Archive of SID

بررسی تراکم و پراکنش پلانکتونی در دریاچه سد ماکو

جلیل سبک آرا و مرضیه مکارمی

j_sabkara@yahoo.com

موسسه تحقیقات شیلات ایران

بخش اکولوژی، مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر، بندر انزلی صندوق پستی: ۶۶

تاریخ دریافت : دی ۱۳۸۰ تاریخ پذیرش : دی ۱۳۸۱

چکیده

طبق مطالعات پلانکتونی انجام شده طی ۱۲ ماه نمونه‌برداری از اعماق مختلف دریاچهٔ سد ماکو در سال ۱۳۷۷، بیشترین تراکم فیتوپلانکتونی مربوط به فصل تابستان و حداکثر جمعیت زئوپلانکتونی مربوط به فصل پاییز می‌باشد.

غالبیت فیتوپلانکتونی در این سد مخزنی با شاخه کریزوفیتا بوده که ۷۶ درصد جمعیت سالانه را دارا بودند و نمونه‌های غالب آن گونهٔ *Synedra ulna* , *Diatoma vulgare* , *Cyclotella menenghiniana* می‌باشند. شاخه کلروفیتا با گونه‌های *Scenedesmus bijuga* و *S. bijugatus* در ردهٔ دوم قرار دارد. سایر شاخه‌های فیتوپلانکتونی که از درصد جمعیتی کمتری برخوردارند، عبارت از سیانوفیتا، با گونهٔ *Oscillatoria limosa*، اوگلنوفیتا با گونهٔ *Euglena sp.* و پیروفیتا با گونهٔ *Ceratium hirdinella* می‌باشند.

بیشترین جمعیت زئوپلانکتونی نیز مربوط به شاخه روتاتوریا با ۷۴ درصد جمعیت سالانه بوده پس از آن شاخه بندپایان قرار دارد. بیشترین جمعیت مشاهده شده زئوپلانکتونی مربوط به گونه‌های *Synchaeta oblonga*، *Polyarthera dolicopthera* و *Polyarthera vulgaris* از شاخه روتاتوریا و از شاخهٔ بندپایان، راستهٔ کلادوسرا گونهٔ *Daphnia longispina* و راستهٔ کوپه‌پودا با گونه‌های *Cyclops viridis* و *C. vicinus* در رده‌های بعدی هستند. مقایسه و آنالیز داده‌های بدست آمده نشان داده که تجمع پلانکتونها در لایه‌های سطحی آب بخصوص عمق ۵ متر بیشتر و در اعماق بالاتر از جمعیت آنها کاسته می‌گردد.

مشاهدات پلانکتونی و داده‌های فیزیکی و شیمیایی نیز بیانگر این مسئله است که این مخزن آبی دارای استعداد و گونه‌های مناسب پلانکتونی جهت تغذیه در مراحل لاروی بسیاری از ماهیان بوده، اما می‌بایست ماهی‌دار کردن این سد مخزنی با برنامه‌ریزی مناسب و با توجه به تولیدات پلانکتونی انجام گیرد که در نتیجه آن با کنترل وضعیت غذایی و جلوگیری از آلودگی و رشد و تکثیر ماهیان هرز و غیراقتصادی از ذخایر طبیعی این منبع آبی جهت افزایش تولید ماهیان با ارزش شیلاتی استفاده کرد.

لغات کلیدی: زئوپلانکتون، فیتوپلانکتون، سد مخزنی ماکو، ایران

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

سدهای مخزنی علاوه بر اهمیت اقتصادی اجتماعی از نظر اکولوژیک نیز بعنوان منابعی با ارزش در تولید ماهی بشمار می‌آیند. این مخازن بدلیل حجم بالای مواد غذایی محلول و بار مواد آلی وارده از حوضه آبریز، جزء سیستمهای باروری هستند که مواد غذایی جمعیت‌های متعدد جانوری را تأمین می‌کنند. وجود اجتماعات گیاهی، آبزیان، پرندگان، دوزیستان و خزندگان بدلیل امکانات حیاتی موجود، حکایت از ارزش بالای اینگونه منابع آبی دارد. صید انواع آبزیان که از مهمترین تولیدات شیلاتی سدهای مخزنی هستند، دارای ارزش اقتصادی زیادی برای روستاهای همجوار بوده، از اینرو همواره سعی مدیران شیلاتی بر این است که با ساماندهی استفاده از این نوع زیست‌بومها توانایی بالقوه تولید ماهی را در جهت توسعه ذخایر آن تقویت کنند (Balayut, 1983).

همراه با توسعه احداث سدها در اواخر دهه ۱۹۳۰ مطالعات این مخازن آبی با بررسی پلانکتونها، بنتوزها و ماهیان شروع و هدف از آن افزایش تولیدات ماهی در این دریاچه‌هابوده است (Wickliff & Roach, 1937) که این امر وابستگی تام به تولیدات اولیه (فیتوپلانکتونها) و تولیدات ثانویه (زئوپلانکتونها) دارد (Bennett, 1967).

سد مخزنی ماکو مشابه سایر تالابها و دریاچه‌ها زنجیره‌های غذایی متعددی دارد که حلقه اول آن مربوط به فیتوپلانکتونها است (Raymont, 1983). این موجودات در تمامی لایه‌های آب از سطح، تا عمیق‌ترین طبقات آن زیست می‌کنند (Vinogradov, 1976 ; Banse, 1964).

مطالعات هیدرولوژی و هیدروبیولوژی در محیطهای آبی سدها در ایران و جهان سابقه‌ای نسبتاً طولانی دارد، که بررسی پلانکتونی بخشی از این مطالعات محسوب می‌شود (صفایی، ۱۳۷۵ و محمداف، ۱۹۹۰). تاکنون هیچگونه مطالعه‌ای روی سد مخزنی ماکو انجام نشده، بهمین دلیل لازم بوده که تحقیقات مستمر و همه جانبه‌ای در زمینه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی آن صورت گیرد، در این بررسی، پراکنش، تراکم جمعیتی و تنوع پلانکتونها، همچنین نقش آنها در منابع غذایی ماهیان مشخص شده است. با انجام این مطالعات می‌توان به استعدادهای بالقوه این منبع آبی برای طرحهای تولیدی شیلاتی نظیر افزایش ذخایر ماهیان در این منطقه و احداث و توسعه کارگاههای پرورش ماهی دست یافت و از جمع‌بندی نتایج بدست آمده می‌توان در اجرای طرحهای ماهی دار کردن دریاچه سد بوسیله ماهیان پلانکتون خوار و سایر آبزیان با ارزش شیلاتی استفاده کرد.

