مطالعه ساختار جمعیتی و تنوع زیستی جلبک‌های رودخانه ارس

سمیه غفاری[۱]
جعفر رازقی[۲]*
رضا رمضان نژاد قادی[۳]
عادل دباغ محمدی[۴]
مرتضی مسعودی[۵]

۱ و ۲. کارشناس ارشد گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۳. گروه بیولوژی مولکولی تکوینی، دانشگاه بیله فلد، بیله فلد، آلمان
۴. گروه اکو فیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۵. گروه زیست‌شناسی گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

*** مسئول مکاتبات:**
Jafar_razeghi@tabrizu.ac.ir

کد مقاله: ۱۳۹۸۰۴۰۷۰۵
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۶
این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد است.

چکیده

رودخانه ارس یکی از بزرگ‌ترین رودخانه‌های شمال غرب ایران و حوزه آبریز دریای خزر هست که نقش مهمی در تأمین آب منطقه برای مصارف مختلف دارد. این تحقیق در محدوده منطقه سیه‌رود تا دریاچه سد ارس در تابستان سال ۱۳۹۶ انجام‌شده است. از ۷ ایستگاه تعیین‌شده در طول رودخانه نمونه‌برداری سه‌ماهه انجام‌شده و شناسایی و شمارش جلبک‌ها و تغییرات جمعیت آن‌ها در زمان‌های مختلف در هر ایستگاه انجام گرفت. ۳۲ جنس متعلق به ۴ شاخه باسیلاریوفایتا (*Bascillariophyta*)، کلروفایتا (*Chlorophyta*)، سیانوفایتا (*Cyanophyta*) و دینوفایتا (*Dinophyta*) شناسایی گردید. دیاتومه‌ها با ۱۸ جنس غالب‌ترین شاخه و بعد از آن‌ها کلروفایت‌ها با ۸ جنس و سیانوفایتا با ۵ جنس به ترتیب در رتبه دوم و سوم و سپس دینوفلاژله‌ها با ۱ جنس در رتبه چهارم قرار دارند. بیشترین تراکم جلبکی در اوایل و اواخر فصل رشد به ترتیب مربوط به جنس *Navicula* از شاخه باسیلاریوفایتا (*Bascillariophyta*) و جنس *Oedogonium* از شاخه جلبک‌های سبز (*Chlorophyta*) هست.

واژگان کلیدی: رودخانه ارس، جلبک‌ها، ساختار جمعیتی، مطالعه تنوع زیستی.

مقدمه

جلبک‌ها موجودات کلروفیل دار می‌باشند، ساختار آن‌ها از رشته‌هایی موسوم به ریسه یا تال تشکیل‌شده است و فاقد ریشه، ساقه و برگ می‌باشند. آن‌ها به‌عنوان مولدین اولیه انرژی لازم برای ادامه حیات آبزیان معرفی می‌گردند و علاوه بر اینکه یک منبع غذایی مهم برای آبزیان هستند، با تولید اکسیژن در تنفس جانوران خشکی زی و همچنین تصفیه و پالایش آب نقش مهمی را دارا می‌باشند (احمدی، ۱۳۸۱).

جلبک‌ها در طبیعت پراکندگی وسیعی دارند و در شرایط مختلف رشد می‌کنند. در آب‌های شیرین، شور، گرم، روی برف، بیرون یا درون پیکر گیاه و یا جانور، خاک و همین‌طور به‌عنوان عضوی از گلسنگ‌ها حضور دارند؛ اما بیشترین پراکنش جلبک‌ها در اکوسیستم‌های آبی می‌باشد (Barasanti and Guoltieri, 2014). در بین جلبک‌های آب دریا، دیاتومه‌ها و دینوفلاژله‌ها گونه‌های شاخص هستند درحالی‌که در آب شیرین، دیاتومه‌ها، دینوفلاژله‌ها، دسمیدها و جلبک‌های سبز -آبی برجسته‌تر می‌باشند. در بعضی مواقع تراکم بیش‌ازحد جلبک‌های پلانکتونی در یک منطقه ممکن است آب را رنگی کنند و اگر این تراکم بسیار بالای جلبک‌ها در سطح آب جمع شود به آن شکوفایی جلبکی گفته می‌شود (Reynolds, 2006). فیتوپلانکتون‌ها موجودات میکروسکوپی و با طول عمر کوتاه هستند که گروه وسیعی از جلبک‌ها را شامل می‌شوند. این

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

موجودات به‌عنوان تولیدکنندگان اولیه و اصلی اکوسیستم‌های آبی، دارای ارزش اکولوژیکی زیادی می‌باشند. این گروه از جلبک‌ها با رشد سریع قادر هستند زیست‌توده خود را در عرض یک روز به میزان دو برابر افزایش دهند. درحالی‌که افزایش زیست‌توده با چنین حجمی برای گیاهان عالی در طول چند ماه تا چندین سال امکان‌پذیر می‌شود. ازاین‌رو میانگین میزان فتوسنتز سالانه فیتوپلانکتون‌ها با مقدار مربوط به گیاهان عالی برابری می‌کند، به‌عبارت‌دیگر حدود نیمی از تولید کره‌ی زمین را فیتوپلانکتون‌ها انجام می‌دهند (Falkowski, 1994).

فیتوپلانکتون‌ها مانند گیاهان برای رشد احتیاج به نور، کربن غیر آلی (مانند دی‌اکسید کربن و یون‌های کربنات)، مواد غذایی معدنی محلول، آب و دمای مناسب برای بهینه‌سازی متابولیسم خوددارند. برای فیتوپلانکتون‌ها، ویژگی‌های مختلف آب به‌عنوان عامل محدودکننده است، به‌طوری‌که خصوصیات مربوط به جذب نور و پراکندگی آن باعث می‌شود که عمق معینی از آب که فیتوپلانکتون‌ها بتوانند در آن نفوذ کرده و همچنان به عمل فتوسنتز ادامه دهند، محدودکننده باشد. در اکوسیستم تالاب‌ها و دریاچه‌ها برخلاف رودخانه‌ها که سطح ثابتی ندارند سطح آب تا حدودی ثابت است (Reynolds, 1994). البته تغییر شرایط بوم‌شناختی نیز توزیع، فراوانی و تناوب زندگی فیتوپلانکتون‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (غلامی، ۱۳۸۴).

