



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Identification, introduction, and population fluctuations of Cladocera and Copepoda in Lake Tar, Damavand

Mousavi Nadushan R ^{1*}, Ghiyasabad Mi¹^{*1} Department of marine and fisheries sciences, Faculty of Natural Resources and Environment, Tehran North Branch, Islamic Azad University Tehran, Iran.¹ Department of marine and fisheries sciences, Faculty of Natural Resources and Environment, Tehran North Branch, Islamic Azad University Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2025/01/4

Revised: 2025/04/23

Accepted: 2025/03/5

Keywords:

Cladocera

Copepoda

Diversity

Community

Lake Tar

*Corresponding author:

✉ r_mousavi.nadushan@iautnb.ac.ir

Doi: 10.52547/joc.15.60.7

ORID:0000-0002-9966-7387

ABSTRACT

Background and Objectives: Lake Tar is situated at an altitude of 3,230 meters above sea level and is surrounded by mountains ranging from 50 to 500 meters in height above the lake. The existence of these elevations next to each other, without a valley splitting them, has created a depression in which Lake Tar has formed. Crustacean zooplankton, especially Cladocera, play a significant role in most freshwater lakes and have become important bioindicators for assessing water quality and ecosystem health due to their sensitivity to environmental changes. Therefore, this study was conducted regarding the diversity and ecology of various microcrustacean species in the mountain lake Tar.

Methods: In this study, sampling was conducted monthly along three stations from April to September 2021, and environmental parameters including water temperature, pH, electrical conductivity (EC), and dissolved oxygen (DO) were measured on-site. Additionally, for quantitative analysis, zooplankton were collected by filtering 100 liters of water through a 100-micron plankton net during each sampling.

Findings: In Lake Tar, during the studied months, dissolved oxygen (DO) levels were high, with the highest value reaching a maximum of 13 milligrams per liter in April. The pH values varied between 7.23 and 8.3 during the study period, indicating alkaline values and a low range of variability influenced by snowmelt and the geology of the surrounding environment. Meanwhile, the values and seasonal patterns of environmental parameters fell within the range characteristic of oligotrophic lakes. Additionally, during the ice-free months in Lake Tar, three species of Daphnia and four species of cyclopoid were identified. *Daphnia laevis* and *Daphnia ambigua* were recognized as the most common and abundant recorded crustacean species. The identified cyclopoid species included *Cyclops scutifer*, *Cyclops latipes*, *Cyclops venustus*, and *Cyclops exilis*. In the crustacean community of Lake Tar, the abundance of adult cyclopoid copepods was significantly less than that of Cladocera (43 individuals per cubic meter). Despite the dominance of Cladocera, the average population density of Daphnia species reached a maximum of 480 individuals per cubic meter, which is within the density range of Cladocera in oligotrophic mountain lakes. The results also indicated that Lake Tar is a typical Cladocera-copepod lake and specifically a typical Daphnia-Cyclops Lake, in which planktivorous fish are absent.

Conclusion: In this small and remote lake, most factors that can affect the presence and distribution of zooplankton are temporally variable and unpredictable. The results regarding the composition of Cladocera and Copepod crustaceans included the first records of *Daphnia laevis*, *Daphnia ambigua*, *Cyclops scutifer*, *Cyclops latipes*, *Cyclops venustus*, and *Cyclops exilis* in Iran, highlighting the important role that specific mountain lakes can play as aquatic biodiversity reserves. Ultimately, it seems that these natural, ancient, and unique lakes require greater efforts in research and monitoring, including studies related to vertical migrations and the adaptive mechanisms of crustacean communities during freezing periods.



NUMBER OF TABLES

0



NUMBER OF FIGURES

14



NUMBER OF REFERENCES

33

مقاله پژوهشی

شناسایی، معرفی و نوسانات جمعیت سخت پوستان کلاوسر و کوپه پود در دریاچه تار - دماوند

رضوان موسوی ندوشن^{۱*}، منیر غیاث آبادی^۲^۱ دانشیار گروه علوم دریایی و شیلاتی، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران^۲ دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دریایی و شیلاتی، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۵

تاریخ بازبینی: ۱۴۰۴/۲/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۱۵

واژگان کلیدی:

کلاوسر

کوپه پود

تنوع

جمعیت

دریاچه تار

*نویسنده مسئول

✉ mousavi.nadushan@iau-tnb.ac.ir

Doi: 10.52547/joc.15.60.7

ORID:0000-0002-9966-7387

پیشینه و اهداف: دریاچه تار در ارتفاع ۳۲۳۰ متری از سطح دریا و در میان کوه هایی قرار گرفته است که از سطح دریاچه بین ۵۰ تا ۵۰۰ متر ارتفاع دارند. وجود این ارتفاعات در کنار یکدیگر بدون آنکه دره ای آن را شکافته باشد موجب پیدایش گودالی شده است که دریاچه تار در آن قرار گرفته است. زوپلانکتون های سخت پوست و بویژه کلاوسر نقش مهمی را در اکثر دریاچه های آب شیرین برعهده دارند و به دلیل حساسیت به تغییرات محیطی در گروه شاخص های زیستی مهم برای ارزیابی کیفیت آب و سلامت اکوسیستم مورد توجه قرار گرفته اند. لذا این مطالعه در خصوص شناسایی، معرفی، مطالعه ساختار، تنوع و بوم شناسی گونه های مختلف سخت پوستان کوچک در دریاچه کوهستانی تار انجام شد.

روش ها: در این تحقیق نمونه برداری در امتداد سه ایستگاه به صورت ماهانه بین فروردین تا شهریور ۱۴۰۰ انجام شد و پارامترهای محیطی شامل دمای آب، pH، هدایت الکتریکی (EC)، و اکسیژن محلول (DO) در محل اندازه گیری شدند. همچنین به منظور تجزیه و تحلیل کمی، در هر نمونه برداری زوپلانکتون ها با فیلتراسیون ۱۰۰ لیتر آب توسط تور پلانکتون ۱۰۰ میکرون جمع آوری گردیدند.

یافته ها: در دریاچه تار و طی ماه های مورد مطالعه، مقادیر اکسیژن محلول (DO) بالا بود و بالاترین مقدار در ماه فروردین به حداکثر ۱۳ میلی گرم در لیتر رسید. مقادیر pH در طول دوره بررسی بین ۷/۲۳ تا ۸/۳ متغیر بود که نشان می دهد مقادیر قلیایی و دامنه کم تغییرات تحت تأثیر ذوب برف و زمین شناسی محیط اطراف قرار دارد. این در حالی است که مقادیر و الگوی فصلی پارامترهای محیطی در محدوده دامنه پارامترهای دریاچه های الیگوتروفیک قرار دارد. همچنین در دریاچه تار طی ماه های بدون یخبندان، سه گونه دافنی و چهار گونه سیکلوپوئید شناسایی شدند. *Daphnia laevis* و *Daphnia ambigua* به عنوان رایج ترین و فراوان ترین گونه های سخت پوستان ثبت شده شناخته شدند. گونه های سیکلوپوئید شناسایی شده عبارت بودند از: *Cyclops scutifer*، *Cyclops*، *Cyclops latipes*، *Cyclops venustus* و *Cyclops exilis*. در جامعه سخت پوستان دریاچه تار، فراوانی کوپه پودهای بالغ سیکلوپوئید بمراتب کمتر از فراوانی کلاوسرها بود (۴۳ عدد در متر مکعب)، و علیرغم غالبیت کلاوسرها، میانگین تراکم جمعیت گونه های دافنی به حداکثر ۴۸۰ عدد در متر مکعب رسید که در محدوده تراکم کلاوسرها در دریاچه های کوهستانی الیگوتروفیک است. همچنین نتایج نشان داد دریاچه تار یک دریاچه تیپیک کلاوسر - کوپه پود و به شکل خاص دریاچه تیپیک دافنی - سیکلوپس است که در آن ماهی های پلانکتون خوار حضور ندارند.

نتیجه گیری: در این دریاچه کوچک و دورافتاده، بیشتر عواملی که می توانند بر حضور و توزیع زوپلانکتون ها تأثیر بگذارند، از نظر زمانی متغیر و غیرقابل پیش بینی هستند. نتایج مربوط به ترکیب سخت پوستان کلاوسر و کوپه پود مشتمل بر اولین ثبت گونه های *Daphnia laevis*، *Daphnia ambigua*، *Daphnia rosea*، *Cyclops scutifer*، *Cyclops latipes*، *Cyclops venustus* و *Cyclops exilis* در ایران، و نقش مهمی که دریاچه های خاص کوهستانی می توانند به عنوان ذخایر تنوع زیستی آبی ایفا کنند، را روشن ساخت. در نهایت بنظر می رسد این دریاچه های طبیعی، کهن و منحصر به فرد نیازمند تلاش های بیشتری در زمینه تحقیق و پایش، از جمله مطالعات مرتبط با مهاجرت های عمودی و مکانیسم های تطبیقی جوامع سخت پوستان در دوره های یخبندان هستند.