www.SID.ir

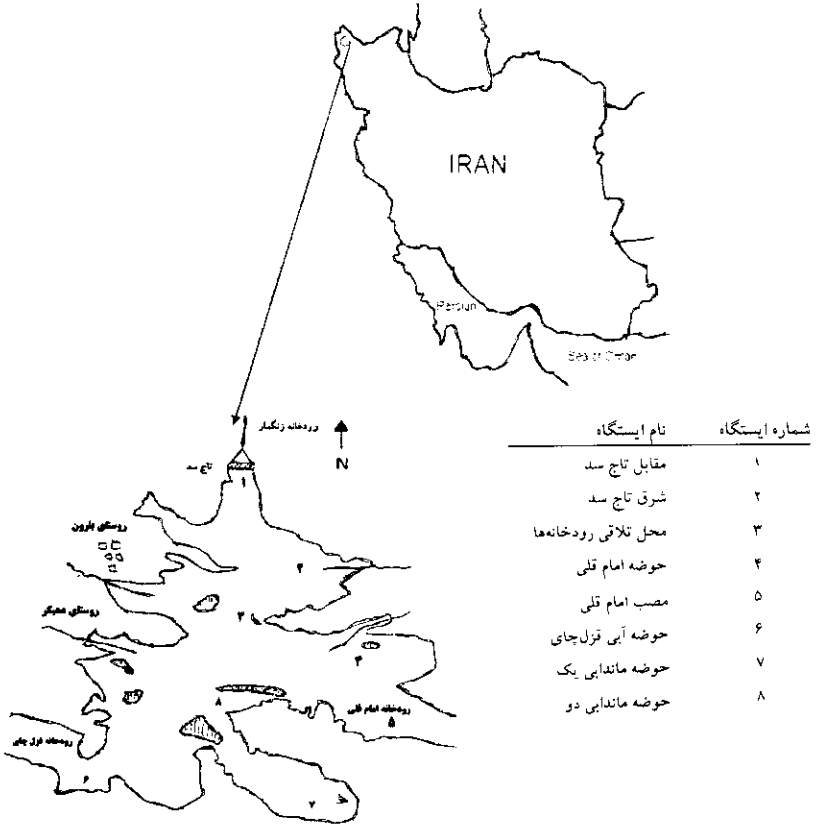
[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]

Archive of SID

مواد و روشها

دریاچه مخزنی ماکو در نتیجه احداث سد توسط سازمان آب در نزدیکی شهرستان ماکو ایجاد شده که عملیات اجرایی آن از سال ۱۳۶۶ شروع و در سال ۱۳۷۴ خاتمه یافته است. آب این سد از رودخانه‌های امام قلی، قزل چای، ودی بک تامین می‌گردد. طول دریاچه حدود ۵ کیلومتر، حداکثر عمق آن حدود ۳۰ متر و مساحت این مخزن آبی ۸۰۰ هکتار بوده که حدود ۱۵ هزار هکتار را تحت پوشش دارد. حجم مفید مخزن سد در تراز نرمال ۱۳۳ میلیون مترمکعب می‌باشد (مهاب قدس، ۱۳۷۵).

پس از مطالعات اولیه، هشت ایستگاه در دریاچه سد ماکو در نظر گرفته شد. موقعیت ایستگاههای مطالعاتی در شکل ۱ نشان داده شده است.



شماره ایستگاه	نام ایستگاه
۱	مقابل تاج سد
۲	شرق تاج سد
۳	محل تلاقی رودخانه‌ها
۴	حوضه امام قلی
۵	مصب امام قلی
۶	حوضه آبی قزل‌چای
۷	حوضه ماندابی یک
۸	حوضه ماندابی دو

شکل ۱: موقعیت ایستگاههای مطالعات پلانکتونی در دریاچه سد ماکو و رودخانه‌های ورودی آن

www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]

Archive of SID

نمونه‌برداری پلانکتونی بطور ماهانه طی سال ۱۳۷۷ انجام گرفت. نمونه‌برداری فیتوپلانکتونی بطور لایه‌ای و توسط روتنر از عمقهای مختلف هر ایستگاه انجام شد. همچنین در مصب رودخانه‌ها با توجه به عمق کم آب، از لوله پلیکا (P.V.C) استفاده شده است.

نمونه‌برداری زئوپلانکتونی نیز با توجه به موقعیت و عمق ایستگاهها صورت گرفت، بطوریکه در پیکره دریاچه سد توسط تور کمرشکن جد (J.,ed) و بشکل کشش عمودی از عمقهای مورد نظر (۰-۱۰، ۱۰-۲۰ و....) نمونه گرفته شد. در مصب رودخانه‌ها توسط لوله (P.V.C) طبق نمونه‌برداری فیتوپلانکتونی عمل کرده و در نهایت ۳۰ لیتر آب برداشت گردید و توسط تور پلانکتون فیلتر شد. نمونه‌ها با فرمالین ۴ درصد تثبیت و جهت مطالعه به آزمایشگاه منتقل گردیدند.

در آزمایشگاه نمونه‌های فیتوپلانکتونی بعد از همگن کردن توسط پیپت به محفظه‌های ۵ میلی لیتری منتقل و بعد از زمان کافی جهت رسوب، بوسیله میکروسکوپ اینورت بررسی شدند. نمونه‌های زئوپلانکتونی نیز بعد از تعیین حجم (عصاره آب فیلتر شده) مطابق روش فوق مورد بررسی قرار گرفتند.

نمونه‌برداری و بررسی تراکم جمعیتی پلانکتونها با استفاده از منابع زیر انجام گرفت : (Newell & Newell, 1977 ؛ Standard Method, 1989 ؛ Sorina, 1978 و Boney , 1989) و در شناسایی گونه‌های پلانکتونی از منابع (Prescott, 1962 ؛ Maosen, 1983 ؛ Edmonson, 1959 ؛ Prescott, 1970 ؛ Pontin, 1978 ؛ Tiffany & Britton, 1971 ؛ Kotykova, 1970 ؛ Krovichinsky & Smirnov, 1993 و Ruttner-Kolisko, 1974) استفاده شده است.

در نهایت تراکم پلانکتونی در مترمکعب در هر ایستگاه تعیین و در فرمهای اطلاعاتی شاخه‌بندی شده ثبت و تراکم شاخه و سرانجام تراکم کل محاسبه گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و ترسیم نمودارها از نرم‌افزارهای Quattro pro Version.6 و SPSS Version 9 استفاده گردید.

نتایج

طی مطالعات فیتوپلانکتونی در دریاچه سد ماکو مجموعاً ۴۸ جنس و ۵۵ گونه شناسایی شده

www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]

