نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

# تأثیر نانوذرات نقره بر رفتار غذایی چشایی تاس‌ماهی ایرانی *Acipenser persicus* Borodin, 1897 نسبت به بعضی اسیدهای آمینه

**شیدا گلی[1]، ولی الله جعفری*[2]، حامد پاک‌نژاد[2]، الکساندر کاسومیان[3]**
[1]دکتری شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[2]دانشیار، گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[3]استاد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده زیست‌شناسی، دانشگاه مسکو، مسکو، روسیه

**نوع مقاله:**
پژوهشی اصیل

**تاریخچه مقاله:**
دریافت: ۹۷/۰۸/۰۸
پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۵

**نویسنده مسئول مکاتبه:**
ولی‌الله جعفری، دانشیار، گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

ایمیل: v.jafari.sh110@gmail.com

**چکیده**

**هدف از این مطالعه بررسی اثرات نانوذرات نقره بر پارامترهای رفتار غذایی چشایی از جمله شاخص جذابیت چشایی، کارآیی صید و تعداد طعمه‌های مصرف‌شده در تاس‌ماهی ایرانی (*A. persicus*) نسبت به بعضی اسیدهای آمینه بود. رفتار غذایی در ماهی‌های گروه شاهد و ماهی‌هایی که به مدت ۲۱ روز در معرض سه غلظت ۰/۰۱، ۰/۰۰۵ و ۰/۰۰۱ میلی‌گرم بر لیتر نانوذرات نقره قرار گرفته بودند، بررسی شد (هر گروه با ۷ ماهی و ۳ تکرار). سپس با استفاده از پلت‌های آزمایشی حاوی اکسید کروم ۰/۳ درصد، آگار ۲ درصد و اسید آمینه‌های مورد نظر (سرین، آرژنین، سیستئین، تیروزین، گلوتامیک اسید و آسپارتیک اسید) رفتار غذایی ماهی‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که غلظت‌های ۰/۰۱ و ۰/۰۰۵ میلی‌گرم بر لیتر نانوذرات نقره در هر شش آمینواسید و حتی در عصاره شیرونومید نیز تاثیر منفی و معنی‌داری را بر شاخص جذابیت چشایی ایجاد کردند. همچنین هر سه غلظت از نانوذرات نقره در همه آمینواسیدها منجر به کاهش معنی‌دار در مصرف طعمه‌ها شدند. میزان کارایی صید نیز در هر سه غلظت از نانوذرات نقره در اسید آمینه‌های سرین، آرژنین، سیستئین و تیروزین به‌صورت معنی‌داری کمتر از گروه شاهد بود. با توجه به اینکه حتی غلظت ۰/۰۰۱ میلی‌گرم بر لیتر نانوذرات نقره نیز توانست بر رفتار غذایی تاس‌ماهی ایرانی تاثیر منفی داشته باشد. لذا توصیه می‌شود قبل از رهاسازی پسماندهای حاوی نانوذرات نقره به محیط‌های آبی مقدار آن در کمترین مقدار ممکن یا در حد صفر باشد.**

***واژه‌های کلیدی:***
***A. persicus*، جذابیت چشایی، سیستم‌های حسی، سمیت نانوذرات نقره**

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-06 ]

[ DOI: 10.29252/jair.8.2.76 ]

## ۱ | مقدمه

فرسایش و کاهش زمین و متابولیسم باکتریایی تولید می‌شوند (Griffin *et al.*, 2018). اما تولید این ترکیبات به‌صورت مصنوعی نیز درحال افزایش است و به‌صورت روزانه در کارخانه‌های نساجی، رنگرزی، صنایع الکترونیک، تولیدات پزشکی، محصولات آرایشی و تکنولوژی‌های حذف زیستی آلاینده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (Kahru and Dubourguier, 2010). امروزه تکنولوژی نانومواد در صنایع زیادی وارد شده و استفاده از آنها درحال افزایش است. این تکنولوژی با وجود مزایایی که دارد در صورت استفاده بیش از حد و عدم بررسی اثرات آنها می‌تواند خطرات احتمالی ناشی از قرارگیری در معرض آن را برای انسان، دیگر موجودات و محیط زیست ایجاد کند (Kashiwada *et al.*, 2012). مطالعات صورت گرفته در رابطه با بررسی میزان سمیت نانوفلزات بر باکتری‌ها، جلبک‌ها، مخمرها، سخت-پوستان و ماهی‌ها نشان داده است که نانو ذرات نقره (۱۵ تا ۱۰۰ نانومتر) نسبت به نانو ذراتی مانند آهن، مس، سرب به مراتب دارای سمیت بالاتری هستند (Kahru and Dubourguier, 2010). وو و همکاران (Wu *et al.*, 2010) نانوذرات نقره و اکسید روی را "به‌شدت-


© ۱۳۹۹ | دانشگاه گنبدکاووس

سمی" اکسید مس را "خیلی سمی" و دیگر نانو ذرات را "سمی یا خطرناک" دسته‌بندی کردند. بررسی ۱۶۲۸ محصول مصرفی مبتنی بر فن‌آوری نانو در ۳۰ کشور جهان نشان داده است که نانوذرات نقره در ۳۸۳ عدد از این محصولات (معادل ۲۳/۵ درصد کل محصولات) استفاده شده‌اند (Woodrow Wilson Database, 2014).

