

## بررسی وضعیت فیزیکوشیمیایی و فیتوپلانکتونی آب در دریاچه سد ارسباران

علی عابدینی<sup>۱</sup> و \* سیدمحمد صلواتیان<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، بندرانزلی، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۱۱

### چکیده

بررسی لیمنولوژیک دریاچه سد مخزنی ارسباران در استان آذربایجان شرقی با اهداف آبی‌پروری انجام گرفت. نمونه‌برداری از پارامترهای هیدروشیمی و نمونه‌های فیتوپلانکتونی در سال ۱۳۸۹ سه بار انجام گرفت. به‌طورکلی ۳۷ جنس از ۶ شاخه شامل، جلبک‌های سبز Chlorophyta، جلبک‌های سبز-آبی Cyanophyta، دیاتومه‌ها Bacillariophyta، اوگلنوفیتا Euglenophyta، پیروفیتا Pyrrophyta و کریزوفیتا Chrysophyta شناسایی شدند. از بین شاخه‌های بررسی شده، شاخه جلبک‌های سبز با ۱۴ جنس بیش‌ترین تعداد جنس‌های فیتوپلانکتونی را به خود اختصاص داده بودند. از سایر شاخه‌های فیتوپلانکتونی به‌ترتیب ۶، ۱۲، ۲، ۱ و ۱ جنس شناسایی شدند. سیانوفیتا بیش‌ترین میانگین فراوانی را داشته که حدود ۲۳/۵ میلیون سلول در لیتر و ۷۲ درصد کل فیتوپلانکتون‌ها بودند. شاخه باسیلاریوفیتا با جنس‌های *Cyclotella*، *Achnanthes* و *Synedra* در رتبه دوم قرار داشت که ۲۲ درصد فراوانی فیتوپلانکتونی را نیز شامل شده است. فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف اختلاف معنی‌دار آماری ( $P < 0/05$ ) داشته، در حالی‌که فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در اعماق مختلف هیچ اختلاف معنی‌دار آماری نداشتند ( $P < 0/05$ ). میانگین مقادیر هدایت الکتریکی (Ec)، دما، اکسیژن محلول و pH به‌ترتیب از ۷۱۷ تا ۱۰۷۳ میکروزیمنس، ۶/۸ تا ۲۴/۴ درجه سانتی‌گراد، از ۱/۱-۱۲/۸ میلی‌گرم در لیتر و از ۷/۶۲ تا ۸/۷۵ متغیر بود. لایه‌بندی حرارتی و اکسیژنی در ناحیه ایستگاه یک در عمق ۱۰ متری دریاچه در خرداد ۱۳۸۹ مشاهده گردید.

**واژه‌های کلیدی:** دریاچه سد ارسباران، فیتوپلانکتون، فیزیکوشیمیایی

### مقدمه

شیمیایی و عوامل زنده (تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان و تجزیه‌کنندگان) بوده که ارتباط اکولوژیک پیچیده‌ای بین آن‌ها وجود دارد. فیتوپلانکتون‌ها به‌عنوان تولیدات اولیه یکی دیگر از حلقه‌های زنجیره غذایی در اکوسیستم‌های آبی بوده که به‌طور دائم در منابع مختلف آبی حضور فعال داشته و توسط دیگر اعضاء زنجیره غذایی از جمله زئوپلانکتون‌ها و نکتون‌ها مصرف می‌شوند (Balayut, ۱۹۸۳).

منابع آبی ساکن نظیر سدهای مخزنی علاوه بر اهمیت اقتصادی و اجتماعی از نظر اکولوژیک نیز به‌عنوان منابعی با ارزش در تولید آبزیان به‌شمار می‌آیند. این مخازن به‌دلیل حجم بالای مواد غذایی محلول و بار مواد آلی وارده از حوضه آبریز جزء سیستم‌های باروری هستند که مواد غذایی جمعیت‌های متعدد گیاهی را تامین می‌کنند. اجزاء اصلی این اکوسیستم‌ها شامل عوامل غیرزنده (عوامل فیزیکی و

\* نویسنده مسئول: salavatian\_2002@yahoo.com

بخش آبش احمد در شمال استان آذربایجان شرقی و هم‌مرز با استان اردبیل واقع شده است. دسترسی به محل سد از طریق جاده تبریز- اهر- هوراند- آبش احمد- روستای جیغ‌جیغ و یا تبریز- اهر- کلیبر- اصلاندوز- روستای جیغ‌جیغ امکان‌پذیر است (عابدینی، ۱۳۹۰).

این سد که در گویش مردم آن منطقه اغلب به نام سد قره‌قیه نامیده می‌شود، از نوع خاکی با هسته رسی است و ساخت آن با هدف کاربری کشاورزی از سال ۱۳۷۷ آغاز و در سال ۱۳۸۲ به بهره‌برداری رسیده است. قسمت عمده آبیگری این سد توسط بندی انحرافی از سیلین چای از طریق کانال بتونی به طول حدود ۵ کیلومتر می‌باشد. دریاچه این سد در حال حاضر قادر است ۳۰۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی منطقه را تحت پوشش آبیاری قرار دهد. این سد در حوزه آبریز رودخانه ارس از حوزه آبریز اصلی دریاچه خزر قرار دارد.

