یادداشت پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره یازده، بهمن ماه ۹۸

اثرات آلودگی های صوتی بر آبزیان: با تاکید بر رفتارهای تغذیه ای

سعید شفیعی ثابت[۱] *

s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۲۲ تاریخ پذیرش:۹۶/۳/۱۰

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی صوتی ناشی از فعالیت های انسانی یکی از انواع آلودگی ها در محیط زیست می باشد. سطح آلودگی های صوتی با منشا انسانی در محیط های دریایی و آب شیرین در حال افزایش است. در دهه های اخیر فعالیت های انسانی تغییرات زیادی در محیط های زیست ایجاد نموده است و آلودگی های صوتی امروزه بعنوان یکی از مهمترین منابع آلوده کننده اکوسیستم های خشکی و آبی شناخته شده است. فعالیت های تجاری کشتیرانی، قایق های تفریحی، توربین های عظیم بادی و آبی، حفاری های زیر دریایی، انفجار های مرتبط با تحقیقات زمین شناسی و زلزله نگاری، سونار ها و فعالیت های شیلاتی منابع عمده ای از آلودگی های صوتی را به محیط های آبی اضافه نمودند.

روش بررسی: در این مطالعه به بررسی چگونگی تاثیرگذاری آلودگی های صوتی ناشی از فعالیت های انسانی بر رفتار و فعالیت های تغذیه که پیامد های مستقیم و غیر مستقیمی بر میزان بقا و کارایی تولید مثلی گونه های آبزی دارد می پردازیم.

یافته ها: در حالی که خسارات و آسیب های مستقیم ناشی از فعالیت های گسترده انسانی بر تخریب زیستگاه های خشکی و آبی تا حدودی مورد مطالعه قرار گرفته است، بسیاری از این دسته از فعالیت ها بر گونه های حیات وحش و در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی تاثیرگذار می باشد. برای مثال افزایش سطوح صوت در محیط آزمایشگاهی می تواند موجب اثراتی بر روابط شکار و شکارگری ماهی گردد. با این حال تاکنون مطالعات کمی در خصوص پتانسیل اثرات و پیامد های آلودگی های صوتی بر زیست مندان جانوری محیط های آبی گزارش شده است.

نتیجه گیری: ایجاد تغییرات ناشی از آلودگی های صوتی در کارایی تغذیه ای و بهره وری از منابع غذایی در دسترس ممکن است به طور مستقیم و غیر مستقیم فراوانی نسبی گونه های شکارگر و شکار را تحت تاثیر قرار داده و موجب بروز یک سری تغییرات عمده در سطح جامعه آبزیان گردد.

واژه های کلیدی: آلودگی صوتی، زیست شناسی، رفتار های تغذیه ای، ماهی

۱- استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، صومعه سرا، صندوق پستی ۱۱۴۴، دانشگاه گیلان، ایران.

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.11, January, 2020

The Effects of Anthropogenic Noise on Aquatic Animals: With an Emphasis on Foraging Behaviour

Saeed Shafiei Sabet [1]*

s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir

Admission Date:May 31, 2017 Date Received: Februaru 10, 2017

Abstract

Backgroun and Objective: Noise pollution caused by human activities is one of the types of environmental pollution. Anthropogenic noise level is increasing in both marine and freshwater ecosystems. Human activities have acoustically changed aquatic environments over the past decades and anthropogenic noise is now recognized as a ubiquitous pollutant in terrestrial and aquatic habitats. Shipping activities, wind mills, pile driving, seismic surveys, naval sonars and fisheries activities are all accompanied by the introduction of anthropogenic sounds in the water.

Method: Here, we investigate how anthropogenic noise impairs behaviour and foraging activities, which has direct and indirect consequences for aquatic species survival and reproductive success.

Findings: While a broad range of direct destruction caused by human activities in terrestrial and aquatic habitats is relatively well understood, there is a lack of knowledge about such activities on wildlife and captive species. For example, in laboratory condition, elevated sound levels may affect predator-prey interactions. We still have little understanding of the potentially negative consequences of noise pollution for aquatic life.

Discussion and conculation: Changes in foraging tendency and efficiency may directly and indirectly affect relative species abundance of both predator and prey and induce changes at the community level.

Keywords: Noise pollution, Biology, Foraging behaviour, fish.

1- Assistant Professor, Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, Sowmeh Sara, postcode: 1144, University of Guilan, Iran. *(Corresponding Authours)

مقدمه

فراوانی و پراکنش زمانی و مکانی آلودگی های صوتی ناشی از فعالیت های انسانی پس از آغاز انقلاب صنعتی به طور وسیع و گسترده ای در محیط های خشکی (۱) و آبی (۲ و ۳) افزایش یافته است. به طورکلی شدت و پراکنش آلودگی های صوتی بسیار مرتبط با توسعه مناطق شهری، بهره برداری و استخراج منابع طبیعی و یا گسترش و توسعه شبکه حمل و نقل می‌باشد. تحقیقات و اندازه گیری های انجام شده اخیر در ایالات متحده امریکا نشان دهنده این موضوع می باشد که مقدار و میزان اصوات زمینه حتی در مناطق بیابانی و محیط هایی که به دور از فعالیت های انسانی شامل حمل و نقل و ترافیک روزمره هستند نیز افزایش چشم گیری داشته است (۱). آلودگی های صوتی ناشی از فعالیت های انسانی از جنبه های مختلفی با اصوات تولیدشده به طور طبیعی (با منشا فیزیکی، شیمیایی و زیستی) موجود در محیط زیست تفاوت دارند که این تفاوت-ها شامل تفاوت در ترکیب و ساختار فرکانس های صوتی، توزیع و پراکنش زمانی- مکانی و پویایی و ریتم شبانه روزی آن ها می‌باشد (۴).

