نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد دوم، شماره اول، بهار ۱۳۹۲
http://japu.gau.ac.ir

مطالعه رفتار غذایی ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*) نسبت به مواد چشایی محرک

*شیدا گلی[۱]، ولی‌اله جعفری[۲]، رسول قربانی[۳] و گلی نوری[۱]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استادیار گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانشیار گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۶/۴

چکیده

هدف از مطالعه حاضر بررسی رفتار غذایی ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*) نسبت به غلظت‌های مختلف مواد چشایی محرک می‌باشد. ۲۰ ماهی با میانگین وزن ۰/۵± ۱/۵ گرم در آکواریوم‌هایی با حجم ۵ لیتر قرار داده شدند. بعد از سازگاری با شرایط آزمایشگاه پاسخ‌های رفتاری برای غلظت‌های مختلف مواد چشایی (اسیدسیتریک، کلسیم کلراید، سدیم‌کلراید و ساکارز)، گرانول شاهد و عصاره شیرونومید (۱۷۵ گرم در لیتر) آزمایش شد. طی مدت ۱ دقیقه تعدادی گرانول حاوی هر یک از مواد فوق به ماهی معرفی و در این مدت حرکات و رفتار ماهی توسط دوربین ثبت و ضبط شد و با توجه به نحوه رفتار ماهی نسبت به هر کدام از این گرانول‌ها، ترجیح چشایی برای این ماهی تعیین شد. اسیدسیتریک در هیچ یک از غلظت‌ها دافع نبود، غلظت ۰/۰۲۶ مولار آن با درصد مصرف ۷/۱± ۴۸/۴۹ و شاخص مطلوبیت ۹±۵۹/۸۷ بیشترین جذابیت را داشت. درصد مصرف و شاخص مطلوبیت غلظت‌های به‌کار برده شده سدیم کلراید با شاهد اختلاف معنی‌دار ایجاد نکرد (P>۰/۰۵). ساکارز در غلظت‌های مشابه با سدیم کلراید و کلسیم کلراید دارای درصد مصرف و شاخص مطبوعیت بالاتری بود. تعداد گرفتن گرانول‌ها در غلظت پایه (۱۰ درصد) کلسیم‌کلراید، سدیم‌کلراید و ساکارز که دافع بودند، با شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). همبستگی مثبت و معنی‌داری

*مسئول مکاتبه: golisheyda@gmail.com

بین جذابیت گرانول‌ها با مدت نگه‌داری در دهان یافت شد. اما بین تعداد گرفتن گرانول‌ها و جذابیت آن‌ها همبستگی مشاهده نشد. یافته‌های این پژوهش می‌تواند در تغذیه و تهیه‌ی جیره مناسب و متناسب با ترجیح چشایی ماهی سفید به‌کار گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: رفتار غذایی، ماهی سفید، مواد چشایی محرک، *Rutilus frisii kutum*

مقدمه

در پژوهش‌های مرتبط با تغذیه آبزیان، بیشترین توجه به توازن جیره و مواد مغذی بوده و تأثیر مواد جاذب بر گیرنده‌های چشایی و بویایی کمتر مورد بررسی قرار گرفته است (کاسومیان و داوینگ، ۲۰۰۳). یافته‌های موجود بیانگر آن است که ماهی غذاهای حاوی مواد جاذب چشایی و بویایی را بهتر و با میل بیشتری مصرف می‌کند (آتما، ۱۹۹۷). اطلاعات درباره مطلوبیت مواد غذایی می‌تواند دانش پایه‌ای در فیزیولوژی ماهی فراهم کند (کاسومیان و داوینگ، ۲۰۰۳). احتمالا افزودن محرک‌های غذایی به جیره‌های دارای منابع پروتئینی ارزان می‌تواند تفاوت کاربردی در مزارع پرورش ماهی ایجاد کند (جابلینگ و همکاران، ۲۰۰۱).

گیرنده‌های چشایی در ماهی‌ها به دو دسته سیستم‌های چشایی داخل و خارج دهانی تقسیم می‌شوند (فینگر و موریتا، ۱۹۸۵). سیستم چشایی داخل دهانی مرحله‌ی نهایی رفتار تغذیه‌ای، یعنی گرفتن، ارزیابی کردن و سپس بلعیدن یا پس زدن غذا را کنترل می‌کند (کاسمین و همکاران، ۱۹۹۹). روش‌های آزمایشی رفتاری، چه به‌صورت میدانی (مشاهده مستقیم) و یا الکتروفیزیولوژیکی نشان دادند که نقش و عملکرد این دو سیستم در مراحل مختلف تغذیه متفاوت است (کاسومیان، ۱۹۹۷).

ماهی‌ها اغلب دارای تراکم بالایی از گیرنده‌های چشایی خارج دهانی هستند که روی فک‌ها، کمان های آبششی، سقف دهان، گلو و ابتدای مری قرار دارند. برای مثال، در کپور ماهیان، بیشینه تراکم جوانه‌های چشایی خارجی به ۶۰۰–۳۰۰ عدد در هر میلی‌متر مربع و یا بیشتر میرسد، که ۲۰–۱۰ برابر بیشتر از ماهی آزاد است که از بینایی برای جستجو، تشخیص، تعقیب و صید طعمه استفاده می‌کنند. (هارا و همکاران، ۱۹۹۴) در رفتار ماهی‌ها عملکرد گیرندهای چشایی داخل دهانی نه تنها در ارزیابی کیفیت انواع غذاها، بلکه طی تغذیه از بستر در تشخیص و جداکردن مواد از هم نیز نقش دارند، (کاسومیان و پوکوپوآ، ۲۰۰۱). این ویژگی رفتاری ماهی‌ها توجه پژوهش‌گران را به مطالعه سیستم

چشایی، به ویژه ریخت‌شناسی ویژگی‌های عملکردی آن‌ها بیشتر کرده است (کاسومیان و میخایلوآ، ۲۰۰۶).

