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

مهرناز محمدی[۱]، مهدی شمسایی مهرجان[۱]، حدیث عباسی قادیکلایی*[۱]، علی افسر[۲]، امین سلطانی[۳]، دبیر رضایی[۴]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات تهران، دانشکده کشاورزی ومنابع 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: ۷۴۸۹-۳۳۸۱۷

۳- دانشگاه تهران، دانشکده فنی وکشاورزی، گروه تخصصی مهندسی آب وآبیاری، تهران، ایران، صندوق پستی: ۴۱۱۱

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

تاریخ دریافت: ۲۳ آذر ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: ۳ اردیبهشت ۱۳۹۳

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 SIO_2 و ALO_4 بر اساس ظرفیت تبادل یونی بهبود بخشد. سایز بسیار ریز این حفرات (در حد ۵ آنگستروم) همراه با ساختارهای کلوئیدی‌شان 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 وضد 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 نانوزئولیت نقره در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین کمان با وزن اولیه (۰/۵± ۵)گرم و طول (۰/۷±۶) سانتی‌متر در ۹ آکواریوم به ابعاد ۱۸۰×۱۲۰×۷۰ سانتی‌متر بر روی شاخص‌های نرخ رشد روزانه و ویژه، ضریب تبدیل غذا، ضریب چاقی، بازده مصرف پروتئین، درصد بقاء وکیفیت لاشه در سه تیمار آزمایشی صفر، دو و چهارصد نانوزئولیت در ترکیب با غذای تجاری بیومار و تهیه پلت‌هایی به ابعاد ابعاد ۱/۵ و ۱/۹ میلی‌متر به مدت ۴۰ روز صورت گرفت. در خاتمه بررسی آماری نتایج تیمارهای مورد بررسی نشان داد؛ بین تیمار شاهد و تیمارحاوی دو درصد نانوسیلور زئولیت از نظرشاخص‌های افزایش وزن روزانه (ADG) و ضریب چاقی(CF) اختلاف معنی‌داری وجود داشته ($P<۰/۰۵$) ($P<۰/۰۵$) و در خصوص بازماندگی نیز چنین رابطه‌ای بین گروه کنترل و تیمار حاوی چهار درصد نانو سیلورزئولیت در جیره برقراراست. همچنین بین تیمارهای دوم و سوم از نظر شاخص بازده مصرف پروتئین نیز چنین اختلافی دیده می‌شود ($P<۰/۰۵$)؛ حال آنکه در سایر شاخص‌ها بین تیمارهای مورد آزمایش و گروه شاهد اختلاف بسیار معنی‌داری دیده می‌شود ($P<۰/۰۱$). همچنین نتایج بررسی کیفیت لاشه حداقل چربی و حداکثر پروتئین را در وزن ۵-۱۵ گرم برای تیمار شاهد نشان داده است. حال‌آنکه برای وزن‌های بالاتر بهترین کیفیت لاشه را تیمار حاوی ۴٪ نانوسیلور زئولیت کسب کرده است. در مجموع نتایج بیانگر این مسئله است که عدم مصرف چنین ترکیب نانوتکنولوژیکی در جیره غذایی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان مطلوب است

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

* عهده‌دار مکاتبات (✉)، hodeis.abbasi.gh@gmail.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.2.6.4]

