

## اثر مصرف خوراکی نانو زئولیت بر شاخص‌های رشد و بازماندگی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

مهرداد محمدی<sup>۱</sup>، مهدی شمسایی مهرجان<sup>۱</sup>، حدیث عباسی قادیکلایی\*<sup>۱</sup>، علی افسر<sup>۲</sup>، امین سلطانی<sup>۳</sup>، دبیر رضایی<sup>۴</sup>

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه شیلات، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۴۵۱۵/۷۷۵

۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ورامین، ایران، صندوق پستی: ۳۳۸۱۷-۷۴۸۹

۳- دانشگاه تهران، دانشکده فنی و کشاورزی، گروه تخصصی مهندسی آب و آبیاری، تهران، ایران، صندوق پستی: ۴۱۱۱

۴- مجتمع تولید خوراک آبزیان کیمیاگران تغذیه، گروه تحقیق و توسعه، شهرکرد، ایران

تاریخ پذیرش: ۳ اردیبهشت ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۲۳ آذر ۱۳۹۲

### چکیده

ترکیبات کریستاله آلومینوسیلیکاتی زئولیت با ساختارهای حفره‌ای شکل خود می‌تواند یون‌های هیدراته آب و سایر کاتیون‌ها را جذب و حرکت آزادانه شان را در منشورهای سه بعدی  $\text{SiO}_2$  و  $\text{AlO}_3$  بر اساس ظرفیت تبادل یونی بهبود بخشد. سائز بسیار ریز این حضرات (در حد ۵ آنکستروم) همراه با ساختارهای کلونیدی‌شان به صورت محلول سوسپانسیون سطح تماس بیشتری با محیط بیرون داشته و نانو نقره نسبت به سایر محلول‌های نانویی پایدارتر بوده، بهترین بازده را از نظر ویژگی‌های ضد باکتریایی، ضد ویروسی و ضد قارچی بر محیط پرورش آبزیان جای می‌گذارد. بنابراین پژوهش حاضر با توجه به مطالعه اندک مصرف خوراکی این ماده در جیره غذایی ماهی با هدف بررسی اثر مصرف خوراکی نانو زئولیت نقره در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین کمان با وزن اولیه  $(5 \pm 0.5)$  گرم و طول  $(6 \pm 0.7)$  سانتی‌متر در ۹ آکواریوم به ابعاد  $180 \times 120 \times 70$  سانتی‌متر بر روی شاخص‌های نرخ رشد روزانه و ویژه، ضریب تبدیل غذا، ضریب چاقی، بازده مصرف پروتئین، درصد بقا و کیفیت لاشه در سه تیمار آزمایشی صفر، دو و چهارصد نانو زئولیت در ترکیب با غذای تجاری بیومار و تهیه پلت‌هایی به ابعاد  $1/5$  و  $1/9$  میلی‌متر به مدت ۴۰ روز صورت گرفت. در خاتمه بررسی آماری نتایج تیمارهای مورد بررسی نشان داد؛ بین تیمار شاهد و تیمار حاوی دو درصد نانو سیلور زئولیت از نظر شاخص‌های افزایش وزن روزانه (ADG) و ضریب چاقی (CF) اختلاف معنی‌داری وجود داشته  $(P < 0.05)$  و در خصوص بازماندگی نیز چنین رابطه‌ای بین گروه کنترل و تیمار حاوی چهار درصد نانو سیلور زئولیت در جیره برقرار است. همچنین بین تیمارهای دوم و سوم از نظر شاخص بازده مصرف پروتئین نیز چنین اختلافی دیده می‌شود  $(P < 0.05)$ ؛ حال آنکه در سایر شاخص‌ها بین تیمارهای مورد آزمایش و گروه شاهد اختلاف بسیار معنی‌داری دیده می‌شود  $(P < 0.01)$ . همچنین نتایج بررسی کیفیت لاشه حداقل چربی و حداکثر پروتئین را در وزن ۵-۱۵ گرم برای تیمار شاهد نشان داده است. حال آنکه برای وزن‌های بالاتر بهترین کیفیت لاشه را تیمار حاوی ۴٪ نانو سیلور زئولیت کسب کرده است. در مجموع نتایج بیانگر این مسئله است که عدم مصرف چنین ترکیب نانو تکنولوژیکی در جیره غذایی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان مطلوب است.

