# بررسی تنوع و فراوانی شاخه‌های زئوپلانکتونی در تالاب انزلی


- **مریم فلاحی‌کپورچالی***: پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران
- **جلیل سبک‌آرا**: پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران
- **علی عابدینی**: پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران
- **علیرضا ولی‌پور**: پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران


تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۶

## چکیده

**تالاب انزلی زیستگاه مناسبی برای تخم‌ریزی، تغذیه و پرورش لارو بسیاری از موجودات آبزی به‌ویژه ماهیان محسوب می‌شود و موجودات زئوپلانکتونی به‌عنوان اولین مصرف‌کننده دراین اکوسیستم آبی غذای مناسبی برای بسیاری از لارو ماهیان می‌باشند. مطالعه وضعیت زئوپلانکتونی تالاب انزلی در ۱۰ ایستگاه به‌صورت ماهانه طی اردیبهشت ۱۳۹۳ الی فروردین ۱۳۹٤ مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه‌برداری با تیوپ (PVC) به‌میزان ۳۰ لیتر و عبور از تور پلانکتونی ۳۰ میکرون صورت گرفت. طبق نتایج حاصله ۷۲ جنس به‌ترتیب از شاخه‌های Actinopoda، Rhizopoda، Ciliophora، Rotatoria، Arthropoda، Gastrotricha، Mollusca، Tardigrada، Nematoda، Porifera و Annelida شناسایی شدند. نتایج نشان داد که حداکثر میانگین سالانه تراکم زئوپلانکتونی با ۹٦٦۷± ۱۲۳۸۳ عدد در لیتر ایستگاه کومه شیجان و حداقل تراکم در ایستگاه مرکز تالاب غرب با ۳۱۲ ± ۱۵۳۹ عدد در لیتر و تراکم زئوپلانکتون در فصل تابستان بیش از سایر فصول بوده است. به‌طورکلی شاخه Rotatoria ۵۹/۲٤ درصد، شاخه Rhizopoda ۸/۱٤ درصد، شاخه Ciliophora ۲۹/۷۰ درصد و فوق رده Copepoda ۲/٦ درصد از تراکم زئوپلانکتونی را تشکیل داده‌اند. طبق نتایج جمعیت زئوپلانکتون نسبت به مطالعات گذشته افزایش یافته است. طبق آنالیز آماری کروسکال والیس تراکم زئوپلانکتون در ایستگاه‌ها، ماه‌ها و فصول مختلف معنی‌دار نبوده ($p>0/05$) اما شاخه‌ها با هم اختلاف معنی‌دار داشته‌اند ($p<0/05$). به‌طورکلی نتایج نشان داد که تالاب انزلی در یک شرایط یوتروفی به‌سر می‌برد.**

**کلمات کلیدی:** زئوپلانکتون، تالاب انزلی، تراکم، تنوع



* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: m_fallahi2011@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

## مقدمه

تالاب انزلی یکی از ۱۰ تالاب شناخته شده در جهان است که در حوزه جنوبی دریای خزر مابین ۴۹/۲۵ تا ۴۹/۵ طول جغرافیایی و ۳۷/۲۵ تا ۳۷/۵ عرض جغرافیایی قرار دارد. گیاهان شناور، حیوانات بومی و مهاجر تالاب را به‌عنوان یک جاذبه توریستی ساخته‌اند (Zare و همکاران، ۲۰۱۶). زئوپلانکتون به‌عنوان یکی از بهترین شاخص‌ها برای پژوهش بوده و مستعد تغییرات محیطی شناخته شده‌اند (Bagheri و همکاران ۲۰۱۳؛ Sipkay و همکاران، ۲۰۰۹). زئوپلانکتون به‌سرعت به تغییرات محیطی واکنش نشان می‌دهد. گونه‌های زئوپلانکتونی قادرند هرگونه نشانه‌ای از آلودگی یا کاهش در کیفیت محیطی اکوسیستم‌ها را نشان دهند (verma و Agarwal، ۲۰۰۷). آن‌ها در محدوده وسیعی از شرایط زیستی زنده مانده و رشد و تراکم آن‌ها بستگی به فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی دارد (Sunkard، ۲۰۰۵).

تالاب‌ها یکی از اکوسیستم‌های پرتولید هستند که به‌لحاظ اکولوژیک و اقتصادی اهمیت بالایی در جهان دارند. این زیستگاه مکان مناسبی برای تخم‌ریزی، تغذیه و پرورش لارو بسیاری از موجودات آبزی مانند ماهیان محسوب می‌شوند (Costanza و همکاران، ۱۹۸۹). تخم و لارو بسیاری از ماهیان مهاجر دوران رشد خود را در این اکوسیستم می‌گذرانند. بسیاری از ماهیان از سخت‌پوستان خصوصاً پاروپایان و آنتن برسران تغذیه می‌نمایند (Gordone، ۱۹۷۱).

تحقیقات پلانکتونی بر روی تالاب انزلی توسط Kimbal و Kimbal (۱۹۷۴) تحت عنوان طرح مسائل یوتریفیکاسیون تالاب انزلی انجام شد. آن‌ها اعلام کردند که تغییرات تراکم زئوپلانکتون موازی فیتوپلانکتون وبا تأخیر زمانی کوتاهی همراه است. ولادیمیرسکایا و کوراشوا (۱۳۵۷) بیان نمودند که در تالاب انزلی شاخه‌های Rotatoria و Protozoa بیش از سایر شاخه‌ها وجود دارند. مهندسین مشاور یکم (۱۳۶۷) نیز طی بررسی‌های خود در تالاب انزلی روتیفرها را شاخه غالب زئوپلانکتون‌ها اعلام نمودند. Holcik و Olah (۱۹۹۲) طی مطالعات خود در تالاب انزلی منطقه تالاب غرب را نسبت به سایر مناطق غنی‌تر یافتند. شایان ذکر است که فلاحی (۱۳۷۲) نیز در بررسی‌های خود در تالاب انزلی ۱۱ شاخه، ۹۶ جنس و ۸۱ گونه شناسایی نمود. تحقیق دیگری توسط فلاحی و خداپرست (۱۳۷۸) طی سال‌های ۱۳۷۱ الی ۱۳۷۵ انجام شد. طی این بررسی شاخه‌های Rotatoria و Protozoa شاخه‌های غالب تالاب انزلی گزارش شدند. مطالعات دیگری توسط گروه ژاپنی در تالاب انزلی انجام شدکه این بررسی تخصصی روی زئوپلانکتون نبوده و حول محورهای مدیریت اکولوژی تالاب، مدیریت حوزه آبخیز، مدیریت پساب‌ها، مدیریت مناطق شهری و صنعتی، مدیریت پسماندها، طرح‌های آموزشی زیست محیطی می‌باشد (Jica و همکاران، ۲۰۰۴). میرزاجانی و همکاران (۱۳۸۸) نیز طی مطالعات ده ساله ۱۳۷۰ الی ۱۳۸۰ با استفاده از سامانه جغرافیایی GIS در ۴۲ نقطه در تالاب انزلی بیان نمودند شاخه Rotatoria در تالاب انزلی غالب بوده است. فلاحی و همکاران (۱۳۹۵) نیز از اسفند ۱۳۸۹ تا بهمن ۱۳۹۰ وضعیت زئوپلانکتونی تالاب انزلی را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که گروه‌های Rotatoria و Protozoa غالبیت بیش‌تری نسبت به سایر شاخه‌ها در تالاب انزلی دارند. دراین مطالعه (اردیبهشت ۱۳۹۳ الی فروردین ۱۳۹۴) هدف بررسی زئوپلانکتون در ۱۰ ایستگاه تالاب انزلی طی ماه‌های مختلف و مقایسه آن با مطالعات گذشته جهت بررسی وضعیت کنونی تالاب از نظر تنوع و تراکم گروه‌های مهم زئوپلانکتونی می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

