Archive of SID

اقیانوس‌شناسی/ سال یازدهم/ شماره ۴۱/ بهار ۱۳۹۹/۸/۱۰۰ـ۹۳

Downloaded from joc.inio.ac.ir at 7:23 IRST on Tuesday September 29th 2020

بررسی رفتار شناگری دافنی (*Daphnia magna*) در پاسخ به محرک نوری

سعید شفیعی ثابت[1*]، ساسان آذرم[2]، فاطمه ظهرانی ازبری[3]

۱- استادیار دانشگاه گیلان، دانشگاه گیلان گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی، پست الکترونیکی: s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir
۲- کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان، دانشگاه گیلان گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی، پست الکترونیکی: Sasanazarm721@gmail.com
۳- کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان، دانشگاه گیلان گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی، پست الکترونیکی: Fatemehzahrani7421@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۷ * نویسنده مسوول تاریخ پذیرش: ۹۹/۲/۲۴

چکیده

هدف از انجام این مطالعه بررسی تاثیر متغیر محیطی غیر زیستی نور بر رفتار شناگری دافنی *Daphnia magna* می‌باشد. شاخص‌های رفتاری دافنی شامل تعداد جهش‌ها، درصد پراکنش‌مطلق، سرعت شناگری و سرعت شنای هدفمند در دو تیمار شاهد و نور بررسی گردید. برای اندازه‌گیری شاخص‌های رفتاری از آکواریوم مدرج شده به‌وسیله صفحه‌ی مختصات مکانی (۳۰×۱۰×۸۰ سانتی‌متر) استفاده شد. نتایج بیانگر افزایش معنی‌دار تعداد جهش‌ها، درصد پراکنش‌مطلق و سرعت شناگری در تیمار نور نسبت به تیمار شاهد بود ($P<0/05$). اگرچه، سرعت شنای هدفمند در تیمار نور نسبت به تیمار شاهد تغییر معنی‌داری را نشان نداد ($P>0/05$). به طور خلاصه، یافته‌های ما نشان داد پارامترهای رفتاری اندازه‌گیری شده دافنی از متغیر محیطی نوری تاثیرپذیر بود. در پایان، برای دستیابی به یک درک جامع از پاسخ‌های رفتاری جانوران آبزی در این زمینه، بررسی چند متغیر محیطی غیر زیستی به‌طور هم‌زمان پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: *بی‌مهره‌گان آبزی، جهش، غذای زنده، زیست‌شناسی رفتار، آبزی‌پروری.*

۱. مقدمه

خانواده دافنی (Daphniidae) از شاخه بندپایان (Arthropoda) رده آبشش پایان (Branchiopoda) و راسته آنتن منشعب ها (Cladocera) بوده (Müller, 1785) و امروزه در بسیاری از مزارع پرورش‌ماهی و محیط‌های آکواریومی به عنوان غذای‌زنده پرورش داده می‌شوند. پراکنش برخی از گونه‌های خانواده دافنی در آب‌های شور می‌باشد(Arner and Koivisto, 1993) ولی اغلب آن‌ها در آب‌های شیرین به‌سر برده (سبک آرا و مکارمی، ۱۳۸۹) و بیشتر در بخش‌های بالایی ستون آبی مناطق غنی از جلبک و نور دیده می‌شوند. یکی از گونه های متداول این خانواده، *Daphnia magna* می‌باشد که در منابع آبی ایران نیز پراکنش دارد (سبک آرا و مکارمی، ۱۳۸۹). اگرچه این گونه دافنی به‌طور مستقیم به‌عنوان منبع غذایی برای انسان مورد استفاده قرار نمی‌گیرد ولی وجود آن‌ها در زنجیره‌غذایی، به‌ویژه برای لارو ماهیانی که در مراحل ابتدایی رشد، نیاز به این موجودات زنده غذایی ریز دارند (مانند لارو ماهیان‌خاویاری) ضروری است (بسطامی و همکاران.، ۱۳۸۷؛ اویسی‌پور؛ ۱۳۸۵؛ شعبانپور، ۱۳۷۷).

تکثیرو پرورش دافنی برای اهداف مختلفی صورت می‌گیرد که برخی از آن‌ها شامل: استفاده در صنعت آبزی پروری (تغذیه لارو آبزیان) (Farhadian et al., 2013; Lavens and Sorgeloos,

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from joc.inio.ac.ir at 7:23 IRST on Tuesday September 29th 2020