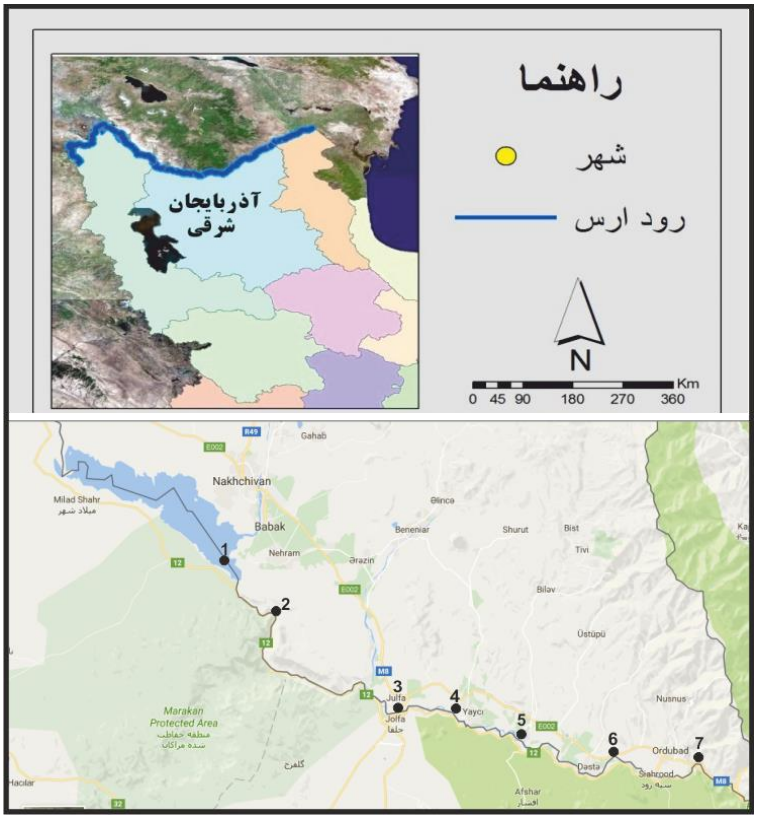
رودخانه ارس، یکی از مهم‌ترین و پرآب‌ترین رودخانه‌های شمالی ایران در منطقه آذربایجان و نیز نوار مرزی بین ایران با کشورهای جمهوری آذربایجان و ارمنستان و جمهوری خودمختار نخجوان محسوب می‌شود. طول این رودخانه ۱۰۷۲ کیلومتر می‌باشد که ۴۵۰ کیلومتر آن به نوار مرزی بین‌المللی اختصاص دارد. حدود ۱۲ درصد آب این رودخانه از خاک ایران، ۳۴ درصد از خاک ترکیه و بقیه از جمهوری آذربایجان و ارمنستان تأمین می‌شود. بدین ترتیب که رودخانه ارس از کوه‌های آناتولی ترکیه سرچشمه گرفته و پس از طی مرکز ترکیه، نخجوان، جلفا و ارمنستان به خاک ایران واردشده و پس از عبور از مرز ایران به دریای خزر می‌ریزد. این رودخانه به‌عنوان منبع تأمین‌کننده آب زراعی و آشامیدنی، اهمیت دارد و لازم است تا با بررسی فلور فیتوپلانکتون‌ها و اثر عوامل محیطی و اکولوژیکی بر اجتماعات ذکرشده در ارائه راهکارهایی برای ارزیابی کیفیت آب و مدیریت صحیح برای استفاده بهینه از این اکوسیستم آبی تدابیر اصولی و علمی گرفته شود، لذا شناسایی فیتوپلانکتون‌های موجود در این رودخانه به‌منظور شناخت تنوع زیستی آن و استفاده از آن در برنامه‌های پایش بررسی کیفیت آب رودخانه حائز اهمیت می‌باشد به‌گونه‌ای که تحقیقات مشابهی در مورد برخی از رودخانه‌ها و اکوسیستم‌های آبی ایران انجام گردیده است (سینایی، ۱۳۹۶؛ پور غلام، ۱۳۹۳). اجتماعات فیتوپلانکتون‌های رودخانه ارس به علت تغییرات اقلیمی، پستی‌وبلندی‌ها و ورود مواد آلاینده به آن دستخوش تغییر است. بررسی فلور فیتوپلانکتون‌های رودخانه ارس به‌عنوان شاخص برای تعیین کیفیت آب این رودخانه حائز اهمیت می‌باشد؛ بنابراین هدف از پژوهش حاضر، بررسی فلور فیتوپلانکتون‌های رود ارس و ارزیابی تأثیر عوامل محیطی. اکولوژیکی بر جمعیت فیتوپلانکتون‌های آن می‌باشد که نتایج حاصل می‌تواند در شناخت تنوع زیستی و برنامه‌های پایش بررسی کیفیت آب رود ارس مورد توجه باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌منظور بررسی فلور جلبکی آب رودخانه ارس طراحی و به مرحله اجرا درآمد. رود ارس رود مرزی واقع در شمال غربی ایران است که خصوصیات مورفومتریک و هیدرولوژیکی آن در جدول ۱ ذکر گردیده است. منطقه موردمطالعه بخشی از رود ارس و در فاصله بین سد ارس تا سیه‌رود می‌باشد که در حوزه موردمطالعه هفت ایستگاه مطابق شکل ۱ و جدول ۲، بر اساس عمق آب، پوشش گیاهی و پیش‌بینی تراکم جلبکی با استفاده از خصوصیات منطقه موردمطالعه و شرایط اکولوژیکی منطقه تعیین گردیده، زمان نمونه‌برداری در سه ماه شامل تیر، مرداد و شهریورماه سال ۱۳۹۶ به‌صورت طرح فاکتوریل در نظر گرفته شد. در هر ایستگاه و زمان معین، سه تکرار برای نمونه‌گیری استفاده شد. از ظروف یک لیتری برای نمونه‌برداری استفاده گردیده، نمونه‌ها پس از جمع‌آوری بلافاصله با فرمالین چهار درصد (۱۰/۸ میلی‌لیتر از فرمالین ۳۷ درصد در ۸۹/۲ میلی‌لیتر آب مقطر) تثبیت شدند و در کمتر از ۲۴ ساعت و در دمای طبیعی به آزمایشگاه منتقل‌شده و بعد نمونه‌ها جهت ته‌نشین شدن