باتوجه به اینکه دریا مسیر نهایی اکثر آلاینده‌ها است، دریای خزر نیز از این امر مستثنی نیست. دریای خزر به‌عنوان بزرگترین اکوسیستم بسته جهان زیستگاه گونه‌های جانوری باارزشی است که بارزترین آن ماهی‌های خاویاری هستند. در این بین تاس‌ماهی ایرانی (*A. persicus*) از مهم‌ترین گونه‌های ماهیان خاویاری دریای خزر است که جمعیت آن به‌دلیل صید بی‌رویه، تخریب زیستگاه، آلودگی آب و رسوبات ذخیره آنها در حال کاهش است. ۸۰٪ آلودگی دریای خزر متعلق به رودخانه ولگا و سایر رودخانه‌های غرب جمهوری آذربایجان است (Sadeghi Rad *et al.*, 2005). این در حالیست که در ایران به‌دلیل وجود صنایع کم‌تر، رودخانه‌ها از بار آلودگی کم‌تری برخوردارند. ولی براساس جریان آب دریای خزر که معمولاً از خزر شمالی به خزر جنوبی در حرکت است و همچنین به‌طور معمول از غرب به شرق کرانه‌های ساحل جنوبی دریای خزر جریان دارد مقداری از آلودگی‌های حوضه شمالی وارد حوضه جنوبی می‌شود (Sadeghi Rad *et al.*, 2005). بنابراین تأثیر این آلاینده‌ها بر موجودات آبزی باید مورد مطالعه قرار گیرد. یکی از راه‌های بررسی تأثیر این آلاینده‌ها توجه به رفتار موجودات و از جمله رفتار غذایی آنها می‌باشد. با استفاده از رفتار غذایی می‌توان کمیت غذای مصرفی، عوامل اشتهاآور که منجر به تحریک رفتار تغذیه و مصرف غذا می‌شود و عوامل ضد اشتها که موجب کاهش رفتار تغذیه و عدم مصرف غذا می‌شود را مشاهده کرد. به‌عنوان مثال تعداد پلت غذایی خورده شده، پس داده شده و تلاش ماهی برای به‌دست آوردن طعمه از جمله رفتارهای مرتبط با تغذیه است (Volkoff and Peter, 2006). گیرنده‌های شیمیایی (بویایی و چشایی) نقش‌های مختلفی در بروز رفتار تغذیه‌ای دارند. سیستم بویایی ماهی در جستجو و یافتن غذا و انتقال پیام مربوطه به دستگاه عصبی مرکزی ایفای نقش دارد و سیستم چشایی ماهی کیفیت نهایی غذای صید شده را تعیین می‌کند. آلاینده‌ها می‌توانند عملکرد طبیعی گیرنده-های شیمیایی را از طریق پوشاندن و یا خنثی نمودن سیگنال‌های شیمیایی و بیولوژیکی مختل نمایند. همچنین می‌توانند به‌طور مستقیم سبب آسیب‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیرنده‌های شیمیایی شوند (Baatrup, 1991). اخیراً تعداد مطالعات در رابطه با تأثیر نانو ذرات روی آبزیان درحال افزایش است. از نتایج مطالعات پیشین در رابطه با تأثیر نانوذرات نقره روی آبزیان می‌توان به سمیت سلولی و ژنی به‌وسیله کاسومیان (Kasumyan, 2011)، اختلال در تکامل مراحل اولیه زندگی و بزرگسالی توسط وایس و همکاران (Wise *et al.*, 2010)، تجمع در بافت‌ها، ایجاد آسیب‌های بافتی و اختلال در بیان ژن‌ها توسط گریفیت و همکاران (Griffitt *et al.*, 2007) و جوهری و همکاران (Johari *et al.*, 2015)، استرس اکسیداتیو، مرگ سلولی سلول‌ها، ناهنجاری‌های کروموزومی توسط وو و همکاران (Wu *et al.*, 2010) اشاره داشت.

هدف از آزمایش‌های سنجش سمیت آلاینده‌ها، رسیدن به معیار قابل اعتماد برای حفظ منابع آبزیان است و بررسی اثرات رفتاری آبزیان برای پیش‌گویی اثرات سموم می‌تواند مناسب باشد. لذا در این مطالعه نیز سعی شده است با استفاده از بررسی رفتار غذایی چشایی تاس‌ماهی ایرانی تأثیر نانوذرات نقره مورد بررسی قرار گیرد.

## ۲ | مواد و روش‌ها

بچه ماهیان ۵-۴ گرم تاس‌ماهی ایرانی از کارگاه پرورش ماهیان خاویاری در ساری تهیه و به سالن شهید فضلی برآبادی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شدند. ماهی‌ها حدود یک ماه جهت سازگاری با شرایط محیطی و رسیدن به وزن مورد نظر (۹-۱۰ گرم) در شرایط آزمایشگاهی پرورش داده شدند. هوادهی به‌صورت ۲۴ ساعته و ملایم، تعویض آب به‌صورت روزانه و هر بار ۵۰٪، دمای آب ۲۳-۲۱ درجه سانتی‌گراد و PH معادل ۷/۵ بود. تغذیه روزی دو بار و با ترکیب غذای تجاری بیومار و غذای زنده صورت می‌گرفت. بعد از سپری شدن این زمان ماهی‌ها به‌مدت ۲۱ روز در معرض سه غلظت ۰/۰۱، ۰/۰۰۵ و ۰/۰۰۱ میلی‌گرم بر لیتر نانوذرات نقره قرار گرفتند. یک تیمار نیز به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. هر تیمار در سه تکرار و هر تکرار با ۷ ماهی انجام شد.