1996)، مطالعات بوم شناسی (Balcer et al., 1984; Ebert, 2005)، مطالعات سم‌شناسی (Bownik, 2017)، تصفیه منابع آبی (Bownik, 2017) می باشد. از دافنی به‌عنوان یک گونه شاخص آلودگی، به دلیل چرخه کوتاه زندگی و تنوع تولیدمثل استفاده می‌شود. زیرا با وقوع کوچک‌ترین تغییرات محیطی در زیستگاه این گونه، نوع تولیدمثل (پارتنوژنز یا جنسی) و رشد آن تغییر پیدا می‌کند. هم‌چنین در بررسی‌های آزمایشگاهی به‌دلیل کوتاه بودن چرخه تولیدمثل آن، در مدت زمان کوتاه‌تری می‌توان به نتایج دلخواه دسترسی پیدا کرد. مطالعه رفتارشناگری انفرادی زئوپلانکتون‌ها ریشه قدیمی دارد (Jurine, 1820). به‌طور بالقوه رفتارشناگری انفرادی زئوپلانکتون‌ها یک مولفه حیاتی از بوم-شناسی زئوپلانکتون‌ها است (Larsson and Dodson, 1993; Ware, 1973). مطالعه رفتارشناگری در چند حوزه عمده اهمیت دارد که شامل: رفتار شناگری انفرادی بخشی از فرایند اساسی رفتار گروهی زئوپلانکتون‌ها مانند مهاجرت افقی و عمودی است (Dodson et al., 1997) در محیط‌های پلاژیک رفتارشناگری بر روابط متقابل شکار و شکارگری (مثلا حرکت طعمه برای شکارچی قابل درک خواهد بود) در مکانی که نور وجود دارد و طعمه حرکت می‌کند اثر دارد (Brewer and Coughlin, 1995) و کیفیت و نوع رفتارشناگری در جذب یا دورشدن شکارچی از طعمه اثرگذار است (Gerritsen and Strickler, 1997). نرخ تغذیه انفرادی دافنی نیز ممکن است با رفتارشناگری مرتبط باشد (Dodson et al., 1995) سموم شیمیایی (سموم تولیدشده از سیانوباکتری‌ها، آفت‌کش‌ها و موادپلاستیکی) به‌طور غیرمستقیم با اثرگذاری بررفتار شناگری انفرادی، می‌تواند به‌طور گسترده بر کل جمعیت زئوپلانکتون‌های یک منطقه تاثیر بگذارد (Dodson et al., 1995).

هم‌چنین مطالعات قبلی نشان‌داده است که عامل نور بر ویژگی‌های زیستی (رشد، تولیدمثل، هماوری و پوست اندازی) دافنی و سایر سخت‌پوستان ریز آبزی تاثیرگذار می‌باشد(Dinh et al., 2018; Nikitin, 2019; Slusarczyk et al., 2004; Taghavi et al., 2013; Ziarek et al., 2011). تاکنون در ایران مطالعه‌ای در خصوص اثرات احتمالی پارامترهای محیطی، مثل پارامتر نوری، بر رفتارشناگری دافنی که به‌عنوان یک گونه بی‌مهره آبزی مهم در مطالعات زیست‌شناسی و آبزی‌پروری می‌باشد صورت نگرفته است. با توجه به اهمیت گسترده این بی‌مهره آبزی، شناخت ویژگی‌های رفتارشناگری دافنی و اثر متغیر نور به‌عنوان یک متغیر محیطی غیرزیستی بر رفتارشناگری این گونه امری ضروری است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش بررسی رفتار شناگری دافنی آب شیرین در پاسخ به محرک نوری در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

دافنی‌های مورد آزمایش از آبگیرهای محوطه دانشکده‌ی منابع طبیعی دانشگاه گیلان (تصویر۱)، واقع در شهرستان صومعه‌سرا در ۲۵ کیلومتری غرب شهررشت با مشخصات مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۹دقیقه طول شمالی و ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شرقی در تاریخ مهرماه سال ۱۳۹۷ صیدگردیدند. برای صید دافنی از تورپلانکتون‌گیری (تصویر ۲) با اندازه چشمه ۰/۲ میلی‌متر استفاده شد و این‌کار با تورکشی افقی در عمق ۱۰ سانتی‌متری و طول ۳۰ سانتی‌متر انجام شد. سپس دافنی‌های صید شده به آزمایشگاه بیولوژی آبزیان دانشکده‌ی منابع‌طبیعی منتقل شدند. با توجه به پتانسیل اثر گذاری ریتم شبانه روزی بر کیفیت و کمیت فعالیت های شناگری این گونه بی مهره آبزی و حذف اثر زمان نمونه‌برداری ها بر پاسخ‌های رفتارشناگری، ساعات نمونه برداری روزانه به‌صورت یکسان انتخاب و بین ساعت ۸:۳۰ الی ۹ صبح انجام شدند. جنس و گونه دافنی‌ها نیز با کلیدشناسایی معتبر مشخص شد (Haney et al., 2014). نمونه‌های صید شده به تعداد ۶۰ عدد توسط قطره‌چکان از مخزنی با دمای ۲۴درجه سانتی‌گراد در شرایط بدون غذادهی و هوادهی جداسازی شدند. بررسی رفتار شناگری دافنی‌ها از جمله: سرعت شنای هدفمند، تعداد جهش‌ها، سرعت شناگری و درصد پراکنش‌مطلق در دو تیمار شاهد و نور صورت‌گرفت. تیمار شاهد شامل شرایط نورطبیعی در محیط آزمایش و تیمار نور شامل نور سفید نقطه‌ای و نور همگن مصنوعی است. آزمایش‌ها در آکواریومی به ابعاد ۳۰×۱۰×۸۰ (سانتی‌متر)، مدرج شده با صفحه مختصات مکانی دوبعدی صورت‌گرفت. هم‌چنین آکواریوم به عمق ۱۸ سانتی‌متر با آب شیرین آبگیری شد.

