

تأثیر دما بر ترجیح چشایی بچه تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با استفاده از اسیدهای آمینه آزادسید حسین نبوی^{۱*}، بهروز ابطحی^۲، ولی ا. جعفری^۳، رسول قربانی^۳، الکساندر کاسومیان^۴

۱. دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران
۲. گروه زیست دریا دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران
۳. گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
۴. دپارتمان ماهی شناسی، دانشکده زیست شناسی، دانشگاه دولتی مسکو

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۳

چکیده

دستگاه چشایی ماهی ارزیابی حسی نهایی را در فرایندهای تغذیه‌ای فراهم می‌سازد. اسیدهای آمینه آزاد، اثر تحریکی بر آن دارند. در این تحقیق، پاسخ‌های رفتاری چشایی بچه تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) به گرانول‌های حاوی غلظت پایه (۰/۱ مول) اسیدهای آمینه آسپارتیک اسید، هیستیدین و سیستئین به منظور مطالعه اثرات افزایش دمای محیطی (۲۸ درجه سانتی‌گراد، آب معمولی کارگاه؛ ۳۰ و ۳۲ درجه سانتی‌گراد) در تیمارهای ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعت بررسی شد. نتایج نشان داد که پاسخ گیرندگی چشایی بچه تاس ماهیان به گرانول‌های حاوی مواد مختلف در سه دمای محیط، تفاوت بسیار کمی دارند. تمام تیمارهای مورد آزمایش باعث افزایش میانگین تعداد قاپیدن (مطبوعیت چشایی خارج دهانی) نسبت به شاهد شدند؛ اما علی‌رغم این افزایش، فقط اختلاف بین تیمار اسید آمینه آسپارتیک اسید با بقیه تیمارها معنی‌دار بود. در بررسی میانگین نسبت خورده به تلاش (مطبوع بودن چشایی داخل دهانی)، بیشترین نسبت مربوط به تیمارهای آسپارتیک اسید در زمان‌های ۲۴ و ۹۶ ساعت با اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($P < 0/05$). نتایج این پژوهش نشان داد که ترجیح چشایی به عوامل محیطی از جمله تغییرات اندک دمای آب مقاوم است.

واژه‌های کلیدی: گیرندگی شیمیایی، دریای خزر، رفتار تغذیه‌ای، عوامل محیطی.

* نویسنده مسوول، پست الکترونیک: nabavi81@yahoo.com

۱. مقدمه

شناخت رفتار تغذیه‌ای ماهیان در آبی‌پروری حائز اهمیت فراوان است. رفتارهای موجود زنده را می‌توان محصول ارتباط فیزیولوژی، اکولوژی و نتیجه فعالیت‌های دستگاه عصبی مرکزی و محیطی، فرایندهای ژنتیکی و بیوشیمیایی دانست، که بر اهمیت مطالعات رفتارشناسی دلالت می‌کند (Kane et al., 2004). در دهه‌های اخیر، کاربرد اسیدهای آمینه به عنوان مواد اصلی برای سنجش حساسیت‌ها و قابلیت‌های دستگاه حس شیمیایی، افزایش یافت (Kasumyan, 2002). از دیدگاه فیزیولوژیک و رفتارشناسی، دستگاه حس شیمیایی (بویایی و چشایی) ماهیان نقش‌های مختلفی در بروز رفتار تغذیه‌ای بر عهده دارد. حس بویایی در جستجو و یافتن غذا و انتقال پیام مربوطه به دستگاه عصبی مرکزی، یعنی بخش اول رفتار تغذیه‌ای، ایفای نقش می‌کند. درحالی که حس چشایی پس از تماس با غذا، در شکل‌گیری بخش دوم رفتار تغذیه‌ای شامل گرفتن، ارزیابی یا پس زدن غذا نقش اصلی دارد (Kuzmin et al., 1999). در واقع دستگاه چشایی ماهی یک ارزیابی حسی نهایی را در فرایندهای تغذیه‌ای فراهم می‌سازد. خوردن غذا در ماهی همانند دیگر گروه‌های جانوران یک عملکرد مهم حیاتی و نتیجه فرایندهایی است که با جستجو و ارزیابی کردن، پذیرش، قاپیدن، فرایندهای دهانی و ارزیابی کیفیت موارد غذایی، بلعیدن، هضم و جذب همراه است (Kasumyan, 2002).

دمای آب یکی از متغیرهای اصلی در زیست بوم‌های آبی است (Ficke et al., 2005). تغییرات آب و هوایی جهان بر ماهیان دریایی و هم‌چنین بر شیلات اثر گذاشته و این اثرات همچنان ادامه خواهند یافت (Roessig et al., 2004). دمای محیط میزان متابولیسم، رشد و تولیدمثل در ماهیان اکتوترمیک را کنترل می‌کند. ممکن است چرخه‌ی زندگی ماهیان خاویاری در لاروهای جوان، بیشترین