آزمایش‌های رفتار غذایی با استفاده از طعمه یا پلت‌های آزمایشی انجام می‌شود. پلت‌های آزمایشی با استفاده از اکسید کروم ۰/۳ درصد، آگار ۲٪ و اسید آمینه‌های مورد آزمایش تهیه شد. اسید آمینه مورد استفاده در این مطالعه همراه با مقادیر در جدول ۱ آمده است. پلت‌های شاهد نیز فقط حاوی اکسید کروم و آگار بودند. قبل از شروع آزمایش، ژل ساخته شده با استفاده از پیپت پاستور و تیغ ضد زنگ در اندازه ۱/۵-۲ در ۴ میلی‌متر آماده شدند (Jafari Shamushaki *et al.*, 2008).

**جدول ۱- اسیدآمینه‌های مورد استفاده جهت ارزیابی رفتار غذایی چشایی در تاس ماهی ایرانی (*A. persicus*)**

| اسید آمینه | سرین | آرژنین | سیستئین | تیروزین | آسپارتیک اسید | گلوتامیک اسید | شیرونومید |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| غلظت (مولار) | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۱۷۵گرم در لیتر |

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-06 ]

[ DOI: 10.29252/jair.8.2.76 ]

مطالعات رفتاری باید در محیطی به دور از استرس انجام شود. بدین منظور در سالن تکثیر و پرورش شهید فضلی برآبادی مکانی جهت انجام این نوع مطالعات طراحی شد. بچه‌ماهیان مورد استفاده در این مطالعه ۱/۶ ±۹/۵ گرم وزن و ۱۴-۱۲ ۱/۵±۱۳ سانتی‌متر طول داشتند. غذادهی ۱۲ ساعت قبل از انجام آزمایش قطع شد. ۱ ساعت قبل از اجرای آزمایش ۳ قطعه ماهی از یک تکرار به آکواریوم‌های ۴۰×۳۵×۶۰ سانتی‌متری منتقل شدند. بعد از سپری شدن زمان مذکور، ۳۰ عدد پلت تهیه شده به آرامی در کل سطح آکواریوم پخش شد و به‌مدت ۳ دقیقه به ماهی‌ها اجازه داده شد که از پلت‌ها تغذیه کنند. طی این مدت تعداد طعمه‌های مصرف شده، نشده و تعداد قاپیدن‌ها ثبت شد. تمام مراحل آزمایش نیز توسط دوربین ثبت می‌شد. در نهایت با استفاده از رابطه زیر میزان ترجیح چشایی ماهی برای هر اسیدآمینه محاسبه شد.

$$Ind_{pal}=\frac{R-C}{R+C}\times 100$$

R تعداد طعمه‌های مصرف شده حاوی اسیدآمینه؛ C تعداد طعمه‌های مصرف شده شاهد و $Ind_{pal}$ (Index palatability) شاخص مطبوعیت یا شاخص جذابیت است (Kasumyan and Morsi, 1996). آزمایش کنترل مثبت (پلت‌های حاوی عصاره شیرونومید) نیز انجام شد.

کارآیی صید براساس نسبت تعداد طعمه‌های مصرف شده به زمان تغذیه محاسبه شد و تعداد طعمه‌های مصرف شده نیز به‌صورت درصد مصرف طعمه بیان شد.

۱۰۰× تعداد کل طعمه‌های معرفی شده (۳۰)/ تعداد طعمه‌های مصرف شده =درصد مصرف

۱۰۰× کل زمان تغذیه (۱۸۰)/ تعداد طعمه‌های مصرف شده =کارآیی صید

پس از ثبت فاکتورهای مطرح شده، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. جهت بررسی اختلاف معنی‌دار از آنالیز آماری یک‌طرفه (One-Way ANOVA) استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن انجام گرفت.

## ۳ | نتایج

اسید آمینه‌های سرین، سیستئین و گلوتامیک اسید در تیمار ۰/۰۰۱ میلی‌گرم بر لیتر نانوذرات نقره بدون تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه شاهد شاخص جذابیت چشایی مثبتی را ایجاد کردند. ماهیان قرار گرفته در معرض غلظت‌های ۰/۰۱ و ۰/۰۰۵ در همه اسید آمینه‌ها شاخص جذابیت منفی و معنی‌داری را نشان دادند ($p<0/05$). عصاره شیرونومید که به‌عنوان شاهد مثبت مورد استفاده قرار گرفت و برای گروه شاهد بالاترین جذابیت چشایی را ایجاد کرده بود اما برای ماهیان قرار گرفته در معرض غلظت‌های ۰/۰۱ و ۰/۰۰۵ جذابیت منفی و معنی‌داری را نشان داده بود ($p<0/05$) (جدول۲).

هر سه غلظت از نانوذرات نقره از نظر طعمه‌های مصرف شده تفاوت معنی‌دار با شاهد ایجاد کردند ($p<0/05$) اما بین سه غلظت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$) که نشان‌دهنده کاهش تعداد طعمه‌های مصرف شده در ماهی‌های قرار گرفته در معرض نانوذرات نقره بود. این کاهش حتی در گروه ماهیان تغذیه‌شده با پلت‌های آزمایشی حاوی عصاره شیرونومید نیز مشاهده شد (جدول۳).