مقدمه

زئوپلانکتون‌ها موجوداتی با چرخه زندگی کوتاه مدت هستند که به تغییرات محیط حساس و برخی گونه‌ها در مقابل اختلالات محیطی آسیب پذیر بوده، برخی دیگر از آنها در برابر استرس‌های محیطی مقاوم و حتی فرصت طلب هستند. گروه Branchiopoda اشکال بسیار متنوعی دارند که به دلیل اندازه کوچک، تولید مثل سریع (غالباً بوسیله پارتنوژنز) و روش تغذیه کارآمد، می‌توانند محدوده وسیعی از زیستگاه‌های آب شیرین را اشغال کنند که از آن جمله می‌توان به گونه‌هایی اشاره نمود که در معرض فشار بالای شکارگری هستند. Catalan et al, (2006). توانایی تولید مراحل کمون در فشارهای زیست محیطی، احتمال توسعه جمعیت و موفقیت اکولوژیک این گروه را افزایش می‌دهد. با دارا بودن چرخه زندگی کوتاه، تولید مثل سریع و حساس بودن به تغییرات محیطی، تراکم جمعیت این موجودات در طول سال متفاوت بوده، معمولاً الگوهای فصلی را نشان می‌دهند. شرایط محیطی (مانند دما، اکسیژن محلول، اسیدیته و غیره) عوامل مهمی هستند که مستقیماً بر ساختار جمعیت زئوپلانکتون تأثیر گذاشته و پراکنش مکانی و زمانی گونه‌ها را تغییر می‌دهند. علاوه بر این، عوامل زیستی، مانند شکارگری، رقابت، موجودیت و کیفیت غذا فشار زیادی بر جمعیت وارد می‌کند (Wang et al, 2022). در مطالعات مشخص شده است که دما مهمترین عامل مؤثر بر ساختار جمعیت زئوپلانکتون دریاچه‌ها در منطقه معتدله است. دما می‌تواند به دو روش: به طور مستقیم، بر روی نرخ تولید مثل، میزان فیلتراسیون، طول دوره زندگی، تولید و تفریح تخم‌های مقاوم، یا به طور غیر مستقیم، از طریق لایه‌بندی حرارتی بر جمعیت زئوپلانکتونی تأثیرگذار باشد. (Alcocer et al, 2024).

جوامع پلانکتونی آبهای شیرین طیف وسیعی از گروه‌های مختلف و متنوع موجودات را در بر می‌گیرند و اساس زنجیره غذایی را در دریاچه‌ها تشکیل می‌دهند و در میان آنها کلاوسرا نقش مهمی را در عملکرد جمعیت زئوپلانکتونی برعهده دارند. کلاوسرا راسته‌ای از سخت‌پوستان کوچک هستند که در تمام زیستگاه‌های آبی داخلی دیده می‌شوند اما در آب‌های دریاها و اقیانوسها نادرند. توانایی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک این گروه زئوپلانکتونی سبب می‌گردد در برابر تغییرات متعدد شرایط محیطی پاسخ‌هایی سریع نشان دهند. بسیاری از گونه‌های آنها خاص آب‌های پلاژیک و برخی از آنها در اطراف و یا ارتباط نزدیک با گیاهان غوطه‌ور (plant associated) زندگی می‌کنند (Nadushan et al, 2008). دافنی‌ها گروه بزرگی از زوپلانکتون‌های کلاوسرا (Branchiopoda, Cladocera) را تشکیل می‌دهند و به عنوان یک تاکسون کلیدی در دریاچه‌های آب شیرین در نظر گرفته می‌شوند. دافنی‌ها چراکننده‌های کارآمد از فیتوپلانکتون هستند و غذاهایی مطلوب برای ماهی‌ها به شمار می‌روند، و لذا از اهمیت محوری در شبکه غذایی پلاژیک برخوردارند (de Bernardi et al., 1978; Persson et al., 2007). بنابراین، گونه‌های دافنی در فرآیندهای بیوژئوشیمیایی حیاتی شرکت دارند و به عملکرد اکوسیستم دریاچه مرتبط هستند (Manca et al., 2007; Korosi et al., 2010; Nykänen et al., 2010).

al., 2010). گونه‌های جنس *Daphnia* در بیشتر بدنه‌های آب شیرین یافت می‌شوند. این موجودات از جلبک‌ها، مواد پوسیده گیاهی و جانوری و باکتری‌ها تغذیه می‌کنند و از طریق پارتنوژنز و/یا روش جنسی با تشکیل تخم مقاوم افیپیوم تولیدمثل می‌کنند. *Daphnia* همچنین هدف شکارگری ماهی‌های پلانکتون‌خوار و بی‌مهرگان آبی هستند.

کوپه‌پودها نیز از گروه‌های اصلی سخت‌پوستان بویژه در دریاچه‌های کم عمق آب شیرین بشمار می‌روند، که یک پیوند کارکردی بین فیتوپلانکتون و باکتریوپلانکتون و سطوح بالاتر تغذیه‌ای مانند ماهی‌ها و لاروهای بی‌مهرگان را تشکیل می‌دهند. بسیاری از سیکلوپس‌ها گونه‌های اپی‌بنتیک یا حتی نیمه‌پلاژیک هستند که به‌طور فعال شنا می‌کنند و دارای رشد سریع و نرخ تولید بالایی هستند. به دلیل شیوه فعال زندگی، سیکلوپس‌ها شکار ماهی‌ها و سایر شکارچیان قرار می‌گیرند که منجر به مرگ و میر بالا و طول عمر کوتاه افراد بالغ در جمعیت می‌شود. به دلیل این رابطه مهم با همه گروه‌های تاکسونومیک در محیط‌های آبی، فراوانی جمعیت این موجودات و همچنین تنوع و زیست‌توده آنها می‌تواند به‌عنوان یک نشانگر جالب از وضعیت کلی اکولوژیک کل بدنه آب در نظر گرفته شود (Landa et al., 2007; Santos-Wisniewsky and Rocha, 2007; Silva et al, 2023).

ترکیب سخت‌پوستان پلانکتونیک، مشابه هر ترکیب جمعیتی دیگری، نتیجه تعامل عوامل زیستی و غیرزیستی مختلف است. به عنوان مثال، تغییرات و توالی‌های فصلی، اندازه توده آبی، تولید اولیه، شیب‌های محیطی عمودی (نور، دما، اکسیژن، غذا و شکار) و شفافیت آب، از دیگر عواملی هستند که به طور مختلف بر توزیع و فراوانی موجودات تأثیر می‌گذارند (Mousavi et al 2008, Mokhayer et al 2017, Fernández et al 2022).

کوپه‌پودهای جنس سیکلوپس (*Cyclops*) یکی از رایج‌ترین و غالب‌ترین تاکسون‌های پلانکتونی در دریاچه‌های منطقه معتدل شمالی هستند، اما طبقه‌بندی آنها همچنان نامشخص است. مانند اکثر بی‌مهرگان، توصیف‌های گونه‌ای کوپه‌پودهای سیکلوپس عمدتاً بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی صورت گرفته است. دامنه این ویژگی‌ها از زمان محققان اولیه از ساختارهای بزرگ و متمایز (تفکیک انتنول، پاهای سینه‌ای و زواید و خارهای آنها) به میکروساختارها (خارهای کوچک و نوع پوشش، حفره‌های ریز، پیکربندی منفذها) گسترش یافته است، که اغلب نشان داده شده‌اند که در هر گونه خاص و منحصر به فرد هستند. همانطور که اشاره شد گونه‌های جنس *Cyclops* در عرض‌های شمالی کره زمین توزیع شده‌اند (Hołyńska & Wyngaard 2019). شش گونه از این جنس در دریاچه‌های آمریکای شمالی گزارش شده است: *Cyclops alaskanensis*, *Cyclops canadensis*, *Cyclops strenuus* و *Cyclops scutifer*, *Cyclops columbianus* و *Cyclops vicinus*. از شش گونه، *C. sibiricus*, *C. scutifer* و *C. strenuus* در اکثر دریاچه‌های کانادا و مناطق شمالی ایالات متحده گزارش شده‌اند (Reid & Williamson 2010).

دریاچه تار

یکی از دریاچه‌های کوهستانی آب شیرین الیگوتروف اطراف تهران دریاچه تار واقع در شهرستان دماوند می‌باشد، که تاکنون هیچ مطالعه‌ای در زمینه ساختارشناسی جمعیت زئوپلانکتون‌های دریاچه تار صورت نگرفته است. لذا در این تحقیق نمونه برداری زئوپلانکتونها طی ۵ ماه (اردیبهشت تا شهریور ۱۴۰۰) در ۳ ایستگاه با دو تکرار در هر ایستگاه صورت گرفت.

دریاچه تار در موقعیت جغرافیایی ۳۵,۴۳۴۴ درجه شمالی و ۵۲,۱۳۴۰ شرقی و در استان تهران واقع است. دریاچه زمین‌ساختی تار در ۳۰ کیلومتری شرق شهرستان دماوند، از جمله دریاچه‌های آب شیرین کوهستانی است. این دریاچه در ارتفاع ۳۲۳۰ متر از سطح دریا قرار دارد و راه ارتباطی آن، جاده ماشین روی دماوند- دریاچه تار است. بیشترین درازای دریاچه تار ۱,۳ کیلومتر و میانگین پهنای آن ۴۰۰ متر است.