اهمیت و نقش آلودگی های صوتی بر ویژگی های زیستی جانوران شامل اثر بر قابلیت و توانایی قدرت شنوایی، ارتباطات درون گونه ای و بین گونه ای، مهاجرت و حرکت های دسته جمعی و تغذیه مشخص شده است (۲، ۵ و ۶). البته غالبا استنتاج و تفسیر نتایج حاصل از این آلودگی ها بر تخمین و براورد پتانسیل اثر گذاری بر میزان بقا انفرادی گونه ها و نتایج و بازخوردها در سطح اجتماعات جانوری امری پیچیده می باشد (۷). علت اصلی این پیچیدگی تفسیر مشاهدات حاصل از تحقیقات آن است که اولا، جانوران در محیط زیست طبیعی خود امکان حرکت و جابجایی مستقل را دارا می باشند و بسیاری از گونه ها این قابلیت را دارند تا از منابع صوتی موجود در زیستگاه خود دوری گزینند. ثانیا، اختلالات صوتی ممکن است به طور پراکنده در بعد زمانی و مکانی باشند و در نهایت فرایند جبران و ترمیم توسط ارگانیسم ها و جانوران ممکن است از اثر گذاری بلند مدت ناشی از آلودگی های صوتی جلوگیری نماید (۵). معمولا در گونه های جانوری افراد کوچک تر ممکن است حساسیت پذیری بیش تری نسبت به بالغین داشته باشند که به دلیل عدم توانایی تطابق و یا توانایی کم گریز و فرار کردن از منابع صوتی می باشد. بنابراین لزوم بررسی و اهمیت مطالعه اثرات آلودگی های صوتی در مناطق و مکان هایی که گونه های آبزیان مراحل اولیه زندگی خود را طی می کنند (پراکنش مکانی) و همچنین دوره های زمانی که آبزیان در مراحل اولیه زندگی خود را می‌گذرانند (پراکنش زمانی) بیش تر مورد توجه می باشد. این اثرات بر بقا و بازماندگی گونه های جانوری در طول دوران و مراحل اولیه زندگی زمانی که میزان مرگ و میر بالا می باشد و می تواند نوسانات بیش تر و گسترده تری نسبت به مرحله بلوغ داشته باشد تاثیر گذار تر می باشد(۸). با توجه به شدت و طیف آلودگی های صوتی، اصوات می توانند به وسیله مکانیسم های مختلف و گوناگونی باعث تخریب بافت ها و اندام‌ها و بروز اشکالات در فرایند تغذیه ای شوند که این مکانیسم ها می توانند هم زمان بر کارایی و شدت فعالیت های تغذیه ای اثر گذار باشند و بنابراین نتایج و اثرات آنها جدای از هم نمی‌باشند.

آلودگی های صوتی همچنین بر فیزیولوژی و رفتار بسیاری از گونه ها تاثیر گذار می باشند و این پاسخ ها با تکرارپذیری اصوات در بعد زمان می تواند تغییر کنند. با توجه به این که اصوات دارای تکرار پذیری می توانند دارای نظم متغیر و متفاوت باشند بنابراین شناسایی رژیم هایی زمانی با حد اقل اثرات برای وضع مقررات و قانون گذاری در بخش فعالیت های صنعتی و تجاری مرتبط با تولید آلودگی های صوتی از بعد حفاظت از منابع زنده محیط زیستی و گونه های جانوری بسیار مهم و اساسی می‌باشد. اهداف در این مقاله مروری شامل معرفی آلودگی های صوتی ناشی از فعالیت های انسانی به عنوان یکی از مهم ترین دسته آلودگی های زیستی در محیط های آبی و پتانسیل های اثر گذاری آن بر جوامع گونه های جانوری می باشد. در ادامه به بررسی اثرات این دسته از آلودگی

ها بر رفتارهای تغذیه ای سایر گونه های جانوری به ویژه آبزیان می پردازیم.

پراکنش آلودگی های صوتی در محیط های آبی

منابع آلودگی های صوتی ناشی از فعالیت های انسانی محیط های آبی شامل منابع آب شیرین، دریایی و اقیانوسی به طور چشم گیری در حال افزایش می‌باشد. در محیط های دریایی منابع آلودگی های صوتی شامل تحقیقات لرزه نگاری، چکش-های سکوهای حفاری نفت و گاز، حمل و نقل صنایع کشتی رانی دریایی و ترافیک ناشی از عبور و مرور قایق های موتوری می باشد. بسیاری از این اصوات در محیط های ساحلی پراکنش دارند که در حال حاظر جمعیت انسانی بسیار زیادی به این مناطق روی آورده اند (۹) و در نتیجه افزایش معنی داری در میزان نقل و انتقالات و رفت و آمد ها، ماهی گیری و فعالیت-های تفریحی-توریستی به همراه قایق رانی در این نواحی ساحلی مشاهده می گردد (۱۰). امروزه مشخص گردیده است که آلودگی های صوتی ناشی از فعالیت های انسانی با الگوهای مختلف زمانی و پراکنش گسترده مکانی که در قسمت فوق ذکر شد موجب تاثیر گسترده ای بر رفتارهای انفرادی و فیزیولوژی تا ساختار جوامع زیستی در دامنه متنوعی از گونه ها می گردد (۱۱). به دلیل اهمیت اقتصادی- اجتماعی و حساسیت پذیری بسیاری از گونه ها به فشار های ناشی از فعالیت های انسانی هم چون ماهی گیری غیر اصولی و صید بی رویه و همچنین تغییرات آب و هوایی (۱۲ و ۱۳) ماهی ها از دسته گونه هایی با اهمیت در خصوص آلودگی های صوتی می‌باشد. به طور کلی اثرات این آلودگی ها بر جانوران با توجه به بسیاری از ویژگی های زیستی و غیر زیستی متفاوت و گوناگون می باشد (۲). یکی از مهم ترین نیازهای موجودات زنده انجام و ادامه فعالیت های تغذیه می باشد که اهمیت زیادی در سایر فعل و انفعالات زیستی گونه های جانوری دارد. بنابرای هرگونه تغییر و اثر بر مجموعه رفتار های تغذیه ای می تواند اثرات زنجیره ای بر سایر فعالیت های گونه ها داشته باشد.