**منطقه نمونه‌برداری:** این بررسی‌ها ۱۰ ایستگاه مدنظر قرار گرفت که موقعیت جغرافیایی آن‌ها در جدول ۱ و شکل ۱ آمده است.

**جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه:های مختلف جهت بررسی‌های پلانکتونی**

| ایستگاه | محل ایستگاه | UTM | |
|---|---|---|---|
| ۱ | موج شکن انزلی | ۳۶۴۱۵۴ | ۴۱۴۹۵۹۴ |
| ۲ | پاسگاه سرخانکل | ۳۶۳۰۴۰ | ۴۱۴۴۰۰۸ |
| ۳ | هنده خاله (گل لاله) | ۳۶۰۳۰۵ | ۴۱۴۱۳۴۰ |
| ۴ | کومه شیجان | ۳۶۷۵۴۰ | ۴۱۴۲۸۳۴ |
| ۵ | تلاقی پیربازارپسیخان | ۳۶۶۰۰۷ | ۴۱۴۳۳۰۹ |
| ۶ | کومه آقاجانی | ۳۴۹۸۳۳ | ۴۱۵۱۴۸۰ |
| ۷ | مرکز تالاب غرب (آبکنار) | ۳۵۳۱۱۶ | ۴۱۴۹۰۱۲ |
| ۸ | ورودی تالاب آبکنار | ۳۵۹۴۶۷ | ۴۱۴۵۲۰۱ |
| ۹ | سیاه‌کشیم | ۳۵۷۱۱۹ | ۴۱۴۱۹۳۸ |
| ۱۰ | سه راهی سیاه درویشان | ۳۵۸۹۷۶ | ۴۱۴۱۷۱۵ |

**روش نمونه‌برداری:** برای نمونه‌برداری از زئوپلانکتون‌ها ماهانه یک‌بار به هنگام ۸/۵ تا ۱۱ صبح با لوله P.V.C ۳۰ لیتر آب برداشته و توسط تور زئوپلانکتون ۳۰ میکرون فیلتر شدند و نمونه‌ها بلافاصله با فرمالین به نسبت ۴ درصد تثبیت و جهت بررسی کمی و کیفی به آزمایشگاه منتقل شدند (نجات‌خواه‌معنوی و همکاران، ۱۳۸۹).

**آنالیز آزمایشگاهی:** جهت بررسی تراکم زئوپلانکتون در آزمایشگاه ابتدا حجم نمونه یادداشت و پس از همگن شدن با پی‌پت ۳ محفظه ۵ سی‌سی از آن به‌مدت ۲۴ ساعت رسوب‌دهی و زیر میکروسکوپ اینورت مورد شناسایی و شمارش قرار گرفت. سپس فراوانی (تعداد در لیتر) از فرمول ۱ محاسبه گردید.

فرمول ۱: $N= (n * v) / (c*V)$



Archive of SID
www.SID.ir

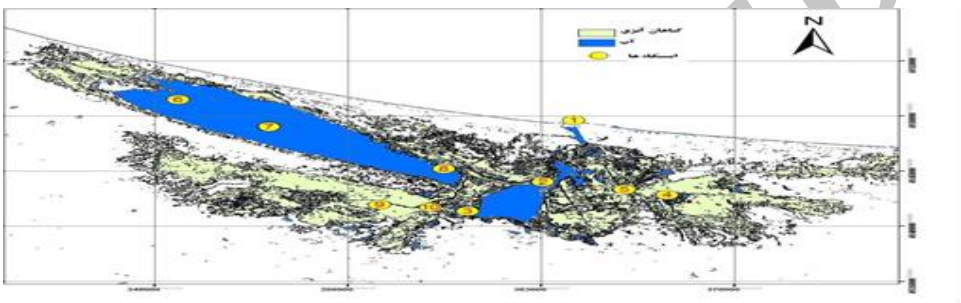
N: تعداد هر گونه در لیتر، n: تعداد کل گونه شمارش شده در محفظه، v:حجم آب پس از فیلتر شدن به میلی‌لیتر، V: حجم آب اولیه (قبل از فیلترشدن) به لیتر، c: حجم محفظه شمارش به میلی‌لیتر

روش شناسایی پلانکتونی نیز براساس منابع (Wity، ۲۰۰۴؛ Throp و Covich، ۲۰۰۱؛ Krovchinsky و Smirnov، ۱۹۹۴؛ Pontin، ۱۹۷۸؛ Carling و همکاران، ۲۰۰۴ ؛ Hall، ۱۹۷۱) صورت گرفت. میزان تنوع با استفاده از شاخص تنوع شانون محاسبه گردید. فرمول ۲:

$$H' = \sum_{i=1}^{S} (P_i)(\log_2 P_i)$$

که در آن H': شاخص تنوع شانون - وینر، S: تعداد گونه در نمونه و $P_i$ : نسبت تعداد گونه i ام به تعداد کل گونه‌ها است.