سرشاخه آب‌هایی که به این دریاچه می‌ریزد، چشمه‌ساران کوه‌های قره‌داغ، سیاه‌چال و شاه‌نشین در شمال و آبراهه‌های فصلی از جنوب است که قسمتی از آب آنها وارد دریاچه می‌شود و قسمتی دیگر، آب رودهای تار و هویر را تأمین می‌کنند. تیپ شیمیایی آب دریاچه تار، بر اساس مطالعات از نوع کلسیم، منیزیم، کربنات است.

موقعیت جغرافیایی منطقه‌ای که دریاچه تار در آن واقع است به گونه‌ای است که گرداگرد آن را با فواصل متفاوت کوه‌هایی در بر گرفته که از سطح دریاچه بین ۵۰ تا ۵۰۰ متر ارتفاع دارند. وجود این ارتفاعات در کنار یکدیگر بدون آنکه دره‌ای آن را شکافته باشد موجب پیدایش گودالی شده است که دریاچه تار در آن تشکیل شده است. دریاچه تار در جهت شمالغرب به جنوب شرق امتداد یافته و طول آن حدود ۲۵۰ متر و عرض آن حدود ۱۵۰ متر می‌باشد. آب دریاچه بسیار سرد می‌باشد و البته به دلیل شیرین بودن سنگینی آن احساس می‌شود. این دریاچه در مدخل کوه و در ارتفاع ۳۲۳۰ متری قرار دارد و سطح آب آنها در فصل‌های گوناگون سال متغیر است.

از آنجا که تاکنون بر روی ساختارشناسی جمعیت زئوپلانکتون‌های دریاچه تار هیچ گونه مطالعه‌ای صورت نگرفته است، تحقیق حاضر با هدف شناسایی گونه‌های زئوپلانکتونی (گونه‌های مربوط به راسته‌های کلاوسرا و کوپه‌پودا) در شش ماه نخست سال ۱۴۰۰ در دریاچه تار می‌باشد.

روش پژوهش

در هر نمونه برداری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل درجه حرارت، pH، هدایت الکتریکی و اکسیژن محلول توسط دستگاه‌های پرتابل و در محل مورد سنجش قرار گرفتند.

نمونه برداری با استفاده از قایق بادی از سه ایستگاه مشخص شده بر روی دریاچه انجام پذیرفت. سه ایستگاه نمونه برداری به دلیل کشیدگی طولی دریاچه در دو سر و مرکز دریاچه مشخص شدند. برای کاهش خطای نمونه برداری، نمونه‌ها در سه تکرار برداشت شدند. به

دلیل سختی مسیر دسترسی به دریاچه در فصول سرد و همچنین انجماد سطح آب دریاچه در فصل زمستان، عملیات نمونه‌برداری زئوپلانکتون‌ها به صورت ماهانه در دوره بدون یخ از فروردین تا شهریورماه سال ۱۴۰۰ و توسط تور پلانکتون ۱۰۰ میکرون با قطر دهانه ۲۶ سانتیمتر (DRO BIOS KIEL) ساخت کشور آلمان انجام گرفت. به منظور تثبیت نمونه‌های برداشت شده از فرمالین ۴ درصد استفاده شد. شناسایی نمونه‌های برداشت شده توسط استرئومیکروسکوپ، میکروسکوپ نوری و کلیدهای شناساییانجام شد و جهت بررسی کمی و شمارش از لام بوگارف استفاده شد. جهت شناسایی گونه‌ها، کلیه نمونه‌ها با استفاده از سوزن تشریح و سوزن الکترولیز (سوزن جراحی لیزر) تشریح شدند. بدین ترتیب که ابتدا اجزای نمونه‌ها در زیر لوپ از بدن جدا شده و با انتقال به لام معمولی توسط لنز ۱۰ و غالباً لنز ۴۰ میکروسکوپ نوری مورد شناسایی قرار گرفتند (Edmondson 1959, Smith 2001).

برای رسم نمودارها و تنظیم جداول از نرم افزار Excell استفاده شد و جهت بررسی معنی داری داده‌ها و آزمون‌های آماری، نرم افزار SPSS و آزمون آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA به کار گرفته شد. **نتایج و بحث**

در دریاچه تار و طی ماه‌های مورد مطالعه، مقادیر اکسیژن محلول (DO) بالا بود و بالاترین مقدار در ماه فروردین به حداکثر ۱۳ میلی‌گرم در لیتر رسید. مقادیر pH در طول دوره بررسی بین ۸/۳ تا ۷/۲۳ متغیر بود که نشان می‌دهد مقادیر قلیایی و دامنه کم تغییرات تحت تأثیر ذوب برف و زمین‌شناسی محیط اطراف قرار دارد، و از فعالیت‌های زیستی تأثیر نمی‌پذیرد. همچنین در فصل تابستان، دریاچه تار دمای بالاتر و مقادیر اکسیژن محلول و pH کمتری را نشان دادند. این در حالی است که مقادیر و الگوی فصلی متغیرهای مذکور در محدوده دامنه پارامترهای دریاچه‌های الیگوتروفیک قرار دارد (شکل ۱).

بالاترين سطوح اکسيژن محلول (DO) در آب‌هاي سطحي درياچه تار در ماه فروردين مشاهده شد که به ۱۳ ميلي گرم در ليتر (شکل ۱) رسيد و نشان می‌دهد که کاهش اکسيژن سطحي مانند اغلب درياچه هاي اليگوتروف مرتفع، تحت تأثير دما بوده است و ارتباطی به رشد فيتوپلانکتون يا واکنش‌هاي بيوشيميايي ندارد (Wetzel, 2001). در مقابل، پايين ترين سطوح اکسيژن محلول به مقدار ۸/۴۴ ميلي گرم در ليتر در ماه پاياني پاييز (شهريور) رسيد. در واقع، آب‌هاي سطحي درياچه هاي اليگوتروف در طول ماه‌هاي تابستان گرم شده و اکسيژن خود را از دست می‌دهند. علاوه بر اين، مقادير pH از ۷/۲۳ تا ۸/۳ متغير بود که نشان‌دهنده ويژگي قلبيايي است و با يافته‌هاي درياچه گهر مطابقت دارد (Ghiyas Abadi et al, 2014). همچنين درياچه رارا در نبال مقادير pH خنثي تا قلبيايي بين ۷,۵ تا ۸,۵ را نشان دادند، در حالي که برای اکثر درياچه‌هاي مرتفع کشمير مقادير بين ۶,۵ تا ۷,۵ گزارش گرديده است (Islam et al., 2021). علاوه بر اين، هدايت الکتريکي درياچه تار بين ۱۵۰ تا ۲۲۲ میکروزيمنس بر سانتي‌متر متغير بود که کمتر از دامنه تغييرات هدايت الکتريکي ۳۹۲ تا ۳۹۴ میکروزيمنس بر سانتي‌متر برای درياچه مرتفع گهر (ايران) می‌باشد (Ghiyas Abadi et al, 2014).