میزان کارآیی صید در اسید آمینه‌های سرین، آرژنین، سیستئین و تیروزین به‌صورت معنی‌داری کم‌تر از شاهد بود ($p<0/05$). در اسیدآمینه اسپارتیک‌اسید تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد ($p>0/05$) و گروه شاهد نسبت به سه گروه دیگر بالاترین میزان کارآیی صید را نشان داد (جدول۴).

**جدول ۲- مقایسه میانگین‌های شاخص جذابیت چشایی تاس‌ماهی‌ایرانی *A. persicus* در غلظت‌های مختلف نانوذرات نقره**

| اسید آمینه | غلظت(میلی‌گرم برلیتر) | ۰/۰۱ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰۱ | ۰ |
|---|---|---|---|---|---|
| سرین | | -۱۲/۱±۴/۴$^{b}$ | -۲۲/۷±۲$^{b}$ | ۲/۸±۳$^{ab}$ | ۲۴/۳±۴$^{a}$ |
| آرژنین | | -۴۰/۰±۰$^{c}$ | -۵/۵۵±۵$^{b}$ | -۸/۳±۸$^{b}$ | ۳۵/۹±۵$^{a}$ |
| سیستئین | | -۴۵/۰±۵$^{b}$ | -۲۹/۱±۴$^{b}$ | ۶/۲±۳$^{a}$ | ۲۴/۶±۴$^{a}$ |
| تیروزین | | -۷۳/۲±۲$^{d}$ | -۴۴/۱±۹$^{c}$ | -۱۳/۸±۳$^{b}$ | ۹/۱±۶$^{a}$ |
| آسپارتیک اسید | | -۳۷/۷±۷$^{a}$ | -۳۸/۴±۴$^{a}$ | -۳۲/۵±۷$^{a}$ | -۱۵/۴±۹$^{a}$ |
| گلوتامیک اسید | | -۵۵/۷±۱۵$^{c}$ | -۳۸/۴±۴$^{bc}$ | ۱۰/۸±۲$^{a}$ | -۲/۹±۸$^{ab}$ |
| شیرونومید | | -۳۰/۰±۱۰$^{b}$ | -۶/۲±۶$^{b}$ | ۴/۴۸±۲$^{ab}$ | ۴۳/۹±۲$^{a}$ |

* حروف مشابه در هر سطر نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است ($\alpha$ =۰/۰۵).

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-06 ]

[ DOI: 10.29252/jair.8.2.76 ]

**جدول ۳- مقایسه میانگین‌های طعمه‌های مصرف شده تاس‌ماهی‌ایرانی *A. persicus* در غلظت‌های مختلف نانوذرات نقره**

| اسید آمینه | غلظت(میلی‌گرم بر لیتر) | ۰/۰۱ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰۱ | ۰ |
|---|---|---|---|---|---|
| سرین | | $^{b}$۱۸/۳±۲/۳ | $^{b}$۱۱/۷±۲/۳ | $^{b}$۱۸/۳±۵ | $^{a}$۶۳±۴/۷ |
| آرژنین | | $^{b}$۱۰±۰/۰ | $^{b}$۱۳/۳±۰/۰ | $^{b}$۱۶/۶±۰/۰ | $^{a}$۵۳/۳±۴/۲ |
| سیستئین | | $^{b}$۸/۳±۲/۳ | $^{b}$۱۱/۵±۲/۴ | $^{b}$۱۸/۳±۲/۳ | $^{a}$۵۳/۳±۱۰ |
| تیروزین | | $^{c}$۳/۳±۰/۰ | $^{bc}$۸/۳±۲/۳ | $^{b}$۱۵±۲/۳ | $^{a}$۳۸/۳±۷ |
| آسپارتیک اسید | | $^{b}$۱۰±۴/۷ | $^{b}$۱۰±۳/۳ | $^{b}$۱۰±۰ | $^{a}$۲۳/۳±۴/۷ |
| گلوتامیک اسید | | $^{b}$۸/۳±۵ | $^{b}$۱۰±۳/۲ | $^{ab}$۲۵±۷ | $^{a}$۳۰±۴/۷ |
| شیرونومید | | $^{b}$۱۱/۶±۲/۳ | $^{a}$۱۶/۶±۰ | $^{b}$۲۱/۷±۲/۴ | $^{a}$۸۱/۶±۱۱/۷ |
| کنترل | | $^{a}$۲۱/۷±۲/۳ | $^{a}$۲۱/۷±۵ | $^{a}$۲۰±۴/۷ | $^{a}$۳۱/۶±۲/۳ |

*حروف مشابه در هر سطر نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است ($\alpha$ =۰/۰۵).