**کلمات کلیدی:** قزل‌آلای رنگین کمان، نانو زئولیت، جیره غذایی، شاخص‌های رشد و بقا، آنالیز لاشه.

## مقدمه

مدیریت تغذیه در آبی پروری با هدف بهبود راندمان تولید و کنترل دفع مواد آمونیاکی با توجه به این مسئله که بیش از ۶۰٪ هزینه در آبی پروری غذا و تغذیه می باشد فعالان این عرصه تلاش می کنند تا با مطالعه علم تغذیه و دقت در فاکتورهای سه گانه تولید افزایش سرعت رشد، افزایش مقاومت و بازماندگی و بهبود کمی و کیفی گوشت را که این خود مترادف با افزایش سود اقتصادی است ارتقا دهند (سالک یوسفی، ۱۳۷۹). مطالعه حاضر برای نخستین بار در کشور با مصرف ترکیب نانوتکنولوژیک نانو زئولیت نقره در جیره تجاری بیومار ماهی قزل آلی رنگین کمان، با توجه به خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه زئولیت طبیعی<sup>۱</sup> (میل به جذب  $NH_4$ ) و پیشینه مطالعات انجام شده در محیط پرورش ماهی قزل آلی رنگین کمان مانند: مصرف اندازه های بسیار ریز کلینوپتیلولیت در آب همراه با هوادهی که جذب آمونیاک را افزایش داده و با افزایش غلظت مصرف نانوزئولیت در محیط بقای ماهی افزایش داشته؛ همچنین مصرف ۱۵ ppm پودر نانوزئولیت در محیط طی ۲۴ ساعت مقدار TAN ۲۵ ppm بوده و عدم تلفات ماهی را به دنبال دارد (فرهنگی، ۱۳۸۰). به علاوه مصرف کلینوپتیلولیت در ستون آب به خروج ۹۷-۹۹٪ آمونیاک از طریق تبادل یونی منجر شده و مقدار کل نیتروژن آمونیاکی را از ۵ ppm به کمتر از ۱ ppm کاهش می دهد و افزودن ۲٪ کلینوپتیلولیت به غذای ۱۰۰ عدد ماهی قزل آلی پس از ۶۴ روز ضمن کاهش ۳/۷٪ از تلفات ۱۰٪ افزایش وزن ماهی نسبت به تیمار شاهد مورد مطالعه را در پی داشت (Leonard, 1979). کاربرد غیر مستقیم (۰/۵ و ۱٪) نانو

ذرات نقره و کربن فعال (۱٪) پوشش یافته بر روی زئولیت طبیعی، همچنین زئولیت نقره (به صورت گرانول و الیاف پلی آمید) در سیستم فیلتراسیون نیمه مدار بسته آب پرورش بچه ماهی قزل آلی رنگین کمان، با هدف کنترل باکتری *Streptococcus innaiei* با غلظت  $10^5$  سلول در میلی لیتر آلوده و کارایی فیلترهای مختلف در مهار این باکتری، در شرایط آزمایشگاهی (In vitro) با نمونه برداری از آب آکواریوم ها در ساعت های ۲، ۱۲، ۲۴، ۴۸ و ۹۶ پس از آلوده سازی جهت شمارش باکتری طی یک دوره ۱۴ روزه، نشان داد که میزان مرگ و میر و علائم بالینی ماهیان، و نیز آلودگی کلیه و طحال آن ها به باکتری همراه با کاهش بار باکتریایی آب، تلفات ماهی و ظهور علائم بیماری در تیمارهای حاوی ترکیبات نقره در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی داری داشته و در مجموع از بین فیلترهای زیست شیمیایی<sup>۲</sup> آزمایش شده در این بررسی، به ترتیب زئولیت محتوی ۰/۵٪ نانو ذرات نقره، زئولیت محتوی ۱٪ نانو ذرات نقره و الیاف محتوی زئولیت نقره بالاترین کارایی را جهت استفاده در سیستم فیلتراسیون آب به منظور کنترل باکتری *Streptococcus innaiei* داشته و کربن فعال محتوی نانو ذرات نقره و گرانول محتوی زئولیت نقره از کارایی لازم جهت استفاده در سیستم فیلتراسیون آب به منظور کنترل باکتری *Streptococcus innaiei* برخوردار نمی باشند (قهرمانی، ۱۳۸۹). همچنین Johary و همکاران در سال ۲۰۱۰ با بررسی عملکرد فیلترهای حاوی زئولیت طبیعی آغشته به نانو ذرات نقره در مقایسه با نمونه های فاقد آن در مرحله انکوباسیون تخم های