حساسیت را به دمای محیط نشان‌دهند. مطالعات آزمایشگاهی در خلیج مکزیک روی تخم‌ها، جنین‌ها و لاروهای ماهیان خاویاری نشان داد که آنها در محدوده دمایی ۲۵-۱۵ درجه سانتی‌گراد از بیشترین نرخ بقا برخوردارند و با افزایش دما تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد روند کاهشی دارند (LeBreton et al., 2004). دمای آب یکی از مهم‌ترین عوامل غیر زیستی قابل تغییر و موثر بر عملکرد حیاتی در ماهی است و اثری مهم بر اولویت‌های چشایی در ماهیان دارد (Kasumyan and Adamek et al., 1990). هم‌چنین تحقیقات نشان داده‌اند که Doving, 2003. میانگین طول عمر جوانه‌های چشایی به دمای محیط بستگی دارد؛ مثلاً در گربه ماهی جوانه‌های چشایی هر ۴۰ روز در دمای ۱۴ درجه سانتی‌گراد و هر ۱۲ روز در ۳۰ درجه سانتی‌گراد جایگزین می‌شوند (Raderman-Little, 1979). به طور طبیعی اسیدهای آمینه از نظر جذابیت برای ماهی به سه گروه تقسیم می‌شوند: گروه اول، اسیدهای آمینه جاذب که موجب افزایش مصرف گرانول‌ها می‌شوند، گروه دوم، اسیدهای آمینه دافع و گروه سوم، اسیدهای آمینه‌ی خنثی که تفاوتی ایجاد نمی‌کنند. به نظر می‌رسد که جذابیت مواد به فرایندهای متابولیکی حیوانات مربوط می‌شود. افزودن اسیدهای آمینه در گرانول‌های آگار-آگار باعث افزایش معنی‌دار در مصرف این گرانول‌ها می‌شود (Kasumyan and Morsi, 1996).

با توجه به اهمیت رفتار تغذیه‌ای و نقش دمای آب بر آن، هدف از این تحقیق، تعیین تاثیر تغییرات دما و مدت زمان تیمارها بر ترجیح چشایی (داخل-دهانی و خارج‌دهانی) و حساسیت به اسیدهای آمینه در بچه تاس‌ماهی ایرانی بود. این اطلاعات می‌تواند در تعیین بعضی ویژگی‌های گیرندگی شیمیایی در رفتار تغذیه‌ای در ماهیان با توجه به تغییرات دمای محیط کمک نماید.

۲. مواد و روش ها

تحقیق حاضر در کارگاه تکثیر و پرورش شهید مرجانی گرگان در بهار و تابستان ۱۳۹۱ انجام گرفت. بچه ماهیان مورد استفاده در این مطالعه با دامنه وزنی ۷-۹ گرم و طول ۱۰ تا ۱۳ سانتی متر، محصول تکثیر کارگاه شهید مرجانی در بهار ۱۳۹۱ از ۳ مولد بودند. بچه ماهیان تا زمان اجرای تیمارها درحوضچه های فایبرگلاس با ابعاد (۲×۲×۰/۵ m) و با گوشه های مدور و جریان مداوم آب و هوادهی ملایم نگهداری شدند و در سه نوبت با دافنی زنده و فریز شده و آرتمیای زنده با نسبت های برابر تغذیه شدند. عمل تغذیه بچه ماهیان ۱۲ ساعت قبل از اجراء آزمایش قطع شد. دمای آب در دوره ی آزمایش ها به صورت میانگین در سه دما ۲۸ (آب معمولی کارگاه) و ۳۰ و ۳۲ درجه سانتی گراد بود.

در این تحقیق رنگ اکسید کروم و ۳ نوع اسیدهای آمینه ایزومر L محصول شرکت مرک آلمان شامل هیستیدین، آسپارتیک اسید و سیستین و عصاره طبیعی دافنی استفاده شد. علت انتخاب اسیدهای آمینه فوق، جاذب بودن بالای آنها در گیرندگی چشایی در تاس ماهیان بود (Jafari Shamushaki *et al.*, 2008). در آزمایش ها از غلظت 10^{-1} مول اسیدهای آمینه استفاده شد. از عصاره ی دافنی به عنوان شاهد مثبت (غذای طبیعی و کارگاهی) و برای شاهد صفر از آگار خالص (بدون افزودنی) استفاده شد. برای مطالعه فرایندهای رفتاری جستجو، قاپیدن و بلع، در مرحله ی اجرای آزمایش ها در هر تکرار تیمارها، ۳ ماهی به آکواریوم آزمایشی با آب ساکن به ابعاد ۵۰×۲۸ و ارتفاع ۵ سانتی متر منتقل شدند. زمان سازگاری بچه ماهی ها با شرایط آکواریوم آزمایشی ۲۵-۳۰ دقیقه بود (Kasumyan and Sidrov, 1994; Kasumyan and Morsi, 1996; Jafari Shamushaki *et al.*, 2008). پس از آن در بخش میانی آکواریوم، ۵۰ گرانول هم اندازه ساخته شده از ژل آگار ۲٪ و غلظت 10^{-1} مول حاوی یکی از سه اسید آمینه، در یک لحظه ریخته شدند. همه گرانول ها از جمله گروه شاهد

جهت قابل مشاهده بودن و تسهیل شمارش با استفاده از اکسید کروم (Cr_2O_3) ۳٪ به رنگ سبز درآمدند. این رنگ همراه با هر یک از اسیدهای آمینه به ژل آگار در زمان تهیه اضافه می شد. طول و قطر گرانول ها به ترتیب ۲ و ۱ میلی متر بود (Kasumyan and Sidrov, 1994; Kasumyan and Morsi, 1996). پس از وارد کردن گرانول ها به آکواریوم طی ۳ دقیقه با مشاهده ی مستقیم تعداد حرکت گرفتن گرانول توسط بچه ماهیان تحت عنوان تعداد تلاش ثبت شد (Jafari Shamushaki *et al.*, 2008). پس از زمان یاد شده، ماهیان از آکواریوم خارج و تعداد گرانول های باقی مانده در کف آکواریوم به دقت با کمک شمارنده ی مکانیکی شمارش شدند و با تفریق تعداد گرانول های خورده شده از ۵۰ گرانول اولیه، تعداد خورده شده به دست آمد. تیمارهای ترجیح چشایی در ۵ حالت (شاهد منفی، شاهد مثبت و سه اسید آمینه) با ۵ تکرار انجام شدند. بچه ماهیان به مدت ۹۶ ساعت در آکواریوم های جداگانه در سه دمای مختلف مورد تیمار قرار گرفتند. بعد از قرار دادن بچه ماهیان در دماهای مورد نظر، مطالعه رفتار چشایی به ترتیب در ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعت مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج حاصل ثبت شد. جهت مقایسه و مشخص کردن اثرات دماهای مختلف بر رفتار چشایی بچه تاس ماهی، کلیه آزمایشات در دماهای (۲۸ درجه سانتی گراد، آب معمولی کارگاه، ۳۰ و ۳۲ درجه سانتی گراد) انجام شد. ماهیان مورد استفاده برای هر تکرار برای تکرار بعدی تعویض شدند. پارامترهای اندازه گیری شده در مدت آزمایش عبارت بودند از:

۱. تعداد کل قاپیدن (تعداد تلاش)؛ ۲. تعداد گرانول هایی که در نهایت مصرف و بلعیده می شد (مصرف شده) و ۳. تعداد گرانول های بلعیده نشده.
- برای محاسبه ی ترجیح چشایی از شاخص مطبوعیت^۱ با استفاده از فرمول زیر استفاده شد (Kasumyan & Morsi, 1996).

^۱Index palatability

اختلال و آشفتگی نمی‌شود. گرانول‌های معرفتی شده به $100 \times \frac{R-C}{R+C}$ در آنوارهای معرفتی شده به ته آکواریوم فرو رفته و به صورت غیریکنواخت در سطح آن پراکنده می‌شدند. ماهیان، گرانول‌ها را در حین حرکت و فقط بعد از لمس کردن آنها به وسیله سبیلک‌ها برمی‌داشتند. عمل برداشتن گرانول‌ها با نوعی جهش و ضربه زدن به سمت جلو مشاهده شد. لازم به ذکر است که تمامی گرانول‌های لمس شده، برداشته نمی‌شدند. به عبارت دیگر بچه ماهیان در بسیاری از موارد بعد از لمس کردن گرانول‌ها توسط سبیلک‌ها از برداشتن آنها چشم‌پوشی می‌کردند.

نتایج نشان داد که پاسخ گیرنده های چشایی بچه تاس ماهی ها به گرانول‌های حاوی مواد مختلف در سه دمای مورد مطالعه متفاوت بود. همه‌ی اسیدهای آمینه مورد آزمایش در غلظت پایه (۰/۱ مول) باعث افزایش میانگین تعداد قاپیدن و مصرف گرانول‌ها نسبت به شاهد در تیمار ۲۴ ساعت شد؛ اما این افزایش، در هیچ یک از مواد نسبت به شاهد، معنی‌دار نبود ($P > 0/05$).

R: مصرف گرانول‌های محتوی اسید آمینه
C: مصرف گرانول شاهد یا بدون اسید آمینه
در مدت نگهداری بچه ماهیان در طول دوره آزمایش، شوری در محدوده ۲-۱/۴ گرم در هزار؛ pH در محدوده ۷/۹-۸/۳، اکسیژن محلول در محدوده ۵/۷-۴/۵۹ EC و آب در محدوده ۲/۸۳-۳/۸۷ میکروزیمنس بر سانتی‌متر با دستگاه دیجیتال WTW مدل Multi 340i ساخت آلمان روزانه کنترل شدند. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه در سطح اطمینان ۵ درصد انجام شد.

۳. نتایج

مشاهدات نشان دادند که ماهیان چند دقیقه بعد از رهاسازی به درون آکواریوم، به آرامی در سرتاسر آن شنا می‌کردند و اغلب نزدیک به کف قرار گرفته، سبیلک‌های خود را در امتداد کف بستر می‌کشیدند. معرفی گرانول‌ها به درون آکواریوم باعث هیچ‌گونه

جدول ۱. مقایسه‌ی میانگین پارامترهای بررسی شده با شاهد در غلظت پایه‌ی اسیدهای آمینه در ۲۴ ساعت

| تیمار/دما | تعداد قاپیدن | | | نسبت خورده | | | درصد خورده به تلاش | | |
|---------------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|
| | (مطبوعیت چشایی خارج دهانی) | | | (درصد) | | | (مطبوعیت چشایی داخل دهانی) | | |
| | ۲۸ | ۳۰ | ۳۲ | ۲۸ | ۳۰ | ۳۲ | ۲۸ | ۳۰ | ۳۲ |
| آگار خالص | ۶/۸ ^{Bb*} | ۱۷/۸ ^{Aa} | ۵ ^{Bc} | ۷/۲ ^{ABb} | ۸/۸ ^{Aab} | ۳/۶ ^{Ba} | ۵۴/۵ ^{Aab} | ۳۳/۰۶ ^{Aa} | ۳۶/۷ ^{Ab} |
| دافنی | ۹/۶ ^{Bab} | ۱۹/۸ ^{Aa} | ۸/۸ ^{Bab} | ۱۲/۸ ^{Aa} | ۴/۸ ^{Bb} | ۳/۶ ^{Ba} | ۶۷/۸ ^{Aa} | ۱۳/۸ ^{Ba} | ۶۱ ^{Aa} |
| هیستیدین | ۱۰/۲ ^{Aab} | ۲۴/۶ ^{Aa} | ۱۰/۶ ^{Aa} | ۹/۲ ^{Aab} | ۵/۲ ^{ABb} | ۱/۶ ^{Ba} | ۴۵/۴ ^{Aab} | ۲۳/۶ ^{Aa} | ۴۴/۸ ^{Aab} |
| سیستئین | ۱۲/۸ ^{Aa} | ۱۶/۴ ^{Aa} | ۱۱/۴ ^{Aa} | ۷/۶ ^{Ab} | ۴/۸ ^{Ab} | ۲/۸ ^{Aa} | ۳۵/۱ ^{Ab} | ۳۱/۲ ^{Aa} | ۴۲/۵ ^{Aab} |
| آسپارتیک اسید | ۱۰/۲ ^{Bab} | ۱۶/۶ ^{Aa} | ۶/۸ ^{Bbc} | ۷/۲ ^{Bb} | ۱۳/۶ ^{Aa} | ۱/۶ ^{Ca} | ۳۴/۹ ^{Bb} | ۳۹/۷ ^{Ba} | ۶۱/۷ ^{Aa} |

* حروف کوچک مقایسه به صورت ستونی و حروف بزرگ به صورت ردیفی است.

