

## بررسی رفتار تغذیه‌ای ماهی سیلورشارک (*Blantiocheilos melanopterus*) با استفاده از اسیدهای آمینه آزاد اسیدی

- **سمیرا عنایتی\***: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۴۹۱۳۸-۱۵۷۳۹
- **ولی‌اله جعفری**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۴۹۱۳۸-۱۵۷۳۹
- **رسول قربانی**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۴۹۱۳۸-۱۵۷۳۹

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۳

### چکیده

وجود اسیدهای آمینه در غذاهای آزمایشی باعث تغییر در رفتار غذایی ماهی‌ها شده و مصرف بیش‌تر غذا را در پی دارد. هدف از مطالعه حاضر بررسی رفتار غذایی ماهی سیلور شارک نسبت به غلظت‌های مختلف مواد چشایی محرک می‌باشد. در مطالعه حاضر پاسخ‌های رفتار چشایی ماهی‌های سیلورشارک (*Blantiocheilos melanopterus*)  $3/8 \pm 0/15$  گرمی به گرانول‌های حاوی مقادیر مختلف اسید آمینه‌های آسپارتیک و گلوتامیک اسید و تعیین مطبوعیت چشایی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور گرانول‌های حاوی غلظت‌های مختلف این مواد و شاهد تهیه و پاسخ‌های رفتار غذایی در مواجهه با هر یک از گرانول‌ها ثبت گردید. بیش‌ترین درصد مصرف به‌میزان  $85/82$  درصد، بالاترین درصد خورده به تلاش  $72/59$  درصد، در غلظت  $0/001$  مولار اسید گلوتامیک مشاهده شد ( $P < 0/05$ ). درصد مصرف دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با شاخص مطبوعیت بود ( $P < 0/05$ ). در مقایسه با شاهد اسیدهای آمینه اسیدآسپارتیک و اسید گلوتامیک در دسته اسیدهای آمینه جاذب برای سیلور شارک قرار گرفتند. تفاوت در پاسخ چشایی گونه‌های مختلف ماهی به اسیدهای آمینه مشابه، به اختصاص گونه‌ای در ترجیح چشایی نسبت داده شده است.

**کلمات کلیدی:** اسیدهای آمینه آزاد اسیدی، رفتار تغذیه‌ای، *Blantiocheilos melanopterus*



## مقدمه

در سطح جهانی، صنعت آبی‌پروری از نظر تنوع گونه‌ای و افزایش تراکم و پرورش در حال گسترش است و در حال حاضر هدف از آبی‌پروری به حداکثر رساندن راندمان تولید، برای بهینه سازی سودآوری می‌باشد. در پژوهش‌های مرتبط با تغذیه آبیان، بیش‌ترین توجه به توازن جیره و مواد مغذی بوده و تاثیر مواد جاذب بر گیرنده‌های چشایی و بویایی کم‌تر مورد بررسی قرار گرفته است (Kasumyan و Doving, 2003). درحالی‌که یافته‌های موجود حاکی از آن است که ماهی غذاهای حاوی مواد جاذب چشایی و بویایی را بهتر و با میل بیش‌تری مصرف می‌کند (Atema, 1997). هم‌چنین وجود این مواد در جیره غذایی سبب تحریک گیرنده‌های چشایی شده و به این طریق می‌تواند در تسریع بلعیدن غذا نقش داشته باشد (Kasumyan, 2002).

مواد جاذب موادی هستند که گرفتن یک ماده غذایی را توسط شکارچی با استفاده از گیرنده‌های چشایی درون دهانی و بیرون دهانی تسریع می‌بخشند، هم‌چنین شکارچی را تشویق نموده تا از آن ماده غذایی استفاده نماید. به‌علاوه گروهی از مواد هم وجود دارد که تاثیر چندانی در رفتارهای تغذیه‌ای ماهی نداشته و سبب تحریک سیستم چشایی بیرون دهانی و درون دهانی ماهی نمی‌شود که این مواد را جز مواد بی اثر معرفی می‌کنند (Kasumyan, 1997). به‌خوبی مشخص شده است که ویژگی چشایی غذا یا طعمه اثر چشمگیر روی مصرف غذا توسط ماهی، نرخ رشد و موفقیت صید دارد (Kasumyan, 1997). در پرورش تجاری، غذا و جیره غذایی 60-50 درصد هزینه تولید را تشکیل می‌دهد. بنابراین برای سود اقتصادی و جبران هزینه‌های ثابت و جاری پرورش باید تا حد امکان هزینه‌های غذا کاهش یابد. افزودن مواد جاذب در جیره غذایی می‌تواند سبب تحریک گیرنده‌های چشایی و بویایی شده و در بلعیدن غذا تاثیر داشته باشد (Kasumyan, 2002).

بویایی در اکثر ماهیان سیستم هدایت‌کننده در دریافت علائم شیمیایی و جستجوی غذا از راه دور است (Doving, 1986) و در تنظیم شکل‌های مختلف رفتار ماهی اهمیت دارد (Kasumyan, 1994). در مقابل عملکرد سیستم چشایی در مرحله نهایی رفتار غذایی و تعیین مناسب بودن غذای کشف شده است (Kasumyan و Doving, 2003؛ Gerking, 1994). حساسیت‌های چشایی ماهی و رفتار ویژه آن‌ها نسبت به مواد چشایی مختلف می‌تواند از نظر کاربردی مهم باشد و ممکن است برای حل مسائل و مشکلات مربوط به صید و پرورش مورد استفاده قرار

گیرند (Kasumyan, 1997). مواد محرک گیرنده‌های بویایی و چشایی را به جیره غذایی ماهیان اضافه نموده تا ماهیان غذای تهیه شده را با رغبت بیش‌تری به مصرف رسانده و از هدر رفتن غذا و آلودگی محیطی جلوگیری و در عین حال رشد آن‌ها افزایش یابد (Kasumyan, 2002).

