



ORIGINAL RESEARCH PAPER

## The influence of sound exposure on movement and food-finding behaviour of red cherry shrimp *Neocaridina davidi*

S. Azarm-Karnagh<sup>1</sup>, L. Lopez-Greco<sup>2</sup>, S. Shafiei Sabet<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup> M.Sc student, Department of fisheries, Faculty of natural resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Biodiversity and Experimental Biology, Faculty of Exact and Natural Sciences, University of Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

<sup>3</sup> Assistant Professor, Department fisheries, Faculty of natural resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received: .....

Revised: .....

Accepted: .....

#### Keywords:

Anthropogenic noise

Behaviour

Crustacean

Decapoda

Ornamental aquatic animals

Red cherry shrimp

### ABSTRACT

**Background and Objectives:** Many animal species are currently experiencing anthropogenic pollutions in their habitat. Noise pollution from human activities affects many species of animals. Noise pollution in terrestrial and aquatic ecosystems is prominently recognized as a source of stress and disruption of biological activities, and an important and pervasive global environmental pollutant. Recent studies have shown the effect of sound on various aquatic vertebrates, including fish and marine mammals. However, despite the diversity of invertebrates and crustacean that they are among the earliest links in the food chain in ecosystems, studies on the effect of acoustic stimuli on their behaviour are limited. Therefore, the aim of the present study was to investigate the effect of continuous sound exposure, the most common temporal pattern among underwater sound sources, on the behaviour of an invertebrate, red cherry shrimp (*Neocaridina davidi*) under laboratory conditions.

**Methods:** In total, 70 red cherry shrimps were housed in a holding aquarium (48 cm × 32 cm × 28 cm; water depth: 22cm; wall thickness: 4mm) connected to a water circulation system on a 14 h light; 10 h dark cycle and with the water temperature kept at 27°C. All shrimp individuals were fed twice daily for two weeks with spirulina tablet before being transferred individually to the experimental set-up. The experiments were conducted in a rectangular glass tank aquarium (40 × 30 × 30 cm; water depth: 20 cm; wall thickness: 2cm) equipped with a custom build underwater speaker connected to a power amplifier. Behavioural experiments were performed after the shrimps had acclimated to the experimental set-up. The shrimps were divided in two treatments and individually exposed either to ambient noise as a control (96.52±1 dB ref 1µPa) or continuous sound (110.40±1 dB ref 1µPa) in a bandwidth range of 400 to 2000 Hz. Here, in this study, we investigated the effect of sound exposure on movement speed, spatial distribution and food finding behaviour of shrimps.

**Findings:** According to the findings, in general, once the passing gate opened, the movement speed in sound and control treatments showed a significant decrease ( $P < 0.05$ ), but there were no significant changes between total minutes of control and sound treatments ( $P > 0.05$ ). The spatial distribution of shrimps in response to the sound treatment showed significant changes ( $P < 0.05$ ). Moreover, the time to find the food source also increased significantly in the sound treatment ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** The findings of this study confirm the effect of sound on the behaviour of red cherry shrimp, under laboratory conditions. Elevated sound levels caused changes in spatial distribution and to some extent movement speed of shrimps. Moreover, sound exposure negatively affected allocated time budget to find food source; shrimps spent more time to find food source. Our study highlights that invertebrate are likely to be susceptible to the impacts of anthropogenic sound. We suggest that sound has the potential to increase the risks of starvation and may have subsequently negative effects on the timing of foraging and predatory- prey activities and that may affect population of meiofauna and benthic organisms in aquatic ecosystems. Finally, our

\* Corresponding author:



[s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir](mailto:s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir)

☎ (+98911) 1447909

laboratory study should not be extrapolated directly to outdoor conditions, but calls for investigation of behavioural responses of invertebrates to acoustic stimuli.

| NUMBER OF TABLES | NUMBER OF FIGURES | NUMBER OF REFERENCES |
|------------------|-------------------|----------------------|
| ۱                | ۸                 | ۶۵                   |

مقاله پژوهشی

## اثر صوت بر رفتار حرکتی و یافتن غذا در میگوی قرمز گیلانی *Neocaridina davidi*

ساسان آذرم کرنق<sup>۱</sup>، لورا لوپز گرکو<sup>۲</sup>، سعید شفیعی ثابت<sup>۳\*</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه آموزشی شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران

<sup>۲</sup> عضو هیئت علمی، گروه آموزشی تنوع زیستی و زیست شناسی تجربی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه بوینس آیرس، بوینس آیرس، آرژانتین

<sup>۳</sup> عضو هیئت علمی، گروه آموزشی شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران

تعداد جدولها: 1

تعداد منابع (نباید از 20 رفرنس کمتر باشد)

تعداد ارجاعات: 65

تعداد اشکال و تصاویر: 8

### چکیده

### اطلاعات مقاله

**پیشینه و اهداف:** در حال حاضر بسیاری از گونه‌های جانوری، آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی را در زیستگاه خود تجربه می‌کنند. آلودگی صوتی ناشی از فعالیت‌های انسانی نیز بر بسیاری از گونه‌های جانوری تاثیرگذار می‌باشد. آلودگی صوتی در زیست‌بوم‌های خشکی و آبی به عنوان یک عامل ایجاد استرس و مختل‌کننده فعالیت‌های زیستی و آلاینده محیطی مهم و فراگیر جهانی، به طور برجسته شناخته شده می‌باشد. مطالعات اخیر نشان‌دهنده اثر صوت بر مهره‌داران متعدد آبی از جمله ماهی‌ها و پستانداران دریایی می‌باشد. اگرچه علیرغم تنوع گونه‌های بی‌مهرگان و سخت‌پوستان که جزو حلقه‌های ابتدایی زنجیره غذایی در زیست‌بوم‌ها اند، بررسی اثر صوت بر رفتار آنها محدودتر انجام شده است. بدین جهت، هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر صوت با الگوی پیوسته که متداول‌ترین الگوی زمانی در بین منابع صوتی زیر آب بوده، بر شاخص‌های رفتاری گونه بی‌مهره میگوی قرمز گیلانی (*Neocaridina davidi*) تحت شرایط آزمایشگاهی است.

تاریخ دریافت: .....  
تاریخ بازبینی: .....  
تاریخ پذیرش: .....

### واژگان کلیدی:

آبزیان زینتی  
اصوات انسانی  
ده پایان  
رفتارشناسی  
سخت‌پوستان  
میگوی ردچری

**روش‌ها:** به طور کلی، ۷۰ قطعه میگوی قرمز گیلانی در یک آکواریوم نگهداری (با ابعاد ۴۸×۳۲×۲۸ سانتی-متر، عمق آب: ۲۲ سانتی‌متر و ضخامت دیواره: ۴ سانتی‌متر) متصل به سیستم گردش آب با دوره‌نوری ۱۴ ساعت‌نور و ۱۰ ساعت تاریکی و دمای آب ۲۷ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. همه میگوها دوبر در طول شبانه-روز به مدت دو هفته با قرص جلبک اسپیرولینا قبل از انتقال به آکواریوم آزمایش تغذیه شدند. این آزمایشات در یک آکواریوم شیشه‌ای مستطیل‌شکل (به ابعاد ۴۰×۳۰×۳۰ سانتی‌متر، عمق آب: ۲۰ سانتی‌متر و ضخامت دیواره ۲ سانتی‌متر) مجهز به یک بلنگوی زیرآب سفارشی متصل به یک دستگاه آمپلی فایر انجام شد. آزمایشات رفتاری پس از سازگاری میگوها با ستاپ آزمایش انجام شد. میگوها برای دو تیمار مجزا تقسیم شدند و به طور انفرادی در معرض صوت شاهد (شدت صوت ۹۶/۵۲±۱ دسی‌بل) یا صوت پیوسته (شدت صوت ۱۱۰/۴۰±۱) با دامنه فرکانسی ۴۰۰ تا ۲۰۰۰ هرتز قرار گرفتند. در این مطالعه، اثر صوت بر سرعت حرکت، پراکنش مکانی و یافتن منبع غذایی میگوها بررسی شد.

\*نویسنده مسئول

✉ s.shafiei.saber@guilan.ac.ir

**یافته‌ها:** با توجه به یافته‌ها، به طور کلی با باز شدن دریچه عبور، سرعت حرکت میگوها در دو تیمار شاهد و صوت به‌طور معنی‌داری روند کاهشی داشت ( $P < 0.05$ ). اما تغییرات معنی‌داری بین کل دقایق تیمارهای شاهد و صوت مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). در ادامه پراکنش مکانی میگوها در پاسخ به صوت تغییرات معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0.05$ ). مدت‌زمان یافتن منبع غذایی نیز به طور معنی‌داری در تیمار صوت دستخوش افزایش شد.

---

( $P < 0.05$ )

**نتیجه‌گیری:** یافته‌های این مطالعه تاییدکننده اثرگذاری صوت بر رفتار میگوی قرمز گیلانی تحت شرایط آزمایشگاهی می‌باشد. افزایش سطح صوت باعث تغییر در پراکنش مکانی و تا حدی سرعت حرکت میگوها می‌شود. علاوه بر این، قرار گرفتن در معرض صوت بر بودجه زمان اختصاص یافته برای یافتن منبع غذا تأثیر منفی گذاشت و میگوها زمان بیشتری را برای یافتن منبع غذایی صرف کردند. مطالعه ما نشان می‌دهد که بی‌مهرگان به احتمال زیاد در معرض اثرات اصوات ناشی از عوامل انسانی هستند. پیشنهاد می‌کنیم که صوت پتانسیل افزایش خطرات گرسنگی را دارد و ممکن است متعاقباً اثرات منفی بر زمان فعالیت‌های جستجوی غذا و شکار و شکارگری داشته باشد. و در نتیجه ممکن است بر جمعیت جانداران مایوفونا و کفزی در زیست‌بوم‌های آبی اثر بگذارد. در نهایت، مطالعه آزمایشگاهی ما نباید مستقیماً با شرایط طبیعت مقایسه شود، بلکه بررسی واکنش‌های رفتاری بی‌مهرگان به محرک‌های صوتی توصیه می‌گردد.