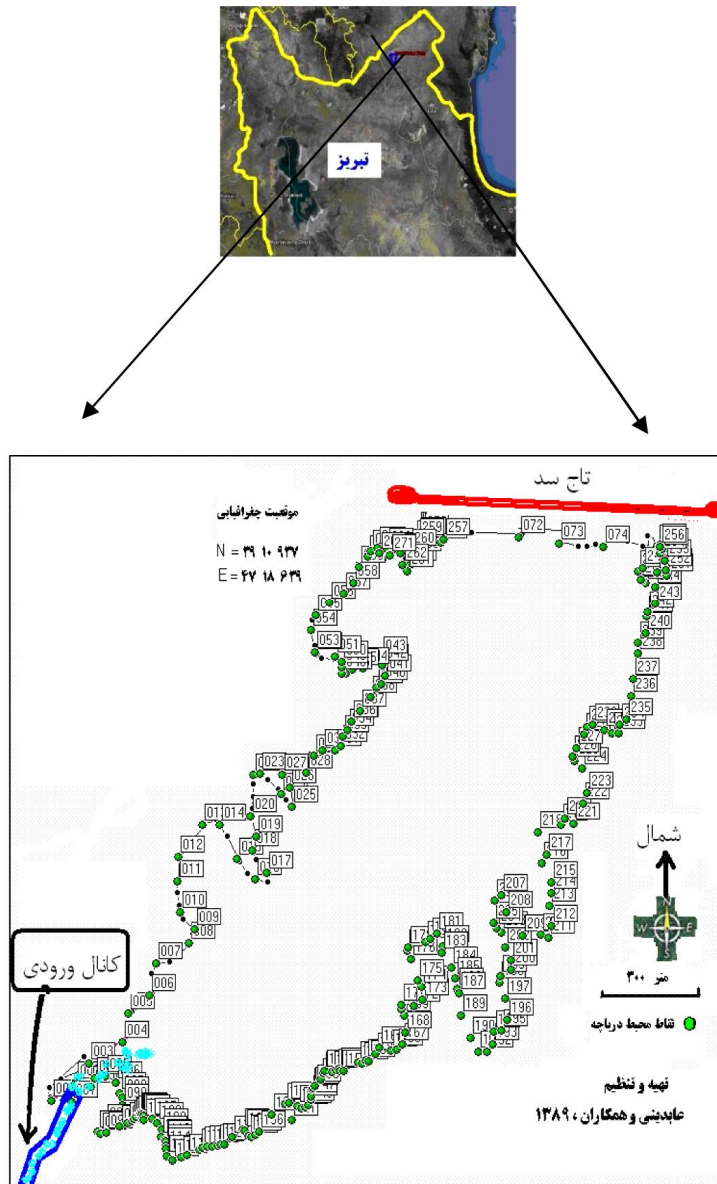
در اسفندماه ۱۳۸۸ با پیاده روی بر محیط دریاچه و با استفاده از دستگاه GPS مدل Garmin-etrex طول و عرض جغرافیایی (UTM) تعداد ۲۷۵ نقطه در حاشیه دریاچه ثبت شده و با استفاده از این نقاط محیط دریاچه سد ارسباران معادل ۸/۷ کیلومتر اندازه‌گیری شد و مساحت آن ۱۵۸ هکتار برآورد گردید و در زمان پرآبی می‌تواند حداکثر به ۲۸۰ هکتار بالغ گردد. نقشه ذیل نیز با توجه به مختصات ثبت شده از حاشیه دریاچه توسط نرم‌افزار Map Source ترسیم گردید.

بررسی زنجیره‌های غذایی در اکوسیستم‌های آبی به لحاظ آگاهی از رژیم غذایی ماهیان اهمیت بسیاری دارد. واضح است که تکثیر و پرورش موجودات غذایی زنده، اعم از جانوری و گیاهی برای تغذیه آبزیان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به‌علاوه غذای طبیعی از نظر ترکیبات شیمیایی یعنی محتویات پروتئین، چربی، اسیدهای آمینه ضروری و آنزیم‌ها در رشد ماهی‌ها ارزش فراوانی دارد (صلواتیان، ۱۳۸۲).

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

مخازن آبی منابع با ارزشی هستند که به لحاظ کاربری‌های مختلف از قبیل تامین نیروی برق، شیلات، توریسم و منبع آب شرب اهمیت زیادی دارند.

سد مخزنی ارسباران در شهرستان کلیبر خارج از بستر رودخانه سیلین چای در موقعیت جغرافیایی ۱۱' ۳۹° عرض شمالی و ۱۸' ۴۷° طول شرقی احداث شده است. دریاچه این سد در فاصله ۲۱۵ کیلومتری شمال‌شرق شهر تبریز و در ۵۵ کیلومتری شمال شهرستان کلیبر و ۱۸ کیلومتری شمال‌غربی



شکل ۱- نقشه دریاچه ارسباران - نقطه یابی با GPS - Garmin model etrex

### مواد و روش‌ها

با توجه به عوامل مثبت و منفی تأثیرگذار بر امر نمونه برداری (فاصله ایستگاه‌ها، اعماق نمونه برداری، ورود آلاینده‌ها، آلودگی‌های نقطه‌ای و تغییر شرایط فیزیکی و شیمیایی) در بررسی‌های مقدماتی اقدام به تعیین ایستگاه‌های پنج‌گانه (ناحیه تاج سد، پهنه آبی دریاچه، ناحیه مصب، کانال ورودی) در دریاچه مخزنی سد ارسباران نمودیم (شکل ۱). موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی در جدول ۱ آورده شده است.