تحقیق در فیزیولوژی چشایی در دهه اخیر علاوه بر مطالعه مورفولوژی، بافت‌شناسی و نوروفیزیولوژی، گرایش زیادی به کاربرد اسیدهای آمینه به‌عنوان مواد اصلی برای سنجش حساسیت‌ها و قابلیت‌های دستگاه داشته است، گیرنده‌های چشایی ماهیان نسبت به اسیدهای آمینه بسیار حساس هستند، که این امر بی‌تردید در یافتن غذا دارای اهمیت است (فتح‌پور و وحدتی، 1374). حالت دو یونی (+ و -) را یک ترکیب زویتریون می‌نامند. آمینواسیدها در مجاورت اسید و قلیا و یا در محلول آبی، تبدیل به زویتریون می‌شوند و می‌توانند همانند اسید یا باز عمل نمایند یعنی یا پروتون بدهند و یا گیرنده پروتون باشند. موادی که چنین خاصیتی دارند را آمفوتر (آمفولیت) می‌نامند. برهمن اساس PH که هر آمینواسید در آن، کاملاً یونیزه شده ولی بار خالص آن، صفر است را PH ایزوالکتریک (PI) می‌نامند. اسیدهای آمینه بر اساس قابلیت‌های عملکردی گروه R می‌توانند به انواع اسیدی، بازی، آروماتیک، خطی یا گوگرددار تقسیم شوند. آسپاراتیک و گلوتامیک اسید آمینواسیدهای دی‌کربوکسیلیک هستند بنابراین در PH خنثی دارای بار منفی می‌شوند و جزء گروه‌های اسیدی می‌باشند (کریم‌زاده و همکاران، 1380).

در مطالعه پاسخ‌های چشایی در کپور معمولی غلظت آستانه برای اسید آمینه سیستئین  $10^{-2}$  مولار بوده است (Kasumyan و Morsi, 1996). در بررسی ترجیح چشایی و واکنش‌های رفتاری نسبت به محرک‌های چشایی در کپور معمولی مشخص گردید، که بیش‌ترین جذابیت به اسید آمینه سیستئین است، که مصرف پلت‌ها را 97/3٪ افزایش می‌دهد، بعد از آن گلوتامیک اسید با 41/8٪ در رتبه بعدی قرار دارد (Kasumyan, 2002).

Kasumyan و Morsi (1996) حساسیت چشایی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) به اسیدهای آمینه آزاد و مواد چشایی را با استفاده از مطالعات رفتار غذایی مورد بررسی قرار دادند. ارتباط مثبت بین جذابیت پلت‌ها و مدت حفظ در حفره دهانی وجود داشته و انواع اسیدهای آمینه با توجه به پاسخی که ایجاد کردند به گروه‌های خیلی جاذب، خنثی و دافع تقسیم‌بندی شدند. اسیدهای آمینه سیستئین، پرولین و گلوتامیک اسید از جذابیت بسیار بالا در این گونه برخوردار بودند. درحالی‌که متیونین در دسته اسیدهای آمینه دافع قرار گرفته و



آکواریوم با حجم ۵ لیتر منتقل شدند، به طوری که در هر آکواریوم فقط یک ماهی قرار داده شد. تمام دیواره‌های آکواریوم به جز دیواره جلویی جهت مشاهده رفتار ماهی توسط پوششی غیرشفاف پوشیده شدند (Kasumyan و Prokopova, ۲۰۰۱). طی این مدت ماهی‌ها با لارو شیرونومیده منجمد شده تغذیه شدند. روزانه ۵۰ درصد آب آکواریوم‌ها تعویض می‌شد. درجه حرارت آب در طول مدت آزمایش  $25/5 \pm 0/43$  درجه سانتی‌گراد و pH نیز  $7/23 \pm 0/9$  بود. آزمایش در ۴ تیمار با ۵ تکرار انجام شد. گرانول‌های دارای مواد محرک، عصاره شیرونومیده و شاهد در تکرارهای تصادفی به ماهی داده می‌شد. یک هفته قبل از شروع آزمایش ماهی‌ها با گرانول‌های دارای عصاره شیرونومیده تغذیه شدند. بعد از این مدت آزمایش برای گرانول‌های دارای مواد محرک در غلظت‌های  $0/005$ ،  $0/005$  و  $0/005$  مولار برای اسپارتریک اسید، گلوتامیک اسید و برای شاهد و عصاره شیرونومیده نیز انجام شد قبل از اجرای آزمایش گرانول‌ها مرکب از زل آگار آگار ۲ درصد، اسیدآمینه مورد نظر با غلظت معین و ماده رنگ‌زا (اکسید کروم  $0/3$  درصد)، تهیه و در اندازه قابل مصرف برای ماهی برش داده شد. گرانول‌های کنترل تنها حاوی ماده رنگی هستند. برای انجام آزمایش ترجیح چشایی (آزمایش‌های سری اول) ابتدا از نمونه‌های یک ماهی برداشته و در آکواریوم‌های انفرادی قرار داده شد تا با آکواریوم سازگار شود، در این مدت و طول مدت آزمایش هوادهی صورت خواهد گرفت. گرانول‌های دارای مواد محرک، شیرونومیده و شاهد در تکرارهای تصادفی به ماهی داده می‌شد. مدت اجرای آزمایش یک دقیقه بود. در این مدت گرانول‌های حاوی یکی از اسیدهای آمینه آزمایشی به ماهی داده شد. در صورت مصرف گرانول اول، گرانول‌های بعدی به ترتیب داده شد. در نهایت تعداد گرانول‌های مصرف شده محاسبه گردید. علاوه بر این بلعیدن و پس زدن گرانول‌ها، مدت نگاه‌داری گرانول‌ها در دهان بعد از اولین قاپیدن و مدت نگاه‌داری گرانول در دهان در کل آزمایش نیز ثبت گردید. ماهیان بعدی و هم‌چنین اسیدهای آمینه دیگر نیز به این ترتیب مورد آزمایش قرار گرفت. پس از آزمایشات سری اول، آزمایشات کنترل به اجرا درآمد. به این صورت که تعدادی گرانول دارای یکی از این مواد به قسمت جلوی آکواریوم معرفی و طی این مدت حرکات و رفتار ماهی توسط دوربین مدل (Panasonic, SDR-H250GS-S Japan) ضبط می‌شد. در صورتی که ماهی ۳۰ ثانیه بعد از معرفی اولین گرانول هیچ واکنشی نسبت به آن نشان نمی‌داد، آزمایش روی این ماهی متوقف می‌شد. هر آمینواسید در هر سری ۵ بار بر روی ماهیان آزمایشی شد. در هر آزمایش (در صورت واکنش