مقدمه

مدیریت تغذیه در آبزی‌پروری با هدف بهبود راندمان تولید و کنترل دفع مواد آمونیاکی با توجه به این مسئله که بیش از ۶۰٪ هزینه در آبزی‌پروری غذا و تغذیه می‌باشد فعالان این عرصه تلاش می‌کنند تا با مطالعه علم تغذیه ودقت در فاکتورهای سه گانه تولید افزایش سرعت رشد، افزایش مقاومت و بازماندگی و بهبود کمی وکیفی 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 قزل‌آلای رنگین کمان، با توجه به خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه زئولیت طبیعی[1] (میل به جذب NH_4) و پیشینه مطالعات انجام شده در محیط پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مانند: مصرف اندازه‌های 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 طی۲۴ ساعت مقدار TAN ۲۵ ppm بوده و عدم تلفات ماهی را به دنبال دارد (فرهنگی، ۱۳۸۰). به‌علاوه 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 می‌دهد وافزودن ۲٪ کلینوپتیلولیت به غذای ۱۰۰ عدد ماهی قزل آلا پس از ۶۴ روز ضمن کاهش ۳/۷٪ از تلفات ۱۰٪ افزایش وزن ماهی نسبت به تیمار شاهد مورد مطالعه را در پی‌داشت (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 پلی‌آمید) در سیستم فیلتراسیون نیمه مدار بسته آب پرورش بچه ماهی قزل آلای 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 نمونه‌برداری ازآب آکواریوم‌ها در ساعت‌های ۲، ۱۲، ۲۴، ۴۸ و ۹۶ پس از آلوده‌سازی جهت شمارش باکتری طی یک دوره ۱۴ روزه، نشان داد که میزان مرگ و میر و علایم بالینی ماهیان، و نیز آلودگی کلیه و طحال آن‌ها به باکتری همراه با کاهش بار باکتریایی آب، تلفات ماهی و ظهور علایم بیماری در تیمارهای حاوی ترکیبات نقره در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشته و در مجموع از بین فیلترهای زیست شیمیایی[2] 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 نمی‌باشند (قهرمانی، ۱۳۸۹). همچنین Johary و همکاران در سال ۲۰۱۰ با بررسی عملکرد فیلترهای حاوی زئولیت طبیعی آغشته به نانوذرات نقره در مقایسه با نمونه‌های فاقد آن در مرحله انکوباسیون تخم‌های

[1] کلینوپتیلولیت

[2] فیلتر مدیا

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.2.6.4]

قزل‌آلا نشان دادند که این ماده بیشترین اثر بازدارندگی را در مقابل عفونت‌های قارچی تخم قزل‌آلا داشته و درصد بقای تخم‌ها پس از هچ از ۶۰/۴۲٪ در محیط فاقد نانوزئولیت به ۶۷/۲۰٪ رسیده و نرخ هچ شدن نیز از ۵۶/۳۳٪ به۶۰/۳۹٪ رسیده است، در مرحله شنای اولیه نیز درصد بقای بچه ماهیان قزل‌آلا به ترتیب ۵۴/۶۰ و ۵۹/۱۷٪ بوده است. درعین حال درصد بقای این ماهیان از مرحله تخمه‌گشایی (hatching) تا مرحله شنای اولیه از ۶۹/۹۴٪ به ۹۷/۹۹٪ 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 به‌دنبال 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 رنگین‌کمان و تعیین شرایط کمی وکیفی اجزای لاشه برای مصرف‌کنندگان به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک کارگاه تکثیر وپرورش ماهی زینتی در مازندران با دمای متوسط(۱/۵±۱۶) درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ppm۱۰ همراه با فیلتراسیون آب برگشتی، هم دما با محیط کارگاه و هوادهی آبشاری ، (۷/۵-۷) pH ، سختی آب ۱۵۰ ppm طی ۱۶ ساعت روشنایی و۸ ساعت تاریکی در ۹ آکواریوم به ابعاد ۱۸۰×۱۲۰×۷۰ سانتی‌متر و ۵۰ عدد ماهی در هر آکواریوم به وزن اولیه(۰/۵ ± ۵)گرم وطول(۰/۷±۶) سانتی‌متر به ترتیب با ترکیب صفر، دو و چهار درصد نانوزئولیت در جیره تجاری بیومار و تهیه پلت‌هایی به ابعاد ۱/۵ و ۱/۹ میلی‌متر برای دو وزن ۵-۱۵ گرم و۱۵-۵۰ گرم و تعیین مقدار ماده غذایی موثر در جیره پس از ترکیب با نانو ذرات نقره با استفاده از سوسکله (سنجش مقدار چربی)، کجلدال (مقدار پروتئین) و سوزاندن خشک (مقدار خاکستر) طی سه بار غذادهی در در روز بر اساس نیاز ماهی (جدول۱) و زیست‌سنجی نمونه‌ها هر ۱۰ روز یک بار به‌طور تصادفی از ۱۰ نمونه با استفاده از تخته بیومتری و ترازوی دیجیتال Nikon با دقت ۰/۰۱ طی ۴۰ روز و سنجش شاخص‌های رشد رورانه 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:

