

بررسی تنوع و فراوانی شاخه‌های زئوپلانکتونی در تالاب انزلی

- **مریم فلاحی کپورچالی***: پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران
- **جلیل سبک‌آرا**: پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران
- **علی عابدینی**: پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران
- **علیرضا ولی‌پور**: پژوهشکده آبی‌پروری 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 آبی به‌ویژه ماهیان محسوب می‌شود و موجودات زئوپلانکتونی به‌عنوان اولین مصرف‌کننده در این 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 ۱۳۹۴ 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 و Porifera و Annelida شناسایی شدند. نتایج نشان داد که حداکثر میانگین سالانه تراکم زئوپلانکتونی با 12383 ± 9667 عدد در لیتر ایستگاه کومه شیجان و حداقل تراکم در ایستگاه مرکز تالاب غرب با 1539 ± 312 عدد در لیتر و تراکم زئوپلانکتون در فصل تابستان بیش از سایر فصول بوده است. به‌طور کلی شاخه Rotatoria ۵۹/۲۴ درصد، شاخه Rhizopoda ۸/۱۴ درصد، شاخه Ciliophora ۲۹/۷۰ درصد و فوق رده Copepoda ۲/۶ 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 ($p < 0.05$). به‌طور کلی نتایج نشان داد که تالاب انزلی در یک شرایط پوتروفی به‌سر می‌برد.

کلمات کلیدی: زئوپلانکتون، تالاب انزلی، تراکم، تنوع



مقدمه

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 Protozoa و Rotatoria غالبیت بیش‌تری نسبت به سایر شاخه‌ها در تالاب انزلی دارند. در این 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 ایستگاه‌های مختلف جهت بررسی‌های پلانکتونی

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

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 (نجات‌خواه معنوی 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 به مدت ۲۴ ساعت رسوب‌دهی و زیر میکروسکوپ اینورت مورد شناسایی و شمارش قرار گرفت. سپس فراوانی (تعداد در لیتر) از فرمول ۱ محاسبه گردید.

$$N = (n * v) / (c * V)$$

فرمول ۱:

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 (Agarwal و verma، 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 آبی 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 و با تأخیر زمانی کوتاهی همراه است. ولادیمیرسکایا و کوراشوا (۱۳۵۷) بیان نمودند که در تالاب انزلی شاخه‌های Protozoa و Rotatoria بیش از سایر شاخه‌ها وجود دارند. مهندسین مشاور یکم (۱۳۶۷) نیز طی بررسی‌های خود در تالاب انزلی روتیفرها را شاخه غالب زئوپلانکتون‌ها اعلام نمودند. Olah و Holcik (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 Protozoa و Rotatoria شاخه‌های غالب تالاب انزلی گزارش شدند. مطالعات دیگری توسط گروه ژاپنی در تالاب انزلی انجام شد که این بررسی تخصصی روی زئوپلانکتون نبوده و حول محورهای مدیریت اکولوژی تالاب، مدیریت حوزه آبخیز، مدیریت پساب‌ها، مدیریت مناطق شهری و صنعتی، مدیریت پساب‌ها، طرح‌های آموزشی زیست محیطی می‌باشد (Jica و همکاران، ۲۰۰۴). میرزاجانی