میزان مصرف را به شدت کاهش داده است. در سلسله پژوهش‌هایی که توسط Kasumyan (۱۹۹۷) انجام شد، واکنش‌های چشایی زبانی القا شده به وسیله اسیدهای آمینه در ۲۱ گونه از ماهیان بررسی گردید. طبق نتایج، تعداد اسیدهای آمینه محرک در آن گونه‌ها از صفر تا ۱۳ بود، که به طور کلی  $2/28$  اسیدهای آمینه در گونه‌های مورد آزمایش محرک بودند که در کپور معمولی ۸ اسیدآمینه بی‌اثر، ۷ اسیدآمینه بازدارنده و ۶ اسیدآمینه محرک بودند. جمع‌بندی مطالب نشان می‌دهد که آستانه تحریک نسبت به اسیدهای آمینه برای هر گونه مقدار مشخصی بوده و به عنوان یک ویژگی اختصاصی در هر گونه مدنظر است.

با توجه به این‌که اطلاعات خاصی در مورد ویژگی‌های عملکردی سیستم چشایی ماهی سیلورشارک، وضعیت و جوانه‌های چشایی و ترجیح چشایی آن نسبت به مواد محرک وجود ندارد و جهت بررسی تغذیه پایه ماهی سیلورشارک نیازمند تعیین حد آستانه چشایی ماهی است. یافته‌های این پژوهش می‌تواند در تغذیه و تهیه جیره مناسب و متناسب با ترجیح چشایی ماهی سیلورشارک به کار گرفته شود. این تحقیق بر آن است که مواد محرک گیرنده‌های چشایی را به جیره غذایی این ماهیان اضافه نموده تا ماهیان، غذای تهیه شده را با رغبت بیشتری به مصرف رسانده و از هدر رفت غذا و آلودگی محیطی جلوگیری و در عین حال رشد آن‌ها افزایش یابد. با مشخص شدن ترجیح چشایی ماهی سیلورشارک با استفاده از مواد چشایی کلاسیک و شاخص‌های رفتاری ماهی در غلظت‌های مختلف اطلاعات بیشتری در زمینه فیزیولوژی و رفتار تغذیه‌ای و ساختن غذاهای مصنوعی به کار رود.

## مواد و روش‌ها

ماهیان مورد استفاده در تحقیق حاضر، بچه‌ماهیان با طول متوسط ۶-۸ سانتی‌متری ماهی سیلورشارک بودند، این ماهیان از مراکز تکثیر و پرورش ماهیان آکواریومی تهیه و به مرکز تحقیقات آبی‌پروری دانشگاه گرگان انتقال داده شدند. قبل از اجرای آزمایش، ماهیان به منظور سازگاری در آکواریوم‌های معمولی ( $23 \times 20 \times 30$  سانتی‌متر) نگاه‌داری شدند. در طی این مدت، تغذیه یک‌بار در روز انجام شد. ماهی در این مدت یاد گرفت که پلت‌های معرفی شده به آکواریوم را بعد از چند ثانیه بگیرد (Kasumyan, ۲۰۱۱). رفتارهای نرمال مانند شنای منظم در زمان تغذیه نشان‌دهنده بومی شدن ماهی با شرایط محیط آزمایشی است (Hara, ۲۰۰۵). یک‌ماه قبل از شروع آزمایش، ۲۰ قطعه ماهی با میانگین وزن  $3/80 \pm 0/15$  گرم به ۲۰



این مواد براساس چگونگی تحریک کم یا زیاد خواهد شد در نتیجه براساس ترجیح چشایی حدآستانه ماهی مشخص خواهد شد. **روش تجزیه و تحلیل:** ابتدا نرمال بودن داده‌ها (شاخص چشایی) با استفاده از آزمون‌های کلموگراف-اسمیرنو و شاپیر و ویلک آزمون شد. سپس در صورت نرمال بودن داده‌ها آزمون داده‌های نرمال با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ صورت گرفت، در صورت نرمال نبودن داده‌ها از آزمون کروسکال والیس و مقایسه دوم در آزمون من ویتنی انجام شد. هم‌چنین برای تعیین رابطه بین غلظت و شاخص چشایی از رگرسیون استفاده شد.

## نتایج

### همبستگی فراسنجه‌های رفتاری در مواجهه با اسیدهای

**آمینه آزاد:** بررسی همبستگی بین پارامترهای اندازه‌گیری شده ارتباط مثبت و معنی‌داری بین اکثر پارامترها در مواجهه با اسیدهای آمینه آزاد اسیدی نشان داد. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد پلیت مصرفی و شاخص مطلوبیت و درصد خورده به تلاش و تعداد قاپیدن وجود داشت. هم‌چنین بین درصد خورده به تلاش و درصد پلیت مصرفی و شاخص مطلوبیت و تعداد قاپیدن دارای ارتباط مثبت و معنی‌داری بود. بالاترین میزان همبستگی بین درصد پلیت مصرفی و شاخص مطلوبیت وجود داشت. بین تعداد قاپیدن و اکثر پارامترها همبستگی وجود داشت. هم‌چنین فاکتور مدت نگهداری بعد از اولین گرفتن گرانول باتمام پارامترها همبستگی معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵) (جدول ۱).

ماهی به گرانول معرفی شده) بعد از معرفی گرانول به آکواریوم پارامترهای زیر ثبت شدند.