دافنی‌ها معمولا دارای دو الگوی رفتارشناگری "جهش و فرورفتن[1]" و "حرکت زومینگ[2]" می باشند. در حرکت با جهش و فرورفتن، زنش‌های آنتن‌های ثانویه شنای‌عمودی را شکل می-دهد (Keefe et al., 1998) اما در حرکت زومینگ، دافنی با

[1] Hop and Sink
[2] Zooming

www.SID.ir

Archive of SID

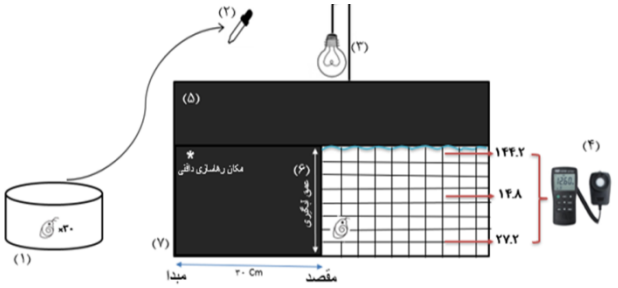
Downloaded from joc.inio.ac.ir at 7:23 IRST on Tuesday September 29th 2020

حرکت سریع آنتن‌های ثانویه حرکت سریع روبه جلو و بدون فرو رفتن درآب دارد. سرعت شنا در حرکت جهش و فرورفتن کمتراز ۱۰ میلی‌متربرثانیه می‌باشد درحالی که در حالت زومینگ، سرعت شناگری بیش از ۱۵ میلی‌متربرثانیه می‌باشد (Keefe et al., 1998).

تصویر ۱: محل انجام نمونه برداری دافنی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا. تصویر از: نگارندگان مقاله

تصویر ۲: دافنی های صید شده به‌وسیله تور با اندازه چشمه ۰/۲ میلی‌متر. تصویر از: نگارندگان مقاله

این پژوهش در زمینه رفتارشناسی طی دو مرحله آزمایش - مستقل صورت‌گرفت. روش تحقیق آزمایش اول (تست سرعت شنای هدفمند): جهت محاسبه زمان شناگری، دافنی‌ها به‌صورت انفرادی از سمت چپ آکواریوم به‌عنوان مبدا، رهاسازی گردیدند (شکل ۱). در این آزمایش برای اندازه‌گیری شاخص‌های رفتاری از آکواریومی با ابعاد ۳۰×۱۰×۸۰ (سانتی‌متر) استفاده شد که با پوشش مقوایی مدرج شده به‌وسیله صفحه‌ی مختصات مکانی (شکل ۱) و سیاه‌رنگی به‌منظور جلوگیری از نفوذ نور اضافی محیط و هم‌چنین تمایز کافی برای تشخیص حرکات دافنی، از قسمت پشتی پوشیده شد. یک منبع نور نقطه‌ای (Olympus optical co.LTD-Model TL2-20W)، در فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متری از مبدا قرارگرفت و جهت اندازه‌گیری شدت نور، از دستگاه لوکس‌متر مدل (TES_1336A) استفاده گردید. میانگین شدت‌نور در تیمارنور ۶۲ لوکس و میانگین شدت نور در تیمارشاهد ۷/۵ لوکس ثبت شد. تعداد ۳۰ عدد دافنی به‌صورت انفرادی به‌وسیله قطره‌چکان از مختصات (۹ = y و ۱ = x) از مکان یکسان (مکان رهاسازی دافنی با علامت * در شکل ۱ مشخص شده‌است) به محیط آکواریوم معرفی شدند. سپس به‌صورت تصادفی با تیمارهای شاهد – نور، به‌صورت یکی در میان، زمان شناگری دافنی‌ها از مبدا رهاسازی تا مقصد (به فاصله ۳۰ سانتی‌متر) ثبت گردید (Shafiei Sabet et al., 2015) .



شکل۱: محیط انجام آزمایش ۱، مرحله تست سرعت شنای‌هدفمند. طراحی: نگارنده گان مقاله
(۱)مخزن نگهداری دافنی، (۲) قطره چکان، (۳) منبع نور نقطه‌ای، (۴) لوکس متر در رنج ۲۰۰ لوکس، (۵) پوشش سیاه رنگ (قسمت بالا ۱۲×۸۰ و قسمت پایین ۱۸×۳۰ (برحسب سانتی‌متر))، (۶)عمق آبگیری ۱۸ سانتی‌متر، (۷) محیط انجام آزمایش (آکواریوم ۳۰×۱۰×۸۰ سانتی‌متر)

روش تحقیق آزمایش‌دوم (تست رفتارشناگری در پاسخ به محرک نوری): دراین مرحله، به‌منظور جلوگیری از نفوذ نور اضافه‌ی محیط، تمام قسمت‌های آکواریوم با پوشش مقوایی سیاه‌رنگ مدرج شده به‌وسیله صفحه‌ی مختصات مکانی (شکل ۲) پوشیده شد و تنها قسمت جلویی آکواریوم به عرض ۱۸ سانتی‌متر و طول ۸۰ سانتی‌متر از قسمت پایین فاقد پوشش طراحی گردید (شکل ۲). در تیمارنور برای ایجاد نور یکنواخت با شدت نور برابر در سطوح مختلف آب، از منبع نور سفید همگن استفاده شد. نور سفید همگن در این آزمایش، با استفاده از لامپ مدل (AQUA,T4_1000LED, 15W) اعمال‌گردید که در قسمت فوقانی آکواریوم قرارگرفت. جهت اندازه‌گیری شدت‌نور منبع نور همگن از دستگاه لوکس‌متر مدل (TES_1336A) استفاده گردید. میانگین شدت‌نور در تیمارنور ۶۵/۶۱ لوکس و میانگین شدت‌نور در تیمار شاهد ۲۳/۴ لوکس ثبت‌گردید. در مرحله بعد، تعداد ۳۰ عدد دافنی به‌صورت انفرادی به‌وسیله قطره‌چکان از مختصات (۹ = y و ۱ = x) به آکواریوم معرفی‌شدند (شکل ۲).