اثرات آلودگی های زیستی بر جانوران

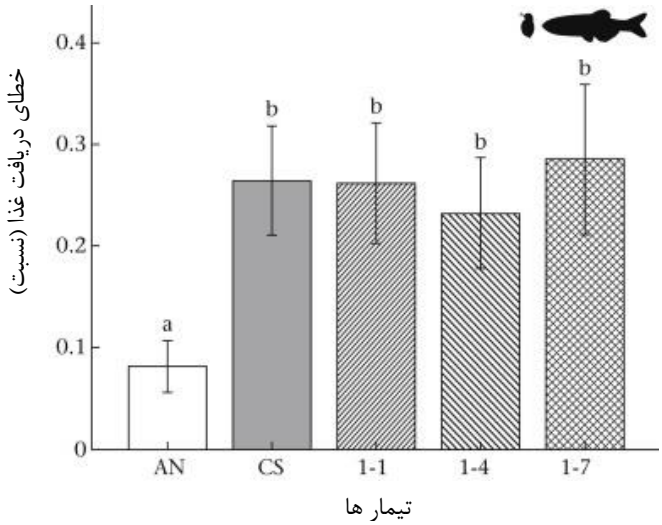
خطر شکار شدن اثرات فراوانی بر اجتماعات اکولوژیکی از طریق ایجاد تغییر در رفتار، ریخت شناسی (مورفولوژی) و تولید مثل گونه های شکار دارد (۱۴). اگرچه گونه های شکار توانایی استفاده از دامنه گسترده ای از سیگنال های حسی را دارند تا خطر شکار شدن را شناسایی و مورد ارزیابی قرار دهند (۱۴). در صورتی که که قرار گرفتن در معرض انواع استرسورهای محیطی (فیزیکی، شیمیایی و یا سایر استرسورها) مداوم و با تعداد دفعات مکرر باشد جانوران می توانند به محرک استرسور خو گرفته و عادت پیدا کنند. بطوری که در نتیجه تکرار شدن دفعات قرار گرفتن در معرض استرسور شدت اثرگذار و پاسخ ها کاهش پیدا می کند و در نتیجه موجب افزایش قدرت تحمل گونه ها می گردد. البته در حالت دیگر، با تداوم محرک های استرس زا، پاسخ های حساسیت در مقابل عامل استرسور ایجاد می گردد و به تدریج پاسخ ها مرحله به مرحله با گذشت زمان تقویت شده و در نتیجه باعث کاهش قدرت تحمل و عدم توانایی خوگیری گونه می گردد (۱۵). پاسخ های مرتبط با استرس در ماهی ها می تواند تحت تاثیر نظم و ترتیب قرار گرفتن در معرض اصوات در زمینه های دیگر گردد. برای مثال نشان داده شده است که تحدید منظم منجر به کاهش پاسخ کورتیزول و افزایش شاخص استرس در مقایسه با تحدید نامنظم در ماهی سیکلید *Oreochromis mossambicus* می گردد (۱۶). اطلاعات و دانش در مورد اثرات منظم و نامنظم اصوات درخصوص قانون گذاری و وضع مقررات ملی و بین المللی بسیار مهم و قابل توجه می باشد. به جهت این که با شناخت اثرات آلودگی های صوتی ناشی از فعالیت های انسانی، الگو های فعالیتی مرتبط با تولید اصوات می تواند تغییر پیدا کنند تا میزان تاثیرات مخرب آلودگی های صوتی ناشی از فعالیت های انسانی بر محیط زیست و گونه ها و اجتماعات جانوری به حداقل ممکن برسد.

اثر آلودگی های صوتی بر رفتارهای تغذیه ای ماهی ها و سایر آبزیان

آلودگی های صوتی به ویژه برای گونه هایی از جانوران که از قدرت شنوایی خود در تشخیص و شناسایی گونه های هدف و

شکار و همچنین در سایر گون ها جهت گریز از شکارچیان بهره می برند نقشی بسیار اساسی و مهم داشته و در افزایش کارایی و راندمان تولید مثل آن ها اثرگذار خواهد بود. تغییرات در شدت و میزان استرسور ها و قابلیت تحمل آن ممکن است وابسته به عوامل متعددی شامل شدت عامل استرس زا، مدت زمان قرار گرفتن در معرض عامل استرس زا و فاصله زمانی عوامل استرس زا باشد که به طور کامل و مبسوط در مطالعه مروری (۱۷) مورد بحث قرار گرفته است.

در مطالعه قبلی نویسنده (۱۸) نشان داده شد که آلودگی های صوتی با الگو های زمانی متفاوت می توانند تاثیرات زیستی مختلفی بر ماهی داشته باشند. آن ها بیان نمودند که اصوات با الگو های زمانی متناوب بر رفتار های تعداد حرکت انفجاری (Startle response) و تغییر سرعت شنا هم زمان با آغاز تیمار های صوتی واکنش سریع تری نشان دادند. همچنین تمامی تیمارهای صوتی بدون در نظر گرفتن الگو زمانی انتخاب شده بر میزان افزایش خطای تغذیه ای ماهی زبرا تاثیر منفی گذاشته اند (شکل ۱). اگرچه اثری از صوت بر گونه شکار (سخت پوست آب شیرین، دافنی) دیده نشد.



شکل ۱- اثر تیمارهای صوتی با الگو های زمانی مختلف بر میزان خطای دریافت غذا (نسبت). تغذیه ماهی زبرا از دافنی آب شیرین. تیمارهای صوتی شامل تیمار صوتی پیوسته (CS)، سه تیمار ناپیوسته صوتی با فاصله زمانی تند ۱ ثانیه (۱-۱)، تیمار ناپیوسته بافاصله زمانی کند ۴ ثانیه (۴-۱) و تیمار نامنظم ناپیوسته بافاصله زمانی بین ۱ تا ۷ ثانیه (۷-۱). میله ها بیانگرمیانگین ± خطای استاندارد میانگین می باشد و حروف انگلیسی متفاوت نشانه سطوح معنی داری $p<0.05$ می باشند. شکل اقتباس شده و با اجازه از (۱۸).

Figure 1. Effect of sound exposure on zebrafish foraging behaviour. Continuous sound (CS), three intermittent treatments (1-1s,1- 4s and 1-7s) and ambient (AN) levels as control. Bars show means ± SEM and treatments that differ significantly from one another are labelled with different letters a and b ($P < 0.05$).

در مطالعه ای مقایسه ای اثر آلودگی های صوتی حاصل از کشتی ها بر کارایی و موفقیت جستجوی غذا و تغذیه دو گونه از ماهیان که توزیع و پراکش جغرافیایی مشابهی دارند، ماهی سه خاره *Gasterosteus aculeatus* و ماهی مینو اروپایی (قنات ماهی) *Phoxinus phoxinus* ، (۱۹). آن ها در تحقیقشان نشان دادند که ماهی ها می توانند پاسخ های اختصاصی و مختص به گونه ای در نتیجه قرار گرفتن در معرض آلودگی های صوتی، شامل صدای ضبط شده کشتی، از خود نشان دهند. هر دوی این گونه های ماهی مقدار مصرف غذایی خود را بر دافنی *Daphnia magna*، یکی از گونه های سخت

پوستان آب شیرین، در تیمار های صوتی در مقایسه با تیمار کنترل کاهش دادند. اگر چه ماهی مینو اروپایی در تیمار صوتی تولید شده توسط کشتی به طور اختصاصی تغییرات کیفی در فعالیت تغذیه ای نشان دادند بطوری که منجر به کاهش فعالیت تغذیه ای و افزایش فعالیت های ارتباطی درون گونه ای گردید. این رفتار ها مشاهده شده معرف و شاخص کلاسیک استرس و مرتبط با ترس و دفاع می باشد. در ماهی سه خاره پاسخ و واکنش به تیمار های صوتی ناشی از فعالیت های انسانی (عبور و مرور کشتی ها) منجر به ادامه انجام فعالیت های تغذیه ای گردید. ولی میزان خطا و اشتباهات آن ها در شناسایی و دریافت غذا بیش تر شد که می تواند به دلیل اثر گذاری اصوات بر قدرت شناخت و تمایز این گونه ماهی باشد. افزایش آلودگی های صوتی در محیط های زیست طبیعی می تواند منجر به کاهش مصرف غذا و راندمان تغذیه شود که البته این پاسخ اختصاصی بوده و وابسته به گونه ماهی ها می باشد.

