Archive of SID

فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان
سال چهارم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۵

ارزیابی تاثیر غلظت‌های زیر حدکشنده دیازینون و آندوسولفان بر پاسخ بویایی تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) انگشت‌قد با استفاده از محرک‌های بویایی

سید حسین نبوی[۱]*، بهروز ابطحی[۲]، ولی‌اله جعفری شموشکی[۳]، رسول قربانی[۳]

تاریخ دریافت: خرداد ۹۵ تاریخ پذیرش: آبان ۹۵

چکیده

هدف بررسی حاضر یافتن تاثیر غلظت‌های زیر حدکشنده دیازینون و آندوسولفان (آفت‌کش‌های کشاورزی) بر پاسخ بویایی بچه تاس‌ماهیان ایرانی (*Acipenser persicus*) انگشت‌قد بود. در این مطالعه، محدوده وزنی بچه ماهیان ۹-۷ گرم و دامنه طولی ۱۳-۱۰ سانتی‌متر بود. برای مطالعه کمی و کیفی اثرات محیطی بر پاسخ‌های بویایی، از اسیدهای آمینه گلیسین و آلانین (با غلظت ۰/۰۰۱ مول بر لیتر به عنوان محرک بویایی)، عصاره دافنی (شاهد مثبت) و آب معمولی (شاهد منفی) هر یک با پنج تکرار استفاده شد. پاسخ‌های بویایی بچه ماهیان در آب معمولی کارگاه و غلظت‌های زیر حدکشنده $LC_{۱۰}$. و $۰/۱LC_{۵۰}$. دیازینون و آندوسولفان بعد از ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعت نگهداری، مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج، پاسخ‌های بویایی به محرک‌های بویایی در هر دو غلظت $LC_{۱۰}$. و $۰/۱LC_{۵۰}$. دیازینون با افزایش غلظت و گذشت زمان نسبت به شاهد روند کاهشی نشان داد. غلظت $۰/۱LC_{۵۰}$. آندوسولفان، موجب کاهش بیشتری در پاسخ بویایی نسبت به شاهد شد. این نتایج پیشنهاد می‌کنند که عوامل محیطی بر پاسخ‌های بویایی در تاس‌ماهی ایرانی موثر هستند.

واژگان کلیدی: *پاسخ بویایی، رفتار تغذیه‌ای، دیازینون، آندوسولفان، تاس‌ماهی ایرانی.*

۱- دانشجوی دکتری زیست‌شناسی دریا، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
۲- دانشیار گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
۳- دانشیار گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
* نویسنده مسئول: nabavi81@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

به دلیل صنعتی شدن و بهینه‌سازی کشاورزی، استفاده از آفت‌کش‌های ارگانوفسفره و ارگانوکلره، در طول دهه گذشته افزایش یافته است (Katuli et al., 2014). بسیاری از گونه‌های ماهیان خاویاری[1] و پاروپوزه‌ها[2] به علت اثرات انسانی بر محیط زیست در سراسر جهان درخطر انقراض قرار دارند. صید بیش از حد، تغییرات زیستگاه‌ها و آلودگی‌ها از عواملی هستند که بر کاهش فراوانی این ماهیان اثر دارند. با این وجود، پژوهش‌های نسبتا کمی در مورد اثرات آلودگی بر این ماهیان در مقایسه با دیگر گونه‌های ماهیان انجام شده است. علاوه بر آن مطالعات پیشین نشان داده‌اند که این ماهیان در مقایسه با سایر گونه‌ها، به آلودگی‌ها حساس‌تر هستند و این امر بر اهمیت پژوهش بیشتر تاکید دارد (Vardy et al., 2014). حضور گسترده آفت‌کش‌ها در آب، اثرات شدیدی بر جمعیت‌های ماهیان و دیگر موجودات زنده دارد که در آینده با توجه به تغییرات آب و هوا و گرم شدن کره زمین، می‌تواند بر گونه‌های بومی و گونه‌های در خطر انقراض در حوضه رودخانه‌ها اثر بگذارد (Belenguer et al., 2014). تغییرات فیزیولوژیکی مرتبط با قرارگیری ماهی‌ها در غلظت‌های پایین آفت‌کش‌ها نه تنها ابزاری برای درک آلودگی‌های زیستی در محیط فراهم می‌کند، بلکه همچنین می‌توانند مدلی مناسب را برای نشان دادن اثر مواد سمی بر مهره‌داران از جمله انسان فراهم کند (Wu et al., 2014). دستگاه گیرندگی شیمیایی ماهیان در معرض مستقیم محیط آبی قرار دارد، بنابراین به راحتی تحت تاثیر مواد شیمیایی موجود در آب قرار می‌گیرد (Hara, 1992). مطالعه اندام بویایی در ماهیان اهمیت زیادی دارد، زیرا این اندام نه تنها در پیدا کردن مکان غذا، بلکه در تشخیص حضور مواد بودار در اکوسیستم‌های آبی نیز نقش دارد (Ghosh and Chakrabarti, 2014). در ماهیان، آب به همراه مواد شیمیایی محلول و آلاینده‌های موجود در آن، به راحتی از منافذ بینی به اندام بویایی می‌رسد و به همین دلیل گیرنده‌های بویایی به صورت مستقیم با مواد آلاینده در ارتباط هستند (Mokhtar and Abd-Elhafeez, 2014). به دلیل ارتباط رفتار با عملکردهای فیزیولوژیکی و فرآیندهای اکولوژیکی، شاخص‌های رفتاری برای ارزیابی

1- Sturgeons
2- Paddlefishes

www.SID.ir

Archive of SID

تاثیر آلاینده‌ها روی جمعیت ماهیان در محیط آبی، بسیار مطلوب به نظر می‌رسند. الگوهای رفتار طبیعی به علت قرار گرفتن در معرض آلاینده‌ها تغییر می‌کند و این امر خطر جدی را برای بقا جمعیت ماهیان مطرح می‌سازد (Scott and Sloman, 2004). وقتی ماهی در معرض آلاینده‌ها قرار می‌گیرد، این مواد محلول ضمن تماس با گیرنده‌های بویایی، در عملکرد آن‌ها به عنوان ماده آسیب‌رسان به نورون‌ها[1]، آسیب می‌رسانند (Tierney et al., 2010).

آلاینده‌ها می‌توانند به روش‌های مختلفی بر پاسخ‌های بویایی در ماهیان اثر بگذارند. آن‌ها می‌توانند به جای مواد بویایی عمل کنند یا با آن‌ها رقابت کرده، با تغییر دادن تولید فرومون‌های جنسی به رفتارهای مهم برای بقا مانند اجتناب از شکارگران و تغذیه، آسیب برسانند. ماهیان در ترکیبات حل شده در آب زندگی می‌کنند. فرآیند درک بویایی یک ماده بودار، با اتصال آن مولکول به پروتئین گیرنده در سطح راسی نورون‌های حسی بویایی[2] (OSNs) شروع می‌شود (Tierney, 2011).