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

فیتوپلانکتون‌های شناور، در حالت بدون حرکت به مدت چند روز باقی‌مانده، شناسایی نمونه‌های جلبکی با توجه به ویژگی‌های ریختی و عملکردهای اکولوژیکی و با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر صورت گرفت (Prescott,1962). به‌منظور شناسایی دیاتومه‌ها بر اساس مورفولوژی دیواره سلولی سیلیسی و تزئینات سطح پوسته، نمونه‌ها در مخلوط آب‌اکسیژنه و اسیدکلریدریک جوشانده شده، با آب مقطر شستشو داده‌شده (Patrick and Reimer, 1975) و مورد شناسایی قرار گرفتند (Bellinger and Sigee, 2010; Prescott, 1962). شمارش تعداد و تخمین تراکم فیتوپلانکتون‌ها با استفاده از لام نئوبار و میکروسکوپ نوری انجام‌گرفته، همچنین از میکرومتر برای اندازه‌گیری طول رشته‌های جلبک استفاده گردید (سلطانی، ۱۳۷۲). همچنین در این بررسی تعدادی از نمونه‌ها به‌طور فعال وزنده از طریق کشت در محیط‌های کشت مناسب SVM و BG11 (Allen, 1968; Provasoli and Pintner, 1959) موردبررسی قرار گرفتند. از محیط کشت BG11 و SVM به ترتیب برای کشت نمونه‌های جلبکی منتسب به جلبک‌های سیانوفایتا و کلروفایتا استفاده شد و با انجام واکشت‌های مکرر اعضای برخی از جنس‌ها به‌صورت ایزوله شده و به‌منظور شناسایی‌های دقیق‌تر تهیه گردید. با توجه به اینکه سرعت رشد باکتری‌ها در محیط کشت به‌مراتب کمتر از جلبک می‌باشد، لذا با انجام واکشت‌های مکرر بافاصلهٔ زمانی کمتر از معمول می‌توان از رشد باکتری‌ها در محیط جلوگیری کرده و به محیط کشت تقریباً خالص دست‌یافت. بعد از خالص‌سازی نمونه‌ها در محیط کشت مایع با انجام واکشت‌های مکرر، نمونه‌ها برای نگهداری طولانی‌مدت به محیط کشت جامد منتقل گردیدند.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده (سال ۱۳۹۶).

(مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جدول ۲ ذکر گردیده است).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

جدول ۱: خصوصیات مورفومتریک و هیدرولوژیکی رودخانه ارس (محبی، ۱۳۸۹).

خصوصیت	مقدار
مساحت حوزه آبریز	۱۰۲۰۰۰ کیلومترمربع
وسعت رودخانه	۱۰۳۲۰ کیلومترمربع
طول رودخانه	۱۰۷۲ کیلومتر
عریض‌ترین نقطه رودخانه	در جلفا و ۲۰۰ متر
حداکثر عمق رودخانه	در جلفا و ۴ متر
حجم آب سالانه	۵۷۷۵ میلیون مترمکعب

جدول ۲: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری رودخانه ارس (سال ۱۳۹۶).

مختصات ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
ایستگاه ۱ (سد ارس)	E ۴۵ º ۲۳ ' ۲۶/۰ ''	N ۳۸ º ۵۸ ' ۳۸/۵ ''
ایستگاه ۲ (۸کیلومتری سد ارس)	E ۴۵ º ۳۰ ' ۳۷/۲ ''	N ۳۸ º ۵۸ ' ۳۸/۵ ''
ایسنگاه ۳ (داخل جلفا)	E ۴۵ º ۳۵ ' ۴۵/۹ ''	N ۳۸ º ۵۷ ' ۴۴/۶ ''
ایستگاه ۴ (۶ کیلومتری جلفا)	E ۴۵ º ۴۲ ' ۴۷/۰ ''	N ۳۸ º ۵۶ ' ۲۳/۵ ''
ایستگاه ۵ (۱۲ کیلومتری جلفا)	E ۴۵ º ۴۸ ' ۴۱/۰ ''	N ۳۸ º ۵۴ ' ۳۳/۷ ''
ایستگاه ۶ (۳۱ کیلومتری جلفا)	E ۴۵ º ۵۴ ' ۲۰/۷ ''	N ۳۸ º ۵۲ ' ۳۲/۹ ''
ایستگاه ۷ (داخل سیه‌رود)	E ۴۶ º ۰۰ ' ۲۲/۳ ''	N ۳۸ º ۵۲ ' ۱۹/۹ ''

نتایج

در این مطالعه ۳۲ تاکسون در سطح جنس شناسایی شدند که از آن میان ۱۵ تاکسون تا حد گونه مورد شناسایی قرار گرفتند که متعلق به ۴ شاخه، ۴ رده، ۲۰ راسته و ۲۵ خانواده می‌باشند. ۸ جنس و ۸ گونه متعلق به شاخه *Chlorophyta*، ۱۸ جنس و ۴ گونه متعلق به شاخه *Bacillariophyta*، ۵ جنس و ۲ گونه متعلق به شاخه *Cyanophyta* و ۱ جنس و ۱ گونه متعلق به شاخه Dinophyta می‌باشد (جدول ۳). در شکل ۲، درصد شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتون‌ها بر اساس تعداد جنس در رودخانه ارس در دوره موردمطالعه نشان داده‌شده است. بیشترین تعداد فیتوپلانکتون‌ها در شهریورماه مربوط به ایستگاه سد ارس با $۴/۳ \times ۱۰^{۵}$ سلول در میلی‌لیتر و کمترین مقدار در تیرماه مربوط به ایستگاه ۶ با $۱/۳ \times ۱۰^{۳}$ سلول در میلی‌لیتر هست که تراکم پایین جلبک‌ها در این ایستگاه می‌تواند به دلیل شیب زیاد بستر رودخانه و سرعت زیاد آب در این منطقه و همچنین دسترسی پایین به نور به دلیل موقعیت کوه‌های اطراف این ایستگاه نمونه‌برداری باشد. نتایج نشان داد که در تیرماه تراکم و تنوع فیتوپلانکتون‌ها کم بوده و نمونه‌های غالب اکثراً دیاتومه‌ها بودند، در مردادماه برخلاف تیرماه تنوع و تراکم فیتوپلانکتونی بسیار افزایش‌یافته بود به‌طوری‌که انواع جنس‌های دیاتومه (به‌ویژه اعضای جنس *Navicula*) دیده می‌شود همچنین جنس‌هایی مهم مانند اسپیرولینا از سیانوفایتاها نیز در بین اجتماعات دیده می‌شدند. از جلبک‌های مضر مانند سراتیوم هم در مردادماه در چند مورد از ایستگاه‌های نمونه‌برداری دیده شد، در شهریورماه از تراکم و تنوع دیاتومه‌ها کاسته شده بود و نمونه غالب کلروفایتا و اکثراً جنس *Oedogonium* بود. در جدول ۴ و شکل ۳ تعداد فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف ذکرشده است. نتایج نشان داد که در تیرماه تراکم و تنوع فیتوپلانکتون‌ها کم بوده و نمونه‌های غالب اکثراً دیاتومه‌ها می‌باشند، در مردادماه برخلاف تیرماه تنوع و تراکم فیتوپلانکتونی بسیار افزایش‌یافته بود به‌طوری‌که انواع جنس‌های دیاتومه دیده می‌شد، ایستگاه ۱ و ۷ در مردادماه بیشترین تنوع و تراکم فیتوپلانکتونی را از تمامی شاخه‌های جلبکی به‌ویژه دیاتومه‌ها را نشان دادند.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

