نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

اهمیت ارزیابی اثر صوت بر ماهیان بومزاد آب شیرین ایران

سیدرضا محسن‌پور[1]، سعید شفیعی‌ثابت[2*]

[1]دانشجوی دکتری بوم‌شناسی آبزیان، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

[2]استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل
DOI: 10.22034/jair.8.5.6

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۰۰/۰۹/۲۴
پذیرش: ۰۰/۱۱/۱۰

نویسنده مسئول مکاتبه:
سعید شفیعی‌ثابت، استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

ایمیل: s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir

چکیده

ماهیان بومزاد جزئی از ذخایر ژنتیک زیستگاه‌های آبی محسوب می‌گردند. دریای خزر به‌عنوان بزرگ‌ترین دریاچه جهان، با تنوع زیستگاهی منحصربه‌فرد از اهمیت بالایی برای کشورهای منطقه برخوردار است. در طی دهه‌های اخیر، با افزایش سطح اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی، تأثیرات آن بر ماهیان آب شیرین و دریایی موردتوجه مدیران شیلاتی و سایر علاقه‌مندان مرتبط قرار گرفته است. اگرچه نشان داده شده است که اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی می‌تواند تأثیرات مهمی بر پستانداران دریایی و ماهیان در اکوسیستم‌های دریایی داشته باشد، اما اطلاعات کمی در مورد این تأثیرات بر ماهیان آب شیرین وجود دارد. در مطالعه حاضر، به بررسی و دسته‌بندی قدرت شنوایی ماهیان بومزاد آب شیرین و پتانسیل اثر صوت بر ماهیان بومزاد و همین-طور شاخص‌های قابل‌بررسی در مطالعات رفتارشناسی آن‌ها خواهیم پرداخت. در اینجا ما تأکید می‌کنیم که پژوهش‌های بیشتری بر بررسی اثرات احتمالی صوت بر ماهیان بومزاد آب شیرین نیاز می‌باشد و پیشنهاد می‌شود برای درک بهتر این اثرات تکنیک‌های رفتاری و فیزیولوژیک و نتایج آن‌ها به‌طور هم‌زمان باهم ادغام و بررسی گردد.

واژه‌های کلیدی:
شنوایی، صوت، ماهیان بومزاد، حفاظت، دسته‌بندی، شاخص‌های رفتاری.