شناسایی فیتوپلانکتون‌ها و آنالیز آن‌ها نقش بسیار مهمی در قضاوت کیفیت آب، تصفیه فاضلاب‌ها و آلودگی‌های صنعتی و همچنین کنترل و مدیریت آب‌هایی که جهت آبی‌پروری و شنا مورد استفاده قرار می‌گیرند، را دارند (صلواتیان، ۱۳۸۸). قبل از این مطالعه جامع بیولوژیکی در زمینه شناسایی فیتوپلانکتون‌ها در سد مخزنی ارسباران انجام نشده بود.

جدول ۱- مختصات جغرافیایی (UTM) ایستگاه‌های نمونه‌برداری سد ارسباران

| شماره ایستگاه | محل ایستگاه     | X       | Y       |
|---------------|-----------------|---------|---------|
| ایستگاه ۱     | ناحیه تاج سد    | ۰۷۰۰۳۹  | ۴۳۹۷۸۴  |
| ایستگاه ۲     | پهنه آبی دریاچه | ۰۶۹۹۷۹۵ | ۴۳۹۱۹۹  |
| ایستگاه ۳     | پهنه آبی دریاچه | ۰۶۹۹۴۷۳ | ۴۳۸۸۳۴  |
| ایستگاه ۴     | ناحیه مصب       | ۰۶۹۸۹۸۸ | ۴۳۸۴۴۵  |
| ایستگاه ۵     | کانال ورودی     | ۰۶۹۸۴۵۰ | ۴۳۳۳۱۸۹ |

فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در اعماق، ایستگاه‌ها و فصول مختلف با توجه به نرمال نبودن توزیع داده‌ها از آزمون‌های غیرپارامتریک کروسکال-والیس و من-ویتنی در برنامه‌های آماری SPSS، نگارش ۱۳ و ترسیم نمودارها از نرم‌افزارهای Quattro pro، نگارش شش استفاده گردید.

### نتایج

طی مطالعات فیتوپلانکتونی در دریاچه سد مخزنی ارسباران در مجموع ۶ شاخه جلبکی در ۳۷ جنس شناسایی شده است که از این میان ۱۴ جنس مربوط به شاخه جلبک‌های سبز (کلروفیتا)، ۱۲ جنس مربوط به شاخه دیاتومه (باسیلاریوفیتا)، ۶ جنس مربوط به شاخه جلبک‌های سبز-آبی (سیانوفیتا)، ۲ جنس مربوط به شاخه جلبک‌های اگلنوفیتا، ۲ جنس مربوط به شاخه پیروفیتا و یک جنس متعلق به شاخه کریزوفیتا شناسایی شدند (جدول ۲). میانگین کل فراوانی سیانوفیتا در طی این سه دور نمونه‌برداری ۲۳۴۵۵۹۶۰ عدد در لیتر است که ۷۲ درصد تراکم این سه فصل را به خود اختصاص داده است (جدول ۳). شاخه باسیلاریوفیتا با جنس‌های *Achnanthes*، *Cyclotella* و *Synedra* در رتبه دوم قرار دارد که ۲۲ درصد فراوانی فیتوپلانکتونی را شامل می‌شود. شاخه کلروفیتا با جنس *Chlamydomonas* و شاخه پیروفیتا با جنس *Peridinium* و شاخه اوگنوفیتا با جنس *Trachelomonas* و شاخه کریزوفیتا با جنس

نمونه‌برداری در فواصل زمانی به صورت فصلی از زمستان سال ۱۳۸۸ تا تابستان سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. نمونه‌برداری فیتوپلانکتونی آب به طور لایه‌ای و توسط تور فیتوپلانکتون‌گیر ۳۰ میکرون و نمونه‌بردار روتنر از لایه‌های عمقی مختلف (۰، ۱، ۲ و ۵ متری) در هر ایستگاه انجام شد و در فرمالین ۴ درصد تثبیت گردید. در آزمایشگاه نمونه‌ها بعد از همگن کردن توسط پیپت به محفظه‌های ۵ میلی‌لیتری منتقل و بعد از گذشت زمان کافی جهت رسوب‌گذاری، به وسیله میکروسکوپ اینورت مارک تجارتنی نیکون بررسی شدند. اندازه‌گیری دما به وسیله ترمومتر برگردان و اندازه‌گیری هدایت الکتریکی و اکسیژن محلول به وسیله دستگاه مولتی متر شرکت WTW مدل 340i انجام شد.

روش نمونه‌برداری و تعیین تراکم پلانکتون‌ها با استفاده از Sorina (۱۹۷۸)؛ Boney (۱۹۸۹)؛ Newell (۱۹۷۷) و Standard Method (۱۹۸۹) انجام گرفت و جهت شناسایی فیتوپلانکتون‌ها Prescott (۱۹۶۲)؛ Maosen (۱۹۸۳)؛ Edmonson (۱۹۵۹)؛ Prescott (۱۹۷۰)؛ Pontin (۱۹۷۸)؛ Tiffany و Britton (۱۹۷۱) و Ruttner-Kolisko (۱۹۷۴) به کار گرفته شد.