Archive of SID

است که ۲۱ جنس و ۲۲ گونه مربوط به شاخه کریزوفیتا، ۱۲ جنس و ۱۶ گونه مربوط به شاخه کلروفیتا، ۷ جنس و ۹ گونه مربوط سه شاخه سیانوفیتا، ۴ جنس و ۴ گونه مربوط به شاخه اوگلنوفیتا و ۴ جنس و ۴ گونه متعلق به شاخه پیروفیتا می‌باشند. بیشترین گونه‌های مشاهده شده مربوط به شاخهٔ کریزوفیتا (نمودار ۱) بود و غالبترین گونه از این شاخه که در تمام فصول سال به تعداد زیاد مشاهده شد، گونه *Cyclotella menenghiniana* است. سایر گونه‌های مهم این شاخه عبارت از *Synedra ulna*, *Pinnularia sp.*, *Navicula sp.*, *Nitzchia sp.*, *Diatoma vulgare*, *Melosira granulata* و *Gyrosigma sp.* می‌باشند. شاخه بعدی کلروفیتا بود. این شاخه از نظر جمعیت و تنوع در رده دوم اهمیت قرار داشت. گونه‌های غالب آن *Oocytis sp.* و *Chlamydomonas sp.* و از جنس *Scenedesmus* دو گونهٔ *S. bijuga* و *S. bijugatus* و همچنین گونه‌های *Cosmariume sp.* و *Quadrigula chodati* بوده‌اند. شاخه کریزوفیتا ۷۶ درصد جمعیت سالانه و شاخه کلروفیتا ۱۹ درصد این جمعیت را شامل می‌گردد. سایر شاخه‌ها درصد جمعیتی ناچیزی داشتند بطوریکه شاخه پیروفیتا ۳ درصد و شاخه‌های سیانوفیتا و اوگلنوفیتا یک درصد جمعیت سالانه فیتوپلانکتونی را در این منطقه داشتند. در تمامی فصول بیشترین فراوانی فیتوپلانکتونی مربوط به (ایستگاه ۱) مقابل تاج سد و (ایستگاه ۲) شرق تاج سد می‌باشد. میانگین بدست آمده از پراکنش شاخه‌های فیتوپلانکتونی در اعماق مختلف نشان می‌دهد که جمعیت فیتوپلانکتونی از بهار روند صعودی داشته و در تابستان به اوج خود می‌رسد. در پاییز با افت دما روند نزولی نشان داده و در نهایت در زمستان به حداقل مقدار خود می‌رسد (نمودار ۲).

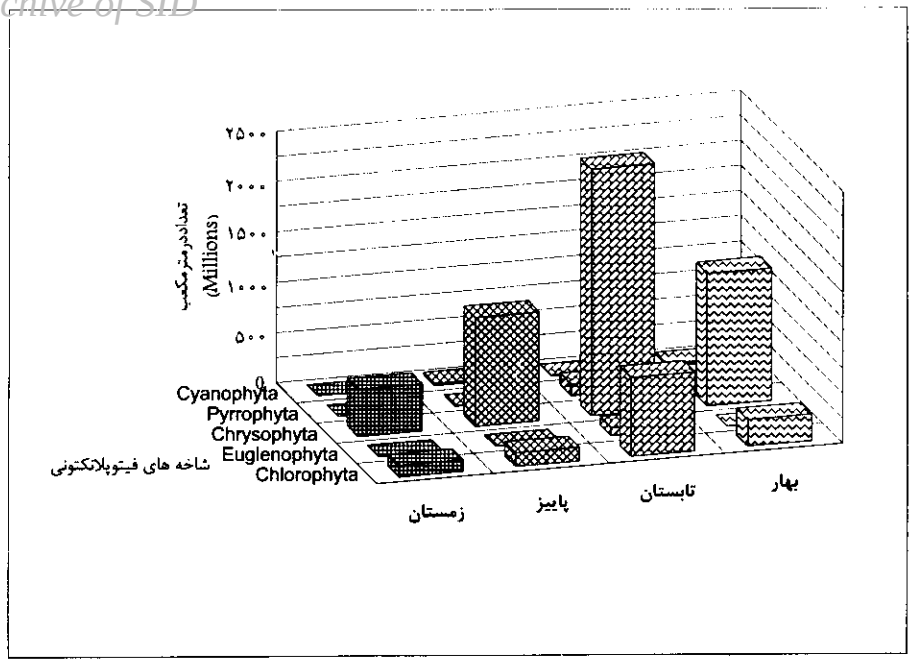
در فصل بهار نمونه غالب فیتوپلانکتونی مربوط به شاخه کریزوفیتا و گونه *Cyclotella menenghiniana* است. میانگین تراکم فصلی این شاخه $۱/۳\times۱۰^{۹}$ عدد در مترمکعب بود. شاخه کلروفیتا با گونه‌های *Scenedesnus bijuga*, *Chlamydomonas sp.*, *Oocystis sp.* و شاخه پیروفیتا با گونه‌های *Certium hirdinella*, *Peridinium sp.*, *Gymnodinium sp.* و شاخه سیانوفیتا با گونه‌های *O. tenuis* و *Oscillatoria limosa* در رده‌های بعدی قرار دارند.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]

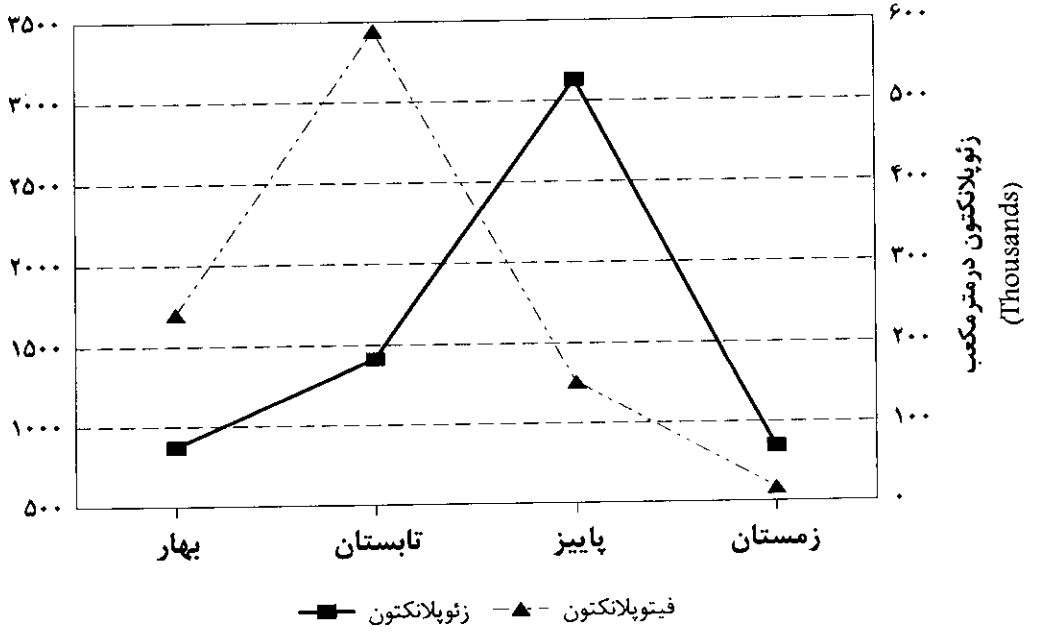
[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۱: فراوانی فیتوپلانکتونها در فصول مختلف دریاچه سد ماکو سال ۱۳۷۷



نمودار ۲: میانگین فراوانی پلانکتونها در فصول مختلف در دریاچه سد ماکو سال ۱۳۷۷

www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]

Archive of SID

جمعیت فیتوپلانکتونی در فصل تابستان به حداکثر رسیده و از روند تقریباً یکسانی برخوردار است. شاخه کریزوفیتا با گونه *Cyclotella menenghiniana* بیشترین فراوانی را داشته است. میانگین تراکم فصلی این شاخه $۲/۴\times۱۰^{۹}$ عدد در مترمکعب بوده است . جمعیت شاخه در کلروفیتا این فصل افزایش داشته و درصد فراوانی آن نزدیک به شاخه کریزوفیتا می‌باشد، گونه‌های *S. bijugatus* و *Scenedesmus bijuga* و *Oocystis sp.* در رده دوم قرار دارند. شاخه‌های اوگلنوفیتا، پیروفیتا و سیانوفیتا در این فصل دارای جمعیت کمی بوده‌اند.