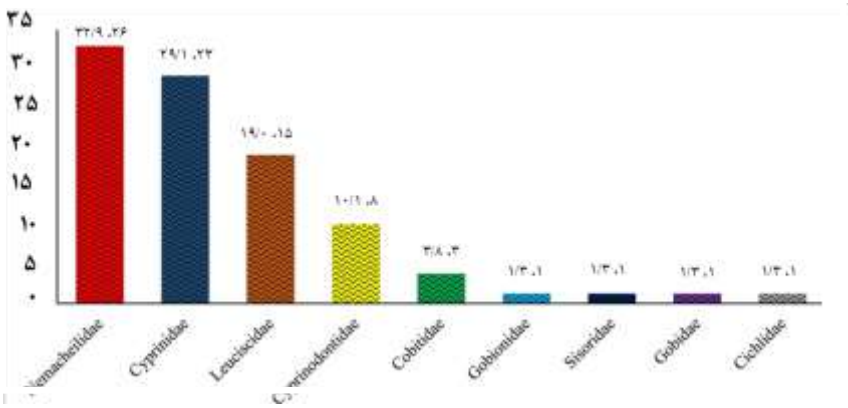
۱ | مقدمه

گونهٔ بومی (Native) به گونه‌ای گفته می‌شود که به‌تنهایی در یک ناحیه‌ی جغرافیایی از زمین وجود دارد و در آنجا تولیدمثل و تکثیر می‌کند. به‌عبارت‌دیگر گونه بومی گونه‌ای است که بخشی از فون یا فلور اصلی یک ناحیه‌ی جغرافیایی باشد (Kiabi *et al.*, 1999). اما در تعریف گونه‌ی بومزاد (Endemic) باید گفت، کلمه‌ی بومزاد موقعی استفاده می‌شود که یک تاکسون گیاهی یا جانوری در یک گستره‌ی جغرافیایی در یک ناحیه‌ی ویژه محدود شده است. پدیده اندمیسم ممکن است ناشی از چندین پدیده باشد، ولی به‌طورکلی پایه و اساس همه این جدایی‌ها، جدایی جغرافیایی (Geographical isolation) می‌باشد. بر اساس این پدیده، گونه بومزاد به یک جمعیت کوچک و جدا شده با تنوع ژنتیکی محدود گفته می‌شود. بعد از نسل‌های زیاد، رانش ژنتیکی (Drift) باعث تشکیل و به‌وجود آمدن گونه‌ها و زیرگونه‌های جدید می‌شود. در یک تعریف دیگر گونهٔ بومزاد به یک گونهٔ بومی گفته می‌شود که محدود به یک ناحیه‌ی باریک شده باشد و یا گونه بومی که منحصراً متعلق به یک منطقه خاص است (Coad, 2005). با توجه به تنوع گونه‌ای ماهیان آب شیرین ایران به دلیل حضور در سه صفحه جغرافیایی پالوآرکتیک (Palearctic)، اورینتال (Oriental) و آفریقا (Esmaeili *et al.*, 2010, 2014a, 2014b; Coad, 2015) (شکل ۱) و هم‌چنین وجود زیستگاه‌های منحصربه‌فرد در ایران، ماهیان بومزاد متنوعی از خانواده و جنس‌های متنوع در ایران وجود دارد (Jouladeh-Roudbar *et al.*, 2015). ماهیان آب شیرین ایران شامل ۲۶۴ گونه، ۹۷ جنس، ۳۳ خانواده و ۲۰ رده می‌باشد، که از این تعداد ۷۹ گونه بومزاد در ۹ خانواده در ۱۹ حوضه آبریز ایران پراکنش دارند (Jouladeh-Roudbar *et al.*, 2020) (شکل ۲). با توجه به تهدیدات موجود در زیستگاه‌های آبی و وجود محرک‌های صوتی متنوع که با پراکنش‌های زمانی و مکانی متفاوت در این محیط‌ها گسترده هستند (Shafiei Sabet *et al.*, 2015)، مطالعه و بررسی قدرت شنوایی این ماهیان بومزاد که از اهمیت زیادی برخوردار هستند، تأکید می‌گردد. زیستگاه‌های آب شیرین بخش نسبتاً زیادی از تنوع زیستی زمین را در خود جای داده‌اند (Combes, 2003). تا سال ۲۰۲۱ میلادی تعداد ۳۵۷۹۷ گونه ماهی شناسایی شده است (IUCN Red List, 2021). با توجه به اینکه آب شیرین ممکن است کمتر از ۰/۳ ٪ آب جهانی موجود را تشکیل دهد، قابل‌توجه است که بیش از ۱۵۰۰۰ گونه ماهی آب شیرین وجود دارد. درحالی‌که جوامع دریایی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-24]
[DOI: 10.22034/jair.8.5.18]

درمجموع گونه‌های بیشتری دارند، آب‌های شیرین در واحد حجم زیستگاه بسیار غنی‌ترند. تنوع گونه‌ای ماهیان آب شیرین بیشتر از تنوع ماهیان دریایی است، درحالی‌که محیط‌های دریایی حدود ۷۰٪ کره زمین و حدود ۹۷٪ از حجم کل آب‌های کره زمین را در برمی‌گیرد (May, 1994; Carrete Vega & Wiens, 2012; Manel *et al.*, 2020). این تنوع در گونه‌های آب شیرین شاید تعجب‌آور نباشد، زیرا زیستگاه‌های متعدد و متنوعی به‌صورت جداگانه وجود داشته که این تنوع گونه‌ای را تقویت می‌کند (Bone & Moore, 2008). ماهی‌های آب شیرین که تقریباً ۲۵٪ از کل مهره‌داران را تشکیل می‌دهند، یکی از مؤلفه‌های مهم تنوع زیستی جهانی هستند (Reid *et al.*, 2013). اکوسیستم‌های آب شیرین به دلایل زیادی ارزشمند می‌باشد، زیرا این اکوسیستم خدمات زیادی ازجمله آب آشامیدنی، کنترل سیل، تنظیم آب‌وهوا، تولید مواد غذایی را برای انسان فراهم می‌کند (Hitt *et al.*, 2015). تنوع زیستی در زیستگاه‌های آب شیرین به دلیل جمعیت زیاد انسانی در اطراف این اکوسیستم‌ها به همراه غنای گونه‌ای زیاد، به‌ویژه در برابر تغییرات محیطی ناشی از فعالیت‌های انسانی آسیب‌پذیر هستند (Abell, 2002). تهدیدهای عمده برای ماهیان آب شیرین و سایر تنوع زیستی آب شیرین شامل: دست‌کاری (habitat modification)، تکه‌تکه شدن (fragmentation) و تخریب زیستگاه (destruction)؛ گونه‌های مهاجم (invasive species)؛ صید بی‌رویه (overfishing)؛ آلودگی محیطی (environmental pollution)؛ تغییرات اقلیمی (climate change) و غیره می‌باشد (IUCN, 2015). بر این اساس به گزارش ۱۶ سازمان ازجمله صندوق جهانی حیات‌وحش و انجمن جانورشناسی لندن، ۳۰ درصد از ۱۰ هزار و ۳۳۶ ماهی بررسی‌شده در فهرست قرمز گونه‌های در معرض خطر IUCN در معرض خطر انقراض قرار دارند (IUCN, 2020). همچنین با توجه به‌سرعت بالای صوت در محیط آبی که حدود ۵ برابر سریع‌تر از سرعت صوت در محیط خشکی است، اهمیت این موضوع را نشان می‌دهد که نقش و کاربردهای اصوات و تأثیرات آن‌ها بر موجودات آبزی موردبررسی قرار گیرد (Shafiei Sabet *et al.*, 2015).