---

## مقدمه

جو است که در آب‌های داخلی مختلفی از جمله؛ دریاچه‌ها، آبگیرها، جویبارها و رودخانه‌ها زندگی می‌کند [۲۲]. با اینکه *N. davidi* بومی کشورهای چین، کره، تایوان و ویتنام است [۲۴، ۲۳، ۲۲] اما در کشورهای ایالات متحده آمریکا و ژاپن به‌عنوان گونه غیربومی و مهاجم نیز وجود دارد که این به سبب تحمل محدوده وسیعی از تغییرات دمایی و کیفیت آب، توسط این گونه می‌باشد [۲۶ و ۲۵]. هم-چنین *N. davidi* اخیراً در بخشی از رودخانه راین، در کشور آلمان نیز یافت شده است [۲۶]. بسیاری از گونه‌های جنس *Neocaridina* مثل *N. davidi* به‌عنوان آبریان زینتی در ایران و دنیا، در آکواریوم-ها استفاده می‌شوند [۲۸ و ۲۷]. این سخت‌پوستان معمولاً از جلبک، بیوفیلم، سخت‌پوستان ریز و مواد آلی درحال تجزیه (دتریتوس) تغذیه می‌کنند [۳۰ و ۲۹، ۲۷]. این درحالی است که با وجود پتانسیل اقتصادی و اهمیت اکولوژیکی در زمینه تجارت آبریان زینتی و مهاجم بودن این گونه، اطلاعات پایه‌ای کمی در مورد زیست‌شناسی آن وجود دارد [۳۲ و ۳۱، ۳۰].

سخت‌پوستان به دلیل سهولت پرورش در محیط آزمایشگاهی، به عنوان جانوران مدل مطرح شده‌اند [۳۳-۳۶]. خصوصاً میگوی قرمز گیلاسی به دلیل کوچک بودن، مراحل پرورش آسان و تولید مثل سریع، از جانوران مطالعاتی بسیار عالی و کارآمد بوده و همچنین بازاریپسندی آن در تجارت آبریان زینتی درحال افزایش می‌باشد [۳۷]. مدل‌های سخت‌پوستان امکان درک گسترده‌تری از رفتار حیوانات را نسبت به مدل‌های خانواده جونندگان شامل موش‌ها (*Muridae*) با رده بالاتر تکاملی فراهم می‌آورند [۳۸]. مطالعات اخیر ابعاد متعددی از تولیدمثل و تکامل این گونه جانوری از جمله آسیب-پذیری تغذیه‌ای را بیان کرده‌اند [۴۰ و ۳۹، ۳۲].

گونه‌های زیادی از راسته ده‌پایان وجود دارند که به طور عمدی یا غیرعمدی از آکواریوم‌ها وارد طبیعت شده‌اند [۴۳ و ۴۲، ۴۱]. در مورد میگوی قرمز گیلاسی، بیشتر بحث غیرعمدی بودن وارد شدن آن به محیط‌های طبیعی به‌عنوان گونه مهاجم مطرح است [۴۴]. این گونه در جریان تجارت حیوانات خانگی در محیط‌های طبیعی جدیدی از جمله آلمان، لهستان و ژاپن گزارش شده است [۴۶ و ۴۵، ۴۶]. با توجه به اهمیت بازسازی و حمایت از ذخایر گونه‌های بومی و احتمال اثرگذاری این گونه بی‌مهره بر سایر ذخایر ارزشمند بومی، لزوم مطالعه و شناسایی اختصاصات گونه‌ای، رفتاری و فیزیولوژیکی این گونه، لازم و ضروری به نظر می‌رسد. همان‌طور که ذکر شد میگوی قرمز گیلاسی تولیدمثل سریع با تعداد بالای زاده‌ها دارد [۴۷] که این امر می‌تواند اثرات منفی‌ای بر زیست‌بوم و تنوع زیستی وابسته به آن داشته باشد. بنابراین، علاوه بر محبوبیت این گونه در بین آکواریوم-داران، فقدان اطلاعات زیست‌شناسی پایه و شرایط بهینه پرورش آن نیز مطرح می‌باشد. هدف از این مطالعه، بررسی تغییرات شاخص‌های رفتار حرکتی و مدت‌زمان دستیابی به منبع غذایی میگوی قرمز گیلاسی در پاسخ به محرک صوتی با فرکانس مشخص و قابل ادراک در دامنه شنوایی این گونه می‌باشد، شایان ذکر است تاکنون

امروزه، توسعه شهری و پیشرفت تکنولوژی در زمینه فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی، از دلایل عمده ایجاد تغییرات در ساختار محیط-زیست می‌باشند. آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی می‌توانند به عنوان تهدیدات زیست محیطی به‌طور هم‌زمان و چندجانبه باعث تغییر شرایط فیزیکی و شیمیایی محیط با دامنه‌های متفاوت در بعد زمان و مکان گردیده و اثرات متنوع و گسترده‌ای بر گونه‌های جانوری در زیستگاه‌های خشکی و آبی داشته باشند [۱ و ۲]. یکی از مهم‌ترین تهدیدات زیست محیطی که توسط انسان ایجاد می‌شود، آلودگی‌های صوتی می‌باشد [۳ و ۴]. اگرچه بسیاری از اصوات دارای منشاء غیرزیستی از جمله رعدوبرق، باد و جریانات آبی هستند، درمقابل بسیاری از گونه‌های جانوری نیز برای اهداف مختلف و در مراحل گوناگون زندگی صوت (اصوات یا منشاء زیستی) تولید می‌کنند [۵ و ۴]. اما با توجه به افزایش جمعیت جهانی، یکی از منابع عمده و تاثیرگذار، اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی می‌باشد [۶] که میزان شدت صوت آن شدیدتر و با تکرار فراوانی بیشتر است [۸ و ۷]. با توجه به بیانیه سازمان جهانی بهداشت، اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی یکی از خطرناک‌ترین انواع آلودگی هستند که در اکوسیستم‌های آبی و خشکی درحال گسترش می‌باشند [۱۰ و ۹]. از همین رو آلودگی صوتی در محیط‌های خشکی و آبی به عنوان یک عامل استرس‌زا و آلاینده محیطی مهم و جهانی، بصورت شاخص شناخته شده می‌باشد [۱۱ و ۱۲].

در اکوسیستم‌های آبی، اصوات ناشی از عوامل انسانی به صورت عمدی (مثل؛ فعالیت‌های لرزه‌نگاری جهت کشف منابع نفت و گاز و سونارها جهت شناسایی اهداف نظامی) و غیرعمدی (مثل؛ حفاری‌های زیرآب، فعالیت‌های کشتیرانی و قایق‌های تفریحی) در محیط‌های دریایی و اقیانوسی تولید می‌شوند [۱۳]. علاوه بر این، در محیط‌های آب شیرین نیز، اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی مثل عبور و مرور قایق‌های تفریحی و صیادی، پمپ‌های هوادهی با توان-های مختلف در کارگاه‌های تکثیر و پرورش آبریان و سیستم‌های فیلتراسیون وجود دارد [۱۵ و ۱۴]. تمامی منابع صوتی ذکر شده ناشی از فعالیت‌های انسانی می‌توانند بصورت گسترده‌ای بر گونه‌های آبریان در شاخه‌های مختلف جانوری تاثیرگذار باشند. بررسی اثر صوت بر بی‌مهرگان، مهره‌داران و پستانداران دریایی مانند سخت‌پوستان و وال‌ها انجام شده است [۱۷ و ۱۶] که بنا به یافته‌های اکثر این مطالعات، اصوات می‌توانند بر قابلیت‌های شناگری و حرکتی موجودات آبی اثرگذار باشند. همچنین اثر صوت بر دریافت غذایی گونه‌های متفاوتی از سخت‌پوستان، ماهیان و پستانداران آبی نیز مطالعه شده است [۲۰ و ۱۹، ۱۸].

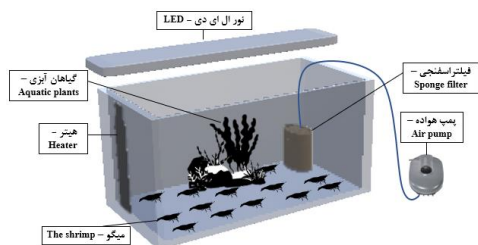
میگوی [۲۱] *Neocaridina davidi* که معمولاً با نام میگوی ردچری یا قرمزگیلاسی شناخته می‌شود، یک گونه‌ی کوچک و صلح

تیمارها، ترتیب تیمارهای شاهد و صوت بصورت یکی در میان اعمال شدند.

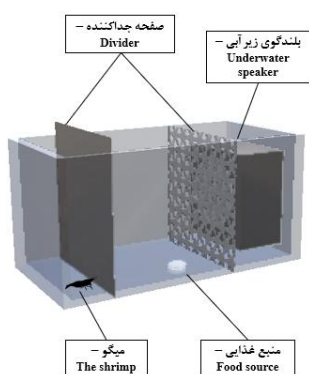
مطالعه‌ای مبنی بر اثر صوت بر رفتار حرکتی و تغذیه‌ای میگوی قرمز گیلاسی (*Neocaridina dividi*) انجام نگرفته است.