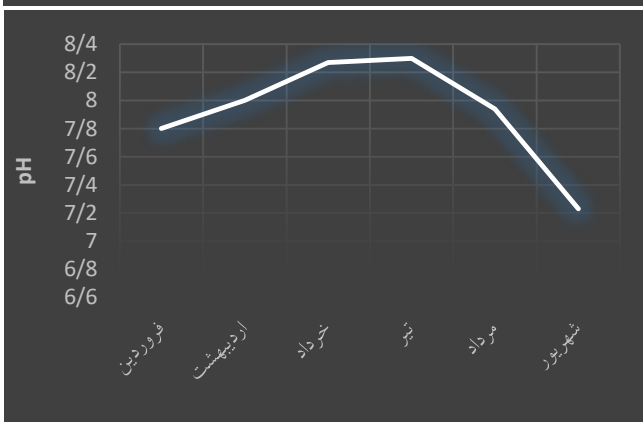
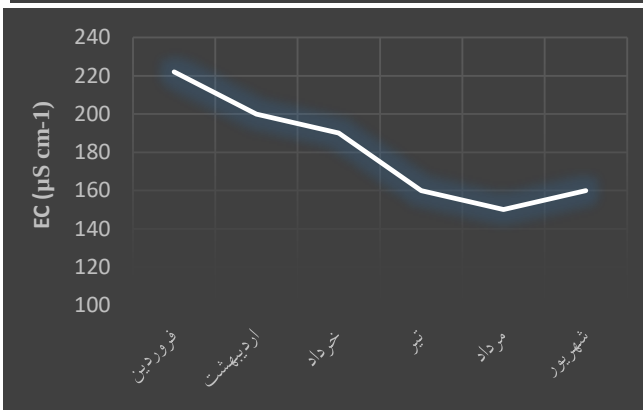
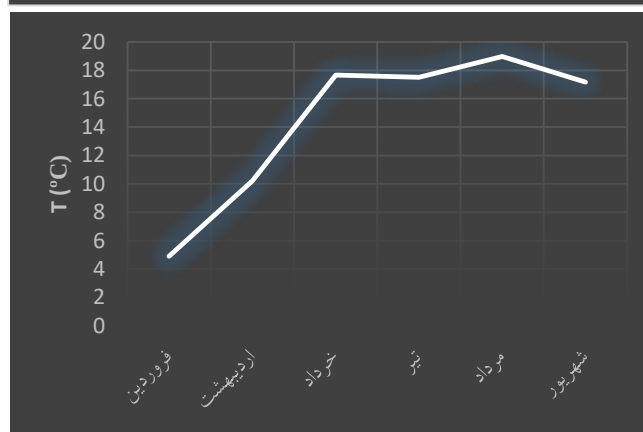
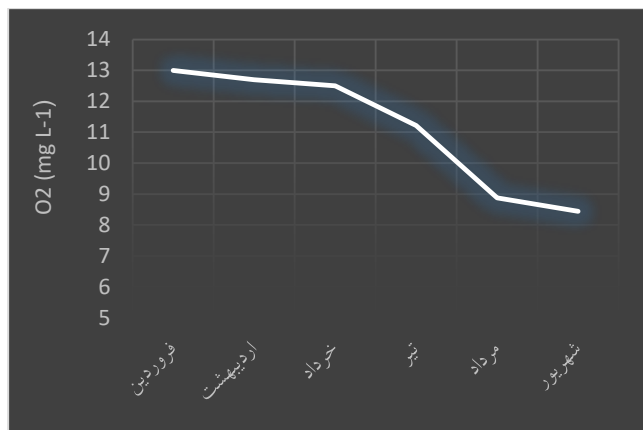
در اين تحقيق سه گونه کلاوسر و چهار گونه کويه پود شناسايي شد و اين در حالي بود که فراواني کلاوسر ۹۰ درصد از جمعيت سخت پوستان کوچک را به خود اختصاص داده بود.

۱-۳ شناسايي و معرفي کلاوسر

۱-۱-۳ *Daphnia laevis*

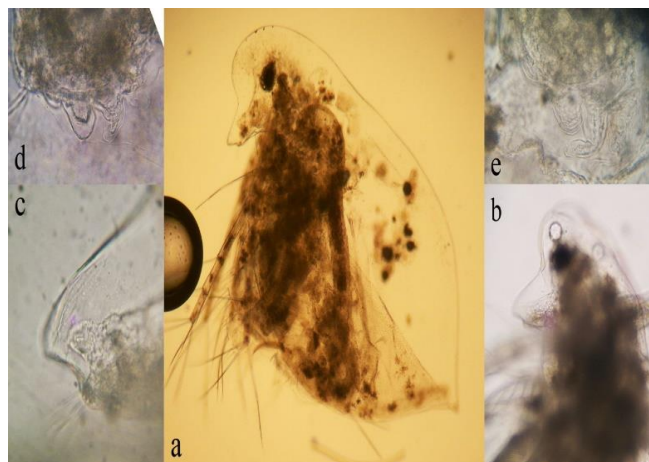
اين گونه به سادگي از ساير گونه‌هاي دافني توسط شکل کشيده اش شناسايي می‌شود. در نماي جانبي طول کفه حداقل ۱,۵ برابر و اغلب دو برابر عرض (پشتي شکمي) آن است. خار انتهايي پوسته به شدت بلند و نازک و حداقل ۴/۳ طول کاراپاس و اغلب برابر با آن است. دومين پروسه شکمي خيلي کوچکتر از اولي يا سومي است، که از اين نظر متفاوت با اکثر گونه‌هاي ديگراست. دندان‌هاي هر سه پکتن (pecten) روی ناخن (claw) تقريباً هم‌اندازه هستند. مفصل پايه‌اي آنتنول نسبتاً کوتاه و تقريباً نصف قطر چشم است. طول تاژک تقريباً به اندازه سيتاي بويابي است. طول (سر و کاراپاس) جنس ماده ۱,۲ تا ۱,۷ ميلي متر و در جنس نر ۱,۰ ميلي متر است.

اين گونه از نظر مورفولوژيک از گونه *D. dubia* بر اساس شکل سر تشخيص داده می‌شود: در گونه *laevis* طول سر تقريباً به اندازه عمق آن (در قسمت روستروم) بوده، حاشيه قدامي گرد و يا اندکي تيز شده است و نوک آن در خط وسط سر قرار دارد (شکل ۲ و شکل ۳).



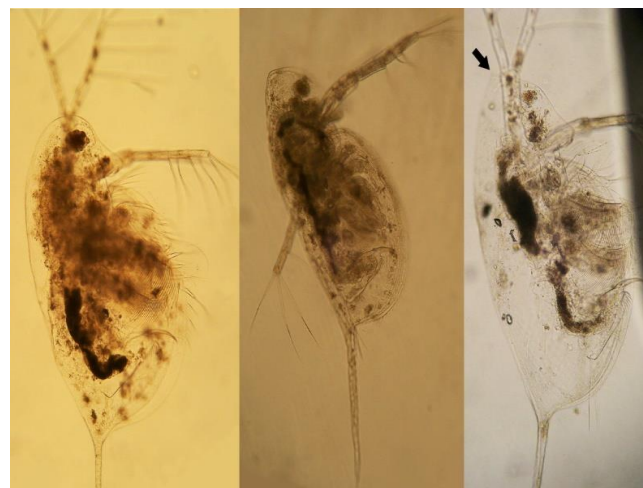
شکل ۱ نوسانات میانگین دما، اکسيژن محلول، هدايت الکتريکي (EC) و pH در ماه‌هاي مورد مطالعه

و نر ۰,۹ میلی‌متر است. در برکده‌ها و آبهای عمیق دریاچه‌های لایه بندی شده دیده می‌شود (شکل ۴).

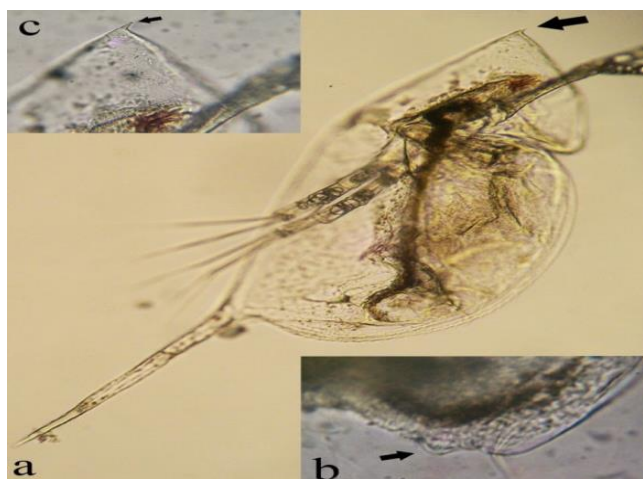


شکل ۴- تصویر نمونه کلادوسر گونه *Daphnia ambigua* ؛ مورفولوژی اندام‌ها شامل؛ (a) شمای کلی بدن ، (b) نمای کلی سر و rostrum ، (c) rostrum (d و e) ، abdominal processes

شکل ۳-۱-۳ *Daphnia rosea* ، به عنوان گونه سوم کلادوسر شناسایی گردید. این گونه اغلب در نمونه‌های جوان دارای یک تاج دندانه دار در حاشیه قدامی پشتی سر است. حاشیه قدامی سر، اگرچه معمولاً تاجی شکل است. وزیکول بینایی بسیار نزدیک به حاشیه قدامی شکمی سر است و هرگز از قطر عدسی چشم دورتر نیست. خار انتهایی پوسته، باریک و ضعیف، ۱/۲ تا ۱/۳ طول کفه‌ها و اغلب شکسته است. اندازه نسبی اولین پروسه شکمی با افزایش سن پس از بلوغ افزایش می‌یابد: در اینستار اول بلوغ، اولین پروسه تقریباً به اندازه طول پروسه دوم است، و در ماده‌های بزرگ ممکن است پروسه اول دو برابر پروسه دوم باشد. پروسه دوم و سوم تقریباً هم‌اندازه هستند. Postabdomen دارای ۱۲ تا ۱۵ خار مخرجی است. دندان‌های هر سه پکتین روی ناخن (claw) تقریباً هم‌اندازه هستند. نرها معمولاً تاج دندانه دار شبیه به ماده‌های جوان دارند. مفصل پایه‌ای آنتنول نسبتاً کوتاه بوده و تازکی با طولی به اندازه طول سیتای بویایی دارند. طول بدن در جنس ماده معمولاً ۱,۲ تا ۱,۶ میلی‌متر است، و ممکن است به ۲ میلی‌متر نیز برسد. این گونه ساکن برکه‌ها و دریاچه‌های کوچک بوده، در برخی متون ممکن است به نام مترادف *Daphnia dentifera* معرفی گردد (شکل ۵).