شکل ۱- موقعیت صفحات جغرافیایی مختلف در جهان و سه صفحه متأثر بر ایران (اقتباس‌شده از Esmaeili *et al.*, 2017)



شکل ۲- تفکیک ماهیان بومزاد ایران بر اساس خانواده‌های مختلف (تعداد گونه‌ها، درصد کل). (اقتباس‌شده از Jouladeh-Roudbar *et al.*, 2020)

۲ | مواد و روش‌ها

صوت به‌صورت فعال می‌تواند در تولیدمثل، ردیابی شکار و شکارچیان، دفاع از قلمرو و همچنین برای شناسایی شاخص‌های مهم زیستگاه مورداستفاده قرار گیرد (Fay and Popper, 2000). بسیاری از گونه‌ها به‌خصوص در محیط‌هایی که دید کم و تاریک و یا محیط کدر است (Heuschele *et al.*, 2012)، از صوت برای شناسایی و درک محیط اطراف و برقراری ارتباط استفاده می‌کنند (Fay and Popper, 2000). بیشتر مطالعات آبزیان بر منابع تولید صوت شدید ازجمله سونار، تفنگ‌های بادی (Air guns) و سکوهای حفاری به دلیل صدمات مستقیمی که بر آن‌ها وارد می‌کنند متمرکز شده است (Popper and Hastings, 2009)؛ بااین‌حال، کشتی‌رانی از مهم‌ترین منابع تولید اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی است که همانند سایر منابع صوتی ناشی از فعالیت‌های انسانی در فرکانس‌های پایین در زیرآب پخش می‌شود و با دامنه شنوایی بسیاری از گونه‌های آبزیان همپوشانی دارد (Solan *et al.*, 2016). بسیاری از گونه‌های ماهیان غیراقتصادی شاید از برخی تأثیرات انسانی مثل صید بی‌رویه در این مناطق محافظت شوند اما همچنان به‌طور گسترده تحت تأثیرات منفی فعالیت‌های

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-24]
[DOI: 10.22034/jair.8.5.18]

انسانی قرار دارند. به‌طور مثال اصوات ضبط‌شده از یک منطقه حفاظت‌شده دریایی به مدت ۱ سال در دریای مدیترانه نشان می‌دهد که اصوات حمل‌ونقل کشتی‌ها در ساعات اوج اصوات ماهی‌ها ۴۶ درصد هم‌پوشانی داشت (Buscaino *et al*., 2016). بیشتر تأثیرات اثبات‌شده از آلودگی صوتی بر گونه‌های آبزی، بر شناسایی تغییرات رفتاری ازجمله تغییر در عملکرد تغذیه‌ای (Purser and Radford, 2011; Sahfiei Sabet *et al*., 2015) و یا منجر به تغییرات فیزیولوژیک مانند افزایش سطح استرس یا اختلال شنوایی آن‌ها (Smith *et al*., 2004; Wysocki *et al*., 2006) متمرکز شده است. در جدول ۱، حساسیت‌های شنوایی ماهیان بومزاد ایران بر اساس خانواده و همچنین تهدیدات آن‌ها به نشان داده شده است. در بحث حساسیت‌های شنوایی بسته به گونهٔ ماهی و ارتباط کیسه شنا با گوش داخلی از طریق استخوانچه‌های وبر متفاوت می‌باشند. درواقع این دسته از ماهیان که به‌واسطه دارا بودن پل ارتباطی استخوانچه‌های وبر اتصال کیسه شنا و گوش داخلی را میسر می‌سازند، حساسیت تخصص‌یافته دارند و توانایی بیشتری در درک شنوایی محیط اطراف خود دارند. در مقابل ماهیان فاقد ساختار وبر این قابلیت را ندارند و حساسیت شنوایی عمومی و معمولی دارند.