مطالعاتی در رابطه با پاسخ رفتاری ماهی به انواع محرک‌های چشایی انجام شده و برای برخی گونه‌ها طیف‌های چشایی مواد دافع و جاذب، مشخص شده است (کاسومیان، ۱۹۹۷). اگرچه بسیاری از جنبه‌های این مسئله می‌تواند به سوال‌های اصلی و پایه‌ای اکولوژی ماهی پاسخ دهد، اما انتخاب انواع غذای مناسب کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است (کاسومیان و نیکولیوا، ۲۰۰۲). مواد چشایی کلاسیک یا همان چهار مزه اصلی گروهی از مواد مطرح برای تعیین ترجیح چشایی در ماهی‌ها هستند. این مواد شامل سدیم کلراید (ایجاد طعم شوری)، اسیدسیتریک (ترشی)، ساکارز (شیرینی) و کلسیم کلراید (تلخی) می‌باشند (کاسومیان و داوینگ، ۲۰۰۳). در کپور ماهیان تعیین ترجیح چشایی با استفاده از مواد کلاسیک در کلمه (*rutilus* *Rutilus* Jakowlew, 1870)، لای ماهی (*Tinca tinca* Linnaeus, 1758)، (کاسومیان و پروکوپووا، ۲۰۰۱)، کاراس طلایی (Carassius auratus Linnaeus, 1758)، (لمب و فینگر، ۱۹۹۵). کپور علف‌خوار (*Ctenopharyngodon idella* Valenciennes, 1844)، ماهی کاراس (*Carassius carassius* Linnaeus, 1758) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio* kessler, 1856) (کاسومیان و مرسی، ۱۹۹۶) بررسی شده است. مطالب منتشر شده در زمینه تعیین ترجیح چشایی ماهی‌ها بیشتر محدود به اطلاعات و یافته‌های پژوهشگران و مؤلفان خارجی است. مطالعات صورت گرفته در داخل کشور تنها می‌توان به مطالعات جعفری (شموشکی و همکاران، ۲۰۰۸) اشاره داشت که ترجیح چشایی با استفاده از اسیدهای آمینه در تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus* Borodin, 1897) مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که اغلب اسیدهای آمینه بر گیرنده‌های چشایی خارج و داخل دهانی اثر جاذب دارند که مهم‌ترین آن‌ها برای خارج دهانی ترئونین و هیستیدین و برای داخل دهانی سرین و آرژنین بودند.

با توجه به این‌که سالانه میلیون‌ها بچه ماهی سفید جهت بازسازی ذخایر توسط کارگاه‌های تکثیر و پرورش شیلات ایران پرورش و به دریا رهاسازی می‌شوند. بنابراین تغذیه این بچه ماهی‌ها طی مدت پرورش با غذایی متناسب با ترجیح چشایی آن‌ها، می‌تواند سبب تمایل بیشتری در غذاگیری شود و هدر رفت غذاهای مصنوعی کاهش یابد. همچنین با توجه به این‌که اطلاعات خاصی در مورد ویژگی‌های عملکردی سیستم چشایی ماهی سفید، وضعیت و تراکم جوانه‌های چشایی و ترجیح چشایی آن نسبت به مواد محرک وجود ندارد. در این مطالعه ترجیح چشایی ماهی سفید با استفاده از مواد چشایی کلاسیک تعیین و شاخص‌های رفتاری ماهی در غلظت‌های مختلف از این مواد مورد

بررسی قرار گرفت. با مشخص شدن این موضوع اطلاعات بیشتری در زمینه فیزیولوژی و رفتار تغذیه‌ای این‌گونه به‌دست می‌آید که می‌تواند در مطالعات، اکولوژیکی، تغذیه‌ای و ساختن غذاهای مصنوعی به کار رود.

مواد و روش‌ها

بچه‌ماهیان سفید بعد از تهیه از کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی سیجوال در استان گلستان به سالن تکثیر و پرورش دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انتقال داده شدند. سپس ماهی‌ها به پنج آکواریوم تقسیم و به‌منظور سازگاری با محیط آزمایشگاه و رسیدن به وزن مناسب به مدت یک ماه پرورش داده شدند. طی این دوره ماهی‌ها یک بار در روز با غذای کنسانتره شرکت بیومار فرانسه تغذیه شدند. یک ماه قبل از شروع آزمایش، ۲۰ قطعه ماهی با میانگین وزن ۰/۵± ۱/۵ گرم به ۲۰ آکواریوم با حجم ۵ لیتر منتقل شدند، به‌طوری که در هر آکواریوم فقط یک ماهی قرار داده شد. تمام دیواره‌های آکواریوم به جز دیواره جلویی (جهت مشاهده رفتار ماهی) توسط پوششی غیر شفاف پوشیده شدند (کاسومیان و پروکوپوآ، ۲۰۰۱). طی این مدت ماهی‌ها با لارو شیرونومید منجمد شده تغذیه شدند. روزانه ۵۰ درصد آب آکواریوم‌ها تعویض می‌شد. درجه حرارت آب در طول مدت آزمایش ۱±۲۱ درجه سانتی‌گراد و پی‌اچ نیز ۷/۵ بود. به‌منظور آشنایی ماهی با گرانول‌های آزمایشی، یک هفته قبل از شروع آزمایش ماهی‌ها با گرانول‌های دارای عصاره شیرونومید (۱۷۵گرم در لیتر) تغذیه شدند. بعد از این مدت آزمایش برای گرانول‌های دارای مواد محرک در غلظت‌های ۰/۵۲، ۰/۲۶، ۰/۰۲۶، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۵۲ مولار برای اسیدسیتریک، ۰/۹، ۰/۴۵، ۰/۰۹ و ۰/۰۴۵ مولار برای کلسیم کلراید، ۱/۷۳، ۰/۱۷۳، ۰/۰۸۶۵ و ۰/۰۱۷۳ مولار برای سدیم کلراید و ۰/۲۹، ۰/۰۲۹، ۰/۰۱۴۵، ۰/۰۰۲۹ مولار برای ساکارز و برای شاهد و عصاره شیرونومید نیز انجام شد. ماده زمینه گرانول‌های آزمایشی شامل آگار ۲ درصد و ماده رنگزا (اکسید کروم ۰/۳ درصد) بود. در گرانول دارای عصاره شیرونومید نیز به جای مواد محرک از عصاره شیرونومید (۱۷۵ گرم در لیتر) استفاده شد. گرانول‌های شاهد نیز فقط شامل ژل آگار ۲ درصد و ماده رنگزا بودند. گرانول‌ها چند دقیقه قبل از معرفی به ماهی در اندازه‌های ۱/۱ میلی‌متر قطر و ۱/۵ میلی‌متر طول برش داده شدند. گرانول‌های دارای مواد محرک، عصاره شیرونومید و شاهد در تکرارهای تصادفی به ماهی داده می‌شد. به‌این صورت که طی مدت یک دقیقه تعدادی گرانول دارای یکی از این مواد به قسمت جلوی آکواریوم معرفی و طی این مدت