شکل ۲- شمای کلی بدن در گونه *Daphnia laevis* ؛ حاشیه قدامی سر گرد (چپ) و یا اندکی نوک تیز (راست) است.



شکل ۳- تصویر نمونه کلادوسر گونه *Daphnia laevis* ؛ (a) نمای کلی بدن، (b) abdominal processes ، (c) حاشیه قدامی سر اندکی نوک تیز شده است.

۳-۱-۲ *Daphnia ambigua* دومین گونه غالب کلادوسر در دریاچه تار بود. در این گونه در نمای جانبی کفه‌های کاراپاس تقریباً گرد به نظر می‌رسند و سر به نسبت کوچک است. سر اغلب به سمت یک نقطه کوچک در ناحیه قدامی کشیده می‌شود. گاهی اوقات در ماده‌های مسن این نقطه به اندازه کافی طویل شده است که در نمای جانبی سر شبیه یک مثلث متساوی الاضلاع دیده می‌شود. روستروم در اندازه متوسط توسعه یافته، خار انتهایی کاراپاس معمولاً کمتر از ۱/۲ طول کاراپاس است؛ و گاهی بسیار کوتاه‌تر دیده می‌شود. Postabdomen، ۷ تا ۱۰ خار مخرجی دارد، و با افزایش فاصله از مخرج به تدریج طول آن کوتاه می‌شود. چنگال یا ناخن (Claw) سه پکتین روی دندان‌های ظریف دارد. جنس نر دارای آنتنول‌های بزرگ و بلند تر از سر است. تازک اندکی کوتاه‌تر از مفصل پایه‌ای و ۳ تا ۴ برابر بلندتر از سیتای بویایی است. طول جنس ماده ۰,۷۵ تا ۱,۰ میلی‌متر

۲-۲-۳ گونه *Cyclops latipes*: طول بدن در جنس ماده ۱,۸۵ تا ۲,۵ میلی متر و در جنس نر ۱,۵ میلی متر است. گونه نزدیک و یا هم نام با آن در برخی منابع *C. ingens* ذکر شده است (شکل ۷).



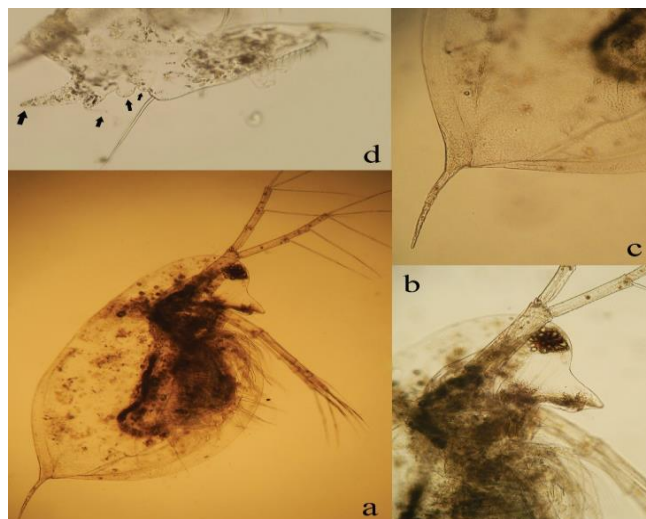
شکل ۷- تصویر نمونه کوبه پودا گونه *Cyclops latipes*; مورفولوژی اندام ها شامل: (a) نمای بخشی از بدن، (b) caudal ramus، (c) اگزوپود پای چهارم، (d) اندوپود پای چهارم، (e) پای پنجم.

۳-۲-۳ گونه *Cyclops venustus*: طول بدن جنس ماده ۱,۰ تا ۱,۳ میلی متر و طول کل در جنس نر ۰,۹ میلی متر است. و احتمال می رود گونه نزدیک و یا هم نام با *C. venustoides* باشد (شکل ۸).



شکل ۸- تصویر نمونه کوبه پودا گونه *Cyclops venustus*; مورفولوژی اندام ها شامل: (a) پای پنجم، (b) پای چهارم، (c) caudal rami.

۴-۲-۳ *Cyclops exilis*: طول بدن جنس ماده ۱,۰ تا ۱,۳ میلی متر و طول کل در جنس نر ۰,۹ میلی متر است (شکل ۹). ممکن است در برخی

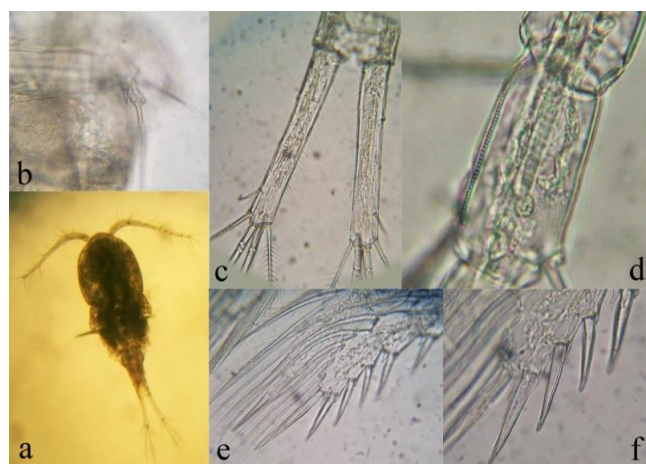


شکل ۵- تصویر نمونه کلادوسر گونه *Daphnia rosea*; (a) نمای کلی بدن، (b) سر و روستروم، (c) shell spine، (d) abdominal processes.

۲-۳ شناسایی و معرفی کوبه پودا

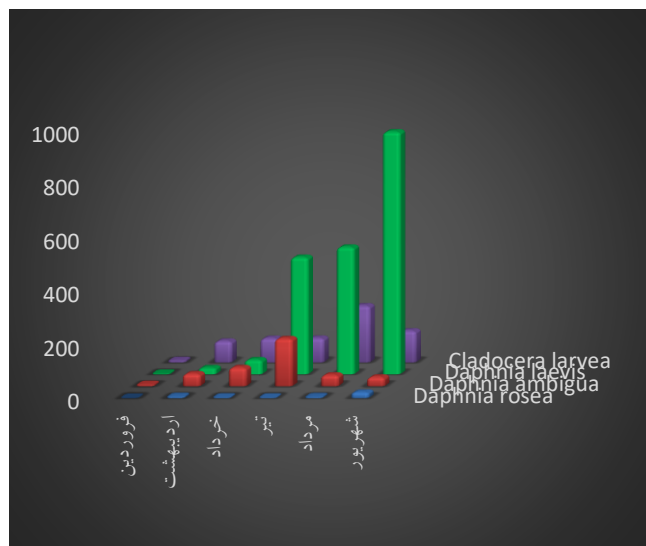
در این تحقیق از رده کوبه پودا ۴ گونه شناسایی شد.

۱-۲-۳ *Cyclops scutifer*: طول بدن جنس ماده؛ ۱,۴۲ تا ۲,۳۵ میلی متر و طول بدن جنس نر؛ ۱,۲۸ تا ۱,۵۶ میلی متر است. *Cyclops scutifer* به راحتی از سایر گونه های *Cyclops* از طریق ظاهر بسیار نوک تیز از دو Segment انتهایی سینه تمیز داده می شود. *Cyclops strenuus* دارد، اما به لحاظ مورفولوژیک تشابه قابل توجهی با *Cyclops strenuus* دارد، اما بند چهارم سینه ای *C. scutifer* بیشتر گسترش یافته و انتهای اندوپود سوم مکسیلا کمی بیشتر از ۳ برابر طول و عرض آن در *C. strenuus* است. *C. scutifer* رایج ترین کوبه پود پلانکتونیک در دریاچه های ارتفاعات بالا و بویژه بالای ۱۰۰۰ متر بوده، در دریاچه های کوچک تر از ۱ هکتار، احتمال یافتن *C. scutifer* کمتر از دریاچه های بزرگ تر است (شکل ۶).



شکل ۶- تصویر نمونه کوبه پودا، گونه *Cyclops scutifer* و تصاویر مورفولوژی اندام های شاخص شامل: (a) نمای کلی بدن، (b) پای پنجم، (c) caudal rami، (d) غشاء شفاف بندهای انتهایی آنتن اول، (e) بند انتهایی اگزوپود پای دوم، (f) بند انتهایی اگزوپود پای اول.

میانگین تراکم در جمعیت *D. laevis* در طول این دوره از ۲ تا ۹۰۲ عدد در متر مکعب متغیر بود. تراکم های بالاتر در بالاتر در فصل تابستان (تیر- شهریور) ثبت شدند. و در فصل بهار، تراکم های کمتری مشاهده شد (حداقل ۲ و حداکثر ۵۴ عدد در متر مکعب) (شکل ۱۱).