جدول ۱- حساسیت‌های شنوایی ماهیان بومزاد ایران به تفکیک خانواده و تهدیدات

خانواده	حساسیت شنوایی	درجه تهدید*
Nemacheilidae	تخصص‌یافته† (Niemiller *et al*., 2019)	LC[I] ،NT[II] ،VU[III] ،EN[IV]
Cyprinidae	تخصص‌یافته (van Opzeeland *et al*., 2007)	LC ،NT ،VU
Leuciscidae	تخصص‌یافته (van Opzeeland *et al*., 2007)	LC ،CE[V]
Cyprinodontidae	تخصص‌یافته (Schulz-Mirbach *et al*., 2011)	LC ،NT ،CE ،EN
Cobitidae	تخصص‌یافته (Ladich, 2013)	LC ،CE
Gobionidae	-	LC ،EN
Sisoridae	-	LC
Gobidae	عمومی‡ (Ladich, 2013)	LC
Cichlidae	عمومی (van Opzeeland *et al*., 2007)	NT

[I]: LC= Least Concern, [II]: NT= Near Threatened, [III]: VU= Vulnerable, [IV]: EN= Endangered, [V]: Critically Endangered
†: Specialist, ‡: Generalist
*: (Jouladeh-Roudbar *et al*., 2020)

۳ | نتایج

دسته‌بندی شاخص‌های قابل‌بررسی در مطالعات رفتارشناسی: پاسخ‌های کوتاه‌مدت: حرکت انفجاری (Startle): تعداد حرکت انفجاری، در وهلهٔ اول نخستین تغییرات رفتاری‌ای قابل‌مشاهده، در معرض قرارگیری گونه‌های آبزیان با محرک‌های صوتی می‌باشد. تعداد حرکت انفجاری ماهی بسته به گونهٔ موردمطالعه می‌تواند تعاریف متعددی داشته باشد؛ اما به‌طورکلی، Shafiei Sabet و همکاران (۲۰۱۵) در تعریف تعداد حرکات انفجاری به «اوج شنای ماهی بیش از ۱۰ سانتی‌متر بر ثانیه که بلافاصله پس از پخش صوت اتفاق می‌افتد. » اشاره نمودند. مطالعات صورت گرفته در این زمینه نشان‌دهنده افزایش تعداد حرکت انفجاری در مواجهه با اصوات کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌باشد (Purser and Radford, 2011).

سرعت شنای کوتاه‌مدت یا لحظه‌ای (Brief Swimming Speed): محرک‌های صوتی پس از تغییرات در تعداد حرکات انفجاری، در بازهٔ زمانی کوتاه‌مدت بر سرعت شنای ماهی تأثیرگذار است. محسن‌پور و شفیعی‌ثابت (Mohsenpour and Shafiei Sabet, 2021) دریافتند الگوهای صوتی مختلف در بازه زمانی کوتاه‌مدت باعث افزایش سرعت شنای ماهی در مقایسه با شرایط سکوت می‌شوند. همچنین شفیعی‌ثابت و همکاران (Shafiei Sabet *et al*., 2015) تغییرات سرعت شنای ماهی در بازهٔ کوتاه‌مدت در مقایسه با شرایط سکوت را مشاهده نمودند.

سرعت شنای بلندمدت (Prolonged Swimming Speed): در ادامه، این تغییرات سرعت شنای ماهی بسته به گونهٔ ماهی دستخوش تغییرات افزاینده و یا کاهنده در بازهٔ زمانی بلندمدت خواهد داشت. شفیعی‌ثابت و همکاران (Shafiei Sabet *et al*., 2016) در آزمایشی به تأثیرات صوت در تغییرات سرعت شنای ماهی زبرا (*Danio rerio*) و سیچلاید ویکتوریا (*Haplochromis piceatus*) پرداختند.