در فصل پاییز جمعیت فیتوپلانکتونی نسبت به فصل تابستان کمتر و میزان آن با کاهش دما بتدریج کم می‌شود. در این فصل نیز گونه *Cyclotella menenghiniana* از شاخه کریزوفیتا غالب بوده و از گونه‌های مهم دیگر این شاخه *Melosira granulata* ، *Mallomonas sp.* ، *Navicula sp.* و *Nitzschia sp.* می‌باشند. میانگین تراکم فصلی این شاخه $۱/۱\times۱۰^{۹}$ عدد در مترمکعب است. شاخه کلروفیتا نیز پراکنشی مشابه تابستان داشت، سایر شاخه‌های پلانکتونی فراوانی کمی داشتند.

در این سال در فصل زمستان هوا مساعد بوده فقط در بهمن ماه بدلیل یخبندان سطح دریاچه، نمونه‌برداری انجام نگرفته است. شاخهٔ کریزوفیتا همچنان با گونه *Cyclotella menenghiniana* غالب بوده، سایر گونه‌های این شاخه عبارت از *Nitzschia sp.* و *Diatoma sp.* و *Synedra ulna* بوده‌اند. میانگین تراکم فصلی این شاخه $۰/۴۷\times۱۰^{۹}$ عدد در مترمکعب می‌باشد. شاخه کلروفیتا در این فصل نیز در مقام دوم قرار داشت اما نسبت به شاخه کریزوفیتا از جمعیت کمی برخوردار است، گونه‌های مهم آن *Oocystis sp.* و *Quadrigula chodati* بوده‌اند (نمودار ۱).

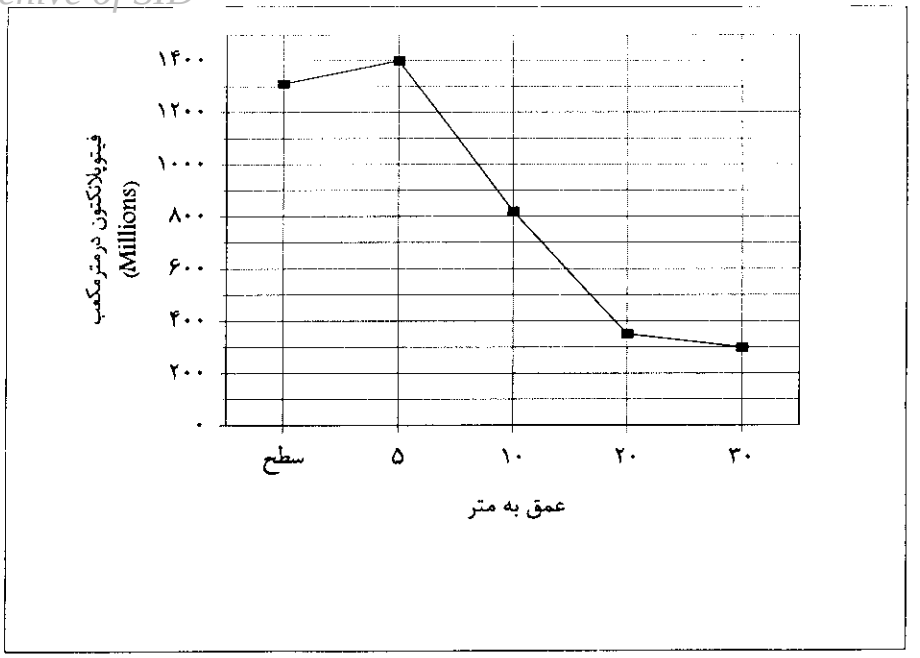
نتایج بدست آمده از آنالیز داده‌های فیتوپلانکتونی در لایه‌های مختلف بیانگر این مسئله است که بیشترین تجمع آنها در لایه‌های سطحی بدلیل نفوذ انرژی نورانی خورشید بخصوص در عمق ۵ متر بچشم می‌خورد. لایه‌های نزدیک به سطح (کمتراز ۰/۵ متر) بدلیل تابش اشعه‌های زیان‌آور نور خورشید، جمعیت کمتری دارند. لایه‌های عمیق‌تر (۱۰ ، ۲۰ و...) دارای جمعیت فیتوپلانکتونی کمتری هستند (نمودار ۳).

www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]

Archive of SID



نمودار ۳: رابطه عمق با جمعیت فیتوپلانکتونی دریاچه سد ماکو سال ۱۳۷۷

در مطالعات زئوپلانکتونی در مجموع ۳۳ جنس زئوپلانکتونی شناسایی شدند که در بین آنها ۱۲ جنس و گونه مربوط به شاخه تک‌یاخته‌ها (رده‌های سارکودینا و مژه‌داران)، ۱۷ جنس و گونه مربوط به شاخه روتاتوریا، از شاخهٔ بندپایان راسته‌های کوپه‌پودا (۲ جنس و ۴ گونه) و کلادوسرا (۲ جنس و ۲ گونه) وجود داشتند. همچنین از شاخه‌های کرمهای لوله‌ای و کرمهای پهن نیز نمونه‌هایی مشاهده شد.

زئوپلانکتون غالب مربوط به شاخه روتاتوریا بوده که ۷۴ درصد جمعیت سالانه زئوپلانکتونی را در این منطقه تشکیل می‌دهد. شاخه بندپایان راسته کوپه‌پودا و مرحله ناپلیوسی آنها در رده بعدی قرار دارد که حدود ۱۶ درصد جمعیت سالانه زئوپلانکتونی را در این منطقه دارا است. از همین شاخه، راسته کلادوسرا با ۷ درصد و شاخه تک‌یاخته‌ها، رده مژه‌داران با ۲ درصد جمعیت سالانه از مهمترین زئوپلانکتونهای این منطقه در طول سال بوده‌اند. رده تاژکداران از شاخه تک‌یاخته‌ها جمعیت کمی نشان داده است. میانگین بدست آمده از پراکنش گروههای زئوپلانکتونی در اعماق مختلف نشان داده که جمعیت زئوپلانکتونی از بهار روند صعودی داشته که در پاییز به اوج خود رسیده و در زمستان سیر نزولی نشان می‌دهد.

www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]

Archive of SID

نمونه غالب زئوپلانکتونی در تمامی ایستگاههای این منطقه در فصل بهار شاخه روتاتوریا وگونه *Synchaeta sp.* می‌باشد. میانگین تراکم این شاخه در فصل بهار ۴۳۴۷۱ عدد در مترمکعب بوده است. از شاخه بندپایان راسته کلادوسرا با گونه *Daphnia longispina* و مرحله جنینی آن و راسته کوپه‌پودا در فصل بهار جمعیت ناچیزی داشت. بیشترین فراوانی زئوپلانکتونی در فصل بهار در (ایستگاه ۴) حوضه آبی امام قلی بوده است.