در نهایت تراکم فیتوپلانکتونی در لیتر 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 به منظور آنالیز

دور دوم نمونه برداری در خرداد ۱۳۸۹ دمای آب در سد ارسباران ۹ تا ۲۳/۲ درجه سانتی گراد بود. آنالیز نمونه های آب نشان می دهد دامنه تغییرات اکسیژن محلول در مرداد ۱۳۸۹ در سد ارسباران حداقل ۱/۰۶ در سطح و حداکثر ۸/۹۴ در عمق با میانگین  $3/25 \pm 6/45$  میلی گرم بر لیتر بود. در هنگام نمونه برداری در دور سوم در مرداد ۱۳۸۹ در سد ارسباران حداقل دمای آب در مرداد ۱۳۸۹ به مقدار ۱۰/۰ درجه سانتی گراد در عمق دریاچه و حداکثر دمای اندازه گیری شده به مقدار ۲۴/۴ درجه سانتی گراد در سطح دریاچه ثبت شد. میانگین دمای آب در این دور نمونه برداری در سد ارسباران به مقدار ۲۰/۰ درجه سانتی گراد بود. دامنه مقدار هدایت الکتریکی در زمان نمونه برداری در مرداد ۱۳۸۹ در سد ارسباران بین ۷۴۸ تا ۹۵۶ میکروزیمنس بر سانتی متر بود. میانگین pH در دریاچه  $8/28 \pm 0/38$  با دامنه تغییرات از حداقل ۷/۶۲ تا حداکثر ۸/۷۵ اندازه گیری شد. نمودار تغییرات عوامل فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه در شکل های ۴ تا ۷ آمده است.

*Dinobryon* در این بررسی، فراوانی کمتری را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). از لحاظ فراوانی فیتوپلانکتونی در ایستگاه های مختلف پنج گانه دور سوم نمونه برداری (فصل تابستان) بالاترین تعداد در لیتر را به خود اختصاص داد (شکل ۱). بالاترین فراوانی فیتوپلانکتونی مربوط به شاخه سیانوفیتا بوده است (شکل ۲).

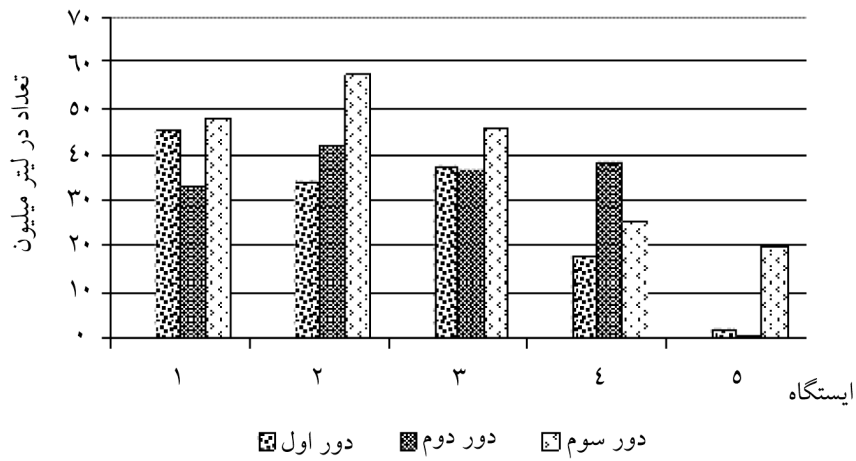
نتایج بررسی های اولیه هیدروشیمی آب نشان می دهد دامنه تغییرات اکسیژن محلول در اسفند ۱۳۸۸ در سد ارسباران ۱۰/۸ تا ۱۲/۷ میلی گرم بر لیتر بود. دامنه مقدار هدایت الکتریکی در زمان نمونه برداری در سد ارسباران بین ۹۴۷ تا ۱۰۰۰ میکروزیمنس بود. در هنگام نمونه برداری در دور اول در نیمه دوم اسفند ۱۳۸۸، دمای آب سد ارسباران ۶/۸ تا ۱۰/۴ درجه سانتی گراد بود. آنالیز نمونه های هیدروشیمی آب نشان می دهد دامنه تغییرات اکسیژن محلول در خرداد ۱۳۸۹ در سد ارسباران ۴/۵ تا ۱۰/۵ میلی گرم بر لیتر بود. مقدار هدایت الکتریکی در زمان نمونه برداری در خرداد ۱۳۸۹ در سد ارسباران بین ۷۱۷ تا ۹۹۷ میکروزیمنس بود.