احتمالا اولین نوشتار درباره حس بویایی ماهیان متعلق به Dumeril (۱۸۰۷) باشد (Cited in: Hara, 2011a) و سپس توسط Strieck (۱۹۲۴) ارائه شده باشد (Hara, 2011a). اگر چه از نظر تاریخی، مطالعات حس بویایی ماهیان استخوانی و پاسخ‌های رفتاری آن‌ها نسبت به آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی متمرکز شده بود، ولی بررسی‌های اخیر بیشتر به سمت شناخت فرآیند و اهمیت عملکردی تغییرات در حس بویایی ماهی که توسط مواد آلاینده متاثر می‌شوند، سوق یافته است (Tierney et al., 2010). در دهه‌های اخیر، پژوهش در فیزیولوژی گیرندگی شیمیایی ماهیان علاوه بر مطالعه ریخت‌شناسی، بافت‌شناسی و نوروفیزیولوژی، گرایش زیادی به کاربرد اسیدهای آمینه به عنوان مواد اصلی برای سنجش حساسیت‌ها و قابلیت‌های دستگاه گیرندگی شیمیایی داشته است. هر چند در این میان اطلاعات خیلی کمی درباره عملکرد دستگاه گیرندگی شیمیایی در ماهیان خاویاری وجود دارد (Kasumyan, 1994). از پژوهش‌های مختلف درباره حس بویایی و تاثیر آلاینده‌ها بر رفتار تغذیه‌ای در ماهیان می‌توان به Mokhtar و Abd-Elhafeez (۲۰۱۴)، Tierney و همکاران (۲۰۱۰)، Kasumyan (۲۰۰۷)، Kasumyan و Taufik (۱۹۹۴) و Kasumyan و Sidorov (۲۰۱۰) و Scott و

1- Neurotoxic
2- Olfactory Sensory Neurons

www.SID.ir

Archive of SID

Sloman (۲۰۰۴)، Ghazala و همکاران (۲۰۱۵)، Zahedi و همکاران (۲۰۱۲) و Koprucu و همکاران (۲۰۰۶) اشاره کرد. از پژوهش‌های داخلی در ارتباط با نقش اسیدهای آمینه در ترجیح چشایی و بویایی در تاس‌ماهی ایرانی، می‌توان به جعفری شموشکی و همکاران (۱۳۸۵) و کردجزی (۱۳۹۱) اشاره کرد. در پژوهش حاضر مساله اصلی، یافتن اثرات دو آفت‌کش پرمصرف دیازینون و آندوسولفان در غلظت‌های زیر حدکشنده[1] بر گیرندگی بویایی بچه تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با استفاده از عصاره استخراج شده از دافنی به عنوان غذای طبیعی و اسیدهای آمینه آزاد به عنوان محرک‌های بویایی است. اطلاعاتی که در زمینه تاثیر مقایسه‌ای این سموم بر فیزیولوژی و رفتار تغذیه‌ای بچه تاس‌ماهی به دست می‌آید می‌تواند در مطالعات رفتار تغذیه‌ای و عوامل محیطی موثر بر آن، به کار رود.

مواد و روش‌ها

بچه تاس‌ماهیان ایرانی (*Acipenser percicus*) مورد استفاده در پژوهش حاضر از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی (۴۵ کیلومتری شمال شرقی گرگان) تهیه شد. این بچه ماهیان حاصل تکثیر سه ماهی مولد در بهار سال ۱۳۹۱ در همین مرکز بودند. مراحل انجام آزمایش در بهار و تابستان ۱۳۹۱ در سالن پرورش لارو مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی انجام شد.

دامنه وزنی بچه ماهیان مورد مطالعه ۹-۷ گرم و دامنه طولی ۱۳-۱۰سانتی‌متر بود. بچه ماهی‌ها تا زمان اجرای تیمارها در حوضچه‌های فایبرگلاس به ابعاد ۲×۲×۰/۵ m با گوشه‌های مدور که جریان مداوم آب و هوادهی ملایم داشتند، نگهداری شدند و در سه نوبت با دافنی زنده و فریز شده و آرتمیای زنده با نسبت‌های مساوی تغذیه شدند. عمل تغذیه بچه‌ماهی‌ها دوازده ساعت قبل از اجرای آزمایش‌ها قطع شد. دمای آب در دوره آزمایش با کمک هیتر به طور میانگین روی ۲۸ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. شوری در محدوده ۲-۱/۴ گرم در لیتر، pH بین ۸/۳-۷/۹، اکسیژن محلول در محدوده ۵/۷-۴/۵۹ میلی‌گرم در لیتر و هدایت الکتریکی ویژه آب در محدوده ۳/۸۷-۲/۸۳ میکروزیمنس بر سانتی‌متر[2] بود که با دستگاه مولتی‌متر دیجیتال (Multi-Parameter

1- Sub-lethal

2- Microsiemens per Centimeter (µS/cm)

www.SID.ir

Archive of SID

Multi 340i Instrument، WTW، آلمان) به طور روزانه کنترل می‌شد.

برای مطالعه پاسخ‌های بویایی، از اسیدهای آمینه گلیسین[1] و آلانین[2] (مرک، آلمان) با ایزومر نوع "L" در غلظت ۰/۰۰۱ مولار، به عنوان محرک بویایی استفاده شد. از عصاره استخراج شده دافنی تازه صید شده نیز به عنوان شاهد مثبت (غذای طبیعی و کارگاهی) و برای شاهد صفر از آب آکواریوم استفاده شد.

عصاره دافنی، از ساییدن دافنی در هاون و عبور دادن مخلوط آن با آب از صافی، به دست آمد.

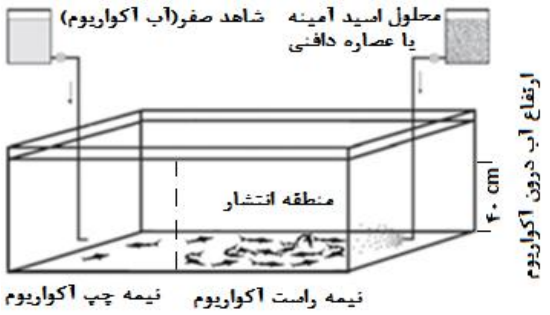
به منظور مطالعه اثر غلظت‌های زیر حدکشنده آفت‌کش‌های کشاورزی دیازینون و آندوسولفان بر فرآیندهای رفتاری جستجو با تحریک بویایی در بچه تاس‌ماهی، از آکواریوم‌های مستطیل شکل به ابعاد ۵۰×۴۰×۷۰ سانتی‌متر که برای این آزمایش اصلاحاتی روی آن‌ها انجام شده بود، استفاده شد. برای بررسی بهتر و محدود کردن بچه ماهیان در منطقه انتشار، برای هر آزمایش، آکواریوم تا ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری آب‌گیری شد. شرایط روشنایی در دو سمت آکواریوم‌ها یکسان بود. در دو طرف آکواریوم‌ها، مخزن شیشه‌ای با ارتفاع یک متر از سطح فوقانی آکواریوم تعبیه شد و لوله‌ای از مخزن، محتوای آن را به کف آکواریوم انتقال می‌داد (شکل ۱).