در فصل تابستان جمعیت *Daphnia longispina* در اکثر ایستگاهها قابل توجه بوده و راسته کوپه‌پودا نیز با گونه‌های *Cyclops vicinus* و *C. viridis* جمعیت بالایی داشت. اما در این فصل هم غالبیت با شاخه روتاتوریا بوده بطوریکه گونه‌های *Pedalia (Hexarthera) sp.*، *P. vulgaris* و *P. dolicopthera* بیشترین تعداد را داشته‌اند. میانگین جمعیت این شاخه در این فصل ۱۴۸۴۸۴ عدد در مترمکعب است. ایستگاه ۵ مصب امام قلی از بالاترین جمعیت زئوپلانکتونی در این فصل برخوردار می‌باشد.

جمعیت زئوپلانکتونی در پاییز به حداکثر رسیده و شاخه روتاتوریا در این فصل نیز از بیشترین جمعیت برخوردار است، گونه‌های *Polyarthera vulgaris* و *Filinia longiseta* و *Asplanchna priodenta* بالاترین فراوانی را داشته‌اند. میانگین تراکم فصلی این شاخه ۳۹۲۵۴۱ عدد در مترمکعب می‌باشد. راسته کوپه‌پودا در این فصل افزایش جمعیت داشته ولی راسته کلادوسرا فراوانی کمتری نشان داده است. در این فصل (ایستگاه ۶) گلوگاه حوضه آبی قزل چای بالاترین جمعیت را نشان داده است.

نتایج بدست آمده در فصل زمستان حاکی از اینست که شاخه روتاتوریا نمونه غالب با گونه‌های *Synchaeta sp.*، *P. vulgaris* و *P. dolicopthera* و *Asplanchna priodenta* می‌باشد. گونه *Keratella cochlearis* نیز در بعضی از ایستگاهها جمعیت قابل ملاحظه‌ای دارد. میانگین تراکم فصلی این شاخه ۴۹۲۹۷ عدد در مترمکعب می‌باشد. راسته‌های کوپه‌پودا با گونه‌های *Cyclops vicinus* و *C. viridis* و کلادوسرا با گونه *Daphnia longispina* در رتبه‌های بعدی هستند (نمودار ۴). در این فصل حوضه ماندابی یک بیشترین فراوانی را دارا بوده است.

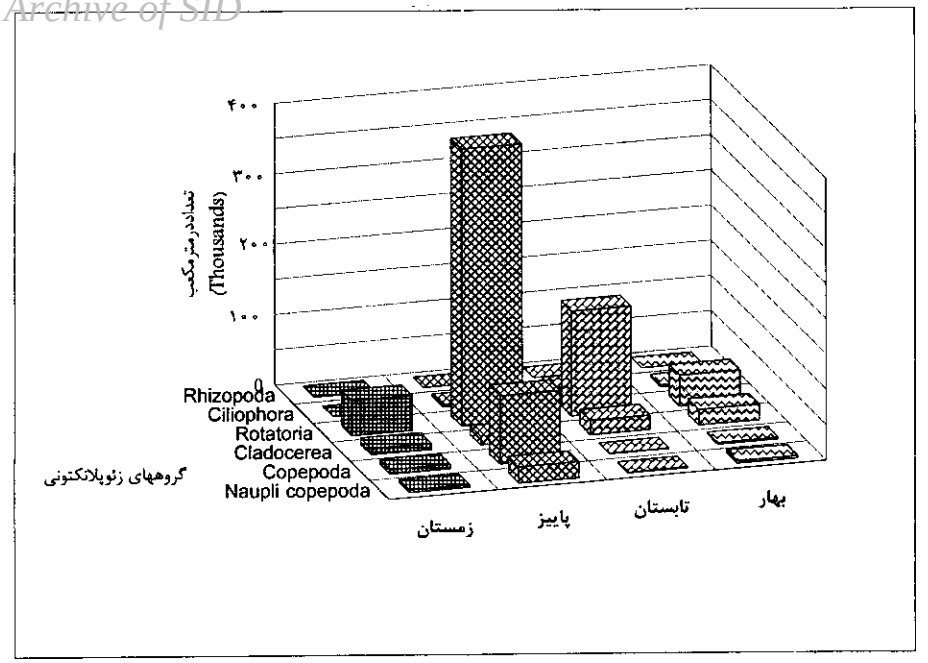
نتایج بدست آمده از آنالیز داده‌های زئوپلانکتونی نشان داده که بیشترین تراکم زئوپلانکتونی مربوط به عمق سطح صفر تا ۱۰ متر بوده و در اعماق بالاتر (۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ متر) از تراکم زئوپلانکتونها کاسته می‌گردد (نمودار ۵).

www.SID.ir

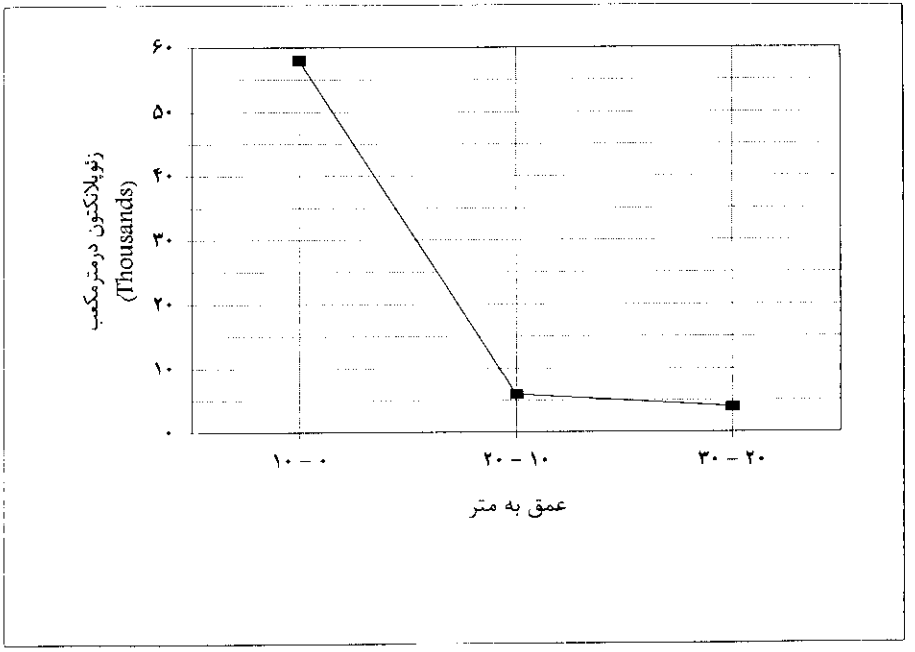
[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]

Archive of SID



نمودار ۴: فراوانی زئوپلانکتونها در فصول مختلف در دریاچه سد ماکو سال ۱۳۷۷



نمودار ۵: ارابطه عمق با جمعیت زئوپلانکتونها دریاچه سد ماکو سال ۱۳۷۷

www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]

Archive of SID

بحث

پلانکتونها از مهم‌ترین عناصر هر اکوسیستم بوده که بر رژیم هیدروبیولوژیک منابع آبی تاثیر عمده‌ای دارند. بررسیهای کمی و کیفی انجام شده در این منابع در مورد تولیدات اولیه و ثانویه، به اهمیت پلانکتونها در خودپالایی منابع در ارتباط با میزان آلودگیهای آلی و تحقیقات در مورد آنها با شناسایی گونه‌های شاخص برای تعیین وضعیت آلودگی، همچنین نقش آنها در تغذیه بچه ماهیان مشخص است (محمداف، ۱۹۹۰).