## روش پژوهش

طول دوره این پژوهش از مهرماه سال ۱۳۹۹ شروع شد و در اردیبهشت‌ماه سال ۱۴۰۰ پایان یافت. آزمایش‌ها با استفاده از یک آکواریوم "نگهداری" و یک آکواریوم "آزمایش" به ترتیب با ابعاد ۴۸×۳۲×۲۸ سانتی‌متر (شکل ۱) و ۴۰×۳۰×۳۰ سانتی‌متر (شکل ۲) انجام شدند. به منظور حذف اثر ریتم شبانه‌روزی بر نتایج و پاسخ‌های رفتاری، مراحل همه آزمایش‌ها، به صورت روزانه در ساعات ۱۷ تا ۲۰ عصر انجام پذیرفتند. میگوهای قرمز گیلاسی مورد نیاز نیز از یک دسته پرورشی و با سابقه ژنتیکی و روش نگهداری مشابه از فروشگاه آبریان واقع در شهرستان رشت تهیه شدند. جهت خوگیری و سازگاری با محیط جدید به آکواریوم نگهداری با ابعاد ۴۸×۳۲×۲۸ سانتی‌متر با ضخامت دیواره ۴ میلی‌متر، مجهز به بخاری، بیوفیلتر اسفنجی، خزه، گیاه طبیعی و مصنوعی، نور LED ۱۲ وات با بستر شنی و خاک پلنت مدل پریمیوم منتقل شدند. به منظور سازگاری و خوگیری میگوها با محیط جدید، پس از خریداری به مدت یک هفته در آکواریوم نگهداری با دمای  $27 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد، اکسیژن‌دهی و با غذادهی هر ۱۲ ساعت یکبار با قرص جلبک اسپیروولینا نگهداری شدند. آب مورد استفاده نیز، آب شهری دیو شده و کلرزدایی شده (به مدت ۷ روز در مخزن آب جداگانه) بود. پارامترهای شیمیایی و فیزیکی آب نظیر، pH، TDS (Total Dissolved Solids) و دما به ترتیب توسط دستگاه‌های pHسنج (مدل HANNA HI208-02)، TDSسنج (مدل TDS-3، ساخت چین)، دماسنج جیوه‌ای اندازه‌گیری شدند و شدت نور نیز به وسیله دستگاه لوکس‌متر مدل (Digital Lux Meter-GM1010) در ابتدا و انتهای هر تیمار ثبت شد و محل دقیق اندازه‌گیری شدت نور قبل و بعد از انجام هر آزمایش بصورت روزانه و در مکان ثابت در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر از سطح آب و هم‌چنین در کف آکواریوم در بخش مرکزی به ابعاد ۲۰ سانتی‌متر از وسط آکواریوم اندازه‌گیری شد و در شرایط ثابت  $pH = 7.2 \pm 0.2$ ،  $TDS = 160 \pm 1$ ، دما =  $27 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد و میانگین شدت نور  $112/8 \pm 2$  لوکس نگهداری شدند. لازم به ذکر است شرایط فیزیکی و شیمیایی نظیر صوت زمینه، دمای آب، زمان تعویض آب و شدت نور، عدم وجود هورمون‌های استرسی ماهیان و شدت نور برای هردو آکواریوم نگهداری و آزمایش مشابه بود. هم‌چنین طول، وزن و نسبت جنسی میگوها (۱:۱) مشابه در نظر گرفته شدند. همه میگوها در یک دامنه وزنی مشخص و میانگین طول بدن ۲ تا ۲/۵ سانتی‌متر و بالغ بودند. در هر مرحله از آزمایشات برای هر تیمار به تعداد ۳۵ قطعه میگو با تناوب هردو جنس نر و ماده مورد استفاده قرار گرفتند و هم‌چنین جهت حذف اثرات زمان آزمایش بر



شکل ۱: تصویر آکواریوم نگهداری و اجزای آن  
Fig. 1: Picture of stock aquarium and its components

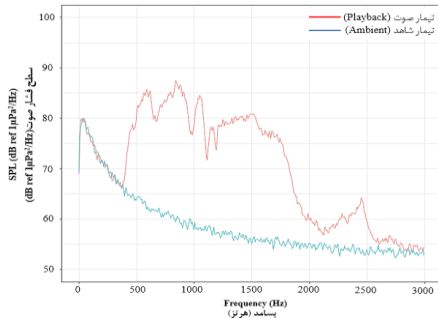


شکل ۲: تصویر آکواریوم آزمایش و اجزای آن  
Fig. 2: Picture of experiment aquarium and its components

در این مطالعه از یک تیمار شاهد و یک تیمار صوتی استفاده شد (شکل ۴) که جزئیات آن به قرار زیر می‌باشد: تیمار شاهد: در این تیمار میگو به مدت ۲۰ دقیقه در معرض اصوات محیطی زمینه با شدت صوت  $96/52 \pm 1$  دسی‌بل (Ambient noise) قرار گرفت (شکل ۳- آ، د). تیمار پخش صوت: صوت با دامنه فرکانس ۲۰۰ تا ۴۰۰ هرتز با میانگین شدت صوت  $110/40 \pm 1$  دسی‌بل به مدت زمان ۲۰ دقیقه و با الگوی پیوسته پخش شد (شکل ۳- ب، ج).

علت انتخاب صوت پیوسته با دامنه فرکانس ۲۰۰ تا ۴۰۰ هرتز در این آزمایش، مشابهت این الگوی صوتی پیوسته (شکل ۳- ج) با اصوات ناشی از پمپ‌های هوادهی و فیلترهای هوا است که معمولاً در محیط‌های پرورشی استفاده می‌شوند و متعاقباً میگوها در معرض این اصوات قرار می‌گیرند [۱۴]. شایان ذکر است تیمارهای شاهد و صوت

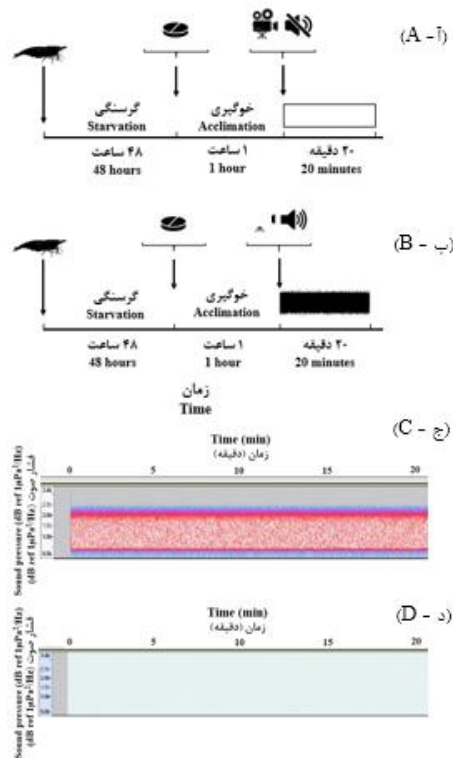
به وسیله نرم افزار (Audacity-win-vr 2.3.1) با فرکانس صوتی ای که برای سخت پوستان قابل تشخیص و تفکیک باشد تهیه شد و توسط یک دستگاه لپ تاپ مدل Lenovo-V110 ساخت کشور چین متصل به بلندگوی زیرآبی دست ساز سفارشی با مشخصات (30 W, 10Hz – 10KHz) و به همراه یک آمپلی فایر تقویت کننده صوت پخش شد. شرایط دوره نوری هر دو تانک نیز به صورت (۱۲:۱۲) در نظر گرفته شد. همچنین اندازه گیری شدت صوت زیرآب نیز، با دستگاه ضبط کننده صوت مدل (TASCAM-DR-100MK2) مجهز به هیدروفون کالیبره شده و به روش کار استاندارد تخصصی قبلی صورت گرفت [۵].



شکل ۴: تراکم طیفی قدرت تیمارهای شاهد و صوت. سطوح فشار صوت دو تیمار شاهد و صوت در بازه فرکانسی صفر تا ۳۰۰۰ هرتز. خط آبی و قرمز به ترتیب بیانگر شدت صوت در تیمار شاهد و صوتی می باشد.

Fig. 4: Power spectral density (PSD) (window length: 1024, window type: Hann) of ambient and sound treatments. Sound pressure levels in two controls and sound treatments in the frequency range of 0 to 3000 Hz. The blue and red colour represents the ambient (control) and the sound treatment sound pressure levels across frequencies.

در این مطالعه، میگوها (تعداد ۳۵ قطعه در هر تیمار و مجموع ۷۰ قطعه) به مدت ۴۸ ساعت در تانک نگهداری، گرسنگی داده شدند [۴۸]. سپس به منظور خوگیری با تانک آزمایش و با توجه به مشاهدات در مرحله پایلوت پژوهش، ۱ ساعت قبل از آزمایش، میگوها بصورت انفرادی به منطقه شروع در پشت یک صفحه جداکننده در آکواریوم آزمایش منتقل شدند (شکل ۲)، در این زمان منبع غذایی نیز به طرف دیگر صفحه جداکننده اضافه شد. لازم به ذکر است در طی این مدت میگوها غذادهی نشدند [۴۹]. در تیمار صوت، همزمان با برداشته شدن صفحه جداکننده (به مقدار ۲ سانتی متر از کف آکواریوم، جهت کاهش حرکت فیزیکی صفحه جداکننده و کاهش استرس به میگو)، به مدت ۲۰ دقیقه تیمار صوت پخش شد و به هر میگو حداکثر ۱۰ دقیقه زمان داده شد تا منبع غذایی را پیدا کنند. در تیمار کنترل نیز همزمان با برداشته شدن صفحه جداکننده، به مدت ۲۰ دقیقه تیمار کنترل پخش شد و به هر میگو حداکثر ۱۰ دقیقه زمان داده شد تا منبع غذایی را پیدا کنند. شاخص های مورد اندازه گیری در این بخش عبارتند از: سرعت حرکت در واحد سانتیمتر بر ثانیه، پراکنش مکانی در واحد ثانیه و مدت زمان یافتن منبع غذایی در واحد ثانیه در دو تیمار صوت و شاهد بررسی و ثبت شدند. با توجه به جایگاه رده بندی سیستماتیک گونه جانوری مورد استفاده در این پژوهش (از بی مهرگان آبی) شامل



شکل ۳: (ا) تصویر شماتیک الگوی زمانی تیمار شاهد که شامل ۴۸ ساعت گرسنگی، ۱ ساعت خوگیری میگو در تانک آزمایش و ۲۰ دقیقه تیمار شاهد می باشد، (ب) تصویر شماتیک الگوی زمانی تیمار صوت که شامل ۴۸ ساعت گرسنگی، ۱ ساعت خوگیری میگو در تانک آزمایش و ۲۰ دقیقه فیلم برداری با پخش صوت پیوسته بود. همچنین ۱۰ دقیقه قبل از پخش تیمار صوت نیز فیلم برداری صورت گرفت، (ج) تصویر الگوی تیمار صوتی پیوسته و (د) تصویر الگوی تیمار شاهد.

Fig. 3: (A) Schematic diagram of control treatment time pattern which includes 48 hours of starvation, 1 hour of shrimp acclimation in the experiment tank and 20 minutes of control treatment, (B) Schematic diagram of the time pattern of sound treatment, which included 48 hours of starvation, 1 hour of shrimp acclimation in the test tank, and 20 minutes of filming. Also, filming was done 10 minutes before play the sound treatment., (C) Image of continuous sound treatment pattern and (D) Image of control treatment pattern.

قوانین پژوهش گونه‌های جانوری و صدور کد اخلاق در پژوهش نبوده است. البته تمامی مراحل نگهداری و انجام آزمایش مطابق با شرایط عمومی نگهداری گونه‌های جانوری در محیط‌های کنترل شده بوده است. تلفات شدید یا تغییر شکل ظاهری بدن مشاهده نشد. میگوهای استفاده شده در این پژوهش به آکواریومی دیگر برای انجام تکثیر و سایر مطالعات جانبی منتقل شدند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها به وسیله نرم‌افزار SPSS-25 و Excel-2019 انجام شد. جهت تست نرمال بودن داده‌ها نیز از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف و همگنی داده‌ها از آزمون Levene استفاده شد. هم‌چنین سطح معنی‌داری داده‌ها توسط آزمون t دونمونه‌ای و آزمون t مستقل در سطح 0/05 مورد ارزیابی قرار گرفت. تصاویر ضبط شده نیز به بزرگنمایی 1 فریم برثانیه کاهش داده شدند و با استفاده از نرم‌افزار Logger Pro 3.14.1 سرعت حرکت و پراکنش مکانی میگوها نیز تجزیه و تحلیل شد. صوت مورد استفاده نیز توسط نرم‌افزار تخصصی Audacity 2.3.1 تهیه شد.

