

یادگیری مشاهده‌ای بچه ماهیان آمور (*Ctenopharyngodon idella*) در رفتار غذایی

مهرداد فتح‌اللهی^{۱*}

*۱) استادیار گروه شیلات، دانشگاه شهرکرد، چهار محال و بختیاری، ایران. نویسنده مسئول: mehرداد.fatollahi@nres.sku.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۰/۵/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۳۱

چکیده

در این آزمایش دو گروه از بچه ماهیان آمور پرورش یافته با غذای طبیعی استخر که یک گروه به صورت توام با بچه ماهیان کپور و یک گروه به صورت خالص در حوضچه پرورش قرار گرفته بودند، با یک غذای شناور جدید (خرده‌های نان) تغذیه شدند و زمان شروع غذاگیری آنها با هم مقایسه شد. همچنین در دو گروه دیگر از همین بچه ماهیان که به دو سری آکواریوم منتقل و تنها یک گروه از آنها امکان مشاهده گروه کپور مجاور خود را در هنگام غذاگیری داشت، زمان شروع غذاگیری با غذای جدید غوطه‌ور (پلت دست‌ساز) مقایسه شد. بچه ماهیان کپور به طور کلی این غذاهای جدید را زودتر می‌گرفتند و مشاهده و یا توام شدن بچه ماهیان آمور با آنها باعث می‌شد تا آموزش غذاگیری یک گروه از ماهیان آمور نسبت به گروه دیگر ممکن گردد. از گروه‌های آزمایشی آمور توام با بچه ماهیان کپور ۸۰ درصد و از گروه آزمایشی آمور خالص ۵۳ درصد در ۵ روز اول آزمایش شروع به گرفتن غذای شناور کردند. برای آکواریوم‌های ماهیان آمور مجاور کپور نسبت به غیر مجاور با آنها، این مقادیر به ترتیب ۶۵ درصد و ۲۰ درصد بود. در آکواریوم‌هایی که بچه ماهیان آمور مجاور کپورها بودند روند غذاگیری پلت‌های غوطه‌ور حتی ۴۸ ساعت زودتر از گروه دیگر شروع شد. این آزمایش نشان داد که بچه ماهیان آموری که توام با کپورها بوده و یا روند غذاگیری آنها را مشاهده کرده بودند مستعد یادگیری مشاهده‌ای در رفتارهای غذایی‌شان هستند.

واژه‌های کلیدی: رفتار غذایی، بچه ماهیان آمور، یادگیری، بچه ماهیان کپور.

مقدمه

شناور تا کاملاً غرق در آب را در استخرهای پرورشی به راحتی مورد تغذیه قرار می‌دهد و ماهی آمور در صورت عدم وجود گیاه کافی، به پلت‌های کپور روی می‌آورد و این می‌تواند یک تغییر رفتار باشد. اما سؤال اینجاست که این نوع غذاگیری از سوی ماهی آمور حاصل تجربه اکتسابی در محیط بوده یا غریزه خود ماهی است که به سیگنال‌های تحریک شده به طور غریزی این گونه پاسخ می‌دهند. اگر این روش غذاگیری در شرایط پرورش روشی اکتسابی باشد، پس عدم تجربه ماهی آمور باعث به تاخیر افتادن تغذیه آن با تغذیه دستی به غیر از علوفه یا گیاه خواهد بود.

برای جلب ماهی به غذا استفاده از فاکتورهای رنگ، بو، مزه و اندازه بی‌تاثیر نیست، ولی مهم‌ترین اصل غذایی در پرورش ماهیان آگاهی به شیوه غذاگیری ماهیان است. گاهی برای پرورش ماهیان لازم است تا در رفتار غذایی ماهیان تغییراتی ایجاد گردد. برای نمونه ماهی آمور—سِنید (*Ctenopharyngodon idella*) در حالت عادی یک ماکروفیت‌خوار است (De-Silva & Weerakoon, 1981; Pieterse & Murphy, 1990)، ولی در حال حاضر در استخرهای پرورشی از جیره دستی کپور هم استفاده می‌کند. ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) غذاهای

معرض آموزش و ماهیان آموزش ندیده با هم مقایسه کرده‌اند. در تلاش‌هایی که برای یادگیری فرار در ماهی‌های فلاندر صورت گرفته است، بازیابی ذخایر مکان‌های طبیعی با بقای بهتر ماهیان رهاسازی شده در اندازه کوچک، نوس و یا لاروی همراه بوده است.

در آزمایش انجام شده در مقابل شکارچیان برای لاروهای فلاندر، برای یک رهاسازی موفق و ایجاد آمادگی در ماهیان رها شده، نتایج نشان داده است که لاروهای نوس با مشاهده رفتار افرادی از جمعیت هم‌نوعان خود که در معرض شکار دشمن طبیعی قرار داشته‌اند، در تجربه بعدی و واقعی در استراتژی دفاع با این دشمن بهتر از افرادی که این صحنه‌ها را مشاهده ننموده‌اند، عمل نموده‌اند (Arai et al., 2007).

در بروز رفتارهای غذایی، ماهیانی که در معرض منابع غنی غذا قرار داشتند و با تجربه خود یاد گرفته بودند که کدام منبع غنی‌تر است به دانسته‌های تجربه شده خود بیش از آنچه در مقابل آنها به عنوان رفتار جمعی گروهی دیگران رخ می‌داد گرایش داشتند، ولی ماهیانی که منبع غذایی غنی را خود تجربه نکرده بودند، از رفتارهای جمعی مورد مشاهده خود کپی‌برداری بیشتری کردند (Pike et al., 2010). با توجه به بحث یادگیری، در این تحقیق بررسی گردید که آیا یادگیری می‌تواند باعث تغییر سریع‌تر در رفتار ماهی‌ها برای یک غذای جدید گردد؟ در این آزمایش با قراردادن بچه ماهیان کپور معمولی به عنوان ماهی صلح‌جو که بسیار سریع به غذای پلت عادت می‌کند، در کنار بچه ماهیان آمور، رفتار یادگیری بچه ماهیان آمور از بچه ماهیان کپور سنجش شد.

تحقیقات مختلف حاکی از این است که ماهیان مختلف مستعد یادگیری هستند (Pitcher & Parrish, 1993; Roberts, 1996). ماهیان این تحقیق را ماهیان کپور ماهری تشکیل می‌دهند که به لحاظ ژنتیکی همه چیزخوار بوده و راه گرفتن غذاهای شناور و غوطه‌ور را به خوبی می‌دانند. اما در مقابل ماهیان آمور به عنوان ماهیانی که عادت به خوردن ماکروفیت‌ها دارند گرفتن غذای پلت خارج از عادت غذایی غریزی آنها فرض می‌گردد و باید آن را تجربه کرده و به آن عادت نمایند.