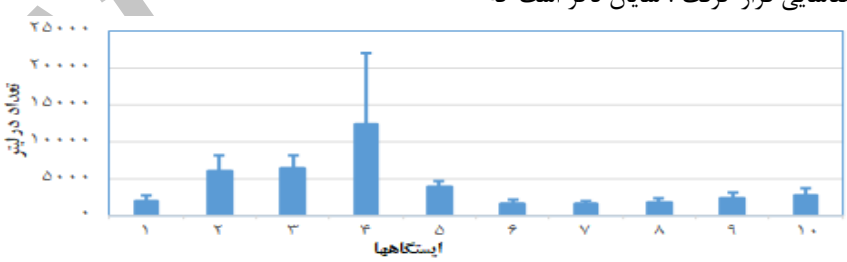
**آنالیز آماری:** اطلاعات به‌دست آمده به‌کمک توصیف‌کننده‌های آماری مثل میانگین، واریانس، انحراف‌ازمعیار سنجیده شد. ثبت داده‌ها و اطلاعات به‌دست آمده در رایانه صورت گرفت و محاسبه فراوانی، میانگین و ترسیم نمودار توسط نرم‌افزار EXcel و تجزیه و تحلیل اطلاعات ثبت شده نیز با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS (Version20) انجام گردید. پس‌از بررسی عادی یا نرمال بودن کشیدگی و یا چولگی توزیع داده‌ها، از آزمون Shapiro-Wilk یا آزمون kolmogorov smirnov استفاده گردید تا نرمال بودن داده‌ها مشخص گردد. میزان تنوع نیز با شاخص تنوع شانن محاسبه گردید (Shannon، ۱۹۴۸).



**شکل۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در تالاب انزلی ( )**

## نتایج

به‌طور کلی در این بررسی‌ها ۷۲ جنس (۱۳ جنس از سلسله Protozoa، ۳۵ جنس از شاخه Rotatoria، ۱۵ جنس از شاخه Arthropoda، ۲ جنس از شاخه Gastrotricha، ۱ جنس از Mollusca، ۱ جنس از شاخه Tardigrada، ۱ جنس از Nematoda، ۱ جنس از Porifera و ۳ جنس از شاخه Annelida مورد شناسایی قرار گرفت . شایان ذکر است که سلسله Protozoa شامل شاخه‌های Actinopoda با ۱ جنس، Rhizopoda با ۸ جنس و Ciliophora با ۴ جنس بوده است. نتایج نشان داد که حداکثر میانگین سالانه تراکم زئوپلانکتونی با ۹۶۶۷±۱۲۳۸۳ عدد در لیتر ایستگاه کومه شیجان (ایستگاه ۴) و حداقل تراکم در ایستگاه مرکز تالاب غرب (ایستگاه ۷) با ۳۱۲±۱۵۳۹ عدد در لیتر به ثبت رسید (شکل ۲).

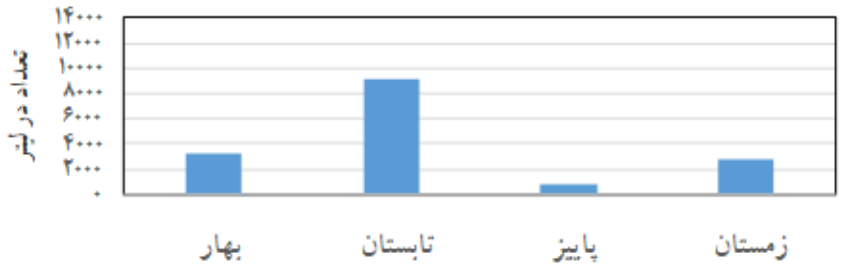



**شکل۲: میانگین تراکم سالانه زئوپلانکتون در ایستگاه‌های مختلف (اردیبهشت۱۳۹۳ تا فروردین ۱۳۹۴)**

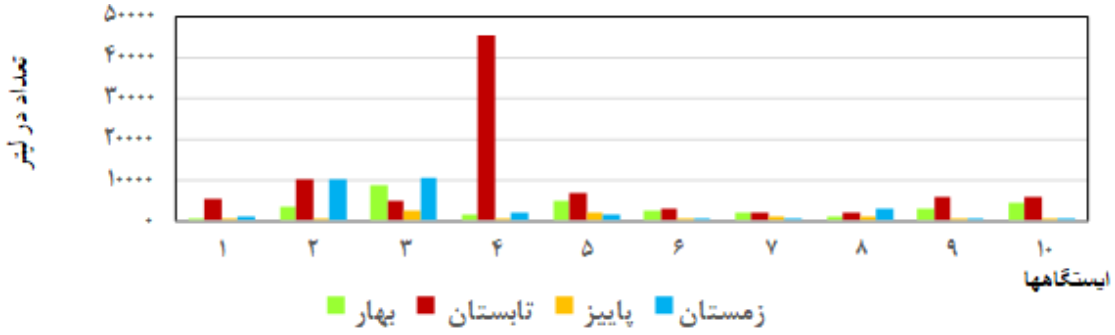
طبق نتایج حاصله میانگین فصلی زئوپلانکتون در تابستان با میانگین ۳۸۱۴±۹۱۶۱ حداکثر و در پاییز با میانگین ۱۷۷±۸۷۸ کم‌ترین مقدار بوده است (شکل ۳). میانگین فصلی زئوپلانکتون در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که ایستگاه هندخله (گل و لاله) در سه فصل بهار، پاییز و زمستان بیش‌ترین تراکم را داشته اما ایستگاه کومه شیجان به‌علت عمق کدر تابستان حداکثر مقدار را به‌خود اختصاص داده است (شکل ۴). تراکم زئوپلانکتون در تابستان بیش از سایر فصول بود. در پاییز و زمستان ایستگاه سیاه کشیم، شاخه‌های Rotatoria و Ciliophora به‌ترتیب با ۷۳۰±۲۳۷۳ و ۲۲۵±۱۱۹۰ عدد در لیتر بیش‌ترین میانگین تراکم زئوپلانکتونی را در مقایسه با سایر شاخه‌ها دارا بوده‌اند (شکل ۵).