نتایج آزمایش های میدانی متمرکز بر گونه فرشته ماهی *Chromis chromis* در مناطق حفاظت شده دریایی[1] نشان داد که آلودگی های صوتی ناشی از عبور و مرور کشتی های تجاری و قایق های تفریحی موجب بروز تغییر عادت غذایی این گونه از نظر الگوهای زمانی گردیده است. به طوریکه در روزهای تعطیلات آخر هفته که میزان تردد کشتی ها و عبور و مرور قایق های موتوری تفریحی در طول روز بسیار بیش تر از سایر روزهای هفته بود مقدار تغذیه و جستجوی غذا توسط گونه فرشته ماهی در این ساعات کاهش معنی داری پیدا کرد. همچنین میزان فعالیت تغذیه ای و جستجوی غذای آن ها در طول ساعات شبانه روزی هم تحت تاثیر اصوات قرارگرفت و بیش تر فعالیت های تغذیه ای فرشته ماهی از ساعات میانی روز که ساعات تغذیه طبیعی آن ها می باشد به سمت ساعات شامگاهی متمایل گردید که این موضوع تغییر زمان تغذیه ای می تواند به مراتب تاثیرات اکولوژیکی گسترده ای در پراکنش جمعیتی گونه‌های شکار و شکارگر داشته باشد (۲۰).

در مطالعه ای مقایسه ای Pen et al, 2017 (۲۱) نشان دادند که اصوات ناشی از قایق های موتوری بر رفتار تغذیه ای ماهی کلمه *Rutilus rutilus* و سوف اروپایی *Perca fluviatilis* تاثیر گذار است. به طوریکه ماهی کلمه و سوف اروپایی در تیمارهای صوتی میزان تلاش جستجوی تغذیه ای خود را کاهش داده و زمان بیش تری را در پناهگاه گیاهان آبزی سپری کردند. (Payne, van der Meulen, Suthers, Gray, & Taylor, 2014) (۲۲) در نتایج خود ذکر نمودند که گونه ای دریایی از خانواده شوریده ماهیان *Argyrosomus japonicas* در نتیجه افزایش فعالیت های قایق موتوری های تفریحی روند کاهش فعالیت های شنا و تغییر مکانی پراکنش گونه در ستون آب را نشان دادند. همچنین میزان شدت تغذیه و گونه های مورد تغذیه قرار گرفته شده نیز در اثر فعالیت های تفریحی قایق موتوری ها به ویژه در تعطیلات پایان هفته که از حجم و تراکم عبور و مرور بیش تری برخوردار بوده اند به طور معنی داری تحت تاثیر قرار گرفت. تغییرات پراکنش مکانی در سایر گونه های ماهی ها نیز در نتایج مطالعات قبلی نویسنده به وضوح بیان شده است (۲۳ ، ۲۴ ، ۲۵ و ۲۶) .

(Purser & Radford, 2011) (۲۷) در مطالعه خود بر گونه ماهی سه خاره *Gasterosteus aculeatus* نشان دادند که آلودگی های صوتی ناشی از قایق های موتوری باعث جلب توجه و کاهش تمرکز حواس ماهی جهت انجام فعالیت های تغذیه ای و کاهش کارایی جستجوی غذا و در نتیجه کاهش راندمان غذایی این گونه گردید. در تیمارهای صوتی میزان دریافت ماده غذایی گونه سخت پوست دافنی توسط ماهی سه خاره به طور چشم گیری نسبت به تیمار کنترل کاهش نشان داد. همچنین قابلیت شناسایی ماده غذایی و دفعات حمله موفق به سمت ماده غذایی توس این گونه نیز تحت تاثیر منفی تیمار های صوتی قرار گفت.

آلودگی های صوتی بر روند جستجوی غذا و کارایی تغذیه ای پستانداران دریایی نیز تاثیر گذار می باشد. در مطالعه ای بر پستانداران دریایی (Sivle et al., 2016) (۲۸) نشان دادند که اصوات تولید شده در نتیجه فعالیت های نظامی و سونارها می تواند بر کارایی تغذیه ای نهنگ گوژ پشت *Megaptera*

1- Marine protected areas (MPA)

novaeangliae تاثیر گذار باشد. قرار گرفتن در معرض سونار موجب گردید که به طور معنی داری میزان رفتار جهشی به سمت سطح آب که مرتبط با انجام فعالیت های تغذیه ای در این گونه وال ها است کاهش یابد. آن ها نتیجه گرفتند که انجام فعالیت های سونار نظامی (امواج صوتی متمرکز در فرکانس های پایین بین ۲- ۱/۳ کیلوهرتز) در نزدیکی مکان-های پراکنش و حضور نهنگ های گوژپشت در محل های تغذیه‌ای شان منجر به کاهش میزان فعالیت های تغذیه ای شده و اثرات منفی بر موازنه انرژی در این گونه مهم از پستانداران دریایی خواهد گردید. همچنین (Isojunno et al., 2016) (۲۹) در تحقیق خـود نشان دادنـــد که نهنگ-هـــای اسپـرم (*Physeter macrocephalus*) در پاسخ به قرار گرفتن در معرض اصوات سونار فرکانس پایین ۲-۱ کیلو هرتز کشتی ها و باز پخش اصوات تولید شده توسط شکارگران طبیعی آن ها (نهنگ های کشنده *Orcinus orca*) مقدار زمان اختصاص داده شده برای حضور در مناطق تغذیه ای و قابلیت و توانایی تلاش های شان برای صید گونه های طعمه به طور معنی داری کاهش پیدا کرد که نشان دهنده کاهش میزان انرژی دریافت حاصل از تغذیه در این گونه نهنگ می باشد.