در این تحقیق مشخص می‌گردد که آیا یادگیری مشاهده‌ای می‌تواند عاملی برای کسب سریع‌تر غذا توسط بچه ماهیان آمور نسبت به تجربه و تلاش تجربی خود ماهی برای گرفتن غذا باشد؟ آیا به دنبال این کار می‌توان این تجربه را برای ماهیانی که باید به جیره دستی عادت کنند تکرار کرد تا در پرورش موفق‌تر عمل شود؟

یادگیری مشاهده‌ای از جمله شیوه‌های یادگیری برای همه جانوران است. علاوه بر این، یادگیری تجربی یعنی در معرض تجربه قرار گرفتن خود ماهی به یادگیری ماهی کمک می‌کند. آزمایش‌هایی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد ماهی برای انتخاب بهتر به بخش سودمندتر گرایش نشان می‌دهد (Pike et al., 2010).

مثلاً در حرکات دست جمعی ماهیان دیده شده است که ماهیان با مشاهده دسته آکواریوم مجاور خود که در معرض مستقیم شکارچی بوده‌اند، نوعی تبعیت را در خصوص پرهیز و اجتناب و رفتارهای لازم برای مقابله با آن شکارچی در پیش می‌گیرند (Pitcher & Parrish, 1993; Roberts, 1996). محققان فرار و راه‌های در پیش گرفته برای فرار را نیز در ماهیان در

مواد و روش‌ها

ماهیان مورد استفاده و شرایط نگهداری

در این آزمایش از بچه ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio* Linea)، ۴۰ تا ۵۷ گرم تهیه شده از استخرهای خاکی استان گیلان، شهرستان سیاهکل پرورش یافته در شرایط تغذیه طبیعی و با جیره مکمل دستی (ضایعات ماکارونی، بلغور ذرت و گندم، سبوس برنج) و نیز از بچه ماهیان آمور (*Ctenopharyngodon idellus*) (Valenciennes, [Cyprinidae]) ۲۰ تا ۲۹ گرمی پرورش یافته در شرایط تغذیه طبیعی استخر با موقیت مکانی جدا از استخر ذکر شده بالا و در حد امکان پرورش دهنده تغذیه شده با علوفه دستی برای آزمایش استفاده شد. تعداد بیش از ۴۵۰ قطعه ماهی آمور و ۲۰۰ قطعه کپور معمولی به دو حوض بتنی با ابعاد ۲×۳ متر با عمق ۸۰ سانتی‌متر انتقال داده شدند تا برای آزمایش به کار گرفته شوند. مکان آزمایش یک کارگاه پرورش ماهیان زینتی واقع در ۲۵ کیلومتری شهرستان سیاهکل متشکل از یک سوله ۴۵ در ۱۲ متر با امکانات معمول برای این کار بوده است. آزمایش به مدت حدود ۲/۵ ماه از ۲۳ ماه اردیبهشت تا ۱۸ تیر ۱۳۸۹ به طول انجامید.

آماده‌سازی کپورها و آمورها در حوضچه‌های اولیه

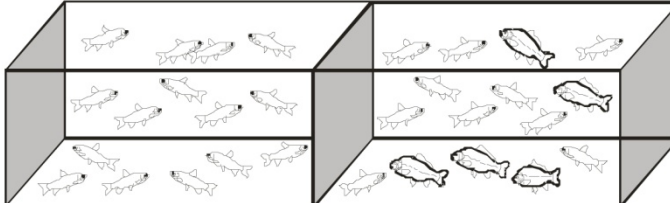
بعد از خرید و انتقال بچه ماهیان از استخرها، به مدت ۱۰ روز برای آنها شرایط سازگاری در نظر گرفته شد. برای تغذیه بچه ماهیان کپور در استخرهای سازگاری بتونی در ۵ روز اول به میزان ۰/۵ درصد وزن تقریبی کل آنها (۲۰۰ قطعه ماهی ۲۵ گرمی)، در سه یا چهار نوبت صبح تا غروب از ساعت ۹ صبح به فاصله تقریباً دو ساعت، پلت

قزل‌آلا (کیمیاگران تغذیه، ایران)، برنج خرد شده (سورت سوم الک کارخانجات برنج در گیلان) و نیز خرده‌های نان و در ۵ روز بعدی کلاً خرده‌های نان در نظر گرفته شد. بچه ماهیان آمور نیز با علف‌های تازه بومی به ویژه گونه بومی سه چیکه واش (*Cynodon sp.*) تغذیه می‌شدند. درجه حرارت آب در دوره سازگاری ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد بود. یک پمپ هواده سالن‌های اکواریوم (پمپ Hailea، چین، مدل ACO-300A، ۲۵۰ لیتر در دقیقه) برای تامین اکسیژن آب به کار گرفته شد.

سری یک آزمایش - تاثیر یادگیری با جیره شناور معرفی گروه‌های کپور- آمور و خالص آمور در حوضچه

بعد از دوره سازگاری، سه استخر بتونی با ابعاد ۲×۳ متر با عمق ۸۰ سانتی‌متر با استفاده از صفحات فیلامنت پلاستیکی هر یک به ۱۰ قسمت (بخش) مساوی تقسیم و در ۵ بخش از ۱۰ قسمت هر استخر ۵ بچه کپور و ۱۰ بچه آمور و در ۵ بخش دیگر نیز فقط ۱۵ بچه ماهی آمور معرفی شدند (جمعاً ۳۰ بخش، با دو ترکیب ماهی و ۱۵ تکرار از هر ترکیب). ماهیان هر گروه قادر به دیدن بخش‌های آزمایش مجاور خود نبودند (شکل ۱). سایر ماهیان سازگار شده نیز به یک استخر دیگر منتقل شدند تا در صورت تلفات، جایگزین شده یا در صورت لزوم به صورت گروه کامل جایگزین، به کار گرفته شوند. ماهیان بعد از انجام این آزمایش، بدون هیچ استرسی در شرایط مطلوب زیستی با همین جیره تغذیه شدند تا برای آزمایش بعدی به سالن اکواریوم منتقل گردند. به ماهیان آمور مقداری علوفه تازه نیز داده شد.

A	B	A	B**	A*	حوضچه یکم
B	A	B	A	B	
A	B	A	B	A	حوضچه دوم
B	A	B	A	B	
A	B	A	B	A	حوضچه سوم
B	A	B	A	B	
<p>A*: ترکیب ۱۰ آمور و ۵ کپور B**: ترکیب ۱۵ آمور</p> <p>در هر حوضچه ۱۰ بخش با صفحات فیلامنتی از هم جدا شده اند</p>					



شکل ۱. دو ترکیب از استقرار بچه ماهیان آمور در بخش‌های جدا شده حوضچه‌های بتونی در آزمایش سری اول - به صورت توام با کپورها (راست A) و خالص آمور (چپ B) برای سنجش زمان شروع غذاگیری با غذای شناور (خرده نان)

غذادهی و ثبت غذاگیری

۲۴ ساعت پس از جداسازی حوضچه ماهیان به بخش‌های کوچکتر، غذادهی با نان برای هر دو گروه آغاز گردید. پلت‌های خشک لواش طی ساعت‌های ۸ صبح تا ۱۶ هر روز به ماهیان داده می‌شد. زمان شروع غذاگیری با مشاهده مستقیم آن در حداقل دو بچه ماهی آمور در هر گروه پذیرفته و ثبت شد.