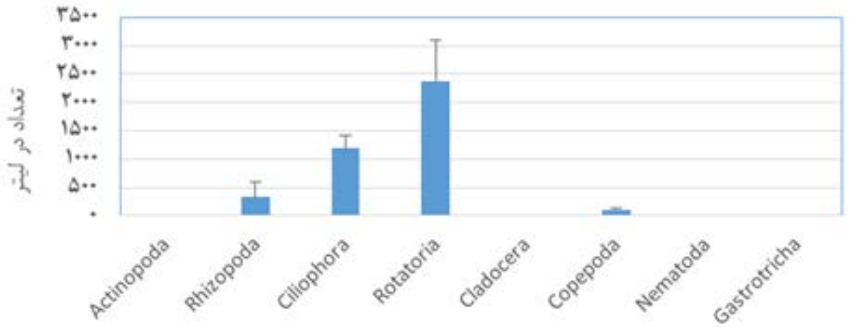
www.SID.ir




**شکل۳: میانگین فصلی زئوپلانکتون در کل منطقه مطالعه شده (اردیبهشت۱۳۹۳ تا فروردین ۱۳۹۴)**



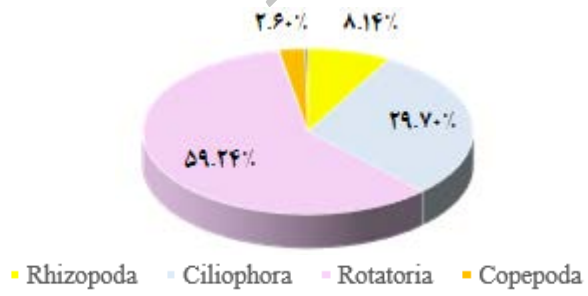

**شکل۴: میانگین فصلی زئوپلانکتون در ایستگاه‌های مختلف (اردیبهشت۱۳۹۳ تا فروردین ۱۳۹۴)**




**شکل۵: میانگین تراکم شاخه‌های زئوپلانکتونی در تالاب انزلی (اردیبهشت۱۳۹۳تا فروردین۱۳۹۴)**

به‌طورکلی شاخه Rotatoria ۵۹ درصد، شاخه Rhizopoda ۸ درصد، شاخه Ciliophora ۳۰ درصد و فوق رده Copepoda ۳ درصد از تراکم زئوپلانکتونی را تشکیل داده و سایر گروه‌ها و شاخه‌های زئوپلانکتونی جمعاً کم‌تر از ۱ درصد تراکم را داشته‌اند(شکل۶). داده‌ها نشان دادند که شاخص تنوع شانن در ایستگاه سیاکشیم با میانگین ۰/۰۶ ± ۲/۰۳ حد اکثر و در ایستگاه تلاقی پیربازار پسیخان با میانگین ۰/۱۹±۱/۰۶ کم‌ترین مقدار بوده است (شکل ۷).

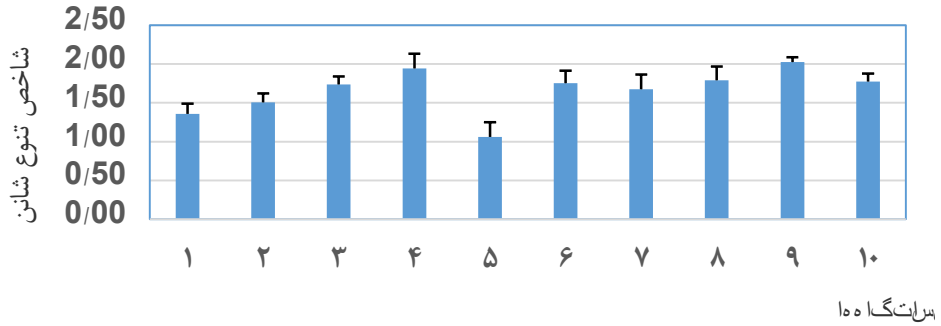
باتوجه به این‌که جنس‌های زئولانکتونی به‌صورت تجمعی زندگی می‌کنند و داده‌ها نرمال نبود از آزمون کروسکال- والیس استفاده شد طبق نتایج بین شاخه‌های مورد بررسی از نظر تراکم اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشته (P<۰/۰۵) ولیکن بین فصول، ماه‌ها و ایستگاه‌های مورد بررسی از نظر تراکم اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نمی‌گردد (P>۰/۰۵). آزمون کروسکال-والیس نشان داد که ایستگاه‌ها و ماه‌های مورد بررسی از نظر تنوع اختلاف معنی‌دار آماری دارند (P<۰/۰۵). به‌طورکلی در اکثر ایستگاه‌های تالاب انزلی جنس‌های *Keratella* و *Brachionus* و *Polyarthra* غالب بوده‌اند.




**شکل۶: درصد گروه‌های مختلف زئوپلانکتونی در منطقه مورد مطالعه (اردیبهشت۱۳۹۳ تا فروردین۱۳۹۴)**



www.SID.ir




**شکل۷: میانگین میزان شاخص تنوع شانن برای زئوپلانکتون در ایستگاه‌های مختلف (اردیبهشت۱۳۹۳تا فروردین۱۳۹۴)**

## بحث

طبق بررسی‌های حاضر در ایستگاه‌های مورد مطالعه ۷۲ جنس زئوپلانکتون شناسایی گردید که این تعداد در مقایسه با بررسی‌های فلاحی و همکاران (۱۳۹۵)، مطالعات فلاحی (۱۳۷۲) و نیز مطالعه مکارمی و همکاران (۱۳۸۶) کاهش یافته است. همان‌گونه که‌در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد فلاحی و همکاران (۱۳۹۵)، طی مطالعات خود در سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۰حدود ۶۰ جنس را شناسایی نمودند. هم‌چنین فلاحی (۱۳۷۲)، ۹۶ گونه را در تالاب انزلی مشاهده نمود. مکارمی و همکاران (۱۳۸۶) نیز طی سال‌های ۷۹-۱۳۷۶ حدود ۱۲۱ جنس در تالاب انزلی را شناسایی کردند که هر دو این مطالعات نشان دهنده کاهش تنوع جنس‌های زئوپلانکتونی طی مطالعه حاضر در تالاب انزلی می‌باشد (جدول ۲). حال اگر این نتایج با مطالعات گذشته مقایسه شود مشاهده می‌گردد که تنوع جنس‌ها نسبت به مطالعات سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ و نیز مطالعات Golmarvi و همکاران (۲۰۱۷) افزایش ولی نسبت به مطالعات مکارمی و همکاران ( ۱۳۸۶) و فلاحی (۱۳۷۲) کاهش یافته است. مقایسه مطالعات مختلف نشان دادکه تنوع شاخه‌های Protozoa به‌استثناءسال‌های ۱۳۸۹الی ۱۳۹۰ نسبت به سال‌های گذشته کاهش یافته است. در سال ۱۳۸۹ الی ۱۳۹۰ تعداد ایستگاه‌ها محدود بوده و قبل از لایروبی تالاب نمونه‌برداری صورت گرفته که آلودگی نیز بیش‌تر بوده است. شاخه Rotatoria طی مطالعات‌سال‌های ۱۳۷۲ از تنوع خوبی برخوردار بوده ولی در مطالعات مکارمی و همکاران (۱۳۸۶) به‌تدریج از تنوع آن کاسته شده است اما در مطالعه حاضر به‌میزان کمی تنوع آن افزایش یافته است. فوق رده Copepoda از شاخه Arthropoda تفاوت چندانی با سال‌های پیش نداشته ولیکن تنوع راسته Cladocera از شاخه Arthropoda نسبت به سال۱۳۹۰ در حال بهبود و افزایش می باشد. تراکم شاخه Rotatoria، Rhizopoda و Copepoda در کومه شیجان بیش از سایر ایستگاه‌ها بوده است. پاسگاه سرخانکل حداکثر شاخه Ciliophora را نسبت به سایر ایستگاه‌ها داشته و مرکز تالاب غرب حداکثر تراکم Cladocera را نسبت به سایر ایستگاه‌ها دارا بوده است.