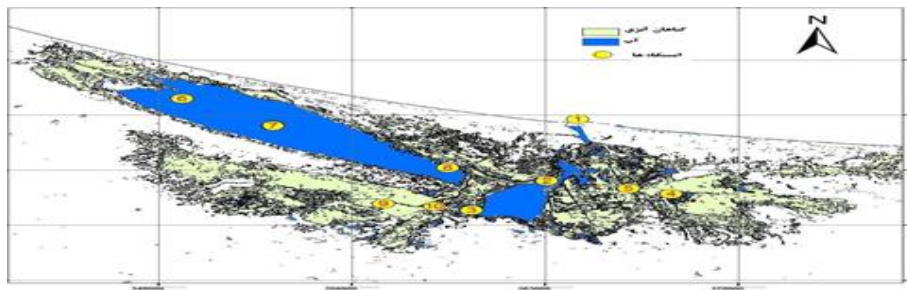


آنالیز آماری: اطلاعات به دست آمده به کمک توصیف کننده‌های آماری مثل میانگین، واریانس، انحراف از معیار سنجیده شد. ثبت داده‌ها و اطلاعات به دست آمده در رایانه صورت گرفت و محاسبه فراوانی، میانگین و ترسیم نمودار توسط نرم افزار EXcel و تجزیه و تحلیل اطلاعات ثبت شده نیز با استفاده از نرم افزارهای آماری SPSS (Version 20) انجام گردید. پس از 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).

N: تعداد هر گونه در لیتر، n: تعداد کل گونه شمارش شده در محفظه، V: حجم آب پس از فیلتر شدن به میلی لیتر، V: حجم آب اولیه (قبل از فیلتر شدن) به لیتر، c: حجم محفظه شمارش به میلی لیتر
روش شناسایی پلانکتونی نیز بر اساس منابع (Wity, ۲۰۰۴؛ Throp و Covich, ۲۰۰۱؛ Smirnov, ۱۹۹۴؛ Pontin, ۱۹۷۸؛ Carling و همکاران, ۲۰۰۴؛ Hall, ۱۹۷۱) صورت گرفت. میزان تنوع با استفاده از شاخص تنوع شانن محاسبه گردید. فرمول ۲:

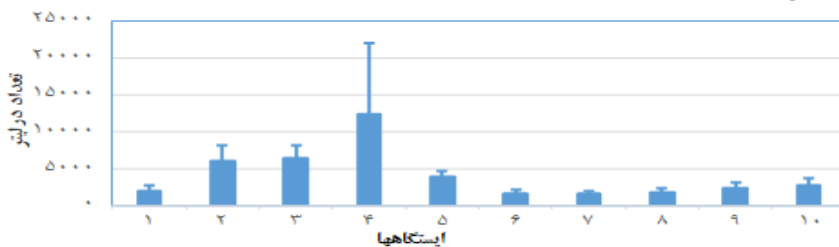
$$H' = \sum_{i=1}^S (P_i)(\log_r P_i)$$

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



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری در تالاب انزلی (●)

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 12383 ± 9667 عدد در لیتر ایستگاه کومه شیجان (ایستگاه ۴) و حداقل تراکم در ایستگاه مرکز تالاب غرب (ایستگاه ۷) با 1539 ± 312 عدد در لیتر به ثبت رسید (شکل ۲).



شکل ۲: میانگین تراکم سالانه زئوپلانکتون در ایستگاه‌های مختلف (اردیبهشت ۱۳۹۳ تا فروردین ۱۳۹۴)

به خود 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 به ترتیب با 2373 ± 730 و 225 ± 1190 عدد در لیتر بیشترین میانگین تراکم زئوپلانکتونی را در مقایسه با سایر شاخه‌ها دارا بوده‌اند (شکل ۵).

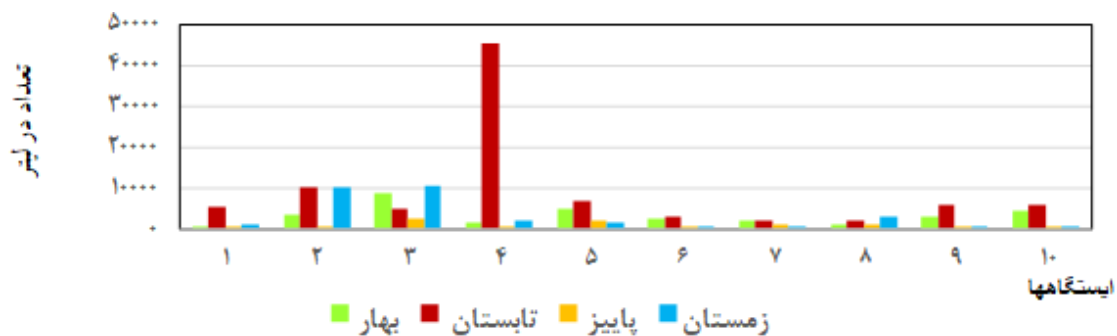
نتایج
به طور کلی در این بررسی‌ها ۷۲ جنس (۱۳ جنس از سلسله Protozoa، ۳۵ جنس از شاخه Rotatoria، ۱۵ جنس از شاخه Arthropoda، ۲ جنس از شاخه Gastrotricha، ۱ جنس از Mollusca، ۱ جنس از شاخه Tardigrada، ۱ جنس از Nematoda، ۱ جنس از Porifera و ۳ جنس از شاخه Annelida مورد شناسایی قرار گرفت. شایان ذکر است که