برای اولین نوبت غذادهی ارزش ۱ در نظر گرفته شد و هر نوبت تاخیر در غذاگیری (۸ ساعت) با ۰/۵ نمره افزایش نسبت به قبلی ثبت شد. یعنی غذاگیری اتفاق افتاده برای ساعت ۸ اولین روز ارزش ۱ و ساعت ۲۰ همان شب ۱/۵، ساعت ۸ دومین روز که سومین نوبت غذازیری بود ارزش ۲ در نظر گرفته می‌شد.

گروهی که بعد از ۷ روز (۱۴ بار غذازیری) عادت به غذاگیری نمی‌کرد، از دور آزمایش خارج شد. بعد از ۱۰ دقیقه تمام ذرات باقی‌مانده نان با

یک ساچوک‌ریز از استخرها خارج گشت. برای جلوگیری از آلودگی آب حوضچه ۵۰ درصد آب پس از غذادهی به آرامی تعویض شد. برای اطمینان بعد از ثبت غذاگیری به طور موردی ماهی آمور تغذیه کرده انتخاب و آثار غذا در داخل حلق و برانش آنها بررسی شد. این آزمایش و سنجش با احتساب آماده‌سازی و انتقال به آزمایش بعدی حدود ۱۰ روز طول کشید.

بعد از ثبت شروع غذاگیری نیز ماهیان کپور، آمورهای آموزش دیده توام با کپورها و گروه آمورهای خالص در همان بخش‌های آزمایشی حوضچه‌ها در استخرهای بتونی برای حداقل ۳ روز دیگر با نان خشک غذادهی شدند و برای آمورها علوفه تازه در دو نوبت صبح و عصر در نظر گرفته شد.

سری دو آزمایش - تاثیر یادگیری با شرایط جیره غوطه‌ور

آماده‌سازی کپورها در آکواریوم‌ها

همزمان با آزمایش اول ۷ ماهی کپور نیز در ۱۰ آکواریوم با ابعاد $90 \times 50 \times 40$ سانتی‌متر با پلت قزل‌آلا به مدت ۵ روز تغذیه شده و از روز ششم یک پلت دستی حاوی ۵۰ درصد پلت چرخ شده قزل‌آلا، ۲۰ درصد نشاسته پخته، ۲۰ درصد آرد، حدود ۹ درصد سبوس گندم و یک درصد چربی حیوانی که با استفاده از چرخ گوشت معمولی آماده می‌شد، تغذیه شدند. پلت‌ها و استحکام آنها به گونه‌ای بود که در کف مورد مصرف کپورها قرار می‌گرفت. بعد از نهمین روز که گروه‌ها داخل حوضچه آزمایشی بتونی با خرده‌های نان خشک به شیوه ذکر شده تغذیه شدند، ۲۴ ساعت گرسنگی عمومی یا قطع غذایی برای همه گروه‌های داخل حوضچه‌های بیرونی و گروه‌های آماده شده در داخل آکواریوم‌ها انجام شد. در این ۱۰ آکواریوم، در چهار نوبت متوالی، آزمایش سری دوم با پلت‌های غوطه‌ور انجام گرفت. در ابتدا تعدادی از کپورهای داخل آکواریوم‌ها که مازاد بر تعداد مورد نیاز برای آزمایش نوبت اول بودند، همگی به دو آکواریوم $120 \times 50 \times 40$ سانتی‌متری منتقل و با همان پلت‌های دست‌ساز آماده شده تغذیه و برای نوبت‌های بعدی آزمایش‌های سری دو در آکواریوم‌ها نگهداری شدند.

آزمایش از گروه‌های خالص آمور بوده و به گرفتن نان‌ها (غذاگیری) به عنوان غذا کاملاً عادت کرده بودند به طور تصادفی انتخاب و برای مجاورت با ۳ بچه ماهی کپور که در داخل آکواریوم‌ها با پلت غوطه‌ور دستی تغذیه شده بودند، در نظر گرفته شدند. این مجاورت به نحوی بود که در داخل تانک‌ها، کپورها با یک دیواره شیشه‌ای دارای لاستیک دور شیشه (زهوار)، از آمورها جدا شدند، ولی امکان مشاهده یکدیگر با حس بینایی، کاملاً وجود داشت. همزمان ۳ قطعه از آمورهای آزمایش سری یک که با کپورها در استخر بتونی توأم بودند و ۵ قطعه دیگر که در استخرهای بتونی به صورت گروه خالص با نان تغذیه شده بودند، به طور تصادفی انتخاب و این ۸ قطعه آمور جمعاً در آکواریوم‌هایی قرار گرفتند که با یک پوشش تیره امکان دید آکواریوم مجاور از آنها سلب گردیده بود (شرایط دمای 26°C ، پمپ هوادهی، بدون روشنایی بیرونی با لامپ‌های مهتابی و نور در سطح آکواریوم ۳۰۰ - ۲۷۵ لوکس). در هر نوبت آزمایش سری دوم از ۱۰ آکواریوم موجود هر ترکیب ماهیان یعنی آمورها و کپورهای مجاور و آمورهای تنها به طور مساوی ۵ آکواریوم را با استقرار تصادفی به خود اختصاص دادند.

غذایی و ثبت غذاگیری

بعد از ۲۴ ساعت گرسنگی اجباری اولیه و شروع به غذایی، گرفتن پلت توسط حداقل دو ماهی آمور از ماهی‌های آمور داخل آکواریوم‌های سری دوم آزمایش در هر یک از دو گروه (گروه آمورهای مجاور و مشاهده کننده کپورها و گروه‌های آمور غیرمجاور که نمی‌توانستند کپورها را مشاهده کنند) به عنوان شروع غذاگیری تلقی و

معرفی گروه‌های کپور- آمور مجاور هم و خالص آمور در آکواریوم‌های آزمایش

۲ قطعه آمور از گروه با کپورهایی که در حوضچه‌های آزمایش سری یک با نان تغذیه شده بودند و ۲ قطعه دیگر از آمورهایی که در همان

توسط آموزرها در یادگیری غذاگیری آنها بود. آب همه حوضچه‌ها از سیستم شبکه آب روستایی و آب چاه تامین می‌شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای مقایسه میانگین‌های دو گروه مورد آزمایش در آزمایش سری اول در حوضچه‌های بتونی در یک شرایط پرورشی برابر و میان بخش‌های جداشده با فیلامنت‌های پلاستیکی مجاور هم و نیز دو گروه مورد آزمایش در آزمایش سری دوم در آکواریوم‌های مجاور هم، از آزمون ناپارامتری من‌ویتنی استفاده شد. برای آنالیز داده‌ها و محاسبه مقادیر پارامترهای آماری گروه‌های آزمایشی، نرم‌افزار آماری (SPSSv17) و نیز برای رسم شکل، نرم‌افزار Excel (۲۰۰۷) به کار گرفته شد.