**جدول ۲: مقایسه تعداد جنس‌های شناسایی شده از گروه‌های زئوپلانکتونی طی سال‌های مختلف**

| مطالعات | Protozoa | Nematoda | Gastrotricha | Rotatoria | Cladocera | Copepoda | Annelida | Porifera | Ostracoda | Tardigrada | سایر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مطالعه حاضر | ۱۳ | ۱ | ۲ | ۳۵ | ۹ | ۵ | ۳ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| Golmarvi و همکاران (۲۰۱۷) بررسی ۹۲-۱۳۹۱ | ۲۲ | | | ۳۰ | ۴ | ۵ | | | | | |
| فلاحی و همکاران (۱۳۹۵) بررسی از ۹۰-۱۳۸۹ | ۱۱ | ۱ | ۲ | ۳۱ | ۴ | ۵ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۲ |
| مکارمی و همکاران (۱۳۸۶) بررسی ۷۹-۱۳۷۶ | ۴۱ | ۱ | ۳ | ۳۶ | ۱۹ | ۷ | ۲ | ۱ | ۱ | ۱ | ۹ |
| فلاحی ( ۱۳۷۲) | ۲۹ | ۹ | - | ۴۲ | ۸ | ۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۸ |

با توجه به بررسی‌های حاضر حداکثر و حداقل میانگین تراکم سالانه زئوپلانکتون به‌ترتیب با ۹۶۶۷±۱۲۳۸۳ و۳۱۲±۱۵۳۹ عدد در لیتر در ایستگاه‌های کومه شیجان و مرکز تالاب غرب بوده که در مقایسه با مطالعه اخیر فلاحی و همکاران (۱۳۹۵) که بررسی‌هایشان از اسفند ۱۳۸۹ تا بهمن ۱۳۹۰ صورت گرفت بیش‌تر می‌باشد. در نتایج فلاحی و همکاران (۱۳۹۵) حداقل میانگین تراکم ۵۶۸ عدد در لیتر در ایستگاه سه راهی سیاه درویشان و حداکثر۲۴۹۷ عدد درلیتر در



Archive of SID
www.SID.ir

ایستگاه کرکان متغییر بوده و میانگین تراکم سالانه زئوپلانکتون در کل حوزه مورد مطالعه۱۳۸۳±۱۸۵/۵ عدد در لیتر برآورد شده است. میرزاجانی و همکاران (۱۳۸۸) طی سال‌های ۸۰-۱۳۷۰ بیان نمود که میزان کل تراکم زئوپلانکتون از حدود ۶۰۰ عدد در لیتر طی سال ۱۳۷۲ به حدود ۲۲۵۰ عدد در سال ۱۳۸۰ رسیده است، ولیکن مقایسه این‌مطالعه با بررسی حاضر نشان می‌دهد که تراکم زئوپلانکتون افزایش یافته است. این محققین طی بررسی‌های خود درتالاب انزلی بیان نمودند شاخه Rotatoria بیش‌ترین فراوانی را داشته و شاخه Copepoda در رده بعدی بوده است. بررسی سالانه شاخه‌های زئوپلانکتونی نشان داد که شاخه Rotatoria در سال‌های ۸۱–۱۳۸۰ بیش‌ترین میانگین فراوانی را درحد ۱۵۰۰ عدد در لیتر داشته که تفاوت معنی‌دار با سال‌های دیگر نشان داده است. شایان ذکر است که ایستگاه‌ها در تمامی سال‌های مطالعه شده یکسان نبوده اما ایستگاه‌های فعلی در بسیار از مطالعات پیشین تحت اسم‌های مختلف وجود داشته لذا با توجه به این‌که مطالعه حاضر تالاب غرب، مرکزی و روگاه‌ها را شامل شده می‌توان با مطالعات پیشین مقایسه نمود. میانگین تراکم زئوپلانکتون طی مطالعات فلاحی و خداپرست (۱۳۷۸) در تالاب غرب طی سال‌های ۱۳۷۱الی۱۳۷۵ حداکثر ۱۸۹۸ عدد در لیتر در ۱۳۷۵ بوده ولی در مطالعات فلاحی و همکاران (۱۳۹۵) بیش از ۲۰۰۰ عدد در کرکان (کومه‌آقاجانی) و در مطالعات کنونی کم‌تر از این مقدار بوده است.

میرزاجانی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که از سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۱، تراکم روتیفرها به‌تدریج افزایش یافته به‌طوری‌که از حدود ۳۰۰ به بیش از ۱۳۰۰ عدد در لیتر رسیده است. در مطالعه کنونی میانگین تراکم سالانه روتیفرها در کل تالاب انزلی بیش از مطالعات میرزاجانی و همکاران (۱۳۸۸) می‌باشد. در بررسی‌های حاضر میانگین تراکم Copepoda ۱۰۴ عدد در لیتر در کل تالاب انزلی بوده حال آن که در بررسی‌های فلاحی و همکاران (۱۳۹۵) که وضعیت تالاب را در سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ بررسی نمودند این رقم ۷۵ عدد در لیتر و در بررسی میرزاجانی و همکاران (۱۳۸۸) از زیر ۱۰۰ عدد در سال ۱۳۷۲ به بالای ۲۰۰ عدد در سال ۱۳۸۱ رسیده است. فلاحی و خداپرست (۱۳۷۸) در تحقیقات پنج ساله در تالاب انزلی از سال ۱۳۷۱ تا سال ۱۳۷۵ نشان دادند که حداقل و حداکثر میزان Rotatoria به‌ترتیب حدود ۳۸۱ و ۱۱۷۵ عدد در لیتر بوده است که این میزان بیش از رقمی بوده که در بررسی‌های فائو (۱۳۶۹) (به‌ترتیب ۵ و ۱۰۳ برای Cladocera و Rotatoria در حوضه غربی تالاب انزلی) ارائه گردیده است. حداقل و حداکثر تراکم Cladocera در تحقیقات فلاحی و خداپرست (۱۳۷۸) ۸ تا ۴۰ عدد و برای کوپه‌پودا ۱۱۲ تا ۲۳۳ بوده است.