دافنی‌ها به‌صورت تصادفی برای ترتیب‌های تیماری انتخاب‌شدند و پارامترهای رفتارشناگری دافنی‌ها از جمله: تعداد جهش‌ها، سرعت شناگری و درصد پراکنش مطلق در مدت زمان

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from joc.inio.ac.ir at 7:23 IRST on Tuesday September 29th 2020

دودقیقه (دو دقیقه تیمار نور – دو دقیقه تیمار شاهد) بررسی شدند. تعداد جهش دافنی‌ها به‌صورت چشمی شمارش شدند. روش محاسبه سرعت شنا: از یک صفحه‌ی مختصاتی (شکل ۲) که متشکل از ۴۰۰ واحد (هر واحد: مربع‌های دوسانتی متر × دوسانتی متر) استفاده گردید که طول صفحه‌ی مختصاتی ۴۰ واحد و عرض آن ۱۰ واحد بود و سپس طبق فرمول زیر محاسبه شد:

$$V = \frac{H \times 20}{t}$$

V : سرعت حرکت دافنی(برحسب میلی‌متر بر ثانیه)

H : تعداد واحدهای طی شده توسط دافنی(برحسب میلی‌متر)

t : زمان (برحسب ثانیه)

۲۰ : بیست میلی‌متر(اندازه ضلع هر واحد)

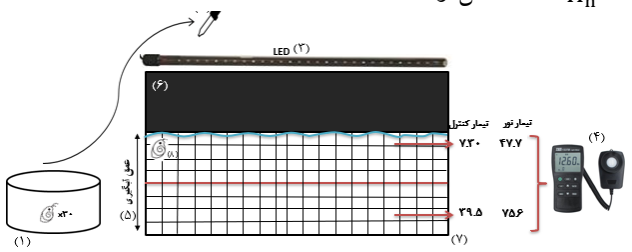
درصد پراکنش مطلق نیز طبق فرمول زیر محاسبه شد:

$$f_i = \frac{H}{H_n} \times 100$$

f_i : درصد پراکنش مطلق

H :تعداد واحدهای طی شده توسط دافنی بدون درنظرگرفتن واحدهای تکراری (برحسب میلی‌متر)

H_n : تعداد کل واحدها



شکل ۲: محیط انجام آزمایش دوم. طراحی: نگارندگان مقاله

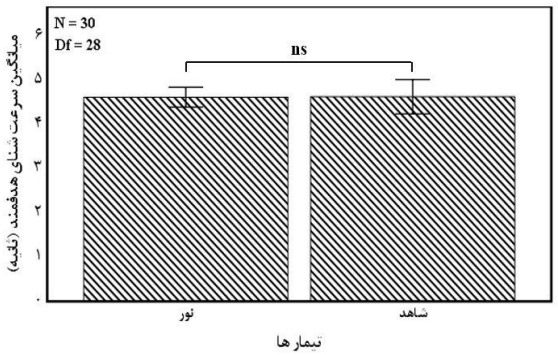
(۱) مخزن نگهداری دافنی، (۲) قطره چکان، (۳) لامپ ال ای دی، (۴) لوکس-متر، (۵) عمق آبگیری ۱۸ سانتی‌متر، (۶) پوشش سیاه رنگ (در قسمت بالا به طول ۸۰ و عرض ۱۲ (برحسب سانتی‌متر))، (۷) محیط انجام آزمایش (آکواریوم به ابعاد ۳۰×۱۰×۸۰ سانتی‌متر دیواره ی پشتی آکواریوم دارای صفحه مشبک و مدرج به مختصات مکانی (دارای ۴۰ خانه در طول و ۱۰ خانه در عرض،هر خانه به شکل مربعی با ضلع دو سانتی‌متر درنظر گرفته شده است)، (۸) محل رهاسازی دافنی.

۲-۱ تجزیه وتحلیل آماری

آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون های کلموگروف–اسمیرنوف و شاپیرو–ویلک، بررسی شد و درصورت عدم نرمال بودن داده‌ها از روش Compute LN جهت نرمال کردن داده‌ها استفاده گردید. در آزمایش اول از آزمون T جفت نمونه‌ای و در آزمایش‌دوم از آزمون T مستقل تک نمونه‌ای در نرم افزار SPSS-25 استفاده شد. وضعیت معنی‌داری داده‌ها در سطح ۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت.

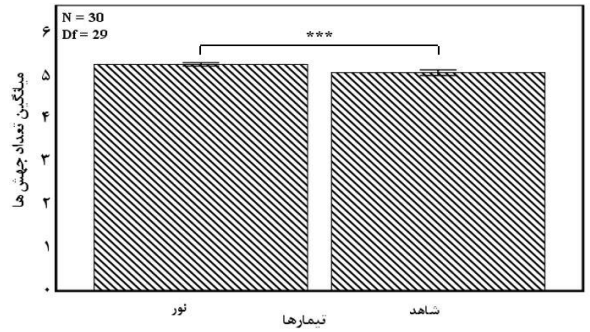
۳. نتایج و بحث

با توجه به نمودار ۱ میانگین زمان شنای هدف‌دار ۳۰ دافنی در تیمارهای شاهد و نور اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (P>۰/۰۵) که این بیانگر این موضوع است که دافنی‌ها در حرکت افقی به سمت نور در هردو تیمار شاهد و نور تغییر محسوسی در سرعتشان ایجاد نمی‌شود. با توجه به نرمال نبودن داده‌ها دراین آزمایش از روش LN Compute جهت نرمال‌سازی داده‌ها استفاده شد.