جدول ۲- نتایج بررسی کیفی فیتوپلانکتونی دریاچه ارسباران

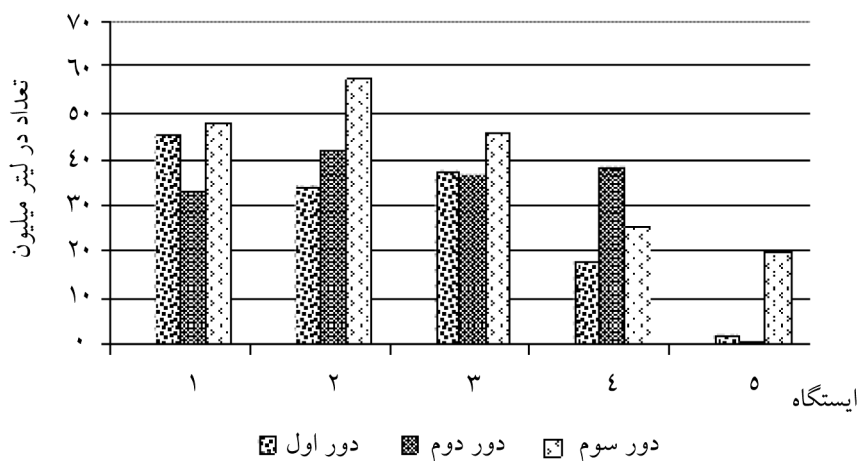
| Bacillariophyta   | Chlorophyta            | Cyanophyta           |
|-------------------|------------------------|----------------------|
| <i>Achnanthes</i> | <i>Ankistrodesmus</i>  | <i>Aphanothece</i>   |
| <i>Amphora</i>    | <i>Chlamydomonas</i>   | <i>Aphanocapsa</i>   |
| <i>Cyclotella</i> | <i>Closterium</i>      | <i>Anabaenopsis</i>  |
| <i>Cymbella</i>   | <i>Coelastrum</i>      | <i>Oscillatoria</i>  |
| <i>Gomphonema</i> | <i>Cosmarium</i>       | <i>Microcystis</i>   |
| <i>Diatoma</i>    | <i>Codatella</i>       | <i>Spirulina</i>     |
| <i>Gyrosigma</i>  | <i>Golenkinia</i>      | Pyrrophyta           |
| <i>Navicula</i>   | <i>Dictyosphaerium</i> | <i>Peridinium</i>    |
| <i>Nitzschia</i>  | <i>Pediastrum</i>      | <i>Gymnodinium</i>   |
| <i>Synedra</i>    | <i>Scenedesmus</i>     | Euglenophyta         |
| <i>Surirella</i>  | <i>Kirchneriella</i>   | <i>Euglena</i>       |
| <i>Tabellaria</i> | <i>Oocystis</i>        | <i>Trachelomonas</i> |
| Chrysophyta       | <i>Tetraedron</i>      |                      |
| <i>Dinobryon</i>  | <i>Tetrastrum</i>      |                      |

جدول ۳- میانگین کل فیتوپلانکتونی در دریاچه ارسباران

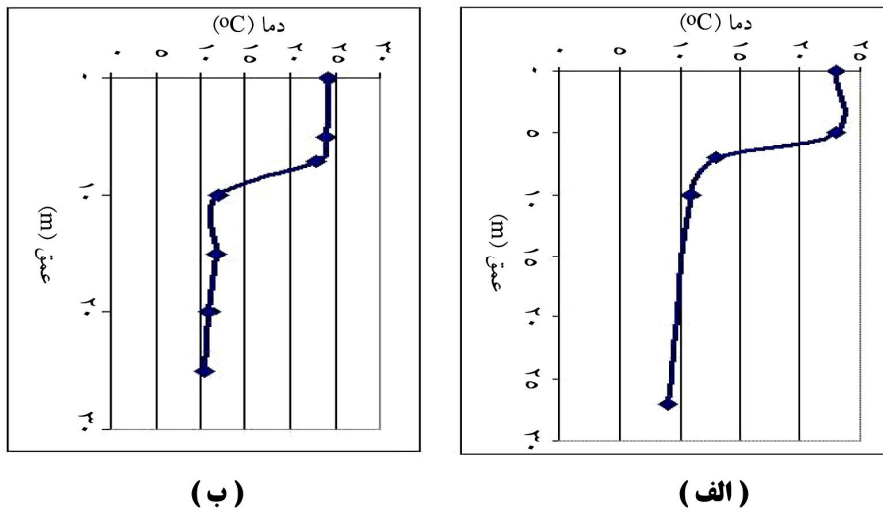
| میانگین کل | گروه‌های فیتوپلانکتونی |
|------------|------------------------|
| ۲۳۴۵۵۹۶۰   | Cyanophyta             |
| ۲۳۰۰۲۷     | Pyrophyta              |
| ۷۱۰۳۵۲۰    | Bacillariophyta        |
| ۱۰۰۰۰      | Chrysophyta            |
| ۰          | Xanthophyta            |
| ۱۷۶۷۲۰     | Euglenophyta           |
| ۱۲۷۶۸۶۷    | Chlorophyta            |
| ۳۲۲۵۳۰۹۴   | Total / تعداد در لیتر  |



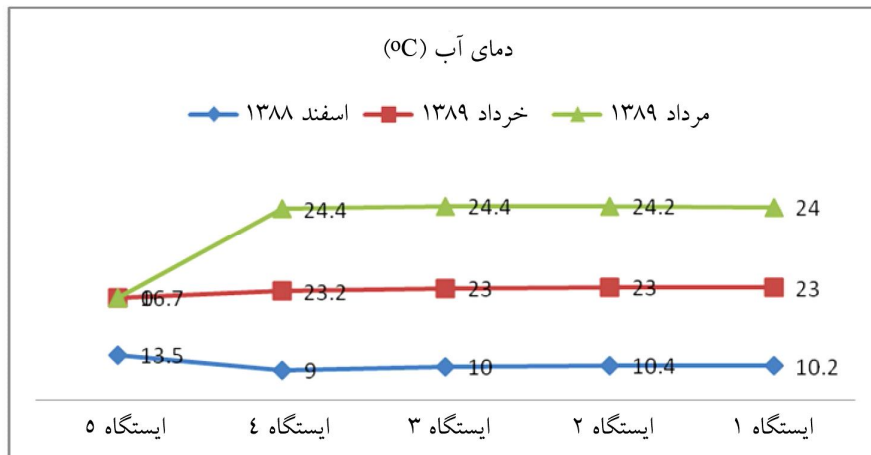
شکل ۲- نمودار فیتوپلانکتونی در ایستگاه‌های مختلف دریاچه سد ارسباران ۸۹-۱۳۸۸