طبق نتایج حاصله میانگین فصلی زئوپلانکتون در تابستان با میانگین 9161 ± 3814 حداکثر و در پاییز با میانگین 878 ± 177 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 به علت عمق کدر تابستان حداکثر مقدار را

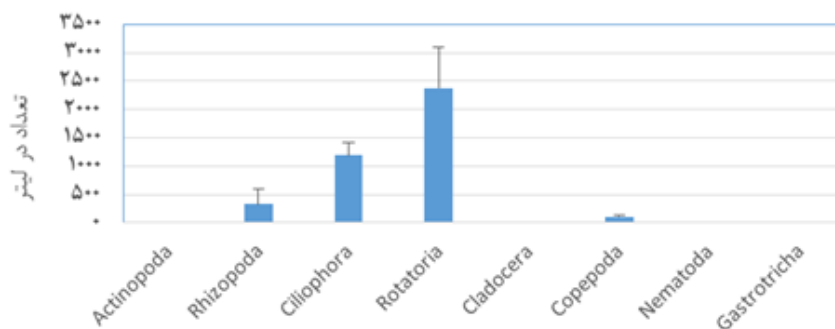




شکل ۳: میانگین فصلی زئوپلانکتون در کل منطقه مطالعه شده (اردیبهشت ۱۳۹۳ تا فروردین ۱۳۹۴)

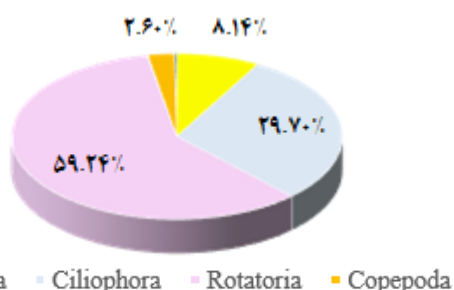


شکل ۴: میانگین فصلی زئوپلانکتون در ایستگاه‌های مختلف (اردیبهشت ۱۳۹۳ تا فروردین ۱۳۹۴)



شکل ۵: میانگین تراکم شاخه‌های زئوپلانکتونی در تالاب انزلی (اردیبهشت ۱۳۹۳ تا فروردین ۱۳۹۴)

مورد بررسی از نظر تنوع اختلاف معنی‌دار آماری دارند ($P < 0.05$). به‌طور کلی در اکثر ایستگاه‌های تالاب انزلی جنس‌های *Keratella* و *Brachionus* غالب بوده‌اند.



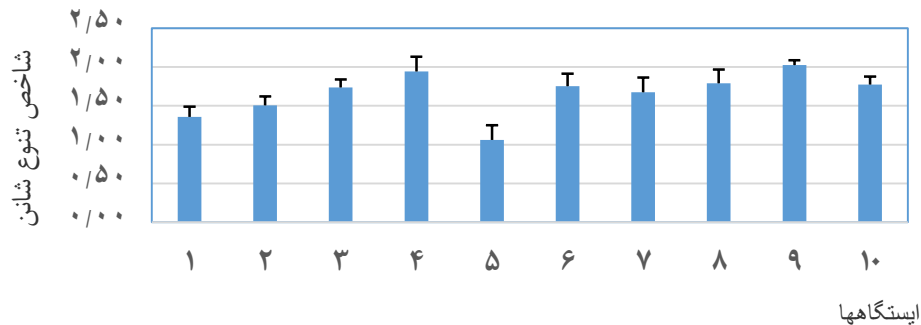
■ Rhizopoda ■ Ciliophora ■ Rotatoria ■ Copepoda