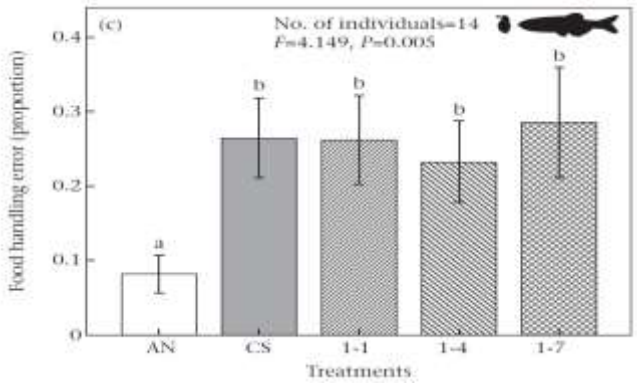
پراکنش مکانی ماهی (Spatial distribution): با تغییرات در سرعت شنای ماهی و همچنین حرکات انفجاری، الگوی مکانی و درنهایت پراکنش مکانی ماهی در زیستگاه و یا محیط موردمطالعه تغییر خواهد کرد. مطالعه تغییرات پراکنش مکانی ماهی در دو فضای پروفایل عمودی (ستون آب) و یا پروفایل افقی صورت می‌گیرد. مطالعات متنوعی درزمینهٔ تغییرات پراکنش مکانی ماهی در مواجه با محرک‌های صوتی انجام شده است. در این راستا، شفیعی‌ثابت و همکاران (Shafiei Sabet *et al*., 2016) به‌منظور بررسی اثرات الگوهای صوتی بر پراکنش مکانی دو گونه ماهی زبرا و سیچلاید ویکتوریا آزمایشی طراحی نمودند. به‌طوری‌که در پروفایل عمودی اختلاف معنی‌داری در ماهی زبرا در مقایسه با تیمار شاهد دیده نشد اما درصد حضور ماهی در لایه پایین تانک آزمایش در مقایسه با قبل از در معرض صوت در سیچلاید ویکتوریا اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در پروفایل افقی نیز در هر دو گونهٔ ماهی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

کارآیی تغذیه‌ای (Foraging Performance)- خطای تبعیض غذایی (Food Discrimination Error): به‌موجب تغییرات در شاخص‌های شناگری ماهی در مواجهه با محرک‌های صوتی، ممکن است ماهی دچار اختلالات تغذیه‌ای ازجمله خطای تبعیض غذایی شود.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-24]
[DOI: 10.22034/jair.8.5.18]

تبعیض غذایی درواقع به توانایی درک و تشخیص طعمه هدف از غیر هدف گفته می‌شود. پرسر و رادفورد (Purser and Radford, 2011) در تعریف عبارت خطای تبعیض غذایی به «تقسیم تعداد دفعات حمله ماهی به ماده غیر غذایی به‌کل تعداد حملات به مواد غذایی و غیر غذایی» اشاره کردند. مطالعات پرسر و رادفورد (Purser and Radford, 2011) نشان داد، اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی باعث بروز خطای تبعیض غذایی در ماهی سه‌خاره شد.

خطای دریافت غذایی (Food Handling Error): اختلالات تغذیه‌ای در مواجه با الگوهای مختلف صوتی می‌تواند منجر به خطای دریافت غذایی نیز گردد. به‌طورکلی خطای دریافت غذایی به اختلال در توانایی ماهی در دریافت طعمه و درنهایت تغذیه از آن گفته می‌شود. پرسر و رادفورد (Purser and Radford, 2011) در تعریف عبارت خطای تبعیض غذایی به «تقسیم تعداد دفعات حمله ناموفق به طعمه به‌کل تعداد دفعات حمله موفق و ناموفق به طعمه» اشاره کردند. آن‌ها در این مطالعه دریافتند که الگوهای صوتی می‌تواند باعث بروز خطای دریافت غذایی در ماهی گردد. والمی و همکاران (Voellmy *et al*., 2014a) در مطالعه‌ای دریافتند اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی بر ماهی سه‌خاره باعث افزایش خطای دریافت غذایی شد اما در ماهی قنات اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در مطالعه‌ای مشابه، شفیعی‌ثابت و همکاران (Shafiei Sabet *et al*., 2015) نیز دریافتند اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی باعث بروز خطای دریافت غذایی در ماهی زبرا می‌شود (شکل ۳).



شکل ۳- تغییرات خطای دریافت غذایی در مواجهه با تیمارهای مختلف صوتی در مقایسه با شرایط سکوت (AN). (اقتباس‌شده از Shafiei Sabet *et al*., 2015)