- ۱: تعداد گرانول‌هایی که در نهایت مصرف یا بلعیده می‌شد
- ۲: تعداد گرانول‌هایی که مصرف یا بلعیده نمی‌شد
- ۳: مدت زمان (به ثانیه) نگهداری گرانول‌ها در دهان بعد از اولین قاپیدن
- ۴: مدت زمان (به ثانیه) نگهداری گرانول‌ها در دهان در کل زمان آزمایش
- ۵: تعداد قاپیدن‌ها

زمان بلعیدن گرانول با توجه به حرکات سرپوش آبششی و برگشتن به حالت طبیعی محاسبه و مدت زمان نگهداری گرانول در دهان نیز توسط کرنومتر ثبت شد. بعد از پایان آزمایش، گرانول‌های مصرف نشده از آکواریوم برداشته می‌شد. ماهی‌ها با شیرونومیده منجمد شده غذادهی می‌شدند. برای هر نوع گرانول شاخص ترجیح چشایی با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد. R تعداد گرانول‌های مصرف شده حاوی ماده جاذب، C تعداد گرانول‌های مصرف شده شاهد و Indpal (Index palatability) شاخص مطبوعیت یا شاخص جذابیت است (Kasumyan و Morsi, ۱۹۹۶).

برای محاسبه ترجیح چشایی از شاخص مطلوبیت استفاده می‌شود (Kasumyan و Mikhailova, ۲۰۰۷).

$$I_{pal} = \frac{R - C}{R + C} * 100$$

R: مصرف پلیت‌ها با ماده مورد نظر

C: مصرف پلیت‌های کنترل (شاهد)

برای به‌دست آوردن حد آستانه چشایی نسبت به اسیدهای آمینه، ابتدا تحریک چشایی محرک‌ها در مرحله اول براساس غلظت پایه ۰/۰۰۱ مول انجام می‌شود. در مراحل بعدی غلظت

جدول ۱: همبستگی پیرسون بین فراسنجه‌های رفتاری در زمان مصرف اسیدهای آمینه آزاد اسیدآسیپارتیک و گلوتامیک

عامل	درصد پلیت مصرفی	شاخص مطلوبیت	مدت نگهداری بعد از اولین گرفتن	درصد خورده به تلاش	تعداد قاپیدن
درصد پلیت مصرفی					
شاخص مطلوبیت	۰/۸۹**				
مدت نگهداری بعد از اولین گرفتن	۰/۴۳**	۰/۱۸**			
درصد خورده به تلاش	۰/۷۵**	۰/۵۷**	۰/۳۸**		
تعداد قاپیدن	۰/۷۵**	۰/۶۳**	۰/۳۱**	۰/۷۴**	

علامت \* نشان‌دهنده همبستگی معنی‌داری در سطح ۰/۰۵، \*\* در سطح ۰/۰۱ است.



بیشترین مدت ننگه داری در دهان بعد از اولین قاپیدن مربوط به غلظتی با بالاترین میزان مصرف بود. غلظت‌های مختلف آسپارتیک اسید در درصد مصرف، شاخص مطبوعیت و تعداد قاپیدن تفاوت معنی‌دار نشان دادند. مدت زمان ننگه‌داری در دهان در غلظت پایه و کمترین غلظت  $5 \times 10^{-3}$  مولار تفاوت معنی‌دار نشان دادند ( $P < 0/05$ ). درصد خورده به تلاش تنها در غلظت پایه با سایر غلظت‌ها تفاوت معنی‌دار نشان داد ( $P < 0/05$ ) (جدول ۳). با توجه به مقادیر بالای مصرف تا بیشتر از ۷۰ درصد اسیدآمین‌های آسپارتیک اسید در دسته اسیدهای آمینه جاذب قرار گرفت (نمودار ۱).

تعداد قاپیدن و درصد خورده به تلاش در دو غلظت  $10^{-3}$  و  $10^{-4}$   $5 \times 10$  مولار با شاهد اختلاف معنی‌دار داشته و در غلظت  $10^{-3}$   $5 \times 10$  با شاهد اختلاف معنی‌دار نداشته است ( $P > 0/05$ ). شاخص مطبوعیت در تمامی غلظت‌ها با شیرونومید اختلاف معنی‌دار داشته است ( $P < 0/05$ ) (جدول ۱).

**مقایسه فراسنجه‌های رفتاری اسیدهای آمینه در غلظت‌های مختلف:** غلظت پایه  $10^{-3}$  مولار اسیدآمین‌ها آزاد اسیدآسپارتیک باعث افزایش معنی‌دار در مصرف گرانول‌های آزمایشی نسبت به شاهد شدند. به‌طور معمول مقادیر سایر پارامترهای رفتاری اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌دار بالاتر از مقادیر شاهد بود. بیش‌ترین میزان مصرف، شاخص مطبوعیت و درصد خورده به تلاش مربوط به غلظت پایه  $10^{-3}$  مولار مشاهده شد ( $P < 0/05$ ). این غلظت در تمامی پارامترهای رفتاری بررسی شده تفاوت معنی‌دار داشت ( $P < 0/05$ ). بیش‌ترین گرانول‌های قاپیده شده توسط ماهی در این غلظت مورد مصرف ماهی قرار گرفتند. افزایش و کاهش غلظت نسبت به غلظت پایه باعث کاهش میزان مصرف، شاخص مطبوعیت، تعداد قاپیدن و درصد خورده به تلاش شد (جدول ۲).