شکل ۶: درصد گروه‌های مختلف زئوپلانکتونی در منطقه مورد مطالعه

(اردیبهشت ۱۳۹۳ تا فروردین ۱۳۹۴)

به‌طور کلی شاخه Rotatoria ۵۹ درصد، شاخه Rhizopoda ۲۹ 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 (شکل ۶). داده‌ها نشان دادند که شاخص تنوع شان در ایستگاه سیاکشیم با میانگین $2/03 \pm 0/06$ حد اکثر و در ایستگاه تلاقی پیربازار پسیخان با میانگین $1/06 \pm 0/19$ کم‌ترین مقدار بوده است (شکل ۷).

باتوجه به این که جنس‌های زئوپلانکتونی 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 ($P < 0/05$) ولیکن بین فصول، ماه‌ها و ایستگاه‌های مورد بررسی از نظر تراکم اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نمی‌گردد ($P > 0/05$). آزمون کروسکال-والیس نشان داد که ایستگاه‌ها و ماه‌های



شکل ۷: میانگین میزان شاخص تنوع شانن برای زئوپلانکتون در ایستگاه‌های مختلف (اردیبهشت ۱۳۹۳ تا فروردین ۱۳۹۴)

(۱۳۷۲) کاهش یافته است. مقایسه مطالعات مختلف نشان داد که تنوع شاخه‌های Protozoa به استثناء سال‌های ۱۳۸۹ الی 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 مطالعات سال‌های ۱۳۷۲ از تنوع خوبی برخوردار بوده ولی در مطالعات مکارمی و همکاران (۱۳۸۶) به تدریج از تنوع آن کاسته شده است اما در مطالعه حاضر به میزان 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 سال ۱۳۹۰ 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.

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 که در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد فلاحی و همکاران (۱۳۹۵)، طی مطالعات خود در سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۰ حدود 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

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	۱
مکارمی و همکاران (۱۳۸۶) بررسی ۷۹-۱۳۷۶	۴۱	۱	۳	۳۶	۱۹	۷	۲	۱	۱	۱	۱
فلاحی (۱۳۷۲)	۲۹	۹	-	۴۲	۸	۴	۱	۱	۱	۱	۱

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 حداکثر ۲۴۹۷ عدد در لیتر در

با توجه به بررسی‌های حاضر حداکثر و حداقل میانگین تراکم سالانه زئوپلانکتون به ترتیب با 12383 ± 9667 و 1539 ± 312 عدد در لیتر در ایستگاه‌های کومه شیجان و مرکز تالاب غرب بوده که در مقایسه با مطالعه اخیر فلاحی و همکاران (۱۳۹۵) که بررسی‌هایشان



در سال ۱۳۸۰ در اکثر مناطق بين ۱۵۰ تا ۳۰۰ عدد در لیتر می‌باشد. فراواني *Rotatoria* در اکثر سال‌ها و در بیش‌تر بخش‌های تالاب بين ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ بود ضمن این‌که در برخی سال‌ها و در بعضی بخش‌ها بیش‌تر از ۲۰۰۰ عدد در لیتر بوده است.