برای مشخص کردن نحوه و مدت زمان انتشار محلول، قبل از اجرای آزمایش از محلول رنگی آبی متیلن[3] استفاده شد (صرفا برای مشاهده میزان و مدت پراکنش در آکواریم و تعیین حجم مناسب مایع درون مخزن شیشه‌ای). به این ترتیب که محلول آبی متیلن درون مخزن با غلظت مناسب ریخته شد و سپس به درون آکواریوم هدایت شد. محلول رنگی طی سه دقیقه کاملا تا نیمه آکواریم پخش شد. مشاهده الگوی پراکنش و چگونگی حل شدن ماده رنگی آبی متیلن با حضور و بدون حضور بچه ماهیان در آکواریوم نشان داد که محلول رنگی در آب آکواریوم به آرامی حرکت می‌کرد و پس از ۱۸۰ ثانیه به نیمه پایین و سمت ورود محلول، محدود می‌شد. برای بررسی پاسخ‌های بویایی، در آکواریوم از یک طرف محلول اسید آمینه و یا عصاره دافنی و از طرف دیگر آب بدون اسید آمینه (شاهد) با حجم برابر (نیم لیتر) به مدت سه دقیقه جریان می‌یافت (Kasumyan, 1994).

1- Glycine
2- Alanine
3- Methylene Blue

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱: نمای شماتیکی از آکواریوم ویژه بررسی پاسخ بویایی (Jafri Shamushaki et al., 2011)

برای بررسی پاسخ‌های بویایی، در آکواریوم از یک طرف محلول اسید آمینه و یا عصاره دافنی و از طرف دیگر آب بدون اسید آمینه (شاهد) با حجم برابر (نیم لیتر) به مدت سه دقیقه جریان می‌یافت (Kasumyan, 1994).

قبل از شروع آزمایش ۱۰ قطعه بچه‌ماهی از حوضچه‌های ذخیره به آرامی به آکواریوم منتقل شدند. پس از حدود ۱۵ دقیقه زمان آرامش و رفع رفتارهای استرسی، آزمایش و مشاهده آغاز شد. طی زمان پراکنش محلول در نیمه سمت راست آکواریوم، تعداد ماهیان حاضر در این نیمه به ترتیب در زمان‌های ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ ثانیه شمارش شد و سپس میانگین اعداد در پنج بار تکرار آزمایش به صورت درصد پاسخ به محرک بویایی در سه دقیقه محاسبه شد (Kasumyan, 1994).

به منظور مطالعه تاثیر آفت‌کش‌های کشاورزی دیازینون (امولسین ۶۰ درصد، شرکت پرتونار، ایران) و آندوسولفان (۳۵ درصد، Modern Insecticides Ltd، هند) بر رفتار بویایی بچه تاس‌ماهی‌ها از غلظت‌های زیر حدکشنده آلاینده‌ها استفاده شد. برای تعیین غلظت آلاینده‌ها از روش محاسبه میانه غلظت کشنده (پروبیت[1]) استفاده شد و پس از تعیین غلظت LC_{50}. هر دو آفت‌کش، از غلظت‌های زیر حدکشنده معادل LC_{10}. و $0/1LC_{50}$. استفاده شد. غلظت‌های زیر حدکشنده به ترتیب برای دیازینون معادل ۰/۶۷۵ و ۰/۲۷۵ میلی‌گرم در لیتر و برای آندوسولفان معادل ۰/۳۶ و ۰/۱۵ میکروگرم در لیتر بود.

بچه ماهیان در آکواریوم‌های جداگانه تحت تیمار با دو غلظت مختلف از هر آفت‌کش قرار

1- Probit Analysis

www.SID.ir

Archive of SID

گرفتند. سپس، در زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعت پس از قرارگیری در معرض آفت‌کش، بچه ماهیان تحت تاثیر محرک‌های بویایی قرار داده شدند تا رفتار بویایی آن‌ها بررسی شود.

برای مقایسه پاسخ‌های بویایی به محرک‌های بویایی نسبت به شاهد، در آب معمولی کارگاه و محیط‌های آلوده به دیازینون و آندوسولفان از آنالیز واریانس یک‌طرفه و پس‌آزمون دانکن در سطح اطمینان ٪۹۵ درصد استفاده شد.

نتایج

مشاهده رفتار ماهی درحالت عادی

قبل از انتشار محلول‌های شاهد و اسیدهای آمینه در آکواریوم، بچه تاس‌ماهیان ایرانی (*Acipenser percicus*) به طور فعال و عادی در سرتاسر ستون آب شنا می‌کردند و گاهی به سمت کف آکواریوم می‌رفتند. در شاهد صفر (آب بدون ماده آزمایشی) تغییر رفتار در بخش خاصی از آکواریوم وجود نداشت.

رفتار تغذیه‌ای

نتایج نشان داد که در شاهد صفر (آب درون آکواریوم) در بچه ماهی‌ها منجر به بروز رفتار تغذیه‌ای خاصی نشد. اما به محض استفاده از محرک‌های بویایی، تعدادی از بچه ماهی‌ها پس از شروع آزمایش به سمت کف آکواریوم شنا کردند و در محدوده‌هایی که غلظت عصاره دافنی یا اسیدهای آمینه بیشتر بود، جمع شدند. آن‌ها نزدیک کف شنا می‌کردند، سبیلک‌های خود را به سطح زیرین می‌کشیدند و حرکت دایره‌ای "S" شکل داشتند. افزودن عصاره دافنی به عنوان شاهد مثبت، موجب بروز پاسخ شدید به صورت حداکثر واکنش تغذیه‌ای در بچه ماهی‌ها شد که نسبت به اسیدهای آمینه آلانین و گلیسین به طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۱).