نتایج بدست آمده از مطالعات انجام یافته نشان داد که جلبکهای سبز، زرد (شاخه کریزوفیتا) بیشترین گروههای فیتوپلانکتونی را تشکیل داده و بیشترین نمونه مشاهده شده در بررسیهای تغذیه ماهیان صید شده در این سد مخزنی هستند (عبدالملکی، ۱۳۷۹) و گونه غالب آن *Cyclotella menenghiniana* بوده است. این گونه، قرصی شکل و نمونه‌ای حاشیه‌نشین (لیتورال) و دمای مناسب برای آن ۹ تا ۱۱ درجه سانتی‌گراد است، اما در دمای بالا نیز بخوبی رشد کرده و طیف وسیعی از دریاچه‌های الیگوتروف و یوتروف را اشغال می‌نماید که این نمایانگر کیفیت خوب زیستی آب می‌باشد (مهندسین مشاوریکم، ۱۳۶۷).

رژیم حرارتی آب دریاچهٔ سد ماکو تابع شرایط محیط است بنحوی که این تغییرات حرارت در فصل بهار با میانگین ۱۵ درجهٔ سانتیگراد که در فصل تابستان به میانگین ۲۴ درجهٔ سانتیگراد می‌رسد، کاهش درجهٔ حرارت آب دریاچه در پاییز با میانگین ۱۱ درجهٔ سانتیگراد و در فصل زمستان با میانگین ۲/۵ درجهٔ سانتیگراد و گاهی به (زیر صفر) نیز می‌رسد که یخبندان دریاچه را درپی دارد. در این راستا تغییرات ستونی آب دریاچه در فصول مختلف سال به تبعیت از دمای هوا و شرایط باد متغیر است (عبدالملکی، ۱۳۷۹).

با توجه به تشکیل طبقهٔ حرارتی در اوایل تابستان در ایستگاههای نزدیک به تاج سد، دمای آبهای نزدیک به سطح حدود درجه حرارت اتمسفر (۲۷ درجهٔ سانتیگراد) بوده که با افزایش عمق بتدریج کاهش می‌یابد بطوریکه در عمق ۱۰ متر بحدود ۲۳ درجهٔ سانتیگراد (لایهٔ اپی‌لیمنیون) رسیده و پس از آن دما با افزایش عمق بسرعت کاهش می‌یابد، بطوریکه در عمق ۲۰ متر بحدود ۱۴ درجه سانتیگراد می‌رسد که منطقه آبهای ترموکلاین (شکست حرارتی) می‌باشد. بخش زیرین آن نیز (هیپولیمنیون) تا عمق حدود ۲۸ متر با دمای حدود ۱۳ درجهٔ سانتیگراد ثابت است

www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]

Archive of SID

(عبدالملکی، ۱۳۷۹). ترموکلاین از اختلاط دو لایهٔ نامبرده جلوگیری کرده و جابجایی آن در طول تابستان به سمت نواحی عمیقتر (بالاتر از ۲۰ متر) ادامه می‌یابد. در این حالت در اپی‌لیمنیون مواد بیوژن و در هیپولیمنیون اکسیژن کم شده و فعل و انفعالات به سمت بی‌هوازی هدایت می‌گردد (ملکی‌شمالی، ۱۳۷۷).

بانی در سال ۱۳۷۵ در بررسی ترکیب فیتوپلانکتونی حاصل از کوددهی در استخرهای پرورشی به این نتیجه رسید که تنوع و تراکم جوامع فیتوپلانکتونی با رژیم هیدروشیمیایی آب رابطه مستقیم دارد و هرگونه تغییر در خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب مستقیماً روی این جوامع تاثیر می‌گذارد. در زمان اوج فراوانی فیتوپلانکتونها مقادیر مواد بیوژن کاهش می‌یابد. این ارتباطات می‌تواند بیانگر مصرف شدن این مواد توسط فیتوپلانکتونها باشد.

در بررسی انجام گرفته، منطقه دریاچه سد مناسبترین مکان از لحاظ عمق و دما و تجمع مواد آلی جهت رشد و تکثیر فیتوپلانکتونها بوده و اطلاعات فیزیکی و شیمیایی بدست آمده نیز بیانگر این مسئله است. در این منطقه جمعیت فیتوپلانکتونها از فصل بهار تا فصل تابستان روند افزایشی نشان داده و بمرور در فصل پاییز با سرد شدن تدریجی هوا از جمعیت فیتوپلانکتونها کاسته شده و در اسفند ماه به حداقل مقدار خود می‌رسد.

در ماههای خرداد و تیر به دلیل بالا رفتن درجه حرارت محیط و آب شاخه کلروفیتا با گونه‌های *S. bijuga* و *S. bijugatus* و *Oocystis sp.* افزایش جمعیتی نزدیک به شاخه کریزوفیتا نشان داده است. اعضای شاخه سیانوفیتا معمولاً در دمای بالا رشد می‌کنند (Sze, 1986)، اما در مطالعات انجام شده این شاخه جمعیت ناچیزی نشان داده است، که بیشترین تراکم آن در آبان ماه و در منطقه خروجی دریاچه سد می‌باشد. یکی از دلایل کم بودن میزان جمعیت این شاخه می‌تواند بالا بودن آمونیاک و نیترات طبق داده‌های شیمیایی آب (عبدالملکی، ۱۳۷۹) در محوطه دریاچه سد باشد، که معمولاً باعث افزایش جمعیت کریزوفیتا می‌گردد. این مسئله سبب کمبود شاخه سیانوفیتا شده که خود تثبیت‌کننده ازت هستند (فلاحی، ۱۳۷۸).

اهمیت زئوپلانکتونها را در بررسیهای پلانکتونی انجام گرفته در دریاچه سد ماکو و رودخانه‌های ورودی می‌توان در تغذیه لارو بچه ماهیان، همچنین تعدادی از نمونه‌های بالغ ماهیان هرز در نظر گرفت. محمداف در سال ۱۹۹۰ اهمیت زئوپلانکتونها را در یک دوره کوتاه

www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]

Archive of SID

بهاره، تابستانه که مورد تغذیه تمامی بچه ماهیان قرار می‌گیرند، می‌داند. او در بررسی تغذیه بچه ماهیان کپور در دریاچه سد ارس به این نتیجه رسید که زئوپلانکتونها (۹۸ درصد) غذای آنها را تشکیل می‌دهند حداکثر تنوع زئوپلانکتونی در اواخر بهار و اوایل فصل تابستان و حداقل آن مربوط به فصل زمستان بوده و حداکثر تنوع با اوج پرآبی نیز هم زمان است.