طبق گزارش میرزاجانی و همکاران (۱۳۸۸ ) فراوانی Copepoda در سال‌های مورد بررسی در اکثر مناطق کم‌تر از ۱۵۰ عدد درلیتر و در سال ۱۳۸۰ در اکثر مناطق بین ۱۵۰ تا ۳۰۰ عدد درلیتر می‌باشد. فراوانی Rotatoria دراکثر سال‌ها و در بیش‌تر بخش‌های تالاب بین ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ بود ضمن این‌که در برخی سال‌ها ودر بعضی بخش‌ها بیش‌تر از ۲۰۰۰ عدد درلیتر بوده است.

هرچند در این مطالعه پارامترهای غیر زیستی مورد سنجش قرار نگرفته است اما یکی از عوامل مؤثر در در فراوانی شاخه‌های مختلف زئوپلانکتونی به‌حساب می‌آیند. پارامترهای غیرزیستی نظیر pH، شفافیت، درجه حرارت، اکسیژن محلول نسبت به نوسانات فصلی، فراوانی زئوپلانکتونی را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Ferdous و Muktadir، ۲۰۰۹). هم‌چنین نوسانات پارامترهای غیرزیستی نظیر قلیائیت کل، نیتروژن و فسفات کل، pH، اکسیژن محلول و درجه حرارت بر ر وی رشد زنوپلانکتون تاثیر می‌گذارتد. فلاحی (۱۳۷۲) بیان نمود که میزان فراوانی جمعیت زئوپلانکتونی تابعی از فاکتورهای مختلف از جمله درجه‌حرارت آب، اکسیژن محلول، مواد آلی و معدنی و فراوانی جمعیت پلانکتونی می‌باشد. افزایش دما سبب افزایش میزان گردان‌تنان می‌گردد اما در مورد کلادوسرا این‌گونه نیست چراکه کلادوسرا در دماهای بالا کاهش می‌یابند و به‌همین دلیل کلادوسرا در این مطالعه طی فصل تابستان کاهش یافته‌اند. بررسی Yildiz و همکاران (۲۰۰۷) نشان داده که عوامل محیطی بر تراکم و پراکنش گردان‌تنان بسیار موثر بوده و غلظت اکسیژن و درجه حرارت نیز از فاکتورهای کلیدی در پراکنش گردان‌تنان می‌باشد. نتایج مطالعات برخی محققین نشان داده‌اند که پارامترهای غیرزیستی نظیر pH، شفافیت، درجه حرارت، اکسیژن محلول و برخی مواد غیرمغذی نسبت به نوسانات فصلی، فراوانی زئوپلانکتونی را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Ferdous و Muktadir، ۲۰۰۹ ). برخی از گونه‌های روتاریا طبق نظریه William (۱۹۶۶) مثل *Keratella* و *Brachionus* و *Polyarthra* شاخص وضعیت یوتروفیک آب می‌باشند. جنس‌های فوق الذکر که دارای سهم بیش‌تری از جوامع زئوپلانکتونی در تالاب انزلی بوده است به‌خوبی منعکس کننده شرایط اکولوژیک تالاب انزلی و شاخص یوتروفی بوده است این جنس‌ها در مطالعه حاضر غالب بوده‌اند. هم‌چنین در مطالعات فلاحی و خداپرست (۱۳۷۸) جنس‌های *Brachionus*، *Keratella*، *Polyarthra* و *Anuraeopsis* در تالاب‌انزلی به‌خصوص مناطق هندخاله و تالاب‌غرب غالب می‌باشند که نشان‌دهنده وضعیت یوتروفیک تالاب است و تصدیق‌کننده نتایج این تحقیق است. مشاهدات فلاحی و خداپرست (۱۳۷۸) نشان داد که غلظت پایین اکسیژن و بالا بودن مقادیر مواد معدنی به‌ویژه فسفات کل و پایین بودن اسیدیته آب تالاب و از سوی دیگر شکوفایی گیاهان ماکروفیتی، شرایط را برای غالبیت جنس‌های خاص *Keratella*، *Brachionus* و *Polyarthra* فراهم آورده و جنس‌های آنتن برسران به شدت کاهش داشته‌اند. این شرایط در تالاب لنگور در سال



Archive of SID

www.SID.ir

۱۳۸۹ نیز مشاهده شده است. ولادیمیرسکایا وکوراشووا (۱۳۵۷) بیان نمود که معمولاً در رودخانه‌ها و جریان‌های شدید آبی زئوپلانکتون کاهش می‌یابند و هنگامی‌که Rotatoria در رودخانه‌ها زیاد می‌شوند Cladocera کم کم ناپدید شده و با کاهش Cladocera معمولاً Copepoda افزایش می‌یابند.

ولادیمیرسکایا و کوراشووا (۱۳۵۷) شاخه روتاتوریا و آغازیان را فراوان‌ترین شکل پلانکتونیک تالاب انزلی دانسته و بیان داشتند که در شهریور ماه تراکم شاخه روتاریا افزوده شده و بسیاری از ماهیان در این زمان از آن‌ها تغذیه می‌نمایند در این بررسی نیز تراکم روتاتوریا در تیر ماه و شهریور به‌ترتیب بیش‌ترین مقدار را داشته است. شایان ذکر است که در تالاب انزلی در فصل تابستان در یک پریود طولانی که ماکروفیتا غالب هستند. جنس‌های پلانکتون فقط با فاکتورهای آب و هوایی و اثر فسفر یا نیتروژن محدود نمی‌شوند بلکه بیش‌ترین اثر ناشی از لایه‌ای است که ماکروفیت‌ها ایجاد می‌کنند البته اثر ماکروفیت‌ها بیش‌تر در منطقه هندخاله مشخص می‌شود چراکه تراکم آن‌ها در این منطقه زیاد است. راسته کلادوسرا در تالاب غرب بالاترین میزان تراکم را دارا می‌باشد. افزایش دما و نیز جمعیت جلبک‌های نوع Cyanophyta در آب باعث کاهش جمعیت آنتن برسران می‌گردند (فلاحی، ۱۳۷۲). ولادیمیرسکایا وکوراشووا (۱۳۵۷) بیان نمودند که راسته آنتن برسران در بخش غربی تالاب با توجه به فضای باز آب و رکود نسبی بیش از قسمت شرقی تالاب مشاهده می‌شوند. هم‌چنین میزان اکسیژن در تالاب غرب بیش از سایر مناطق می‌باشد. Holcik و Olah (۱۹۹۲) نیز بیان نمودند که غلظت‌های اکسیژن محلول در آب به میزان زیاد فقط در قسمت‌های غربی تالاب دیده می‌شود. در مطالعه حاضر بیش‌ترین تراکم راسته Cladocera از شاخه Arthropoda در ایستگاه مرکز تالاب غرب (ایستگاه ۷) مشاهده شد. در همین خصوص بررسی‌هایی که از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۵ توسط فلاحی و خداپرست (۱۳۷۸) بر روی تالاب انزلی صورت گرفت نیز نشان داد که بیش‌ترین تراکم این راسته در تالاب غرب بوده است.

