میزان ۷۱/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر کم‌ترین و تیمار سین‌بیوتیک با میزان ۷٤/۱۷ میلی‌گرم بر لیتر 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 تأثیر داشته است.

بررسی و مقایسه میزان درصد افزایش وزن بدن و میزان فاکتور وضعیت کپورماهیان گروه شاهد و تیمارهای تغذیه‌شده با دو سطح باکتری (10^6، 10^7) و سپس قرار گرفتن آن‌ها در معرض غلظت تحت کشنده نانونقره 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 ($P>0/05$).

در پژوهش دیگر (ریگوس و همکاران، ۲۰۱۰) اثرات مقایسه‌ای 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 ($P>0/05$). با توجه به نتایج این پژوهش و نتایجی که پژوهشگران دیگر به آن دست یافته‌اند، به‌نظر می‌رسد فلزات سنگین و باکتری‌ها تأثیر قابل‌توجهی در روند درصدافزایش وزن بدن و فاکتور وضعیت لاشه ماهی ندارند.

طی پژوهشی که به بررسی تغذیه با جیره حاوی ویتامین E (آلفا توکوفرول استات) و نانوذرات 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 ($P>0/05$) (طهماسبی، ۲۰۱٤).

توکمه‌چی و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که نانوذرات آهن اثر باکتری را بر شاخص‌های رشد تقویت می‌کند. به‌عبارت دیگر با توجه به این‌که نانوذرات به‌خصوص نقره نقش به‌سزایی در رشد باکتری‌ها و میکروارگانیسم‌ها در بدن میزبان بر عهده دارد بنابراین می‌تواند رشد و تکثیر باکتری را در روده تقویت می‌نماید.

با توجه 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 تأثیر کم‌تری داشته است و مکمل غذایی رافینوز بیش‌ترین تأثیر را بر چربی لاشه ماهی کاراس طلایی داشته است و در بین مکمل‌های مذکور مکمل غذایی سین‌بیوتیک با تأثیر بر شاخص‌های پروتئین لاشه، خاکستر لاشه و رطوبت لاشه ماهی مورد آزمایش بیش‌ترین تأثیر را بر شاخص‌های ترکیب لاشه داشته است.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از شاخص‌های مورد آزمایش ماهی کاراس طلایی مکمل غذایی باکتری بیش‌ترین تأثیر را بر داشته است. مکمل غذایی رافینوز بیش‌ترین تأثیر را بر چربی لاشه ماهی داشته است و در بین مکمل‌های مذکور مکمل غذایی سین‌بیوتیک با تأثیر بر شاخص‌های پروتئین لاشه، خاکستر لاشه و رطوبت لاشه و در بین مکمل‌های غذایی مؤثرتر عمل کرده است.

منابع

1. 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. 446: 25-29.
2. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, fifteenth. Association of Official Analytical Chemists, Arlington VA, USA.
3. Blaise, C., Gagne, F., Ferard, J.F., and Eullaffroy, P. 2008. Ecotoxicity of selected nano- materials to aquatic organisms. Environmental toxicology. 23: 5. 591-598.

4.Baroiller, J.F., and Guiguen, Y.A. Fostier. 1999. Endocrine and environmental aspects of sex differentiation in fish. CMLS, Cell and Molecular Life Science. 55: 6. 910-931.
5.Castex, M., Lemaire, P., Wabete, N., and Chim, L. 2010. Effect of probiotic *Pediococcus acidilactici* on antioxidant defences and oxidative stress of *Litopenaeus stylirostris* under *Vibrio nigripulchritudo* challenge. Fish and Shellfish Immunology, 28: 4. 622-631.
6.Eshaghzadeh, H., Hoseinifar, S.H., Vahabzadeh, H., and Ringo, E. 2015. The effects of dietary inulin on growth performances, survival and digestive enzyme activities of common carp (*cyprinus carpio*) fry. Aquaculture Nutrition. 21: 2. 242-247.
7.Gong, P., Li, H., He, X., Wang, K., Hu, J., Tan, W., and Yang, X. 2007. Preparation and antibacterial activity of Fe_3O Ag nanoparticles. *Nanotechnology*, 18: 28. 285-604.
8.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. 59: 10-16.
9.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. 16: 1093-1104.
10.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*). J. Oceanography. 9: 46-41. (In Persian)
11.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. 30: 923-928.
12.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. 56p.
13.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 J. Natur. Resour. 8: 121-132.
14.Zhou, X., Wang, Y., Gu, Q., and Li, W. 2009. Effects of different dietary selenium sources (selenium nanoparticle and selenomethionine) on growth performance, musclecomposition and glutathione peroxidase enzyme activity of crucian carp (*Carassiu auratus gibelio*). Aquaculture. 291: 1. 78-81.