هرچند در این مطالعه پارامترهای غیر زیستی مورد سنجش قرار نگرفته است اما یکی از عوامل مؤثر در در فراواني شاخه‌های مختلف زئوپلانکتوني به حساب می‌آیند. پارامترهای غیرزیستی نظیر pH، شفافیت، درجه حرارت، اکسیژن محلول نسبت به نوسانات فصلی، فراواني زئوپلانکتوني را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Ferdous و Muktadir، ۲۰۰۹). هم‌چنین نوسانات پارامترهای غیرزیستی نظیر قلیائیت کل، نیترژن و فسفات کل، pH، اکسیژن محلول و درجه حرارت بر روی رشد زئوپلانکتون تاثیر می‌گذارد. فلاحي (۱۳۷۲) بیان نمود که میزان فراواني جمعیت زئوپلانکتوني تابعی از فاکتورهای مختلف از جمله درجه حرارت آب، اکسیژن محلول، مواد آلی و معدنی و فراواني جمعیت پلانکتوني 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 مؤثر 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، فراواني زئوپلانکتوني 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 فوق‌الذکر که دارای سهم بیش‌تری از جوامع زئوپلانکتوني در تالاب انزلی بوده است به‌خوبی منعکس‌کننده شرایط اکولوژیک تالاب انزلی و شاخص یوتروفی بوده است این جنس‌ها در مطالعه حاضر غالب بوده‌اند. هم‌چنین در مطالعات فلاحي و خداپرست (۱۳۷۸) جنس‌های *Anuraeopsis*، *Polyarthra*، *Keratella*، *Brachionus* در تالاب انزلی به‌خصوص مناطق هندخاله و تالاب غرب غالب می‌باشند که نشان‌دهنده وضعیت یوتروفیک تالاب است و تصدیق‌کننده نتایج این تحقیق است. مشاهدات فلاحي 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 آنتن‌برسران به شدت کاهش داشته‌اند. این شرایط در تالاب لنگور در سال

ایستگاه کرکان متغییر بوده و میانگین تراکم سالانه زئوپلانکتون در کل حوزه مورد مطالعه ۱۸۵/۵±۱۳۸۳ 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 این مطالعه با بررسی حاضر نشان می‌دهد که تراکم زئوپلانکتون افزایش یافته است. این محققین طی بررسی‌های خود در تالاب انزلی بیان نمودند شاخه *Rotatoria* بیش‌ترین فراواني را داشته و شاخه *Copepoda* در رده بعدی بوده است. بررسی سالانه شاخه‌های زئوپلانکتوني نشان داد که شاخه *Rotatoria* در سال‌های ۸۱-۱۳۸۰ بیش‌ترین میانگین فراواني را در حد 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 روگه‌ها را شامل شده می‌توان با مطالعات پیشین مقایسه نمود. میانگین تراکم زئوپلانکتون طی مطالعات فلاحي و خداپرست (۱۳۷۸) در تالاب غرب طی سال‌های ۱۳۷۱ الی ۱۳۷۵ حداکثر ۱۸۹۸ عدد در لیتر در ۱۳۷۵ بوده ولی در مطالعات فلاحي و همکاران (۱۳۹۵) بیش از ۲۰۰۰ عدد در کرکان (کومه آقاجانی) و در مطالعات کنونی کم‌تر از این مقدار بوده است. میرزاجانی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که از سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۱، تراکم روتیفرها به تدریج افزایش یافته به طوری که 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 آن‌که در بررسی‌های فلاحي 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. فلاحي و خداپرست (۱۳۷۸) در تحقیقات پنج‌ساله در تالاب انزلی از سال ۱۳۷۱ تا سال ۱۳۷۵ نشان دادند که حداقل و حداکثر میزان *Rotatoria* به ترتیب حدود ۳۸۱ و ۱۱۷۵ عدد در لیتر بوده است که این میزان بیش از رقمی بوده که در بررسی‌های فانو (۱۳۶۹) (به ترتیب ۵ و ۱۰۳ برای *Cladocera* و *Rotatoria* در حوضه غربی تالاب انزلی) ارائه گردیده است. حداقل و حداکثر تراکم *Cladocera* در تحقیقات فلاحي و خداپرست (۱۳۷۸) ۸ تا ۴۰ عدد و برای کوپه‌پودا ۱۱۲ تا ۲۳۳ بوده است. طبق گزارش میرزاجانی و همکاران (۱۳۸۸) فراواني *Copepoda* در سال‌های مورد بررسی در اکثر مناطق کم‌تر از ۱۵۰ عدد در لیتر و