<sup>۱</sup> کلینوپتیلولیت

<sup>۲</sup> فیلتر مدیا

ماهی در هر آکواریوم به وزن اولیه ( $5 \pm 0.5$ ) گرم و طول ( $6 \pm 0.7$ ) سانتی متر به ترتیب با ترکیب صفر، دو و چهار درصد نانوزئولیت در جیره تجاری بیومار و تهیه پلت‌هایی به ابعاد  $1/5$  و  $1/9$  میلی متر برای دو وزن ۵-۱۵ گرم و ۱۵-۵۰ گرم و تعیین مقدار ماده غذایی موثر در جیره پس از ترکیب با نانو ذرات نقره با استفاده از سوسکله (سنجش مقدار چربی)، کج‌جدال (مقدار پروتئین) و سوزاندن خشک (مقدار خاکستر) طی سه بار غذایی در روز بر اساس نیاز ماهی (جدول ۱) و زیست‌سنجی نمونه‌ها هر ۱۰ روز یک بار به‌طور تصادفی از ۱۰ نمونه با استفاده از تخته بیومتری و ترازوی دیجیتالی Nikon با دقت  $0.01$  طی ۴۰ روز و سنجش شاخص‌های رشد روزانه و ویژه، ضریب تبدیل خوراک، بازده مصرف پروتئین، ضریب چاقی و درصد بقاء با استفاده از فرمول‌های زیر صورت گرفت (EIFAC, UINS and ICES, 1982).

الف) نرخ رشد روزانه:

$$ADG \% \text{ day}^{-1} = [100 \times ((W_f - W_i) / t)]$$

(گدراد، ۱۹۹۷)

$W_f$  = وزن نهایی

$W_i$  = وزن اولیه

$t$  = تعداد روزهای پرورش

ADG = متوسط نرخ رشد روزانه

ب) نرخ رشد ویژه:

$$SGR \% \text{ day}^{-1} = [((\ln W_f - \ln W_i) / t) \times 100]$$

(گدراد، ۱۹۹۷)

SGR = نرخ رشد ویژه

$\ln W_f$  = معکوس لگاریتم وزن نهایی

$\ln W_i$  = معکوس لگاریتم وزن اولیه

$T$  = تعداد روزهای پرورش

قزل‌آلا نشان دادند که این ماده بیشترین اثر بازدارندگی را در مقابل عفونت‌های قارچی تخم قزل‌آلا داشته و درصد بقای تخم‌ها پس از هج از  $60/42\%$  در محیط فاقد نانوزئولیت به  $67/20\%$  رسیده و نرخ هج شدن نیز از  $56/33\%$  به  $60/39\%$  رسیده است، در مرحله شنای اولیه نیز درصد بقای بچه ماهیان قزل‌آلا به ترتیب  $54/60$  و  $59/17\%$  بوده است. در عین حال درصد بقای این ماهیان از مرحله تخمه‌گشایی (hatching) تا مرحله شنای اولیه از  $69/94\%$  به  $97/99\%$  رسیده و با مصرف این ترکیب هیچ‌گونه عفونت قارچی در انکوباتورها در حین مطالعه مشاهده نشده و مصرف شکل غوطه‌ور فیلترهای حاوی نانوسیت نقره تاثیر بسزایی در افزایش تجمع زیستی ترکیبات موثر بر رشد و نرخ بقاء ماهی و نهایتاً افزایش راندمان در تکثیر مصنوعی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان را به دنبال دارد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف افزایش کارایی این ماده معدنی با استفاده از نانوذرات نقره در جیره غذایی بر روی رشد، بازماندگی، بازده مصرف پروتئین، ضریب تبدیل غذایی و سایر فاکتورهای زیستی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان و تعیین شرایط کمی و کیفی اجزای لاشه برای مصرف-کنندگان به اجرا در آمد.