لازم به ذکر است که برخی از گونه های نهنگ ها مثل گونه نهنگ گوژپشت در فصول گرم مهاجرت هایی را جهت انجام فعالیت های تغذیه ای انجام می دهد تا ذخیره کافی انرژی را برای فصل های سرد سال دارا باشند. بنابراین زمان حضور و انجام رفتارهای تغذیه ای آن ها در مکان های تغذیه‌ای باید به صورت بهینه باشد تا بتوانند در حد ممکن از ذخایر انرژی موجود استفاده کنند. نهنگ ها تحت این شرایط میزان دریافت غذای روزانه خود را با تمرکز بر انجام فعالیت تغذیه از منابع سرشار و متراکم طعمه ها و گونه های شکار و استفاده تا حد ممکن کم زمانی جهت فعالیت های جستجو، پیداکردن و شکار طعمه هایشان به بیش ترین حد ممکن می رسانند (۳۰). همچنین در گونه ای از سخت پوستان خرچنگ ساحلی گونه *Carcinus maenas* نشان داده شد که پخش اصوات تولید شده ناشی از قایق موتوری ها منجر به ایجاد اختلال در رفتار تغذیه ای شان می گردد (۳۱). البته لازم به ذکر می باشد که عواملی چون جدایی زیستگاه ها، تغییرات آب و هوایی ناشی از فعالیت های مخرب انسانی، معرفی گونه های جدید و استفاده از انواع کودهای شیمیایی و حشره کش ها نیز می تواند بر قابلیت دسترسی به مواد غذایی، تعاملات متقابل گونه های شکار و شکارگر و رفتار های جستجوی غذا و تغذیه تاثیر گذار باشند (۳۲ ، ۳۳ و ۳۴).

اثرات بر رفتار تغذیه ای سایر گونه های جانوری

اصوات زمینه[1] بر قابلیت و توانایی استفاده از اطلاعات و داده-های صوتی در جهت انجام فعالیت های تغذیه ای در سایر گونه‌های جانوری نیز تاثیر گذار می باشد. علاوه بر اصوات تولید شده و ناشی از اجتماعات جانوری در زیستگاه ها، منابع طبیعی غیرزیستی شامل اصوات تولید شده در اثر باد و آب های جاری، نشر و گسترش آلودگی های صوتی ناشی از فعالیت های انسانی شامل سر و صدای شهری و ترافیک به طور کلی قسمت عمده اصوات زمینه را تشکیل می دهند. مطالعات اثرات آلودگی های صوتی بر رفتارهای تغذیه ای سایر طبقه های گونه های جانوری نیز نتایج مشابهی در خصوص این تاثیرگذای را نشان داد. برای مثال (Siemers & Schaub, 2011) (۳۵) بیان کردند که اصوات تولید شده در نتیجه ترافیک ناشی از حمل و نقل جاده-ای باعث کاهش میزان تلاش و حملات تغذیه ای موفق خفاش The greater mouse-eared bat (*Myotis myotis*) بر بی مهر گان کوچک دارای قابلیت تولید کنندگی صدا گردید و با نزدیکی به بزرگراه و محل عبور و مرور ترافیک شهری ماشین‌ها مدت زمان جستجو غذا توسط این گونه خفاش به شدت افزایش یافته است. آن‌ها بر این نظر هستند که مدت زمان جستجو به طور مستقیم با کارایی تغذیه ای مرتبط می باشد. مدت زمان طولانی اختصاص داده شده به جستجو برای غذا بیان کننده این واقعیت می باشد که خفاش ها باید به فاصله کم تری از گونه های شکار پرواز کنند و به اهداف خود نزدیک شوند تا بتوانند با قرار گرفتن در شرایط صدای ترافیک شهری ناشی از حمل ونقل، صدای ضعیف تولید شده ناشی از

1- Ambient noise

حرکت گونه شکار را دریافت و تعیین موقعیت نمایند که خود موجب کاهش قدرت شناسایی گونه هدف می گردد. در مطالعه ای دیگر (Schaub, Ostwald, & Siemers, 2008) (۳۶) نشان دادند که نوع اصوات تولید شده نیز می تواند بر تلاش صیادی و کارایی تغذیه ای خفاش های The greater mouse-eared bat (*Myotis myotis*) تاثیر های متفاوتی داشته باشد. در مطالعه ای دیگر نشان داده شد که آلودگی های صوتی ناشی از ترافیک در بسیاری از گونه های خفاش ها کارایی تغذیه ای را کاهش می‌دهد. با وجود اینکه فرکانس آلودگی های صوتی جدا و متفاوت بوده و فاقد هم پوشانی با دامنه صوتی تولید شده توسط گونه شکار نیز می باشد این اثرات منفی همچنان بر کارایی تغذیه ای مشاهده می شود (۳۷).

شکارچیانی که از اصوات استفاده می کنند هم چون جغد ها (۳۸)، برخی از گوشت خواران و پستانداران نخستین شامل میمون هایی (۳۹) که دارای فعالیت شبانه هستند و بسیاری از گونه های خفاش ها (۴۰ و ۴۱) که گونه های شکار را توسط گوش دادن به فعالیت های حرکتی و جابجایی و برقراری ارتباط با هم گونه های خود که وابسته به صوت می باشد شناسایی و تعیین موقعیت می کنند پتانسیل اثر پذیری و کاهش توانایی و کارایی تغذیه ای شان در نتیجه اصوات وجود خواهد داشت. به این خاطر که صداهای ناخواسته می تواند باعث هم پوشانی علایم صوتی ساطع شده توسط گونه های شکار گردند. با توجه به این که بسیار ازگونه های شکار و مورد تغذیه خفاش ها خود نیز از گونه های شکارگر هستند که از سایر گونه ها به عنوان طعمه استفاده می کنند، اثر صوت بر کارایی تغذیه ای خفاش ها می تواند تاثیرات پیچیده ای بر چرخه غذایی و در نهایت ثبات و پایداری اکوسیستم ها داشته باشد. شرایط مشابه ای هم برای سایر گونه های با اهمیت بالای اکولوژیکی و شکارگران بهره بردار از حس شنوایی که در لیست گونه های حفاظت شده می باشند و در معرض خطر انقراض نسل قرار گرفته اند همانند گونه هایی از جغد ها صادق می باشد.