نتایج

تاثیر یادگیری با شرایط جیره شناور

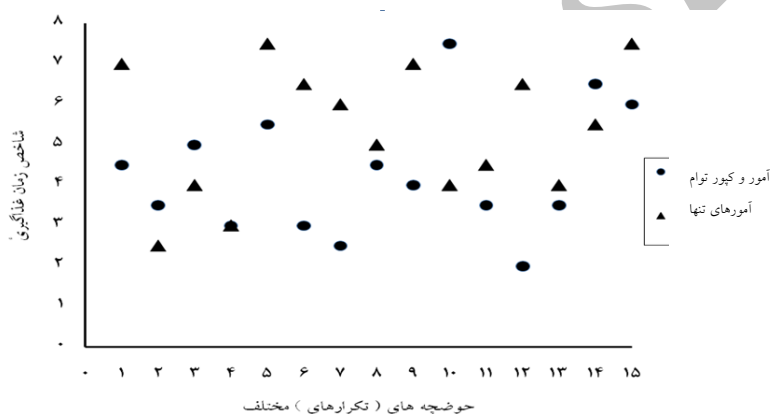
در آزمایش اول نتایج شروع غذاگیری به صورت شاخصی با عنوان نوبت غذاگیری ثبت شد و نتایج نشان داد (جدول ۱ و شکل ۲) آموزه‌هایی که با کپورها در بخش‌های جدا شده قرار گرفته بودند، سریع‌تر از آموزه‌هایی که به تنهایی در بخش‌ها جدا شده قرار گرفته بودند، به غذاگیری پلت‌های شناور نان (خرده نان) پرداختند.

ثبت می‌شد. حضور آموزرها یا کپورها بر روی پلت انداخته شده و اخذ غذای تهنشین شده به صورت بلعیدن یا مکیدن غذاگیری تلقی می‌شد. در صورت بیرون انداختن غذا بعد از گرفتن اولیه و به دهان بردن، این رفتار نیز به عنوان گرفتن پلت محسوب شد. غذادهی برای این گروه‌ها در ۹ صبح و ۲۱ هر روز انجام گرفت. برای تحریک آموزها به غذاگیری، عصاره علوفه وحشی از گونه سه چیکه واش (*Cynodon sp.*) ۲ دقیقه قبل از غذادهی به میزان ۵ سی‌سی با سرنگ به داخل تانک‌ها ریخته شد. رفتار رضایت‌مندی و دریافت سیگنال‌های غذایی در آموزها با تکان‌های دم، سرپوش برانشی توام با باله سینه‌ای مورد توجه بود (Kasymyan & Do'ving, 2003). ۱۰ دقیقه بعد از غذادهی خرده‌های پلت با سیفون از آب خارج و در هر روز حدود ۵۰ درصد آب آکواریوم به آرامی تعویض می‌شد. با انجام غذاگیری کامل گروه‌ها (یا ناقص تا ۱۰ روز) در ۱۰ آکواریوم و ثبت زمان مربوط به هر گروه از آموزها این کار برای سه نوبت متوالی بعدی ادامه یافت. زمان معرفی ۱۰ گروه بعدی به آکواریوم‌ها و برای نوبت بعدی آزمایش، بعد از ثبت کامل زمان غذاگیری در آخرین گروه از آزمایش نوبت قبلی بود تا به این ترتیب خروج گروه‌های آزمایشی هر نوبت همزمان صورت پذیرد. در صورتی که ماهی تا ده روز غذا نمی‌خورد، رتبه ۱۰/۵ برای آن در سنجش ثبت می‌گردد. هدف از این سری آزمایش سنجش تاثیر مشاهده غذاگیری کپورها

جدول ۱. شاخص شروع غذاگیری (نوبت غذایی) گروه‌های بچه ماهیان آمور توام با کپور و خالص آمور در بخش‌های جدا شده در حوضچه‌های بتونی با غذای دستی شناور (خرده‌های نان)

۱۰ قطعه ماهی آمور به همراه ۵ ماهی کپور در هر بخش					
حوضچه	بخش ۱	بخش ۳	بخش ۵	بخش ۷	بخش ۹
شماره یک	۴/۵	۳	۲/۵	۷/۵	۳/۵
شماره دو	۳/۵	۵/۵	۴/۵	۳/۵	۶/۵
شماره سه	۵	۳	۴	۲	۶
۱۵ قطعه آمور در هر بخش					
حوضچه	بخش ۲	بخش ۴	بخش ۶	بخش ۸	بخش ۱۰
شماره یک	۷	۳	۶	۴	۴
شماره دو	۲/۵	۷/۵	۵	۴/۵	۵/۵
شماره سه	۴	۶/۵	۷	۶/۵	۷/۵

مقادیر بیانگر نیم واحد افزایش به ازای هر غذایی (۱۲ ساعت) می‌باشد. شروع غذایی بعد از ۲۴ ساعت با محاسبه ۱ برای اولین غذایی بوده است.



شکل ۲. شاخص زمانی شروع غذاگیری (نوبت غذایی) با غذای شناور (خرده نان) در گروه‌های بچه ماهیان آمور توام با ماهیان کپور معمولی و در گروه‌های خالص آمور در بخش‌های جدا در حوضچه‌های بتونی

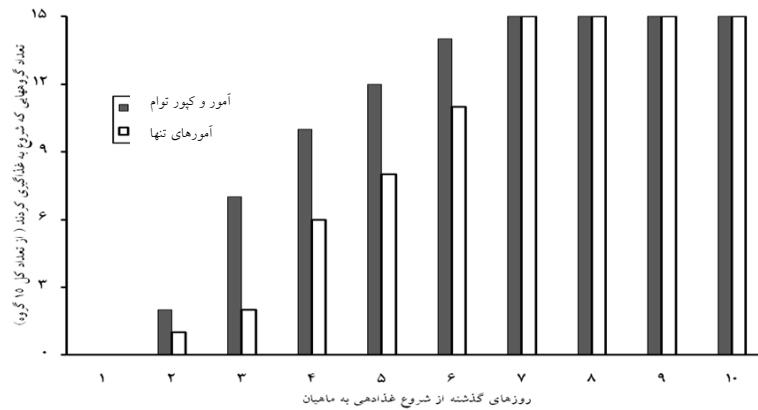
بخش‌های نگهداری از هر دو گروه به غذاگیری به طور کامل عادت کردند. ولی در گروه آمورهای توام با کپور، ۱۲ بخش (۸۰ درصد) قبل و ۳ بخش بعد از پنجمین روز اقدام به غذاگیری کردند و در مقابل در گروه آمورهای خالص، ۸ بخش (۵۳ درصد) قبل و ۷ بخش بعد از پنجمین روز غذاگیری را آغاز نمودند.