جدول ۲: مقایسه میانگین فراسنجه‌های رفتاری در غلظت‌های مختلف اسیدهای آمینه آزاد آسپارتیک اسید و گلوتامیک اسید در

## مقایسه با شاهد و شیرونومید

اسید آمینه	غلظت	زمان ننگه‌داری در دهان بعد از اولین گرفتن گرانول	درصد مصرف	شاخص مطلوبیت (/)	میانگین تعداد قاپیدن	درصد خورده به تلاش
	۰/۰۰۵	$4/58 \pm 0/19 (4/63)$	$4/82 \pm 1/44$	$90/39 \pm 2/87 (-100)$	$1/60 \pm 0/35 (1)$	$18/95 \pm 6/19 (9/54)$
آسپارتیک اسید	۰/۰۰۱	$5/53 \pm 0/30 (5/34)$	$70/76 \pm 4/76 (75/71)$	$31/63 \pm 6/14 (33/33)$	$4/45 \pm 0/48 (4)$	$72/27 \pm 5/01 (77/50)$
	۰/۰۰۵	$5/36 \pm 0/15 (5/46)$	$25/47 \pm 4/59 (25)$	$61/36 \pm 6/14 (-61/11)$	$2/85 \pm 0/52 (2/50)$	$28/67 \pm 4/47 (22/77)$
	۰/۰۰۵	$4/99 \pm 0/24 (4/96)$	$8/7 \pm 3/84 (5/55)$	$85/57 \pm 3/89 (-90/85)$	$1/35 \pm 0/28 (1)$	$16/61 \pm 3/71 (11/80)$
گلوتامیک اسید	۰/۰۰۱	$5/09 \pm 0/20 (4/92)$	$85/72 \pm 3/78 (100)$	$43/15 \pm 4/64 (35/90)$	$5/80 \pm 0/4 (5/50)$	$72/59 \pm 5 (80)$
	۰/۰۰۵	$5/54 \pm 0/27 (5/34)$	$25/01 \pm 3/78 (25)$	$46/31 \pm 1/86 (-44/15)$	$3/30 \pm 0/55 (3)$	$33/46 \pm 5/52 (33/33)$
شاهد		$4/09 \pm 2/33 (5/06)$	$30/90 \pm 2/7 (25)$	-	$2/86 \pm 2/20 (3)$	$35/09 \pm 27/96 (31/66)$
شیرونومید		$5/96 \pm 1/71 (5/96)$	$72/38 \pm 28/92 (76/38)$	$20/06 \pm 35/81 (-11/80)$	$6/36 \pm 2/64 (6/50)$	$85/34 \pm 17/46 (88/88)$

علامت \* نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری با شاهد و شیرونومید در سطح اطمینان ۰/۰۵ درصد است. علامت \* سمت راست اعداد نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری با شاهد و علامت \* سمت چپ اعداد نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری با شیرونومید است.

غلظت‌های مختلف گلوتامیک اسید باعث تغییر معنی‌دار در میزان مصرف گرانول‌های آزمایشی شدند به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان مصرف در غلظت  $10^{-3}$  مولار با  $85/72$  درصد مشاهده شد. به‌طورکل پارامترهای رفتاری در مواجهه با گلوتامیک اسید در غلظت پایه  $10^{-3}$  مولار تفاوتی با مقادیر مربوط به گرانول‌های شاهد نشان داد ( $P < 0/05$ ). در کم‌ترین و بیش‌ترین غلظت ماهیان مورد آزمایش معمولاً بعد از تماس با اولین گرانول تمایلی

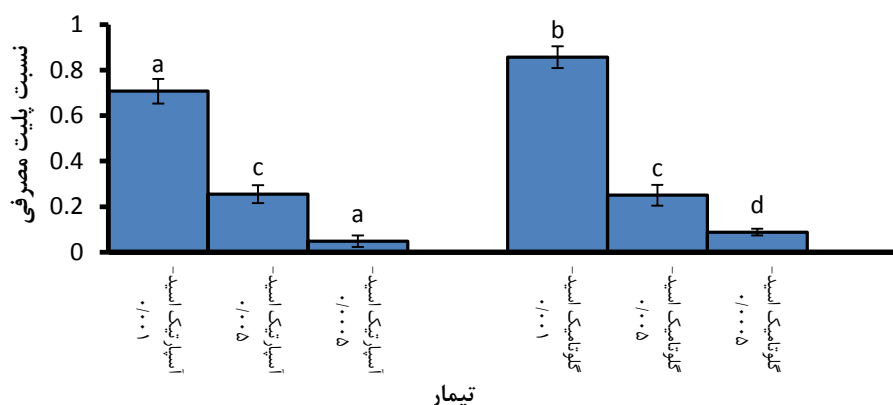


غلظت اختلاف معنی‌دار نشان داد (جدول ۳). باتوجه به مقادیر بالای درصد مصرف تا بیش‌تر از ۷۰ درصد اسید آمینه گلوتامیک و ۲) و اسید در دسته اسیدهای آمینه جاذب قرار گرفت (شکل‌های ۱

جدول ۳: مقایسه میانگین فراسنجه‌های رفتاری در غلظت‌های مختلف اسیدهای آمینه آزاد آسپارتیک اسید و گلوتامیک اسید