نتایج جدول ۱ نشان داد که در پاسخ بویایی به آب آکواریوم در ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعت در محیط آب معمولی کارگاه در مقایسه با محیط آلوده به دو غلظت سم دیازینون و همچنین با گذشت زمان اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین در تیمار عصاره دافنی نشان داد که در ۲۴ و ۴۸ ساعت بین پاسخ‌های بویایی در محیط‌های آب معمولی کارگاه و غلظت $LC_{۵۰}$ ۰/۱ دیازینون، اختلافات ناچیزی مشاهده شد که معنی‌دار نبودند ولی مقایسه پاسخ‌های بویایی بین محیط‌های آب معمولی و غلظت $LC_{۱۰}$ دیازینون، در هر سه زمان دارای اختلاف معنی‌دار بودند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: پاسخ‌های بویایی پس از تیمار با دیازینون (میانگین ± انحراف معیار)

محرک بویایی	مدت نگهداری در محیط (ساعت)	پاسخ بویایی (٪)		
		آب معمولی	۰/۱LC_{50} دیازینون	LC_{10} دیازینون
آب آکواریوم	۲۴	۰/۵۴±۰/۱۰ ^{Aa}	۰/۵۲±۰/۱۲ ^{Aa}	۰/۵۰±۰/۱۱ ^{Aa}
	۴۸	۰/۵۴±۰/۱۱ ^{Aa}	۰/۵۲±۰/۱۱ ^{Aa}	۰/۵۱±۰/۱۰ ^{Aa}
	۹۶	۰/۵۷±۰/۱۴ ^{Aa}	۰/۵۰±۰/۰۹ ^{Aa}	۰/۵۰±۰/۰۹ ^{Aa}
عصاره دافنی	۲۴	۰/۷۶±۰/۱۶ ^{Bb}	۰/۷۴±۰/۱۳ ^{Bb}	۰/۶۰±۰/۱۴ ^{Aa}
	۴۸	۰/۷۱±۰/۱۳ ^{Bab}	۰/۶۸±۰/۱۳ ^{Bb}	۰/۵۳±۰/۱۷ ^{Aa}
	۹۶	۰/۶۲±۰/۱۶ ^{Ba}	۰/۵۶±۰/۱۵ ^{ABa}	۰/۵۲±۰/۱۳ ^{Aa}
آلانین	۲۴	۰/۶۲±۰/۱۲ ^{Bb}	۰/۵۳±۰/۱۱ ^{Aa}	۰/۴۸±۰/۱۵ ^{Aa}
	۴۸	۰/۵۷±۰/۱۲ ^{Bb}	۰/۵۱±۰/۱۵ ^{ABa}	۰/۴۳±۰/۱۲ ^{Aa}
	۹۶	۰/۴۷±۰/۱۳ ^{Aa}	۰/۴۶±۰/۹۰ ^{Aa}	۰/۴۰±۰/۱۶ ^{Aa}
گلیسین	۲۴	۰/۶۵±۰/۱۵ ^{Bb}	۰/۵۲±۰/۱۰ ^{Aa}	۰/۴۷±۰/۱۳ ^{Ab}
	۴۸	۰/۵۷±۰/۱۳ ^{Ba}	۰/۵۴±۰/۱۵ ^{Ba}	۰/۴۲±۰/۱۲ ^{Ab}
	۹۶	۰/۵۳±۰/۱۵ ^{Ba}	۰/۵۱±۰/۱۴ ^{Ba}	۰/۳۱±۰/۱۱ ^{Aa}

حروف کوچک متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در مدت نگهداری (عمودی) و حروف بزرگ متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین سه محیط (افقی) است.

مقایسه پاسخ‌های بویایی به عصاره دافنی در سه زمان در غلظت LC_{10} دیازینون، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. مقایسه پاسخ بویایی نسبت به آلانین در سه زمان، بین محیط آب معمولی کارگاه با محیط آلوده به دو غلظت سم دیازینون، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. پاسخ‌های بویایی در محیط با غلظت LC_{10} دیازینون در مقایسه با محیط آب معمولی کارگاه، نسبت به محرک بویایی گلیسین، به طور معنی‌داری کاهش داشت.

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۲، پاسخ‌های بویایی بچه ماهی‌ها نسبت به محرک بویایی شاهد (آب آکواریم) در سه محیط و در هر سه مدت نگهداری، اختلاف معنی‌داری نداشت. بین پاسخ‌های بویایی در آب معمولی کارگاه نسبت به عصاره دافنی در ۲۴ ساعت در غلظت‌های ۰/۱LC_{50} و LC_{10} آندوسولفان، اختلاف معنی‌داری وجود داشت. ولی در ۴۸

www.SID.ir

Archive of SID

ساعت اختلاف بین آب معمولی کارگاه با غلظت LC_{10}. آندوسولفان، معنی دار نبود. در تیمارهای ۹۶ ساعته بین پاسخ‌های بویایی بچه ماهی‌ها در آب معمولی و غلظت‌های $0/1LC_{50}$. و LC_{10}. آندوسولفان اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. پاسخ‌های بویایی در تیمار شاهد (آب معمولی کارگاه) با افزایش زمان نگهداری بچه ماهیان، روند کاهشی داشت، اما در محیط‌های با غلظت $0/1LC_{50}$. و LC_{10}. آندوسولفان تقریبا معکوس بود. نتایج مقایسه پاسخ بویایی به محرک آلانین نشان داد که در زمان ۲۴ ساعت بین شاهد (محیط آب معمولی) با غلظت‌های LC_{10}. و $0/1LC_{50}$. آندوسولفان اختلاف معنی‌دار وجود داشت. پاسخ بویایی در محیط با غلظت $0/1LC_{50}$. آندوسولفان نسبت به محیط با غلظت LC_{10}. آندوسولفان در مقایسه با محیط شاهد (آب معمولی کارگاه) در هر سه محرک بویایی کاهش بیشتری داشت.

جدول ۲: پاسخ‌های بویایی پس از تیمار با آندوسولفان (میانگین ± انحراف معیار)