از تیمارها در ۳۰ درجه سانتی‌گراد معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). در ۳۲ درجه سانتی‌گراد سیستئین و هیستیدین بیشترین تعداد تلاش در بچه ماهیان را ایجاد نمود و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ($P < 0/05$). در مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار بر نسبت خورده به تلاش در دمای ۲۸ درجه

در مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار در دما روی متغیرهای چشایی (تعداد تلاش، خورده و نسبت خورده به تلاش) مشاهده شد که تعداد تلاش بچه تاس ماهیان برای تیمار سیستئین در دمای ۲۸ درجه بیشتر از سایر تیمارها و اختلاف آن با بقیه معنی‌دار بود ($P < 0/05$). اختلاف بین تعداد تلاش در هیچ یک

سانتی‌گراد اختلاف بین تیمار دافنی و سیستین با سایر تیمارها معنی‌دار بود ($P < 0/05$). در مقایسه اثر متقابل تیمار در دما، تیمارهای دافنی در دمای ۳۰

درجه سانتی‌گراد و اسپارتیک اسید در دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد با بقیه اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$).

جدول ۲. مقایسه ی میانگین پارامترهای بررسی شده با شاهد در غلظت پایه ی اسیدهای آمینه در ۴۸ ساعت

| تیمار ۴۸ ساعت/دما | تعداد قاپیدن (مطبوعیت چشایی خارج دهانی) | | | نسبت خورده (درصد) | | | نسبت خورده به تلاش (مطبوعیت چشایی داخل دهانی) | | |
|-------------------|---|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---|---------------------|----------------------|
| | ۲۸ | ۳۰ | ۳۲ | ۲۸ | ۳۰ | ۳۲ | ۲۸ | ۳۰ | ۳۲ |
| آگار خالص | ۱۳/۴ ^{Aab*} | ۱۴ ^{Aa} | ۳/۸ ^{Bc} | ۱۲/۸ ^{Aa} | ۰/۸ ^{Bc} | ۳/۶ ^{Bb} | ۴۷/۹ ^{AcD} | ۳/۶ ^{Bb} | ۳۳/۶ ^{ABab} |
| دافنی | ۱۶/۶ ^{Aa} | ۱۴/۸ ^{Aa} | ۱۰/۳ ^{Aab} | ۱۲ ^{Aa} | ۶/۸ ^{Aa} | ۸ ^{Ab} | ۳۶/۹ ^{Ad} | ۲۶/۶ ^{Aab} | ۳۷/۸ ^{Aab} |
| هیستیدین | ۱۱/۸ ^{Aabc} | ۱۷/۶ ^{Aa} | ۷/۴ ^{Ab} | ۱۴/۴ ^{Aa} | ۱/۶ ^{Bbc} | ۶ ^{Bb} | ۶۱/۹ ^{Abc} | ۵/۶ ^{Cb} | ۴۲ ^{Bab} |
| سیستین | ۸/۶ ^{Bbc} | ۱۴ ^{Aa} | ۷/۶ ^{Bab} | ۱۲/۴ ^{Aa} | ۶/۴ ^{Ba} | ۴/۴ ^{Bb} | ۷۶ ^{Aab} | ۳۲/۹ ^{Bab} | ۲۸/۲ ^{Bb} |
| اسپارتیک اسید | ۷/۲ ^{Ac} | ۷/۶ ^{Aa} | ۱۰/۴ ^{Aa} | ۱۲/۴ ^{Aa} | ۵/۶ ^{Bab} | ۱۳/۲ ^{Aa} | ۸۵/۵ ^{Aa} | ۴۲/۶ ^{Ba} | ۶۴/۷ ^{ABa} |

* حروف کوچک مقایسه به صورت ستونی و حروف بزرگ به صورت ردیفی است.

ایجاد نمودند که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشتند ($P < 0/05$). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار بر نسبت خورده به تلاش در دمای ۲۸ درجه سانتی-گراد اختلاف بین تیمار دافنی و سیستین با سایر تیمارها معنی‌دار بود ($P < 0/05$). در مقایسه اثر متقابل تیمار در دما، تیمارهای دافنی در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و اسپارتیک اسید در دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد با بقیه اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$).

مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار در دما بر متغیرهای چشایی (تعداد تلاش، نسبت خورده و نسبت خورده به تلاش) مشاهده شد که تعداد تلاش بچه تاس‌ماهیان برای تیمار سیستین در دمای ۲۸ درجه بیشتر از سایر تیمارها و اختلاف آن با بقیه معنی‌دار بود ($P < 0/05$). اختلاف بین تعداد تلاش در هیچ یک از تیمارها در ۳۰ درجه سانتی‌گراد معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). در ۳۲ درجه سانتی‌گراد سیستین و هیستیدین بیشترین تعداد تلاش در بچه ماهیان را

جدول ۳. مقایسه ی میانگین پارامترهای بررسی شده با شاهد در غلظت پایه ی اسیدهای آمینه در ۹۶ ساعت.