### شرح و بحث

این مطالعه بخشی از پژوهش‌های به هم پیوسته بررسی اثر اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی بر ماهی زبرا (*Danio rerio*) و ماهی سیکلید دریاچه ویکتوریا (*Haplochromis piceatus*) [50، 51، 52] و بی‌مهره آب شیرین دافنی (*Daphnia magna*) می‌باشد [53]. در مطالعه حاضر، رفتارهای حرکتی و تغذیه‌ای میگوی قرمز گیلاسی از جمله: سرعت حرکت، پراکنش مکانی و مدت‌زمان یافتن منبع‌غذایی در پاسخ به دو تیمار شاهد و صوت اندازه‌گیری و ثبت شدند. در برخی از نتایج این مطالعه، تغییرات رفتاری مشاهده شده با پخش تیمار صوتی مرتبط نبود. نتایج نشان داد سرعت حرکت میگوها در دقیقه انتهایی (9ام) قبل از برداشتن صفحه جداکننده نسبت به دقایق اولیه بعد از برداشتن صفحه جداکننده (در هر دو تیمار شاهد و صوت) روند کاهشی نشان داد. از نظر پراکنش مکانی در تیمار شاهد تمایل پراکنشی مکانی و تمرکز مکانی مشاهده نشد اما در تیمار صوت با پخش صوت به شکل معنی‌داری پراکنش میگوها در یک‌سوم سمت چپ آکواریوم (نقطه دورتر از منبع تولید صوت) افزایش یافت. طی مرحله دیگری از آزمایش، مدت زمان یافتن منبع غذایی در تیمار صوت نسبت به تیمار شاهد به شکل معنی‌داری افزایش یافت.

Filiciotto و همکاران (2014) پاسخ‌های رفتاری و بیوشیمیایی خرچنگ خاردار اروپایی (*Palinurus elephas*) را تحت صوت آزمایشگاهی بررسی کردند و بیان کردند سرعت حرکت آنها در تیمار صوت نسبت به تیمار شاهد به شکل معنی‌داری افزایش می‌یابد، که این یافته با نتایج مطالعه حاضر همخوانی ندارد [54]. تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از اختلاف گونه‌ای، تفاوت در اندازه محیط آزمایش نوع صوت و ویژگی‌های آن نیز باشد. از طرفی این تفاوت مشاهده شده

رفتاری کاهش سرعت شنا در مطالعه حاضر و افزایش سرعت شنا در مطالعه Filiciotto و همکاران (2014) می‌تواند به دلیل تفاوت در روش‌شناسی و شیوه انجام مراحل این دو آزمایش جهت یافتن پاسخ برای فرضیه‌های علمی متفاوت باشد. هم‌چنین در مطالعه یاد شده شاخص‌های فیزیولوژیکی همچون میزان همولنف گونه مذکور نیز در پاسخ به صوت دستخوش تغییر شد [54]. در مطالعه دیگری De Vincenzi و همکاران در سال 2015 با پژوهش بر پاسخ‌های رفتاری و پارامترهای سرعت حرکت و جایجایی خرچنگ خاردار اروپایی (*Palinurus elephas*) در پاسخ به اصوات خاص و مصنوعی ضبط شده خود گونه با فرکانس‌های مشخص، مشاهده کردند خرچنگ‌های در معرض اصوات، تغییرات معنی‌داری در پارامترهای سرعت حرکت و مقدار جایجایی نشان می‌دهند اما تحت تاثیر اصوات مصنوعی مثل قایق‌ها تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد که این یافته از نظر مقدار جایجایی با مطالعات ما یکسان است [55].

Filiciotto و همکاران (2016) در مطالعه‌ای دریافتند صوت ناشی از قایق موتوری در شرایط آزمایشگاهی می‌تواند در رفتار حرکتی میگوی معمولی (*Palaemon serratus*) مانند رویارویی با سایر میگوها، مدت‌زمان استراحت و مدت‌زمان سپری کردن در بیرون و داخل از پناهگاه به شکل معنی‌داری تاثیرگذار باشد. آنها نشان دادند که با پخش تیمار صوتی که مشابه الگو زمانی و دامنه فرکانس تیمار صوت مطالعه حاضر می‌باشد، میگوها مدت زمان بیشتری را در بیرون از محیط پناهگاه خود سپری کرده و به استراحت پرداختند [56]. هم‌ینطور Roberts و همکاران (2016) در آزمایشی با بررسی حساسیت خرچنگ راهب (*Pagurus bernhardus*) به لرزش‌ها و اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی در محیط‌های آبی بیان کردند، اصوات با فرکانس پایین و در دامنه شنوایی این گونه (5-41 هرتز) می‌تواند بر سخت‌پوستان دریایی از جمله گونه مورد مطالعه، سبب ایجاد تغییر در پاسخ‌های رفتاری از جمله، حرکت آنتن‌ها و فعالیت‌های حرکتی گردد، به طوری که با شروع تیمار صوت یک توقف در حرکت خرچنگ‌ها دیده شد که این نتیجه با مشاهدات مطالعه حاضر در تیمار صوتی نیز همسو می‌باشد [57]. البته با توجه به نتایج مشاهده کاهش سرعت میگو در هر دو تیمارهای شاهد و کنترل، نویسندگان این مقاله عقیده دارند که مشخصاً این رفتار کاهش سرعت مشاهده شده در حرکت میگو مرتبط با محرک صوتی نبوده است. با توجه به اینکه به محض باز شدن دریچه ورودی و امکان دسترسی میگوها به محیط بزرگتر و فضای در دسترس وسیع تر هم‌زمان با پخش تیمارهای شاهد و صوت همراه بوده است به نظر می‌رسد کاهش سرعت شنای میگو بدلیل احساس پتانسیل خطر و نا‌آشنایی مرتبط با مواجهه با فضای جدید در دسترس بوده است. همانطور که در بخش خوگیری در منطقه شروع این الگوی رفتاری مشاهده گردید.

در مطالعه‌ای بر گونه‌ای دیگر از سخت‌پوستان خرچنگ گرد (*Neohelice granulata*) توسط Filiciotto و همکاران (2018)،

نشان داده شده که وضعیت رسیدگی جنسی و حتی جنسیت می-تواند در نوع پاسخ رفتاری به صوت تاثیرگذار باشد. به طوری که جنس ماده خرچنگ بالغ در مراحل اولیه رسیدگی جنسی میزان مسافت طی شده در محیط آزمایش و سرعت حرکت آنها در تیمار صوتی در مقایسه با تیمار شاهد کمتر بوده است. این درحالی است که جنس ماده خرچنگ بالغ در مراحل نهایی رسیدگی جنسی و جنس نر میزان مسافت طی شده در محیط آزمایشی و سرعت حرکت بیشتری در تیمار صوت نسبت به تیمار شاهد از خود نشان دادند [۱۶].

علاوه بر بررسی اثر صوت بر رفتار حرکتی بی مهرگان، مطالعاتی هم توسط سایر محققین جهت بررسی اثر صوت بر رفتار حرکتی برخی گونه های ماهیان بنتیک و وابسته به محیط بستر نیز صورت گرفته است. Kok و همکاران (۲۰۲۱) با مطالعه بر اثرات کوتاه مدت و بلندمدت صوت قایق موتوری بر رفتار ضدشکارگری گاوماهی شنی (*Pomatoschistus minutus*) در محیط طبیعی دریایچه محل زندگی این گونه بیان کردند در کوتاه مدت صوت اثری بر رفتار حرکتی گاوماهی شنی ندارد [۵۸] که این موضوع با یافته های مطالعه حاضر همخوانی ندارد. علت آن می تواند تفاوت گونه ای، توانایی اندام های گیرنده صوت، مدت زمان پخش صوت، فرکانس صوت و تفاوت محیط انجام آزمایش باشد. در مطالعه ای دیگر بر گونه ای دیگر از گاوماهیان (*Pomatoschistus microps*)، Blom و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که اصوات پیوسته منجر به تغییر رفتار حرکتی ماهی ها می-گردد بطوری که تیمار صوتی باعث افزایش میزان تاخیر در آغاز فعالیت حرکتی و بازرسی محل لانه در مقایسه با تیمار شاهد شد [۵۹].

Sal Moyano و همکاران (۲۰۲۱) اثر اصوات ناشی از عوامل انسانی (قایق موتوری) و زیستی (سخت پوستان و ماهی) بر رفتار جهت یابی چهارگونه خرچنگ (*Cyrtograpsus angulatus*, *C. altimanus*, *Neohelice granulata*, *Leptuca uruguayensis*) را بررسی کردند. *C. angulatus* های مگالوپ (Megalopae) و جوان (Juvenile) جهت گیری مثبت به سمت اصوات سخت پوستان نشان دادند. درحالی که مگالوپ ها در مقایسه با خرچنگ های جوان گونه مذکور جهت گیری به اصوات ماهی نداشتند و همچنین هیچکدام از آنها جهت گیری معنی داری به سمت صوت قایق موتوری نشان ندادند. *N. granulata* های مگالوپ پاسخی به هیچکدام از اصوات نشان ندادند اما جوان ها جهت گیری منفی به سمت اصوات سخت پوستان و قایق موتوری داشتند [۶۰] که این مورد در مقایسه با یافته های مطالعه حاضر در یک جهت است. *C. altimanus* و *L. uruguayensis* های جوان نیز هیچ پاسخی به اصوات ماهی نشان ندادند. نتایج این مطالعه این فرض را پشتیبانی می کند که بی مهرگان می توانند سیگنال های خاص را تشخیص دهند و این امر مهم نقش اصوات را در روابط طعمه و شکارچی برجسته می کند. همچنین پاسخ جهت گیری رفتاری به صدای قایق موتوری بیانگر اثر منفی اصوات

ناشی از عوامل انسانی بر تعاملات زیستی گونه ها می باشد که این امر کاملاً هم راستا با مطالعه حاضر می باشد. Shafiei Sabet و همکاران (۲۰۱۶) پاسخ های رفتاری دو گونه ماهی، زبرا (*Danio rerio*) و سیکلید (*Haplochromis piceatus*) را تحت تاثیر صوت بررسی کردند و بیان نمودند پراکنش مکانی هیچکدام از دو گونه ماهی با پخش صوت دستخوش تغییر نشدند [۵۲]. Wale و همکاران (۲۰۱۳) با مطالعه اثر صوت شبیه سازی شده کشتی در شرایط آزمایشگاهی بر رفتار تغذیه ای و ضدشکارچی خرچنگ ساحلی (*Carcinus maenas*) دریافتند که در تیمار صوت نسبت به تیمار شاهد خرچنگ ها به شکل معنی داری زمان بیشتری برای یافتن منبع غذایی صرف می کنند که این نتیجه با یافته های مطالعه حاضر هماهنگ بود [۴۹].