حرکات و رفتار ماهی توسط دوربین مدل (Pansonic, SDR-H250GS-S Japan) ضبط می‌شد. در صورتی‌که ماهی ۳۰ ثانیه بعد از معرفی اولین گرانول هیچ واکنشی نسبت به آن نشان نمی‌داد، آزمایش روی این ماهی متوقف می‌شد. در هر آزمایش (در صورت واکنش 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 گرفتن گرانول‌ها

۴: مدت زمان (به ثانیه) نگهداری گرانول‌ها در دهان در کل زمان آزمایش.

۵: تعداد گرفتن گرانول‌ها.

زمان بلعیدن گرانول با توجه به حرکات سرپوش آبششی و برگشتن به حالت طبیعی محاسبه شد. مدت زمان نگهداری گرانول در دهان نیز توسط ثانیه شمار ثبت گردید بعد از پایان آزمایش، گرانول‌های مصرف نشده از آکواریوم برداشته می‌شد. برای هر نوع گرانول شاخص ترجیح چشایی با استفاده از رابطه $Ind=R-C/R+C \times 100$ محاسبه شد. R تعداد گرانول‌های مصرف شده دارای ماده جاذب، C تعداد گرانول‌های مصرف شده شاهد و Ind شاخص مطبوعیت یا شاخص جذابیت است (کاسومیان و مرسی، ۱۹۹۶). ماهی‌ها یک بار در روز و بعد از پایان آزمایش، با لارو شیرونومید تغذیه می‌شدند. آزمایش‌ها روی ۲۰ ماهی و با دو تکرار انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری: ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون‌های کلموگروف- اسمیرنوف و شاپیروویلک مورد ارزیابی قرار گرفت. آنالیز داده‌ها به روش کای اسکوار[1]، آزمون ناپارامتری[2] و ضریب همبستگی اسپیرمن انجام شد.

نتایج

نتایج نشان داد ماهی سفید می‌تواند حضور طعم های مختلف در پلیت ها را تشخیص دهد و پاسخ‌های رفتاری متفاوتی نسبت به غلظت‌های مختلف مواد مورد آزمایش نشان دهد. افزودن عصاره شیرونومید به آگار، به‌عنوان شاهد مثبت، تفاوت معنی‌داری به‌صورت حداکثر واکنش تغذیه‌ای در بچه

1- Chi-square
2- Nonparametric tests

ماهیان سفید نسبت به گروه شاهد ایجاد کرد (P<۰/۰۰۱) (جدول ۱). اسیدسیتریک در غلظت‌های بالاتر (۰/۰۲۶ تا ۰/۵۲ مولار) به‌طور معنی‌دار مصرف گرانول‌ها را در مقایسه با گروه شاهد افزایش داد. بیشترین شاخص مطبوعیت آن مربوط به غلظت ۰/۰۲۶ مولار بود (P<۰/۰۰۱) (جدول ۱). هیچ یک از غلظت‌های سدیم کلراید اثر تحریکی معنی‌داری را ایجاد نکردند. و تفاوت معنی‌داری را با گرانول‌های شاهد نشان ندادند (P>۰/۰۵). کلسیم کلراید با کاهش غلظت تا سطح ۰/۰۹ مولار مقدار آن افزایش و سپس کاهش پیدا کرد اما تنها در غلظت ۰/۰۹ مولار با شاهد تفاوت معنی‌دار ایجاد کرد (P<۰/۰۵). در غلظت پایه (۱۰ درصد) شاخص مطبوعیت برای کلسیم کلراید، سدیم کلرا ید و ساکارز دا فع ، بود. بیشترین شدت بازدارندگی در این غلظت برای ساکارز مشاهده شد، به‌طوری‌که تقریباً ۶ برابر بیشتر از سدیم کلراید و حدود ۲ برابر بیشتر از کلسیم کلراید بود (جدول ۱). مقایسه درصد مصرف و شاخص مطبوعیت کلسیم کلراید، سدیم کلراید و ساکارز در غلظت‌های مشترک (۱ و ۰/۵ درصد) نشان داد که ساکارز از نظر این دو شاخص دارای بیشترین مقدار است (جدول ۱). بنابراین در دسته‌بندی شاخص مطبوعیت ۴ مزه اصلی برای ماهی سفید می‌توان بیان داشت که علاوه‌بر سیتریک اسید، ساکارز ن یز در غلظت‌های کمتر از ۰/۲۹ مولار می‌تواند در دسته مواد جاذب برای ا ین ماهی قرار گ یرد. در بیشتر موارد پاسخ رفتاری ماهی به گرانول‌های جاذب اغلب به‌صورت معنی‌داری با پاسخ ماهی به گرانول‌های شاهد تفاوت داشت (P<۰/۰۰۱). تعداد گرفتن گرانول‌ها و پس زدن‌های مکرر آن‌ها طی آزمایش در گرانول‌هایی با جذابیت کمتر، بیشتر از گرانول‌های جاذب بود که این نتیجه برای هر ۴ ماده صادق بود (جدول ۱).