به‌طورکلی بیشترین تراکم جلبکی در اوایل و اواخر فصل رشد به ترتیب مربوط به جنس *Navicula* از شاخه باسیلاریوفایتا (*Bascillariophyta*) و جنس *Oedogonium* از شاخه جلبک‌های سبز (*Chlorophyta*) می‌باشد.

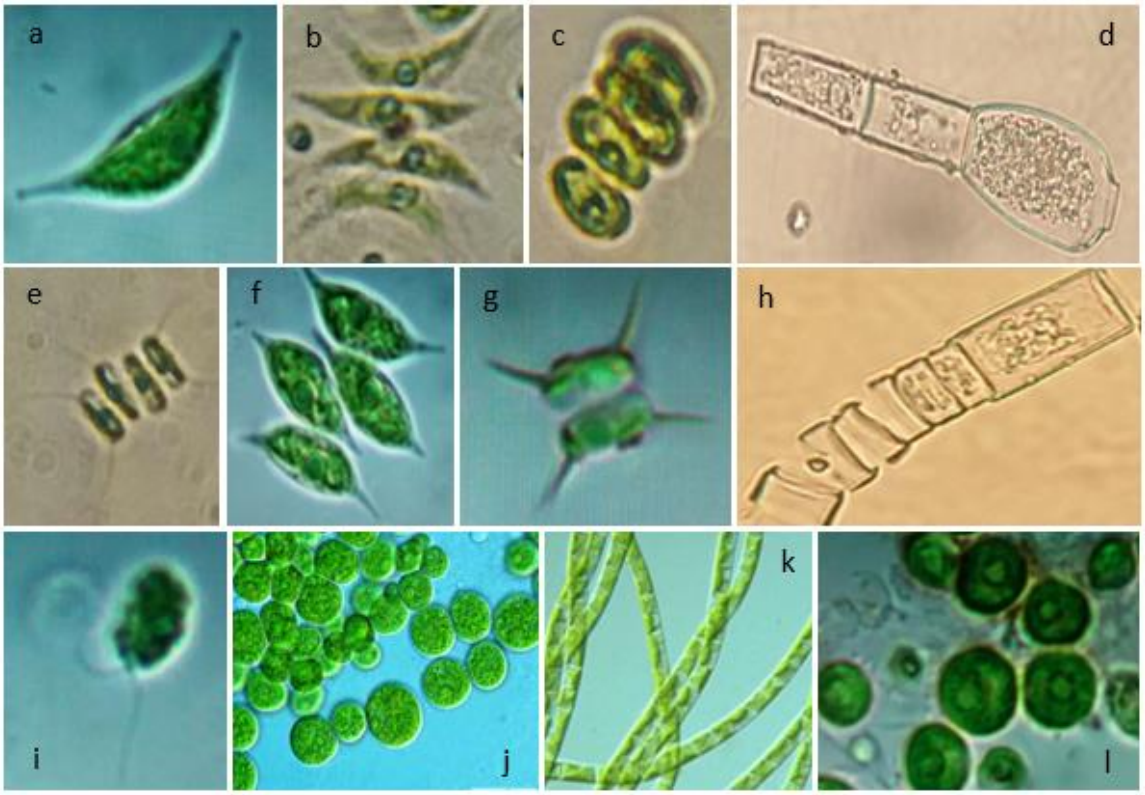
کلروفایتا ها دومین گروه غالب بودند که بالاترین تعداد گونه را پس از دیاتومه‌ها در رودخانه ارس نشان دادند. تعداد ۸ جنس و ۸ گونه از کلروفایتا در رودخانه ارس شناسایی شدند. در بین کلروفایتا، گونه‌های تک‌سلولی و کلنی از راسته *Chlorococcales* و جنس‌هایی مانند *Scendesmus* و *Chlorococcum* به‌ویژه در مرداد و شهریورماه به‌طور مکرر مشاهده شدند که با شرایط نور و حرارت در ایستگاه‌های مختلف ارتباط داشت و با مطالعات Semeneh در سال ۱۹۹۸ مطابقت دارد. از سیانوفایتای بسیار مهم ازنظر اقتصادی، پزشکی و تجاری جنس *Spirullina* می‌باشد که در ایستگاه‌های ۱، ایستگاه شماره ۳، شماره ۶ و ایستگاه ۷ در مردادماه مشاهده گردید که تعداد آن در ایستگاه شماره ۱ بیشتر بود.

جدول ۳: نمونه‌های فیتوپلانکتونی شناسایی شده در رودخانه ارس (سال ۱۳۹٦).