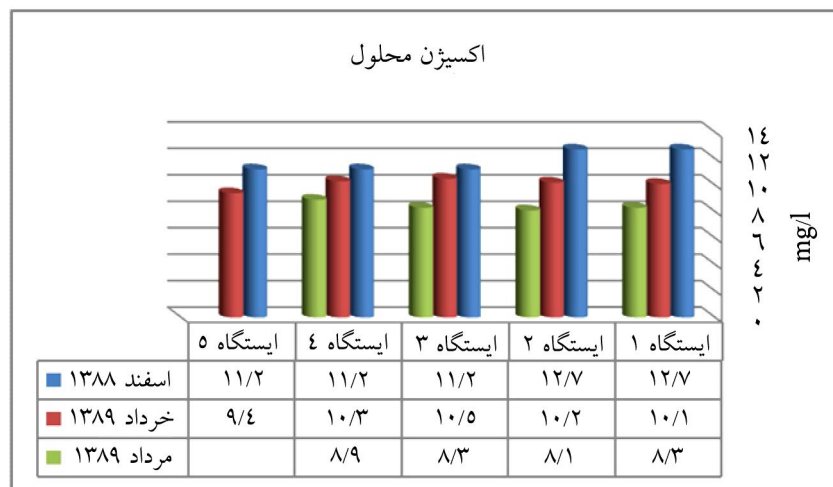
شکل ۳- نمودار درصد گروه‌های فیتوپلانکتونی در دریاچه سد ارسباران ۸۹-۱۳۸۸



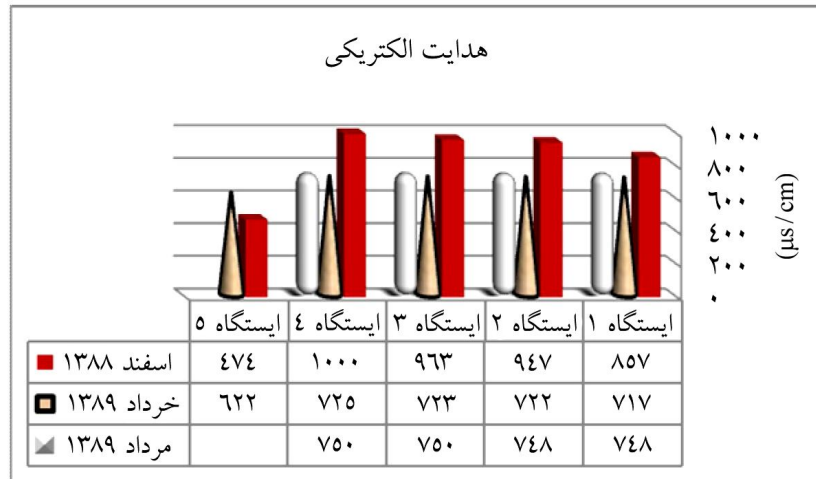
شکل ۴- نمودار ترموکلاين در ايستگاه ۱ در سد ارسباران در (الف) خرداد ۱۳۸۹ و (ب) مرداد ۱۳۸۹



شکل ۵- نمودار تغییرات دمای آب در سد ارسباران



شکل ۶- نمودار تغییرات اکسیژن محلول در سد ارسباران



شکل ۷- نمودار تغییرات هدایت الکتریکی در سد ارسباران

سیانوفیت بوده که با نتایج حاصل از این بررسی نیز همخوانی دارد (Kadri, ۱۹۹۸).

Sze (۱۹۸۶) در بررسی‌های خود اظهار نمود که در ماه‌های خرداد و تیر به دلیل بالا رفتن درجه حرارت محیط و آب تراکم فیتوپلانکتونی شاخه‌های جلبک‌های سبز- آبی و دیاتومه‌ای افزایش می‌یابد و عامل اصلی بالا رفتن جمعیت فیتوپلانکتونی را در شاخه جلبک‌های سبز- آبی دمای بالا بیان نمود که با نتایج بررسی فوق نیز مطابقت دارد یعنی با شروع فصل گرم سال و افزایش دما تراکم و پراکنش جلبک‌های سبز- آبی هم ازدیاد می‌یابند، این موضوع را فلاحی در بررسی‌های خود در سال ۱۳۷۸ نیز بیان نمود که شاخه جلبک‌های سبز- آبی به دلیل داشتن گره‌های هتروسیت تثبیت‌کننده ازت می‌باشند و می‌تواند عاملی برای افزایش آن‌ها محسوب گردد (فلاحی، ۱۳۷۸).

شاخه‌های فیتوپلانکتونی کریزوفیتا و اگلنوفیتا پائین‌ترین جمعیت را در دریاچه نشان دادند. پائین بودن درصد اگلنوفیتا نشان‌دهنده میزان آلودگی کم در دریاچه می‌تواند باشد. خداپرست (۱۳۷۸) در بررسی‌های خود در تالاب انزلی نیز عنوان نمود که پایین بودن درصد اگلنوفیتا نشان‌دهنده آلودگی ناچیز بوده و می‌تواند بیانگر این مسأله باشد که در تالاب انزلی عوامل لازم برای رشد و تکثیر این شاخه وجود