| تیمار ۹۶ ساعت/دما | تعداد قاپیدن (مطبوعیت چشایی خارج دهانی) | | | نسبت خورده | | | نسبت خورده به تلاش (مطبوعیت چشایی داخل دهانی) | | |
|-------------------|---|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---|---------------------|--------------------|
| | ۲۸ | ۳۰ | ۳۲ | ۲۸ | ۳۰ | ۳۲ | ۲۸ | ۳۰ | ۳۲ |
| آگار خالص | ۱۳ ^{Ab*} | ۱۳ ^{Aa} | ۶/۳ ^{Ab} | ۴/۴ ^{Aab} | ۵/۳ ^{Aa} | ۱۰ ^{Aa} | ۲۵/۴ ^{Ab} | ۱۹/۴ ^{Aa} | ۵۱/۶ ^{Aa} |
| دافنی | ۱۶/۴ ^{Aab} | ۱۰/۲ ^{ABa} | ۸/۴ ^{Bab} | ۴ ^{Aab} | ۴/۸ ^{Aa} | ۶/۴ ^{Aa} | ۱۲/۶ ^{Bb} | ۲۵/۴ ^{ABa} | ۵۸ ^{Aa} |
| هیستیدین | ۲۰/۳ ^{Aab} | ۱۶/۸ ^{Aa} | ۱۴/۴ ^{Aa} | ۶ ^{Aab} | ۶ ^{Aa} | ۶ ^{Aa} | ۱۳ ^{Ab} | ۱۶/۳ ^{Aa} | ۲۱/۱ ^{Aa} |
| سیستین | ۲۶/۶ ^{Aa} | ۹/۶ ^{Ba} | ۱۴/۴ ^{ABa} | ۲/۴ ^{Ab} | ۴/۸ ^{Aa} | ۶ ^{Aa} | ۳/۵ ^{Ab} | ۳۴/۶ ^{Aa} | ۲۱/۱ ^{Aa} |
| اسپارتیک اسید | ۸ ^{Ab} | ۱۳/۴ ^{Aa} | ۸ ^{Aab} | ۸ ^{ABa} | ۳/۶ ^{Ba} | ۱۰ ^{Aa} | ۶۱/۹ ^{Aa} | ۲۲/۲ ^{Aa} | ۶۱/۷ ^{Aa} |

* حروف کوچک مقایسه به صورت ستونی و حروف بزرگ به صورت ردیفی است.

مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار در دما بر متغیرهای چشایی (تعداد تلاش، نسبت خورده و نسبت خورده به تلاش) مشاهده شد که تعداد تلاش بچه تاس‌ماهیان برای تیمار سیستئین در دمای ۲۸ درجه بیشتر از سایر تیمارها و اختلاف آن فقط با تیمار آسپارتیک اسید معنی‌دار بود ($P < 0/05$). اختلاف بین تعداد تلاش در هیچ یک از تیمارها در ۳۰ درجه سانتی‌گراد معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). در ۳۲ درجه سانتی‌گراد فقط سیستئین با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار داشت ($P < 0/05$). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار روی نسبت خورده به تلاش در دمای ۲۸ درجه سانتی-گراد آسپارتیک اسید با بیشتریت تلاش با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار و در دو دمای دیگر اثر تغییر دما بر تلاش اختلاف معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). مقایسه اثر دما بر نسبت خورده به تلاش، فقط تیمارهای دافنی در دمای ۲۸ و ۳۲ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$).

۴. بحث و نتیجه گیری

این تحقیق توانایی بچه تاس‌ماهی در تشخیص مزه‌های مختلف در دماهای گوناگون را نشان داد. با توجه به نتایج، ترکیبات شیمیایی مانند اسیدهای آمینه می‌توانند پاسخ چشایی مختلفی در بچه تاس‌ماهی ایجاد کنند. اهمیت و نقش دستگاه‌های حسی در رفتار تغذیه‌ای در گونه‌های مختلف ماهیان تا حد زیادی به بوم‌شناختی و روش‌های تغذیه‌ای آنها وابسته است (Pavlove and Kasumyan, 1998).

رفتار تغذیه‌ای در ماهیان، پیچیده و در بین گونه‌های مختلف، متفاوت است. به‌طور مشخص، رفتار جستجوی غذا شامل سه مرحله متمایز هستند: دوره برانگیختگی اولیه که ماهی به وسیله حضور یک محرک هوشیار می‌شود و مرحله جستجوی متعاقب یا مرحله اکتشافی^۳ برای یافتن مکان منبع تحریک و

در نهایت مرحله مصرف^۴ که ماهی برای بلعیدن غذا تلاش می‌کند (Hara, 2011). مشاهدات مستقیم رفتار تغذیه‌ای بچه تاس‌ماهیان در این پژوهش با مراحل سه‌گانه فوق همخوانی داشت. حضور ۱۵ آمینواسید از جمله آسپارتیک اسید، سیستئین و هیستیدین در پلت‌ها با غلظت ۰/۱ و ۰/۰۱ مولار به‌طور معنی‌دار تعداد تلاش (گاز زدن) پلت‌ها در تاس‌ماهی ایرانی را افزایش می‌دهند. آزمایش‌ها نشان دادند که اگر غلظت اسیدهای آمینه از حد خاصی کمتر شود، ممکن است اثر تحریکی خود را از دست دهند (Jafari et al., 2008). نتایج این پژوهش ضمن تأکید بر اثر تحریکی اسید آمینه‌های به‌کار رفته، بر این امر تأکید دارد. هم‌چنین در برخی از ماهیان از جمله در ماهی لوچ سنگی (*Barbatula barbatula*) حضور بیشتر اسیدهای آمینه (۱۹ از ۲۱) در پلت‌ها به طرز معنی‌دار تعداد گاز زدن را کاهش می‌دهند. برای مثال اسید آمینه سیستئین برای این ماهی، قوی‌ترین اثر دافعه را دارد ولی در برخی ماهیان مانند کپور معمولی که متمایل به تغذیه از بستر است، نقش تحریکی دارد و جاذبه قوی ایجاد می‌کند (Kasumyan and Sidorov, 2010). نتایج نشان داد که بین افراد ماهی مینو و کپور، تفاوت‌های فردی در میزان پاسخ چشایی نسبت به یک پلت محتوی مواد یک‌سان وجود دارد که احتمالاً این تفاوت‌های فردی منشاء ژنتیکی دارد (Kasumyan and Sidorov, 2002). ماهیان خاویاری قدرت بینایی بسیار ضعیفی دارند؛ اما اندام‌های گیرنده‌ی شیمیایی آنها به خوبی تکامل یافته‌اند (Kasumyan, 1999). درک چشایی برای تعیین کیفیت و ارزیابی خواص غذاهای مورد نیاز یک موجود زنده به کار می‌رود (Kasumyan and Prokopova, 2001). استفاده از ارزیابی‌های زیستی نشان داد که ترجیح چشایی برای اسیدهای آمینه‌ی آزاد حتی در ماهیانی که به یک جنس تعلق دارند، مانند ماهی خاویاری روسی (*Acipenser*)