محرک بویایی	مدت نگهداری در محیط (ساعت)	پاسخ بویایی (٪)		
		آب معمولی	$0/1LC_{50}$. آندوسولفان	LC_{10}. آندوسولفان
آب آکواریم	۲۴	۰/۵۴±۰/۱۰ ^{Aa}	۰/۵۱±۰/۱۲ ^{Aa}	۰/۵۱±۰/۲۱ ^{Aa}
	۴۸	۰/۵۴±۰/۱۱ ^{Aa}	۰/۵۱±۰/۲۱ ^{Aa}	۰/۵۱±۰/۱۳ ^{Aa}
	۹۶	۰/۵۷±۰/۱۴ ^{Aa}	۰/۵۰±۰/۱۱ ^{Aa}	۰/۵۱±۰/۱۶ ^{Aa}
عصاره دافنی	۲۴	۰/۷۵±۰/۱۵ ^{Ab}	۰/۶۶±۰/۱۴ ^{Bb}	۰/۶۲±۰/۱۱ ^{Ba}
	۴۸	۰/۷۰±۰/۱۲ ^{Aab}	۰/۵۳±۰/۱۱ ^{Ba}	۰/۶۹±۰/۱۱ ^{Aa}
	۹۶	۰/۶۲±۰/۱۶ ^{Aa}	۰/۶۶±۰/۱۲ ^{Ab}	۰/۶۹±۰/۱۴ ^{Aa}
آلانین	۲۴	۰/۶۲±۰/۱۲ ^{Bb}	۰/۴۸±۰/۱۲ ^{Aa}	۰/۵۶±۰/۱۲ ^{ABa}
	۴۸	۰/۵۷±۰/۱۲ ^{Bb}	۰/۴۷±۰/۱۳ ^{Aa}	۰/۵۸±۰/۱۳ ^{Ba}
	۹۶	۰/۴۷±۰/۱۳ ^{Aa}	۰/۵۰±۰/۱۷ ^{Aa}	۰/۶۳±۰/۱۰ ^{Ba}
گلیسین	۲۴	۰/۶۵±۰/۱۵ ^{Bb}	۰/۵۰±۰/۱۰ ^{Ab}	۰/۵۶±۰/۱۳ ^{ABb}
	۴۸	۰/۵۶±۰/۱۳ ^{Ba}	۰/۳۹±۰/۱۳ ^{Aa}	۰/۶۳±۰/۱۱ ^{Bb}
	۹۶	۰/۵۳±۰/۱۵ ^{Aa}	۰/۴۴±۰/۱۶ ^{Aab}	۰/۴۷±۰/۱۴ ^{Aa}

حروف کوچک متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در مدت نگهداری (عمودی) و حروف بزرگ متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین سه محیط (افقی) است.

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه پاسخ بویایی نسبت به محرک بویایی گلیسین در هر دو غلظت $LC_{۵}$.۰/۱ و $LC_{۱}$. آندوسولفان در ۲۴ ساعت، با شاهد (آب معمولی کارگاه) اختلاف معنی‌داری داشت.

مشاهدات رفتاری بچه ماهیان در این پژوهش نشان داد که در غلظت‌های زیر حدکشنده دیازینون و آندوسولفان، رفتار شنا و جستجوی تغذیه‌ای بچه ماهی‌ها تحت تاثیر قرار گرفت به طوری که ضمن افزایش سرعت حرکت شنا، نوعی بی‌قراری و حالت بیش‌فعالی[۱] بیش‌فعالی[۱] نیز مشاهده شد.

بحث

مشخصات اصلی رفتار تغذیه‌ای شامل افزایش سرعت شنا، فرورفتن در لایه‌های پایین آب، طی مسیرهای مستقیم و کوتاه در محل رهاسازی عصاره غذایی و باز کردن دهان است (Kasumyan, 2007). مشاهده رفتار تغذیه‌ای بچه تاس‌ماهیان در این پژوهش با مشاهدات دیگر پژوهشگران مطابقت داشت. رفتار تغذیه‌ای فعالیتی چند وجهی و چند حسی است که نسبت به کوچک‌ترین تغییرات محیطی از جمله مواد آلاینده و سمی بسیار حساس و آسیب‌پذیر است. آلاینده‌ها معمولا در غلظت‌های بالا و زمان طولانی نه تنها موجب ایجاد بی‌اشتهایی و کاهش انگیزش در تغذیه می‌شوند بلکه مستقیم یا غیرمستقیم در حس بویایی ماهیان و نهایتا رفتار تغذیه‌ای آن‌ها اختلال ایجاد می‌کنند (Kasumyan, 2000; Hara, 2011b). رفتارهای ماهیان تحت تاثیر محدوده گسترده‌ای از عوامل درونی از جمله گرسنگی و چرخه زندگی و عوامل بیرونی مانند زمان (روز و فصل)، دما، جریان آب و بسیاری از آلاینده‌ها حتی در مقادیر زیر حدکشنده[۲]، قرار می‌گیرند (Kasumyan, 2000; Scott and Sloman, 2004; Lokkeborg et al., 2014; Lari et al., 2016). رفتار یک ماهی در پاسخ به یک ماده سمی احتمالا نتیجه اثر آن بر گیرنده‌های مختلف از جمله گیرنده‌های بویایی و دستگاه عصبی است. نتیجه این اثرات موجب کاهش نرخ تغذیه می‌شود. این حالت به دلیل نقش مهارکنندگی سموم بر انتقال پیام‌های بویایی است که ضمن کاهش رفتار اجتناب از شکار (به علت بیش‌فعالی)، عملکرد گیرندگی شیمیایی را مختل می‌کند (Di Giulio and Hinton, 2008; Oulton et al., 2014; Maryoung et al., 2015). نتایج به دست آمده از این مطالعه (جدول ۱) نشان

1- Hyper Activity

2- Sub-lethal Concentration

www.SID.ir

Archive of SID

دهنده کاهش معنی‌دار پاسخ بویایی و تمایل بچه ماهیان به محرک‌های بویایی و عصاره دافنی در تمامی موارد بود. بین غلظت دیازینون در محیط و پاسخ بویایی رابطه عکس وجود داشت به طوری که با افزایش غلظت دیازینون، همانند پژوهش‌های دیگر، تمایل و پاسخ بویایی بچه تاس‌ماهیان نسبت به محرک‌های بویایی کاهش بیشتری داشت. غلظت برخی مواد سمی در ماهیان خاویاری و لاروهای جوان ماهی قزل‌آلا، موجب بروز فعالیت بیشتر نسبت به گروه شاهد و کاهش جذب نسبت به بوی غذا شد (Makaras and Svecevicius, 2016; Sakamoto et al., 2016). در غلظت‌های بالای مواد سمی یا قرار گرفتن طولانی مدت یک جانور در معرض ماده آلاینده، قطع تغذیه یک پاسخ غیراختصاصی است. نرخ تغذیه به دلیل سرکوب انگیزش برای تغذیه و یا به دلیل اختلال در رفتار تغذیه‌ای مناسب از جمله اختلال در رفتار جستجوی تغذیه‌ای، کاهش می‌یابد. در غلظت‌های پایین مواد سمی و زمان کوتاه هم، اختلال در رفتار تغذیه‌ای آشکار می‌شود که این اختلال به تغییرات ساختاری و عملکردی دستگاه‌های حسی بستگی دارد (Kasumyan, 2000). در این پژوهش مشخص شد که با افزایش مدت نگهداری، پاسخ بویایی به تمامی محرک‌های بویایی در مقایسه با شاهد (آب اکواریم)، کاهش معنی‌داری را نشان داد که این نکته مبین تاثیر منفی غلظت‌های ۰/۱$LC_{۵۰}$ و $LC_{۱۰}$ دیازینون بر عملکرد دستگاه بویایی بچه تاس‌ماهیان با ادامه زمان حضور ماده سمی در محیط است. دیازینون حتی در غلظت‌های زیر حدکشنده اثرات معنی‌داری بر برخی فرآیندهای بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و ریختی دارد و به طور گسترده‌ای در درون و بین گونه‌های مختلف ماهیان اثرات متفاوتی دارد (Cong et al., 2009; Rudnicki et al., 2009; Aggarwal et al., 2013). میزان سمیت دیازینون در ماهیان مختلف به عواملی مانند گونه ماهی، اندازه ماهی، مدت زمان قرارگیری در معرض سم، قدرت مهارکنندگی آنزیم استیل کولین استراز، قدرت سم‌زدایی ماهی و میزان جذب بستگی دارد. این عوامل ممکن است رفتارهایی را که برای بقا ماهی در محیط زندگی ضروری است، از بین ببرد (Dutta and Arends, 2003; Koprucu et al., 2006; Howcroft et al., 2011; Pereira et al., 2013). همبستگی بین تداخل اثرات سموم ارگانوفسفاته بر رفتار تغذیه‌ای و آنزیم استیل کولین استراز در