یکی از اصول مهم تئوری جستجوی غذا[1] در حیوانات این اصل می باشد که میزان هوشیاری و درنتیجه آن شناسایی گونه های شکارگر در زمان انجام فعالیت های تغذیه ای و یافتن مواد غذایی توسط حیوانات با قرار گرفتن در معرض آلودگی های صوتی کاهش یافته و در نتیجه گونه مورد نظر در معرض خطر شکارشدن قرار می گیرد (۴۲). در نتیجه ممکن است بسیاری از گونه ها صداهای ناشی از نزدیک شدن سایر جانوران به محل زندگی آن ها، صداهای ناشی از مواجهه سایر گونه های شکار با شکارچی، اصوات تولید شده نشان دهنده خطر سایر هم گونه ها و یا غیر هم گونه ها را به عنوان هشدارهای اولیه نزدیک شدن شکارگران به خود بدانند (Smith, 1986). (L. Quinn, J. Whittingham, J. Butler, & Cresswell, 2006) ۴۳ و ۴۴) بیان نمودند که اصوات زمینه به صورت تئوری می تواند مانع تشخیص علایم شنوایی در ارتباط با نزدیک شدن عامل خطر و گونه شکارگر بالقوه گردد. نتایج آزمایش آن ها نشان داد که پرنده سهره chaffinches *Fringilla coelebs* در تیمار صوتی با اضافه شدن اصوات زمینه به طور معنی داری با کاهش نوک زدن به مواد غذایی میزان تغذیه خود را نسبت به تیمار کنترل کاهش داده و بنابراین افزایش سطح هوشیاری آن ها نسبت به محیط اطراف درنتیجه پخش صوت برای جلوگیری از خطر شکارشدن توسط شکارگران بالقوه منجر به کاهش نرخ مصرف و تغذیه شد. این امر به طور غیر مستقیم می توانند بر میزان راندمان تولید مثلی و موفقیت تولید مثلی آن ها تاثیر گذار باشد. بنابراین با توجه به نتایج تحقیقات قبلی ذکر شده می توان بیان کرد که آودگی های صوتی در سطح وسیع تری از اثرات انفرادی و یا گونه ای عمل کرده و پتانسیل این را دارند که در سطوح اجتماعات و حتی بر میزان کارایی و پویایی جمعیت ها موثر واقع شوند. در نتیجه لزوم مطالعه و بررسی پتانسیل اثرگذاری این دسته از آلودگی ها به ویژه در مناطق روخانه ای، مصبی و دریایی باید در دستور کار و اولویت های کارشناسان و محققین مرتبط با محیط زیست قرار گیرد.

1- Foraging theory

بحث و نتیجه گیری

جستجوی غذا و انجام فعالیت های مرتبط با تغذیه به طور طبیعی در تمامی گونه های جانوری صورت می گیرد و جهت بقا و تولید مثل آن ها بسیار ضروری و لازم می باشد (۴۵). افزایش میزان سطوح صوت زمینه در نتیجه افزایش میزان آلودگی های زیستی در محیط ها و زیستگاه های آبی می تواند بر رفتارهای تغذیه ای جانوران به سه روش مختلف تاثیر گذار باشد که متقابلا منحصر به فرد نمی باشند.

اولا: افزایش میزان سطوح صوت زمینه می توانند به عنوان عامل استرس زا در بسیاری از گونه های آبزیان در سطوح مختلف مطرح باشند (۴۶). کاهش مستقیم رفتار جستجوی غذا و تغذیه در نتیجه کاهش اشتها (۴۷) و یا بطور غیر مستقیم در نتیجه کاهش میزان فعالیت ها و حرکت ماهی ها (۴۸) یا بروز تغییرات در مراحل و پروسه های شناختی شامل تشخیص و شناسایی ماده غذایی و گونه های شکار و تصمیم گیری می باشد (۴۹ و ۵۰).

ثانیا: همچنین افزایش میزان سطوح صوت زمینه می توانند به عنوان عامل و محرک منحرف کننده نقش ایفا کند به نوعی که توجه و تمرکز گونه ها را از انجام فعالیت های عمده و اصلی زیستی (برای مثال تغذیه) به سمت و سوی منبع محرک های صوتی که به محیط زیست شان اضافه شده است جلب نماید (۴۸ و ۵۱). که این امر خود می تواند باعث تاثیر گذاری منفی بر موفقیت تغذیه ای گونه های جانوری گردد. برای مثال منابع غذایی مناسب به طور محدود تر و یا کند تری شناسایی و یا با دقت کم تری بررسی و ارزیابی می شود و یا ماده غذایی یا گونه شکار به نحو مطلوب و با موفقیت کامل صید نمی گردد (۲۷).

ثالثا: افزایش میزان سطوح صوت زمینه می توانند سایر علایم مهم و حیاتی صوتی که دریافت آن توسط گونه های جانوری از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشند را هم پوشانی نمایند (۵۲). در صورتی که علایم تولید شده توسط گونه های شکار به واسطه اصوات و آلودگی های صوتی هم پوشانی شوند، فرصت ها و موقعیت های تغذیه ای ممکن است که برای بسیاری از گونه های شکارگر از دست برود (۳۵ و ۳۶) و قابلیت جبران آن میسر نباشد. در صورتی که علایم و اصوات تولید شده حاصل از گونه شکارگر توسط آلودگی های صوتی اضافه شده به محیط زیست هم پوشانی داشته باشد، جانوران می توانند با استفاده از قدرت بینایی تاحدودی این نقیصه را جبران نمایند (۵۳) البته در نتیجه جستجوی مواد غذایی با تکیه بر قدرت بینایی و با توجه به محدودیت بیش تر قدرت بینایی بسیاری از گونه ها در محیط های آبی، شناسایی، دریافت مواد غذایی و یا شکار آن ها ممکن است به خطر بیفتد.

قوانین بین المللی، مانند قانون ملی سیاست محیط زیست آمریکا و کمیسیون دستورالعمل های استراتژی دریایی اروپا تاکید بر ارزیابی و مدیریت اثرات بیولوژیکی تولید صدا و آلودگی‌های صوتی، ناشی از فعالیت های انسانی دارد. تحقیقات محققین نشان داده است که آلودگی های صوتی به صورت گسترده ای زندگی انسان ها و سایر گونه های جانوری را تحت تاثیر قرار می دهند. برای مثال آلودگی های شدید صوتی در کوتاه مدت و بلند مدت در انسان ها علاوه بر ایجاد اختلالات در خواب و مشکلات روانی، همچنین منجر به بروز طیف وسیعی از عوارض شامل افزایش ریسک و احتمال بروز بیماری ها و عوارض قلبی عروقی، وزوز گوش و اختلالات شناختی در کودکان می گردد (۵۴). همچنین در بسیاری از گونه های جانوری نشان داده شده است که آلودگی های صوتی ناشی از فعالیت های انسانی می تواند باعث تغییر یا ایجاد اختلالات در دامنه وسیع و گسترده ای از فعالیت های مهم و اساسی بیولوژیکی شامل ارتباطات درون گونه ای و بین گونه ای، تغذیه و حتی تولیدمثل گردد. (۱ ، ۵۵ ، ۵۶ ، ۵۷ و ۵۸). اثرات آلودگی های صوتی بر سلسله جانوری تنها در مقیاس سطوح انفرادی یا جمعیت های یک گونه جانوری متمرکز نبوده بلکه در سطوح اجتماعات وسیع تر جانوری تاثیرگذار خواهد بود (۵۹). بنابراین امروزه گسترش آلودگی های صوتی ناشی از فعالیت های انسانی بعنوان یکی از انواع مهم آلودگی های محیط زیستی شناخته شده و مساله ای جهانی می باشد که نظر بسیاری از زیست شناسان، مدیران منابع طبیعی در سطح کلان و سیاست گذاران بخش منابع طبیعی را بطور ویژه به خود