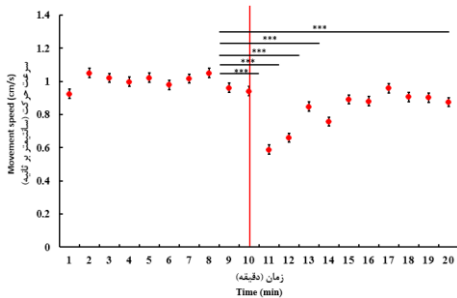
در مطالعه دیگری توسط Hubert و همکاران در سال ۲۰۱۸ بر روی خرچنگ ساحلی (*Carcinus maenas*) و میگوی معمولی (*Crangon crangon*) بیان شد که اصوات زیر آب ناشی از عوامل انسانی می تواند سبب افزایش فعالیت تغذیه ای میگو معمولی و کاهش فعالیت تغذیه ای خرچنگ ساحلی گردند [۶۱]. در مطالعه حاضر نیز پخش صوت موجب شد به شکل معنی داری میگوها زمان بیشتری نسبت به تیمار کنترل برای یافتن منبع غذایی صرف کنند که از این نظر با نتایج مربوط با خرچنگ ساحلی (*C. maenas*) در مطالعه Hubert و همکاران (۲۰۱۸) هماهنگی دارد [۶۱]. همینطور با توجه به اینکه مطالعه یاد شده اندازه محیط آزمایش بسیار بزرگ تر از مطالعه حاضر بود و میگوها و خرچنگ ها بصورت گروهی مورد آزمایش قرار گرفتند، می توان احتمال عدم پاسخ میگوها به صوت را مرتبط با پیچیدگی پراکنش مولفه های صوتی در فضای آزمایش حاضر و تفاوت احتمالی رفتارهای انفرادی و گروهی گونه ها پیشنهاد نمود. البته برای آزمون فرضیه های ذکر شده و تایید علمی آنها، اندازه گیری کامل و پیوسته مولفه های صوتی شامل حرکت ذره، ارتعاشات بستر و فشار صوت در محیط آزمایش ضروری می باشد. در مطالعه دیگری Shafiei Sabet و همکاران (۲۰۱۹) با مطالعه اثر صوت بر رفتار شناگری گونه سخت پوست دافنی (*Daphnia magna*) اثر معنی داری از اثر صوت بر رفتار شناگری دافنی مشاهده نکردند که البته اطلاعات علمی و شواهد مستند در خصوص قابلیت درک مولفه های صوتی در مورد این گونه آبی هنوز کامل نیست [۶۲]. این یافته ها با نتایج مطالعه حاضر همسو نبود. یکی از دلایل آن می تواند مربوط به بحث تکامل گونه های مختلف سخت پوستان و اندام های گیرنده لرزش ها و حرکت ذرات (Particle motions) باشد. Hubert و همکاران (۲۰۲۱) دریافتند صوت ضبط شده قایق موتوری در محیط آزمایشگاهی اثر منفی ای بر مدت زمان پیدا کردن منبع غذایی در خرچنگ ساحلی (*Carcinus maenas*) نمی گذارد. به طوری که در تیمار شاهد و صوت اثر معنی داری در مدت زمان پیدا کردن منبع غذایی توسط خرچنگ ساحلی مشاهده نشد و همچنین در فعالیت حرکتی آن نیز تغییرات معنی دار مشاهده نشد [۶۳]. نتایج مطالعه



شکل ۵: مقایسه میانگین سرعت حرکت ۳۵ میگو در مدت زمان ۲۰ دقیقه در تیمار شاهد. علامت \*\*\* به مفهوم معنی‌داری آماری ( $P < 0.05$ ) و علامت NS به مفهوم عدم معنی‌داری آماری ( $P > 0.05$ ) می‌باشد.

Fig. 5: Comparison of the average movement speed of 35 shrimps in 20 minutes in the control treatment. The sign \*\*\* means statistically significant ( $P < 0.05$ ) and the NS sign means non-statistical significance ( $P > 0.05$ )

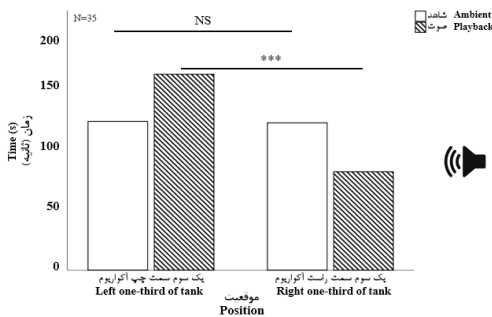
با توجه به شکل ۶، سرعت حرکت ۳۵ قطعه میگو در تیمار صوت در طول ده دقیقه قبل از آغاز پخش صوت و ده دقیقه اول پخش صوت سطح معنی‌داری را نشان نمی‌دهد ( $P > 0.05$ ). اما در مقایسه دقیقه ۱۹ قبل از برداشتن صفحه‌جداکننده (شاهد) با دقایق ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴ و ۲۰ بعد از برداشتن صفحه‌جداکننده (پخش تیمار صوت)، سرعت حرکت میگوها به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد ( $P < 0.05$ ).



شکل ۶: مقایسه میانگین سرعت حرکت ۳۵ میگو در مدت زمان ۲۰ دقیقه در تیمار صوت. علامت \*\*\* به مفهوم معنی‌داری آماری ( $P < 0.05$ ) می‌باشد.

Fig. 6: Comparison of the average movement speed of 35 shrimps in 20 minutes in sound treatment. The sign \*\*\* means statistically significant ( $P < 0.05$ ).

شکل ۷، مدت‌زمان پراکنش ۳۵ قطعه میگو در یک سوم سمت راست (نزدیک منبع تولید صوت) و یک سوم سمت چپ (دور از منبع تولید صوت) را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار در تیمار شاهد پراکنش میگوها در دو سمت آکواریوم یکسان است و تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). در حالی که در تیمار صوت به شکل معنی‌داری پراکنش میگوها در سمت چپ آکواریوم (دورترین فاصله از منبع تولید صوت) افزایش یافت ( $P < 0.05$ ).



یادشده با پژوهش حاضر همخوانی ندارد که از جمله دلایل آن می‌توان به اندازه و شرایط محیط انجام آزمایش، مدت‌زمان خوگیری، نوع منبع غذایی، ساعات انجام آزمایش، فرکانس و شدت صوت مورد استفاده اشاره کرد.

### یافته‌ها

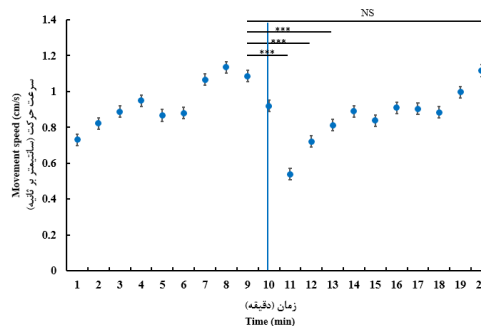
طبق جدول شماره ۱ سرعت حرکت در دو تیمار شاهد و صوت فقط در دقایق ۷، ۴ و ۱۰ معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ).

| دقیقه اول (Min 1) | دقیقه دوم (Min 2) | دقیقه سوم (Min 3) | دقیقه چهارم (Min 4) | دقیقه پنجم (Min 5) | دقیقه ششم (Min 6) | دقیقه هفتم (Min 7) | دقیقه هشتم (Min 8) | دقیقه نهم (Min 9) | دقیقه دهم (Min 10) | کل دقیقه (Total 10 min) |
|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|
| 0.532             | 0.719             | 0.810             | 0.889               | 0.837              | 0.908             | 0.903              | 0.883              | 0.995             | 1.115              | 0.859                   |
| 0.589             | 0.660             | 0.847             | 0.757               | 0.891              | 0.879             | 0.958              | 0.905              | 0.901             | 0.874              | 0.826                   |
| 0.112             | 0.061             | 0.092             | 0.000               | 0.131              | 0.098             | 0.048              | 0.521              | 0.057             | 0.000              | 0.389                   |

جدول ۱: مقایسه سرعت حرکت ۷۰ قطعه میگو در تیمارهای شاهد و صوت طی مدت زمان ۱۰ دقیقه.

Table 1: Comparison of movement speed of 70 shrimps in control and sound treatments over period of 10 minutes.

باتوجه به شکل ۵، میانگین سرعت حرکت ۳۵ قطعه میگو در تیمار شاهد در طول ده دقیقه قبل از آغاز پخش تیمار شاهد و ده دقیقه اول پخش تیمار شاهد، سطح معنی‌داری را نشان نمی‌دهد ( $P > 0.05$ ). اما در مقایسه دقیقه ۱۹ قبل از برداشتن صفحه‌جداکننده (پخش تیمار شاهد) با دقایق ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۲۰ بعد از برداشتن صفحه‌جداکننده (پخش تیمار شاهد) روشن است که سرعت حرکت، دچار تغییرات معنی‌داری شده است ( $P < 0.05$ ).



در مطالعه حاضر با شبیه‌سازی اصوات با الگوی پیوسته و فرکانس پایین در محیط آزمایشگاهی، اثرات آن را بر رفتار حرکتی و یافتن منبع غذایی یک گونه سخت‌پوست آبی از راسته ده‌پایان، میگوی قرمز گیلانی (*Neocaridina davidi*) مورد سنجش قرار دادیم. یافته‌های مطالعه حاضر اثرپذیری میگوی قرمز گیلانی به اصوات را در شرایط آزمایشگاهی تصدیق می‌کند. به‌طوری که شاهد ایجاد پاسخ‌های رفتاری در این گونه بودیم و اکثر مولفه‌های اندازه‌گیری شده شامل سرعت‌شناگری بعد از بازشدن دریچه، پراکنش مکانی و مدت زمان یافتن منبع غذایی در پاسخ به محرک صوتی دستخوش تغییر شدند و در ادامه سبب ایجاد پاسخ از سمت گونه سخت‌پوست مورد مطالعه گردیدند. اگرچه هنوز به طور قطعی نمی‌توان بیان نمود که تغییرات مشاهده شده در رفتار این گونه و سایر سخت‌پوستان در اثر کدام مولفه/مولفه‌های انتشار صوت (حرکت ذره، ارتعاش بستر و فشار) می‌باشد. همچنین اینکه سخت‌پوستان قادر به شناسایی کدام مولفه‌های یاد شده هستند [۶۴ و ۶۵].