اسید آمینه	غلظت	زمان نگهداری در دهان بعد از اولین گرفتن گرانول	درصد مصرف	شاخص مطلوبیت (%)	میانگین تعداد قاپیدن	درصد خورده به تلاش
آسپارتیک اسید	۰/۰۰۰۵	۴/۵۸±۰/۱۹(۴/۶۳) <sup>b</sup>	۴/۸۲±۱/۴۴ <sup>d</sup>	-۹۰/۳۹±۲/۸۷(-۱۰۰) <sup>d</sup>	۱/۶۰±۰/۳۵(۱) <sup>ef</sup>	۱۸/۹۵±۶/۱۹(۹/۵۴) <sup>bc</sup>
گلوتامیک اسید	۰/۰۰۱	۵/۵۳±۰/۳۰(۵/۳۴) <sup>a</sup>	۷۰/۷۶±۴/۷۶(۷۵/۷۱) <sup>b</sup>	۳۱/۶۳±۶/۱۴(۳۳/۳۳) <sup>a</sup>	۴/۴۵±۰/۴۸(۴) <sup>bc</sup>	۷۲/۲۷±۵/۰۱(۷۷/۵۰) <sup>a</sup>
گلوتامیک اسید	۰/۰۰۵	۵/۳۶±۰/۱۵(۵/۴۶) <sup>ab</sup>	۲۵/۴۷±۴/۵۹(۲۵) <sup>c</sup>	-۶۱/۳۶±۶/۱۴(-۶۱/۱۱) <sup>c</sup>	۲/۸۵±۰/۵۲(۲/۵۰) <sup>de</sup>	۲۸/۶۷±۴/۴۷(۲۲/۷۷) <sup>bc</sup>
گلوتامیک اسید	۰/۰۰۰۵	۴/۹۹±۰/۳۴(۴/۹۶) <sup>ab</sup>	۸/۷±۳/۸۴(۵/۵۵) <sup>a</sup>	-۸۵/۵۷±۳/۸۹(-۹۰/۸۵) <sup>c</sup>	۱/۳۵±۰/۲۸(۱) <sup>f</sup>	۱۶/۶۱±۳/۷۱(۱۱/۸۰) <sup>c</sup>
گلوتامیک اسید	۰/۰۰۱	۵/۰۹±۰/۲۰(۴/۹۲) <sup>ab</sup>	۸۵/۷۲±۳/۷۸(۱۰۰) <sup>a</sup>	۴۳/۱۵±۴/۶۴(۳۵/۹۰) <sup>a</sup>	۵/۸۰±۰/۴(۵/۵۰) <sup>ab</sup>	۷۲/۵۹±۵(۸۰) <sup>a</sup>
گلوتامیک اسید	۰/۰۰۵	۵/۵۴±۰/۲۷(۵/۳۴) <sup>a</sup>	۲۵/۰۱±۳/۷۸(۲۵) <sup>c</sup>	-۴۶/۳۱±۱۰/۸۶(-۴۴/۱۵) <sup>b</sup>	۳/۳۰±۰/۵۵(۳) <sup>def</sup>	۳۳/۴۶±۵/۵۲(۳۳/۳۳) <sup>b</sup>

حروف انگلیسی متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ درصد است.



شکل ۱: نمودار مقایسه میانگین‌های نسبت پلیت مصرفی نسبت به غلظت‌های مختلف مواد چشایی محرک در ماهی سیلورشارک حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P < ۰/۰۵).

تست کروسکال والیس در بررسی اثر غلظت اسید آسپارتیک و گلوتامیک بر فراسنجه‌های رفتاری نشان داد که غلظت‌های مختلف این ماده تأثیری بر پارامترهای اندازه‌گیری شده داشته و در همه غلظت‌های مورد آزمایش از مطبوعیت بالا برخوردار بوده است. تنها در اسیدگلوتامیک، مدت نگهداری در دهان بعد از اولین قاپیدن در غلظت‌های مختلف تفاوت معنی‌دار نداشته است (جدول ۴).

**اثر غلظت بر فراسنجه‌های رفتاری:** برای بررسی اثر تغییر غلظت هر یک از اسیدهای آمینه بر فراسنجه‌های رفتار چشایی تست آماری کروسکال والیس انجام شد. این آزمون نشان می‌دهد که کدام یک از فراسنجه‌های رفتاری تحت تأثیر غلظت و نوع اسید آمینه دچار تغییرات معنی‌دار شده اند.



گونه‌های علف‌خوار بیش‌تر به ترکیبات اسیدی، مانند اسیدآسپارتیک و اسیدگلوتامیک پاسخ می‌دهند (افشارمازندران، ۱۳۸۱). سیلور شارک از جمله ماهیان همه‌چیزخوار است و دارای اسیدهای آمینه جاذب برای ماهیان گیاه‌خوار می‌باشد.

در سیلورشارک گلوتامیک اسید و آسپارتیک اسید که از شاخص مطلوبیت پایین در دو غلظت  $5 \times 10^{-3}$  و  $5 \times 10^{-2}$  مولار برخوردار بودند، تعداد قاپیدن گرانول‌ها در آن‌ها کم‌تر از غلظت پایه بود. در ماهی لوچ که از کپورماهیان است، مواد محرکی که تعداد قاپیدن را افزایش دهند، مشاهده نشده است و تعداد قاپیدن در همه اسیدهای آمینه با شاهد اختلاف معنی‌دار نداشته است (Sidorov و Kasumyan، ۲۰۱۰)، درحالی‌که در کپور معمولی تعداد قاپیدن در اسیدهای آمینه مختلف متفاوت بوده است، هم‌چنین لای ماهی از تعداد قاپیدن‌های متفاوت نسبت به اسیدهای آمینه مختلف برخوردار بوده است. نتایج نشان می‌دهد که مواد مختلف تاثیرات متفاوتی بر رفتار قاپیدن دارند و باتوجه به ویژگی‌های چشایی خود آن را افزایش یا کاهش می‌دهند. هدف از رفتار قاپیدن ذرات غذایی، به‌دست آوردن اطلاعات اولیه از ویژگی‌های چشایی طعمه یافت شده است. این اطلاعات بسیار با اهمیت است و رفتارهای غذایی بعدی را مشخص می‌کند اگر مورد غذایی مناسب نباشد توقف رفتارهای غذایی برای ماهی ضروری است (Sidorov و Kasumyan، ۲۰۱۰). تعداد قاپیدن در گرانول‌های حاوی عصاره شیرونومیده و اسید گلوتامیک بیش‌تر از سایر موارد بود.

در مطالعه بررسی تفاوت ترجیح چشایی ماهیان بالغ سه‌خاره (*Gasterosteus aculeatus*) و نه خاره (*Pungitius pungitius*) که از بوم‌شناسی و الگوی غذایی مشابه برخوردارند، از بین ۲۱ اسیدآمینه مورد آزمایش در هر دو گونه، اسیدهای آمینه اسیدآسپارتیک و اسیدگلوتامیک بیش‌ترین پاسخ سیستم چشایی را ایجاد کرده و سایر اسیدهای آمینه تفاوت معنی‌داری در مصرف پلت ایجاد نکرده‌اند. نتایج مشابهی در بررسی دو گونه از ماهیان سه‌خاره (*Gasterosteus trachurus aculeatus*) و اسیدآسپارتیک و اسیدگلوتامیک از بیش‌ترین جذابیت در هر دو گونه (Mikhailova و Kasumyan، ۲۰۰۷).