نمودار ۱: بررسی میانگین زمان شنای هدف‌دار با تکرار ۳۰ دافنی ، با تیمارهای شاهد و نور. تغییرات سطح معنی داری را نشان نمی‌دهد (P>۰/۰۵) .تغییرات خطای استاندارد در نمودار مشخص است.

با توجه به نمودار ۲، میانگین تعداد جهش ۳۰ دافنی در تیمار شاهد و نور، سطح معنی‌داری را نشان می‌دهد (P<۰/۰۵) و ۳۰ عدد دافنی در تیمار نور جهش‌های بیشتری نسبت به تیمار شاهد داشته‌اند که این امر نشان از تحرک بیشتر آن‌ها در تیمار نور است.



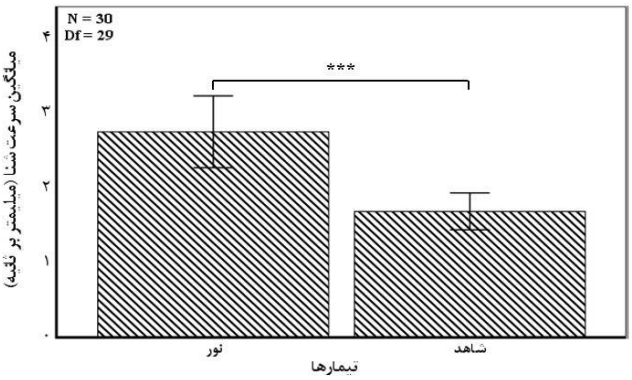
نمودار ۲: مقایسه تعداد جهش ۳۰ دافنی با دو تیمار شاهد و نور. تغییرات سطح معنی‌داری را نشان می‌دهد (P<۰/۰۵). تغییرات خطای استاندارد در نمودار مشخص است.

www.SID.ir

Archive of SID

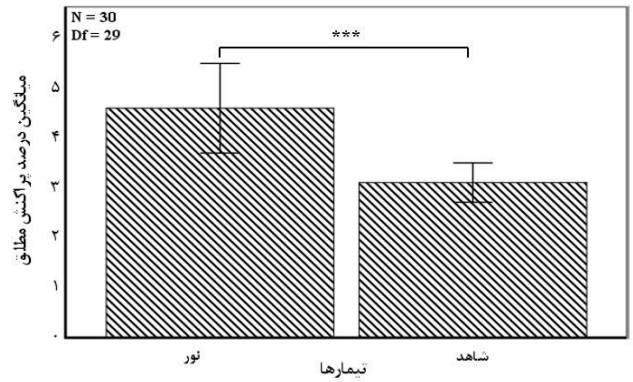
Downloaded from joc.inio.ac.ir at 7:23 IRST on Tuesday September 29th 2020

با توجه به نمودار ۳، میانگین سرعت شنای ۳۰ دافنی در تیمار شاهد و نور سطح معنی‌داری را نشان می‌دهد (P<۰/۰۵) و دافنی-ها در تیمارنور با سرعت بیشتری نسبت به تیمار شاهد شنا می-کنند.



نمودار ۳: مقایسه میانگین سرعت ۳۰ دافنی با تیمار شاهد و نور. تغییرات سطح معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). تغییرات خطای استاندارد در نمودار مشخص است.

با توجه به نمودار۴، درصد پراکنش مطلق ۳۰ دافنی در تیمار شاهد و نور سطح معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). دافنی‌ها در زمان اعمال تیمار نور درصد پراکنش مطلق بیشتری را نسبت به تیمار شاهد در محیط دارند.



نمودار ۴: مقایسه میانگین درصد پراکنش مطلق ۳۰ دافنی با تیمار شاهد و نور، نتایج سطح معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). تغییرات خطای استاندارد در نمودار مشخص است.

آلودگی‌های نوری ناشی از فعالیت‌های انسانی می‌توانند اثرات متنوع و گسترده‌ای بر اجتماعات بی‌مهرگان و مهره‌داران آبزی داشته باشند. برای مثال آلودگی‌های نوری می‌توانند منجر به تغییر در ساعات فعالیت‌های شبانه‌روزی (Hölker et al., 2010)، اختلال در رفتارهای تغذیه‌ای و پراکنش مکانی (در ماهی‌ها (Newman, 2015)، در موش‌ها (Bird et al., 2004)) و تغییرات مهاجرتی (در لاک‌پشت‌ها)، رفتار لانه‌سازی، خطر شکارشدن (Silva et al., 2017)، تعیین موقعیت و مسیریابی (Truscott et al., 2017) مهره‌داران گردد.