رده	راسته	تیره	گونه
Bacillariophyceae	*Melosirsles*	*Melosiraceae*	*Melosira nummuloides*
	Tabellariales	*Tabellariaceae*	*Tabellaria flocculosa*
			Asterionella formosa
	Fragilariales	*Fragilariaceae*	*Fragilaria crotonensis*
			Synedra acus
	Cocconeidales	*Cocconeidaceae*	*Cocconeis ehrenberg*
	Mastogloiales	*Achnanthaceae*	*Achnanthes adnata*
	Naviculales	*Naviculaceae*	*Navicula oblonga*
			Gyrosigma acuminatum
		Pinnulariaceae	*Pinnularia viridis*
		Cymbellaceae	*Cymbella elegans*
		Gomphonemataceae	*Gomphonema curvatum*
		Rhoicospheniaceae	*Rhoicosphenia abbreviata*
	Cymbellales	*Bacillariaceae*	*Nitzschia bilobata*
	Bacillariales		*Surirella turpin*
		Surirellaceae	*Cymatopleura solea*
	Surirellales		*Cyclotella gamma*
		Stephanodiscaceae	*Stephanodiscus nigarae*
	Stephanodiscales		
Chlorophyceae	*Sphaeropleales*	*Scenedesmaceae*	*Scenedesmus acuminatus*
			Scenedesmus quadricauda
		Schroederiaceae	*Scenedesmus obliquus*
			Scenedesmus bijuga
			Schroederia nitzschioides
	Chlamydomonadale	*Chlamydomonadaceae*	
		Chlorococcaceae	
	Oedogoniales	*Oedogoniaceae*	
	Cladophorales	*Cladophoraceae*	*Chlamydomonas reinhardtii*
			Chlorococcum infusionum

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

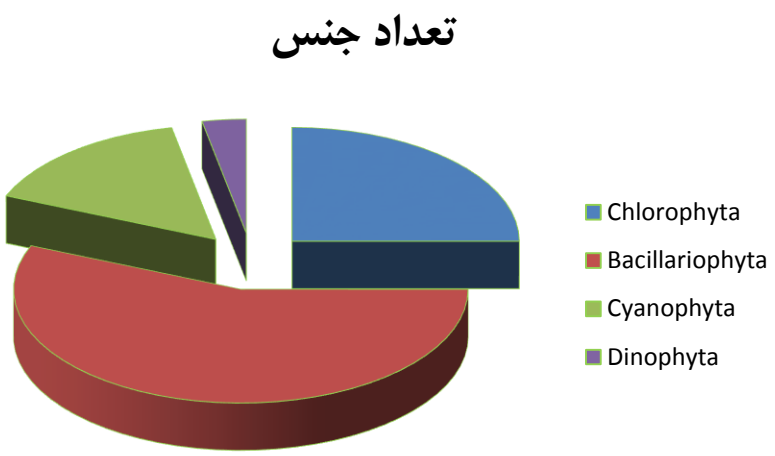
رده	راسته	تیره	گونه
	Chlorellales		
		Chlorellaceae	*Oedogonium pachydermum*
			Cladophora oligoclona
			Chlorella vulgaris
Cyanophyceae	*Chroococcales*	*Microcystaceae*	*Microcystis aeruginosa*
	Nostocales	*Nostocaceae*	*Nostoc azollae*
	Spirulinales	*Spirulinaceae*	*Anabaena spiroides*
	Oscillatoriales	*Oscillatoriaceae*	*Spirulina versicolor*
			Phormidium corium
Dinophyceae	*Peridiniales*	*Ceratiaceae*	*Ceratium hirundinella*



شکل ۲: انواع کلروفایتا مشاهده‌شده در رودخانه ارس (سال ۱۳۹٦). (بزرگنمایی عدسی شیئی X ۴۰).

a) Scenedesmus sp. b) Scenedesmus obliqus c) Scenedesmus bijua d) Oedogonium sp.
e) Scenedesmus quadricauda f) Scenedesmus sp. g) Scenedesmus acuminatus h) Oedogonium sp.
i) Chlamydomonas sp. j) Chlorococcum sp. k) Cladophora sp. l) Chlorella sp.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]



شکل ۳: درصد شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتون‌ها بر اساس تعداد جنس در رودخانه ارس در دوره موردمطالعه (تیر الی شهریورماه ۱۳۹٦).

جدول ٤: میانگین تعداد فیتوپلانکتون‌ها (Cell/ml) و خطای استاندارد ایستگاه‌های مختلف در دوره مطالعه (تیر الی شهریور ۱۳۹٦) برای سه تکرار.

تاریخ نمونه‌برداری / نام ایستگاه	تیرماه ۱۳۹٦	مردادماه ۱۳۹٦	شهریورماه ۱۳۹٦
ایستگاه ۱	۱۲۰۰۰۰ ± ۲۶۰۰	۱۵۰۰۰۰ ± ۳۰۵۰	۴۳۰۰۰۰ ± ۲۵۱۰۰
ایستگاه ۲	۲۵۰۰ ± ۲۵۰	۱۶۰۰ ± ۱۵۱	۱۵۰۰ ± ۱۶۰
ایستگاه ۳	۵۰۰۰ ± ۲۵۱	۴۱۰۰ ± ۲۰۸	۱۸۰۰۰ ± ۴۶۰۰
ایستگاه ۴	۶۴۰۰± ۲۰۰	۵۶۰۰ ± ۴۵۱	۸۴۰۰ ± ۳۰۰
ایستگاه ۵	۱۱۰۰۰ ± ۵۰۳	۳۹۰۰ ± ۶۸	۱۵۰۰۰ ± ۴۵۲
ایستگاه ۶	۱۳۰۰± ۳۵	۳۲۰۰ ± ۴۶۲	۲۲۰۰ ± ۵۱۳
ایستگاه ۷	۱۳۰۰۰± ۸۰۲	۱۵۰۰۰ ± ۴۰۴	۷۴۰۰ ± ۲۰۸

± خطای استاندارد

بحث و نتیجه‌گیری

ریز جلبک‌ها گروهی بسیار متنوعی از ارگانیسم‌های فتوسنتز کننده می‌باشند که از پراکنش بالایی در کره زمین برخوردارند. ویژگی‌ها و کاربردهای متنوع ریز جلبک‌ها در صنایع مختلف دارویی، غذایی، پالایش آلودگی‌های محیطی، تولید سوخت‌های زیستی باعث توجه جدی به این میکروارگانیسم‌ها در سال‌های اخیر شده است (Mudimu *et al*., 2014؛ Barsanti and Gualtieri, 2014؛ Charoonnart *et al*., 2018؛ Khan *et al*., 2018) اما به نظر می‌رسد که در کشور ما باوجود تنوع زیستی بالای جلبک‌ها این موضوع موردتوجه جدی قرار نگرفته است، درحالی‌که مطالعات وسیعی در سایر مناطق در مورد تنوع زیستی جلبک‌ها صورت گرفته است (آخوندیان و میرحسین نیا، ۱۳۹۶؛ Wang *et al*., 2020؛ Jover *et al*., 2020). مطالعه حاضر با توجه به اهمیت شناسایی جلبک‌ها به‌عنوان تولیدکنندگان اولیه در اکوسیستم‌های آبی در