$$ADG\ \%\ day^{-1} = [100 \times ((Wf - Wi) / t))]$$

(گدراد، ۱۹۹۷)

Wf = وزن نهایی

Wi = وزن اولیه

t = تعدادروزهای پرورش

ADG = متوسط نرخ رشد روزانه

ب) نرخ رشد ویژه:

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

(گدراد، ۱۹۹۷)

SGR = نرخ رشد ویژه

lnWf= معکوس لگاریتم وزن نهایی

lnWi= معکوس لگاریتم وزن اولیه

T=تعداد روزهای پرورش

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.2.6.4]

ج) درصد بقاء ماهی:

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

SR = درصد بقاء

Nf = تعداد نهایی ماهیان

Ni = تعداد اولیه ماهیان

د) ضریب تبدیل خوراک:

FCR = FI/ WG (Ai *et al*., 2006)

FCR = ضریب تبدیل غذا

WG: افزایش وزن (گرم)

FI: غذای مصرفی (گرم)

ه) ضریب چاقی:

$CF = (Wf / L^{\wedge 3}) \times 100$

(EIFAC, UINS and ICES, 1982)

WF: وزن نهائی

L: طول چنگالی

CF: ضریب چاقی

و) بازده مصرف پروتئین:

PER = WG / PI

(EIFAC, UINS and ICES, 1982)

PER = نسبت کارآیی پروتئین

WG: افزایش وزن (گرم)

PI: پروتئین مصرفی (گرم)

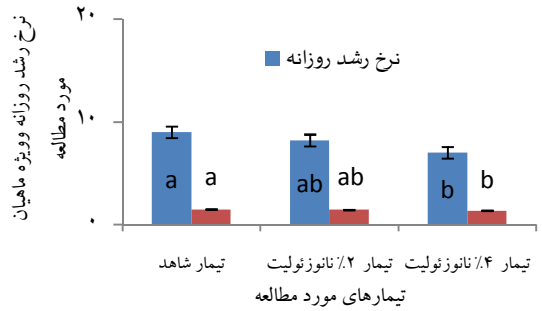
در پایان آزمایش نیز آنالیز اجزای لاشه ماهی همراه با موارد فوق در تیمارهای سه‌گانه در دو سطح ۹۵ و۹۹ درصدبا استفاده از آزمون‌های آماری واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین داده‌های دانکن انجام شد (بصیری، ۱۳۸۷).

جدول ۱: ترکیب غذایی جیره‌های حاوی نانوزئولیت مورد آزمایش

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

نتایج

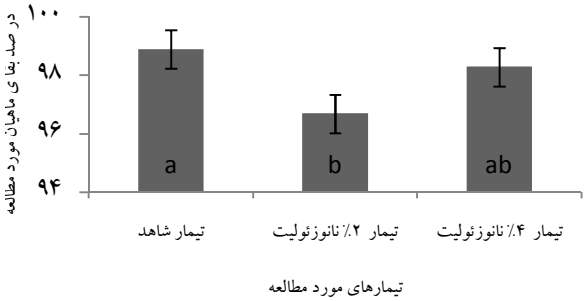
نتایج حاصل از آنالیز واریانس و مقایسه میانگین دانکن شاخص‌های مورد بررسی در کل دوره مطالعه اختلاف معنی‌داری را بین گروه کنترل و تیمار دوم در شاخص‌های افزایش وزن روزانه و ضریب چاقی نشان می‌دهد (P<۰/۰۵) (شکل ۱).