## مواد و روش‌ها

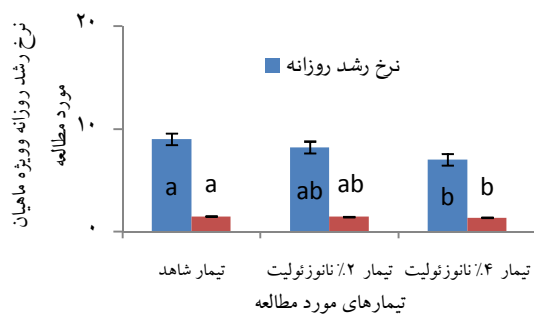
این پژوهش در یک کارگاه تکثیر و پرورش ماهی زینتی در مازندران با دمای متوسط ( $16 \pm 1/5$ ) درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول  $10 \text{ ppm}$  همراه با فیلتراسیون آب برگشتی، هم‌دما با محیط کارگاه و هوادهی آبشاری، ( $7/5-7$ ) pH، سختی آب  $150 \text{ ppm}$  طی ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در ۹ آکواریوم به ابعاد  $70 \times 120 \times 180$  سانتی‌متر و ۵۰ عدد

جدول ۱: ترکیب غذایی جیره‌های حاوی نانوزئولیت مورد

آزمایش			
% نانوزئولیت			% ماده غذایی
۴	۲	۰	
۴۷/۸	۴۷/۹	۴۸	پروتئین
۱۲/۶	۱۲/۹	۱۳	چربی
۱۰/۸۵	۱۰/۹	۱۱	فیبر
۱۳	۱۳	۱۲/۶	خاکستر
۹	۹	۹	رطوبت
۱/۴	۱/۴	۱/۴۴	فسفر

## نتایج

نتایج حاصل از آنالیز واریانس و مقایسه میانگین دانکن شاخص‌های مورد بررسی در کل دوره مطالعه اختلاف معنی‌داری را بین گروه کنترل و تیمار دوم در شاخص‌های افزایش وزن روزانه و ضریب چاقی نشان می‌دهد ( $P < 0/05$ ) (شکل ۱).



شکل ۱: مقایسه نرخ رشد روزانه و ضریب چاقی تیمارهای مورد مطالعه

همچنین در درصد بقا بین گروه کنترل و تیمار سوم نیز این اختلاف معنی‌دار برقرار است (شکل ۲)؛ به علاوه در مقدار بازده پروتئین نیز چنین رابطه‌ای بین تیمار دوم و سوم دیده می‌شود ( $P < 0/05$ ) (شکل ۳). حال آن‌که، در شاخص‌های ضریب تبدیل خوراک و نرخ رشد ویژه بین تیمارهای مورد بررسی اختلاف بسیار معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ دیده می‌شود (شکل ۴).

(ج) درصد بقاء ماهی:

$$SR = (Nf / Ni) \times 100 \quad (Ai et al., 2006)$$

$$\text{درصد بقاء} = SR$$

$Nf$  = تعداد نهایی ماهیان

$Ni$  = تعداد اولیه ماهیان

(د) ضریب تبدیل خوراک:

$$FCR = FI / WG \quad (Ai et al., 2006)$$

$FCR$  = ضریب تبدیل غذا

$WG$ : افزایش وزن (گرم)

$FI$ : غذای مصرفی (گرم)

(ه) ضریب چاقی:

$$CF = (Wf / L^3) \times 100 \quad (EIFAC, UINS \text{ and } ICES, 1982)$$

$WF$ : وزن نهایی

$L$ : طول چنگالی

$CF$ : ضریب چاقی

(و) بازده مصرف پروتئین:

$$PER = WG / PI \quad (EIFAC, UINS \text{ and } ICES, 1982)$$

$PER$  = نسبت کارایی پروتئین

$WG$ : افزایش وزن (گرم)

$PI$ : پروتئین مصرفی (گرم)