در این سری آزمایش دو قطعه تلفات از بچه ماهیان کپور در دو بخش مشاهده شد که با کپورهای سالم جدید جایگزین گردیدند. همه

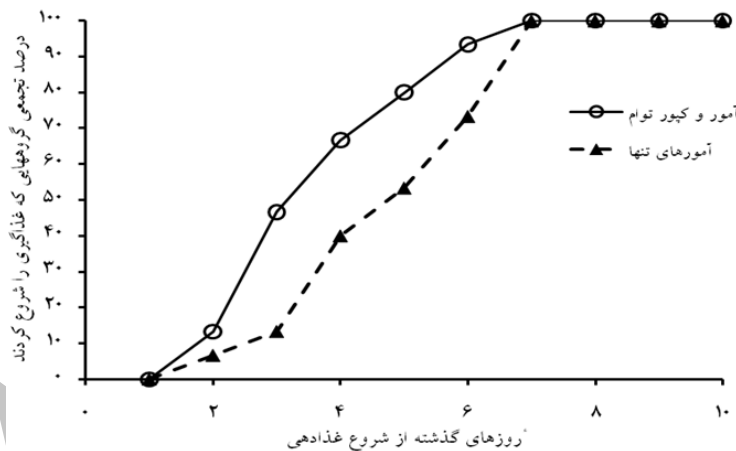
در آزمون ناپارامتریک من ویتنی شاخص‌ها، نوبت غذاگیری به عنوان رتبه‌های غذاگیری دو گروه در سطح ۹۲ درصد با هم اختلاف نشان دادند. در این مقایسه گروه ماهیان آمور توام با کپور حائز رتبه‌های کمتری نسبت به گروه دیگر یعنی گروه ماهیان خالص آمور بودند و در حقیقت زودتر اقدام به غذاگیری نمودند.

شکل ۳ و شکل تجمعی تعداد بخش‌هایی که در آنها شروع غذاگیری رخ می‌داد (شکل ۴)، نشان می‌دهند که سرانجام در روز هفتم همه

گروه‌های ماهیان آمور در طی دوره ۱۰ روزه تثبت گردید. آزمایش به غذاگیری مبادرت کردند و نتایج آنها



شکل ۳. تعداد بخش‌های جدا شده در حوضچه‌های بتونی که در آنها گروه‌های بچه ماهیان آمور توام با کپورها و گروه‌های بچه ماهیان فقط آمور، در روزهای بعد از شروع غذادهی، غذاگیری را با غذای شناور (خرده نان شناور) آغاز کردند (تعداد کل بخش‌ها برابر ۱۵ بخش بوده است)



شکل ۴. مقایسه درصد تجمعی بخش‌هایی که گروه‌های بچه ماهیان آمور توام با کپورها و گروه‌های بچه ماهی فقط آمور، در آنها غذاگیری با غذای شناور (خرده نان شناور) را آغاز کردند

خود را مشاهده می‌کردند، نسبت به گروه‌های آموری که نمی‌توانستند کپورها را در هنگام غذاگیری مشاهده کنند، سریع‌تر بود (جدول ۲ و شکل ۵). نتایج آزمون ناپارامتریک من‌ویتنی نشان داد آمورهایی که مشاهده‌کننده کپورها بودند غذاگیری را زودتر شروع می‌کردند و رتبه‌های

تاثیر یادگیری در آزمایش با جیره غوطه‌ور

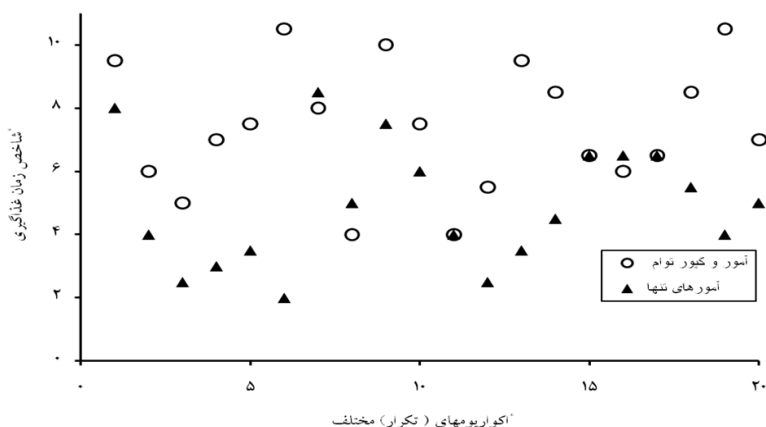
در آزمایش دوم که در آن پلت دست‌ساز غوطه‌ور با ترکیبات هیدرات کربن بالا برای تغذیه مورد استفاده قرار گرفت، نقش ماهیان کپور در مجاورت ماهیان آمور در یادگیری بهتر نشان داده شد. در این آزمایش روند غذاگیری در ماهیان آموری که غذاگیری کپورهای اکواریوم‌های مجاور

غذاگیری دو گروه آزمایشی در سطح ۹۹ درصد با هم اختلاف بسیار معنی‌داری دارد. شکل‌های ۶ و ۷ نشان می‌دهند که تمام اکواریوم‌های دارای بچه ماهیان آمور مجاور با بچه ماهیان کپور و نیز مشاهده‌کننده بچه ماهیان کپور تا روز هشتم روند غذاگیری با پلت جدید را آغاز نمودند. در حالیکه در اکواریوم‌های غیرمجاور با کپورها، تنها ۷۵ درصد آمورها تا این روز غذاگیری را آموختند. در گروه‌های مجاور با کپورها ۱۳ گروه قبل (۶۵ درصد) و ۷ گروه بعد از پنجمین روز اقدام به غذاگیری کردند، ولی در آمورهای غیرمجاور با کپورها ۴ گروه قبل (۲۰ درصد) و ۱۶ گروه بعد از پنجمین روز اقدام به غذاگیری کردند. در دو گروه نیز تا روز دهم غذاگیری مشاهده نشد که برای آنها آخرین تاخیر یعنی شاخص ۱۰/۵ منظور شد (جدول ۲).