متوسط حفظ گرانول در دهان از ۱ تا ۸ ثانیه متغییر بود. بیشترین زمان نگه‌داری در دهان مربوط به گرانول‌های دارای اسیدسیتریک بود. به‌طوری‌که در غلظت‌های ۰/۰۱ و ۰/۰۰۵۲ مولار که دارای کمترین مقدار شاخص مطبوعیت بودند، اما مدت نگه‌داری در دهان برای این دو غلظت همچنان با شاهد دارای تفاوت معنی‌دار بود (P<۰/۰۵).

جدول ۱. مقایسه میانگین‌های پاسخ‌های رفتاری ماهی سفید نسبت به غلظت‌های مختلف مواد چشایی محرک در مقایسه با شاهد

محرک‌ها	غلظت مولار (درصد)	درصد مصرف	شاخص مطبوعیت	خورده به تلاش (درصد)	تعداد گرفتن گرانول‌ها	زمان نگهداری در دهان بعد از اولین گرفتن گرانول‌ها (ثانیه)	متوسط زمان نگهداری گرانول در دهان (ثانیه)
عصاره شیرونومید	۱۷۵گرم در لیتر	۹۸/۳۳***	۹۳/۵۵	۹۶/۹۸***	۹/۶۷***	۲/۱***	۲/۵***
سیتریک اسید	(۱۰) ۰/۵۲	۲۵/۷۹*	۲۷/۳۷	۱۷/۹۲*	۴/۳۲	۶/۸۲***	۴/۳**
سیتریک اسید	(۵) ۰/۲۶	۲۹/۱۹**	۴۵/۲۷	۲۵/۶۵**	۴/۹۶	۵/۴۵***	۸/۵۶***
سیتریک اسید	(۰/۵) ۰/۰۲۶	۴۸/۴۹***	۵۹/۸۷	۴۲/۴۰***	۵/۷۷	۳/۶۶***	۳/۴**
سیتریک اسید	(۰/۲) ۰/۰۱	۱۹/۶	۲۰/۸۳	۱۷/۲۲	۵/۹۰	۲/۶۴**	۲/۴۱*
سیتریک اسید	(۰/۱) ۰/۰۰۵۲	۱۲/۹۱	۱۴/۶۶	۱۲/۱۸	۷	۲*	۲/۳۹*
کلسیم کلراید	(۱۰)۰/۹	۵/۲۵	−۵	۴/۶۱	۸/۲*	۴/۱***	۲/۵**
کلسیم کلراید	(۵)۰/۴۵	۱۴/۹۴	۹/۶۶	۱۴/۰۸	۵/۴	۱/۷	۱/۷*
کلسیم کلراید	(۱)۰/۰۹	۱۸/۳۲*	۳۲/۲۲	۱۴/۱۲	۶/۰۵	۲/۲***	۲/۲*
کلسیم کلراید	(۰/۵)۰/۰۴۵	۱۰/۰۵	۳/۷	۸/۲۶	۶/۹۴	۱/۵	۱/۶
سدیم کلراید	(۱۰)۱/۷۳	۵/۶	−۲/۷	۶/۷۴	۷/۲۷*	۳/۲۹***	۲/۸**
سدیم کلراید	(۱)۰/۱۷۳	۱۴/۳	۱۲/۹۶	۱۲/۶۸	۵/۳۳	۱/۹۱***	۱/۶۴
سدیم کلراید	(۰/۵)۰/۰۸۶۵	۹/۳۱	۱۳/۳۳	۷/۷۹	۶/۰۵	۲/۰۸***	۱/۳۷
سدیم کلراید	(۰/۱)۰/۰۱۷۳	۷/۹	۳/۳۳	۲/۵۵	۴/۶۵	۱/۰۳	۰/۸۲
ساکارز	(۱۰)۰/۲۹	۱/۸۸	−۱۲/۷۹	۱/۵۱	۸/۸*	۱/۶۳***	۱/۷*
ساکارز	(۱)۰/۰۲۹	۲۶/۰۷*	۳۳/۵۱	۲۱/۴۳*	۷/۰۵	۲/۳۹***	۱/۶۷*
ساکارز	(۰/۵)۰/۰۱۴۵	۱۸/۳۴	۲۹/۳۳	۱۸/۰۳	۶/۹	۱/۸۴***	۱/۸*
ساکارز	(۰/۱)۰/۰۰۲۹	۹/۶	۵/۲	۹/۴	۶/۲۱	۱/۱	۱/۱
شاهد	۰	۵/۸۸	۰	۴/۵	۵/۸	۰/۶	۰/۹۴

* نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۰/۰۵، ** در سطح ۰/۰۱، *** در سطح ۰/۰۰۱ است با گروه شاهد است.

نتایج حاصل از آزمون کروسکال والیس در بررسی اثر تغییر غلظت روی پارامترهای رفتاری، نشان داد در سیتریک اسید که دارای بیشترین جذابیت است، اثر تغییرغلظت روی تمام شاخص‌های بررسی شده

به‌جز نگهداری در دهان بعد از اولین گرفتن گرانول، معنی‌داری بود (P<۰/۰۵ و P<۰/۰۱). به عبارت دیگر واکنش رفتاری ماهی سفید نسبت به غلظت‌های مختلف این ماده با هم متفاوت است. در ساکارز نیز به‌جز در تعداد گرفتن گرانول‌ها، نتیجه مشابهی در سایر فاکتورها مشاهده شد. در سدیم کلراید و کلسیم کلراید اثر تغییر غلظت روی درصد مصرف، شاخص مطبوعیت و درصد خورده به تلاش (تعداد پلیت‌های مصرف شده نسبت به تعداد گرفتن گرانول‌ها گرانول‌ها) معنی‌دار نبود (جدول ۲).