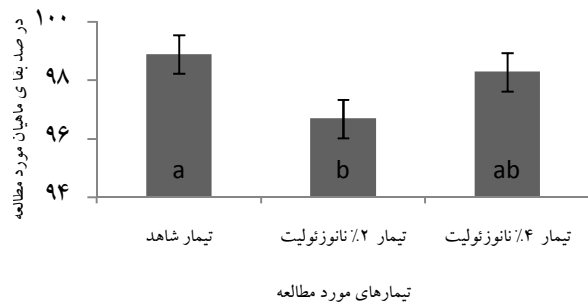
در پایان آزمایش نیز آنالیز اجزای لاشه ماهی همراه با موارد فوق در تیمارهای سه‌گانه در دو سطح ۹۵ و ۹۹ درصد با استفاده از آزمون‌های آماری واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین داده‌های دانکن انجام شد (بصیری، ۱۳۸۷).

چربی خام در آنالیز لاشه همراه بوده و اختلاف بسیار معنی‌داری بین تیمار شاهد و سایر گروه‌های آزمایشی برقرار است ( $P < 0.01$ ). در مورد میزان چربی لاشه بچه ماهیان نیز تیمار سوم با (۹/۹٪) چربی نسبت به گروه شاهد (۱۱/۴٪) بهترین نتیجه را نشان می‌دهد، اما با این وجود کاهش مقدار چربی در تیمارهای آزمایشی نشان می‌دهد که؛ تیمارهای واجد درصدهای مختلفی از نانوژئولیت در خوراک اثر بسزایی در کاهش چربی لاشه دارند. لذا ارائه تیمار سوم<sup>۱</sup> نانوژئولیت با ۹/۹٪ چربی و ۵۳/۰۳ درصد پروتئین پس از تیمار شاهد از نظر آنالیز لاشه با حداقل چربی مطلوب است، چراکه بازار پسندهای و کیفیت گوشت مصرفی توسط مصرف-کنندگان و تولیدکنندگان این بخش به حداکثر پروتئین لاشه و حداقل چربی باز می‌گردد.

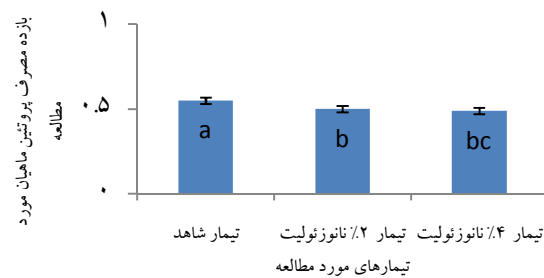
### بحث

در مجموع نتایج مطالعه حاضر بیانگر برتری تیمار شاهد در شاخص‌های مورد بررسی است. بنابراین مقایسه آن با مطالعه افشار و همکاران (۱۳۷۸) که مصرف ژئولیت در جیره غذایی قزل آلا را فاقد اثر بر کاهش ضریب تبدیل غذا، افزایش وزن نهایی و میزان رشد ویژه برشمرده است مطابقت داشته و عدم اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد. به علاوه در پژوهش حاضر هیچ‌گونه افزایش درصد بقا بچه ماهیان تغذیه شده با نسبت‌های مختلف نانوژئولیت در جیره در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده نشد و مقایسه این آزمایش با مطالعات افشار و همکاران (۱۳۸۷) مطابقت نتایج به دست آمده را نشان می‌دهد که احتمالاً این مطابقت را می‌توان به عدم تاثیرگذاری مصرف مستقیم نانوژئولیت

<sup>۱</sup> چهار درصد نانوژئولیت در جیره

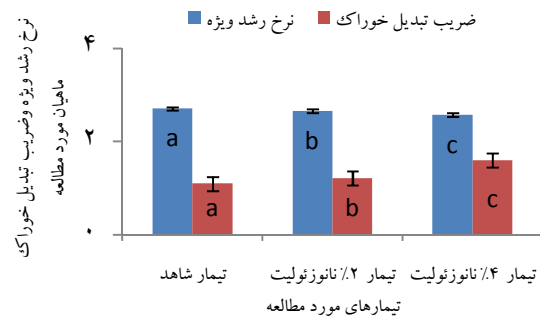


شکل ۲: مقایسه درصد بقای ماهیان در تیمارهای مورد مطالعه



شکل ۳: مقایسه بازده مصرف پروتئین ماهیان

در تیمارهای مورد مطالعه



شکل ۴: مقایسه نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل خوراک ماهیان