گونه‌های بی‌مهرگان و سخت‌پوستان معمولاً جزو حلقه‌های ابتدایی زنجیره غذایی در زیست‌بوم‌ها می‌باشند که حفظ و پویایی جمعیت آن‌ها همواره به پایداری و تنوع زیستی زیست‌بوم کمک می‌کند. جهت دستیابی به این مهم، شناخت خصوصیات رفتاری و اثر آلاینده‌های مختلف (در اینجا آلاینده صوتی) بر الگوهای رفتاری آن‌ها حائز اهمیت می‌باشد. مطالعات رفتارشناسی آبیان و بخصوص اثر اصوات بر سخت‌پوستان برای اولین بار است که به طور تخصصی در ایران انجام می‌شود و با توجه به وجود خلاء‌های علمی و تحقیقاتی در این زمینه، لزوم استمرار پژوهش‌ها و همکاری‌های علمی در این زمینه در هر دو سطح ملی و بین‌المللی حس می‌شود.

## تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمام اساتید و همکاران ديارتمان رفتارشناسی دانشگاه لایدن کشور هلند که در این پژوهش ما را یاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

## تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

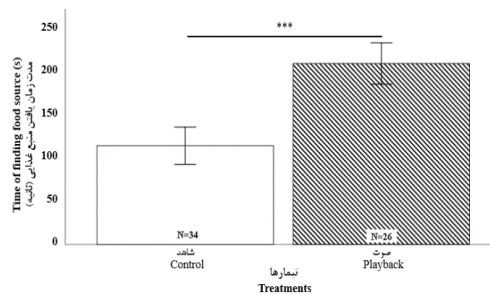
## منابع

- Walther G.R, Post E, Convey P, Menzel A, Parmesan C, Beebee, et al. Ecological responses to recent climate change. *Nat.* 2002; 416(6879): 389–395. <https://www.nature.com/articles/416389a>
- Stenseth N.C, Mysterud A, Ottersen G, Hurrell J.W,

شکل ۷: مقایسه میانگین مدت‌زمان پراکنش مکانی ۳۵ میگو در مدت زمان ۲۰ دقیقه در تیمار شاهد و صوت. علامت \*\*\* به مفهوم معنی‌داری آماری ( $P < 0.05$ ) و علامت NS به مفهوم عدم معنی‌داری آماری ( $P > 0.05$ ) می‌باشد. علامت بلندگو در سمت راست نمودار نشان‌دهنده موقعیت فیزیکی بلندگو آزمایش می‌باشد.

Fig.7: Comparison of the mean distribution time of 35 shrimps in 20 minutes in the control and sound treatment. The sign \*\*\* means statistically significant ( $P < 0.05$ ) and the NS sign means non-statistical significance ( $P > 0.05$ ). The speaker logo on the right side of the graph indicates the physical position of the underwater speaker.

با توجه به شکل ۸، میانگین مدت زمان یافتن منبع غذایی در دو تیمار شاهد و صوت نشان داده شده است. شایان ذکر است در تیمار شاهد ۱ قطعه میگو و در تیمار صوت ۹ قطعه میگو در مدت زمان ۱۰ دقیقه موفق به یافتن منبع غذایی نشدند. همچنین با توجه به نمودار، میگوها در تیمار صوت نسبت به تیمار شاهد، به طور معنی‌داری دیرتر منبع غذایی را یافتند ( $P < 0.05$ ).



شکل ۸: مقایسه میانگین مدت‌زمان یافتن منبع غذایی ۳۶ قطعه میگو در تیمار صوت و ۳۴ قطعه میگو در تیمار شاهد در مدت‌زمان ۱۰ دقیقه. علامت \*\*\* به مفهوم معنی‌داری آماری ( $P < 0.05$ ) است.

Fig. 8: Comparison of the average time to find food source of 26 shrimps in sound treatment and 34 shrimps in control treatment in 10 minutes. The sign \*\*\* means statistically significant ( $P < 0.05$ ).

## نتیجه‌گیری

در چند دهه گذشته علاقه دانشمندان، سازمان‌های غیر دولتی، دوست‌داران محیط‌زیست و بخش‌های مرتبط با قانون‌گذاری به مطالعه اثرات بالقوه اصوات ناشی از عوامل انسانی بر حیات آبیان افزایش یافته است. اصواتی که توسط انسان‌ها به هر دو محیط‌های دریایی و آب شیرین وارد می‌شوند، می‌توانند بر الگوهای مهاجرت، رفتار تغذیه‌ای، رفتار تولیدمثل، رفتار جفت‌یابی، ارتباطات درون‌گونه‌ای اثرگذار باشند. در حال حاضر، نگرانی‌های فزاینده‌ای به سبب اثرات بالقوه این اصوات به قسمت بزرگتری از زی‌توده آبیان مثل پستانداران دریایی، ماهیان و بی‌مهرگان در حال افزایش است.

- [9] World Health Organization. *Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe*, Geneva, Switzerland. Available from: <https://www.who.int/> [Accessed 19th June 2011]
- [10] Andrew R. K, Howe B. M, Mercer J. A, Dzieciuch M. A. Ocean ambient sound: Comparing the 1960s with the 1990s for a receiver off the California coast. *Acous. Res. Lett. Onl.* 2002; 3(2): 65–70. <https://asa.scitation.org/doi/10.1121/1.1461915>
- [11] Wright S.J, Stoner K.E, Beckman N, Corlett R.T, Dirzo R, Muller-Landau H.C, et al. The Plight of Large Animals in Tropical Forests and the Consequences for Plant Regeneration. *Biotro.* 2007; 39(3): 289-291. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7429.2007.00293.x>
- [12] Abdel-Mohsen M. O, Paleologos E.K, Howari F. M. Noise pollution and its impact on human health and the environment. in *Pollution Assessment for Sustainable Practices in Applied Sciences and Engineering*. Elsevier; 2021.p.975–1026. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128095829000190>
- [13] Hildebrand J. Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2009; 395: 5–20. <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v395/p5-20/>
- [14] Forouharmajd F, Nassiri P, Monazzam M.R. Noise pollution of air compressor and its noise reduction procedures by using an enclosure. *Int. Jour. Environ. Hea. Engin.* 2012; 1(2): 1-4. <https://www.ijehe.org/article.asp?issn=2277-9183;year=2012;volume=1;issue=1;spage=20;epage=20;aulast=Forouharmajd>
- [15] Peng C, Zhao X, Lio G. Noise in the sea and its impact on marine organisms. *Int. Jour. Environ. Res. Publ. Hea.* 2015; 12: 12304-12323. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26437424/>
- [16] Filiciotto F, Sal Moyano M. P, De Vincenzi G, Hidalgo Chan K.S, Lima, M. 2002. Ecological effects of climate fluctuations. *Ame. Ass. Adv. Sci.* 2002; 297(5585):1292–1296. <https://science.sciencemag.org/content/297/5585/1292/tab-figures-data>
- [3] Hildebrand J. Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2009; 395:520. <https://www.intres.com/abstracts/meps/v395/p5-20/>
- [4] Slabbekoorn H, Bouton N, Opzeeland I.V, Coers A, Cate C.T, Popper A.N. A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Tren. Ecol. Evol.* 2010; 25(7): 419-427. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169534710000832>
- [5] Shafiei Sabet S, Dooren D.V, Slabbekoorn H. Son et lumière: Sound and light effects on spatial distribution and swimming behavior in captive zebrafish. *Environ. Pollut.* 2016; 12: 480-488. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749116301725>
- [6] Slabbekoorn H, Ripmeester E.A. 2008. Birdsong and anthropogenic noise: implications and applications for conservation. *Mol. Ecol.* 2008; 17: 72–83. [https://www.researchgate.net/publication/6055431\\_Birdsong\\_and\\_anthropogenic\\_noise\\_Implications\\_and\\_applications\\_for\\_conservation](https://www.researchgate.net/publication/6055431_Birdsong_and_anthropogenic_noise_Implications_and_applications_for_conservation)
- [7] Popper A.N, Hastings M.C. The effects of human-generated sound on fish. *Integr. Zool.* 2009; 4: 43–52. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21392276/>
- [8] Patricelli G.L, Blickley J.L. Avian communication in urban noise: causes and consequences of vocal adjustment. *Auk.* 2006; 123(63): 9–649. [https://bioone.org/journals/the- auk/volume-123/issue-3/0004-8038\(2006\)123\[639:ACIUNC\]2.0.CO;2/AVIAN-COMMUNICATION-IN-URBAN-NOISE--CAUSES-AND-CONSEQUENCES-OF/10.1642/0004-8038\(2006\)123\[639:ACIUNC\]2.0.CO;2.full](https://bioone.org/journals/the- auk/volume-123/issue-3/0004-8038(2006)123[639:ACIUNC]2.0.CO;2/AVIAN-COMMUNICATION-IN-URBAN-NOISE--CAUSES-AND-CONSEQUENCES-OF/10.1642/0004-8038(2006)123[639:ACIUNC]2.0.CO;2.full)