جدول ۲. بررسی اثر تغییر غلظت مواد چشایی محرک روی شاخص‌های رفتاری ماهی سفید

مواد محرک	شاخص مطبوعیت	درصد مصرف	متوسط زمان نگهداری گرانول در دهان	تعداد گرفتن گرانول‌ها	خورده به تلاش (درصد)	زمان نگهداری در دهان بعد از اولین گرفتن گرانول‌ها	
اسیدسیتریک	۱۰/۰۵۸	۱۷/۰۷۸	۱۰/۳۹۲	۱۵/۵۰۷	۱۶/۷۷۱	۸/۰۷۲	χ^2
	۴	۴	۴	۴	۴	۴	df
	۰/۰۳۹	۰/۰۰۲	۰/۰۳۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۸۹	Sig
کلسیم کلراید	۴/۸۲۷	۵/۱۳۱	۷/۳۹۱	۸/۵۵۶	۴/۹۲۱	۲۱/۰۳۹	χ^2
	۳	۳	۳	۳	۳	۳	df
	۰/۱۸۵	۰/۱۶۲	۰/۰۶	۰/۰۳۶	۰/۱۷۸	۰/۰۰۰	Sig
سدیم کلراید	۱/۸	۱/۷۵	۲۳/۸۰۵	۹/۱۵۴	۱/۵۴۹	۲۳/۰۷۵	χ^2
	۳	۳	۳	۳	۳	۳	df
	۰/۶۱۳	۰/۶۲۵	۰/۰۰۰	۰/۰۲۷	۰/۶۷۱	۰/۰۰۰	Sig
ساکارز	۱۴/۲۳۷	۱۶/۳۱۶	۱۰/۰۳۰	۴/۵۲۴	۱۶/۵۷۷	۱۴/۸۴۰	χ^2
	۳	۳	۳	۳	۳	۳	df
	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۱۸	۰/۲۱۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	Sig

نتایج حاصل از آزمون کای اسکوار نشان داد که اثر تغییر غلظت اسیدسیتریک و ساکارز بر تعداد ماهی‌های مصرف کننده گرانول‌های دارای این مواد معنی‌دار بود (χ^2<۰/۰۵)، به‌این معنی که در غلظت‌های مختلف از این دو ماده تعداد ماهیانی که این پلیت‌ها را مصرف کرده بودند، با هم تفاوت داشتند. اما در کلسیم کلراید و سدیم کلراید تفاوت‌ها معنی‌دار نبود (χ^2>۰/۰۵).

نتایج ضریب همبستگی اسپیرمن بین پارامترهای پاسخ چشایی نشان داد، در هیچ یک از مواد مورد آزمایش، همبستگی معنی‌داری بین تعداد گرفتن گرانول‌ها و شاخص جذابیت گرانول‌ها وجود نداشت (P>۰/۰۵). اما مدت زمان نگه‌داری گرانول‌ها در دهان بعد از اولین گرفتن گرانول‌ها با شاخص مطبوعیت چشایی گرانول‌ها، در اسیدسیتریک و ساکارز همبستگی مثبت و معنی‌دار را نشان داد (P<۰/۰۱). همچنین بالاترین همبستگی بین متوسط نگه‌داری گرانول در دهان با درصد مصرف و شاخص مطبوعیت در اسیدسیتریک مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۳- ضریب همبستگی اسپیرمن بین شاخص‌های رفتاری نسبت به مواد چشایی محرک در ماهی سفید

مواد محرک	شاخص‌های رفتاری	متوسط زمان نگهداری گرانول در دهان	زمان نگهداری در دهان بعد از اولین گرفتن گرانول‌ها	تعداد گرفتن گرانول‌ها
	شاخص مطبوعیت	۰/۴۷۷**	۰/۲۹۱**	۰/۱۱۹
اسید سیتریک	درصد مصرف	۰/۶۹۳**	۰/۴۷۷**	۰/۰۶۵
	شاخص مطبوعیت	۰/۳۳۵**	۰/۱۷۶	۰/۰۱۳
کلسیم کلراید	درصد مصرف	۰/۴۱۰**	۰/۲۶۳**	۰/۱۴۰
	شاخص مطبوعیت	۰/۰۸۸	۰/۱۴۳	۰/۲۰۴
سدیم کلراید	درصد مصرف	۰/۳۱۸**	۰/۲۶۶**	۰/۰۹۶
	شاخص مطبوعیت	۰/۲۷۶**	۰/۳۴۵**	۰/۱۰۸
ساکارز	درصد مصرف	۰/۴۰۶**	۰/۳۴۵**	۰/۱۶۸

بحث

هیچ یک از غلظت‌های سدیم کلراید اثر تحریکی معنی‌داری را ایجاد نکردند اما اغلب غلظت‌های اسیدسیتریک برای ماهی سفید جاذب بود و مدت زمان نگه‌داری گرانول‌های دارای این ماده در دهان نیز بالا بود، به‌طوری‌که تا غلظت ۰/۰۰۵۲ مولار همچنان تفاوت معنی‌دار را با گرانول‌های شاهد نشان داد. همچنین یک رابطه مثبت و معنی‌داری بین جذابیت چشایی و مدت نگه‌داری گرانول در دهان مشاهده شد. علاوه‌بر این با افزایش غلظت مواد، مدت زمان نگه‌داری غذا در دهان بعد از اولین گرفتن گرانول‌ها و متوسط حفظ گرانول در دهان به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. مواد محرک بر اساس نوع پاسخی که در ماهی ایجاد می‌کنند به سه دسته: مواد دافع، جاذب و بی‌تأثیر تقسیم می‌شوند (کاسومیان