**جدول ۴- مقایسه میانگین‌های کارآیی صید اسیدآمینه‌های تاس‌ماهی‌ایرانی (*A. persicus*)در غلظت‌های مختلف نانو نقره**

| اسید آمینه | غلظت(میلی‌گرم بر لیتر) | ۰/۰۱ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰۱ | ۰ |
|---|---|---|---|---|---|
| سرین | | $^{b}$۵۰/۸±۹/۱ | $^{b}$۳۰±۱۰/۰ | $^{b}$۳۴/۹±۶/۳ | $^{a}$۹۰/۴±۳/۴۵ |
| آرژنین | | $^{c}$۳۰/۳±۳/۰ | $^{c}$۲۲/۸±۳/۸ | $^{b}$۴۵/۸±۴/۱ | $^{a}$۸۲/۱±۱/۵ |
| سیستئین | | $^{c}$۱۴/۳±۰/۵ | $^{c}$۲۰/۵±۱/۷ | $^{b}$۴۰/۹±۵/۲ | $^{a}$۸۳/۸±۳/۵ |
| تیروزین | | $^{b}$۹/۷±۱/۴ | $^{b}$۲۱/۶±۳/۴ | $^{b}$۲۷/۴±۸/۳ | $^{a}$۷۶/۳±۵/۱ |
| آسپارتیک اسید | | $^{a}$۲۴/۱±۱۲/۲ | $^{a}$۲۳/۳±۳/۳ | $^{a}$۱۹/۰±۵/۹ | $^{a}$۴۳/۶±۲/۵ |
| گلوتامیک اسید | | $^{b}$۱۹/۵±۱۱/۲ | $^{ab}$۳۲/۲±۱۲/۲ | $^{a}$۵۹/۶±۹/۶ | $^{a}$۶۴/۵±۳/۴ |
| شیرونومید | | $^{b}$۲۶/۸±۱/۷ | $^{b}$۲۵/۱±۴/۳ | $^{b}$۳۳/۳±۳/۲ | $^{a}$۸۹/۰±۶/۷ |
| کنترل | | $^{a}$۷۶/۴±۱/۳ | $^{a}$۹۰/۰±۱۰/۰ | $^{a}$۷۶/۷±۶/۶ | $^{a}$۷۵/۹±۷/۹ |

*حروف مشابه در هر سطر نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است ($\alpha$ =۰/۰۵).

## ۴ | بحث و نتیجه‌گیری

رفتار غذایی شامل یکسری مراحل پی در پی از جمله جستجو و یافتن طعمه، قاپیدن و قرار دادن طعمه در دهان، ارزیابی کیفیت آن و در نهایت بلعیدن یا پس دادن طعمه است (Pavlov and Kasumyan, 2000 ). در پایان ۲۱ روز در معرض قرارگرفتن ماهی‌ها با غلظت‌های مختلف نانوذرات نقره، رفتار غذایی جستجوی غذا در ماهی‌ها تغییر کرد. به‌طوری‌که از میزان تحرک و جستجوی فعال آنها کاسته شد. گاهی مشاهده شد حتی با وجود برخورد سیبیلک‌های ماهی با طعمه ماهی تمایلی به گرفتن و بلعیدن آن نداشت. تفاوت معنی‌داری بین تعداد طعمه‌های مصرف شده در غلظت‌های مختلف از نانوذرات نقره مشاهده نشد اما نسبت به گروه کنترل به‌صورت معنی‌داری کم‌تر بود. از نتایج تأثیر نانوذرات بر رفتار غذایی ماهی کاراس (*Carassius carassius*) می‌توان به کاهش فعالیت و میزان حرکت ماهی، افزایش زمان جستجوی ماهی‌ها برای غذا و افزایش زمان تغذیه به دنبال مواجهه با نانوذرات پلی استرین (Karin *et al*., 2014) و افزایش حرکات تنفسی و همچنین کاهش حرکات تغذیه در دافنی قرار گرفته در معرض نانوذرات اکسید تیتانیوم (Sarah *et al*., 2007) اشاره کرد. در واقع نانوذرات و از جمله نانو نقره با قرارگیری در سطح جوانه‌های چشایی و بویایی منجر به اختلال در عملکرد تغذیه و شکار در ماهیان می‌شود. اختلال ایجاد شده در سیستم بویایی کپور معمولی در نتیجه مواجهه با نانوذرات نقره به اثبات رسیده است. همچنین نانوذرات نقره با اختلال در عملکرد گیرنده‌های سلولی مانع دریافت سیگنال‌های خارجی توسط ماهی می‌شوند (Bilberg *et al*., 2010). قرارگیری نانوذرات روی سطح جوانه‌های چشایی و بویایی منجر به افزایش ترشح موکوس می‌شود. اگرچه این واکنش یک سیستم حفاظتی است، اما این لایه موکوس زمان انتقال محرک‌های بویایی و چشایی به گیرنده‌های آنها را افزایش می‌دهد و در نتیجه سرعت واکنش ماهی نسبت به محرک‌های محیطی کاهش می‌یابد (Bilberg *et al*., 2010). از طرف دیگر این کاهش سرعت واکنش زمان جستجو برای غذا و یافتن طعمه را نیز افزایش می‌دهد و در نتیجه تعداد طعمه‌های مصرف شده در یک زمان مشخص کاهش می‌یابد. در این مطالعه نیز این افزایش زمان جستجو و همچنین کاهش تعداد طعمه‌های مصرف‌شده در ماهی‌های قرار گرفته در معرض غلظت بالای نانوذرات نقره مشاهده شد به‌طوری‌که گروه کنترل مثبت در مدت ۱۸۰ ثانیه زمان تغذیه به‌طور میانگین ۲۴/۵ طعمه از ۳۰ طعمه را صید کردند درحالی‌که این تعداد در گروه ماهیان قرار گرفته در معرض ۰/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر نانوذرات نقره ۳/۵ بود. در واقع تخریب اندام‌های چشایی، بویایی و سایر اندام‌های حسی عامل این اختلال تغذیه‌ای است. اختلال در ترجیح چشایی و بویایی مواد غذایی یا از دست دادن توانایی تشخیص مزه‌ها منجر به کاهش تمایل ماهی برای جستجو و یافتن غذا می‌شود در نهایت ماهی قادر به تشخیص بوی طعمه از فاصله دور و تشخیص درست و مناسب ماده غذایی از فاصله نزدیک نخواهد بود (Kasumyan, 1997)، و همین امر منجر به افزایش زمان جستجوی طعمه و مصرف غذای نامناسب می‌شود.