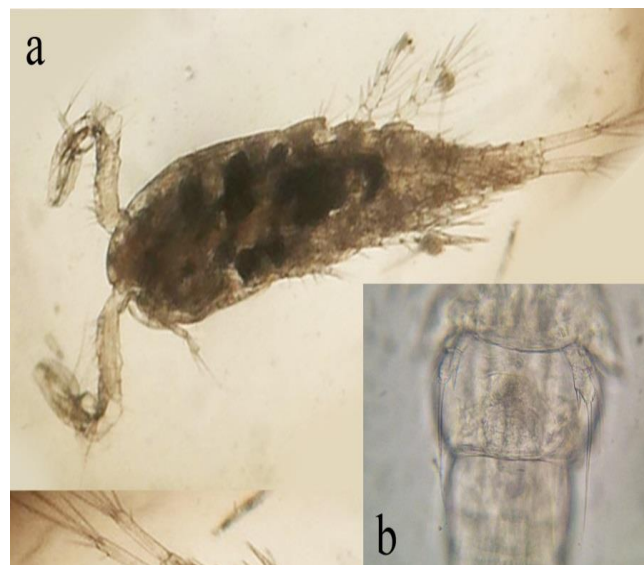


شکل ۱۱- ساختار جمعیتی گونه های مختلف دافنی در دریاچه تار، در ماه های بدون یخبندان

در جامعه ی سخت پوستان دریاچه تار، فراوانی کوپه پودهای بالغ سیکلوپوئید بمراتب کمتر از فراوانی کلاوسرها بود. و علیرغم غالبیت کلاوسرا، میانگین تراکم جمعیت گونه های دافنی به حداکثر ۴۸۰ عدد در متر مکعب رسید که در محدوده تراکم کلاوسرا در یک دریاچه کوهستانی الیگوتروفیک است. همچنین نتایج نشان داد دریاچه تار یک دریاچه تیپیک کلاوسر- کوپه پود و یا به شکل خاص دریاچه تیپیک دافنی- سیکلوپوس است که در آنها ماهی های پلانکتون خوار حضور ندارند. این موضوع از تغییرات ماهانه در فراوانی گونه ها بخوبی مشخص است و اوج جمعیت *Daphnia laevis* در ماه شهریور مشاهده شد (شکل ۷). در تمام نمونه برداری ها، گونه *Daphnia laevis* گونه غالب بود و گاهی اوقات، گونه های دیگری از جنس دافنی از جمله *Daphnia ambigua* اهمیت پیدا کردند و بالعکس در هیچیک از نمونه برداری ها فراوانی کوپه پودها افزایش چشمگیری نشان نداد. (شکل ۷ و شکل ۹). صرف نظر از اینکه دریاچه تار دارای کدام گروه های فیتوپلانکتونی و منابع غذایی است، سیستم گوارش جمعیت کلیه گونه های دافنی مورد بررسی پر و حاکی از تغذیه بسیار خوب و مملو از فیتوپلانکتون های غنی از لیپیدها بوده (شکل ۱، ۲، ۳ و ۴)، که این امر نشان می دهد که تمام افراد جمعیت قادر به تولید تخم در تعداد بالا هستند تا امکان تولید بیش از یک نسل در سال از ماده های بکرزا را فراهم کنند.

Mergeay و همکاران (۲۰۰۶) در یک مطالعه در زمینه تنوع و پراکنش گونه های دافنی در دریاچه های مرتفع آفریقا، رابطه ای بین حضور دافنی، ارتفاعات بالاتر (عمدتاً از ۱۷۰۰ تا ۲۳۰۰ متر) و دماهای پایین تر پیدا کردند.

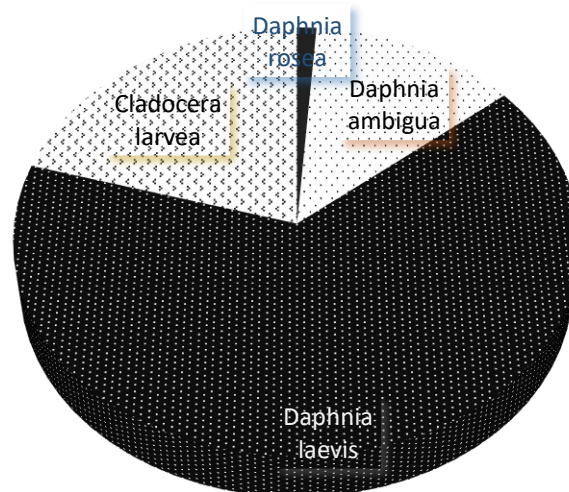
متون هم نام با گونه *C. venustoides* گزارش شده باشد (Edmondson, 1959).



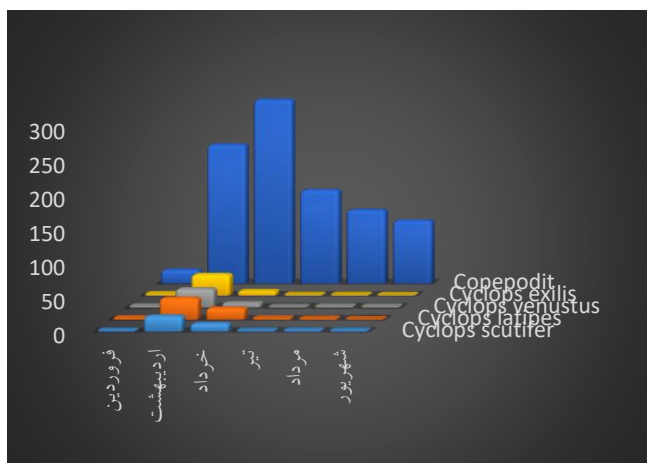
شکل ۹- تصویر نمونه کوپه پودا گونه *Cyclops exilis*؛ (a) نمای کلی بدن و (b) جفت پای پنجم

۳-۳ ساختار جمعیت کلاوسرا

Daphnia laevis به عنوان گونه غالب در دریاچه تار شناسایی گردید و ۶۵٪ از فراوانی کل کلاوسرا و جنس دافنی را به خود اختصاص داد (شکل ۱۰). پس از آن *Daphnia ambigua* دومین گونه غالب کلاوسر بود که ۱۳٪ از فراوانی را در جمعیت به خود اختصاص داد.



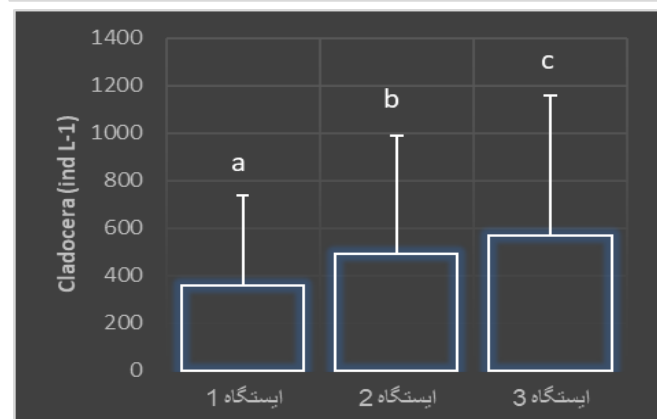
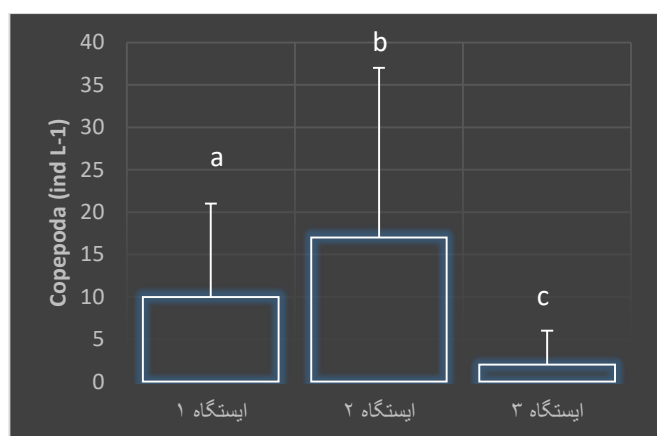
شکل ۱۰- درصد فراوانی گونه های مختلف دافنی در دریاچه تار



شکل ۱۳- ساختار جمعیتی گونه‌های مختلف سیکلوپس در دریاچه تار، در ماه‌های بدون یخبندان

پراکنش مکانی

در بررسی الگوی پراکنش کلاوسرا، بیشترین فراوانی کل در ایستگاه ۳ (انتهای دریاچه) و کمترین فراوانی در ایستگاه یک (ابتدای دریاچه) ثبت گردید و بالعکس کمترین فراوانی کوپه پودا در ایستگاه ۳ و بالاترین تراکم در وسط دریاچه مشخص گردید (شکل ۱۰)، و پراکنش هر دو گروه در ایستگاه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی داری را نشان داد ($p < 0.01$).

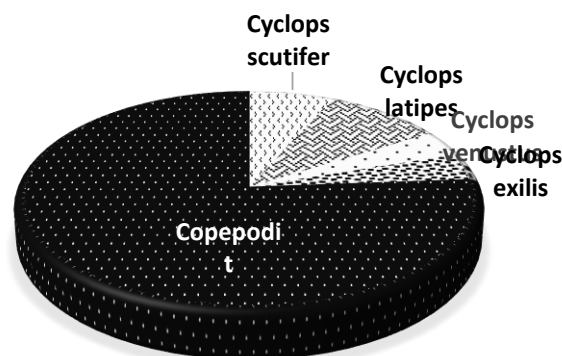


شکل ۱۴- الگوی پراکنش کلاوسرا و کوپه پودا در ایستگاه‌های مورد مطالعه در دریاچه تار.