مطالعات زئوپلانکتونی در دریاچه سد ماکو نشان داده است که شاخه روتاتوریا از نظر تنوع و فراوانی غالبیت دارند که از این میان گونه‌های *Synchaeta sp.* در فصل بهار، گونه‌های *P. vulgaris* و *Polyarthera longiseta* و *Pedalia (Hexarthera) sp.*، گونه‌های *Asplanchna priodenta* و *A. brightwelli* و *Keratella cochlearis* در تابستان و پاییز دیده شده‌اند. گونه‌های نامبرده گرمادوست بوده و در فصل زمستان جمعیت کمتری دارند. حضور گسترده و فراوانی جمعیت جنسهای *Polyarthera* و *Keratella* می‌تواند بیانگر یوتروف بودن منطقه باشد. Williams در سال ۱۹۶۶ و Beach در سال ۱۹۶۰ بیان نمودند که گونه‌های *Brachionus sp.*، *Keratella sp.* و *Polyarthera sp.* شاخص وضع یوتروفیک آب هستند. از اواسط زمستان مجدداً جمعیت *Synchaeta* افزایش می‌یابد.

Oltera و Miracle در سال ۱۹۹۲ در بررسیهای خود روی تالاب Albufera بیان کردند که *Synchaeta oblonga* در فصل زمستان ظاهر می‌گردد. ولادیمیرسکایا و کوروشووا در سال ۱۹۷۸ بیان نمودند که نور و دما روی قابلیت تولیدات فیتوپلانکتونها اثرات کاملاً مشخصی دارند. تولید فیتوپلانکتونها نیز بنوبه خود بر رشد و فراوانی زئوپلانکتونها موثر است. آنها طی بررسیهای خود به این نتیجه رسیدند که، معمولاً در تابستان و با افزایش بارندگی جمعیت روتیفرها افزایش می‌یابد. از طرفی Hutchinson درسال ۱۹۷۰ به این نتیجه رسید که ازت، فسفات، آهن، کلراید و درجهٔ حرارت ۱۸ تا ۲۵ درجه سانتیگراد در یک جریان آب آرام و با بار آلی مناسب به میزان زیادی در رشد روتیفرها مؤثر می‌باشد.

راسته‌های کوپه‌پودا از شاخه بندپایان با گونه‌های *C. vicinus* و *C. viridis* و *Cyclops sp.* بهمراه Naupli آنها، و از راسته کلادوسرا گونه *Daphnia longispina* بهمراه مرحله جنینی آن که در تمام طول سال در منطقه دریاچه سد مشاهده می‌شوند، در ماههای اردیبهشت و خرداد و اوایل تیر ماه با شرایط دمای مناسب، جمعیت آنها به حداکثر می‌رسد، اما با توجه به

www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]

Archive of SID

اهمیت کلادوسرا در تغذیهٔ لارو ماهیان در تابستان جمعیت این راسته کاهش نشان داده و در فصول پاییز و زمستان با کم شدن دمای آب جمعیت روند نزولی دارد. زنکوویچ در سال ۱۳۵۴ بیان می‌دارد با کم شدن دمای آب شرایط زندگی برای کلادوسرا نامطلوب می‌گردد.

مقایسه نتایج بدست آمده در ایستگاههای مختلف دریاچه سد نشان داده که تراکم زئوپلانکتونها از بالا به پایین، در محور طولی و لایه‌های سطحی بمراتب بیشتر و با زیاد شدن عمق، از مقدار آنها کاسته می‌گردد. مطالعهٔ زئوپلانکتونهای دریاچه سد ارس توسط مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان (سبک آرا، ۱۳۷۴) و جمهوری نخجوان بوسیله (محمداف، ۱۹۹۰) نشان داد که حداکثر تراکم جمعیتی زئوپلانکتونی بطور میانگین ۲۷۸۷۰۸ عدد در مترمکعب در طول سال در لایه‌های سطحی تا ۱۰ متر مشاهده شده که در اعماق بالاتر از تراکم آنها کاسته می‌گردد.

پراکنش عمودی زئوپلانکتونها در سد مخزنی ماکو ناموزون است. قسمت اعظم جمعیت زئوپلانکتونی در لایه ۱۰ متر بالایی وجود دارند (حدود ۸۰ درصد)، و از آنجا که حدود نیمی از مساحت مخزن آبی عمقی کمتر از ۱۰ متر دارد، بنابراین در فصول گرم سال حدود ۹۵ درصد زئوپلانکتونها در اعماق تا ۱۰ متر و بیش از نیمی از آنها تا عمق ۲ متری دیده می‌شوند که محل تجمع بچه ماهیان می‌باشد. زئوپلانکتونها از اواسط اردیبهشت و خرداد و تا نیمه اول تیر ماه که مورد تغذیه لارو ماهیان قرار می‌گیرند، دارای بیشترین اهمیت شیلاتی هستند. دینامیک تولیدات و ویژگی و اندازه زئوپلانکتونها در این مخزن آبی برای تغذیه بچه ماهیان مساعد است. بیشترین فراوانی زئوپلانکتونها نیز همزمان با دوره حداکثر مقدار لارو بچه ماهیان که از آنها تغذیه می‌کنند، می‌باشد. از نیمه دوم تیر ماه مصرف زئوپلانکتونها کاهش می‌یابد. رکود تابستانی و کاهش حجم کل مخزن آبی موجب کاهش تولید زئوپلانکتونها شده، اما با برگشت آب در پاییز که مواد محلول دو باره بطور یکنواخت در دریاچه پخش می‌شوند و با تابش نور خورشید، تولیدات (اولیه و ثانویه) دوباره برقرار شده، در نهایت با پایین آمدن درجه حرارت آب در اواخر پاییز و در فصل زمستان، میزان تولید زئوپلانکتونهانیز کاهش می‌یابد.

آنالیز واریانس یکطرفه براساس نتایج بدست آمده برای عمق و فراوانی پلانکتونها براساس توکی HSD و LSD تفاوت معنی‌دار آماری نشان می‌دهد. همچنین مقایسه فراوانی زئوپلانکتونها در اعماق مختلف نشان می‌دهد که با افزایش عمق از تعداد آنها کاسته می‌گردد.

www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]

Archive of SID

مشاهدات پلانکتونی و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی بدست آمده بیانگر این مسئله است که این مخزن آبی دارای استعداد و گونه‌های مناسب پلانکتونی جهت تغذیه ماهیان با ارزش و سایر آبزیان می‌باشد. اما با توجه به موقعیت این سد مخزنی که در فصول مختلف سال اختلاف درجه حرارت آب و هوایی در آن بسیار چشمگیر است، مسلماً این موضوع از نظر بیولوژیکی بسیار مهم می‌باشد، زیرا موجودات آبزی محدودی می‌توانند چنین اختلاف دمای زیاد را در فصلهای مختلف سال تحمل نموده و با شرایط هیدرولوژی چنین دریاچه‌ای سازگاری یابند. در حال حاضر ترکیب جمعیتی ماهیان در این محیط آبی محدود به چند گونه بوده که بیشتر آن را سیاه ماهیان تشکیل می‌دهند، بررسیهای تغذیه‌ای این ماهی نیز نشان داده که دیتریت خوار و پلانکتون خوار است (عبدالملکی، ۱۳۷۹). از اینرو فعالیتهای پرورش ماهی در دریاچه سد نیاز به بررسیهای هیدرولوژی و هیدروبیولوژیک دقیق داشته که مطالعات حاضر بعنوان اولین گام محسوب می‌شوند. بطور کلی می‌توان گفت که ماهیان علفخوار و پلانکتون‌خوار که شرایط زیستی آنها با وضعیت طبیعی دریاچه مطابقت داشته باشد و همچنین ماهیهایی که از موجودات کفزی استفاده می‌کنند، مثل ماهی کپور را می‌شود در کنار گونه‌های موجود پرورش داد که اینکار منوط به برنامه‌های کنترلی در داخل محیط آبی و کنترل عوامل یوتروفی در داخل حوضه آبی و برنامه‌ریزیهای دقیق مدیریتی و انتخاب گزینه‌های لازم برای دسترسی به کاهش میزان مواد مغذی در طول مسیر و داخل آبخیز است. تمامی روشهای کنترلی و ارجحیت‌طلبی گزینه‌ها به ارزیابی اقتصادی اجرای برنامه وابسته می‌باشد.