می‌گردد. به طوری که ولادیمیرسکایا و کوراشووا (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 به علت عمق آب و ایستایی بیش‌تر بوده است. 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 به خود 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 به صورت 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

به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در تالاب انزلی نیز همانند سایر اکوسیستم‌های مشابه در جهان گروه‌های *Protozoa*، *Rotatoria*، *Copepoda* و *Cladocera* غالب بوده‌اند. از این میان گروه‌های زئوپلانکتونی شاخه‌های *Rotatoria* و *Protozoa* به ترتیب 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. به‌طور کلی با توجه به نتایج حاصله وضعیت کیفی آب تالاب انزلی یوتروف می‌باشد و غالبیت جنس‌های *Brachionus*، *Polyarthra* و *Kratella* نیز خود یوتروپی بودن تالاب را تأکید می‌نماید.

منابع

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

۱۳۸۹ نیز مشاهده شده است. ولادیمیرسکایا و کوراشووا (۱۳۵۷) بیان نمود که معمولاً در رودخانه‌ها و جریان‌های شدید آبی زئوپلانکتون کاهش می‌یابد و هنگامی که *Rotatoria* در رودخانه‌ها زیاد می‌شوند *Cladocera* کم‌کم ناپدید شده و با کاهش 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 به ترتیب بیش‌ترین مقدار را داشته است. شایان ذکر است که در تالاب انزلی در فصل تابستان در یک پیرو طولانی که ماکروфіتا 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 و کوراشووا (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 تأییدکننده این موضوع است بدین دلیل 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 به دلیل 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



۲. فائو. ۱۳۶۹. توان باروری تالاب انزلی و بررسی ذخائر ماهی در آن. معاونت تحقیقات و آموزش شیلات ایران، بندرانزلی. ۱۹ صفحه.
۳. فلاحي، 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. فلاحي، م. و خداپرست، س.ح.، ۱۳۷۸. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی تالاب انزلی. مرکز تحقیقات شیلات گیلان، بندر انزلی. ۱۱۳ صفحه.
۵. فلاحي، م.؛ مطلبی، ع.؛ سبک‌آرا، ج.؛ مکارمی، م.؛ خطیب، س.؛ خداپرست، س.ح.؛ میرزاجانی، ع.؛ ولی‌پور، ع.؛ خوشحال، ج.؛ زحمتکش، ی.؛ افشارچی، ح.؛ گل‌مروی، د.؛ قائمی، آ. و قدیری‌ایبانه، م.، ۱۳۹۵. گزارش نهایی طرح مطالعه ساختار زئوپلانکتونی تالاب انزلی. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۴۲ صفحه.
۶. مکارمی، م.؛ سبک‌آرا، ج.؛ محمدجانی، ط.؛ فلاحي، 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. مؤسسه 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.؛ فلاحي، م.؛ عبدالله‌پور، ح.؛ پورغلامی‌مقدم، ا.؛ مکارمی، م.؛ خداپرست، س.ح.؛ وطن‌دوست، م.؛ بابایی، ه.؛ عباسی، ک.؛ سبک‌آرا، ج.؛ دادای‌قندی، ع.؛ قانع‌سازانسرایبی، ا. و حسینجانی، ع.، ۱۳۸۸. بررسی لیمنولوژیکی تالاب انزلی بر مبنای مطالعات ده ساله با استفاده از سامانه جغرافیایی 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 and management of wetland ecosystems. Ecological Economics. Vol. 1, pp: 335-362.
۱۳. Ferdous, Z. and Muktedir, 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 Physicochemical 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 environment, human environment 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 sttes. 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: Ecology 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. Williams, L.G., 1966. Dominant planktonic rotifers of majorwater of the united states. Limnol oceanogr. 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 Ergönlü, 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.