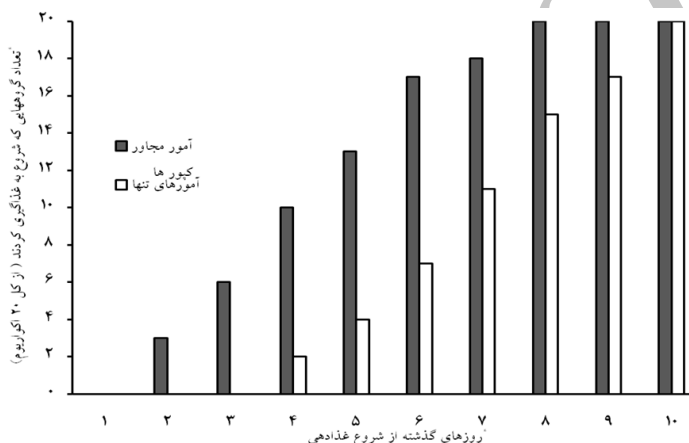
جدول ۲. شاخص شروع غذاگیری (نوبت غذایی) گروه‌های بچه ماهیان آمور مجاور با ماهیان کپور و غیر مجاور با بچه ماهیان کپور در اکواریوم‌ها با غذای دستی غوطه‌ور (پلت دست‌ساز)

۴ بچه ماهی آمور در هر اکواریوم در مجاورت اکواریوم با ۳ قطعه کپور						
زمان کل ^۱	شماره اکواریوم					
تکرار آزمایش	۱	۳	۵	۷	۹	روز
یک	۸	۳.۵	۷.۵	۳.۵	۶.۵	۹
دو	۴	۲	۶	۴.۵	۵.۵	۷
سه	۲.۵	۸.۵	۴	۶.۵	۴	۹
چهار	۳	۵	۲.۵	۶.۵	۵	۷
۸ قطعه بچه ماهی آمور در هر اکواریوم بدون مجاورت با کپورها ^۲						
زمان کل ^۱	شماره اکواریوم					
حوضچه	۲	۴	۶	۸	۱۰	روز
یک	۹.۵	۷.۵	۱۰	۹.۵	۶.۵	۱۰
دو	۶	۱۰.۵	۷.۵	۸.۵	۸.۵	۱۰
سه	۵	۸	۴	۶.۵	۱۰.۵	۱۰
چهار	۷	۴	۵.۵	۶	۷	۸

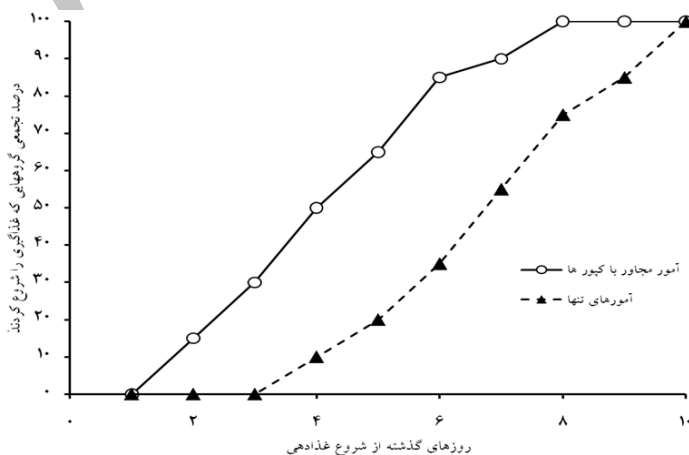
شاخص‌ها بیانگر نیم واحد افزایش به ازای هر غذایی (۱۲ ساعت) می‌باشد.
 شروع غذایی بعد از ۲۴ ساعت با محاسبه ۱ برای اولین غذایی بوده است.
 ۱. منظور زمان کل سنجش این سری ۵ تایی برای معرفی گروه ۵ تایی بعدی است.
 ۲. منظور از غیرمجاور، عدم امکان مشاهده کپورها توسط این ۲ ماهیان آمور در این گروه از اکواریوم‌ها بوده است.



شکل ۵. شاخص زمانی شروع غذاگیری (نوبت غذایی) در گروه‌های بچه ماهی آمور مجاور با ماهیان کپور معمولی و گروه‌های فقط شامل بچه ماهی آمور با غذای پلت ته نشین شوند



شکل ۶. تعداد اکواریوم‌هایی که در آنها گروه‌های بچه ماهیان آمور مجاور کپورها و گروه‌های فقط بچه ماهی آمور در روزهای بعد از شروع آزمایش، غذاگیری را با غذای غوطه‌ور (پلت دست‌ساز) آغاز کردند



شکل ۷. مقایسه درصد تجمعی روزانه اکواریوم‌هایی که در آن گروه بچه ماهیان آمور مجاور با کپورها و گروه‌های فقط آمور در روزهای بعد از شروع غذایی، غذاگیری با پلت غوطه‌ور را آغاز کردند

بحث و نتیجه‌گیری

مشاهدات نشان می‌دهد که غذاگیری آمور از غذاهایی به غیر از ماکروفیت‌ها در استخر به دلیل گرسنگی همیشه محتمل است (De-Silva & Weerakoon, 1981) به همین دلیل باید برنامه‌های مناسبی را برای غذادهی به این ماهی در نظر گرفت. در این تحقیق مجاورت آمور با کپور که در گرفتن و عادت کردن به غذاهای مختلف از خود سازگاری زیادی نشان می‌دهد باعث شد تا غذاگیری آمورها از غذای غیرماکروفیت سریع‌تر صورت گیرد.

بروز رفتارهای ماهیان یا به صورت غریزی و ارثی و یا به صورت اکتسابی از محیط است. یادگیری مشاهده‌ای بنا به تعریف عبارت از یادگیری از طریق مشاهده موفقیت یا عدم موفقیت افراد دیگر است و مفهوم مقابل آن یادگیری تجربی یعنی قرار دادن خود فرد در شرایط تجربه (روش سعی و خطا) تا برگزیدن یک روش مشخص است (Mazur, 1998; Brown & Laland, 2002a; Brown & Laland, 2002b; Brown & Laland, 2003; Arai et al., 2007). نتایج تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که ماهیان مختلف با درجات مختلف مستعد یادگیری مشاهده‌ای هستند و از این جنبه بین گونه‌های بسیار نزدیک نیز باید تفاوت قایل شد. تبعیت گروه ماهیان از نتایج مربوط به آنچه در مشاهده خود یاد گرفته‌اند و بدون اینکه از تجربه مستقیم فردی حاصل شده باشد، می‌تواند در یک گونه اتفاق بیفتد. ولی در گونه دیگر علی‌رغم قرابت زیاد گونه‌ای با آنها، مشاهده نشد که این موضوع در منابع برای دو گونه ماهیان نه خاره (*Pungitius*) و سه خاره (*Pungitius platygaster*)

با وجود قرابت آنها گزارش شده است (Webster Van Bergen et al., 2004; & Hart, 2006; Coolen et al., 2003; Coolen et al., 2005). در حرکات دسته جمعی که ماهیان در مقابل شکارچیان خود بروز می‌دهند، در حقیقت در کنار هم و به تبعیت از هم، به یک رفتار مشابه در قالب دسته مبادرت می‌نمایند (Brown & Smith, 1998; Pike et al., 2010). فرار و پرهیز از شکارچی یکی از روش‌های مقابله با صید شدن است. بر اساس آنچه از تحقیقات مختلف به دست آمده است برخی ماهیان در معرض خطر با توجه به مشاهده رفتارهای دسته جمعی، خطر را درک کرده، راه فرار را یافته و این راه فرار می‌تواند به صورت یک عادت در زیستگاه از این ماهیان بروز کند (Brown & Warburton, 1997; Brown & Laland, 2002b; Kelley et al., 2003). آزمایش انجام شده با ماهی فلاندر و سیم دریایی در شرایط فرار و گریز و استرس ایجاد شده برای ماهیان، تنها ۲۴ و ۴۸ ساعت احتیاج بود تا ماهیان فقط با مشاهده شکارچی در اکواریوم مجاور، وجود خطر در محیط را آموزش ببینند و این تعلیم اکتسابی را در اکواریوم‌های واجد شکارچی، برای بقای خود به کار گیرند.