تشکر و قدردانی

از مدیران محترم مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان، دکتر شعبانعلی نظامی که مطالعات تفضیلی دریاچه‌های سد ماکو و مهاباد را برای مرکز تحقیقات گیلان قبول کردند و دکتر محمد پیری بخاطر فراهم آوردن تسهیلات لازم برای اجرای پروژه و معاونت تحقیقاتی، مهندس دانش و مسئول بخش بوم‌شناسی مهندس میرزاجانی جهت راهنمایهای علمی و ویرایش مقاله، همچنین کلیه همکاران آزمایشگاه پلانکتون در بررسی نمونه‌ها، خانمها مهندس طاهره محمدجانی، مهندس عذرا حیدری، و آقای حسین اولاد ربیعی که زحمت نمونه‌برداریها و آماده‌سازی آنها را

www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]

Archive of SID

بعهده داشتند و خانم فریبا مددی جهت تایپ مقاله سپاسگزاریم.

منابع

بانی، ع. ، ۱۳۷۵. بررسی ترکیب فیتوپلانکتونی حاصل از انواع کودها در استخرهای پرورش ماهیان گرم آبی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. صفحات ۸۵ تا ۸۷.

زنکوویچ، ل. ، ۱۹۵۴. زندگی حیوانات. ترجمه: ح. فرپور. جلد ۱ و۲. شورای پژوهشی کشور.

سبک آرا، ج. ، ۱۳۷۴. گزارش پلانکتونی دریاچه سد ارس و حوزه آبریز. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۸۱ صفحه.

صفایی، س. ، ۱۳۷۵. گزارش نهایی بررسی جامع شیلاتی دریاچه سد ارس. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۲۰۱ صفحه.

عبدالملکی، ش. ، ۱۳۷۹. گزارش نهایی‌مطالعات تفضیلی سدهای ماکو و مهاباد. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۱۵۶ صفحه.

فلاحی، م. ، ۱۳۷۸. گزارش پلانکتونی پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی تالاب انزلی. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۱۲۱ صفحه.

محمداف، ر.ا. ، ۱۹۹۰. زئوپلانکتونهای مخزن آبی نخجوان. انتشارات منیسک، روسیه. ترجمه: یونس عادلی. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۳۸ صفحه.

مهاب قدس، ۱۳۷۵. سد مخزنی ماکو. بروشور سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان غربی.

ملکی شمالی، م.م. ، ۱۳۷۷. گزارش آبشناسی دریاچه سد مهاباد. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. صفحات ۳۳ تا ۴۷.

مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۷. مطالعات گام اول طرح جامع احیا تالاب انزلی. جلد هفتم. لیمنولوژی جهاد سازندگی، کمیته امور آب.

ولادیمیرسکایا، ا. و کوراشووا، ا. ، ۱۹۷۸. تحقیق و مطالعه موجودات پلانکتونی از طرف گروه کارشناسان اتحاد جماهیر شوروی سابق در تالاب انزلی، رودخانه‌ها و قسمتهای جنوبی دریای خزر، ایران، بندرانزلی. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست.

American Public Health, 1989. Standard method for the examination of water and

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]
www.SID.ir

Archive of SID

waste water. 1193 P.

Balayut, E.A. , 1983. Stocking and introduction of fish in lakes and reservoirs in the ASEAN countries. FAO technical paper No. 236. FAO, Rome, 82 P.

Banse, K. , 1964. Progress in, Oceanography, 2. Pergamon Press, Oxford. pp.52-125.

Beach, N.W. , 1960. A study of the planktonic rotifers of the ocupeoc river system Presque Isle country, Michigan. U.S.A. pp.39-57.

Bennett, G.W. , 1967. Management of artificial lakes and ponds. Reinhold publish corporation, New York. U.S.A. 283 P.

Boney , A.D. , 1989. Phytoplankton. Edward Annoid. British Library Cataloguing Publication data. 118 P.

Edmondson, W.T. , 1959. Fresh water biology. New York, London. John Wiley and Sons Inc. 1248 P.

Hutchinson, E.A. , 1970. A study of planktonic Rotifer of river Ganard, Essex, Ontario, M.S.C. Thesis University of Windsor, Ontario, Canada.

Kotyova , L.A. , 1970. Eurotatoria. 743 P.

Krovchinsky, N. and Smirnov, N. , 1994. Introduction of cladocera. Universitiet Gent. 129 P.

Maosen, H. , 1983. Fresh water plankton Illustration. Agriculture publishing house. 85 P.

Newell, G.E. and Newell, K.C. , 1977. Marin plankton, Hutchinson and Co., London. U.K. 242 P.

Oltra, R. and Miracle, M.R. , 1992. Seasonal succession of zooplankton population in the hypertrophic lagoon albufera of Valencia (Spain). Arch. Hydrobiel. No. 124. 2, pp.187-204.

Pontin, R.M. , 1978. A key to the fresh water planktonic and semiplanktonic rotifera

www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]

Archive of SID

of the British Isles. Titus Wilson and Son. Ltd. 178 P.

Presscot, G.W. , 1962. Algae of the western great lakes area. Vol 1,2,3. W.M.C. Brown company publishing, Iowa, U.S.A. 933 P.

Presscot, G.W. , 1970. The fresh water algae. W.M.C. Brown company publishing, Iowa. U.S.A. 348 P.

Raymont John, E.G. , 1983. Plankton and productivity in the oceans. Vol 2. Zooplankton.

Ruttner-Kolisko, A. , 1974. Plankton rotifers, biology and taxonomy, Austrian Academy of Science. 147 P.

Sorina, A. , 1978. Phytoplankton manual, United Nations Educational, Scientific and Culture Organization. 337 P.

Sze, P. , 1986. A biology of the algae. W.M.C. Brown Publishers. 251 P.

Tiffany, L.H. and Britton, M.E. , 1971. The algae of Illinois. Hanfer Publishing Company, New York, U.S.A. 407 P.

Vinogradov, M.E. , 1976. Biological oceanogrphy of the Northen Pacific Ocean. Idemitsu shoten, Tokyo. Japan. pp.333-340.

Wickliff, E.L. and Roach, L.S. , 1937. Am. Fish. Soc. Trans. Vol. 66, pp.78-86.

Williams, L.G. , 1966. Dominant Planktonic rotifers of major water ways of the United States Limonal oceanography. pp.83-91.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.2.4.5]

www.SID.ir