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

رود ارس به‌عنوان مهم‌ترین رودخانه شمالی ایران آغاز گردید. نتایج ساختار جمعیتی و تنوع زیستی جلبک‌های شناسایی‌شده در ایستگاه‌های مختلف رود ارس و مقایسه آن با رودخانه‌های دیگر نتایج جالبی را ارائه می‌دهد به‌طوری‌که در رودخانه گرگر دیاتومه‌ها با ۱۲جنس بیشترین فراوانی را دارا هستند و رده‌ی غالب به شمار می‌روند (مرضیه راستی، ۱۳۸۷) که این نتایج نیز مشابه مطالعه انجام‌شده در رودخانه ارس می‌باشد (محبی، ۱۳۸۹).

مطالعه در تالاب میانکاله نشان داده است که باسیلاریوفایتا گروه غالب در جوامع جلبکی این تالاب می‌باشند (رمضان نژاد قادی،۱۳۹۱) که با نتایج رودخانه ارس همخوانی دارد. رودخانه ارس به دلیل اینکه از کوه‌های آناتولی ترکیه سرچشمه می‌گیرد و با رودخانه‌ها و دریاچه‌های این مسیر در ارتباط است و همچنین به دلیل شرایط یکسان اکولوژیکی این مناطق، امکان هم‌خوانی نتایج این تحقیق با نتایج اکوسیستم آبی کشور ترکیه وجود دارد، به‌طوری‌که مطالعات Gosselain و Descy در سال ۱۹۹۴ در دریاچه Tanganyika در نزدیک Kigoma نشان داده است که شاخه *Bacillariophyta* شاخه غالب جلبکی می‌باشد که این نتایج مشابه با مطالعات انجام‌گرفته در تالاب‌ها و دریاچه‌های Dagbasi, Uluabat, Keban, Hafik, Sultan sazligi ترکیه و تالاب روشن‌آباد بابل می‌باشد که نتایج این تحقیقات با نتایج حاصل از رودخانه ارس همخوانی دارد (مهرآوران و همکاران، ۱۳۹۴؛ Akbulut, 2002؛ Kilinc, 1998؛ Naz, 2005؛ Karacaoclu, 2004).

جنس‌هایی مانند *Tabellaria, Navicula, Gomphonema, Synedra, Fragilaria* حضور بیشتری در ایستگاه‌های مختلف نسبت به سایر جنس‌ها داشتند که چنین وضعیتی مشابه با دریاچه Devegecidi در ترکیه است. بااین‌حال در بعضی حالات استثنایی مثلاً در دریاچه‌های یوتروف مانند Mogan غالب بودن کلروفایتا ها و سیانوفیتا ها نیز گزارش‌شده است (Baykal, 2004). در مردادماه دیاتومه‌ها از تنوع بسیار بالایی برخوردار بودند و جنس‌هایی مانند *Navicula*، *Melosira*، *Synedra*، *Gomphonema*، *Tabellaria*، *Fragilaria* و *Navicula* از انتشار وسیعی برخوردار بودند که این وضعیت در دریاچه‌های دیگر هم گزارش‌شده است (Cocquyt, 2005). یکی از مهم‌ترین گونه‌های جلبک‌های میکروسکوپی مشاهده‌شده که به‌طورمعمول در تمام آب‌های شیرین یافت می‌شود گونه جلبک سبز *Scenedesmus quadricauda* است (Bellinger and Sigee, 2010). در رودخانه ارس و در مردادماه جنس *Melosira* از دیاتومه‌ها مشاهده گردید که انتشار وسیعی داشت. این جنس اصولاً در آب‌های دارای مواد غذایی کم و pH خنثی تا قلیایی ظاهر می‌شود (مقدم، ۱۳۵۵) که نتایج آنالیز آب رودخانه نیز مؤید قلیایی بودن آب (pH=۹) در مردادماه بود، بنابراین حضور این جنس منطقی خواهد بود. با مطالعات انجام‌شده بر روی تالاب‌ها و دریاچه‌های مختلف ممکن است گونه‌های دیاتومه‌ای شباهت زیادی باهم داشته باشند ولی ترکیب گونه‌ای دیاتومه‌ها در طی فصول مختلف تغییر نشان می‌دهد که این امر می‌تواند به دلیل تغییر شرایط اکولوژیکی و آلودگی آب‌ها باشد.

در شاخه *Dinophyta* گونه *Ceratium hirundinella* (جنس *Ceratium*) تنها گونه شناسایی‌شده در رودخانه ارس می‌باشد که در ایستگاه شماره ۷ در مردادماه مشاهده گردید که وجود این جنس به‌عنوان یک شاخص آلودگی در آب‌های غنی از مواد آلی نیز ذکرشده است (Hegseth,1983). این جنس در آب و در مقادیر زیاد باعث ایجاد بوی پوسیدگی و تعفن شده و مزه آب را تلخ می‌کند و همچنین این جنس جزء جلبک‌های مضر آب‌های شیرین می‌باشد (طالبی،۱۳۹۱).