براساس تحقیقات این محققین، فراوانی *D. laevis* با افزایش میانگین دمای دریاچه‌ها کاهش می‌یابد. بالعکس بر اساس مطالعات Manca (1999) و Comoli بالاترین فراوانی گونه غالب دافنی و کوپه پود در دریاچه‌های ارتفاعات آلپ- ایتالیا در ماه‌های گرم از جمله اکتبر گزارش گردید. *D. laevis* گونه آبهای سرد است و در دریاچه‌های کوهستانی غلبه می‌یابد. گونه دیگر با ترکم کمتر *D. ambigua* بود. این زوپلانکتون گونه‌ای لیمنیک و یکی از کوچکترین گونه‌های جنس دافنی بشمار میرود. تحقیق بر روی توالی جمعیت *D. ambigua* نشان داده است که این دافنی قادر است بخوبی با دماهای گرم و سردسازش یافته و دماهای محیطی نزدیک به ۱۲ درجه سلسیوس ممکن است دمای آستانه‌ای باشد که فرآیندهای سازش سرد و گرم را از هم تفکیک می‌نماید. در دریاچه تار نیز حداکثر فراوانی *D. ambigua* در ماه تیر مشاهده شد و بنظر می‌رسد در این زمانه تغییر از سازش سرد به سازش گرم در زمانی که نسل‌های جدیدی از افراد در طول رشد سریع جمعیت تولید شده اند، رخ داده باشد (Lei and Armitage 1980).

۳-۴ ساختار جمعیت کوپه پودا

در این تحقیق *Cyclops latipes* به عنوان گونه غالب در دریاچه تار شناسایی گردید و ۹٪ از فراوانی کل کوپه پودها و جنس سیکلوپس را به خود اختصاص داد (شکل ۸). پس از آن *Cyclops scutifer* دومین گونه غالب کوپه پودها بود که ۷٪ از فراوانی را در جمعیت به خود اختصاص داد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- درصد فراوانی گونه‌های مختلف سیکلوپس در دریاچه تار

میانگین تراکم جمعیت *Cyclops latipes* در طول این دوره از ۱ تا ۳۲ عدد درمتر مکعب متغیر بود. حداکثر تراکم در فصل تابستان و مرداد ثبت شد. و در سایر ماه‌ها، تراکم‌های کمتری مشاهده شد (شکل ۱۳).

همچنین مشخص گردید که وجو کوبه پودا به واقع شرایط تغذیه‌ای برای گونه‌های دافنی را بهبود بخشیده است. علیرغم اینکه فراوانی کوبه پودا در دریاچه تار و دوره مطالعه اندک بود اما تفاوت توالی زمانی و پراکنش مکانی نشان داد که تعارض و رقابت میان آنها وجود ندارد. و حتی یک تعامل نیز به دلیل رفتارهای تغذیه‌ای متفاوت و ترجیحات متفاوت برای تغذیه از ذرات با اندازه‌های مختلف به اثبات رسیده است. این اثر حتی در اواخر تابستان که ذرات و کلونی‌های فیتوپلانکتونی بزرگ‌تر در پیکره آبی دریاچه غلبه می‌یابد، قوی‌تر خواهد بود.

مشارکت نویسندگان

نویسنده دوم (منیر غیاث آبادی) تشریح، عکسبرداری و شناسایی سخت پوستان کوچک را برعهده داشته است. تمرکز نویسنده اول (رضوان موسوی ندوشن) که نویسنده مسئول مقاله است بر یافتن روش‌ها، پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها، نگارش و جمع‌آوری مطالب، ترجمه و ویراستاری مقالات و هماهنگی محتوایی مقاله بوده است.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

منابع

- [1] Alcocer, J., Fernández, R. and Oseguera, L.A., 2024. Variability of Zooplankton in Two Neighboring Tropical High-Mountain Lakes. *Diversity*, 16(12), p.757. <https://doi.org/10.3390/d16120757>
- [2] Armitage, K.B. and Lei, C.H., 1979. Temperature acclimatization in the filtering rates and oxygen consumption of *Daphnia ambigua* Scourfield. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 62(4), pp.807-812. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(79\)90007-0](https://doi.org/10.1016/0300-9629(79)90007-0)
- [3] Lei, C.H. and Armitage, K.B., 1980. Energy budget of *Daphnia ambigua* Scourfield. *Journal of Plankton Research*, 2(4), pp.261-281. <https://doi.org/10.1093/plankt/2.4.261>
- [4] Brandão, L.P.M., Fajardo, T., Eskinazi-Sant'Anna, E., Brito, S. and Maia-Barbosa, P., 2012. Fluctuations of the population of *Daphnia laevis* Birge 1878: a six-year study

تحقیقات بر روی دریاچه‌های کوهستانی نشان داده است که دمای آب و ارتفاع محل قرارگیری دریاچه از عوامل بسیار مهم تاثیرگذار و تعیین‌کننده ساختار جوامع، نوع و غالبیت گونه‌ها بوده است. همچنین مشخص گردیده است که در دریاچه‌های مرتفع با دمای گرمتر روتیفرا و کلاوسرها در جمعیت غلبه می‌یابند، اما درصد کوبه پودا از فراوانی کل زئوپلانکتون به طور قابل توجه کاهش نشان می‌دهد (Pritsch et al, 2023). از سوی دیگر در دریاچه‌های کم‌عمق و دریاچه‌های کوچک، تعداد گونه‌ها و فراوانی کلاوسرها به شفافیت آب و عمق بستگی دارد که می‌توان آن را به افزایش تعداد زیستگاه‌های اکولوژیکی اشغال شده توسط کلاوسرها و گسترش مرزهای مهاجرت عمودی آن‌ها برای اجتناب از فشار شکارچیان نسبت داد (Labaj et al, 2021). به طور کلی و در مقایسه، ساختار جمعیت زئوپلانکتون در دریاچه کوهستانی مرتفع تار مشابه جمعیت زئوپلانکتون در دریاچه‌های ارتفاعات آلتا (در روسیه) (Burmistrova & Ermolaeva, 2013)، دریاچه Jacaré واقع در برزیل (Brandão et al, 2012)، و دریاچه‌های مرتفع شرق سیرری (Chertoprud et al, 2022) از نظر ترکیب گونه‌ها، ویژگی‌های کمی و تسلط مجموعه کلاوسر-کوبه پود می‌باشد. یک ویژگی معمولی این دریاچه‌ها تسلط یک یا دو گونه پلاژیک از نظر فراوانی است و گونه‌های دیگر (که عمدتاً گرمادوست هستند) به فراوانی بالا نمی‌رسند.

در دریاچه تارد در میان فراوانی محدود کوبه پودها، گونه‌های *Cyclops latipes* و *Cyclops scutifer* گونه‌های غالب بودند. در بسیاری از دریاچه‌های مرتفع و در میان کوبه پودها، *Cyclops scutifer*، یکی از فراوان‌ترین گونه‌های زئوپلانکتونی است و گونه‌ای فراوان در کمربند شمالی زیر قطبی و منطقه معتدله به شمار می‌رود. *Cyclops scutifer* یک کوبه پود استون‌ترم و سرمادوست بوده، تولید مثل آن در ماه‌های تابستان رخ می‌دهد. مرحله ناپلیوس معمولاً زیر یخ مشاهده می‌شود. بعداً، در طول دوره کوتاه بدون یخ، ناپلیوس‌ها به مراحل کوپودیت و بالغ تبدیل می‌شوند و نکته جالب اینکه برای *C. scutifer* دو چرخه زندگی در دریاچه‌های کم عمق ارتفاعات بالا ثبت شده است (Sheveleva et al, 2017).

نتیجه‌گیری

در نهایت طی این مطالعه ضمن ارایه اولین گزارش از شناسایی جمعیت سخت پوستان پلانکتونی دریاچه تار، براساس شناسایی و معرفی دخیل زیستی منحصر به فرد سخت پوستان پلانکتونی مشخص گردید دریاچه تار تحت وضعیت الیگوتروف قرار دارد و در مقایسه با سایر دریاچه‌های منطقه معتدله از نظر فراوانی، تنوع و ترکیب گونه‌ای با دریاچه‌های ارتفاعات و مناطق سردسیر مشابهت نشان می‌دهد. همچنین مطالعات در این دریاچه نشان داد تغییرات ساختار جمعیت سخت پوستان کوچک، تحت تاثیر کنترل‌های از بالا (شکار) نیست اما به نظر می‌رسد که محرک‌های مستقیم از جمله وضعیت تروپی، ارتفاع منطقه و توانایی سازگاری با تابش‌های خورشیدی و بویژه اشعه ماورای بنفش، مهمترین عوامل اثرگذار بر تغییرات توالی جمعیت گونه‌های مختلف در این دریاچه باشد.