در مطالعه‌ی حاضر، پارامترهای رفتارشناگری دافنی ازجمله: سرعت شنای هدفمند، تعدادجهش‌ها، سرعت شناگری و درصد پراکنش مطلق در دو تیمار شاهد و نور اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد در تیمار نور، سرعت شنا، تعداد جهش و درصد پراکنش مطلق افزایش می‌یابند و سطح تغییرات معنی‌دار است اما سرعت شنای هدفمند در هردو تیمار تغییر محسوسی نداشت و تغییرات سطح معنی‌داری را نشان ندادند. بررسی رفتارشناگری دافنی در پاسخ به محرک نوری در مطالعات مشابه دیگر نیز بیان شده‌است:

Keefe و همکاران (۱۹۹۸) ثابت کردند که گونه‌های مختلف دافنی می‌توانند رفتارشناگری متفاوتی داشته باشند.در مطالعه‌ای بیان شده است که دافنی‌ها در محیط نورانی، سریع‌تر از آنهایی که در شرایط تاریکی هستند شنا می‌کنند (Gerritsen and Strickler, 1997) و هم‌چنین شروع واقعی شناکردن یا بالارفتن در ستون آب به شدت نور وابسته است (Ringelberg, 1987) این نتایج هماهنگ با یافته‌های ما در مطالعه حاضر بود. اما در مطالعه‌ای دیگری با بررسی رفتار شناگری دافنی، بیان داشتند شدت نور تاثیری بر سرعت شناگری دافنی ندارد که این یافته با نتایج ما ناهماهنگ بود که یکی از دلایل آن می‌تواند ناشی از تفاوت در اندازه تانک یا گونه دافنی باشد (Brewer et al., 1999). Dodson و همکاران(۱۹۹۷) تاثیر تغذیه و نور و اندازه مخزن آزمایش بر رفتار شناگری انفرادی دافنی در چهار گونه دافنی مختلف (*D.magna*، *D.pulicaria*، *D.pulex* و *D.hyalina*) را بررسی نموده و بیان کردند که تنوع رفتارشناگری می‌تواند ناشی از تفاوت در شرایط محیطی (برای مثال: نوع غذا، برهم کنش بین نور و غذا و تفاوت در تنظیمات محیط آزمایش) باشد. هم‌چنین در این پژوهش بیان شد که ابعاد محیط آزمایش می‌تواند بر رفتارشناگری دافنی اثرگذار باشد، به‌عنوان مثال در محفظه‌های کوچکتر، دافنی‌ها صرف نظر از نوع گونه، سرعت شناگری کم و تمایل به حرکت در مسیر مستقیم دارند و همین‌طور افزایش شدت نور باعث کاهش سرعت شناگری و تعداد جهش می‌شود که این یافته با نتایج مطالعه حاضر هماهنگ نبود. اگرچه استثنائاتی درآن مطالعه وجود داشت: برای مثال *Daphnia magna* با افزایش شدت نور، شنای سریعتری داشت که این یافته با نتایج پژوهش حاضر هماهنگی دارد.

نتایج یک مطالعه دیگر نشان داد که شدت نور بر تلاش فرار

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from joc.inio.ac.ir at 7:23 IRST on Tuesday September 29th 2020

دافنی از شکارچی تاثیری ندارد (Brewer, 1999). درحالی که Keefe و همکاران (۱۹۹۸) بیان داشتند که عوامل فیزیکی از جمله شدت نور در فرار دافنی از گونه شکارچی نقش دارد. این اختلاف نتایج در مطالعات با توجه به مطالعات Dodson و همکاران (۱۹۹۷)، می‌تواند ناشی از تفاوت در نوع غذا، برهم کنش بین نور و غذا، تفاوت در تنظیمات محیط آزمایش، اندازه تانک و گونه دافنی باشد. Keefe و همکاران (۱۹۹۸) بیان کردند که سرعت شناگری ممکن است با رفتار تغذیه‌ای، فرار از شکارچیان و رفتار جفت‌گیری در ارتباط باشد و شنای سریع، ضریب رویایی دافنی با شکارچی را افزایش می‌دهد. هم‌چنین رفتار شناگری می‌تواند بر انتخاب طعمه توسط ماهی اثر بگذارد. به‌طوری که Slusarczyk و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند در شرایط نوری روشن‌تر نسبت به شرایط نوری کم که احتمال قابلیت رویت و خطر شکارگری توسط گونه‌های ماهیان پلانکتون‌خوار بیشتر می‌باشد، گونه دافنی (*Daphnia magna*) جهت حفظ بقاء و نسل خود در زمان تولیدمثل تمایل به تشکیل تخم‌های نهفته یا افی‌پیوم (Ephippium) دارند.

در مطالعه دیگری توسط Lampert وBrendelberger در سال ۱۹۹۶ شواهدی از یک گروه *Daphnia magna* ارائه شد که با سرعت ۳۰ میلی‌متر بر ثانیه شنا می‌کردند و درآن مطالعه، سرعت شناگری همراه با تعداد کم جهش‌ها بیان‌گر یک رفتار جستجوی غذا بود. در حالی که در مطالعه‌ی حاضر حداکثر سرعت شناگری دافنی ۶/۳۳ میلی‌متر بر ثانیه بود که این اختلاف در تفاوت سرعت شناگری می‌تواند ناشی از گونه دافنی، شرایط تغذیه‌ای و نیازهای غذایی ، ابزار اندازه‌گیری سرعت (چشمی یا بوسیله دوربین) و سایر شرایط محیطی باشد. جهت مطالعات تکمیلی و جامع‌تر می‌توان از تیمارهای نوری با طول موج‌های متفاوت و حتی صوت به‌عنوان یک پارامتر محیطی دیگر برای مطالعه پاسخ رفتاری دافنی استفاده نمود، در همین رابطه، نتایج مطالعات Shafiei Sabet و همکاران (۲۰۱۵) و شفیعی‌ثابت (۱۳۹۷) نشان می‌دهد که قرار گرفتن در معرض صوت، اثر معنی‌داری بر رفتارشناگری دافنی ندارد.