^۲ An initial period of arousal

^۳ Exploratory phase

^۴ Consummation phase

کنترل می‌کنند، تاثیر بسیار کمی بر روی ترجیح چشایی ماهیان دارند. رفتار ماهیان و واکنش آنها به محرک‌های مختلف به‌طور قابل توجهی به شرایط تغذیه‌ای آنها وابسته است (Kasumyan and Sidorov, 2010). اختلاف دمای آب در حد هفت درجه سانتی-گراد، ضمن تاثیر بر عملکرد حیاتی، اثری مهم بر روی اولویت‌های چشایی در ماهیان دارد. کپور علف خوار (Grass Carp) برای اهداف غذایی یکسان در دمای ۱۳ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد در محیط آبی سطوح مختلف ترجیح چشایی مشاهده شد (Kasumyan and Doving, 2003). هم چنین مشخص شد که افزایش دمای آب از ۲۴ الی ۲۸ درجه سانتی‌گراد موجب افزایش ضریب تبدیل غذایی^۵ (FCR) شد (Zakeri and Minabi, 2013).

مطالعه‌ای روی تاثیر دمای آب بر روی پاسخ چشایی ماهی در لاروهای جوان اوزون برون (*Acipenser Stellatus*) ۴ الی ۵ ماهه (۶-۸ سانتی متری) در دو گروه با دمای ۱۲/۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌طور جداگانه انجام شد. نتایج نشان داد که بلعیدن پلت‌ها توسط بچه ماهیان در دمای ۱۲/۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر بود و اختلاف دما در حد ۷/۵ درجه سانتی‌گراد برای تغییر پاسخ‌های رفتاری به پیام‌های شیمیایی کافی بوده است ولی پاسخ‌های چشایی خارج دهانی چندان تغییر نکرد؛ در حالی که تغییر در پاسخ‌های چشایی داخل دهانی معنی‌دار بود. نتایج به‌دست آمده، اثر دما بر فعالیت تغذیه‌ای ماهی را تایید می‌کند. پاسخ‌های چشایی برای مواد شیمیایی در گونه‌های مختلف به دما وابسته است و در واقع در تغییر فصلی در رژیم غذایی آنها نقش تسهیل‌کننده‌ای را ایفاء می‌کند (Kasumyan and Doving, 2003). از این نظر، نتایج این پژوهش با نتایج سایر پژوهش‌ها مشابه است. وجود اختلافات در ترجیح چشایی بین گروه‌های مختلف ماهیان می‌تواند نتیجه وجود تفاوت‌های فردی بین ماهیان و یا وجود

خاویاری سیبری (*A.baerii*) و اوزون-برون (*A.stellatus*) مختلف است (Reutter and Kapoor, 2005). در مطالعه‌ای که توسط Jafari و Shamuski و همکاران (2008) در خصوص مقایسه جاذبه چشایی و بویایی برای اسیدهای آمینه‌ی آزاد، بین بچه تاس‌ماهی ایرانی با تاس‌ماهی روسی و اوزون برون صورت گرفت، معلوم شد که در درک چشایی داخل‌دهانی، همبستگی معنی‌دار وجود ندارد؛ ولی در ارتباط با درک چشایی خارج دهانی بین تاس‌ماهی ایرانی و روسی و اوزون برون همبستگی معنی‌دار وجود دارد. آزمایش‌های گوناگونی در جهت نشان دادن تاثیر دما بر میزان تغذیه و گیرندگی شیمیایی انجام شده است.

دما در محدوده طبیعی و بهینه تاثیرات مهمی در فعالیت، سرعت شنا، تغذیه، رشد، بقا و ماندگاری، اشتیاق به غذا، جستجو برای غذا و غذا خوردن، متابولیسم و تولیدمثل و دیگر رفتارهای بنیادی وابسته به تغذیه در ماهیان دارد (Berger and Santis, 2009). ماهی تغییرات و اختلاف دمای لایه-های مختلف آب را تشخیص می‌دهد و با انتخاب دمای مناسب، تا حدودی متابولیسم بدن خود را کنترل می‌کند (Handeland et al., 2008). در مورد سایر اعمال حیاتی مانند میزان رشد و مصرف غذا، درجه حرارت مطلوبی وجود دارد که حداکثر میزان این اعمال حیاتی در آن درجه حرارت صورت می‌گیرد و در درجه حرارت‌های بالاتر یا پایین‌تر (از حد بهینه) مقدار آن‌ها کاهش می‌یابد. هر یک از اعمال حیاتی ماهی، درجه حرارت مطلوب مخصوص به خود دارد (Ostrawski et al., 2011). آزمایش‌های گوناگونی برای نشان دادن تاثیر دما بر میزان تغذیه و گیرندگی شیمیایی انجام و مشخص شد که پاسخ‌های چشایی برای مواد شیمیایی در گونه‌های مختلف به دما وابسته است (Adamek et al., 1990) به نقل از Kasumyan and Doving, 2003). دمای آب که بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیک جانوران خونسرد را