(Arai et al., 2007) نشان دادند که ماهیان فلاندر می‌توانند طی ۴۸ ساعت مشاهده شکارچی در اکواریوم مجاور، خطر حضور آن را یاد بگیرند. (Sasaki & Fujikawa, 2001) برای سیم دریایی (*Pagrus major*) زمان یادگیری مشاهده‌ای برای درک خطر را ۲۴ ساعت اعلام کرده‌اند. در همین خصوص بعضی از محققین نیز نشان دادند که با ایجاد شرایط یادگیری می‌توان باعث بروز رفتار پرهیز و یا گریز بهتر ماهیان از دست شکارچیان

موفق شدند به طور کامل غذاگیری نمایند. البته باید توجه نمود که تا روز هفتم ۹۰ درصد از گروه‌های آمور توام با کپورها غذاگیری را شروع کرده بودند، ولی در گروه‌های آمور خالص، تنها ۷۰ درصد از گروه‌ها شرایط غذاگیری را با غذای جدید خود درک نموده بودند. نتایج نشان داد که بعد از گذشت ۲۴ ساعت همراهی ماهیان آمور با کپور باعث شد تا روند غذاگیری این گروه‌ها نسبت به گروه دیگر مورد مقایسه، یعنی گروه‌های خالص آمور بهتر باشد. توام کردن کشت ماهیان مختلف را نه تنها می‌توان به منظور استفاده از لایه‌های مختلف آب صورت داد، بلکه گاهی برای یاد دادن رفتار مطلوب به ماهی مورد پرورش می‌توان این سیستم را در نظر گرفت. به این ترتیب رفتارهای اجتماعی به عنوان یک فاکتور در تغذیه می‌توانند به نوعی برای ارزیابی جیره‌های چندمنظوره در پرورش کشت مخلوط مطرح گردند که کم و بیش در تحقیقات محققین به این هدف اشاره شده است (Van-der-Post & Hogeweg, 2008).

جمع شدن ماهیان در کنار هم گاهی استراتژی مناسبی برای یافتن غذاست که این پدیده می‌تواند با مشاهده مستقیم اعضا و خیر شدن آنها از وضعیت جستجو در زیستگاه رخ دهد. دیدن غذا یا شنیدن صداهایی که نشان از وجود آن باشد در با خبر شدن افراد از وجود طعمه موثر است (Webster & Hart, 2006). در سری دوم آزمایش‌ها، یک غذای ته‌نشین شونده آزمایش شد. با توجه به فضای محدود آزمایش ممکن بود توام کردن دسته آمور با کپور در یک آکواریوم، رقابتی غذایی ایجاد نموده و ماهیان آمور فرصت گرفتن غذای غوطه‌ور مخصوص ماهیان کپور را نیابند.

در مراحل اول زندگی شد (Kieffer & Colgan, 1992; Suboski & Templeton, 1989) و حتی گروه‌هایی از ماهیان با تجربه کسب کرده از قبل، توانسته‌اند مهارتی مانند فرار را در زیستگاه به ماهیان جدید تر نیز یاد بدهند (Brown & Laland, 2002a; Reader et al., 2003). علاوه بر یادگیری ماهی در مقابله و پرهیز از خورده شدن و فرار، یادگیری در رفتارهای غذایی ماهیان نیز بروز می‌کند. گاهی ارزیابی در نحوه غذاگیری و مشاهده دیگر اعضاء توسط ماهی باعث می‌گردد تا ماهی تصمیم گیرد که یا از روش ماهیان با تجربه‌تر برای گرفتن غذا استفاده کند و آنها را همراهی نماید یا اینکه روش تجربی خود را به کار گیرد (Coolen, et al., 2003; Coolen et al., 2010; Kendal et al., 2009; Pike et al., 2005). این روش یادگیری نسبی (غیرمطلق) نامیده می‌شود و به عبارتی یادگیری، یک انتخاب بوده که در نظر فرد جلوه بهتری داشته است (Laland, 2004).

در آزمایش اول این تحقیق با استفاده از یک غذای شناور (خرده‌های نان)، تماس مستقیم دو گونه با تجربه (کپور) و بی تجربه (آمور) باعث شد تا آمور توام با کپور غذاگیری و خوردن غذا (خرده نان) را از کپورها زودتر آموزش بینند. در نتیجه از آمورهای داخل گروه‌های خالص که خود باید تجربه غذای جدید را به صورت سعی و خطا فرا می‌گرفتند، غذاگیری را زودتر آغاز کنند. در این آزمایش غذاگیری در تعداد بیشتری از حوضچه‌های دارای ماهیان توام آمور و کپور نسبت به آمور خالص آغاز شد. در این آزمایش هم گروه بچه ماهیان آمور تنها و هم توام با کپورها، همه گروه‌ها سرانجام از روز هفتم به بعد