۴. نتیجه‌گیری کلی

باتوجه به یافته‌های این پژوهش، نور به‌عنوان یک محرک محیطی سبب افزایش تعداد جهش‌ها، افزایش سرعت شناگری و افزایش درصد پراکنش مطلق دافنی گردید. هم‌چنین دافنی در هر دو تیمار نور و شاهد به نور گرایش مثبت داشت. بنابراین توصیه می‌شود در مراکز تکثیر و پرورش ماهی جهت تغذیه لارو ماهیانی که از سطح آب تغذیه می کنند، در مواقعی که نور محیط بیشتر است دافنی به محیط تغذیه لارو اضافه گردد تا راندمان و ضریب رویایی شکار و شکارچی افزایش یابد و انرژی کمتری توسط لاروماهیان برای غذاگیری صرف گردد. پیشنهاد می‌شود باتوجه به اینکه گونه‌های جانوری جهت درک محیط زیست خود، قابلیت و توانایی دریافت علائم زیستی و غیرزیستی توسط حسگرهای مختلف خود دارا می‌باشند و هم‌چنین پارامترهای زیستی و غیرزیستی به‌طور همزمان در محیط‌زیست وجود دارند، در مطالعات بعدی علاوه بر بررسی اثرات متغیر محیطی نور، سایر عوامل محیطی که امروزه به‌عنوان آلاینده‌های محیط‌زیست شناخته شده‌اند (برای مثال آلودگی صوتی) نیز در نظر گرفته شود تا اطلاعات دقیق‌تری از پاسخ‌های رفتاری گونه‌های آبزی حاصل گردد.

۵. سپاسگزاری

بدین‌وسیله از تمامی اعضای هیات علمی و مدیرگروه شیلات، ریاست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان و موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر شهرستان سنگر که در انجام این پژوهش ما را یاری نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

منابع

اویسی پور، م.، ۱۳۸۵. غنی‌سازی دافنی با روغن ماهی و ویتامین‌ث و عملکرد آن بر رشد، زنده‌مانی و ترکیب بدن لارو تاسماهی ایرانی (*Acipencer percicus*). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم دریایی. دانشگاه تربیت مدرس. شماره ۲۷۹، صفحه ۲۲۱.

درویش بسطامی، ک.، سوداگر، م.، ایمانپور، م.، طاهری، س.، ۱۳۸۷. تاثیر سطوح مختلف عصاره دافنی و آرتمیا بعنوان مواد جاذب غذایی بر روی غذاگیری و شاخص های رشد در بچه ماهی فیل ماهیان پرورشی. مجله علمی شیلات ایران، جلد۱۷، شماره۴، صفحات ۴۴-۳۵.

سبک آرا، ج.، مکارمی، م.، ۱۳۸۹. گزارش نهایی از مکان تخم‌ریزی ماهیان مهاجر در تالاب انزلی. مجله پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی.جلد۲، صفحات ۴۲-۲۱.

www.SID.ir

Archive of SID

شعبانپور، ب.، ۱۳۷۷. تعیین ضرایب تبدیل دافنی و آرتمیا در تغذیه لارو تاسماهی ایرانی (قره برون). پایان نامه کارشناسی ارشد. علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. صفحه ۷۱.

شفیعی ثابت، س.، ۱۳۹۷. اثرات آلودگی صوتی بر استراتژی‌های رفتار شکارگری در آبزیان. مجله تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک. شماره ۱۱۹، صفحات ۳۳-۲۶.

Arner, M., Koivisto, S., 1993. Effects of salinity on metabolism and life history characteristics of Daphnia magna. Hydrobiologia, 259, 69-77. DOI: 10.1007/BF00008373

Balcer, M.D., Korda, N.L., Dodson, S.I., 1984. Zooplankton of the Great Lakes: A Guide to the Identification and Ecology of Coomon Crustacean Species: University of Wisconsin Press, USA. 89P.

Bird, B.L., Branch, L.C., Miller, D.L., 2004. Effects of coastal lighting on foraging behaviour of Beach Mice. Conservation Biology, 14(5), 1435-1439. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2004.00349.x

Bownik, A., 2017. Daphnia swimming behaviour as a biomarker in toxicity assessment: A review. Science of the Total Environment, 601(7), 194-205. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.05.199

Brewer, M.C., Coughlin, J.N., 1995. Virtual plankton: A novel approach to the investigation of aquatic predator prey interactions. Marine and Freshwater Behaviour and Phy, 26, 91-100. DOI: 10.1080/10236249509378931

Brewer, M., Dawidowicz, P., Dodson, S.I., 1999. Interactive effects of fish kairomone and light on Daphnia escape behavior. Journal of Plankton Research, 21(7), 1317-1335. DOI: 10.1093/plankt/21.7.1317

Dinh, H. D.K., Tran, T.N., Lu, T.L., Nghiep, T.H., Le, P.N., Do, H.L.C., 2018. The effect of food, light intensity and tank volume on resting eggs production in Daphnia carinata. Journal of Environmental Management, 217, 226-230. DOI: 10.1016/j.jenvman.2018.03.098

Dodson, S.I., Hanazato, T., Gorski, P. R., 1995. Behavioral responses of Daphnia pulex exposed to carbaryl and chaoborus kairomone. Environmental Toxicology and Chemistry, 14, 43-50. DOI: 10.1002/etc.5620140106

Dodson, S.I; Ryan, S.; Tollrian, R.; Lampert, W., 1997. Individual swimming behavior of Daphnia: effects of food, light and container size in four clones. Journal of Plankton Research, 19: 1537-1552. DOI: 10.1093/plankt/19.10.1537

Ebert, D., 2005. Ecology, Epideology and Evolution of Parasitism in Daphnia (Vol. 110): Basel Universitay Press.