در تیمارهای مورد مطالعه

در عین حال آنالیز لاشه ماهیان حاکی از آن است که؛ تیمار شاهد با (۵/۵۶ ± ۳/۵) مقدار پروتئین و (۱۱/۴ ± ۲) چربی خام در نمونه‌های خشک بهترین نتیجه را در میان بچه ماهیان قزل آلا از وزن ۵-۱۵ گرم داشته و افزایش درصد مصرف چنین ترکیب نانو تکنولوژیکی در جیره با کاهش مقدار پروتئین و

شده را می‌توان به نقش موثر ترکیبات سیلیکات و ساختار شیمیایی آن و زئولیت طبیعی در جذب متابولیت‌های ناشی از تغذیه و گوارش ماهی مورد آزمایش، تفاوت محیط پرورش، رژیم غذایی دو گونه مورد مقایسه و افزایش قدرت باز جذب ترکیبات آمونیاکی توسط سیلیکات و زئولیت طبیعی در مقایسه با نانو ذرات نقره موجود در ماده مورد آزمایش در جیره نسبت داد (Dias et al., 1998). همچنین با توجه به اینکه هر قدر ضریب چاقی بزرگتر باشد نسبت وزن به طول کل ماهی بیشتر خواهد بود، می‌توان نتیجه گرفت که بچه ماهیان چاق‌تر رشد بیشتری داشته‌اند، به عبارت دیگر؛ مقدار افزایش وزن بچه ماهیان در مقایسه با افزایش طول بدن آنها طی دوره آزمایش در اثر تیمارهای مختلف محسوس‌تر بوده به نحوی که با کاهش مصرف مواد مغذی جیره و افزایش نانوزئولیت به عنوان ماده غذایی جایگزین میزان بازده پروتئین کاهش یافته و در عین حال باز جذب ازت آمونیاکی جیره بر جذب پروتئین در لاشه اثر گذار بوده و روند صعودی افزایش وزن نسبت به رشد طولی ماهی را نشان می‌دهد بنابراین نتایج حاصل با نتایج پژوهش کیانی و همکاران (۱۳۸۰) همخوانی دارد.

Austreng و Refsite (۱۹۷۹) با بررسی رژیم غذایی آزاد ماهیان چنین نتیجه گرفت که منابع پروتئین مورد استفاده در جیره ماهیان سردابی (قزل‌آلا) جهت رشد طبیعی، نگهداری بافت‌ها و بخشی از آن جهت رفع نیازهای انرژی ماهی مصرف می‌شود؛ به طوری که بیش از ۴۳٪ انرژی مورد نیاز ماهی قزل‌آلای رنگین-کمان از پروتئین تامین می‌شود.

بنابراین، بزرگترین هدف رشد بالا بردن مقدار پروتئین بدن است و تجمع چربی در بدن به علت تغذیه

در جیره بر درصد بقا و ایجاد پوشش فیزیکی بر مواد آلی تولید شده ناشی از پسماندها و جذب گازهای سمی به صورت غیر مستقیم بر روی درصد بقا و رشد بچه ماهیان قزل‌آلا نسبت داد. همچنین، کاهش مقدار پروتئین در جیره و جایگزینی آن با ماده معدنی نانوتکنولوژیک (نانوزئولیت) کاهش بازده مصرف پروتئین و رشد بچه ماهیان قزل‌آلا را در پی دارد که نتایج این مطالعه با پژوهش‌های کیانی و همکاران (۱۳۸۰) بر روی این گروه از ماهیان مغایرت دارد. در عین حال، مقایسه مطالعه حاضر در خصوص مقدار بازده پروتئین و نرخ رشد بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) نشان می‌دهد که میزان PER و نرخ رشد ویژه در گروه کنترل در بالاترین مقدار قرار داشته و اختلاف بسیار معنی‌داری را با افزایش سطح پروتئین و انرژی در جیره در مطالعه Ahmadi و همکاران (۲۰۰۴) نشان می‌دهد که مغایرت ایجاد شده از تفاوت عملکرد دو مطالعه، مدت زمان انجام مطالعه و شرایط فیزیکی‌وشیمیایی محیط مطالعه نشأت می‌گیرد.