و مرسی، ۱۹۹۶). ترجیح چشایی گونه‌های مختلف ماهی نسبت به مواد مشابه، متفاوت است (کاسومیان و نیکولیوا، ۱۹۹۷، کاسومیان، ۱۹۹۷) سدیم کلراید و کلسیم کلراید جز ترکیبات طبیعی آب‌ها هستند، اما اسیدسیتریک و ساکارز به‌صورت طبیعی در آب‌های شور و شیرین یافت نمی‌شوند. کارایی بالای اسیدسیتریک به‌عنوان محرک چشایی در بسیاری گونه‌های ماهیان از جمله کپور معمولی، لای ماهی، کپور علف‌خوار، گوپی (*Poecilia reticulate* Peters, 1859)، سه خاره (*Gasterosteus aculeatus* Girard, 1854) و ماهی بلند باله (*Thymallus thymallus* Linnaeus, 1758). به اثبات رسیده است (کاسومیان و نیکولیوا، ۱۹۹۷، کاسومیان و سیدورو، ۱۹۹۵). همچنین در ماهیان خانواده آزاد ماهیان مثل قزل‌آلای جویباری (*Salvelinus fontinalis* Mitchill, 1814)، آزاد ماهی مهاجر آلپ (*Salvelinus alpinus erythrinus* Georgi, 1775) و چار دریاچه‌ای (*Salvelinus namaycush* Walbaum, 1792) جذابیت چشایی بالایی را ایجاد کرده است، (کاسومیان و مرسی، ۲۰۰۵). در حالی‌که در ماهی کلمه، ماهی طلایی و کاراس به‌عنوان یک دافع قوی شناخته شده است (کاسومیان و داوینگ، ۲۰۰۳). در مطالعه حاضر نیز اسیدسیتریک محرک چشایی قوی برای ماهی سفید بود. طبق مطالعات انجام شده گونه‌های متعلق به خانواده کپور ماهیان نسبت به اسیدسیتریک دارای ترجیح چشایی مشابه نیستند (کاسومیان و داوینگ، ۲۰۰۳). نتایج این مطالعه نیز می‌تواند در راستای مطالعات قبلی قرار گیرد. با توجه به این‌که در مطالعات صورت گرفته توسط سایر پژوهشگران بیان شده است که ترجیح چشایی ماهی‌ها به‌صورت ژنتیکی تعیین می‌شود (کاسومیان و داوینگ، ۲۰۰۳). بنابراین برقراری ارتباط بین الگوی تغذیه‌ای و ترجیح چشایی، به‌خصوص مصرف بالای گرانول‌های دارای اسید سیتریک مشکل است و به مطالعات بیشتری در این زمینه احتیاج دارد.

تفاوت ترجیح چشایی بین گونه‌های مختلف ماهی، علاوه‌بر تفاوت در محیط اکولوژیکی آن‌ها می‌تواند ناشی از رژیم غذایی نیز باشد (کاسومیان و سیدورو، ۱۹۹۵). به‌عنوان مثال پاسخ کلمه و گوپی که دارای رژیم غذایی گیاه‌خواری می‌باشند نسبت به ساکارز مثبت بوده در حالی‌که در ماهی طلایی با رژیم غذایی ماکروفیت‌خواری به‌عنوان یک محرک چشایی دافع شناخته شده است (کاسومیان و نیکولیوا، ۱۹۹۷) کپور معمولی نیز که تا حدی از گیاهان تغذیه می‌کند پاسخ چشایی منفی نسبت به ساکارز نشان داده است (کاسومیان و مرسی، ۱۹۹۶). مارماهی مهاجر (*Anguilla anguilla* Linnaeus, 1758)، اردک ماهی (*Esox lucius* Kaganowsky, 1933)، تیلاپیای شکم قرمز (*Tilapia zillii* Gervais, 1848) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) که

گوشتخوار و شکارچی هستند دارای پاسخ چشایی مثبت نسبت به ساکارز بودند (جنز، ۱۹۹۰). نتایج این پژوهش نیز نشان داد ساکارز در غلظت پایه برای ماهی سفید دافع است. با این حال ارتباط مشخصی بین رژیم غذایی و پاسخ مثبت به ترجیح چشایی ساکارز وجود ندارد و نتایج روی ماهیان مختلف متفاوت می‌باشد (کاسومیان، ۱۹۹۷).

نبود رابطه روشن بین ویژگی‌های هیدروشیمیایی آب (مثل شوری) و پاسخ چشایی ماهی نسبت به سدیم کلراید و کلسیم کلراید توسط نشریات اثبات شده است (کاسومیان و نیکولیوا، ۲۰۰۲). نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که سدیم کلراید و کلسیم کلراید اثر تحریکی بالایی را در ماهی‌سفید ایجاد نکردند، در واقع می‌توان آن‌ها را جزو مواد بی‌تأثیر برای ماهی سفید طبقه‌بندی کرد. (کاسومیان و نیکولایوا، ۱۹۹۷) در مطالعه ولف فیش (*Anarhichas lupus* Linnaeus, 1758) و نه خاره (*Pungitius pungitius* Linnaeus, 1758) دریافتند که هر دو ماهی ترجیح چشایی بی‌تأثیری نسبت به سدیم کلراید داشتند، در حالی‌که کلسیم کلراید در نه خاره دافع و برای ولف فیش بی‌تأثیر بود. سدیم کلراید و کلسیم کلراید در ماهیان آب شیرین مانند ماهی طلایی (لمب و فینگر، ۱۹۹۵) و کپور علف‌خوار (کاسومیان و مرسی، ۱۹۹۶) نقش بازدارنده داشتند. اما در لای‌ماهی و کلمه نقش جاذب را ایجاد کردند (کاسومیان و نیکولیوا، ۱۹۹۷). داشتن ترجیح چشایی متفاوت به ماهیان این اجازه را می‌دهد که در شرایط نامطلوب بتوانند از انواع غذاهای مختلف تغذیه کنند. بنابراین لازم است مطالعات بیشتری برای به‌دست آوردن اطلاعات دقیق‌تر در مورد طیف‌های ترجیح چشایی در گونه‌های نزدیک به‌هم صورت گیرد (کاسومیان و سیدورو، ۲۰۱۰).