در مقایسه ترجیح چشایی و محرک‌های این حس در جنس‌های نر و ماده گویی از تعدادی ماده شیمیایی و ۳ اسیدآمینه ال هیستیدین، ال-گلوتامیک اسید و گلیسین استفاده شد که افزایش درصد مصرف گرانول را در هر دو جنس به دنبال داشت (Nikolaeva و Kasumyan، ۲۰۰۲).

نشان داد که همبستگی بالایی بین مواد با جذابیت چشایی بالا و مدت زمان نگه‌داری گرانول در دهان دارد (Kasumyan و Morsi، ۱۹۹۶). این همبستگی بالا هم‌چنین در کپور علف‌خوار (Kasumyan و Morsi، ۱۹۹۶)، لای ماهی (Kasumyan و Prokopova، ۲۰۰۱) و کلمه (Kasumyan و Nikolaeva، ۲۰۰۲) نیز مشاهده شده است. احتمالاً این به‌دلیل وجود دندان حلقی در خانواده سیپربینیده و قرارگیری جوانه‌های چشایی در حفره دهانی است (Kasumyan و Morsi، ۱۹۹۶). این مطالعه نیز رابطه مثبت و معنی‌داری بین جذابیت چشایی و مدت نگه‌داری گرانول در دهان برای ماهی سیلورشارک نشان داد.

تقریباً تمام اطلاعات مربوط به عملکرد سیستم چشایی در ماهی‌ها از روش‌های آزمایش رفتاری به‌دست آمده است. این روش‌ها نه تنها اجازه می‌دهند که توانایی ماهی‌ها در تشخیص مواد مختلف موجود در غذا بررسی شود، بلکه می‌توان رفتار آن‌ها نسبت به طعم‌های این مواد را نیز مشخص کرد (Kasumyan، ۲۰۱۱). هم‌چنین با استفاده از آزمایش‌های رفتاری می‌توان ویژگی‌های ترجیح چشایی ماهی‌ها (طیف مواد دافع، جاذب و بی‌اثر) را مشخص کرد. تفاوت بین گونه‌های ماهی می‌تواند از نظر ترکیبات جاذب و دافع با هم مقایسه شوند. آن‌چه مشخص است، شباهت ترجیح چشایی بین افراد یک گونه (درون‌گونه‌ای) و هم‌چنین در جنس نر و ماده آن‌ها است. اما ترجیح چشایی در گونه‌هایی با خانواده یا حتی جنس مشابه (بین‌گونه‌ای) ممکن است متفاوت باشد.

Valenticinc (۱۹۹۳) با تحقیق محرک‌های بویایی، چشایی و رفتار در ماهیان، محرک‌های شیمیایی موجود در غذای زنده را به احتمال زیاد ترکیبات محلول در آب با وزن مولکولی کم مانند اسیدهای آمینه دانسته‌است. اسیدهای آمینه آسپارتیک اسید و گلوتامیک اسید جزء اسیدهای آمینه غیرضروری شناخته شده است، هرچند که اسیدهای آمینه جاذب، همیشه از اسیدهای آمینه ضروری برای ماهی نیستند. در کپور معمولی، هیچ‌یک از اسیدهای آمینه ضروری جزء اجسام جاذب برای ماهی نبودند (Kasumyan و Morsi، ۱۹۹۶). اسیدهای آمینه‌ای که برای ماهی بی‌اهمیت هستند اغلب بیش‌تر اثر تحریکی دارند. اسیدگلوتامیک تنها در ۳ گونه از ماهیان دافع بوده و از جمله اسیدهای آمینه‌ای به‌شمار می‌رود که از جذابیت بالا در بیش‌تر گونه‌ها برخوردار است (Doving و Kasumyan، ۲۰۰۳).

اسید گلوتامیک در کپور معمولی جاذب، در کپور علف‌خوار دافع و در سایر ماهیان تاثیر خنثی داشته است. معمولاً عملکرد چشایی بر پایه بوم‌شناسی تغذیه حیوانات قابل تعریف می‌باشد.