به علاوه با توجه به این نکته که هرچه ارزش یک غذا بیشتر باشد ضریب تبدیل آن کوچکتر خواهد بود، مقایسه نتایج به دست آمده در شاخص مزبور با بررسی‌های انجام شده بر روی ماهی سیم دریایی جوان (*Dicentrarchus labrax*) با مصرف جیره حاوی عناصر سیلیکات سلولوزو زئولیت طبیعی بیانگر مغایرت نتایج حاصل از دو مطالعه در پی افزایش مقدار غلظت مصرفی سیلیکات سلولوزو زئولیت طبیعی در جیره مبنی بر کاهش ضریب تبدیل خوراک در مقایسه با افزایش غلظت مصرف مستقیم نانوزئولیت در جیره و افزایش ضریب تبدیل خوراک می‌باشد که تفاوت‌های ایجاد

و کیفیت غذا تاثیرات مثبتی در میزان رشد و بازماندگی بچه ماهیان قزل آلا به دنبال دارد.

در عین حال، مقایسه عملکرد تیمار فاقد نانوذرات با سایر تیمارها نیز بیانگر این مسئله است که؛ با توجه به عدم هزینه بیشتر در جیره و بازدهی بسیار کارآمد آن نسبت به سایر جیره‌های مورد بررسی افزودن ترکیب شیمیایی نانوذرات در جیره غذایی تجاری متداول بچه ماهیان قزل آلا ضرورتی نداشته و فاقد توجیه اقتصادی است.

بنابراین در مجموع باید گفت: عدم افزودن کانی‌های فراوری شده با استفاده از فناوری‌های نانوتکنولوژیکی نتیجه‌ای بسیار مطلوب‌تر نسبت به نوع فراوری شده آن با این فناوری به شمار می‌رود چرا که ترکیب مصرفی در این پژوهش به عنوان یک ماده شیمیایی و اختلال‌گر در سیستم کیفی و کمی آب از نظر فاکتورهای شیمیایی عمل نموده و تاثیرگذاری آن پس از تغذیه بسیار زمان بر و نیاز به مطالعات بیشتری دارد.

بنابراین ارائه ترکیبات ساده معدنی حاوی زئولیت به صورت مصرف در آب پرورش ماهیان سردابی نتیجه‌ای بسیار مطلوب‌تر نسبت به انواع فراوری شده و مصرفی در جیره غذایی دارد.

### سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از شرکت نانونصب پارس در راستای تامین و تولید نانوذرات نقره مصرفی در جیره‌های مطالعاتی تشکر و قدردانی نمایند.

### منابع

۱. افشار، م.، مشفق، ح.، نظری، ک.، شریفیان، م.، ۱۳۷۹. استفاده از زئولیت در تغذیه ماهی قزل آلا

بیش از حد و به ویژه ذخیره شدن آن در دستگاه گوارش ماهی‌ها بی ارزش بوده و فاقد ارزش اقتصادی است؛ بدین ترتیب در مطالعه حاضر نیز بررسی لاشه ماهیان در پایان دوره آزمایش نشان داد که مصرف نانوذرات در کاهش چربی و افزایش پروتئین لاشه (گوشت) تاثیر بسزایی دارد و در کل تیمارهای ۰ و ۴٪ نانوذرات در شرایط مطلوب‌تری از نظر حداقل چربی و حداکثر پروتئین گوشت قرار دارند. به طور کلی بررسی مجموع نتایج طی ۴۰ روز حاکی از آن است که هرچه میزان مصرف نانوسیلورزئولیت در جیره غذایی افزایش یابد کاهش درصد بقا، نرخ رشد و ویژه شاخص وضعیت و نرخ رشد روزانه، بازده مصرف پروتئین و افزایش ضریب تبدیل غذایی را به دنبال دارد. بنابراین، ارائه جیره‌های غذایی حاوی نانوذرات در مقادیر بیش از ۲٪ مقرون به صرفه نبوده و به علت افزایش ضریب تبدیل غذایی از آنجا که بیش از ۶۰٪ هزینه تولید ماهیان سردابی را خوراک به خود اختصاص می‌دهد فاقد توجیه اقتصادی است.