www.SID.ir

Archive of SID

ماهیان مشاهده شده است (Scott and Sloman, 2004; Brondz, 2015). ممکن است سموم از طریق جذب سلولی و آسیب زدن به اندامک‌ها و دستگاه آنزیمی سلول‌ها، اثر مستقیم بر گیرنده‌های موجود در سطح غشای سلول و از طریق رقابت با مواد زیستی مهم، درک شیمیایی در ماهیان را تغییر دهند (Hara, 1992).

همچنین سموم بر کنترل عملکرد ماهیچه‌ای اثر می گذارند و فعالیت‌هایی از جمله شنا کردن را مختل می‌کنند که ممکن است منجر به تغییراتی در رفتار ماهیان از جمله رفتار تغذیه‌ای شود (Mahboob et al., 2014). مهار آنزیم استیل کولین استراز توسط ارگانوفسفات‌ها از جمله آفت‌کش دیازینون موجب تجمع استیل کولین در فضای سیناپسی و تحریک فزاینده گیرنده‌های موسکارینی و نیکوتینیکی می‌شود. این ترکیبات همچنین به عنوان پیش ماده کاذب نیز عمل می‌کند و بر خلاف پیش ماده‌های طبیعی دوره طولانی‌تری در جایگاه فعال آنزیم باقی می‌مانند و مانع هیدرولیز استیل کولین در فضای سیناپسی می‌شوند (Di Giulio and Hinton, 2008). قرار گرفتن در معرض غلظت زیر حدکشنده دیازینون به مدت ۹۶ ساعت، موجب افزایش کورتیزول و به دنبال آن افزایش فعالیت پمپ Na^{+}-K^{+}-ATPase در ماهی کلمه خزری[1] انگشت‌قد (*Rutilus rutilus*) شد (Katuli et al., 2014). برخی از آلاینده‌ها موجب ایجاد پاسخ‌های رفتاری جذبی در ماهیان می‌شوند (Tierney, 2011). به نظر می‌رسد که کاهش پاسخ بویایی بچه تاس‌ماهیان به محرک‌های قوی بویایی (عصاره دافنی، آلانین و گلیسین) در محیط‌های آلوده به غلظت‌های زیر حدکشنده دیازینون، با وجود بروز رفتار شناگری و تحرک بیشتر نسبت به محیط آب معمولی کارگاه، احتمالا ناشی از تاثیر دیازینون و اثر بر رفتار تغذیه‌ای و مهار آنزیم استیل کولین استراز در بچه ماهیان باشد.

سم آندوسولفان در گروه سیکلودین‌ها قرار دارد. این دسته از سموم موجب افزایش زمان باز شدن دریچه‌های سدیمی در غشای پس‌سیناپسی و افزایش فعالیت نورون‌های حرکتی می‌شوند که نهایتا موجب بروز رفتار بیش‌فعالی نسبت به محرک، افزایش لرزش‌های مکرر، حرکت تند باله‌ها و تشنج در ماهی می‌شود. (Di Giulio and Hinton, 2008). برخی از مواد آلاینده که مشابه با مواد بویایی هستند، می‌توانند عملکرد طبیعی سلول‌های

1- Caspian Roach

www.SID.ir

Archive of SID

بویایی را تغییر دهند و پاسخ نورون‌های حسی بویایی را نسبت به اسیدهای آمینه و اسیدهای صفراوی کاهش دهند. آلاینده‌هایی که برای نورون‌ها سمی هستند، ممکن است علاوه بر اثر روی ماهیچه‌ها، بر توانایی مغز در پردازش اطلاعات بویایی نیز اثر بگذارند. حشره‌کش‌ها می‌توانند موجب از بین رفتن یا تغییر برخی از رفتارها شوند. تغییر این رفتارها ممکن است لزوما به مرگ جانور منتهی نشود، ولی احتمال مرگ اکولوژیکی را از طریق شکار شدن افزایش دهد (Tierney, 2011). مطابق با نتایج جدول ۱ مشخص شد که غلظت $LC_{۱۰}$ (غلظت بیشتر) سم دیازینون در مقایسه با گروه شاهد (آب معمولی کارگاه) در تیمارهای ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعته از ۱۰ تا ۲۲ درصد، پاسخ بویایی را در بچه تاس‌ماهیان، حتی در مقابل عصاره دافنی به عنوان غذای طبیعی با اختلاف معنی‌داری کاهش داد. همچنین در این غلظت با گذشت زمان روند کاهش پاسخ بویایی ادامه داشت؛ هرچند این اختلاف در سه تیمار زمانی معنی‌دار نبودند. به نظر می‌رسد که نتایج این پژوهش مانند نتایج سایر پژوهشگران به نقش دیازینون در کاهش حس بویایی، احتمالا از طریق نقش آنتی استیل کولین استرازی و همچنین از طریق اثر تخریبی بر نورون‌های بویایی و پردازش اطلاعات بویایی در مغز و کاهش بویایی در بچه تاس‌ماهیان می‌شود، مربوط باشد. مشاهده کمی رفتار در بچه تاس‌ماهیان، تغییرات مشهود در شنا و حرکت را نیز نشان داد. در مقابل با توجه به نتایج جدول ۲ مشخص شد که پاسخ بویایی بچه تاس‌ماهیان در محیط آلوده به سم آندوسولفان نسبت به عصاره دافنی در تیمارهای ۲۴ و ۴۸ ساعته همانند پاسخ بویایی در محیط آلوده به دیازینون روند کاهشی داشت. ولی با گذشت زمان افزایش پاسخ بویایی به عصاره دافنی در برخی موارد معنی‌دار بود. احتمالا وجود اختلاف در پاسخ‌های بویایی در بین دو سم در این پژوهش به نوع مکانیسم اثر هر یک از سموم برمی‌گردد. همان طور که قبلا بیان شد، آندوسولفان موجب افزایش زمان باز شدن دریچه‌های سدیمی در غشای پس‌سیناپسی می‌شود و این امر با افزایش تحریک‌پذیری، احتمالا افزایش پاسخ بویایی را به دنبال دارد. نتایج به دست آمده در رابطه با اسیدهای آمینه آلانین و گلیسین نیز مشابه با دافنی بود. هر چند میزان پاسخ نسبت به این اسیدهای آمینه در مقایسه با دافنی کمی کمتر بود. همچنین آندوسولفان با غلظت $۰/۱LC_{۵۰}$ در مقایسه با غلظت $LC_{۱۰}$ تاثیر بیشتری بر پاسخ بویایی