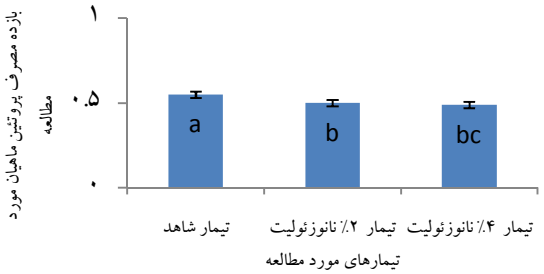
شکل ۱: مقایسه نرخ رشد روزانه و ضریب چاقی تیمارهای مورد مطالعه

همچنین در درصد بقا بین گروه کنترل و تیمار سوم نیز این اختلاف معنی‌دار برقرار است (شکل۲)؛ به‌علاوه در مقدار بازده پروتئین نیز چنین رابطه‌ای بین تیمار دوم وسوم دیده می‌شود (P<۰/۰۵) (شکل۳). حال آن‌که، در شاخص‌های ضریب تبدیل‌خوراک ونرخ رشد ویژه بین تیمارهای مورد بررسی اختلاف بسیار معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ دیده می‌شود (شکل۴).

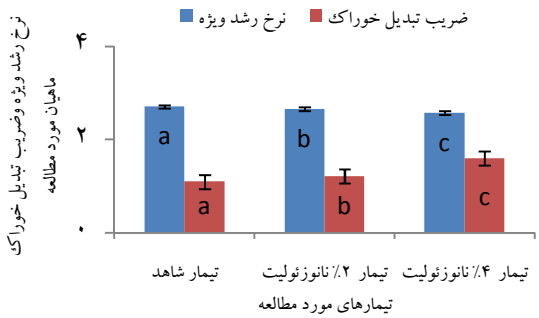
[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.2.6.4]



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 مطا لعه

در عین حال آنالیز لاشه ماهیان حاکی ازآن است که؛ تیمار شاهد با (۳/۵±۵۶/۵۶٪) مقدار پروتئین و (۲±۱۱/۴٪) چربی خام در نمونه‌های خشک بهترین نتیجه را درمیان بچه ماهیان قزل آلا از وزن ۵-۱۵گرم داشته و افزایش درصد مصرف چنین ترکیب نانوتکنولوژیکی در جیره با کاهش مقدار پروتئین و چربی خام درآنالیز لاشه همراه بوده و اختلاف بسیار معنی‌داری بین تیمار شاهد و سایر گروه‌های آزمایشی برقرار است (P<۰/۰۱). 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 نانوزئولیت در خوراک اثر بسزایی در کاهش چربی لاشه دارند. لذا ارائه تیمار سوم[1] نانوزئولیت با ۹/۹ ٪ چربی و ۵۳/۰۳ درصد پروتیئن پس از تیمار شاهد از نظر آنالیز لاشه با حداقل چربی مطلوب است، چراکه بازار پسندی و کیفیت گوشت مصرفی توسط مصرف-کنندگان و تولیدکنندگان این بخش به حداکثر پروتیئن 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 زئولیت 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. به‌علاوه در پژوهش حاضر هیچ‌گونه افزایش درصد بقا بچه ماهیان تغذیه شده با نسبت‌های مختلف نانوزئولیت در جیره در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده نشد و مقایسه این آزمایش با مطالعات افشار و همکاران (۱۳۸۷) مطابقت نتایج به‌دست آمده را نشان می‌دهد که احتمالاً این مطابقت را می‌توان به عدم تاثیرگذاری مصرف مستقیم نانوزئولیت

[1] چهار درصد نانوزئولیت درجیره

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.2.6.4]

در جیره بر درصدبقا 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 قزل آلا 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 درپی 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 فیزیکوشیمیایی محیط مطالعه نشات می‌گیرد.