از سوی دیگر، افزودن تنها ۲٪ نانوذرات به منظور بهبود کیفی شرایط آب پس از هضم و جذب احتمالاً می‌تواند مانند یک زئولیت طبیعی عمل نموده و از آنجا که حاوی ذرات نانویی مثلثی شکل نقره است ضریب جذب مواد آمونیاکی دفع شده را بالا برده و مکانیزم عمل نوعی بیوفیلتر غرقابی در آب را به دنبال دارد؛ به علاوه شرایط کیفی آب را از لحاظ فاکتورهای فیزیکی شیمیایی بهبود می‌بخشد.

لذا؛ با توجه به این که در این آزمایش تمام عوامل (از قبیل عوامل محیطی، تراکم، اندازه ماهی و وزن اولیه) به جز کیفیت غذا برای هر سه تیمار مورد آزمایش یکسان بوده، می‌توان اظهار نمود که اختلاف

۷. گدرداد، س.، ۱۹۹۷. مدیریت تغذیه در پرورش متراکم. ترجمه: علیزاده، م و دادگر، ش. انتشارات شیلات ایران، ۳۵ - ۱۷۳ صفحه.
8. Ahmadi, M. R., Alizadeh, M., 2004. Effect of dietary Protein and Energy Levels on Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in brackish water. Iranian Journal of fisheries Science, 4(1), 77-88.
9. Ai, Q.H., K.S. Mai, B.P. Tan, W. Xu, W. Zhang, H.Ma, Liufu, Z., 2006. Effects of dietary vitamin C on survival, growth, and immunity of large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea*. Aquaculture 261, 327-336.
10. Austreng, E., Refstie, T., 1979. Effect of varying dietary Protein Level in Different Families of Rainbow Trout, Aquaculture, 18(2), 145-156.
11. Dias, J., Huelvan, C., Dinis, M.T., Metailler, R., 1998. Influence of dietary Bulk agents (Silica, Cellulose and Natural zeolite) on Protein Digestibility, Growth, Feed intake and Feed transit time in European Seabass (*Dicentrochus labrax*) Juveniles. Aquatic Living Resource, 11, 219-226.
12. EIFAC, UINS and ICES, 1982. Report of working Group on Standardization of Methodology in Fish Nutrition research. EIFAC Technical paper, 36 p.
13. Ergun, S., Turker, M., 2003. Growth and feed Johary, S.A., Kalbasi, M.R. Soltani, M., 2010. Application of nanosilverzeolite filters in egg incubation system of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Thailand world aquaculture congress handbook, 132 p.
14. Leonard, D.W., 1979. The role of natural zeolites in industry. Transactions of the Society of Mining Engineers A.I.M.E. Preprint, 79, 380-401.

- رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). گزارش نهایی طرح تحقیقاتی وزارت جهاد کشاورزی، ۴۰ صفحه.
۲. بصیری، ع.، ۱۳۸۷. طرح‌های آماری در علوم کشاورزی. چاپ یازدهم، انتشارات دانشگاه شیراز، ۳۶۸ صفحه.
۳. سالک یوسفی، م.، ۱۳۷۹. تغذیه آبیان پرورشی. انتشارات اصلانی، ۱۵-۲۰.
۴. فرهنگ، م.، ۱۳۸۰. کاربرد ذئولیت طبیعی در کاهش مسمومیت آمونیاکی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۶۰ صفحه.
۵. قهرمانی، م.، ۱۳۸۹. مطالعه کارایی نانوذرات نقره (ذئولیت و کربن) و یون نقره (ژئومیک گرانولی و الیاف) در سیستم فیلتراسیون آب پرورش بچه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان جهت کاهش باکتری استریپتوکوکوس اینیایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۰۰ صفحه.
۶. کیانی، ف.، عمادی، ح.، دادگر، ش.، شادنوش، غ.، عباسی، س.، ۱۳۸۰. بررسی کیفیت رشد و نمو ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با سطوح مختلف پروتئین در جیره. گزارش نهایی سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری، ۷۰ صفحه.