- [https://www.researchgate.net/publication/324823362\\_Crustacea\\_Decapoda\\_Caridea](https://www.researchgate.net/publication/324823362_Crustacea_Decapoda_Caridea)
- [23] Cai Y. A revision of the genus *Neocaridina* (Crustacea, Decapoda, Atyidae). *Act. Zoota. Sin.* 1996; 21(2):129–160.  
<http://bionames.org/references/fc5740bf0ff801d4bfb732566a0c523a>
- [24] Liang X.Q. Fauna Sinica. Invertebrata–Crustacea–Decapoda–Atyidae. Science Press. Beijing, China; 2004.  
<https://www.nhbs.com/fauna-sinica-invertebrata-volume-36-crustacea-decapoda-atyidae-chinese-book>
- [25] Niwa N. Invasion and dispersion routes of alien alive freshwater shrimps *Neocaridina* spp (Caridae Atyidae) and Palaemonidae spp (Caridae). *Import. Jap. Can.* 2010;19:75–80.  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/cancer/19/0/19\\_KJ00007563935/article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/cancer/19/0/19_KJ00007563935/article)
- [26] Klotz W, Miesen F.W, Hüllen S, Herder F. Two Asian fresh water shrimp species found in a thermally polluted stream system in North Rhine-Westphalia, Germany. *Aqu. Inv.* 2013; 8: 333–339.  
<https://www.semanticscholar.org/paper/Two-Asian-fresh-water-shrimp-species-found-in-a-in-Klotz-Miesen/b63fb5bd3f3e764849fd8c070959b53b0c5272aa>
- [27] Heerbrandt T.C, Lin J. Larviculture of red front shrimp, *Caridina gracilirostris* (Atyidae, Decapoda). *Jour. Wor. Aquacul. Soci.* 2006; 37: 186–190.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1749-7345.2006.00025.x>
- [28] Turkmen G, Karadal O. The survey of the imported freshwater decapod species via the ornamental aquarium trade in Turkey. *Jour. Anim. Vet. Adv.* 2012;11:2824–2827.  
<https://www.medwelljournals.com/abstract/?doi=javaa.2012.2824.2827>
- [29] Lai H.T, and Shy J.Y. The larval development of *Caridina pseudodenticulata* (Crustacea, Decapoda, F. Sciacca V, Bazterrica M. C, et al. Are semi-terrestrial crabs threatened by human noise? Assessment of behavioural and biochemical responses of *Neohelice granulata* (Brachyura, Varunidae) in tank. *Mar. Pollut. Bull.* 2018; 137: 24–34.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0255326X18305010>
- [17] Putland R.L, Merchant N.D, Farcas A, Radford C.A. Vessel noise cuts down communication space for vocalising fish and marine mammals. *Global Change Biol.* 2018; 24(4): 1708–1721.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29194854/>
- [18] Jones L.T, Peyla J.F, Clark H, Song Z, Stanley J.A, Mooney T.A. Changes in feeding behavior of longfin squid (*Doryteuthis pealeii*) during laboratory exposure to pile driving noise. *Mar. Environ. Res.* 2021; 165:(105250): 32–45.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S141113620310175>
- [19] Hubert J, Campbell J, Van Der Beek J.G, Den Haan M.F, Verhave R, Verkade L.S, et al. Effects of broadband sound exposure on the interaction between foraging crab and shrimp – A field study. *Environ. Poll.* 2018; 243: 1923–1929.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749118331920>
- [20] Friedlaender A.S, Hazen E.L, Goldbogen J.A, Stimpert A.K, Calambokidis J, Southall B.L. Prey-mediated behavioral responses of feeding blue whales in controlled sound exposure experiments. *Ecol. Appl.* 2016; 26(4): 1075–1085. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27509749/>
- [21] Bouvier E.L. Crevettes de la famille des Atyidés: espèces qui font partie des collections du Muséum d'Histoire Naturelle. *Bull. Mus. d'Histo. nat.* 1904; 10: 129–138.  
<https://www.biodiversitylibrary.org/part/38627>
- [22] Wowor D, Cai Y, Ng P.K.L. Crustacean: Decapoda: Caridea. In: Yule C, Yong, H.S. (Eds.), *The Freshwater Invertebrates of Malaysia and Singapore*. Malaysian Academy of Sciences, Kuala Lumpur. 2004; 337–357.

- [35] Rehm E.J, Hannibal R.L, Chaw R.C, Vargas-Vila M.A, Patel N.H. The crustacean *Parhyale hawaiiensis*: A new model for arthropod development. *Cold. Spri. Har. Pro.* 2009; 4(1): 101-114. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-crustacean-Parhyale-hawaiiensis%3A-a-new-model-for-Rehm-Hannibal/f46c1511fbc450160d8eb2f4adc497964add4a5f>
- [36] Mykles D.L, Hui J.H.L. *Neocaridina denticulata*: A decapod crustacean model for functional genomics. *Integr. Comp. Biol.* 2015; 55: 891–897. [https://www.researchgate.net/publication/277078794\\_Neocaridina\\_denticulata\\_A\\_Decapod\\_Crustacean\\_Model\\_f\\_or\\_Functional\\_Genomics](https://www.researchgate.net/publication/277078794_Neocaridina_denticulata_A_Decapod_Crustacean_Model_f_or_Functional_Genomics)
- [37] Stout J.S, Granda C.L, Mancuso M.L. Changes in activity rates in the cherry shrimp *Neocaridina davidi*. *J. Crustacean Biol.* 2019; 39(6): 689–694. <https://academic.oup.com/jcb/article-abstract/39/6/689/5555804?redirectedFrom=fulltext>
- [38] Fossat P, Bacque-Cazenave J, Deurwaerdere P.D, Delbecque J.P, Cattaert D. Anxiety-like behavior in crayfish is controlled by serotonin. *Sci.* 2014; 344: 1293–1297. <https://science.sciencemag.org/content/344/6189/1293>
- [39] Tropea C, López-Greco L.S. Female growth and offspring quality over successive spawnings in a caridean shrimp *Neocaridina davidi* (Decapoda, Atyidae) with direct development. *Biol. Bull.* 2015; 229: 243–254. [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/paper/document/paper\\_00063185\\_v229\\_n3\\_p243\\_Tropea](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/paper/document/paper_00063185_v229_n3_p243_Tropea)
- [40] Sganga D.E, Piana L.R.F, López-Greco L.S. Sexual dimorphism in a freshwater atyid shrimp (Decapoda: Caridea) with direct development: a geometric morphometrics approach. *Zoota.* 2016; 4196: 120–128. <https://europepmc.org/article/med/27988685>
- [41] Chucholl C, Pfeiffer M. First evidence for an established Marmorcrebs (Decapoda, Astacida, Cambaridae) population in Southwestern Germany, in syntopic occurrence with *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817). Atyidae) reared in the laboratory with a discussion of larval metamorphosis types. *Raffles Bull. Zool.* 2009;20:97–107. [https://www.semanticscholar.org/paper/THE-LARVAL-DEVELOPMENT-OF-CARIDINA-\(CRUSTACEA%3A-IN-A-Lai/a9d2f9f3ee9ca5ff654c50fe6dabc3153199bb97](https://www.semanticscholar.org/paper/THE-LARVAL-DEVELOPMENT-OF-CARIDINA-(CRUSTACEA%3A-IN-A-Lai/a9d2f9f3ee9ca5ff654c50fe6dabc3153199bb97)
- [30] Pantaleao J.A.F, Gregati R.A, Da Costa R.C, Lopez-Greco L.S, Negreiros-Fransozo M.L. Post-hatching development of the ornamental ‘red cherry shrimp’ *Neocaridina davidi* (Bouvier, 1904) (Crustacea Caridea, Atyidae) underlaboratorial conditions. *Aqua. Res.* 2015;1–17. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/are.12903>
- [31] Pantaleao J.A.F, Barros-Alves S.P, Tropea C, Alves D.F.R, Negreiros-Fransozo, M.L, Lopez-Greco L.S. Nutritional vulnerability in early stages of the freshwater ornamental red cherry shrimp *Neocaridina davidi* (Bouvier, 1904)(Caridea: Atyidae). *J. Crustacean Biol.* 2015; 35: 676–681. <https://academic.oup.com/jcb/article/35/5/676/2547964>
- [32] Tropea C, Stumpf L, López Greco L.S. Effect of Temperature on Biochemical Composition, Growth and Reproduction of the Ornamental Red Cherry Shrimp *Neocaridina heteropoda heteropoda* (Decapoda, Caridea). *Plos One.* 2015; 10(3): e0119468. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0119468>
- [33] Jalili R, Agh N, Imani A, Noori F. Dietary Cholesterol Requirement of Juvenile Narrow-clawed Crayfish (*Astacus leptodactylus*) in a Recirculating Aquaculture System. *J. Oceanogr.* 2020; 11 (42) :75-84. (Persian). <http://joc.inio.ac.ir/article-1-1336-en.html>
- [34] Shafiei Sabet S, Azarm-Karnagh S, Zahrani Azbari F. Investigating Swimming Behaviour of *Daphnia* (Daphnia Sp) in Response to Light Stimulus. *J. Oceanogr.* 2020; 11 (41): 93-100. (Persian). <http://joc.inio.ac.ir/article-1-1477-en.html>