www.SID.ir

Archive of SID

داشت. احتمالا پاسخ بویایی ضعیف‌تر در غلظت‌های بالاتر آندوسولفان ناشی از ایجاد اختلال شدید در حس بویایی، تحریک و ایجاد بیش‌فعالی باشد که به دنبال آن رفتار اجتناب از خطر کاهش یافته و موجب جذب ماهی به محل‌هایی با تراکم بالاترِ آلاینده می‌شود. با در نظر گرفتن بررسی کیفی و کمی پاسخ‌های رفتاری می‌توان حضور مقادیر زیر حدکشنده آفت‌کش‌های کشاورزی (دیازینون و آندوسولفان) را در آب به عنوان عامل موثری در تغییر میزان واکنش دستگاه بویایی تاس‌ماهی ایرانی نسبت به محرک‌های مختلف، دانست. پژوهش‌های بیشتری در ارتباط با فیزیولوژی گیرندگی شیمیایی و اثرات مواد سمی به ویژه سم پرمصرف دیازینون و آندوسولفان ضروری به نظر می‌رسد.

تشکر و قدردانی

از همکاری‌های اعمال شده توسط مدیریت و کارکنان کارگاه شهید مرجانی استان گلستان در مراحل عملی این پژوهش، قدر دانی و تشکر به عمل می‌آید.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

جعفری شموشکی و.، ابطحی ب. و کاسومیان ا. ۱۳۸۵. مطالعه رفتار ترجیح بویایی در بچه تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با استفاده از اسیدهای آمینه آزاد. مجله علوم و فنون دریایی ایران، ۵(۳ـ۴): ۲۱ـ۱۳.

کردجزی س. ۱۳۹۱. ترجیح چشایی تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با استفاده از ۴ مزه اصلی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۵۶ص.

Aggarwal V., Deng X., Tuli A. and Goh K. S. 2013. Diazinon-chemistry and environmental fate: A California perspective. P: 107–140. In: Whitacre D.M. (Ed.). Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, Vol. 223. Springer, USA.

Belenguera V., Martinez-Capela F., Masiab A. and Picob Y. 2014. Patterns of presence and concentration of pesticides in fish and waters of the Jucar River (Eastern Spain). Journal of Hazardous Materials, 265: 271–279.

Brondz I. 2015. Review: Can toxic substances initiate psychotic behavior? Part II. Organophosphate (OP) substances with anti-acetylcholinesterase enzyme activity. Voice of the Publisher, 1(3): 47–65.

Cong N.V., Phuong N.T. and Bayley M. 2009. Effects of repeated exposure of diazinon on cholinesterase activity and growth in snakehead fish (*Channa striata*). Ecotoxicology and Environmental Safety, 72(3): 699–703.

Di Giulio R.T. and Hinton D.E. 2008. The Toxicology of fishes. CRC Press Taylor and Francis Group, USA. 1096P.

Dutta H.M. and Arends D.A. 2003. Effects of endosulfan on brain acetylcholinesterase activity in juvenile bluegill sunfish. Environmental research, 91(3): 157–162.

Ghazala G., Mahboob S., Sultana S., Al-Ghanim K.A., Ahmad L., Rafique Asi M., Sultana T., Almisned F. and Ahmed Z. 2015. Fish cholinesterases: Biomarkers of neurotoxcity of sublethal effects of carbosulfan and parathion in *Cirrhinus mirgala*. Fresenius Environmental Bulletin, 24(2): 565–569.

Ghosh S.K. and Chakrabarti P. 2014. Histophysiological studies on the olfactory epithelium of banded pearl spot *Etroplus suratensis* (Bloch, 1970). Journal of Entomology and Zoology Studies, 2(1): 78–82.

Hara T.J. 1992. Overview and introduction. P: 1–12. In: Hara T.J.

www.SID.ir

Archive of SID

(Ed.). Fish Chemoreception. Chapman and Hall, New York.

Hara T.J. 2011a. Neurophysiology of Olfaction. P: 208–210. In: Farrell A.P. (Ed.). Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment. Academic Press-Elsevier, USA.

Hara T.J. 2011b. Chemoreception (Smell and Taste): An Introduction. P: 183–186. In: Farrell A.P. (Ed.). Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment. Academic Press-Elsevier, USA.

Howcroft C.F., Gravato C., Amorim M.J.B., Novais S.C., Soares A. and Guilhermino L. 2011. Biochemical characterization of cholinesterases in *Enchytraeus albidus* and assessment of in vivo and in vitro effects of different soil properties, copper and phenmedipham. Ecotoxicology, 20: 119–130.

Jafari Shamushaki V.A., Abtahi B. and Kasumyan A.O. 2011. Olfactory and taste attractiveness of free amino acids for Persian sturgeon juveniles, *Acipenser persicus*: A comparison with other acipenserids. Journal of Applied Ichthyology, 27(2): 241–245.

Kasumyan A.O. 1994. Olfactory sensitivity of the sturgeon to free amino acids. Biophysics, 39: 519–522.

Kasumyan A.O. 2000. Effects of chemical pollutants on foraging behavior and sensitivity of fish to food stimuli. Journal of Ichthyology, 41(1): 76–87.

Kasumyan A.O. 2007. Paddlefish *Polyodon spathula* juveniles' food searching behaviour evoked by natural food odour. Journal of Applied Ichthyology, 23: 636–639.

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, 50(8): 682–693.

Kasumyan A.O. and Taufik L.R. 1994. Behavior reaction of juvenile sturgeons (Acipenseridae) to amino acids. Journal of Ichthyology, 34: 90–102.

Katuli K.K., Mojazi Amiri B., Massarsky A. and Yelghi S. 2014. Impact of a short-term diazinon exposure on the osmoregulation potentiality of Caspian roach (*Rutilus rutilus*) fingerlings. Chemosphere, 108: 396–404.