^۵ Feed conversion rate

اندک دمای آب (در حد ۴ درجه سانتی‌گراد) مقاوم است و ممکن است وجود اختلافات کم در مطبوعیت چشایی داخل و خارج دهانی مربوط به وجود اختلافات فردی در بچه تاس‌ماهیان باشد. اثر دماها در زمان، نسبت به اثر تیمارها در زمان نقش مهم‌تری دارد. با توجه به نتایج به دست آمده، پیشنهاد می‌شود به منظور شناخت اثر عوامل محیطی بر رفتار تغذیه‌ای در بچه تاس‌ماهی ایرانی جهت افزایش اطلاعات در فیزیولوژی رفتار تغذیه‌ای و مطالعه‌ی اثرات دما بر گیرندگی چشایی از غلظت‌های مختلف اسیدهای آمینه به عنوان محرک‌های غذایی استفاده شود.

سپاسگزاری

از همکاری خوب مدیریت و کارکنان کارگاه شهید مرجانی استان گلستان در مراحل عملی این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- Berger, R. and De Santis, J. 2009. The effect of water temperature on feeding behaviour in the guppy, (*Poecilia reticulata*). Alevrno collage.
- Ficke, A. A., Hansen, L. J., and Myrick, C.A. 2005. Potential Impacts of Global Climate Change on Freshwater Fisheries. Department of Fishery & Wildlife Biology, Colorado State University. Wwf-World Wide Fund for Nature.
- Handeland, S. O., Imsland, A. K., and Stefansson, S. O. 2008. The effect of temperature and fish size on growth, feed intake, food conversion efficiency and stomach evacuation rate of Atlantic salmon post-smolts. *Aquaculture*. 283:36-42.
- Hara, T.J. 2011. Chemosensory Behavior. In: Farrell, A.P., 2011. *Encyclopedia Fish Physiology: From Genome to Environment: Volume 1*. Academic Press is an imprint of Elsevier, pp: 227.
- Jafari shamushaki, V.A., Abtahi, B., Kasumyan, A.O., Abedian, A., and Ghorbani, R. 2008. Taste attractiveness of free amino acid for juveniles of Persian sturgeon

نوسانات در حالت‌های انگیزشی آنها باشد. بر طبق مشاهدات، پارامترهای ترجیح چشایی مانند تعداد تلاش و زمان نگهداری غذا در دهان (جهت ارزیابی)، اغلب با افزایش زمان نگهداری ماهی در اسارت، کاهش می‌یابد. عوامل فصلی و دما ممکن است بر مقدار مصرف غذا (پلت) اثر بگذارد. تحریک تغذیه‌ای تا حد زیادی به نرخ هضم و گوارش غذا در ماهی نه خاره^۶ وابسته است. نرخ هضم و گوارش به صورت مستقیم به دمای آب بستگی دارد. بسیاری از عوامل محیطی از جمله شفافیت آب، دما، حضور جریان‌ات آشفته، تراکم موجودات تغذیه‌ای، پراکنش، قابلیت دسترسی آنها و ساختار محیط بر فعالیت تغذیه‌ای ماهیان اثر می‌گذارند. این تغییرات به نوبه خود موجب تغییراتی در فعالیت‌های مختلف از جمله تخم‌ریزی، مهاجرت، میزان تنش می‌شود (Kasumyan and Sidorov, 2002). درک چشایی در لاروهای ماهیان نسبت به ماهیان بالغ، نمو و توسعه کمتری یافته است؛ لذا همین امر می‌تواند مرگ توده‌ای لاروهای برخی از ماهیان را توضیح دهد (Kasumyan and Doving, 2003). ترجیح چشایی در حد بالایی خاص گونه‌ای است و در انتخاب نوع تغذیه و کاهش رقابت بین گونه‌های بومی نقش مهمی دارد (Valipour and Khanipour, 2006). نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تأثیر تغییرات اندک دما بر پاسخ چشایی چندان معنی‌دار نیست؛ ولی به‌طور مستقیم با تأثیر بر میزان متابولیسم، بر رفتارهای تغذیه‌ای اثر می‌گذارد (Palatnikov and Kasimov, 2010). برای بسیاری از ماهیان مشخص شده است که ترجیح چشایی یک ویژگی کاملاً خاص گونه‌ای است و در گونه‌های مختلف با هم تفاوت دارند و به شدت تحت کنترل عوامل ژنتیکی قرار دارد (Valipour and Khanipour, 2006). نتایج این پژوهش نشان داد که ترجیح چشایی به عوامل محیطی از جمله تغییرات