جدول ۲- مروری بر منابع مطالعات رفتارشناسی (اثر اصوات) بر ماهیان آب شیرین

منبع	عنوان	شاخص‌های موردبررسی			گونه ماهی
		فیزیولوژیک	تغذیه‌ای	شناگری	
Mohsenpour & Shafiei Sabet, 2021	اثر افزایش سطوح صوت با الگوهای زمانی متفاوت بر رفتار شناگری ماهی زبرا (*Danio rerio*)			*	*Danio rerio*
Wysocki *et al*. 2007	Effects of aquaculture production noise on hearing, growth, and disease resistance of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*	*			*Oncorhynchus mykiss*
Wysocki *et al*. 2006	Ship noise and cortisol secretion in European freshwater fishes	*			*Cyprinus carpio, Gobio gobio, Perca fluviatilis*
Shafiei Sabet *et al*. 2016	Behavioural responses to sound exposure incaptivity by two fish species with differenthearing ability		*	*	*Danio rerio, Haplochromis piceatus*
Purser and Radford, 2011	Acoustic noise induces attention shifts and reduces foraging performance in three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*)		*	*	*Gasterosteus aculeatus*
Smith *et al*. 2006	Stress response and habituation to motorboat noise in two coastal fish species in the Bothnian Sea	*			*Carassius auratus*
Shafiei Sabet *et al*. 2015	The effect of temporal variation in sound exposure on swimming and foraging behaviour of captive zebrafish		*	*	*Danio rerio*
Neo *et al*., 2015	Behavioral changes in response to sound exposure and no spatial avoidance of noisy conditions in captive zebrafish		*	*	*Danio rerio*
Neo *et al*., 2018	European seabass respond more strongly to noise exposure at night and habituate over repeated trials of sound exposure		*	*	*Dicentrarchus labrax*
Vollemy *et al*., 2014a	Acoustic noise reduces foraging success in two sympatric fish species via different mechanisms		*	*	*Gasterosteus aculeatus* *Phoxinus phoxinus*
Vollemy *et al*., 2014b	Increased noise levels have different impacts on the anti-predator behaviour of two sympatric fish species		*		*Gasterosteus aculeatus* *Phoxinus phoxinus*

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

گسترش و توسعه فعالیت‌های متنوع انسانی در زیستگاه‌های آب شیرین، می‌تواند منجر به افزایش سطوح اصوات زمینه در این زیستگاه-های بااهمیت گردد. همچنین به‌دلیل توانایی بالای شنوایی در گونه‌های ماهیان بومزاد این منطقه به‌واسطه مکانیسم‌های ویژه اکتسابی، پتانسیل تأثیرپذیری بالایی از این اصوات را می‌توانند دارا باشند. اثرات متنوع افزایش سطوح اصوات زمینه درنتیجه افزایش میزان فعالیت‌های

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-24]
[DOI: 10.22034/jair.8.5.18]

انسانی در سایر زیستگاه‌های آبی بررسی گردیده و نشان داده شده است که آلودگی‌های صوتی در دوره‌های زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌توانند باعث بروز مرگ‌ومیر، تغییرات فیزیولوژیک و اختلالات رفتاری و کاهش راندمان تغذیه‌ای در سطوح انفرادی گونه‌های آبزیان شده و درنتیجه به‌صورت زنجیره‌ای اثرات گسترده‌تری بر شبکه‌های غذایی و جوامع اکوسیستم‌های آبی داشته باشند. لذا با توجه به اهمیت حفاظت از ماهیان بومزاد و همین‌طور عدم وجود اطلاعات و پاسخ‌ها در ابعاد مختلف زیست‌شناسی این گونه‌ها به صوت، انجام مطالعات پیوسته در محیط‌های آزمایشگاهی و طبیعی پیشنهاد می‌گردد.

پست الکترونیک نویسنده:

سعید شفیعی‌ثابت: s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir

REFERENCES

Abell R. 2002. Conservation biology for the biodiversity crisis: a freshwater follow-up. Conservation Biology, 16 (5): 1435-1437.

Bone Q., Moore R. 2008. Biology of fishes. Taylor & Francis. ISBN 978-0-415-37562-7.

Buscaino G., Ceraulo M., Pieretti N., Corrias V., Farina A., Filiciotto F., Maccarrone V., Grammauta R., Caruso F., Giuseppe A., Mazzola S. 2016. Temporal patterns in the soundscape of the shallow waters of a Mediterranean marine protected area. Scientific Reports, 6: 342-350.

Carrete Vega G., Wiens J.J. 2012. Why are there so few fish in the sea? Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 279 (1737): 2323-2329.

Coad B.W. 2015. Freshwater fishes of Iran. Available at: http://www.briancoad.com. Accessed: May, 2014.

Coad, B.W. 2005. Endemicity in the freshwater fishes of Iran. Iranian Journal of Animal Biosystematics, 1 (1):26-34.

Combes S. 2003. Protecting freshwater ecosystems in the face of global climate change. In global climate change and freshwater ecosystems Edited by L.J. Hansen J.L. Biringer J.R., Hoffman. University of Washington, Seattle, pp: 177-216.

Esmaeili H.R., Brian W.C., Mehraban H.R., Masoudi M., Khaefi R., Abbasi K., Mostafavi H., Vatandoust S. 2014b. An updated checklist of fishes of the Caspian Sea basin of Iran with a note on their zoogeography. Iranian Journal of Ichthyology, 1(3): 152-184.

Esmaeili H.R., Coad B.W., Gholamifard A., Nazari N., Teimory A. 2010 Annotated checklist of the freshwater fishes of Iran. Zoosystematica Rossica, 19: 361-386.