براساس مطالعات ولادیمیرسکایا و کوراشووا (۱۳۵۷) پاروپایان و آنتن برسران در مناطقی که پوشیده از گیاه نی می‌باشد بیش‌تر یافت می‌شوند. نتایج به‌دست آمده در این تحقیق تایید‌کننده این موضوع است بدین‌دلیل که بیش‌ترین میزان حضور آنتن برسران در مرکز تالاب غرب بوده است که این منطقه نسبت به سایر مناطق نمونه‌برداری دارای نیزارهای بیش‌تری می‌باشد و دلیل دیگر آن ایستایی و عمق آب در آن منطقه است. اما در مناطق دیگر به‌دلیل پوشش گیاهی کم‌تر و شوری بیش‌تر فراوانی کم‌تری داشته است. در منطقه سرخانکل تراکم آنتن برسران کم بوده و این خود دلیلی بر افزایش تعداد موجودات ریزتر زئوپلانکتونی، به‌ویژه گردان‌تنان محسوب می‌گردد. به‌طوری‌که ولادیمیرسکایا وکوراشووا (۱۳۵۷) بیان نمودند که کاهش تعداد موجودات درشت‌تر در آب عرصه را به نفع گردان‌تنان مهیا می‌نماید. در مطالعه حاضر نیز فراوانی آنتن برسران در مرکز تالاب انزلی نسبت به سایر مناطق به‌علت عمق آب و ایستایی بیش‌تر بوده‌است. فلاحی و خداپرست (۱۳۷۸) اعلام کردند که شاخه Rotatoria در منطقه تالاب غرب غالب بوده و در تابستان به حداکثر تراکم خود در این منطقه می‌رسد چراکه شرایط برای گسترش آن در این منطقه فراهم است که مشابه با نتایج این پروژه در ایستگاه کرکان است. در مطالعه حاضر میانگین سالانه تراکم Copepoda در کومه شیجان و هندخاله جنوبی (گل و لاله) بیش از سایر ایستگاه‌ها بوده و پس از این ایستگاه‌ها کومه آقاجانی در تالاب غرب بیش‌ترین مقدار را به‌خود اختصاص داد. در مطالعه کنونی میزان تراکم آغازیان و نیز سیلیوفورا در ایستگاه پاسگاه سرخانکل با اختلاف زیادی از سایر ایستگاه‌ها، در بالاترین رتبه تراکم قرار گرفت که علت اصلی آن عمق کم و ایستایی این منطقه از تالاب است که موجب شده تا حضور پلانکتون در این قسمت از تالاب به‌صورت محسوس‌تری مشاهده شود. فلاحی و همکاران (۱۳۹۵) نیز طی مطالعات خود بیان نمودند که میزان تراکم آغازیان در ایستگاه سرخانکل با اختلاف زیادی از سایر ایستگاه‌ها، در بالاترین رتبه تراکم قرار می‌گیرد

به‌طورکلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در تالاب انزلی نیز همانند سایر اکوسیستم‌های مشابه در جهان گروه‌های Rotatoria، Protozoa، Copepoda و Cladocera غالب بوده‌اند. از این میان گروه‌های زئوپلانکتونی شاخه‌های Rotatoria و Protozoa به‌ترتیب تراکمی بیش از سایر شاخه‌ها داشتند. کومه شیجان از تراکم زئوپلانکتونی بیش‌تری نسبت به سایر مناطق برخوردار بود. تنوع زئوپلانکتونی نسبت به مطالعات ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ بیش‌تر شده است. تراکم و تنوع شاخه Rotatoria نسبت به مطالعات سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ افزایش یافته است. دلیل این افزایش احتمالاً لایروبی قسمت‌های زیادی از تالاب انزلی می‌تواند باشد. به‌طورکلی با توجه به نتایج حاصله وضعیت کیفی آب تالاب انزلی یوتروف می‌باشد و غالبیت جنس‌های *Brachionus*، *Polyarthra* و *Kratella* نیز خود یوتروفی بودن تالاب را تأکید می‌نماید.

## منابع


۱. **نجات‌خواه‌معنوی، پ.؛ پاسندی، ع.؛ سقلی، م.، بهشتی‌نیا، ن. و میرشکار، د.، ۱۳۸۸.** بررسی میزان نیترات و فسفات در حوضه جنوب‌شرقی دریای مازندران در فصل بهار و تابستان. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی. دوره ۴، شماره ۳، صفحات ۱۲ تا ۱۹.




Archive of SID
www.SID.ir

۲. **فائو . ۱۳۶۹.** توان باروری تالاب انزلی و بررسی ذخائر ماهی در آن. معاونت تحقیقات و آموزش شیلات ایران، بندرانزلی. ۱۹ صفحه.

۳. **فلاحی، م.، ۱۳۷۲.** بررسی پراکنش و بیوماس زئوپلانکتون‌های تالاب انزلی(آبکنار). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده علوم فنون دریایی تهران. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال. ۱۹۸ صفحه.

۴. **فلاحی، م. و خداپرست، س.ح.، ۱۳۷۸.** هیدرولوژی و هیدروبیولوژی تالاب انزلی. مرکز تحقیقات شیلات گیلان، بندر انزلی. ۱۱۳ صفحه.

۵. **فلاحی، م.؛ مطلبی، ع.؛ سبک‌آرا، ج.؛ مکارمی، م.؛ خطیب، س.؛ خداپرست، س.ح.؛ میرزاجانی، ع.؛ ولی‌پور، ع.؛ خوشحال، ج.؛ زحمتکش، ی.؛ افشارچی، ح.؛ گل مروی، د.؛ قائمی، آ. و قدیری‌ابیانه، م.، ۱۳۹۵.** گزارش نهایی طرح مطالعه ساختار زئوپلانکتونی تالاب انزلی. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۴۲صفحه.

۶. **مکارمی، م.؛ سبک‌آرا، ج.؛ محمدجانی، ط.؛ فلاحی، م.؛ اولاد ربیعی، ح. و نظامی‌بلوچی، ش.، ۱۳۸۶.** گزارش نهایی طرح شناسایی گونه‌های و تهیه اطلس پلانکتون‌های تالاب انزلی و نواحی ساحلی دریای خزر ۱۳۷۹-۱۳۷۶. موسسه تحقیقات شیلات ایران. تهران. ۸۱ صفحه.