^۶ Nine-spined stickle back

- 48:1,124-133
- Kane, A.S., Salierno, J.D., Brewer, S.K., 2004. Fish models in behavioral toxicology: automated techniques, updates and perspectives. In: Ostrander, G.K. (Ed.), *Methods in Aquatic Toxicology*, Volume 2. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, in press.
- Kasumyan, A.O. 1999. Olfaction and taste senses in sturgeon behavior, *J. Appl. Ichthyology*, 15:228-232.
- Kasumyan, A.O. 2002. Sturgeon food searching behavior evoked by chemical stimuli: a reliable sensory mechanism. *J. Applied Ichthyology*. V. 18. P. 685-690.
- Kasumyan, A.O. and Doving, K.B. 2003. Taste preferences in fishes. *Fish and fisheries* 4(4):289-347.
- Kasumyan, A.O., Morsi, A.M.Kh. 1996. Taste sensitivity of Common Carp *Cyprinus carpio* to free amino acids and classical taste substances. *J. of Ichthyology*, 36: 391-403.
- Kasumyan, A. O. and Prokopova, O. M. 2001. Taste Preferences and the Dynamics of Behavioral Taste Response in the Tench, *Tinca tinca* (Cyprinidae), *Journal of Ichthyology*, Vol. 41, No. 8, 2001, pp. 640–653.
- Kasumyan, A.O. and Sidorov, S.S. 199۴. Gustatory properties of free amino acids in Caspian Trout, *Salmo trutta caspius* *J. of Ichthyology*, 35: 8-18.
- Kasumyan, A. O. and Sidorov, S. S. 2002. Individual Variability of Taste Preferences in the Minnow *Phoxinus phoxinus*, *Journal of Ichthyology*, Vol. 42, Suppl. 2, pp.
- Kasumyan, A. O. and Sidorov, S. S., 2010. Taste Preferences and Behavior of Testing Gustatory Qualities of Food in Stone Loach *Barbatula barbatula* (Balitoridae, Cypriniformes), *Journal of Ichthyology*, 2010, Vol. 50, No. 8, pp. 682–693.
- Kasumyan, A. O. and Sidorov, S. S. 2010. The Effect of Starvation on Taste Preferences and Testing Behavior of Food Items in the Carp *Cyprinus carpio*, *Journal of Ichthyology*, Vol. 50, No. 4, pp. 330–341.
- Acipenser persicus*. *Journal of Ichthyology*, Vol, Kuzmin, S., Mironov, S., Vostroushkin, D. and Shutov, V. 1999. Behavioral responses to various chemical incentives in hybrid Beluga Russian Sturgeon (*Huso huso* × *Acipenser gueldenstaedtii*) fry. *J. Appl. Ichthyology*, 15: 233-236.
- LeBerton, G.T.O and Beamish, F.W.H., McKinley, R.S. 2004. *Sturgeons and Paddlefish of North America*, Kluwer Academic Publishers.
- Ostrowski, A. D., Watanabe, W. O., Montgomery, F. P., Rezek, T. C., Shafer, T. H., and Jr, J. A. M. 2011. Effects of salinity and temperature on the growth, survival, whole body osmolality, and expression of Na⁺/K⁺ ATPase mRNA in red porgy (*Pagrus pagrus*) larvae. *Aquaculture*. 314:193-201.
- Palatnikov, G.M., Kasimov, R.U. 2010. Sturgeons – contemporaries of dinosaurs. (www.polonia-baku.org/img/sturgeons_eng.pdf).
- Pavlov, D.S., Kasumyan, A.O. 1998. The structure of the feeding behavior of fishes. *J. Ichthyol.* 38, 116-128.
- Raderman-Little, R. 1979. The effect of temperature on the turnover of taste bud cells in catfish. *Cell and Tissue Kinetics* 12, 269-280.
- Reutter, K., Kapoor, B., G. 2005. *Fish chemo senses*, Science publishers, INC.
- Roessig, J.M. & Woodley, C.M. and Cech, Jr. J.J. and Hansen, L. J. 2004. Effects of global climate change on marine and estuarine fishes and fisheries, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14: 251–275.
- Valipour, A., Khanipour, A. 2006. *Kutum, Jewel of the Caspian Sea* Available in: www.Caspianenvironment.org.
- Zakeri, M., Minabi, K. 2013. Effects of Water Temperature and Rations Size on Growth Performance, Feed Utilization and Carcass Biochemical Composition of Juvenile Benni (*Mesopotamichthys sharpeyi*), *Journal of the Persian Gulf (Marine Science)*/Vol. 4/No. 12/June -22.

Effect of temperature on taste preference in juveniles of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) using free amino acid

Seyyed Hossein Nabavi^{*1}, Behrooz Abtahi¹, Valiollah Jafari Shamushaki², Rassol Ghorbani², Alexander Kasumyan³

1. Department of Marine Biology, Shahid Beheshti University, Faculty of Biological Science G.C., Tehran, IR Iran

2. Department of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Golestan, Iran

3. Department of Ichthyology, Faculty of Biology, Moscow State University, Leninskie Gory, Moscow 119992, Russia.

Abstract

The fish gustatory system provides the final sensory evaluation in the feeding process. Free amino acids have a stimulating effect in the fish gustatory system. In this study, behavioral responses to taste in juveniles of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) to the granules contain a base concentration (0.1 mol) of the free amino acids, Aspartic acid, Histidine and Cysteine to study the effects of increasing temperature (28 °C, water of reproduction center, 30 and 32 °C) in treatments 24, 48 and 96 hours were investigated. The results have shown results have shown that the taste response of juveniles of sturgeon to the granules contain different substances are very little different at three temperatures. All tested amino acids increased the average number of catching (extra oral preferences) as compared to control, but despite this increase, the amino acid aspartic acid treatment was significant compared with other treatments. The mean proportion consumption of pellets of % catching number (intra oral preferences), the highest proportion of aspartic acid treatment at 24 and 96 hours, a significant difference was observed ($p < 0.05$). The results this research showed that the taste preference to environmental factors such as small changes in water temperature resistant.

Keywords: Chemoreception, Caspian Sea, Behavior feeding, Environmental factors.

Table 1. Comparison of the parameters studied with control basal concentration of amino acids in 24 hours. pp: 5.

Table 2. Comparison of the parameters studied with control basal concentration of amino acids in 48 hours. pp: 5.

Table 3. Comparison of the parameters studied with control basal concentration of amino acids in 96 hours. pp: 6.

* Corresponding author, E-mail: nabavi81@yahoo.com