به‌علاوه با توجه به این نکته که هرچه ارزش یک غذا بیشتر باشد ضریب تبدیل آن کوچکتر خواهد بود، مقایسه نتایج به‌دست آمده در شاخص مزبور با بررسی‌های انجام شده بر روی ماهی سیم دریایی جوان (*Dicentrachus labrox*) با مصرف جیره حاوی عناصر سیلیکات سلولزو زئولیت طبیعی بیانگر مغایرت نتایج حاصل از دو مطالعه در پی افزایش مقدار غلظت مصرفی سیلیکات سلولزو 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 شده را می‌توان به نقش موثر ترکیبات سیلیکاته و ساختار شیمیایی آن و زئولیت طبیعی در جذب متابولیت‌های ناشی از تغذیه وگوارش 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؛ به‌طوری که بیش از ۴۳٪ انرژی مورد نیاز ماهی قزل‌آلای‌رنگین-کمان از پروتئین تامین می‌شود.

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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.2.6.4]

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 نانوزئولیت در کاهش چربی و افزایش پروتیئن لاشه (گوشت) تاثیر بسزایی دارد و در کل تیمارهای ۰ و ۴٪ نانوزئولیت در شرایط مطلوب‌تری از نظر حداقل چربی و حداکثر پروتیئن گوشت قرار دارند. به‌طور 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 ویژه، شاخص‌وضعیت و نرخ رشد روزانه، بازده مصرف پروتیئن و افزایش ضریب تبدیل غذایی را به دنبال دارد. بنابراین، ارائه جیره‌های غذایی حاوی نانوزئولیت در مقادیر بیش از ۲٪ مقرون به‌صرفه 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٪ نانوزئولیت 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؛ به‌علاوه شرایط کیفی آب را از لحاظ فاکتورهای فیزیکوشیمایی بهبود می‌بخشد.

لذا؛ با توجه به این‌که 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 و کیفیت غذا تاثیرات مثبتی در میزان رشد و بازماندگی بچه ماهیان قزل آلا به‌دنبال دارد.

در عین حال،مقایسه عملکرد تیمار فاقد نانوزئولیت 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 نانوزئولیت درجیره غذایی تجاری متداول بچه ماهیان قزل‌آلا 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 به‌شمار می‌رود چرا که ترکیب مصرفی در این پژوهش به عنوان یک ماده شیمیایی و اخلال‌گر 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 به‌صورت مصرف در آب پرورش ماهیان سردابی نتیجه‌ای بسیار مطلوب‌تر نسبت به انواع فرآوری شده و مصرفی در جیره غذایی دارد.

سپاسگزاری

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

منابع

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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.2.6.4]

رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*).گزارش نهایی طرح تحقیقاتی وزارت جهاد کشاورزی، ۴۰صفحه.

۲. بصیری، ع.، ۱۳۸۷. طرح‌های آماری در علوم کشاورزی. چاپ یازدهم، انتشارات دانشگاه شیراز، ۳۶۸صفحه.

۳. سالک یوسفی، م.، ۱۳۷۹. تغذیه آبزیان پرورشی. انتشارات اصلانی، ۱۵-۲۰.

۴. فرهنگی، م.، ۱۳۸۰.کاربردزئولیت طبیعی در کاهش مسمومیت آمونیاکی ماهی‌قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان، ۶۰ صفحه.

۵. قهرمانی، م.، ۱۳۸۹. مطالعه کارایی نانوذرات نقره (زئولیت و کربن) و یون نقره (زئومیک گرانولی و الیاف) در سیستم فیلتراسیون آب پرورش بچه ماهی قزل آلای رنگین کمان جهت کاهش باکتری استرپتوکوکوس اینیایی، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد شیلات، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۰۰صفحه.

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 وآموزش کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری، ۷۰ صفحه.

۷. گدراد، س.، ۱۹۹۷. مدیریت تغذیه درپرورش 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 (*Onchorhynchus 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.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.2.6.4]