Esmaeili H.R., Mousavi-Sabet H., Sayyadzadeh G., Vatandoust S., Freyhof J. 2014a. *Paracobitis atrakensis*, a new species of crested loach from northeastern Iran (Teleostei: Nemacheilidae). Ichthyological Exploration of Freshwaters, 25 (3): 237-242.

Esmaeili H.R., Mehraban H., Abbasi K., Keivany Y., Brian W.C. 2017. Review and updated checklist of freshwater fishes of Iran: Taxonomy, distribution and conservation status. Iranian Journal of Ichthyology, 4 (Suppl. 1): 1-114.

Fay R.R., Popper A.N. 2000. Evolution of hearing in vertebrates: the inner ears and processing. Hearing Research, 149 (1-2): 1-10.

Heuschele J., Salminen T., Candolin U. 2012. Habitat change influences mate search behaviour in three-spined sticklebacks. Animal Behavior, 83(6):1505-1510.

Hitt N.P., Bonneau, L.K., Jayachandran, K.V., Marchetti, M.P. 2015. Freshwater ecosystems and biodiversity. Lessons in Conservation, 5: 5-16.

IUCN. 2020. *Global Freshwater Fish Assessment*. [online] Available at: https://www.iucn.org/theme/species/our-work/freshwater-biodiversity/our-projects/global-freshwater-fish-assessment [Accessed 10 May 2021].

IUCN Freshwater Fish Specialist Group. 2015. *Major threats*. [Online] Available at: https://www.iucnffsg.org/ [Accessed 10 May 2021].

IUCN Red List. 2021. *Summary Statistics*. [Online] Available at: https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics [Accessed 16 May 2021].

Jouladeh-Roudbar A., Ghanavi H.R., Doadrio I. 2020. Ichthyofauna from Iranian freshwater: Annotated checklist, diagnosis, taxonomy, and distribution and conservation assessment. Zoological Studies, 59:21-30.

Jouladeh-Roudbar A., Vatandoust S., Eagderi S., Jafari-Kenari S., Mousavi-Sabet H. 2015. Freshwater fishes of Iran; an updated checklist. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation, 8 (6): 855-909.

Kiabi B.H., Abdoli A., Naderi M. 1999. Status of the fish fauna in the South Caspian Basin of Iran. Zoology in the Middle East, 18 (1): 57-65.

Kuperman, W.A., Ingenito F. 1998. Attenuation of the coherent component of sound propagating in shallow water with rough boundaries. Journal of the Acoustical Society of America, 61(5): 1178-1187.

Ladich F. 2013. Diversity in hearing in fishes: ecoacoustical, communicative, and developmental constraints. In Insights from comparative hearing research (pp. 289-321). Springer, New York, USA.

Manel S., Guerin P.E., Mouillot D., Blanchet S., Velez L., Albouy C., Pellissier L. 2020. Global determinants of freshwater and marine fish genetic diversity. Nature communications, 11 (1): 1-9.

May R.M. 1994. Biological diversity: differences between land and sea. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 343 (1303): 105-111.

Mohsenpour S.R., Shafiei Sabet S. 2021. The effect of increased sound levels with different temporal patterns on swimming behaviour of Zebrafish (*Danio rerio*). Journal of Natural Environment, 73 (4):805-818. (In Persian).

Neo Y.Y., Hubert J., Bolle L.J., Winter H.V., Slabbekoorn H. 2018. European seabass respond more strongly to noise exposure at night and habituate over repeated trials of sound exposure. Environmental Pollution, 239: 367-374.

Neo Y.Y., Parie L., Bakker F., Snelderwaard P., Tudorache C., Schaaf M., Slabbekoorn H. 2015. Behavioral changes in response to sound exposure and no spatial avoidance of noisy conditions in captive

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-24]

[DOI: 10.22034/jair.8.5.18]