Koprucu S.S., Koprucu K., Ural M.S., Ispir U. and Pala M. 2006. Acute toxicity of organo-phosphorus pesticide diazinon and its effects on behavior and some hematological parameters of fingerling European catfish (*Silurus glanis* L.). Journal of Pesticide Biochemistry and Physiology, 86(2): 99–105.

www.SID.ir

Archive of SID

Lari E., Abtahi B. and Hashtroudi M.S. 2016. The effect of the water soluble fraction of crude oil on survival, physiology and behaviour of Caspian roach, *Rutilus caspicus* (Yakovlev, 1870). Aquatic Toxicology, 170: 330–334.

Lokkeborg S., Siikavuopio S.I. Humborstad O.B., Utne-Palm A.C. and Ferter K. 2014. Towards more efficient longline fisheries: Fish feeding behaviour, bait characteristics and development of alternative baits. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 24: 985–1003.

Mahboob S., Al-Ghanim K.A., Al-Misned F. and Ahmed Z. 2014. Determination of pesticide residues in muscle of *Cyprinus carpio* from River Ravi. Toxicological and Environmental Chemistry, 965: 799–807.

Makaras T. and Svecevicius G. 2016. Use of locomotor activity of rainbow trout juveniles in identifying sublethal concentrations of landfill leachate. International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering, 10(1): 15–21.

Maryoung L.A., Blunt B., Tierney K.B. and Schlenk D. 2015. Sub lethal toxicity of chlorpyrifos to salmonid olfaction after hyper-saline acclimation. Aquatic Toxicology, 161: 94–101.

Mokhtar D.M. and Abd-Elhafeez H.H. 2014. Light- and electron-microscopic studies of olfactory organ of Red-tail shark, *Epalzeorhynchos bicolor* (Teleostei: Cyprinidae). Journal of Microscopy and Ultrastructure, 2(3): 182–195.

Oulton L.J., Taylor M.P., Hose G.C. and Brown C. 2014. Sublethal toxicity of untreated and treated stormwater Zn concentrations on the foraging behaviour of *Paratya australiensis* (Decapoda: Atyidae). Ecotoxicology, 23(6): 1022–1029.

Pereira C.M.S., Novais S.C., Soares A.M.V.M. and Amorim M.J.B. 2013. Dimethoate affects cholin-esterases in *Folsomia candida* and their locomotion- False negative results of an avoidance behaviour test. Science of the Total Environment, 443: 821–827.

Rudnicki C.A.M., Melo G.C., Donatti L., Kawall H.G. and Fanta E. 2009. Gills of juvenile fish piaractus mesopotamicus as histological biomarkers for experimental sublethal contamin-ation with the Organophosphorus Azodrin® 400. Brazilian Archives of Biology and Technology, 52(6): 1431–1441.

Sakamoto K., Dew W.A., Hecnar S.J. and Pyle G.G. 2016. Effects of Lampricide on olfaction and behavior in young-of-the-year lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*).

www.SID.ir

Archive of SID

Environmental Science and Technology, 50(7): 3462–3468.

Scott G.R. and Sloman K.A. 2004. The effects of environmental pollutants on complex fish behaviour: Integrating behaviour and physiological indicators of toxicity. Aquatic Toxicology, 68: 369–392.

Strieck F. 1924. Untersuchungen uber den geruchs- und geschmackssinn der elritzen. Zeitschrift fur Vergleichende Physiologie, 2: 122–154.

Tierney K.B. 2011. The effects of toxicants on olfaction in fishes. P: 2078–2083. In: Farrell A.P. (Ed.). Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment, Vol. 3. Elsevier, USA.

Tierney K.B., Baldwin D.H., Hara T.J., Ross P.S., Scholz N.L., Kennedy C.J. 2010. Olfactory toxicity in fishes. Aquatic Toxicology, 96: 2–26.

Vardy D.W., Santore R., Ryan A., Giesy J.P. and Hecker M. 2014. Acute toxicity of copper, lead, cadmium, and zinc to early life stages of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) in laboratory and Columbia River water. Environmental Science and Pollution Research International, 21: 8176–8187.

Wu H., Gao C., Guo Y., Zhang Y., Zhang J. and Ma E. 2014. Acute toxicity and sublethal effects of fipronil on detoxification enzymes in juvenile zebrafish (*Danio rerio*). Pesticide Biochemistry and Physiology, 115: 9–14.

Zahedi S., Mirvaghefi A., Rafati M. and Mehrpoosh M. 2012. Cadmium accumulation and biochemical parameters in juvenile Persian sturgeon, *Acipenser persicus*, upon sublethal cadmium exposure. Comparative Clinical Pathology, 22: 805–813.

www.SID.ir

Archive of SID

Aquatic Physiology and Biotechnology
Vol. 4, No. 3, Autumn 2016

The effect assessment of sub-lethal concentrations of Diazinon and Endosulfan on olfactory responses of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) fingerlings using olfactory stimuli

Seyed Hossein Nabavi[1]*, Behrooz Abtahi[2], Valiollah Jafari Shamushaki[3], Rassol Ghorbani[3]

Received: June 2016 Accepted: November 2016

Abstract

The purpose of the present study was to find the sub-lethal effects of Diazinon and Endosulfan on olfactory responses in Persian sturgeon fingerlings (*Acipenser persicus*). The fingerlings used in this study were in the range of 7-9 g in weight and 10-13cm in length. For qualitative and quantitative study of environmental effects on behavioral responses, the amino acids glycine and alanine (At the concentration of 0.001 mol per liter as of olfactory stimuli) and *Daphnia* extract (positive control) and tap water (negative control) each with five replicates were used. Olfactory responses of juveniles in tap water and the sub-lethal concentration (LC_{10} and $0.1LC_{50}$) of the diazinon and endosulfan, after 24, 48 and 96 hours, were evaluated. The average percentage of olfactory responses to olfactory stimuli in both concentrations of LC_{10} and $0.1LC_{50}$ of diazinon with increasing concentration and time compare to the control was decreased. The concentration of $0.1LC_{50}$ endosulfan, Showed a greater reduction in the percentage of the average responses of olfaction compare to control. The results suggest that environmental factors are affecting olfactory responses in the Persian sturgeon.

Key words: *Olfactory Preference, Feeding Behavior, Diazinon, Endosulfan, Persian Sturgeon.*

1- Ph.D. Student in Marine biology, Department of Marine Biology, Faculty of Biological Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
2- Associate Professor in Department of Marine Biology, Faculty of Biological Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
3- Associate Professor in Department of Fisheries, Faculty of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
*Corresponding Author: nabavi81@yahoo.com

www.SID.ir