- [13] Islam, S.T., Dar, S.A., Sofi, M.S., Bhat, S.U., Sabha, I., Hamid, A., Jehangir, A. and Bhat, A.A., 2021. Limnochemistry and plankton diversity in some high altitude lakes of Kashmir Himalaya. *Frontiers in Environmental Science*, 9, p.681965. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.681965>
- [14] Korosi, J.B., Paterson, A.M., DeSellas, A.M. and Smol, J.P., 2010. A comparison of pre-industrial and present-day changes in Bosmina and Daphnia size structure from soft-water Ontario lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 67(4), pp.754-762. <https://doi.org/10.1139/F10-013>
- [15] Labaj, A.L., Jeziorski, A., Kurek, J., Bennett, J.R., Cumming, B.F., DeSellas, A.M., Korosi, J.B., Paterson, A.M., Sweetman, J.N., Thienpont, J.R. and Smol, J.P., 2021. Environmental drivers of cladoceran assemblages at a continental scale: A synthesis of Alaskan and Canadian datasets. *Freshwater Biology*, 66(5), pp.949-967 <https://doi.org/10.1111/fwb.13689>
- [16] Landa, G.G., Barbosa, F.A.R., Rietzler, A.C. and Maia-Barbosa, P.M., 2007. Thermocyclops decipiens (Kiefer, 1929)(Copepoda, Cyclopoida) as indicator of water quality in the State of Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50, pp.695-705.
- [17] Manca, M. and Comoli, P., 1999. Studies on zooplankton of Lago Paione Superiore. *Journal of Limnology*, 58(2), pp.131-135
- [18] Manca, M., Torretta, B., Comoli, P., Amsinck, S.L. and Jeppesen, E., 2007. Major changes in trophic dynamics in large, deep sub-alpine Lake Maggiore from 1940s to 2002: a high resolution comparative palaeo-neolimnological study. *Freshwater Biology*, 52(11), pp.2256-2269. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2007.01827.x>
- [19] -Mergeay, J., Declerck, S., Verschuren, D. and Meester, L.D., 2006. Daphnia community analysis in shallow Kenyan lakes and ponds using dormant eggs in surface sediments. *Freshwater Biology*, 51(3), pp.399-411
- in a tropical lake. *Brazilian Journal of Biology*, 72, pp.479-487 <https://doi.org/10.1590/s151969842012000300010>
- [5] Burmistrova, O.S. and Ermolaeva, N.I., 2013. Zooplankton in high-mountain lakes of Altai. *Inland Water Biology*, 6, pp.194-202 <https://doi.org/10.1134/S1995082913030036>
- [6] Catalan, J., Camarero, L., Felip, M., Pla, S., Ventura, M., Buchaca, T., Bartumeus, F., Mendoza, G.D., Miró, A., Casamayor, E.O. and Medina-Sánchez, J.M., 2006. High mountain lakes: extreme habitats and witnesses of environmental changes. *limnetica*, 25(1-2), pp.551-584 <https://doi.org/10.23818/limn.25.38>
- [7] Chertoprud, E.S., Novichkova, A.A., Novikov, A.A., Fefilova, E.B., Vorobjeva, L.V., Pechenkin, D.S. and Glubokov, A.I., 2022. Assemblages of meiobenthic and planktonic microcrustaceans (Cladocera and Copepoda) from small water bodies of mountain Subarctic (Putorana Plateau, Middle Siberia). *Diversity*, 14(6), p.492. <https://doi.org/10.3390/d14060492>
- [8] Copepoda in a tropical reservoir: Barra Bonita, SP, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 67, pp.223-233.
- [9] de Bernardi, R. & G. Giussani, 1978. The effect of mass fish mortality on zooplankton structure and dynamics in a small Italian lake (Lago di Annone). *Verh. int. Vet. Limnol.* 20: 1045 - 1048.
- [10] Fernández, R., Alcocer, J. and Oseguera, L.A., 2022. Microcrustacean (Cladocera and Copepoda) assemblages of a tropical karst lake district. *Diversity*, 14(7), p.564 <https://doi.org/10.3390/d14070564>
- [11] Ghiyas Abadi, M., Mousavi Nadushan, R., Fatemi, M.R. and Jozi, A., 2014. Assessment of Gahar Lake Trophic Status using TLI Index (Persian).
- [12] Hołyńska, M. and Wyngaard, G.A., 2019. Towards a phylogeny of Cyclops (Copepoda):(in) congruences among morphology, molecules and zoogeography. *Zoologica Scripta*, 48(3), pp.376-398. <https://doi.org/10.1111/zsc.12342>

- [1299.2007.15639.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2005.01494.x)
- [26] Pritsch, H., Schirpke, U., Jersabek, C.D. and Kurmayer, R., 2023. Plankton community composition in mountain lakes and consequences for ecosystem services. *Ecological Indicators*, 154, p.110532 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110532>
- [27] Reid, J.W. and Williamson, C.E., 2010. Copepoda. In *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates* (pp. 829-899). Academic Press.
- [28] Santos-Wisniewski, M.J. and Rocha, O., 2007. Spatial distribution and secondary production of Copepoda in a tropical reservoir: Barra Bonita, SP, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 67, pp.223-233. <https://doi.org/10.1590/s151969842007000200007>
- [29] Silva, I.G.D., Colares, L.F., Palheta, L., Gadelha, E. and Dunck, B., 2023. Taxonomic and functional homogenisation of zooplankton after river damming in Central Brazil. *Freshwater Biology*, 68(10), pp.1776-1788. <https://doi.org/10.1111/fwb.14165>
- [30] Smith, D.G., 2001. *Pennak's freshwater invertebrates of the United States: Porifera to Crustacea*. John Wiley & Sons.
- [31] Sheveleva, N.G., Itigilova, M.T. and Chananbaator, A., 2017. Morphology and biology of Cyclops scutifer Sars, 1863 in high mountain lakes of East Siberia (including Lake Amut). *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 35, pp.258-264 <https://doi.org/10.1007/s00343-016-5105-2>
- [32] Wang, L., Chen, J., Su, H., Ma, X., Wu, Z., Shen, H., Yu, J., Liu, J., Wu, Y., Ding, G. and Xie, P., 2022. Is zooplankton body size an indicator of water quality in (sub) tropical reservoirs in China?. *Ecosystems*, 25(2), pp.308-319 <https://doi.org/10.1007/s10021-021-00656-2>
- [33] Wetzel, R.G., 2001. *Limnology: lake and river ecosystems*. gulf professional publishing.
- <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2005.01494.x>
- [20] Mokhayer, Z., Mousavi Nadushan, R., Rabbaniha, M., Fatemi, M.R., Jamili, S. and Safavi, S.E., 2017. Discriminating mesozooplankton communities in Bushehr marine coastal ecosystems-Persian Gulf. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 17(3), pp.970-983. <https://doi.org/10.22092/ijfs.2018.114713>
- [21] Mousavi, N.R., Fatemi, M.R., Esmaeili, S.A. and Vosoughi, G.H., 2008. Determination of trophic status and potential of fish production in lake Choghakhor, *Journal of new technologies in aquaculture developments*, pp. 71-75.
- [22] Nadushan, R.M. and Fatemi, S.M., 2008. Trophic status and primary production in Lake Choghakhor, Chaharmahal-Bakhtiyari Province, Islamic Republic of Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS*, 11(4), pp.577-582. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2008.577.582>
- [23] Novichkova, A.A. and Chertoprud, E.S., 2022. The species structure, biogeographical status, and the relation to the Beringian fauna of microcrustaceans (Cladocera, Copepoda) of the Magadan Area (Far East, Russia). *Arthropoda Sel*, 31, pp.283-292.
- [24] Nykänen, M., Malinen, T., Vakkilainen, K., Liukkonen, M. and Kairesalo, T., 2010. Cladoceran community responses to biomanipulation and re-oligotrophication in Lake Vesijärvi, Finland, as inferred from remains in annually laminated sediment. *Freshwater Biology*, 55(6), pp.1164-1181. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02341.x>
- [25] Persson, J., Brett, M.T., Vrede, T. and Ravet, J.L., 2007. Food quantity and quality regulation of trophic transfer between primary producers and a keystone grazer (Daphnia) in pelagic freshwater food webs. *Oikos*, 116(7), pp.1152-1163. <https://doi.org/10.1111/j.0030->

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

Mousavi Nadushan. R., Department of marine and fisheries sciences, Faculty of Natural Resources and Environment, Tehran North Branch, Islamic Azad University Tehran, Iran.



0000-0002-9966-7387

Ghiyasabad Mi., Department of marine and fisheries sciences, Faculty of Natural Resources and Environment, Tehran North Branch, Islamic Azad University Tehran, Iran.



.....

این قسمت توسط نشریه تکمیل می گردد:



HOW TO CITE THIS ARTICLE



<http://doi.org/10.52547/joc.15.60.7>



<http://joc.inio.ac.ir/article-1-1835-fa.html>



<https://orcid.org/0000-0002-9966-7387>



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.