zebrafish. Frontiers in behavioral neuroscience, 9 (28): 1-11.
Niemiller M.L., Bichuette M.E., Chakrabarty P., Fenolio D.B., Gluesenkamp A.G., Soares D., Zhao Y. 2019. Cavefishes. In Encyclopedia of caves, 26: 227-236. Academic Press.
Poppe, A.N., Hastings M.C. 2009. The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. Journal of Fisheries Biology 75 (3): 455-489.
Purser J., Radford A.N. 2011. Acoustic noise induces attention shifts and reduces foraging performance in three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). PLoS ONE, 6 (2): e0017478.
Reid G.M., Contreras MacBeath T., Csatádi K. 2013. Global challenges in freshwater- fish conservation related to public aquariums and the aquarium industry. International Zoo Yearbook, 47 (1): 6-45.
Schulz-Mirbach T., Heß M., Plath M. 2011. Inner ear morphology in the Atlantic molly *Poecilia mexicana*—first detailed microanatomical study of the inner ear of a cyprinodontiform species. PLoS One, 6 (11): e27734.
Shafiei Sabet S., Neo Y.Y., Slabbekoorn H. 2015. The effect of temporal variation in sound exposure on swimming and foraging behaviour of captive zebrafish. Animal Behavier, 107: 49-60.
Shafiei Sabet S., Wesdorp K., Campbell J., Snelderwaard P., Slabbekoorn H. 2016. Behavioural responses to sound exposure in captivity by two fishspecies with different hearing ability. Animal Behavier, 116: 1-11.
Smith M.E., Coffin A.B., Miller D.L., Popper A.N. 2006. Anatomical and functional recovery of the goldfish (*Carrassius auratus*) ear following noise exposure. Journal of Experimental Biology, 209(21): 4193-4202.
Smith M.E., Kane A.S., Popper A.N. 2004. Noise-induced stress response and hearing loss in goldfish (*Carassius auratus*). Journal of Experimental Biology, 207 (3): 427-435.
Solan M., Hauton C., Godbold J.A., Wood C.L., Leighton T.G., White P. 2016. Anthropogenic sources of underwater sound can modify how sedimentdwelling invertebrates mediate ecosystem properties. Scientific Reports, 6: 1-9.
van Opzeeland I., Slabbekoorn H., Andringa T., ten Cate C. 2007. Herrie onder water: vissen en geluidsoverlast. De Levende Natuur, 108 (2): 39-43.
Voellmy I.K., Purser J., Flynn D., Kennedy P., Simpson S.D., Radford A.N. 2014a. Acoustic noise reduces foraging success in two sympatric fish species via different mechanisms. Animal Behaviour, 89: 191-198.
Voellmy I.K., Purser J., Simpson S.D., Radford A.N. 2014b. Increased noise levels have different impacts on the anti-predator behaviour of two sympatric fish species. PloS One, 9 (7): e102946.
Wysocki L.E., Davidson J.W., Smith M.E., Frankel A.S., Ellison W.T., Mazik P.M., Popper A.N., Bebak J. 2007. Effects of aquaculture production noise on hearing, growth, and disease resistance of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture, 272: 687-697.
Wysocki L.E., Dittami J.P., Ladich F. 2006. Ship noise and cortisol secretion in European freshwater fishes. Biol. Conserv. 128 (4): 501-508.

نحوه استناد به این مقاله:

محسن‌پور ر.، شفیعی‌ثابت س. اهمیت ارزیابی اثر صوت بر ماهیان بومزاد آب شیرین ایران. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۳۹۹، ۸(۵): ۱۳۳-۱۳۹.

Mohsenpour R., Shafiei Sabet S. The importance of sound effect assessment in the Iranian freshwater endemic fishes. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2021, 8(5): 133-139.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-24]

[DOI: 10.22034/jair.8.5.18]

The importance of sound effect assessment in the Iranian freshwater endemic fishes

Mohsenpour R[1]., Shafiei Sabet S[2*].

[1]PhD Student of Aquatic Ecology, Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmehsara, Iran.
[2]Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmehsara, Iran.

Type:

Original Research Paper

DOI: 10.22034/jair.8.5.6

Paper History:

Received: 15-12-2021
Accepted: 30-01- 2022

Corresponding author:

Shafiei Sabet S. Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmehsara, Iran.

Email: s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir

Abstract

Endemic fishes are part of the genetic resources in aquatic habitats. The Caspian Sea, as the largest lake in the world, has a unique habitat diversity and is of great importance for the countries of the region. Over the recent decades, with the increase in the level of anthropogenic sound, its effects on freshwater and marine fishes have been considered by fisheries managers and stakeholders. Although it has been shown that anthropogenic sounds have significant effects on marine mammals and fishes in marine ecosystems, yet there is limited knowledge of such effects on endemic freshwater fishes. In the present study, we classify the hearing abilities of endemic freshwater fishes and explore the potential of sound impacts on these endemic species, as well as categorize the behavioural indices that can be used in such studies. Here, we emphasize that more studies are needed to assess the possible effects of sound on endemic freshwater fishes and it is suggested that using behavioural and physiological techniques simultaneously with combination of those results would help us to better understand sound-related effects in endemic freshwater fishes.

Keywords: Hearing, Sound, Endemic fishes, Conservation, Classification, Behavioural indices.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-24]

[DOI: 10.22034/jair.8.5.18]