۷. **مهندسین مشاور یکم. ۱۳۶۷.** مطالعات گام اول طرح جامع احیای تالاب انزلی. جلد هفتم، لیمنولوژی. انتشارات جهاد سازندگی استان گیلان. ۳۱۹ صفحه.

۸. **ولادیمیرسکایا، ا. و کوراشووا، ا.، ۱۳۵۷.** تحقیق و مطالعه موجودات پلانکتون از طرف گروه کارشناسان اتحاد جماهیر شوروی در تالاب انزلی، رودخانه‌ها و قسمت‌های جنوبی دریای خزر. سازمان محیط زیست ایران، بندر انزلی.

۹. **میرزاجانی، ع.؛ حسن‌زاده‌کیابی، ب.؛ جمالزاد، ف.؛ فلاحی، م.؛ عبداله‌پور، ح.؛ پورغلامی‌مقدم، ا.؛ مکارمی، م.؛ خداپرست، س.ح.؛ وطن‌دوست، م.؛ بابایی، ه.؛ عباسی، ک.؛ سبک‌آرا، ج.؛ دادای‌قندی، ع.؛ قانع‌ساسانسرایی، ا. و حسینجانی، ع.، ۱۳۸۸.** بررسی لیمنولوژیکی تالاب‌انزلی برمبنای مطالعات ده ساله با استفاده از سامانه جغرافیائی GIS. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۱ صفحه.

۱۰. **Bagheri, S.; Sabkara, J.; Mirzajani, A.; Khodaparast, S.H.; Yosefzad, E. and Yeok, F.S., 2013.** List of Zooplankton Taxa in the Caspian Sea Waters of Iran. Journal of Marine Biology. Vol. 2013, Article ID 134263, 7 p.

۱۱. **Carling, K.J.; After, I.M.; Pellam, M.R.; Bouchard, A.M. and Mihuc, T.B., 2004.** A guide to the zooplankton of Lake Champlain. Scientia Discipulorum. Journal of Undergraduate Research. Vol. 1, pp: 1-29

۱۲. **Costanza, R.; Farber, S.C. and Maxwell, J., 1989.** The valuation andmanagement of wetland ecosystems. Ecological Economics. Vol. 1, pp: 335-362.

۱۳. **Ferdous, Z. and Muktadir, A.K., 2009.** A Review: Potentiality of Zooplankton as Bioindicator. Am. J. Applied Sci. Vol. 6, pp: 1815-1819.

۱۴. **Gordon, I., 1971.** Biographical note on Edward John Miers, F.Z.S., F.L.S. (1851-1930) Res.Crust. Vol. 4, pp: 123-132.

۱۵. **Golmarvi, D.; Kapourchali, M.F.; Moradi, A.M.; Fatemi, M. and Nadoshan, R.M., 2017.** Influence of Physico hemical Factors, Zooplankton Species Biodiversity and Seasonal Abundance in Anzali International Wetland, Iran. Open Journal of Marine Science. Vol. 7, pp: 91-99.

۱۶. **Hall, G.E., 1971.** Reservoir Fisheries and Limnology. American Fisheries Society. Washington, D.C. 520 P.

۱۷. **Holčík, J. and Oláh, J., 1992.** Fish, fisheries and water quality in Anzali Lagoon and its watershed. Report prepared for the project Anzali Lagoon productivity and fish stock investigations. Food and Agriculture Organization, Rome, FI: UNDP/IRA/88/001 Field Document 2:x + 109 p.

۱۸. **Jica. 2004.** The Study on Integrated Management for Ecosystem Conservation of the Anzali Wetland in the Islamic Republic of Iran. Draft final report Vol. II: Maim report. Nippon Koei Co. 721 P.

۱۹. **Kimbal, K.D. and Kimbal, S.F., 1974.** The limnology of Anzali mordab and study of eutrophcation problems. Iranian Department of the invironment, human invironment division, technical report. Bandar anzali, Iran.42 p

۲۰. **Krovchinsky, N. and Smirnov, N., 1994.** Introduction of Cladocera. Universiteit gent. 129 P.

۲۱. **Omori, M. and Ikea, T. 1984.** Methode in Marine Zooplankton ecology. John Wilay and Sons, United ststes. pp: 1-89.

۲۲. **Pontin, R.M., 1978.** A key to the freshwater planktonic and semiplanktonic rotifera of the British Isles: Freshwater Biological Association Scientific Publication. No 38.

۲۳. **Shannon, C., 1948.** A mathematical theory of communication. Bell Systems Technological Journal. Vol. 27, pp: 379-423.

۲۴. **Sipkay, C.; Kiss, K. T.; Vadadi-Fülöp, C. and Hufnagel, L., 2009.** Trends in research on the possible effects of climate change concerning aquatic ecosystems with special emphasis on the modelling approach. Applied Ecology and Environmental Research. Vol. 17, No. 2, pp: 171-198.

۲۵. **Sunkard, B.N., 2005.** Diversity of zooplankton in Rakasakoppa Reservoir of Belgum, North Karnataka in: Ecolory of Plankton (Edi. Kumar, A.). Daya Publishing House, New Delhi, India. pp: 147-152.

۲۶. **Throp, J.H. and Covich, A.P., 2001.** An overview of freshwater habitats. In: Throp, J. H. and Covich, A. P. (eds) Ecology and classification of north america fresh invertebrates. Academ press. San diego, California. pp:19-42.

۲۷. **Verma, P.S. and Agarwal, V.K., 2007.** Environmental Biology: Principles of Ecology. 11th Reprinted Edition, S. Chand & Co. Ltd., India. pp: 3-500.

۲۸. **Wiliams, L.G., 1966.** Dominant planktonic rotifers of majorwater of the united states. Limnol oceangr. Vol. 11, pp: 83-91.

۲۹. **Witty, L.M., 2004.** Practical guide to identifying freshwater crustacean zooplankton. Cooperative Freshwater Ecology Unit 2004, 2nd edition. 50 p.

۳۰. **Yıldız, Ş.; Altındağ, A. and Borga Erg. nül, M., 2007.** Seasonal fluctuations in the zooplankton composition of a eutrophic lake: Lake Marmara (Manisa, Turkey). Turk. J. Zool. Vol. 31, pp: 121-126.

۳۱. **Zare, M.R.; Kamali, M.; Kapourchali, M.F.; Bagheri, H.; Bagheri, M.K.; Abedini, A. and Pakzad, H.R., 2016.** Investigation of 235U, 226Ra, 232Th, 40K, 137Cs, and heavy metal concentrations in Anzali international wetland using high-resolution gamma-ray spectrometry and atomic absorption spectroscopy. Environ Sci Pollut Res. Vol. 23, No. 4, pp: 3285-3299.



Archive of SID
www.SID.ir