Farhadian, O., Taghavi, D., Soofiani, N.M., Keivany, Y., 2013. Resting Egg Production and fatty acid enhacement in the waterflea, Criodaphnia quadrangula, by using combination of light regime and food. Journal of world aquaculture society, 44(4), 574-585. DOI: 10.1111/jwas.12051

Gerritsen, J.; Strickler, J.R., 1997. Encounter probabilities and community structure in zooplankton: a mathematical model. Journal of the fisheries research board of Canada, 34, 73-82. DOI: 10.1139/f77-008

Haney, J.F., Aliberti, M.A., Allan, E., Allard, S., Bauer, D.J., Beagen, W., Bradt, S.R., Carlson, B., Carlson, S.C., Doan, U.M., 2014. An-Image-based Key to the Zooplankton of North America"version 5.0 released 2013". Retrieved January 23, 2020. http://cfb. unh. edu/cfbkey/html/index. html

Hölker, F., Wolter, C., Perkin, E.K., Tockner, K., 2010. Light pollution as a biodiversity threat. Trends in Ecology and Evolution, 25, 681-682. DOI: 10.1016/j.tree.2010.09.007

Jurine, L., 1820. Histoire des Monocles que se trouvent aux environs de Geneve, J.J.Paschoud. Paris. 135p. DOI: 10.5962/bhl.title.10137

www.SID.ir

Downloaded from joc.inio.ac.ir at 7:23 IRST on Tuesday September 29th 2020

Archive of SID

Downloaded from joc.inio.ac.ir at 7:23 IRST on Tuesday September 29th 2020

swimming and foraging behaviour of captive zebrafish. Animal Behaviour, 107, 49-60. DOI: 10.1016/ j.anbehav.2015.05.022

Silva, E., Marco, A., Graca, J.d., Perez, H., Abella, E., Patino-Martinez, J., Mertins, S., Almeida, C., 2017. Light pollution affects nesting behavior of loggerhead turtles and predation risk of nests and hatchlings. journal of photochemistry and photobiology, 137, 240-249. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2017.06.006

Slusarczyk, M., Dawidowicz, P., Rygielska, E., 2004. Hide, rest or die: a light-mediated diapause response in Daphnia magna to the threat of fish predation. Freshwater Biology, 50(1), 141-146. DOI: 10.1111/ j.1365-2427.2004.01309.x

Taghavi, D., Farhadian, O., Soofiani, N.M., Keivany, Y., 2013. Effects of different light/dark regimes and algal food on growth, fecundity, epippial induction and molting of freshwater cladoceran, Ceriodaphnia quadrangula. Aquaculture, 410, 190-196. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2013.06.026

Truscott, Z., Booth, D.T., Limpus, C.J., 2017. The effect of on-shore light pollution on sea-turtle hatchlings commencing their off-shore swim. Wildlife Research, 44(2), 127-134. DOI: 10.1071/WR16143

Ware, D.M., 1973. Risk of Epibenthic Prey to Predation by Rainbow Trout (Salmo gairdneri). Journal fisheries research board of Canada, 30:,787-797. DOI: 10.1139/f73-134

Ziarek, J., Nihogi, A., Nagai, T., Strickler, R., 2011. Seasonal adaptations of Daphnia pulicaria swimming behaviour: the effect of water temperature. Hydrobiologia, 661(1), 317-327. DOI: 10.1007/ s10750-010-0540-0

Keefe, T., Brewer, M.C., Dodson, S.I., 1998. Swimming behavior of Daphnia: its role in determining predation risk. Journal of Plankton Research, 20(8), 973-984. DOI: 10.1093/plankt/20.5.973

Lampert, W., Brendelberger, H., 1996. Strategies of phenotypic low-food adaptation in Daphnia: Filter screens,mesh sizes, and appendage beat rates. Limnology and Oceanography, 41, 216-223. DOI: 10.4319/lo.1996.41.2.0216

Larsson, P., Dodson, S.I., 1993. Invited review chemical communication in planktonic animals. Archiv fur Hydribiologie, 129, 129-155. DOI: 10.1127/ archiv-hydrobiol/129/1993/129

Lavens, P. Sorgeloos, P., 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture (Vol. 361p), FAO publication.

Nikitin, O.V., 2019. Effect of various tempreture and light intensity regimes on Daphnia magna swimming behaviour. 19th SGEM international multidisciplinary scientific geoconference EXPO proceedings, 19(5), 229-236. DOI: 10.5593/sgem2019/5.1/S20.029

Newman, R.C., 2015. Artificiial light at night and the predator-prey dynamics of juvenile Atlantic Salmon (Salmo salar L.) in freshwater. Ph.D Thesis. Cardiff University, Wales. 126P.

Müller, O.F., 1785. Entomostraca seu Insecta testacea quae in aquis Daniae et Norvegiae reperit, descripsit et iconibus illustravit Otho Fridericus Müller. Lipsiae et Havniae. p.135. DOI: 10.5962/bhl.title.14414

Ringelberg, J., 1987. Induced behavior in Daphnia.In Peters,R.H. and deBernardi,B, "Daphnia". memorie dell'Istituto Italiano Di Idrobiologia, 45, 258-323.

Shafiei Sabet, S., Neo, Y.Y., Slabbekoorn, H., 2015. The effect of temporal variation in sound exposure on

www.SID.ir