اکوسیستم رودخانه‌ها و دریاچه‌ها تحت تأثیر عوامل متنوعی می‌باشد که مجموعه این عوامل بر روند رشد و تکثیر اجتماعات فیتوپلانکتون‌ها تأثیر می‌گذارند و حضور و فراوانی آن‌ها را در بخش‌های مختلف از رودخانه‌ها و دریاچه‌ها تعیین می‌نمایند. بین تغییرات آب و هوایی و تغییر در الگوهای فصلی در ایستگاه‌های مختلف و تعداد فیتوپلانکتون‌ها در رودخانه ارس ارتباط وجود دارد که با مطالعات انجام‌شده توسط Akbulut در سال ۲۰۰۲ در تالاب Sultan sazligi ترکیه و Diehl در سال ۲۰۰۲ در دریاچه Erken سوئد مشابه است. تشابه ترکیب اجتماعات در مناطق و ایستگاه‌های مختلف رودخانه بیانگر آن است که گونه‌های اصلی و مهم می‌توانند دامنه یکسانی از فاکتورهای نور، دما و عوامل اکولوژیکی همچون شوری و غیره را تحمل کنند که چنین وضعیتی نیز در دریاچه Dagbasi در ترکیه توسط Shahin در سال ۱۹۹۸ گزارش‌شده است. بااین‌همه به علت وجود عوامل متعدد و تأثیر آن‌ها، میزان فرایند فتوسنتز و نسبت رشد فیتوپلانکتون‌ها متفاوت است که این موضوع با اکثر مطالعات ازجمله (Desmit *et al*., 2005; Tolotti, 2001) مطابقت دارد. طبق مطالعات و نتایج به‌دست‌آمده، رودخانه ارس مشخصات

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

یوتروفی مرتبط با توزیع فصلی فیتوپلانکتون‌ها را در حالت‌های مختلف غذایی نشان می‌دهد که با ویژگی‌های بسیاری از رودخانه‌های دنیا تشابه دارد. به‌طورکلی بر اساس نتایج حاصل و با بررسی‌های تاکسونومیکی گونه‌ها و وجود بعضی گونه‌های خاص می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که رودخانه ارس در برخی از ماه‌های سال (مثلاً شهریورماه) و در بعضی از ایستگاه‌ها مثلاً ایستگاه ۱، ایستگاه ۲ در زمره آب‌های یوتروفی می‌باشد. آب‌های یوتروف بیشتر شامل سیانوفایتا و دیاتومه‌ها و اوگلنوفایتاها می‌باشند (Round, 1981).

بررسی فلور و تنوع جلبکی سایر بخش‌های رود ارس (در داخل ایران و کشورهای همسایه) با توجه به عوامل تأثیرگذار در آن و در ماه‌های مختلف سال پیشنهاد می‌گردد، همچنین استفاده از مارکرهای ژنتیکی و مولکولی به‌منظور تائید گونه‌های شناسایی‌شده جلبک‌ها پیشنهاد می‌شود (Jagielski *et al*., 2019; Zheng *et al*., 2020; Lee *et al*., 2019).

منابع

آخوندیان، م. و میرحسن نیا، س. د. ۱۳۹٦. تنوع زیستی ریز جلبک‌ها، ظرفیتی بالقوه در فناوری‌های زیستی و محیطی. مجله انسان و محیطزیست، دوره ۱۵، شماره دوم، صفحات ۷۰-۳۹

احمدی، م.، ۱۳۸۱. شناسایی جوامع فیتوپلانکتونی حوضچه تصفیه پساب شهری تهران و تأثیر فاکتورهای محیطی بر تغییرات فصلی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم گیاهی، دانشگاه شهید بهشتی.

چراغپور، ج.، افشارزاده، س.، شریفی، م.، رمضان نژاد قادی، ر. و مسعودی، م.، ۱۳۹۲. ارزیابی تنوع فیتوپلانکتونی تالاب گندمان، غرب ایران. مجله گیاه‌شناسی ایران دوره ۱۹، شماره ۲، صفحات ۱۶۱-۱۵۳.

راستی، م.، باقر نبوی، س. م.، جعفر زاده، ن. و موبد، پ.، ۱۳۸۷. مطالعه فلور جلبکی جوامع پری فیتون با توجه به نوع بستر در رودخانه گرگر. مجله محیط‌شناسی، سال سی و چهارم، شماره ۴۶، صفحه ۷۳.

رمضان نژاد، ر. و کیانیان مؤمنی، آ.، ۱۳۹۱. جلبک‌های متصل و اپی پلیک تالاب بین‌المللی میانکاله(شمال ایران)، اولین کنفرانس ملی جلبک‌شناسی ایران، سال نهم، صفحه ۷۲- ۶۱.

طالبی، س. و ربیعی، م.، ۱۳۹۱. راهنمای شناسایی جلبک‌ها و نماتدها در آب شیرین، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.

سینایی، م.، حسینی، ا. و بلوکی، م.، ۱۳۹٦. اولین گزارش شناسایی جوامع پلانکتونی رودخانه سرباز در استان سیستان و بلوچستان. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیطزیست. دوره ۱۹، صفحات ۶۲۷-۶۱۷.

غلامی،ع.، اجتهادی، ح. و قاسمزاده، ف.، ۱۳۸٤. بررسی تنوع گونه‌ای و اکولوژیک فیتوپلانکتون‌های دریاچه بزنگان. مجله علمی شیلات ایران، دوره ۱۴، شماره ۲، صفحات ۹۰-۷۳

محبی، ف.، پور آذری، م. و عاصم، ع.، ۱۳۸۹. بررسی جمعیت فیتوپلانکتونی و شاخص‌های جمعیتی در دریاچه سد ارس. مجله زیست‌شناسی ایران جلد ۲۵، شماره ۲، صفحات ۳۲۸-۳۱۶.

مقدم، ف.، ۱۳۵۵. بررسی لیمنولوژیکی دریاچه ولشت و مطالعه فیتوپلانکتون‌ها و جلبک‌های اپی فیت. گزارش نهایی طرح‌های پژوهشی علوم پایه، دانشگاه تهران، صفحات ۹۵-۲۵.

مهرآوران، س.، نقی نژاد، ع. و جعفری، ن.، ۱۳۹٤. بررسی تنوع زیستی جلبک‌های تالاب روشن‌آباد بابل. کنفرانس ملی زیست شناسی و علوم زیست محیطی.

پور غلام، ر. تهامی، ف. و کیهان ثانی، ع.، ۱۳۹۳. بررسی تنوع فصلی فیتوپلانکتون‌ها در آب‌های حوضه جنوبی دریای خزر طی سال ۱۳۸۹. مجله پژوهش‌های جانوری. دوره ۲۷، شماره ۳، صفحات ۳۱۸-۳۰۷.

Akbulut, A. and Kazim, Y., 2002. The planktonic diatoms of lake çıldır (Ardahan-Turkey). Turkish Journal of Botany. 26(2): 55- 77.

Allen, M. M., 1968. Simple conditions for growth of unicellular blue-green algae. J. Gen. Microbiol. 51: 199 - 202.