منابع

- 1) Arai, T., Tominaga, O., Seikaia, T., and Masuda, R., 2007. Observational learning improves predator avoidance in hatchery-reared Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* juveniles. *Sea Res.*, 58 (1): 59-64.
 - 2) Van-Bergen, Y., Coolen J., and Laland K. N., 2004. Nine-spined sticklebacks exploit the most reliable source when public and private information conflict. *Proceedings of the Royal Society London Biological Series*, 271 (1542): 957-962.
 - 3) Brown, C., and Laland, K. N., 2003. Social learning in fishes: A review. *Fish and Fisheries*, 4 (3): 280-288.
 - 4) Brown, C., and Laland, K. N., 2002a. Social enhancement and social inhibition of foraging behavior in hatchery-reared Atlantic salmon. *Fish Biology*, 61 (4): 987-998. doi: 10.1111/j.1095-8649. 2002.tb01857.x/
 - 5) Brown, C., and Laland, K. N., 2002b. Social learning of a novel avoidance task in the guppy: Conformity and social release. *Animal Behavior*, 64(1): 41-47. doi:10.1006/anbe. 2002.3021/
 - 6) Brown, G. E., and Smith, R. J. F., 1998. Acquired predator recognition in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Conditioning hatchery-reared fish to recognize chemical cues of a predator. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55: 611-617.
 - 7) Brown, C., and Warburton, K., 1997. Predator recognition and anti-predator responses in the rainbow fish *Melanotaenia eachamensis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 41 (1): 61-68.
 - 8) Coolen, I., Ward, A. J. W., Hart, P., and Laland K. N., 2005. Nine-spined sticklebacks avoid erroneous information cascades by exploiting direct information. *Behavioral Ecology*, 16: 865-870.
 - 9) Coolen, I., Day, R. L., and Laland, K. N., 2003. Species difference in adaptive use of public information in sticklebacks. *Proceedings of the Royal Society London Biological Series*, 270 (1531): 2413-2419.
- زیرا بچه ماهیان آمور برای گرفتن غذای غوطه‌ور نسبت به غذاهای شناور از تجربه کافی برخوردار نیستند و کپورها محالی برای غذاگیری آنها باقی نمی‌گذارند. با در نظر گرفتن این موضوع به جای توام کردن گروه‌ها از مجاور کردن آنها در یک اکواریم با استفاده از یک دیواره شیشه‌ای استفاده شد تا امکان مقایسه این گروه از آمورها با گروه آمورهای غیرمجاور با ماهیان کپور از نظر زمان شروع غذاگیری فراهم شود. در این آزمایش انجام فرآیند یادگیری برای ماهیان آمور تنها به صورت مشاهده‌ای بود. ماهیان آمور در آزمایش دوم نشان دادند که می‌توانند با مشاهده کپورهای مجاور خود، زودتر از گروه هم‌نوع، ولی غیرمشاهده‌کننده کپورها، به وجود غذا و نحوه گرفتن آن پی ببرند. نتایج حاکی از این بود که یادگیری مشاهده‌ای در آمورها باعث زودتر به تغذیه افتادن آنها می‌گردد. نتایج نشان داد که مشاهده کپورهای در حال تغذیه باعث گردید تا ماهیان آمور مجاور آنها ۴۸ ساعت زودتر از گروه‌های هم‌نوع، ولی بی‌تجربه خود غذاگیری را شروع کنند.
- این آزمایش نشان داد که می‌توان غذاگیری بهتری را در گونه‌هایی مانند آمور- که با تاخیر به غذای پلت روی می‌آورند- با روش یادگیری مشاهده‌ای القا نمود. این کار به وسیله توام کردن آنها با ماهی کپور که از صلح‌جویی و عادت غذاگیری خوبی برخوردار است، ممکن گردید.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهرکرد برای فراهم آوردن امکانات پژوهش و همچنین از آقای ابراهیمی برای در اختیار قرار دادن امکانات کارگاه پرورش ماهی سپاسگزاری می‌شود.

- 18) Pike, T. W., Kendal, J. R., Rendell, L. E., and Laland, K. N., 2010. Learning by proportional observation in a species of fish. *Behavioral Ecology*, doi:10.1093/beheco/arq025/
- 19) Pitcher, T. J., and Parrish, J. K., 1993. Functions of shoaling behavior in teleosts. In *Behavior of Teleost Fishes*, T. J. Pitcher Ed. (2nd Ed.). Chapman & Hall. London: 363–440.
- 20) Van-der-Post, D. J., and Hogeweg, P., 2008. Diet traditions and cumulative cultural processes as side-effects of grouping. *Animal Behavior*, 75: 133–144.
- 21) Reader, S. M., Kendal, J. R., and Laland, K. N., 2003. Social learning of foraging sites and escape routes in wild Trinidadian guppies. *Animal Behavior*, 66: 729–739.
- 22) Roberts, G., 1996. Why individual vigilance declines as group size increases. *Animal behaviors*, 51: 1077–1086.
- 23) Suboski, M. D., and Templeton, J. J., 1989. Life skills training for hatchery fish: Social learning and survival. *Fisheries Research*, 7: 343–352.
- 24) Webster, M. M., and Hart, P. J. B., 2006. Sub habitat selection by foraging three-spine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*): Previous experience and social conformity. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 60: 77–86.
- 10) De-Silva, S. S., and Weerakoon, D. E. M., 1981. Growth food intake and evacuation rates of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.) fry. *Aquaculture*, 25 (1): 67-76.
- 11) Fujikawa, Y., and Sasaki, T., 2001. Learning effect on predator avoidance in hatchery-reared juveniles of the red sea bream, *Pagrus major*. *Suisan Zoshoku*, 49: 151–156.
- 12) Kelley, J.R., Evans, J.P., Ramnarine, I. W. and Magurran, A.E., 2003. Back to school: can antipredator behaviour in guppies be enhanced through social learning. *Animal Behavior* 65: 655–662.
- 13) Kendal, J. R., Rendell, L. R., Pike, T. W., and Laland, K. N., 2009. Nine-spined sticklebacks deploy a hill-climbing social learning strategy. *Behavioral Ecology*, 20: 238–244.
- 14) Kieffer, J. D., and Colgan, P. W., 1992. The role of learning in fish behavior. *Rev. Fish Biology*, 2 (2): 125–143.
- 15) Laland, K. N., 2004. Social learning strategies. *Learning & Behavior*, 32 (1): 4–14.
- 16) Mazur, J. E., 1998. *Learning and behavior* (4th Ed.). Prentice Hall, New Jersey: 433 pp.
- 17) Pieterse, A. H., and Murphy, K. J., 1990. *Aquatic weeds*. Oxford Univ. Press, Oxford, UK: 593 p.

Archive

Observational Learning in the Fingerling of Grass Carp Feeding Behaviors

M. Fattollahi^{1*}

1*) Assistance Professor, Fishery Department, Shahr e Kord University, Chaharmahal o Bakhtyari, Iran.
Corresponding Author: mehrdad.fatollahi@nres.sku.ac.ir

Abstract

In this experiment, the fingerlings of grass carp reared under natural feeding of the pond were allowed to observe carp attacks on fully floating (pieces of bread) and sinking food (laboratory –made pellet). The performance and feeding starting times were then compared among carp-exposed or carp-observer grass carp that could see the food directly with the demonstrators' foraging activity and naïve grass carp groups that couldn't see the demonstrators' (common carp) feeding activity. The carp-exposed and carp-observer groups of grass carp were better at feeding reaction (start time) than naïve fish when they fed on two novel fully floating and sinking food. When they fed on floating bread, 80 % of the chambers of grass carp with carp in compare with 53% of the chambers with only naïve grass showed starting taking food for the duration of 5 days. When they fed on sinking pellets, 65 % of the carp - observer grass carp in the tanks compared with 20% of the chambers with the naïve grass carps, showed taking the diet for the duration of 5 days. More carp-exposed grass carp learned taking novel floating diet during 10 days experimental period and the observer grass carp in the experimental tanks with sinking novel diet showed catching pellets 48 hour before the naïve grass carp groups. The fingerlings of carp-exposed and carp-observing grass carp were capable of direct observational learning in their feeding behavior.

Keywords: Feeding Behavior, Fingerling, Grass Carp, Learning, Common Carp Juvenile.