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-06 ]

[ DOI: 10.29252/jair.8.2.76 ]

در این مطالعه ماهی‌های قرار گرفته در معرض نانوذرات نقره نسبت به گروه شاهد دارای کارآیی صید پایین‌تری بودند. کارآیی صید حتی برای عصاره لارو شیرونومید که به‌عنوان شاهد مثبت مورد استفاده قرار گرفت نیز کم‌تر از گروه شاهد بود. کارآیی صید در ماهی‌های گروه شاهد ۳/۵ برابر بیش‌تر از گروه ماهی‌های قرارگرفته در معرض ۰/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر نانوذرات نقره بود. احتمالاً دلیل این کاهش معنی‌دار در صید علاوه بر اختلالات عصبی، تغییر در ساختار جوانه‌های چشایی و بویایی و در نتیجه عدم توانایی تشخیص غذای مناسب و مطلوب است. در بعضی مطالعات دیگر نیز نتایج مشابهی مشاهده شده است. به‌عنوان مثال ماهی کپور معمولی (*C. carpio*) قرار گرفته در معرض روی و مس کاهش شدیدی در کارآیی صید مشاهده شده بود (Kuzmina, 2011). بعد از قرارگیری ماهی تیلاپیا (*Oreochromis auratus*) در معرض غلظت ۰/۵ و ۱۰ میلی گرم بر لیتر کلرید کادمیوم رفتار جستجو برای غذا به‌طور کامل قطع و در نتیجه کارآیی صید به صفر رسیده بود. تغییر در رفتار غذایی آبزیان منجر به اختلال در تغذیه و در طولانی مدت نیز باعث تغییرات منفی در رشد، تولید مثل، بقا، فراوانی و تغییر در رنجیره غذایی می‌شود (Kasumyan, 2001).

ساختار کلی جوانه‌های چشایی در ماهیان خاویاری مشابه دیگر مهره‌داران است و به تعداد زیاد روی لب‌ها و سیبیلک‌ها وجود دارد (Kasumyan, 1999). تحریکات چشایی به‌وسیله جوانه‌های چشایی دریافت و از راه عصب صورت (VII) زبانی- حلقی (IX) و عصب واگ (X) به مغز منتقل می‌شوند (Kasumyan and Devitsina, 1997a, b). در این مطالعه ماهی‌های قرار گرفته در معرض نانوذرات نقره جذابیت چشایی منفی و کم‌تری نسبت به گروه شاهد ایجاد کرده بودند و در غلظت‌های بالاتر نانوذرات نقره این کاهش بیشتر بود. جذابیت و ترجیح چشایی در ماهی‌ها توسط جوانه‌های چشایی انجام می‌گیرد. جوانه‌های چشایی ماهی‌ها دارای دو نوع گیرنده هستند که محل اتصال سیگنال‌های غذایی و در نهایت تشخیص غذاها می‌باشند (Ishimaru *et al*., 2005). نانوذرات نقره ازطریق واکنش با گروه سولفیدریل (SH-) پروتئین‌های گیرنده‌های چشایی می‌توانند باعث تغییر شکل و صدمه به پروتئین‌ها و در نهایت اختلال در عملکرد این گیرنده‌ها شوند (Bilberg, 2011). همچنین اندوسیتوز نیز مکانیسمی است که نانوذرات ممکن است از طریق آن وارد سیستم بویایی و چشایی شوند (Viswaprakash *et al*., 2009; McShan *et al*., 2014).

آلاینده‌ها به چند روش قادر هستند در رفتار جانداران تداخل ایجاد کنند. این ترکیبات ممکن است بر اندام‌های حسی و اندام‌های حرکتی آنها تأثیر بگذارند یا اینکه از طریق مکانیسم‌های فیزیولوژیکی (تنفس و سوخت و ساز) سبب ایجاد تنش در اندام‌های حسی آنها گردند (Baatrup, 1991). این موضوع به‌طور کامل شناخته شده است که اساس رفتار جستجوی غذا در ماهی به‌وسیله تمام اندام‌های حسی انجام می‌شود. به‌ویژه گیرنده‌هایی مثل بویایی، چشایی، حس شیمیایی عمومی و خط‌جانبی که نسبت به آلودگی‌های شیمیایی آسیب پذیرترند و به‌صورت مستقیم با محیط در ارتباطند (Kasumyan, 1991; Osborne *et al*., 2016). آبسورنی و همکاران (Osborne *et al*., 2016) نشان دادند که قرارگیری در معرض نانوذرات نقره می‌تواند نوروماست‌ها و عملکردهای حسی اندام‌های مرتبط در گورخر ماهی را تحت تأثیر قرار دهد. از دست دادن حساسیت چشائی در ماهی تحت تأثیر مواد سمی، قابل برگشت است و بعد از قطع سموم پاسخ‌های رفتاری ماهی به محرک چشایی به‌طور کامل بازسازی می‌شود (Kasumyan, 2002).