### بحث

نتایج به دست آمده از مطالعات انجام یافته نشان داد که شاخه‌های سیانوفیتا و باسیلاریوفیتا بیش‌ترین گروه‌های فیتوپلانکتونی را تشکیل داده و نمونه‌های غالب آن در شاخه جلبک‌های سبز- آبی جنس‌های *Anabaenopsis*, *Aphanocapsa*, *Aphanothece* و *Spirulina* و *Microcystis*, *Oscillatoria* بیش‌ترین فراوانی کمی شاخه دیاتومه جنس *Cyclotella* بوده است. جنس سیکلوتلا، قرصی شکل و نمونه‌ای حاشیه‌نشین (لیتورال) و دمای مناسب برای آن ۹ تا ۱۱ درجه سانتی‌گراد است اما در دمای بالا نیز به خوبی رشد کرده و طیف وسیعی از دریاچه‌های الیگوتروف و یوتروف را اشغال می‌نماید که این نمایانگر کیفیت خوب زیستی آب می‌باشد (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۷)، از این رو غالبیت جنس سیکلوتلا را در شاخه دیاتوم ها می‌توان با پدیده وضعیت خوب کیفی آب در اغلب ایستگاه‌های مورد مطالعاتی بیان نمود (صلواتیان و همکاران، ۱۳۸۹).

در سال ۱۹۹۸ در شناسایی گونه‌های مختلف فیتوپلانکتونی توسط Kadri در دریاچه Keban ترکیه مشخص شد که افزایش درجه حرارت و نور عامل مثبت در ازدیاد گونه‌ها به‌ویژه جلبک‌های



ترموکلاین به وضوح قابل ردیابی بود. جهت تأیید و اطمینان این موضوع، در ایستگاه ۱ (تاج سد) نمونه‌برداری از سطح به عمق هر ۵ متر انجام گرفت. با توجه به نمودار ترموکلاین می‌توان گفت که این لایه‌بندی حرارتی (ترموکلاین) در عمق ۵ تا ۷ متری قرار دارد. طوری که در عمق ۱۰ متری لایه ترموکلاین کامل شده و به تناسب با آن در پارامترهای دیگر نظیر اکسیژن محلول و pH و گاز کربنیک و کربنات از سطح به عمق اختلاف فاحش مشاهده می‌شود که ناشی از لایه‌بندی حرارتی است. نمودار به وضوح نشان می‌دهد که لایه‌بندی آب تا مرداد نیز ادامه داشته و شکست حرارتی در عمق ۵ تا ۱۰ متری آب اتفاق افتاده است. این لایه‌بندی در ایستگاه ۲ نیز قابل مشاهده بود. هنگام لایه‌بندی به علت تفاوت در چگالی دو لایه، چرخش در لایه زیرین متوقف می‌شود. اکسیژن محلول در کف کاهش می‌یابد به علت اینکه فتوسنتز و تماس با هوا در لایه پائینی کم است. لایه‌بندی آب در دریاچه پشت سد ارسباران با توجه به عوامل تأثیرگذار در لایه‌بندی حرارتی نظیر عمق آب دریاچه (۲۷ متر)، تغییرات دمای هوای منطقه، عدم تلاطم و به هم آمیختگی آب و غیره ... قابل توجه است. با توجه به داده‌های اندازه‌گیری شده از اکسیژن محلول در سد ارسباران در سطح دریاچه، کمبود اکسیژن در هنگام نمونه‌برداری مشاهده نشد. ولی در عمق دریاچه ارسباران (به علت لایه‌بندی آب) کمبود اکسیژن ممکن است باعث بروز مشکلاتی گردد.

### سپاسگزاری

مساعدت و حسن همیاری مدیریت و کارشناسان و کارکنان شیلات استان آذربایجان شرقی موجب دلگرمی و اجرای بهتر پروژه شده که از همه این عزیزان قدردانی می‌شود. از بذل عنایت و همکاری مدیریت، کارشناسان و پرسنل پژوهشگاه آبی‌پروری آب‌های داخلی (انزلی) به‌خصوص پرسنل آزمایشگاه‌های پلانکتون و هیدروشنیمی تشکر می‌شود.

نداشته یا بسیار ناچیز است. بیش‌ترین فراوانی اگلنافتا با افزایش دمای آب و بار زیاد مواد آلی وارده به این مناطق می‌باشد (خداپرست، ۱۳۷۸).

شاخه سیانوفیتا یا جلبک‌های سبز-آبی (سیانوباکترها) شباهت بسیار زیادی به باکتری‌ها داشته از جمله پروکاریوتیک هستند یعنی فاقد هسته مشخص و ضمایم سیتوپلاسمی تمایز یافته بوده و تفاوت آن‌ها در رنگدانه آن‌ها می‌باشد یعنی سیانوباکترها دارای رنگدانه و باکتری‌ها فاقد آن هستند، سیانوفیتا به رنگ سبز روشن، قهوه‌ای، بنفش یا ارغوانی دیده می‌شوند و پیگمان‌های فتوسنتزی آن‌ها در داخل هسته قرار ندارند. وجود این جلبک‌ها در محیط بستگی به دو عامل بسیار مهم از قبیل فصل سال و مقدار مواد شیمیایی موجود در محیط دارد. این جلبک‌ها اکثراً در ماه‌های گرم سال به مقدار زیاد دیده می‌شوند که تثبیت‌کننده ازت هوا هستند و شکوفایی (بلوم) آن‌ها باعث کمبود اکسیژن می‌گردد. جنس‌های این شاخه به صورت کلنی‌های منظم یا نامنظم، یا به شکل ریشه‌های منشعب یا غیرمنشعب مشاهده می‌شوند (سبک‌آرا و همکاران، ۱۳۸۹).