- 810-825.
12. **Johnsen, P.B. and Adams, M.F., 1986.** Feed types. Manufacture and ingredients. In: Food Intake in Fish. (eds D. Houlihan, T. Boujard and M. Jobling) Blackwell Science. Oxford. pp: 25-48.
  13. **Kasumyan, A., 1994.** Olfactory sensitivity of the sturgeon to free amino acids. *Biophysics*. Vol. 39, pp: 519-522.
  14. **Kasumyan, A., 1997.** Gustatory Reception and Feeding Behavior in fish. *J. Ichthyology. Aquaculture*. Vol. 169, pp: 25-35.
  15. **Kasumyan, A., 2002.** Sturgeon food searching behavior evoked by chemical stimuli: a reliable sensory mechanism. *J. Appl. Ichthyol.* Vol. 18, No. 4-6, pp: 685-69.
  16. **Kasumyan, A., 2011.** Functional Development of Chemosensory Systems in the Fish Ontogeny. *Russian Journal of Developmental Biology*. Vol. 42, No. 3, pp: 173-179.
  17. **Kasumyan, A. and Doving, K.V., 2003.** Taste preferences in fish. *Fish Fisheries*, Vol. 4, No. 4, pp: 289-347
  18. **Kasumyan, A. and Morsi, A., 1996.** Taste sensitivity of Common Carp *Cyprinus carpio* to free Amino Acids and Classical Taste Substance. *Ichthyology*. pp: 391-403.
  19. **Kasumyan, A. and Morsi, A.M.K., 1997.** Taste Preference for Classic Taste Substances in Juveniles of the Grass Carp *Ctenopharyngodon idella* (Cyprinidae, Pisces) Reared on Various Diets. *Vopr.* Vol. 357, pp: 284-286.
  20. **Kasumyan, A. and Mikhailova, E.S., 2007.** Comparison of taste perception and behavior in two forms of the Three-Spined Stickleback *Gasterosteus aculeatus*, *trachurus* and *leirus*. *Journal of Biological Sciences*. Vol. 413, pp: 153-155.
  21. **Kasumyan, A. and Nikolaeva, E.V., 2002.** The comparative analysis of taste preferences in fish with different ecology and feeding. *J. Ichthyology*. Vol. 42, pp: 203-214.
  22. **Kasumyan, A. and Prokopova, O.M., 2001.** Taste Preferences and the Dynamics of Behavioral Taste Response in the Tench *Tinca tinca* (Cyprinidae). *J. of Ichthyology*. Vol. 41, pp: 640-653.
  23. **Kasumya, A. and Sidorov, S.S., 2010.** Taste preferences and Behavior of Testing Gustatory Qualities of food in Stone Loach *Barbatula barbatula* (Balitoridae, Cypriniformes). *J. of Ichthyology*. Vol. 50, pp: 682-693.
  24. **Mikhailova, E. and Kasumyan, A., 2006.** Comparison of Taste Preferences in the Three-Spined *Gasterosteus aculeatus* and Nine-Spined *Pungitius pungitius* Sticklebacks from the White Sea Basin. *J. Ichthyology*. Vol. 46, pp: 151-160.
  25. **Mostafavi, H. and Abdoli, A., 2005.** A Preliminary Survey on Diet of *Capoeta capoetagracilis* in Talar and Yasalegh Rivers from the Southern Basin of Caspian Sea. *Environmental science*. Vol. 7, No. 3, pp: 53-62 (In Persian).
  26. **Samaee, M.; Patzner, R.A. and Mansour, N., 2009.** Morphological differentiation within the population of Siah Mahi, *Capoeta capoetagracilis*, (Cyprinidae, Teleostei) in a river of the south Caspian Sea basin: a pilot study. *J. Appl. Ichthyol.* Vol. 25, No. 5, pp: 583-590.
- در آزمایش دیگری که توسط Adams و Johnsen (۱۹۸۶) انجام گردید نشان داده شد که اسیدآسپارتیک، اسیدگلوتامیک، سرین و آلانین محرک تغذیه‌ای خوبی در ماهی تیلاپیا هستند که این نتایج با تحقیق حاضر هم‌سو می‌باشد. در ماهی کپور علف‌خوار (*Ctenopharyn godonidella*) اسیدهای آمینه آسپارتیک اسید و سیستئین جاذب، گلوتامین خنثی و سایر اسیدهای آمینه تأثیر دافع بر سیستم چشایی داشته‌اند (Morsi و Kasumyan، ۱۹۹۶). Kasumyan و Morsi (۱۹۹۶) گلايسين و اسيد آسپارتیک را به‌عنوان ماده جاذب برای کپور علف‌خوار مصرف نمودند که با تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. هنوز هم اطلاعات کمی درخصوص تأثیر اسیدهای آمینه به‌عنوان محرک و بازدارنده موجود است و نیاز به تحقیقات بیش‌تر دارد.

## منابع

۱. افشارمازندران، ن.، ۱۳۸۱. راهنمای عملی تغذیه و نهاده‌های غذایی و دارویی آبزیان در ایران. انتشارات نوربخش. تهران. ۲۱۶ صفحه.
۲. عبدلی، ا.، ۱۳۷۸. ماهیان آب‌های داخلی ایران. انتشارات موزه طبیعت و حیات وحش ایران. تهران. ۳۷۷ صفحه.
۳. شاطریان، ر.، ۱۳۹۱. آکواریوم. انتشارات آبیژ. تهران. ۱۵۹ صفحه.
۴. فتح‌پور، ح. و وحدتی، ا.، ۱۳۷۴. فیزیولوژی جانوری. سازش و محیط. اطلاع و احساس. فصل ۱۳. انتشارات دانشگاه اصفهان. جلد ۲. ۹۳۲ صفحه.
۵. کریم‌زاده، ح.؛ ملک‌نیا، ن. و شهبازی، پ.، ۱۳۸۰. ترجمه بیوشیمی هارپر. ه.آ. انتشارات آینده‌سازان. پژوهاک اندیشه. جلد ۱. تهران. ۷۶۰ صفحه.
۶. وثوقی، غ. و مستجیر، ب.، ۱۳۸۵. ماهیان آب شیرین. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ ۲. ۲۲۸ صفحه.
7. **Atema, J., 1997.** Olfaction and taste in fish. London. pp: 165-174.
8. **Doving, K.V., 1986.** Functional properties of the fish olfactory system. *Progress in Sensory Physiology*. Vol 6, pp: 39-104.
9. **Gerking, S.D., 1994.** Mouth and sense organs. In: *Feeding Ecology of Fish* (et. By S.D. Gerking). Academic Press. London. pp: 15-40.
10. **Hara, T.J.; Carolasfeld, J. and Kitamura, S., 1999.** The variability of the gustatory sensibility in salmonids with special reference to strain differences in rainbow trout. *Oncorhynchus mykiss*. *Canadian Journal and Aquatic Sciences*. Vol. 56, pp. 13-24.
11. **Hara, T.J., 2005.** Feeding behavior in some teleosts is triggered by single amino acids primarily through olfaction. *Journal of Fish Biology*. Vol. 68, No. 3, pp:



27. **Samae, S.M.R.; Mojazi Amiri, B. and Hosseini Mazinani, S.M., 2006.** Comparison of *Capoeta capoeta gracilis* (Cyprinidae, Teleostei) populations in the south Caspian Sea River basin, using morphometric ratios and genetic markers. *Folia Zool.* Vol. 55, pp: 323-335.
28. **Turan, C., 2008.** Molecular systematic of the *Capoeta* (Cypriniformes: Cyprinidae) species complex inferred from mitochondrial 16s Rdna Sequence data. Vol 51, pp: 1-14.
29. **Valentincic, T., 1993.** Taste and olfactory stimuli and Behavior to amino Acids in Intact and Anosoic Channel Catfish. *Ictalurus punctatus*. *Physiology and behavior.* Vol. 55, pp: 857-863.