در این مطالعه تأثیرات منفی نانوذرات نقره بر رفتار تغذیه‌ای نشان داده شده است این تأثیرات با برخی واکنش‌های حرکتی، کاهش شدت تغذیه و کاهش کارآیی صید همراه بود که احتمالاً به‌دلیل تخریب سیستم‌های حسی و انسداد مسیر انتقال سیگنال های شیمیایی باشد.

## ۵ | تشکر و قدردانی

از جناب آقای دکتر جافر و مهندس نعیمی کارشناسان آزمایشگاه‌های گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

## پست الکترونیک نویسندگان

شیدا گلی: golisheyda@gmail.com
ولی‌الله جعفری: v.jafari.sh110@gmail.com
حامد پاک‌نژاد: hkolangi@gmail.com
الکساندر کاسومیان: alex_kasumyan@mail.ru

## REFERENCES

Baatrup E. 1991. Structural and functional effects of heavy metals on the nervous system, including sense organs, of fish. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology, 100(2): 253-257.

Bilberg K., Doving K.B., Beedholm K., Baatrup E. 2011. Silver nanoparticles disrupt olfaction in Crucian carp (*Carassius carassius*) and Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). Aquatic Toxicology, 104(2): 145-152.

Bilberg K., Malte H., Wang T., Baatrup E. 2010. Silver nanoparticles and silver nitrate cause respiratory stress in Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). Aquatic Toxicology, 96(2): 159-165.

Griffin Sh., Masood M.I., Nasim M.J., Sarfraz S., Ebokaiwe A.P., Schäfer K.H., Keck C.M., Jacob C. 2018. Natural Nanoparticles: A Particular Matter Inspired by Nature. Antioxidants, 7(3): 1-21.

Griffitt R.J., Weil R., Hyndman K.A., Denslow N.D., Powers K., Taylor D., Barber D.S. 2007. Exposure to copper nanoparticles causes gill injury and acute lethality in zebrafish (*Danio rerio*). Environmental Science & Technology, 41: 8178-8186.

Ishimaru Y., Okada S., Naito H., Nagai T., Yasuoka A., Matsumoto I ., Abe K. 2005. Two families of candidate taste receptors in fishes. Mechanisms of Development, 122(12): 1310-1321.

Jafari Shamushaki V.A., Abtahi B., Kasumyan O.A., Abedian Kenari A., Ghorbani R. 2008. Taste Attractiveness of Free Amino Acids for Juveniles of Persian Sturgeon *Acipenser persicus*. Journal of Ichthyology, 48(1): 124-133.

Johari Y.B., Estes S.D., Alves C.S., Sinacore M.S., James

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-06 ]

[ DOI: 10.29252/jair.8.2.76 ]

D.C. 2015. Integrated cell and process engineering for improved transient production of a "difficult-to-express" fusion protein by CHO cells. Biotechnology and Bioengineering, 12(12): 2527-42.
Kahru A., Dubourguier H.C. 2010. From ecotoxicology to Nano ecotoxicology. Toxicology, 269(3): 105-119.
Karin M., Mikael T.E., Lars-Anders H., Sara L., Anders M., Tommy C. 2014. Altered behavior, physiology and metabolism in fish exposed to polystyrene nanoparticles. Environmental Science and Technology, 49(1): 553-561.
Kashiwada S., Ariza M. E., Kawaguchi T., Nakagame Y., Jayasinghe B.S., Gartner K., Chandler G.T. 2012. Silver Nano colloids disrupt medaka embryogenesis through vital gene expressions. Environmental Science and Technology, 46(11): 6278-6287.
Kasumyan A.O. 1997. Taste reception and feeding behavior in fishes. Journal of Ichthyology, 37(1): 78-93.
Kasumyan A.O. 1999. Olfaction and taste senses in sturgeon behavior. Journal of Applied Ichthyology, 15(5): 228-232.
Kasumyan A.O. 2001. Effects of chemical pollutants on foraging behavior and sensitivity of fish to food stimuli. Journal of Ichthyology, 41(1): 76-87.
Kasumyan A.O. 2002. Sturgeon food searching behavior evoked by chemical stimuli: a reliable sensory mechanism. Journal of Applied Ichthyology, 18(6): 685-690.
Kasumyan A.O. 2011. Functional development of chemosensory systems in the fish ontogeny. Journal Developmental Biology, 42(3): 173-179.
Kasumyan A.O., Devitsina G.V. 1997a. Influence of Olfactory Deprivation on Chemosensory Sensitivity and Status of Taste Receptors of Sturgeons. Journal of Ichthyology, 37(6): 823-835.
Kasumyan A.O., Devitsina G.V. 1997b. The effect of olfactory deprivation on chemosensory sensitive and the state of taste receptors of Acipenserids. Journal of Ichthyology, 37(1): 786-798.
Kasumyan A.O., Morsi A.M.Kh. 1996. Taste sensitivity of the Carp (*Cyprinus carpio)* to free amino acids and classical taste substances. Journal of Ichthyology, 36(5): 386-399.
Kuzmina V.V. 2011. The influence of zinc and copper on the latency period for feeding and the food uptake in common carp, *Cyprinus carpio* L. Aquatic Toxicology, 102(2)*:* 73-78.
McShan D., Ray P.C., Yu H. 2014. Molecular toxicity mechanism of Nano silver. Journal of Food and Drug Analysis, 22(1): 116-127.
Osborne O.J., Mukaigasa K., Nakajima H., Stolpe B., Romer I., Philips U., Lynch I., Mourabit S., Hirose S., Lead J.R., Kobayashi M. 2016. Sensory systems and ionocytes are targets for silver nanoparticle effects in fish. Nano Toxicology, 10(9): 1276-1286.
Pavlov D.S., Kasumyan A.O. 2000. Patterns and mechanisms of schooling behavior in fish: a review. Journal of Ichthyology, 40(2): 163-231.
Sadeghi Rad M., Amini Ranjbar Gh., Arshad A., Joshiedeh H. 2005. Assessing heavy metal content of muscle tissue and caviar of *Acipenser persicus* and *Acipenser stellatus* in southern Caspian Sea. Iranian Scientific Fisheries Journal, 14(3): 79-100.(In persian).
Sarah B., Lovern J., Rudi S., Rebecca K. 2007. Behavioral and physiological changes in *Daphnia magna* when exposed to nanoparticle suspensions (titanium dioxide, nano-C60, and $C_{60}H_xC_{70}H_x$). Environmental Science and Technology, 41(12): 4465-4470.
Viswaprakash N., Dennis J.C., Globa L., Pustovyy O., Josephson E.M., Kanju P., Morrison E.E., Vodyanoy V.J. 2009. Enhancement of odorant-induced responses in olfactory receptor neurons by zinc nanoparticles. Chemical Senses, 34(7): 547-557.
Volkoff H., Peter R.E. 2006. Feeding behavior of fish and its control. Zebrafish, 3(2): 131-140.
Wise L.A., Rothman K.J., Mikkelsen E.M., Sørensen H.T., Riis A., Hatch E.E. 2010. An internet-based prospective study of body size and time-to-pregnancy. Human Reproduction, 25(1): 253-64.
Woodrow Wilson Database. 2014. Nanotechnology consumer product inventory. http://www.nanotechproject.org/cpi/about/analysis/. Accessed at 10/14/2014.
Wu Y., Zhou Q., Li H., Liu W., Wang T., Jiang G. 2010. Effects of silver nanoparticles on the development and histopathology biomarkers of Japanese medaka (*Oryzias latipes*) using the partial-life test. Aquatic Toxicology, 100(2): 160-167.