زمان نگه‌داری گرانول در دهان یک فرایند کاملا پیچیده است که شامل شناخت مواد چشایی توسط گیرنده‌ها، ایجاد پاسخ‌های رفتاری مناسب و در نهایت قورت دادن یا پس زدن گرانول‌ها است (کاسومیان و پروکوپوآ، ۲۰۰۱). این زمان‌ها به دلیل اینکه نیازمند آنالیز اطلاعات در مرکز مغز است، در ماهی نسبت به انسان بیشتر است (هالپرن، ۱۹۸۶). مطالعه پاسخ چشایی در کپور معمولی، لای ماهی، کپور علف‌خوار، گلد فیش و کلمه نشان داد که مواد با جذابیت چشایی بالا دارای مدت زمان نگهداری بیشتری در دهان هستند (کاسومیان و مرسی، ۱۹۹۶). این مطالعه نیز رابطه مثبت و معنی‌داری بین جذابیت چشایی و مدت نگهداری گرانول در دهان را برای ماهی سفید نشان داد. انتخاب درست و مناسب مواد جاذب و به‌کارگیری عکس العمل بلع، نسبت به پس دادن انواع غذاهای غیرجاذب به زمان طولانی‌تری نیازدارد (کاسومیان و داوینگ، ۲۰۰۳). همچنین عصب واگ در کپور ماهیان دارای

اعصاب چشایی وارد شده از سقف دهان است و جوانه‌های چشایی این ناحیه را عصب‌دهی می‌کند. بلعیدن انتخابی غذا توسط انقباض دسته‌های خاصی از ماهیچه‌ها موجود در سقف دهان صورت می‌گیرد که به کمک جوانه‌های چشایی داخلی موجود در سقف دهان به‌صورت انتخابی مواد غذایی خوش طعم را در دهان نگه می‌دارد (فینگر و مریتا، ۱۹۸۵). طولانی بودن مدت زمان نگهداری غذا در حفره دهانی به ماهی این فرصت را می‌دهد که خواص چشایی غذا را بهتر ارزیابی کند. از طرفی پس دادن سریع غذاهای نامطلوب زمان صرف شده برای تغذیه را کاهش می‌دهد. در ماهیان خانواده آزاد ماهیان، مدت زمان نگه‌داری غذا در دهان کوتاه‌تر می‌باشد (کاسومیان و سیدورو، ۲۰۰۵) همچنین ارتباط بین جذابیت چشایی و مدت زمان نگه‌داری غذا در دهان در ماهیانی مانند آزاد ماهی خزر (*Salmo trutta caspius* Kessler, 1877) و ماهی آزاد چام (*Oncorhynchus keta* Walbaum, 1792) که در آب‌های جاری زندگی می‌کنند، کمتر است (کاسومیان و نیکولیوا، ۱۹۹۷). ماهیان دتریت خواری که در آب‌های جاری زندگی می‌کنند، نسبت به ماهیان بنتیک خوار دارای پاسخ چشایی سریع‌تر می‌باشند و در نتیجه تعداد گرفتن گرانول‌ها و مدت زمان حفظ غذا در دهان کمتر می‌باشد. نگه‌داری طعمه در دهان برای این ماهیان دارای اهمیت تغذیه‌ای بالایی است، چون طعمه می‌تواند توسط جریان آب از دسترس ماهی خارج شود (کاسومیان، ۱۹۹۷). اما تعداد گرفتن گرانول‌ها در ماهیانی که ساکن آب‌های آرام و با جریان کم هستند، به نسبت بیشتر است زیرا احتمال این‌که طعمه توسط جریان آب برده شود، کمتر است (کاسومیان و نیکولیوا، ۲۰۰۲).

هدف از گرفتن ذرات غذایی توسط ماهی به‌دست آوردن اطلاعات اولیه در مورد ویژگی چشایی غذای یافت شده است. این اطلاعات از این نظر که رفتارهای بعدی موجود را مشخص می‌کنند، دارای اهمیت هستند (کاسومیان و سیدورو، ۲۰۱۰). در اغلب ماهی‌ها بین تعداد گرفتن گرانول‌ها و جذابیت چشایی گرانول‌ها همبستگی وجود دارد. این ارتباط در ماهی کلمه، گلدفیش و لای ماهی منفی و در ماهی گوپی مثبت بود. اما در این پژوهش، همبستگی معنی‌داری بین شاخص مطبوعیت (جذابیت چشایی) و تعداد گرفتن گرانول ها مشاهده نشد که با نتایج (کاسومیان و نیکولیوا، ۲۰۰۲). در مطالعه کپور معمولی و آزاد ماهی خزر مطابقت داشت. کیفیت و کمیت چشایی محرک‌ها، پاسخ چشایی و رفتاری ماهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در ماهی زمان لازم جهت بروز پاسخ‌های رفتاری به فاکتورهای زیادی بستگی دارد. به‌عنوان مثال در لای ماهی به غلظت مواد بستگی داشته و با افزایش غلظت اسید آمینه‌های سیستئین و مالئیک اسید که از محرک‌های چشایی لای ماهی می‌باشند، مدت

زمان نگهداری غذا در دهان و در نتیجه مدت پاسخ چشایی افزایش یافت (کاسومیان و پروکوپوآ، ۲۰۰۱). در این پژوهش نیز با افزایش غلظت اسیدسیتریک مدت نگه‌داری گرانول در دهان افزایش یافت.

مواد محرک و بازدارنده چشایی می‌توانند در مدیریت موادغذایی مورد استفاده قرار گیرند. با شناخت این مواد می‌توان جذابیت چشایی غذاهای مصنوعی را برای ماهی افزایش داد. این اطلاعات نه تنها اتلاف غذا مصنوعی را در کارگاه‌های پرورش ماهی کاهش می‌دهد، بلکه می‌تواند منجر به افزایش کارایی غذا و در نتیجه افزایش رشد ماهی شود. چون افزایش مصرف غذاهای جاذب با ترشح بیشتر آنزیم‌های گوارشی همراه است (تاکدا و تاکی، ۱۹۹۲). بنابراین نتایج این پژوهش می‌تواند در جهت ساخت جیره مناسب و متناسب با ترجیح چشایی ماهی سفید دریای خزر استفاده شود. همچنین می‌تواند زمینه‌ساز انجام پژوهش‌های مشابه روی سایر ماهی‌های دریای خزر و بررسی ارتباط بین محیط‌زیست این ماهی‌ها با ترجیح چشایی آن‌ها باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری صمیمانه جناب آقای پرفسور الکساندر کاسومیان، دکتر سید علی جوهری و سرکار خانم مهندس مرضیه ابوالفتحی تشکر می‌گردد.