Barsanti, L. and Gualtieri, P., 2014. Algae: anatomy, biochemistry, and biotechnology. CRC press.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

Baykal, T., Açikgöz, I., Yildiz, K. and BEKLEYEN, A., 2004. A study on algae in Devegeçidi Dam lake. Turkish Journal of Botany. 28 (5): 457-472.

Bellinger, E. G. and Sigee, D. C., 2010. Introduction to freshwater algae. Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators, John Wiley & Sons. 1- 40.

Charoonnart, P., Purton, S. and Saksmerprome, V., 2018. Applications of Microalgal Biotechnology for Disease Control in Aquaculture. Biology (Basel). 12;7(2). pii: E24. doi: 10.3390/biology7020024.

Cocquyt, C. and Vyverman, W., 2005. Phytoplankton in Lake Tanganyika: a comparison of community composition and biomass off Kigoma with previous studies 27 years ago. Journal of Great Lakes Research. 31(4): 535-546.

Descy, J-P. and Gosselain, V., 1994. Development and ecological importance of phytoplankton in a large lowland river (River Meuse, Belgium). In Phytoplankton in Turbid Environments*:* Rivers and Shallow Lakes, (pp. 139-155), Springer Netherlands.

Desmit, X., Vanderborght, J. P., Regnier, P. and Wollast, R., 2005. Control of phytoplankton production by physical forcing in a strongly tidal, well-mixed estuary. Biogeosciences. 2(2): 205-218.

Diehl, S., Berger, S., Ptacnik, R. and Wild, A., 2002. Phytoplankton, light, and nutrients in a gradient of mixing depths: field experiments. Ecology. 83(2): 399-411.

Falkowski PG., 1994. The role of phytoplankton photosynthesis in global biogeochemical cycles. Photosynth Res. 39(3):235-58.

Hegseth, E. N. and Sakshaug, E., 1983. Seasonal variation in light-and temperature-dependent growth of marine planktonic diatoms in in situ dialysis cultures in the Trondheimsfjord, Norway (63 N). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 67(3): 199-220.

Jagielski, T., Bakuła, Z., Gawor, J., Maciszewski, K., Kusber, W-H., Dyląg, M., Nowakowska, J., Gromadka, R. and Karnkowska, A., 2019. The genus Prototheca (Trebouxiophyceae, Chlorophyta) revisited: Implications from molecular taxonomic studies. Algal research. 43: 101639.

Jover, A., Ramos, A., Cabrera, A., Suárez, A. M., Machell, J. and Pérez-Lloréns, J. L., 2020. Epiphytic macroalgae and hosts of the marine shelf of Cuba: Current status, composition and diversity. Regional Studies in Marine Science. 34: 101108.

Karacaoglu, D., Dere, Ş. and Dalkiran, N., 2004. A taxonomic study on the phytoplankton of Lake Uluabat (Bursa). Turkish Journal of Botany. 28(5): 473-485.

Khan, I. M., Shin, J. K. and Kim, J. D. 2018. The promising future of microalgae: current status, challenges, and optimization of a sustainable and renewable industry for biofuels, feed, and other products. Microb Cell Fact. 17: 36.

Kilinc, S., 1998. A study in the seasonal variation of phytoplankton in Hafik Lake (Sivas, Turkey). Turkish Journal of Botany. 22(1): 35-42.

Lee, Y. H., Tung, K. C., Cheng, J. F., Wu, Z-Y., Chen, S. Y., Hong, Y. K., Huang, Y. T. and Liu, P. Y., 2019. Genomic characterization of carbapenem-resistant *Shewanella algae* isolated from Asian hard clam (*Meretrix lusoria*). Aquaculture. 500: 300-304.

Mudimu, O., Rybalka, N., Bauersachs, T., Born, J., Friedl, T. and Schulz R., 2014. Biotechnological screening of microalgal and cyanobacterial strains for biogas production and antibacterial and antifungal effects. Metabolites,vol. 4(2),pp. 373-393.

Naz, M. and Türkmen, M., 2005. "Phytoplankton biomass and species composition of Lake Gölbaşı (Hatay-Turkey). Turkish Journal of Biology. 29(1): 49-56.

Patrick, R. and Reimer, C. W., 1966. The diatomes of the United States. Vol. 1. Monographs of the Academy of natural science of Philadelphia, No. 13. 688P.

Prescott, G. W., 1962. Algae of western great lakes area. W.M.C. Brown Company Publishing, Iowa, USA. 933pp.

Provasoli, L. and Pintner, I. J., 1959. in The Ecology of Algae, eds. Tyron, C. A. & Hartman, R. T. (Univ. of Pittsburgh, Pittsburgh), Spec. Publ. No. 2, 84-96.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

Reynolds, C. S., 1994. The long, the short and the stalled: on the attributes of phytoplankton selected by physical mixing in lakes and rivers. In Phytoplankton in Turbid Environments: Rivers and Shallow Lakes, (pp. 9-21). Springer Netherlands.

Reynolds, C., 2006. Ecology of Phytoplankton–Cambridge University Press. Cambridge, UK.

Round, F. E., 1981. The ecology of algae. Cambridge. Univ. Press.653 pp.

Semeneh, M., Dehairs, F., Elskens, M., Baumann, M. E. M., Kopczynska, E. E., Lancelot, C. and Goeyens. L., 1998. Nitrogen uptake regime and phytoplankton community structure in the Atlantic and Indian sectors of the Southern Ocean. Journal of marine systems. 17(1): 159-177

Shahin, B., 1998. A study on the benthic algae of Uzungöl (Trabzon). Turkish Journal of Botany. 22(3): 171-190.

Tolotti, M., 2001. Phytoplankton and littoral epilithic diatoms in high mountain lakes of the Adamello-Brenta Regional Park (Trentino, Italy) and their relation to trophic status and acidification risk. Journal of Limnology.60(2): 171-188.

Wang, X., Fan, S., Xiao, J., Li, Y., Zhang, X., Wang, Z., 2020. Distribution of zooplankton in the Jiangsu coastal area: Relationship with the drift path of green algae. Marine Pollution Bulletin. 151: 110782

Zheng, L-Z., Chen, X-Q., Cheong, K-L., 2020. Current trends in marine algae polysaccharides: The digestive tract, microbial catabolism, and prebiotic potential. International Journal of Biological Macromolecules. 151: 344-354.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]