**نحوه استناد به این مقاله:**

گلی ش.، جعفری و.، پاک‌نژاد ح.، کاسومیان ا. تأثیر نانوذرات نقره بر رفتار غذایی چشایی تاس ماهی ایرانی *Acipenser persicus* Borodin, 1897 نسبت به بعضی اسیدهای آمینه. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبد-کاووس. ۱۳۹۹، ۸۲-۷۶ :(۲)۸ .

Goli Sh., Jafari V., Paknejad H., Kasumyan A. The effect of silver nanoparticles on the taste feeding behaviour of *Acipenser persicus* to some selected amino acids. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2020, 8(2): 76-82.

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-06 ]

[ DOI: 10.29252/jair.8.2.76 ]

# The effect of silver nanoparticles on the taste feeding behaviour of *Acipenser persicus* Borodin, 1897 to some selected amino acids

**Goli Sh[1]., Jafari V[*2]., Paknejad H[2]., Kasumyan A[3].**

[1]M.Sc, Dept. of Fisheries and Environment, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan, Gorgan, Iran
[2]Associate Prof., Dept. of Fisheries and Environment, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan, Gorgan, Iran
[3]Faculty of Biology, Moscow University, Moscow, Russia

**Type:**

Original Research Paper

**Paper History:**

Received: 30-10-2018
Accepted: 05-01- 2019

**Corresponding author:**

Jafari V. Associate Prof., Dept. of Fisheries and Environment, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan, Gorgan, Iran.

Email: v.jafari.sh110@gmail.com

**Abstract**

This study aimed to evaluate the effect of silver nanoparticles (AgNPs) on taste feeding behaviour including taste palatability index, fishing efficiency, and the number of consumed pellets to some selected amino acids in juvenile Persian sturgeon (*A. persicus*). Taste Feeding behaviour was investigated in the following exposure concentrations: 0.01, 0.005, and 0.001 mg L-1 AgNPs for 21 days (each group with three replicates and each replicate with seven fish). Then, the feeding behaviour of fish was investigated using experimental pellets containing 0.3% chromium oxide, 2% agar, and some selected amino acids (serine, arginine, cysteine, tyrosine, glutamic acid, and aspartic acid). The results showed that the taste palatability index was negative for all amino acids and pellets containing the chironomidae larvae extract in two concentrations of 0.01 and 0.005 mg L-1 AgNPs. Also, the number of consumed pellets was significantly lower than the control for all amino acids. Furthermore, AgNPs at all concentrations significantly reduced the fishing efficiency in some amino acids including arginine, cysteine, and tyrosine. Considering that the even the lowest concentration of AgNPs (0.001 mg L-1) had negative impact on taste feeding behaviour of Persian sturgeon. Therefore, it is recommended to keep the concentration of AgNPs at the minimum level (less than 0.001 mg L-1) before releasing to the aquatic ecosystems.

**Keywords:** *A. persicus*, Taste palatability, Sensory systems, Silver nanoparticles toxicity

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-06 ]

[ DOI: 10.29252/jair.8.2.76 ]