منابع

1. Atema, J. 1997. Olfaction and taste in fish, London, Pp: 165-174.
2. Caprio, J. 1982. Chemoreception in fishes. Elsevier scientific publishing Company, Pp: 109-134.
3. Finger, T.E., and Morita, Y. 1985. Two Gustatory Systems: Facial and Vagal Gustatory Nuclei Have Different Brainstem Connections. Science. 227: 776–778.
4. Halpern, B.P. 1986. Constraints imposed on taste physiology by human taste reaction tim data. Neuroscience and Behavioral Physiology, 10: 135–151.
5. Hara, T.J. 1994. Olfaction and gustation in fish: an overview. Acta physiologica Scandinavica, 152: 207-217.
6. Jafari Shamushaki, V.A., Abtahi, B., Kasumyan, A.O., Abedian Kenari, A., and Ghorbani, R. 2008. Taste attractiveness of free amino acids for juveniles sturgeon *Acipenser persicus*. Journal of ichthyology, 48: 130-140.
7. Jobling, M., Gomes, E., and Dias, J. 2001. Food intake in fish. Blackwell Science, Oxford. Pp: 25-48.

8. Jones, K.A. 1990. Chemical requirements of feeding in Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss* Palatability Studies on Amino acids, Amides, Amines, Alcohols, Aldehydes, Saccharides and Other Compounds. Journal of Fish Biology, 37: 413–423
9. Kasumyan, A.O., Sidorov, S.S. and Marusov, E.A. 2010. Taste preferences and Behavior of Testing Gustatory Qualities of food in Stone Loach *Barbatula barbatula* (Balitoridae, Cypriniformes). Journal of Ichthylogy, 50: 682-693.
10. Kasumyan, A.O. 1997. Gustatory reception and feeding behavior in fish. Journal of Ichthyol. 37: 72-86.
11. Kasumyan, A.O. and Doving, K.B. 2003. Taste preferences in fish. Fish and Fisheries, 4: 289-374.
12. Kasumyan, A.O. and Prokopova, O.M. 2001. Taste Preferences and the Dynamics of Behavioral Taste Response in the Tench *Tinca tinca*. Journal of Ichthyology, 41: 640–653.
13. Kasumyan, A.O. and Sidorov, S.S. 2005. Taste Preferences of the Brown Trout Salmo trutta from Three Geographically Isolated Populations. Journal of Ichthyology, 45: 111–123.
14. Kasumyan, A.O. and Sidorov, S.S. 1995. The palatability of free amino acids and classical taste substances to frolic charr, *Salvelinus alpines erythinus*. Nordic Journal of Freshwater Research, 71: 320-3230.
15. Kasumyan, A. and Mikhailova, E. 2006. Comparison of Taste Preferences in the Three-Spined *Gasterosteus aculeatus* and Nine-Spined *Pungitius pungitius* Sticklebacks from the White Sea Basin. Journal of Ichthyology, 46: 151–S160.
16. Kasumyan, A.O. and Morsi, A.M. Kh. 1996. Taste Sensitivity of the Carp Cyprinus carpio, to Free Amino Acids and Classic Taste Substances. Journal of Ichthyology, 36: 386–399.
17. Kasumyan, A.O. and Nikolaeva, E.V. 1997. Taste Preferences in the Guppy *Poecilia reticulata* (Cyprinodontiformes). Journal of Ichthyology. 37: 696-703.
18. Kasumyan, A.O. and Nikolaeva, E.V. 2002. The comparative analysis of taste preferences in fish with different ecology and feeding. Journal of Ichthyology, 42: 203-214.
19. Kuzmin, S., Mironov, S., Vostroushkin, D. and Shutov, V. 1999. Behavioral responses to various chemical incentive in hybrid Beluga×Russian sturgeon (*Husso husso* × *Acipenser gueldenstaedtii*) fry. Journal of Ichthyology, 15: 233-236.
20. Lamb, C. and Finger, T.E. 1995. Gustatory control of feeding behavior in goldfish. Physiology and Behavior, 57: 483-488.
21. Takeda, M. and Takii, K. 1992. Gustation and Nutrition in Fishes: Application to Aquaculture, London, Pp: 271–287.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Utilization and Cultivation of Aquatics, Vol. 2(1), 2013
http://japu.gau.ac.ir

The study of feeding behavior of *Rutilus frisii kutum* to stimulant taste substances

***Sh. Goli[1], V. Jafari[2], R. Ghorbani[2] and G. Noori[1]**

[1]Former M.Sc. Student, Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Assocaite Prof Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 05/17/2012; Accepted: 08/25/2012

Abstract

The purpose of this study was to study of the behavioral responses of Rutilus *frisii kutum* to various concentrations of stimulant taste substances. 20 fish with average weight 1.5 ± 0.5g placed in individual aquarium with a volume of 5 liters. After the fish adapted to laboratory conditions, we investigated their behavioral responses to different concentrations of taste materials (Acid citric, Calcium chloride, Sodium chloride, Sucrose), control and extract of chironomid. During the first minute of experiments Granules containing the mentioned materials were given to the fish and the behavior of fish was recorded by a camera. Taste preferences were determined according to behavioral responses of fish to granules. None of the concentrations of acid citric was deterrent. Concentration of 0.026 M was most attractive with 48.49±7.1 of consumption and attractiveness index 59.87±9. Percent of consumption and attractiveness index of Sodium chloride in all concentrations were not statistically significant compare to control treatment ($P>0.05$). Percent of consumption and attractiveness index of Sucrose was more than those of Sodium chloride and Calcium chloride. The number of grasps in concentration of basic (10%) Sucrose, Sodium chloride and Calcium chloride was statistically significant compare to control treatment ($P<0.05$). There was a positive correlation between the attractiveness index and retention times in the mouth but not for number of grasps. The results of the present study can be applicable for feeding and providing suitable and appropriate diets consistent with taste preferences for this species.

Keywords: Feeding behavior, *Rutilus frissi kutum*, Stimulant taste substance

*Corresponding author; E-mail: golisheyda@gmail.com