- [47] Schoolmann G, Arndt H. Population dynamics of the invasive freshwater shrimp *Neocaridina davidi* in the thermally polluted Gillbach stream (North Rhine-Westphalia, Germany). *Limno*. 2018; 71: 1–7. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S075951118300288>
- [48] Weber S, Traunspurger W. Influence of the ornamental red cherry shrimp *Neocaridina davidi* (Bouvier, 1904) on freshwater meiofaunal assemblages. *Limno*. 2016; 59:155–161. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0075951116300354>
- [49] Wale M.A, Simpson S.D, Radford A.N. Noise negatively affects foraging and antipredator behaviour in shore crabs. *Anim. Behav.* 2013; 86(1): 111–118. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S003347213001991>
- [50] Shafiei Sabet S, Neo Y.Y, Slabbekoorn H. The effect of temporal variation in sound exposure on swimming and foraging behaviour of captive zebrafish. *Anim. Behav.* 2015;107:49–60. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S003347215002122>
- [51] Mohsenpour S.R, Shafiei Sabet S. The effect of increased sound levels with different temporal patterns on swimming behaviour of Zebrafish (*Danio rerio*). *Jour. Nat. Environ.* 2021; 73(24): 805-818 (Persian). [https://jne.ut.ac.ir/article\\_80382.html?lang=en](https://jne.ut.ac.ir/article_80382.html?lang=en)
- [52] Shafiei Sabet S, Wesdorp K, Campbell J, Snelderwaard P. Behavioural responses to sound exposure in captivity by two fish species with different hearing ability. *Anim Behav.* 2016; 116: 1–11. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S00334721630001X>
- [53] Shafiei Sabet S, Azarm-Karnagh S, Zahrani-Azbari F. Effects of light and sound stimuli on spatial distribution and swimming activity of *Daphnia* under laboratory conditions. *Jour. Acous. Soci. Ir.* 2021; 2(8): 1-11 (Persian). <http://joasi.ir/article-1-182-en.html>
- Aqua. Inv.* 2010; 5: 405–412. <https://www.cabi.org/isc/abstract/20103372636>
- [42] Novitsky R.A, Son M.O. The first records of Marmorkrebs [*Procambarus fallax* (Hagen, 1870) f. *virginalis*] (Crustacea, Decapoda, Cambaridae) in Ukraine. *Ecol. Monte.* 2016; 5: 44–46. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-first-records-of-Marmorkrebs-%5BProcambarus-1870%29-NovitskySon/29d83412645fe992ad55674f69d3ed674aec8c8f>
- [43] Patoka J, Buřič M, Kolář V, Bláha M, Petrtyl M, Franta P, et al. Predictions of marbled crayfish establishment in conurbations fulfilled: Evidences from the Czech Republic. *Biol.* 2016; 71: 1380–1385. <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/biolog-2016-0164/html>
- [44] Weiperth A, Gábris V, Danyik T, Farkas A, Kuřiková P, Kouba A, et al. Occurrence of non-native red cherry shrimp in European temperate waterbodies: a case study from Hungary. *Knowl. Man. Aqua. Eco.* 2019; 420: 1-7. [https://www.kmae-journal.org/articles/kmae/full\\_html/2019/01/kmae180120/kmae180120.html](https://www.kmae-journal.org/articles/kmae/full_html/2019/01/kmae180120/kmae180120.html)
- [45] Nishino M, Niwa N. Invasion of an alien freshwater shrimp *Neocaridina denticulata sinensis* to Lake Biwa: Omia (Lake Biwa Research Institute News). 2004. [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=Invasion+of+an+alien+freshwater+shrimp+Neocaridina+denticulata+sinensis+to+Lake+Biwa&author=Nishino+M%2C+Niwa+N.&journal=Omia+%28Lake+Biwa+Research+Institute+News%29&volume=80&pages=3&publication\\_year=2004](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Invasion+of+an+alien+freshwater+shrimp+Neocaridina+denticulata+sinensis+to+Lake+Biwa&author=Nishino+M%2C+Niwa+N.&journal=Omia+%28Lake+Biwa+Research+Institute+News%29&volume=80&pages=3&publication_year=2004)
- [46] Jabłońska A, Mamos T, Gruszka P, Szlauer-Lukaszewska A, Grabowski M. First record and DNA barcodes of the aquarium shrimp, *Neocaridina davidi*, in Central Europe from thermally polluted River Oder canal, Poland. *Knowl. Man. Aqua. Eco.* 2018; 419(14): 1-5. [https://www.kmae-journal.org/articles/kmae/full\\_html/2018/01/kmae180004/kmae180004.html](https://www.kmae-journal.org/articles/kmae/full_html/2018/01/kmae180004/kmae180004.html)

- [60] Sal Moyano M.P, Ceraulo M, Hidalgo F.J, Luppi T, Nuñez J, Radford C.A, et al. Effect of biological and anthropogenic sound on the orientation behavior of four species of brachyuran crabs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2021; 669: 107-120. <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v669/p107-120>
- [61] Hubert J, Campbell J, Van Der Beek J.G, Den Haan M.F, Verhave R, Verkade L.S, et al. Effects of broadband sound exposure on the interaction between foraging crab and shrimp – A field study. *Environ. Poll.* 2018;243:1923–1929. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749118331920>
- [62] Shafiei Sabet S, Azarm Karnagh S, Zahrani Azbari F. Experimental test of sound and light exposure on water flea swimming behaviour. *Proc. Meet. Acous.* 2019; 37(1): 010015. <https://asa.scitation.org/doi/abs/10.1121/2.0001270>
- [63] Hubert J, Bemmelen J.J.V, Slabbekoorn H. No negative effects of boat sound playbacks on olfactory-mediated food finding behaviour of shore crabs in a T-maze. *Eviron. Poll.* 2021; 270(116184): 1-8. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749120368731>
- [64] Breithaupt T, Tautz J. The sensitivity of crayfish mechanoreceptors to hydro- dynamic and acoustic stimuli. In: Wiese K, Krenz W.D, Tautz J, Reichert H, Mulloney B. (eds.) *Frontiers in Crustacean Neurobiology*. Birkhauser, Basel; 1990. p. 114–120. [https://www.researchgate.net/publication/234056470\\_The\\_Sensitivity\\_of\\_Crayfish\\_Mechanoreceptors\\_to\\_Hydrodynamic\\_and\\_Acoustic\\_Stimuli](https://www.researchgate.net/publication/234056470_The_Sensitivity_of_Crayfish_Mechanoreceptors_to_Hydrodynamic_and_Acoustic_Stimuli)
- [65] Popper A.N, Salmon M, Horch K.W. Acoustic detection and communication by decapod crustaceans. *Jour. Comp. Phys. A.* 2001; 187: 83–89. <https://link.springer.com/article/10.1007/s003590100184>
- [54] Filiciotto F, Vazzana M, Celi M, Maccarrone V, Ceraulo M, Buffa G, et al. Behavioural and biochemical stress responses of *Palinurus elephas* after exposure to boat noise pollution in tank. *Marine Pollution Bulletin.* 2014; 84(1–2):104–114. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S025326X14003075>
- [55] De Vincenzi G, Maccarrone V, Filiciotto F, Buscaino G, Mazzola, S. Behavioural responses of the European Spiny lobster, *palinurus elephas* (Fabricius, 1787), to conspecific and synthetic sounds. *Crustaceana.* 2015; 88(5):523–540. [https://brill.com/view/journals/cr/88/5/article-p523\\_2.xml](https://brill.com/view/journals/cr/88/5/article-p523_2.xml)
- [56] Filiciotto F, Vazzana M, Celi M, Maccarrone V, Ceraulo M, Buffa G, et al. Underwater noise from boats: Measurement of its influence on the behaviour and biochemistry of the common prawn (*Palaemon serratus*, Pennant 1777). *Jour. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 2016; 478: 24–33. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S022098116300144>
- [57] Roberts L, Breithaupt T. Sensitivity of crustaceans to substrate-borne vibration. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2016; 875: 925–931. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4939-2981-8\\_114](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4939-2981-8_114)
- [58] Kok A.C.M, Hulten D.V, Timmerman K.H, Lankhorst J, Visser F, Slabbekoorn H. Interacting effects of short-term and long-term noise exposure on antipredator behaviour in sand gobies. *Anim. Behav.* 2021; 172: 93-102. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003347220303523>
- [59] Blom E.L, Kvarnemo C, Dekhla I, Schöld S, Andersson M.H, Svensson O, et al. Continuous but not intermittent noise has a negative impact on mating success in a marine fish with paternal care. *Nat.* 2019; 9(1): 5494. <https://www.nature.com/articles/s41598-019-41786-x>





## AUTHOR(S) BIOSKETCHES

## معرفی نویسندگان



**ساسان آذر م کرنق** دانشجوی مقطع کارشناسی‌ارشد علوم و مهندسی شیلات، گرایش بوم‌شناسی آبریان در دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان می‌باشند. ایشان مدرک کارشناسی خود را در رشته علوم و مهندسی شیلات در سال ۱۳۹۸ از دانشگاه گیلان دریافت نموده‌اند. پس از چاپ مقالات علمی متعدد در مجلات و کنفرانس‌های علمی داخل و خارج از کشور و ثبت فناوری‌های متعدد در پارک علم و فناوری استان گیلان، در همان سال ۱۳۹۸ با پذیرش استعداد درخشان وارد مقطع کارشناسی‌ارشد در دانشگاه گیلان شدند و درحال حاضر با راهنمایی دکتر سعید شفیعی ثابت مشغول پژوهش در زمینه رفتارشناسی آبریان هستند.

**Azarm-Karnagh, S. M.Sc Student, Aquatic Ecology, University of Guilan, Rasht, Iran**

✉ [sasanazarm721@gmail.com](mailto:sasanazarm721@gmail.com)

id <https://orcid.org/0000-0003-1710-1150>



**لورا لوپز گرگو** دانشیار گروه تنوع‌زیستی و زیست‌شناسی تجربی در دانشگاه بوینس آیرس کشور آرژانتین می‌باشد. ایشان از سال ۲۰۰۴ عضو هیئت علمی دانشکده علوم طبیعت دانشگاه بوینس آیرس مشغول به کار اند و علاوه بر آن در انستیتوی تنوع زیستی و زیست تجربی و کاربردی و شورای ملی تحقیقات علمی و فنی دانشگاه بوینس آیرس نیز فعالیت دارند. تا به امروز بیش از صدها مقاله علمی در مجلات و کنفرانس‌های بین‌المللی به چاپ رساندند. زمینه تخصصی ایشان عبارتند از: جانورشناسی، آناتومی، بافت‌شناسی، زیست‌شناسی رشد و تولیدمثل، رشد و تغذیه سخت‌پوستان راسته ده‌پایان.

**Lopez-Greco, L. Associate Professor, Biology, University of Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina**

✉ [laura\\_lopez\\_greco@hotmail.com](mailto:laura_lopez_greco@hotmail.com)

id <https://orcid.org/0000-0003-2921-497X>



**سعید شفیعی ثابت** استادیار گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی در دانشگاه گیلان می‌باشند. ایشان مدرک دکترای زیست‌شناسی رفتاری خود را در سال ۱۳۹۵ از دانشگاه لایدن کشور هلند و مدرک کارشناسی‌ارشد علوم و مهندسی شیلات را در سال ۱۳۸۹ از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان دریافت نمودند. از سال ۱۳۹۵ در دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان به‌عنوان عضو هیئت علمی مشغول به فعالیت اند. تاکنون بیش از ده‌ها مقاله علمی در مجلات و کنفرانس‌های علمی معتبر ارائه نموده و داوری بیش از صدها مقاله را در کمیته‌های علمی مجلات و کنفرانس‌های ملی و بین‌المللی برعهده گرفتند. زمینه تخصصی ایشان عبارتند از: رفتارشناسی ماهیان و سایر آبریان، زیست صوت، اثر اصوات ناشی از عوامل انسانی بر آبریان، رفتار شکار و شکارگری آبریان، ارزیابی شاخص‌های رفاه در آبریان، رفتارهای مرتبط با استرس در آبریان.

**Shafiei Sabet, S. Assistant Professor, Behavioural Biology, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowme Sara, Iran**

✉ [s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir](mailto:s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir)

id <https://orcid.org/0000-0001-5919-2527>

این قسمت توسط نشریه تکمیل می گردد:



**Citation** (Vancoure): Parsi M., Akbarpour Jannat, M.R. [Tsunami warning system using of IoT]. *JOC*.

2020; 11(44): 1-17.

 [http://doi.org/10.12345/joc.10.\\*\\*.\\*\\*\\*](http://doi.org/10.12345/joc.10.**.***)

 <https://orcid.org/0000-0002-8311-5238>



#### **COPYRIGHTS**

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.