بررسی داده‌های حاصل نشان‌دهنده عدم وجود تغییرات کیفی افقی در مخزن یعنی یک‌بعدی بودن مخزن سد مورد بررسی در سطح را نشان می‌دهد. اما در کف مخزن سد ارسباران وضعیت آب سطحی دریاچه با بستر متفاوت است. برای تعیین روند تغییرات عمودی در زمان‌های لایه‌بندی احتمالی نمونه‌برداری از سطح تا عمق با تناوب عمقی ۵ متر انجام شده و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شد و تغییرات این پارامترها نسبت به عمق تعیین گردید. با توجه به داده‌های حاصل در دور اول نمونه‌برداری در اسفند ۱۳۸۸ در دریاچه سد ارسباران از سطح به عمق و در پهنه دریاچه لایه‌بندی حرارتی مشهود نبود. در بررسی دریاچه سد ارسباران در خرداد ۱۳۸۹ در نواحی عمیق دریاچه (ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳) یک لایه

## منابع

- خداپرست، س.ح.، ۱۳۷۸. گزارش نهایی پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی تالاب انزلی طی سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۵. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۱۵۶ صفحه.
- سبک‌آرا، ج.، مکارمی، م.، و حقیقی، خ.، ۱۳۸۹. گزارش پلانکتونی دریاچه سد ارسباران کلپیر. وزارت جهاد کشاورزی. پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی کشور- بندرانزلی. ۲۶ صفحه.
- صلواتیان، م.، ۱۳۸۲. بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف عناصر کلسیم و منیزیم بر میزان رشد و بیوماس جلبک سبز کلرلا ولگاریس. پایان‌نامه کارشناسی. مرکز آموزش علمی کاربردی میرزاکوچک‌خان رشت. ۸۱ صفحه.
- صلواتیان، س.م.، آذری‌تاکامی، ق.، سبک‌آرا، ج.، رجبی‌نژاد، ر.، و علمی، ا.م.، ۱۳۸۸. بررسی تراکم و پراکنش فیتوپلانکتونی در دریاچه سد لار. مجله علمی شیلات ایران. سال هجدهم. شماره ۳. صفحات ۹۹ تا ۱۰۷.
- صلواتیان، س.م.، عبدالله‌پور بی‌ریا، ح.، نظامی‌بلوچی، ش.ع.، مکارمی، م.، و پورغلامی مقدم، ا.، ۱۳۸۹. ترکیب گونه‌ای و تعیین تراکم فیتوپلانکتونی در دریاچه پشت سد لار. مجله علمی تخصصی تالاب. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال دوم. شماره ۳. صفحات ۲۶ تا ۳۸.
- عابدینی، ع.، ۱۳۹۰. گزارش تفصیلی بررسی امکان افزایش تولید شیلاتی دریاچه سد مخزنی ارسباران در استان آذربایجان شرقی. مدیریت شیلات استان آذربایجان شرقی. ۱۲۲ صفحه.
- فلاحی، م.، ۱۳۷۸. بررسی پلانکتون‌های بخش جنوبی دریای مازندران. بولتن علمی شیلات ایران. شماره ۴، سال اول. ص ۳۸-۱۹.
- محمداف، ر.ا.، ۱۹۹۰. ژئوپلانکتون‌های مخزن آبی نخجوان. انتشارات مینسک، روسیه. ترجمه: یونس عادل. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۳۸ صفحه.
- مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۷. مطالعات گام اول طرح جامع احیاء تالاب انزلی. جلد هفتم. لیمنولوژی جهاد سازندگی، کمیته امور آب.

- Balayut, E.A., 1983. Stocking and introduction of fish in lakes and reservoirs in the ASEAN countries. FAO technical paper No.236.FAO, Rome, 82p.
- Boney, A.D., 1989. Phytoplankton. Edward Annoid. British Library Cataloging Publication Data. 118p.
- Edmonson, W.T., 1959. Fresh water biology. New York, London. John Wiley and Sons Inc. 1248p.
- Kadri, A., 1998. Diatoms (Bacillariophyta) in the Phytoplankton of Keban Reservoir and their seasonal variations. Tr. J. Bot. 22. TURKEY. pp. 25-33.
- Maosen, H., 1983. Fresh water plankton Illustration. Agriculture publishing house. 85p.
- Newell, G.E., and Newell, K.C., 1977. Marine plankton, Hutchinson and Co., London. U.K. 242p.
- Prescott, G.W., 1962. Algae of the western great lakes area. Vol 1,2,3. W.M.C. Brown company publishing, Iowa, U.S.A. 933p.
- Prescott, G.W., 1970. The fresh water algae. W.M.C. Brown company publishing, Iowa. U.S.A. 348p.
- Pontin, R.M., 1978. A key to the fresh water planktonic and semiplanktonic rotifera of the British Isles. Titus Wilson and Son. Ltd. 178p.
- Ruttner-Kolisko, A., 1974. Plankton rotifers, biology and taxonomy, Austrian Academy of Science. 147p.
- Sorina, A., 1978. Phytoplankton Manual, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 237p.
- Standard Method for examination of water and wastewater, 1989. American Public Health Association. U.S.A. 1194p.
- Sze, P., 1986. A biology of the algae. W.M.C. Brown publishers. 251p.
- Tiffany, L.H., and Britton, M.E., 1971. The algae of Illinois. Hanfer publishing company, New York, USA. 407p.