معطوف نموده است (۵۶). در کشور ایران نیز با توجه به وسعت جغرافیایی، گوناگونی زیست گاه های آبی و خاکی و تنوع‌زیستی بالای جانوری لزوم انجام مطالعات گسترده و پایه ای در خصوص بررسی اثرات آلودگی های زیستی (شامل انواع آلودگی‌های نوری، شیمیایی و صوتی) بر ویژگی ها و واکنش های رفتارشناسی به همراه مطالعه تغییرات فیزیولوژیکی گونه های جانوری پیشنهاد می گردد. آگاهی بیش تر و افزایش و تکامل دانش زیست شناسی طی فرایند اطلاع رسانی علمی در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در ایران می تواند توانایی بیش تر مسوولین در مدیریت منابع و تصمیم گیری های مدیران در ارگان های مرتبط با محیط زیست، منابع طبیعی و شیلات را حاصل سازد.

تقدیر و تشکر

نویسنده برخود لازم می داند تا از داوران محترم بخاطر نظرات سازنده و ارزشمند خود در مراحل داوری این مقاله تشکر و قدردانی نماید.

Reference

1. Barber, J. R., Crooks, K. R., & Fristrup, K. M., 2010. The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. Trends in Ecology and Evolution, 25(3), 180–189.
2. Slabbekoorn, H., Bouton, N., van Opzeeland, I., Coers, A., ten Cate, C., & Popper, A. N. 2010. A noisy spring: The impact of globally rising underwater sound levels on fish. Trends in Ecology and Evolution.
3. Simpson, S. D., Purser, J., & Radford, A. N. 2015. Anthropogenic noise compromises antipredator behaviour in European eels. Global Change Biology, 21(2), 586–593.
4. Warren, P. S., Katti, M., Ermann, M., & Brazel, A. 2006. Urban bioacoustics: It’s not just noise. Animal Behaviour, 71(3), 491–502.
5. Normandeau Associates, I. 2012. Effects of noise on fish, fisheries, and invertebrates in the U.S. Atlantic and Arctic from energy industry sound-generating activities. Workshop Report December 2012, (December), 80.
6. Shannon, G., Mckenna, M. F., Angeloni, L. M., Crooks, K. R., Fristrup, K. M., Brown, E., … Wittemyer, G. 2015. A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife. Biological Reviews, 24.
7. Morley, E. L., Jones, G., & Radford, A. N. 2014. The importance of invertebrates when considering the impacts of anthropogenic noise. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 281(1776), 20132683.
8. Gagliano, M., McCormick, M. I., & Meekan, M. G. 2007. Temperature-induced shifts in selective pressure at a critical developmental transition. Oecologia, 152(2), 219–225.
9. Small, C., & Nicholls, R. J. 2003. Palm Coastal Zones. Journal of Coastal Research, 19(3), 584–599.
10. Davenport, J., & Davenport, J. L. 2006. The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: A review. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 67(1–2), 280–292.
11. Slabbekoorn, H., & Halfwerk, W. 2009. Behavioural Ecology: Noise Annoys at Community Level. Current Biology, 19(16), R693–R695.
12. Harley, C. D. G., Hughes, A. R., Hultgren, K. M., Miner, B. G., Sorte, C. J. B., Thornber, C. S., … Williams, S. L. 2006. The impacts of climate change in coastal marine systems. Ecology Letters, 9(2), 228–241.

13. Simpson, S. D., Jennings, S., Johnson, M. P., Blanchard, J. L., Sch??n, P. J., Sims, D. W., & Genner, M. J. 2011. Continental shelf-wide response of a fish assemblage to rapid warming of the sea. Current Biology, 21(18), 1565–1570.
14. Hughes, A. R., Mann, D. A., & Kimbro, D. L. 2014. Predatory fish sounds can alter crab foraging behaviour and influence bivalve abundance. Proceedings of the Royal Society B, 281, 20140715.
15. Bejder, L., Samuels, A., Whitehead, H., Finn, H., & Allen, S. 2009. Impact assessment research: Use and misuse of habituation, sensitisation and tolerance in describing wildlife responses to anthropogenic stimuli. Marine Ecology Progress Series, 395, 177–185.
16. Galhardo, L., Vital, J., & Oliveira, R. F. 2011. The role of predictability in the stress response of a cichlid fish. Physiology and Behavior, *102*(3–4), 367–372.
17. Barton, B. A. 2002. Stress in Fishes: A Diversity of Responses with Particular Reference to Changes in Circulating Corticosteroids. Integrative and Comparative Biology, 42(3), 517–525.
18. 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 Behaviour, 107, 49-60.
19. Voellmy, I. K., Purser, J., Flynn, D., Kennedy, P., Simpson, S. D., & Radford, A. N. 2014. Acoustic noise reduces foraging success in two sympatric fish species via different mechanisms. Animal Behaviour, 89, 191–198.
20. Bracciali, C., Campobello, D., Giacoma, C., & Sarà, G. 2012. Effects of nautical traffic and noise on foraging patterns of mediterranean Damselfish (*Chromis chromis*). PLoS ONE, 7(7).
21. Pen, O., Magnhagen, C., Johansson, K., & Sigray, P. 2017. Effects of motorboat noise on foraging behaviour in Eurasian perch and roach: a field experiment, 564, 115–125.
22. Payne, N. L., van der Meulen, D. E., Suthers, I. M., Gray, C. A., & Taylor, M. D. 2014. Foraging intensity of wild mulloway Argyrosomus japonicus decreases with increasing anthropogenic disturbance. Marine Biology, 162(3), 539–546.
23. Shafiei Sabet, S., Wesdorp, K., van Dooren, D., & Slabbekoorn, H. 2016. Sound affects behavior of captive zebrafish: Always consider the potential for acoustic effects on your laboratory tests, *27*, 10010.
24. Shafiei Sabet, S., Neo, Y.Y. and Slabbekoorn, H., 2016. Impact of anthropogenic noise on aquatic animals: from single species to community-level effects. In The Effects of Noise on Aquatic Life II. Springer, New York, NY, 957-961.
25. Shafiei Sabet, S., Van Dooren, D., & Slabbekoorn, H. 2016. Son et lumiere: Sound and light effects on spatial distribution and swimming behavior in captive zebrafish. Environmental Pollution, 212, 480–488.
26. Shafiei Sabet, S., Wesdorp, K., Campbell, J., Snelderwaard, P., & Slabbekoorn, H. 2016. Behavioural responses to sound exposure in captivity by two fish species with

different hearing ability. Animal Behaviour, 116.

27. 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).
28. Sivle, L. D., Wensveen, P. J., Kvadsheim, P. H., Lam, F. A., Visser, F., Curé, C., … Miller, P. J. O. 2016. Naval sonar disrupts foraging in humpback whales, *562*, 211–220.
29. Isojunno, S., Cur, C., Kvadsheim, P. H., Lam, F. P. A., Tyack, P. L., Wensveen, P. J., & Miller, P. J. O. M. 2016. Sperm whales reduce foraging effort during exposure to 1-2 kH z sonar and killer whale sounds. Ecological Applications, 26(1), 77–93.
30. Friedlaender, A. S., Tyson, R. B., Stimpert, A. K., Read, A. J., & Nowacek, D. P. 2013. Extreme diel variation in the feeding behavior of humpback whales along the western Antarctic Peninsula during autumn. Marine Ecology Progress Series, 494(December), 281–289.
31. Wale, M. a., Simpson, S. D., & Radford, A. N. 2013. Noise negatively affects foraging and antipredator behaviour in shore crabs. Animal Behaviour, 86(1), 111–118.
32. Candolin, U., & Wong, B. B. M. 2012. Behavioural Responses to a Changing World: Mechanisms and Consequences. Biotropica (Vol. 30).
33. Kunc, H. P. 2012. Review of Behavioural responses to a changing world. Animal Behaviour, 84(6), 1596–1597.
34. Tuomainen, U., & Candolin, U. 2011. Behavioural responses to human-induced environmental change, 640–657.
35. Siemers, B. M., & Schaub, A. 2011. Hunting at the highway: traffic noise reduces foraging efficiency in acoustic predators. Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society, 278(1712), 1646–1652.
36. Schaub, A., Ostwald, J., & Siemers, B. M. 2008. greater mouse-eared bat (Myotis myotis)Foraging bats avoid noise. The Journal of Experimental Biology, 211(Pt 19), 3174–3180.
37. Luo, J., Siemers, B. M., & Koselj, K. 2015. How anthropogenic noise affects foraging. Global Change Biology, 21(9), 3278–3289.
38. Takahashi, T. T. 2010. How the owl tracks its prey – II, 3399–3408.
39. Goerlitz, H. R., & Siemers, B. M. 2007. Sensory ecology of prey rustling sounds : acoustical features and their classification by wild Grey Mouse, (Nekaris 2005), 143–153.
40. Page, R. A., & Ryan, M. J. 2005. Flexibility in assessment of prey cues : frog-eating bats and frog calls, (April), 841–847.
41. Schnitzler, H., Moss, C. F., & Denzinger, A. 2003. From spatial orientation to food acquisition in echolocating bats, *18*(8), 386–394.
42. Lima, S. L., & Bednekoff, P. A. 1999. Back to the basics of antipredatory vigilance: can nonvigilant animals detect attack? Animal Behaviour, 58(1984), 537–543.
43. Quinn, J., J. Whittingham, M., J. Butler, S., & Cresswell, W. 2006. Noise, predation risk compensation and vigilance in the chaffinch Fringilla coelebs. Journal of Avian Biology, 37(6), 601–608.
44. Smith, R. 1986. Evolution of alarm signals: role of benefits of retaining group members or territorial

neighbors. The American Naturalist, 128(4), 604–610.

45. Lemon, W. C. 1991. Fitness consequences of foraging behaviour in the zebra finch. Nature, 352(February), 153–155.
46. Wright, a J., Hatch, L. T., Aguilar Soto, N., Kakuschke, a, Baldwin, a L., Lusseau, D., Martin, V. 2007. Anthropogenic noise as a stressor in animals: A multidisciplinary perspective. International Journal of Comparative Psychology, 20, 250–273.
47. Charmandari, E., Tsigos, C., & Chrousos, G. 2005. endocrinology of the stress response. Annual Review of Physiology, 67(1), 259–284.
48. Mendl, M. 1999. Performing under pressure: Stress and cognitive function. Applied Animal Behaviour Science, 65(3), 221–244.
49. De Kloet, E. R., Oitzl, M. S., & Joëls, M. 1999. Stress and cognition: Are corticosteroids good or bad guys? Trends in Neurosciences.
50. Lupien, S. J., & McEwen, B. S. 1997. The acute effects of corticosteroids on cognition: Integration of animal and human model studies. Brain Research Reviews.
51. Chan, A. A. Y. H., & Blumstein, D. T. 2011. Attention, noise, and implications for wildlife conservation and management. Applied Animal Behaviour Science, 131(1–2), 1–7.
52. Brumm, H., & Slabbekoorn, H. 2005. Acoustic Communication in Noise. Advances in the Study of Behavior.
53. Quinn, J. L., Whittingham, M. J., Butler, S. J., Cresswell, W., & Noise, W. 2006. Noise , predation risk compensation and vigilance in the chaffinch Fringilla coelebs, *6*.
54. Gouveia, M., Borges, M., Costa, J., & Carneiro, A. V. 2004. Burden of disease from hypercholesterolemia in Portugal. Revista Portuguesa de Cardiologia : Orgao Oficial Da Sociedade Portuguesa de Cardiologia = Portuguese Journal of Cardiology : An Official Journal of the Portuguese Society of Cardiology, 23(2), 255–270.
55. Brumm, H. 2014. Fish struggle to be heard--but just how much fin waving is there? A comment on Radford et al. Behavioral Ecology, *25*(5), 1033–1034.
56. Francis, C. D., & Barber, J. R. 2013. A framework for understanding noise impacts on wildlife: an urgent conservation priority. Frontiers in Ecology and the Environment, 11(6), 305–313.
57. Kight, C. R., Saha, M. S., & Swaddle, J. P. 2012. Anthropogenic noise is associated with reductions in the productivity of breeding Eastern Bluebirds (*Sialia sialis*). Ecological Applications, 22(7), 1989–1996.
58. Kight, C. R., & Swaddle, J. P. 2011. How and why environmental noise impacts animals: An integrative, mechanistic review. Ecology Letters, 14, 1052–1061.
59. Francis, C. D., Kleist, N. J., Ortega, C. P., & Cruz, A. 2012. Noise pollution alters ecological services: enhanced pollination and disrupted seed dispersal. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences.