Archive of SID

Investigation of the Flora and Diversity of *Phytoplanktonic* Algae in Yamchi Dam, Ardabil Province

Jamileh Panahy Mirzahasanlou [1*], Zohreh Ramezanpour [2], Javid Imanpour Namin [3]

[1] Assistant Professor Department of Biology, Faculty of Basic Science, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
[2] Assistant Professor International Sturgeon Research Institute, Rasht, Iran
[3] Associate Professor Department of Fishery, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Somee Sara, Iran

Abstract

Phytoplanktons are primary producers in aquatic ecosystems, and form part of the basis of the food webs in these ecosystems. Yamchi dam was constructed on Balikhlu River (northwest of Iran). Considering that there was no study of phytoplankton in Yamchi dam, While phytoplanktons are important in understanding the biological function of lakes and detect changes in them, this investigation was carried out to study the floristic composition of phytoplanktons in this lake. In total, 62 Phytoplankton taxa were identified. These belong to 50 genera, 39 families and 9 classes of the algae. Among classes identified in this study, most species were designated to 3 classes: Bacillariophyceae with 23 sp. Chlorophyceae with 12 sp. and Cyanophyceae with 10 sp. Bacillariaceae and Scenedesmaceae each with 6 sp. are the largest families and *Nitaschia* with 4 sp. is the largest genus identified in the lake, respectively. In the present study, the highest value of diversity was observed in late spring and summer months, which was due to the conditions suitable for growth and co-occurrence of green algae and cyanobacteria, rather than the good quality of water in these months. The lowest values of the diversity index were calculated in the autumn, that the growth condition was suitable for diatoms, with the dominant species of *Stephanodiscus neostraea*.

Key words: Balikhlu River, Diversity Index, Evenness, Phytoplankton Abundance.

* panahi@gonbad.ac.ir

Copyright©2017, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/BY-NC-ND/4.0), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they cannot change it in any way or use it commercially.

www.SID.ir

Archive of SID

تاکسونومی و بیوسیستماتیک، سال دهم، شماره سی و چهارم، بهار ۱۳۹۷، صفحه ۳۹- ۵۲
دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۱/۰۷ پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۱۱/۲۹

مطالعهٔ فلور و تنوع جلبک‌های فیتوپلانکتونی سد یامچی، استان اردبیل

جمیله پناهی میرزاحسنلو [۱]*، زهره رمضان‌پور [۲]، جاوید ایمان‌پور نمین [۳]

[۱] استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکدهٔ علوم، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران
[۲] استادیار مؤسسهٔ تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، رشت، ایران
[۳] دانشیار گروه شیلات، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

چکیده

فیتوپلانکتون‌ها تولیدکنندگان اولیه در اکوسیستم‌های آبی و بخشی از پایهٔ شبکه‌های غذایی‌اند. سد یامچی روی رودخانهٔ بالیخلو (شمال‌غرب ایران) ساخته شده است؛ باتوجه‌به اینکه تاکنون مطالعه‌ای دربارهٔ فیتوپلانکتون‌های این سد انجام نشده است و نظر به اهمیت فیتوپلانکتون‌ها در درک عملکرد زیستی دریاچه‌ها و ردیابی تغییرات آنها، مطالعهٔ حاضر با هدف بررسی فلوریستیک فیتوپلانکتون‌های این دریاچه انجام شد. به‌طورکلی، ۶۲ تاکسون فیتوپلانکتونی در بررسی حاضر شناسایی شدند که به ۵۰ جنس، ۳۹ تیره و ۹ رده از جلبک‌ها تعلق داشتند. در بین رده‌ها Bacillariophyceae با ۲۳ گونه، Chlorophyceae با ۱۲ گونه و Cyanophyceae با ۱۰ گونه بیشترین تعداد گونه‌ها را به خود اختصاص دادند. Baciillariaceae و Scenedesmaceae هرکدام با ۶ گونه بزرگ‌ترین تیره‌ها و *Nitzschia* با ۴ گونه بزرگ‌ترین جنس فیتوپلانکتونی شناسایی‌شده در دریاچه بودند. در مطالعهٔ حاضر، بیشترین مقادیر تنوع در اواخر بهار و ماه‌های تابستان مشاهده شد که به‌علت مناسب‌بودن شرایط برای رشد و وقوع هم‌زمان جلبک‌های سبز و سیانوباکتری‌ها (نه به‌علت کیفیت خوب آب در این ماه‌ها) بود. کمترین مقادیر شاخص تنوع در پاییز محاسبه شد و شرایط رشدی تنها برای دیاتومه‌ها مناسب بود که تنها با یک گونهٔ غالب *Stephanodiscus neoastraea* در دریاچه مشاهده شدند.

واژه‌های کلیدی: رودخانهٔ بالیخلو، شاخص تنوع، یکنواختی، فراوانی فیتوپلانکتونی

مقدمه

مطالعه‌های فلوریستیک روی جلبک‌های آب شیرین ترکیب گونه‌ای و تنوع تاکسونومیک جوامع زیستی اکوسیستم را آشکار (Faghir and Shafii, 2013) و تغییرات فصلی، فرایندهای تکاملی، عملکردهای اکولوژیکی و پایداری اکوسیستم‌های آبی را منعکس می‌کنند (Komulaynen, 2009). اصطلاح فیتوپلانکتون به تمام جلبک‌های میکروسکوپی معلق در آب اطلاق می‌شود که به تمام گروه‌های تاکسونومیک جلبکی تعلق دارند. فیتوپلانکتون‌ها همراه با جلبک‌های کف‌زی و ماکروفیت‌ها تولیدکنندگان اولیهٔ اکوسیستم‌های آبی هستند و بخشی از پایهٔ شبکه‌های

* panahi@gonbad.ac.ir
Copyright©2017, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/BY-NC-ND/4.0), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they cannot change it in any way or use it commercially.
www.SID.ir

Archive of SID

غذایی را تشکیل می‌دهند. فیتوپلانکتون‌ها بخش عمدهٔ تولیدات اولیه در دریاچه‌ها و مخازن پشت سدها را تولید می‌کنند و ماکروفیت‌ها و جلبک‌های کف‌زی محدودند. فیتوپلانکتون‌ها به تغییرات مواد غذایی حساس‌اند و به‌سرعت نسبت به هر تغییری در میزان مواد مغذی پاسخ می‌دهند. جلبک‌های پلانکتونی به‌علت داشتن چرخهٔ زندگی کوتاه سریع به تغییرات محیطی پاسخ می‌دهند و ازاین‌رو، شاخص قابل‌استفاده‌ای برای کیفیت آب محسوب می‌شوند (Hotzel and Croome, 1999). در بیشتر مطالعه‌های انجام‌شده دربارهٔ دریاچه‌ها، جوامع فیتوپلانکتونی برای ارزیابی محیطی استفاده شده‌اند. تجزیه‌وتحلیل جوامع فیتوپلانکتونی نمونه‌های برداشته‌شده از اکوسیستم‌هایی مانند دریاچه‌ها و آبگیرها اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ شرایط کلی آب فراهم و طبقه‌بندی دریاچه‌ها و سایر منابع آبی را ازنظر کیفیت آب و سطح تغذیه‌ای (تروفیک) امکان‌پذیر می‌کند (Bellinger and Sigee, 2010).

مطالعه‌های فلوریستیک دربارهٔ جلبک‌های ایران بسیار محدودند؛ باوجوداین، مطالعه‌های مختلفی در زمینهٔ فیتوپلانکتون‌های اکوسیستم‌های آبی ایران انجام شده‌اند که ازجملهٔ آنها عبارتند از: Noroozi و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی توزیع فصلی جلبک و ارتباط آن با برخی عوامل فیزیکوشیمیایی در تالاب انزلی نشان دادند گونه‌های Bacillariophyceae فراوان‌ترین گونه‌ها هستند که در فصل پاییز بیشترین فراوانی را دارند و اعضای Chlorophyceae در بهار و اعضای Cyanophyceae در تابستان غالب می‌شوند؛ Makaremi و همکاران (۲۰۰۶) با مطالعهٔ پراکنش فیتوپلانکتونی در تالاب انزلی و نواحی ساحلی دریای خزر، درمجموع ۲۸۷ گونه فیتوپلانکتون متعلق به ۹ شاخه از جلبک‌ها را شناسایی کردند که بیشترین تعداد گونه‌های شناسایی‌شده به شاخه‌های Chlorophyta و Bacillariophyta تعلق داشتند؛ Gharibkhany و همکاران (۲۰۰۹) ۴۲ جنس متعلق به ۱۰ شاخه را در تالاب استیل شناسایی کردند که بیشترین تعداد جنس‌ها به شاخه‌های Chlorophyta و Bacillariophyta تعلق داشتند. Mohebbi و همکاران (۲۰۱۲) ۴۶ گونه متعلق به ۵ شاخه را در دریاچهٔ سد ارس شناسایی کردند و بر اساس شاخص‌های محاسبه‌شده و ترکیب جمعیتی فیتوپلانکتون‌ها، این دریاچه یو-هیپرتروف گزارش شد؛ Noroozi و همکاران (۲۰۰۹) از مجموع ۲۲۵ گونهٔ شناسایی‌شده در مطالعهٔ فلور جلبکی پارک ملی بوجاق، ۷۰ گونهٔ فیتوپلانکتونی را گزارش کردند و در این مطالعه، تمام جنس‌های Euglenophyceae و Dinophyceae و اغلب جنس‌های Bacillariophyceae پلانکتونی بودند؛ Cheraghpour و همکاران (۲۰۱۳) ۹۵ گونه را در بررسی تنوع فیتوپلانکتونی تالاب گندمان شناسایی کردند و Bacillariophyta و Chlorophyta بیشترین گونه‌ها را به خود اختصاص دادند.

سد یامچی با انگیزهٔ بهره‌گیری از جریان سطحی بالیخلوچای به‌منظور تأمین بخشی از نیازهای آب آشامیدنی شهر اردبیل و توسعهٔ کشاورزی و آبیاری در اراضی دشت اردبیل روی بالیخلوچای ساخته شده است. ازآنجاکه آب پشت سد برای آب آشامیدنی شهر اردبیل و کشاورزی به کار می‌رود و فیتوپلانکتون‌ها در برخی سال‌ها و به‌ویژه در ماه‌های تابستان مشکل‌ساز می‌شوند، مطالعه‌های دقیق روی جلبک‌های فیتوپلانکتونی و شناسایی آنها به‌عنوان مطالعهٔ پایه‌ای برای برنامه‌های مدیریتی آینده ضروری به نظر می‌رسد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

رودخانهٔ بالیخلو در جنوب‌غربی شهر اردبیل و در محدودهٔ عرض جغرافیایی ۳۸ درجهٔ شمالی قرار دارد. این رودخانه از سرشاخه‌های رودخانهٔ قره‌سو به شمار می‌آید و از شرق وارد شهر اردبیل می‌شود. سد یامچی در موقعیت جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵ دقیقهٔ طول شرقی و ۳۸ درجه و ۴ دقیقهٔ عرض شمالی و در فاصلهٔ ۲۵ کیلومتری جنوب‌غربی شهر اردبیل و ۵ کیلومتری شمال‌شرقی شهر نیر و با حجم مفید ۸۰ میلیون مترمکعب روی بالیخلوچای ساخته شده است و دریاچهٔ پشت سد ۶ کیلومتر طول و ۶۵۰ متر عرض دارد. متوسط بارندگی سالانه در محل سد اردبیل ۳۸۵ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۸/۸ درجهٔ سانتی‌گراد است.

سه ایستگاه نمونه‌برداری باتوجه‌به وسعت، عمق و منابع ورودی آب دریاچه به‌منظور مطالعهٔ فیتوپلانکتون‌های سد یامچی انتخاب شدند: ایستگاه اول: عمیق‌ترین نقطهٔ دریاچه (عمق‌های صفر، ۵ و ۱۰ متر)؛ ایستگاه دوم: نقطهٔ میانی دریاچه، نزدیک به ورودی رودخانهٔ فصلی جوراب‌چای (عمق‌های صفر و ۵ متر)؛ ایستگاه سوم: نزدیک به ورودی رودخانهٔ بالیخلو به دریاچه (عمق‌های صفر و ۵ متر). نمونه‌برداری با دستگاه روتنر و به‌طور ماهانه از مهرماه ۱۳۹۲ تا شهریورماه ۱۳۹۳ انجام شد؛ نمونه‌برداری در ماه‌های زمستان به‌علت یخبندان و نامساعدبودن شرایط جوی ممکن نبود. نمونه‌ها با فرمالین ۴ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌های آب هر ایستگاه همراه با نمونه‌های جلبکی در ظرف‌های یک لیتری برداشت و برای تعیین میزان نیترات، آمونیوم، سولفات، فسفات، سیلیس، Biological Oxygen Demand (BOD) و Chemical Oxygen Demand (COD) به آزمایشگاه منتقل شدند (Clescerl *et al*., 1999). میزان اکسیژن محلول، دما، هدایت الکتریکی، شوری، اسیدیته و Total Dissolved Solids (TDS) با دستگاه پرتابل Hach G500 در محل اندازه‌گیری شد. در آزمایشگاه، ابعاد سلول‌ها با میکروسکوپ نوری اندازه‌گیری و عکس‌های میکروسکوپی آنها تهیه و نمونه‌ها با مراجعه به منابع (Prescott, 1970; Tiffany and Britton, 1971; Komarek and Anagnostidis, 1999; Wehr and Sheath, 2003; John *et al*., 2005) شناسایی شدند. درستی رده‌بندی گونه‌های شناسایی‌شده با مراجعه به سایت Algaebase.org تأیید شد (Guiry and Guiry, 2018)؛ سپس نمونه‌ها با استفاده از محفظه‌های شمارش و میکروسکوپ اینورت شمارش شدند و فراوانی فیتوپلانکتونی محاسبه شد (Clescerl *et al*., 1999). تنوع زیستی فیتوپلانکتونی با استفاده از شاخص‌های تنوع شانون – وینر و یکنواختی و به کمک نرم‌افزار PAST 3.20 محاسبه شد (Hammer *et al*., 2001).

نتایج

نتایج تجزیه‌وتحلیل‌های فیزیکوشیمیایی آب طی دورهٔ مطالعه در جدول (۱) ارائه شده است. مقدار شاخص‌های مختلف طی دورهٔ مطالعه‌شده نوسان نشان می‌دهد؛ به‌طوری‌که میزان دما بین ۷/۴ تا ۲۱/۸ درجهٔ سانتی‌گراد متغیر است و BOD5، COD و سیلیس بیشترین میزان خود را در ماه‌های تابستان دارند. در بررسی حاضر، ۶۲ تاکسون فیتوپلانکتونی متعلق به ۵۰ جنس، ۳۹ خانواده، ۹ رده و ۶ شاخه از جلبک‌ها شناسایی شدند. Bacillariophyta با ۲۷ گونه بیشترین تعداد گونه‌ها را به خود اختصاص داد و پس‌ازآن،

www.SID.ir

Archive of SID

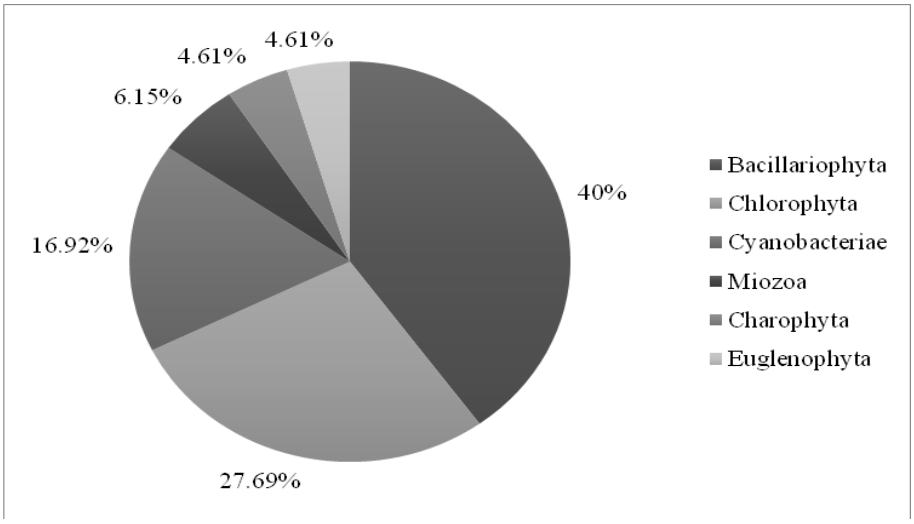
Chlorophyta با ۱۶ گونه و Cyanobacteria با ۱۰ گونه قرار گرفتند (شکل ۱). در بین رده‌ها نیز Bacillariophyceae با ۲۳ گونه، Chlorophyceae با ۱۲ گونه و Cyanophyceae با ۱۰ گونه بیشترین تعداد گونه‌ها را به خود اختصاص دادند (شکل ۲). *Nitzschia* با ۴ گونه و *Scenedesmus* با ۳ گونه بزرگ‌ترین جنس‌های فیتوپلانکتونی بودند و سایر جنس‌ها ۱ یا ۲ گونه داشتند؛ تعداد ۴۴ جنس از ۵۲ جنس (۸۴/۶۱ درصد) تنها ۱ گونه داشتند. میانگین فراوانی فیتوپلانکتونی $۶/۸\times۱۰^{۳}$ سلول در میلی‌لیتر و بین $۲/۲\times۱۰^{۳}$ تا $۲/۴\times۱۰^{۴}$ سلول در میلی‌لیتر متغیر بود. بیشترین و کمترین میزان فراوانی در تمام ایستگاه‌ها به‌ترتیب در ماه‌های تابستان و اوایل بهار شمارش شد (شکل ۳). بیشترین فراوانی در بین شاخه‌ها نیز به شاخهٔ Chlorophyta تعلق داشت که در اواخر بهار و ماه‌های تابستان بیشترین فراوانی را نشان داد. بیشترین غنای گونه‌ای در عمق صفر ایستگاه دوم در مردادماه با ۲۰ گونه و کمترین غنای گونه‌ای در عمق ۵ متری ایستگاه سوم در آذرماه با ۴ گونه گزارش شد (شکل ۴). شاخص‌های تنوع گونه‌ای و یکنواختی برای بررسی تنوع فیتوپلانکتونی در دریاچه استفاده شدند. بیشترین میزان تنوع گونه‌ای در عمق صفر ایستگاه اول در تیرماه (۲/۱۸۴) و کمترین میزان آن در عمق ۱۰ متری ایستگاه اول در شهریورماه (۰/۵۰۴) به دست آمد (شکل ۵). مقدار شاخص یکنواختی بین صفر تا ۱ است و اطلاعاتی دربارهٔ ساختار جمعیت ارائه می‌دهد؛ هرچه مقدار ارزش به ۱ نزدیک‌تر باشد، شباهت بیشتری بین فراوانی گونه‌ها وجود دارد. بیشترین میزان یکنواختی در عمق ۱۰ متری ایستگاه اول در تیرماه و کمترین میزان آن در عمق ۵ متری ایستگاه سوم در آبان‌ماه محاسبه شد (شکل ۶).

جدول ۱- نتایج تجزیه‌وتحلیل‌های فیزیکوشیمیایی آب طی دورهٔ مطالعه‌شده در سد یامچی (مقادیر حداقل و حداکثر ارائه شده‌اند)

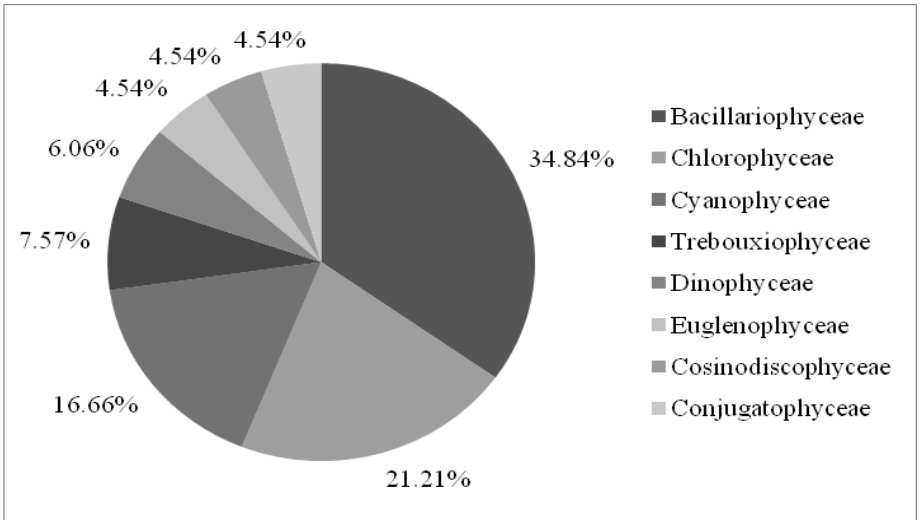
	عمق صفرS1	عمق S1۵	عمق S1۱۰	عمق صفرS2	عمق S2۵	عمق صفرS3	عمق S3۵
NO_3^-	0.88-4.23	0.84-4.36	0.84-.41	0.91-4.4	0.86-4.69	0.86-4.86	0.91-5.19
NH_4^+	0-0.17	0-0.56	0-1.1	0-0.24	0-0.22	0-0.37	0-0.14
PO_4^{3-}	0.08-0.19	0.08-0.16	0.08-0.2	0.09-0.18	0.09-0.24	0.1-0.22	0.11-0.27
SO_4^{2-}	11.04-63.84	36.48-61.44	35.04-59.42	36.48-60	35.52-58.56	35.04-67.68	36.48-61.44
SiO_2	4.29-22.18	5.7-21.25	6.26-22.09	5.49-21.33	3.65-21.89	5.23-23.67	6-23.46
BOD	1.5-17	2-10	0-10	0-17		2-13	2-16
COD	5.5-24	7.2-17	1-19	1.5-26	1-22	4.5-20	3.2-23
T°C	8-20.9	9.9-20.4	9.3-20.8	7.9-20.5	10.5-20.6	7.4-21.8	9.3-21.7
pH	7.2-8.8	6.5-9.7	6.6-8.8	7-8.8	6.5-8.7	7-8.7	6.7-8.6
EC	666-1098	660-899	653-901	668-899	656-903	676-885	674-878
TDS	466-769	462-629	457-631	468-630	459-632	473-620	472-615

www.SID.ir

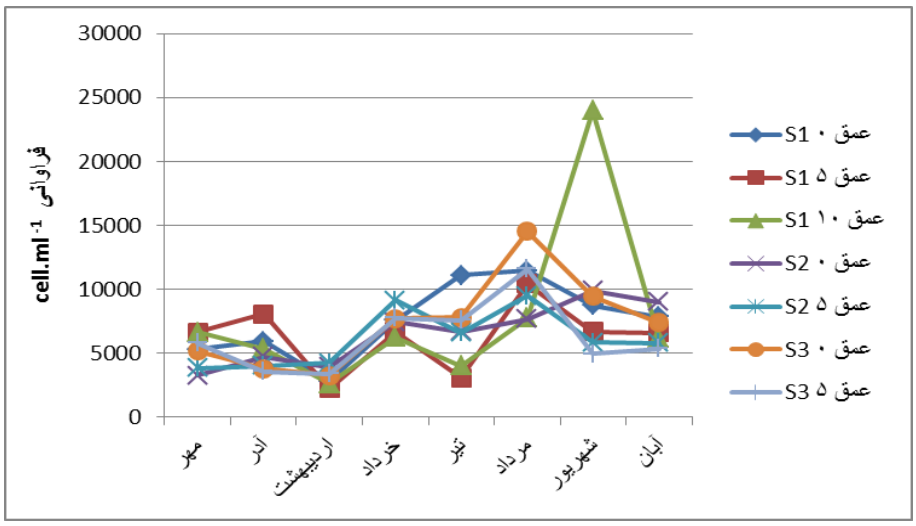
Archive of SID



شکل ۱- نمودار درصد فراوانی گونه‌ها در هرکدام از شاخه‌های جلبکی شناسایی‌شده



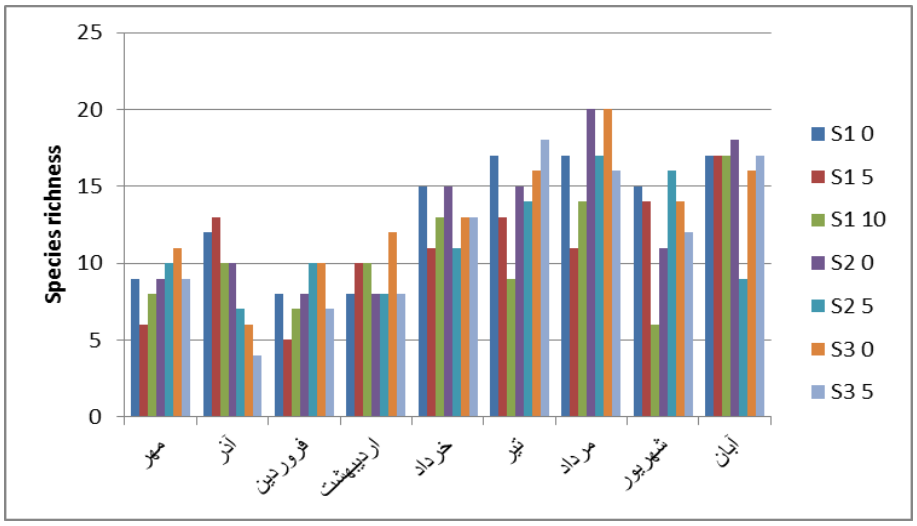
شکل ۲- نمودار درصد فراوانی گونه‌ها در هرکدام از رده‌های جلبکی در سد یامچی



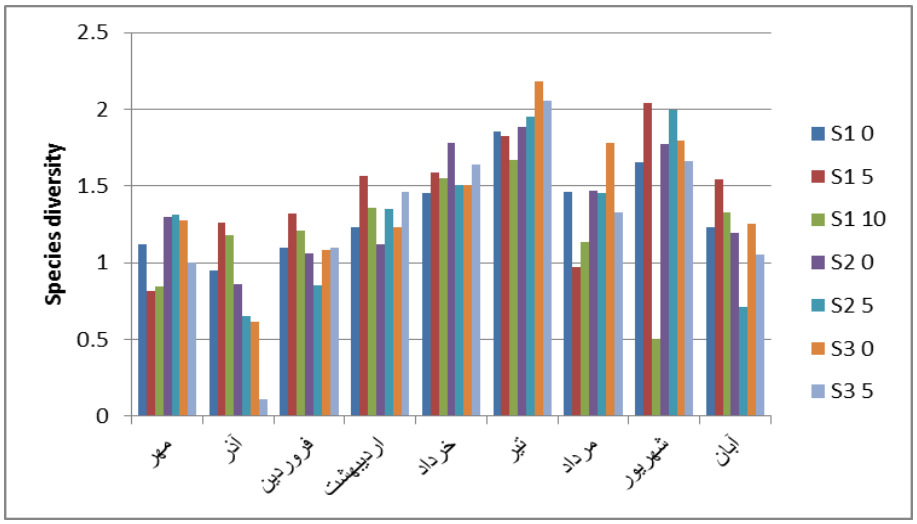
شکل ۳- تنوع مکانی و زمانی فراوانی فیتوپلانکتونی در سد یامچی

www.SID.ir

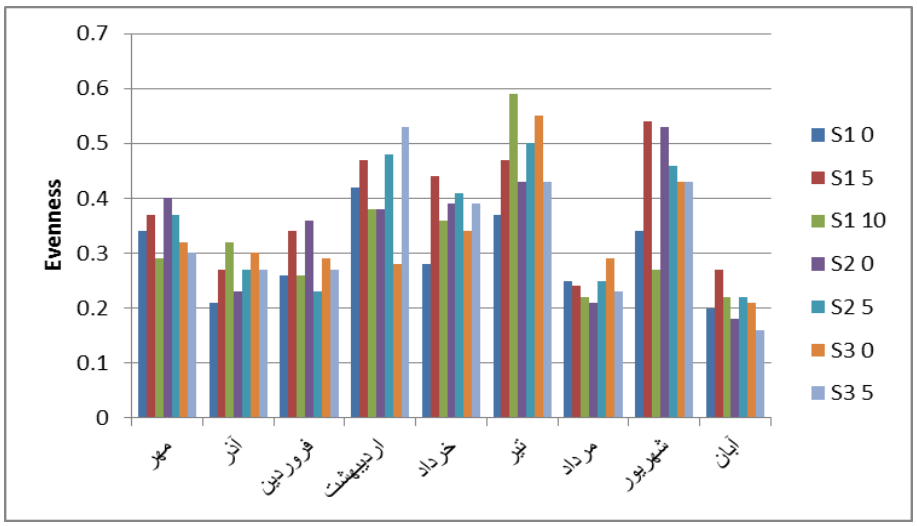
Archive of SID



شکل ۴- تنوع مکانی و زمانی غنای گونه‌ای فیتوپلانکتونی در سد یامچی



شکل ۵- تنوع مکانی و زمانی تنوع گونه‌ای فیتوپلانکتونی در سد یامچی



شکل ۶- تنوع مکانی و زمانی یکنواختی فیتوپلانکتونی در سد یامچی

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست فلوریستیک فیتوپلانکتون‌های سد یامچی به شرح زیر است:

Phyllum Bacillariophyta
Class Bacillariophyceae
Order Bacillariales
Family Bacillariaceae
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) W. Smith
Nitzschia dissipata (Kützing) Rabenhorst
Nitzschia flexa Schumann
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W. smith
Nitzschia vermicularis (Kutzing) Hantzsch.
Tryblionella apiculata W. Gregory
Order Cocconidales
Family Achnanthidiaceae
Planothidium frequentissimum (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot
Family Cocconeidaceae
Cocconeis pediculus Ehrenberg
Cocconeis placentula Ehrenberg
Order Cymbellales
Family Cymbellaceae
Cymbella cistula (Ehrenberg) O.Kirchner
Family Gomphonemataceae
Encyonema silesiacum (Bleisch) D.G.Mann
Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brebisson
Family Rhoicospheniac
Rhoicosphenia abbreviata (C. Agardh) Lange-Bertalot
Order Naviculales
Family Naviculaceae
Caloneis amphisbaena(Bory) Cleve
Gyrosigma acuminatum (Kutzing) Rabenhorst
Navicula recens (Lange-Bertalot)Lange-Bertalot
Family Pinnulariaceae
Pinnularia acutobrebissonii Kulikovskiy, Lange-Bertalot & Metzeltin
Order Rhopalodiales
Family Rhopalodiaceae
Epithemia operculata (C.Agardh) Ruck & Nakov
Order Surirellales
Family Surirellaceae
Surirella librile (Ehrenberg) Ehrenberg
Surirella brebissonii Krammer and Lange- Bertalot
Order Tabellariales
Family Tabellariaceae
Diatoma moniliformis (Kutzing) D.M.Williams
Diatoma vulgaris Bory de Saint Vincent
Order Thalassiophysales
Family Catenulaceae
Amphora ovalis (Kutzing) Kutzing
Class Cosinodiscophyceae
Order Aulacoseirales
Family Aulacoseiraceae
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen
Order Melosirales
Family Melosiraceae
Melosira varians (Dillwyn) Agardh
Order Stephanodiscales
Family Stephanodiscaceae
Stephanodiscus neoastraea Hakansson & Hickel
Phyllum Charophyta
Class Conjugatophyceae
Order Desmidiales
Family Closteriaceae
Closterium acutum Brebisson
Family Desmidiaceae
Cosmarium formosulum Hoff.
Staurastrum gracile Ralfs ex Ralfs
Phyllum Chlorophyta
Class Chlorophyceae
Order Chlamydomonales
Family Chlamydomonaceae
Chlamydomonas sp.
Family Sphaerocystidaceae
Sphaerocystis schroeteri Chodat
Order Sphaeropleales
Family Hydrodictyaceae
Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini
Pediastrum duplex Meyen.
Family Scenedesmaceae
Coelastrum microporum Nageli
Scenedesmus arcuatus (Lemmermann) Lemmermann
Scenedesmus armatus (Chodat) Chodat var. *armatus*

www.SID.ir

Archive of SID

Family Leptolyngbyaceae
Planktolyngbya limnetica (Lemmermann) Komarkova-Legnrova & Cronberg
Family Merismopediaceae
Merismopedia convoluta Brebisson ex Kutzing
Merismopedia punctata Meyen
Phyllum Euglenophyta
Class Euglenophyceae
Order Euglenales
Family Euglenaceae
Euglenaformis proxima (Dangeard) M.S.Bennett & Triemer
Trachelomonas sp.
Family Phacaceae
Lepocinclis acus (O.F.Müller) B. Marin & Melkonian
Phyllum Miozoa (Dinophyta)
Class Dinophyceae
Order Gonyaulacales
Family Ceratiaceae
Ceratium hirundinella (O.F.Muller) Dujardin
Order Gymnodiniales
Family Gymnodiniaceae
Gymnodinium sp.
Order Peridiniales
Family Kolkwitziellaceae
Kolkwitziella acuta (Apstein) Elbrachter
Scenedesmus armatus var. *chodatii* G.M.Smith
Scenedesmus bijuga (Turpin) Lagerheim
Tetrastrum staurogeniiforme (Schroder) Lemmeremann
Family Schroederiaceae
Schroederia setigera (Schroder) Lemmermann
Family Selenastraceae
Quadrigula chodatii (Tanner-Fullemann) G.M.Smith
Monoraphidium minutum (Nageli) Komarkova- Lagnerova
Class Trebouxiophyceae
Order Chlorellales
Family Chlorellaceae
Actinastrum hantzschii Lagerheim
Mucidosphaerium pulchellum (H.C.Wood) C.Bock, Proschold & Krienitz
Family Oocystaceae
Oocystis borgei J.W.Snow
Trebouxiophyceae ordo incertae sedis
Family Coccomyxaceae
Paradoxia multiseta Svirenko
Phyllum Cyanobacteria
Class Cyanophyceae
Order Chroococcales
Family Chroococcaceae
Gloeocapsopsis crepidinum (Turet) Geitler ex Komarek
Family Microcystaceae
Microcystis aeruginosa (Kutzing) Kutzing
Microcystis flosaquae (Wittrock) Kirchner
Order Nostocales
Family Aphanizomenonaceae
Aphanizomenon flosaquae Ralfs ex Bornet & Flahault
Family Nostocaceae
Anabaenopsis elenkinii V.V.Miller
Order Oscillatoriales
Family Microcoleaceae
Tychonema bourrellyi (J.W.G. Lund) Anagnostidis & Komarek
Order Spirulinales
Family Spirulinaceae
Arthrospira gigantea (Schmidle) Anagnostidis
Order Synechococcales

بحث و نتیجه‌گیری

Bacillariophyceae (دیاتومه‌ها)، Chlorophyceae (جلبک‌های سبز) و Cyanophyceae (سیانوباکتری‌ها) بیشترین تعداد گونه را در فلور فیتوپلانکتونی سد یامچی به خود اختصاص دادند؛ نتایج مشابهی از بررسی‌های سایر پژوهشگران به دست آمده است (Karacaoglu, *et al.*, 2004; Kolayli and Sahin, 2007; Mohebbi *et al.*, 2012). فلور فیتوپلانکتونی سد یامچی ازنظر نوع گونه‌ها با دریاچهٔ سد ارس (Mohebbi *et al.*, 2012)، دریاچهٔ Uluabat در ترکیه (Karacaoglu *et al.*, 2004) و دریاچهٔ سد Devegicidi (Baykal *et al.*, 2004) مشابهت دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

تفاوت خاصی بین ایستگاه‌های مختلف سد یامچی ازنظر نوع گونه‌های موجود دیده نشد وازنظر فراوانی نیز (به‌جز اختلاف‌های جزئی) الگوی فراوانی مشابهی بین ایستگاه‌های مختلف مشاهده شد. بیشترین تراکم فیتوپلانکتون‌ها در ماه‌های تابستان و کمترین میزان آن در اوایل بهار مشاهده شد که با یافته‌های Gharibkhany و همکاران (۲۰۰۹) در تالاب استیل همخوانی دارد؛ آنها بیشترین تراکم فیتوپلانکتون‌ها را در تابستان گزارش کرده‌اند.

گرچه ردهٔ Bacillariophyceae ازنظر تعداد گونه سهم عمده‌ای در فلور فیتوپلانکتونی سد یامچی دارد، گونه‌های آن در ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف انتشار تصادفی و پراکنده با فراوانی اندک دارند. ردهٔ Chlorophyceae تعداد گونه و فراوانی بیشتر و معناداری در ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف دارد؛ نتیجهٔ مشابهی در دریاچهٔ Uluabat ترکیه به دست آمده است (Karacaoglu *et al.*, 2004). دیاتومه‌ها عمدتاً کف‌زی هستند و امکان استقرار و تشکیل جمعیت در محیط پلانکتونی را ندارند. از بین دیاتومه‌های شناسایی‌شده، *Stephanodiscus neoastraea* متعلق به ردهٔ Cosinodiscophyceae حضوری دائمی و توالی فصلی منظمی دارد. Hutchinson (۱۹۶۷) *Stephanodiscus* را جزو دیاتومه‌های سنتریکی معرفی کرده است که در فیتوپلانکتون‌ها معمول هستند. جلبک‌های سبز به‌علت توانایی جذب مواد غذایی و حفظ وضعیت خود اغلب در جمعیت تابستانی غالب می‌شوند؛ جنس‌های غالب این جلبک‌ها عبارتند از: *Coelastrum*، *Oocystis*، *Dictyosphaerium*، *Pediastrum*، *Quadrigula*، *Sphaerocystis*، *Scenedesmus*که طبق نظر Hutchinson بیشتر در دریاچه‌های کم‌عمق و یوتروف یافت می‌شوند (Hutchinson, 1967). در بین جلبک‌های آبی- سبز شناسایی‌شده در سد یامچی، *Aphanizomenon flosaquae* و *Microcystis aeruginosa* جزو گونه‌های سمی و تشکیل‌دهندهٔ بلوم‌های جلبکی در نقاط مختلف دنیا گزارش شده‌اند (Sant Anna and Azevedo, 2000; Wehr and Sheath, 2003). Baykal و همکاران (۲۰۰۴) نیز گونه‌های *M. aeruginosa* و *A. flos aquae* را جزو سیانوباکتری‌های فراوان در جمعیت فیتوپلانکتونی دریاچهٔ سد Devegicidi به‌ویژه بین تابستان و پاییز گزارش کرده‌اند که گونهٔ اول اغلب باعث ایجاد بلوم‌های جلبکی در دریاچه می‌شود. *M. aeruginosa* طی تابستان در دریاچهٔ Uluabat ترکیه (Karacaoglu *et al.*, 2004) نیز بلوم تشکیل می‌دهد. در بین دینوفلاژله‌های شناسایی‌شده در دریاچه، *Ceratium hirundinella* که جزو گونه‌های ایجادکنندهٔ طعم و بوی نامطبوع معرفی شده است گونهٔ شاخص بود (Ginkel *et al.*, 2001).

در مطالعهٔ حاضر، شاخص‌های تنوع گونه‌ای محاسبه شدند. تنوع گونه‌ای با افزایش تعداد گونه‌ها و یکنواختی تعداد افراد در بین گونه‌ها افزایش می‌یابد. مقدار عددی تنوع گونه‌ای بین ۱ تا ۵ متغیر است و هرچه مقدار آن کمتر باشد نشان‌دهندهٔ آلودگی بیشتر است. در مطالعهٔ حاضر، بیشترین مقادیر تنوع در اواخر بهار و ماه‌های تابستان محاسبه شد و تنها استثنا در عمق ۱۰ متری ایستگاه اول در شهریورماه و به‌علت افزایش ناگهانی *Merismopedia punctata* مشاهده شد. کمترین مقادیر شاخص تنوع در پاییز مشاهده شد که عمدتاً تنها گونهٔ *Stephanodiscus neoastraea* در

www.SID.ir

Archive of SID

اجتماع فیتوپلانکتونی غالب بود. درکل، تفاوت درخور توجهی (به‌جز چند استثنا) بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری مختلف مشاهده نشد.

جمع‌بندی

فلور فیتوپلانکتونی سد یامچی با داشتن تعداد زیادی جنس تک‌گونه‌ای و دوگونه‌ای تنوع فلوریستیک خوبی دارد؛ همچنین با درنظرگرفتن داده‌های شیمی آب و تنوع گونه‌ای فیتوپلانکتون‌های سد یامچی نتیجه‌گیری می‌شود زیادبودن تنوع گونه‌ای در ماه‌های تابستان دلیلی بر کیفیت خوب آب نیست، بلکه برخی عوامل محیطی ازجمله زیادبودن دما و افزایش برخی مواد مغذی شرایط را برای رشد انواع گونه‌های جلبک‌های سبز و سیانوباکتری‌ها مناسب می‌کنند؛ همان‌طور که مشاهدهٔ بیشترین میزان غنای گونه‌ای در اواخر بهار و تابستان به‌علت رشد و وقوع هم‌زمان انواع گونه‌های مختلف است و این در حالیست که به‌علت کم‌بودن دما در پاییز، شرایط تنها برای رشد دیاتومه‌ها مناسب است. از بین جلبک‌های شناسایی‌شده در دریاچه نیز سیانوباکتری‌ها بیشترین پتانسیل ایجاد آثار مضر بر سلامتی انسان را داشتند؛ به‌ویژه که طی دورهٔ مطالعه‌شده نشانه‌هایی از بلوم *Microcystis aeruginosa* در ماه‌های تابستان مشاهده شد. همچنین گونهٔ *Ceratium hirundinella* از دینوفلاژله‌ها که در تابستان به‌ویژه در عمق‌های نزدیک به سطح مشاهده شد، گونهٔ مسدودکنندهٔ فیلتر (به‌علت اندازهٔ بزرگ) و ایجادکنندهٔ طعم و بوی نامطبوع شناخته می‌شود. فراوانی گروه‌های دیگر تنها ازنظر مشکلاتی که در فیلتراسیون آب ایجاد می‌کنند مشکل‌ساز است. باتوجه‌به اینکه آب پشت سد برای آشامیدنی استفاده می‌شود، درپیش‌گرفتن تدابیری برای پایش و کنترل رشد فیتوپلانکتون‌ها به‌ویژه در ماه‌های تابستان ضروری به نظر می‌رسد.

سپاسگزاری

نگارندگان از شرکت سهامی آب منطقه‌ای اردبیل، حامی مالی پروژهٔ حاضر، انستیتو تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر و آزمایشگاه کاوشگران طبیعت پاک برای فراهم‌کردن امکانات آزمایشگاهی پژوهش حاضر سپاسگزاری می‌کنند. همچنین از جناب آقای دکتر صادق مغانلو برای همکاری در عملیات میدانی تشکر می‌شود.

منابع

Clescerl, L. S., Greenberg, A. E. and Eaton, A. D. (Eds.) (1999) Standard methods for examination of water and wastewater. 20th ed. American public health association, American water works Association, Water environment federation. Waldorf, Maryland.

Baykal, T., Acikgoz, I., Yildiz, K. and Bekleyen, A. (2004) A study on algae in Devegecidi Dam lake. Turkish Journal of Botany 28: 457-472.

Bellinger, E. G. and Sigee, D. C. (2010) Freshwater algae, identification and use as bioindicators. Wiley-Blackwell, Chichester.

Cheraghpour, J., Afsharzadeh, S., Sharifi, M., Ramezannejad Ghadi, R. and Masoudi, M. (2013) Phytoplankton diversity assessment of Gandoman wetland, west of Iran. Iranian Journal of Botany 19(2): 153-162.

www.SID.ir

Archive of SID

Faghir, M. B. and Shafii, S. (2013) Floristic study on the algae of Siahdarvishan river in Guilan province, North Iran. Caspian Journal of Environmental Sciences 11(1): 111-126.

Gharibkhany, M., Tatina, M., Ramezanpour, Z. and Chobian, F. (2009) Studying the diversity, density and abundance of phytoplanktons of Esteel lagoon in Astara. Fisheries Journal 3(4): 3-19 (in Persian).

Guiry, M. D. and Guiry, G. M. (2018) Algae Base. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Retrieved from http://www.algaebase.org. On: 25 January 2018.

Hammer, Ø., Harper, D. A. T., Ryan, P. D. (2001) PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 1-9.

Hotzel, G. and Croome, R. (1999) A phytoplankton methods manual for Australian freshwaters. Land and Water Resources Research and Development Corporation Publication, Canberra.

Hutchinson, G. E. (1967) A treatise on limnology: Introduction to lake biology and the limnoplankton. John Wiley & Sons, New York.

John, D. M., Whitton, B. A. and Brook, A. J. (2005) The freshwater algal flora of the British Isles, An identification guide to freshwater and terrestrial algae. Cambridge University Press, Cambridge.

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

Kolayli, S. and Sahin, B. (2007) A taxonomic study on the phytoplankton in the littoral zone of Karagol lake (Borcka-Artvin/Turkey). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 7: 171-175.

Komarek, J. and Anagnostidis, K. (1999) Cyanoprokaryota 1, Chrococcales. In Susswasserflora von Mitteleurope (Eds. Ettl, H., Gardner, G., Heynig H. and Mollenheuer, D.) vol. 19. Gustav Fuscher, Jena.

Komulaynen, S. (2009) Diatoms of periphyton assemblages in small rivers in Northwestern Russia. Studi Trentini di Scienze Naturali 84: 153-160.

Makaremi, M., Sabkara, J. and Mhammadjani, T. (2006) Phytoplankton species in Anzali lagoon and Caspian Sea coastal waters. Iranian Scientific Fisheries Journal 15(1): 129-150 (in Persian).

Mohebbi, F., Mohsenpour Azari, A. and Asem, A. (2012) Phytoplankton population and its indices in aras dam reservoir. Iranian Journal of Biology 25(2): 316-328 (in Persian).

Noroozi, M., Naqinezhad, A. and Mehrvarz, Sh. S.(2009) Algal flora in first Iranian land-marine the Boujagh National Park. International Journal on Algae 11(3): 276-288.

Noroozi, M., Nejadsattari, T. and Falahi, M. (2005) Seasonal distribution of epiphytic algae on natural and artificial substrates and the relationship between their biomass and water physic-chemical properties in Anzali lagoon. Iranian Scientific Fisheries Journal 14(3): 199-206 (in Persian).

Prescott, G. W. (1970) Algae of the western great lakes area. WM. C. Brown company publishers, Iowa.

Sant Anna, C. L. and Azevedo, M. T. P. (2000) Contribution to the knowledge of potentially toxic cyanobacteria from Brazil. Nova Hedwigia 71: 359-385.

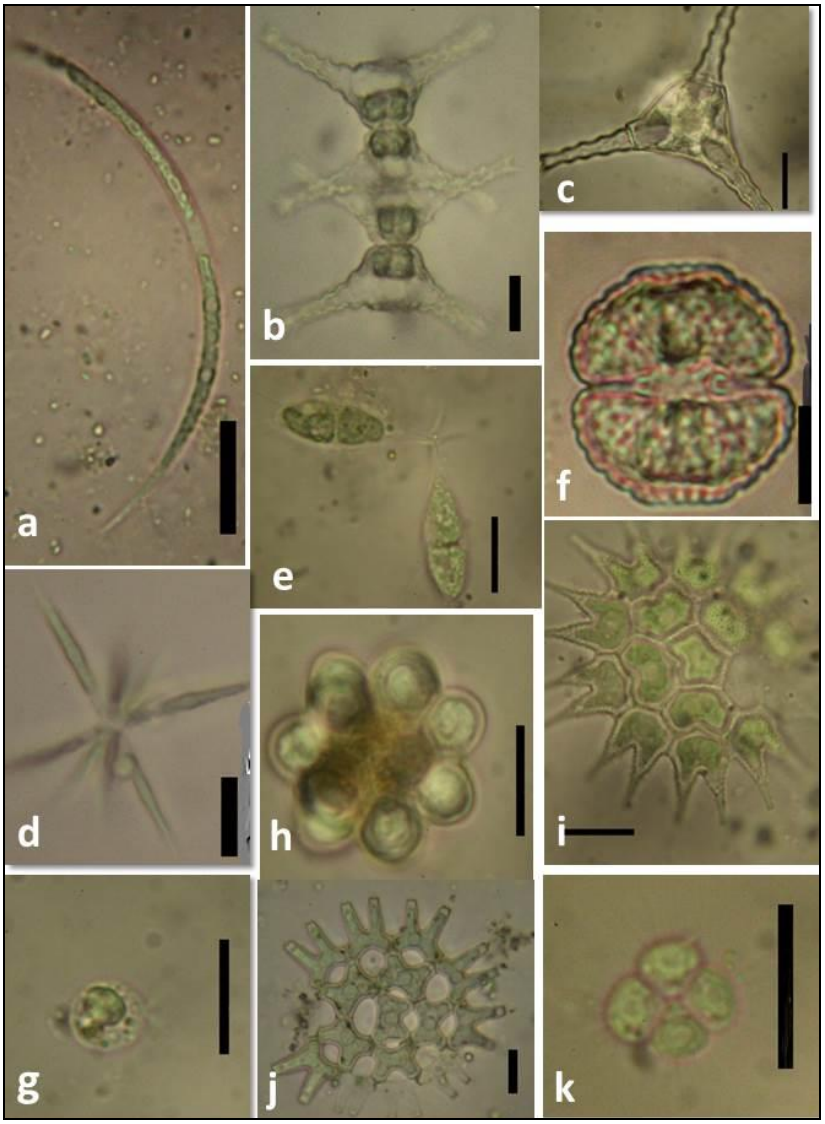
Tiffany, L. H. and Britton, M. E. (1971) The algae of Illinois. Hafner Publishing Company, New York.

Wehr, J. D. and Sheath, R. G. (2003) Freshwater algae of North America, ecology and classification. Academic press, Amsterdam.

Ginkel, C. V., Hohls, B. C. and Vermaak, E. (2001) A *Ceratium hirundinella* (O.F.Muller) bloom in Hartbeespoort Dam, South Africa. Water SA 27(2): 269-276.

www.SID.ir

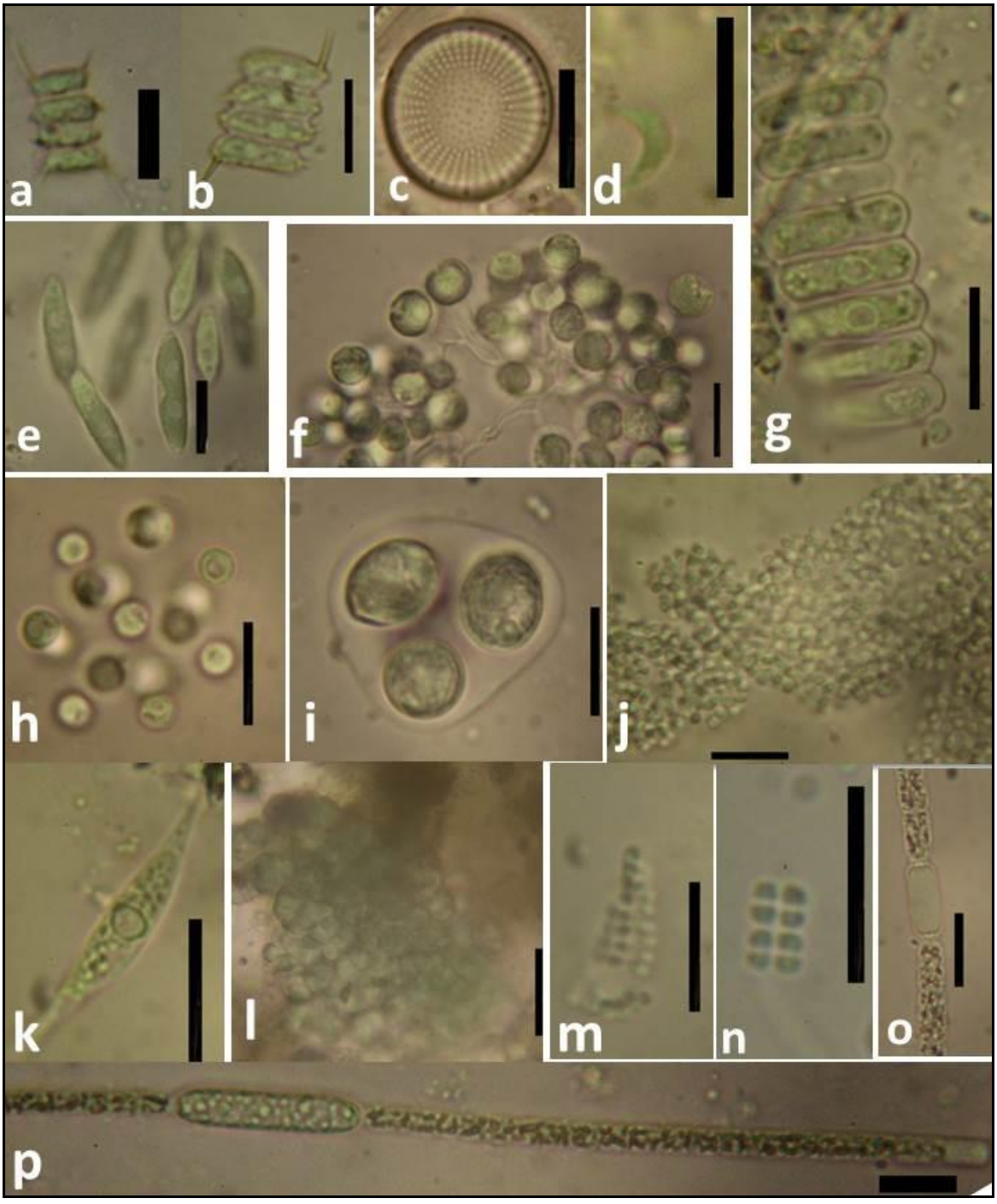
Archive of SID



شکل ۴– a. *Closterium acutum*، b و c. *Staurastrum gracile*، d. *Actinastrum hantzschii*، e. *Paradoxia multiseta*، f. *Cosmarium formosulum*، g. *Chlamydomonas*، h. *Coelastrum microporum*، i. *Pediastrum boryanum*، j. *Pediastrum duplex*، k. *Tetrastrum staurogeniiforme* (مقیاس عکس‌ها= ۱۰ میکرومتر)

www.SID.ir

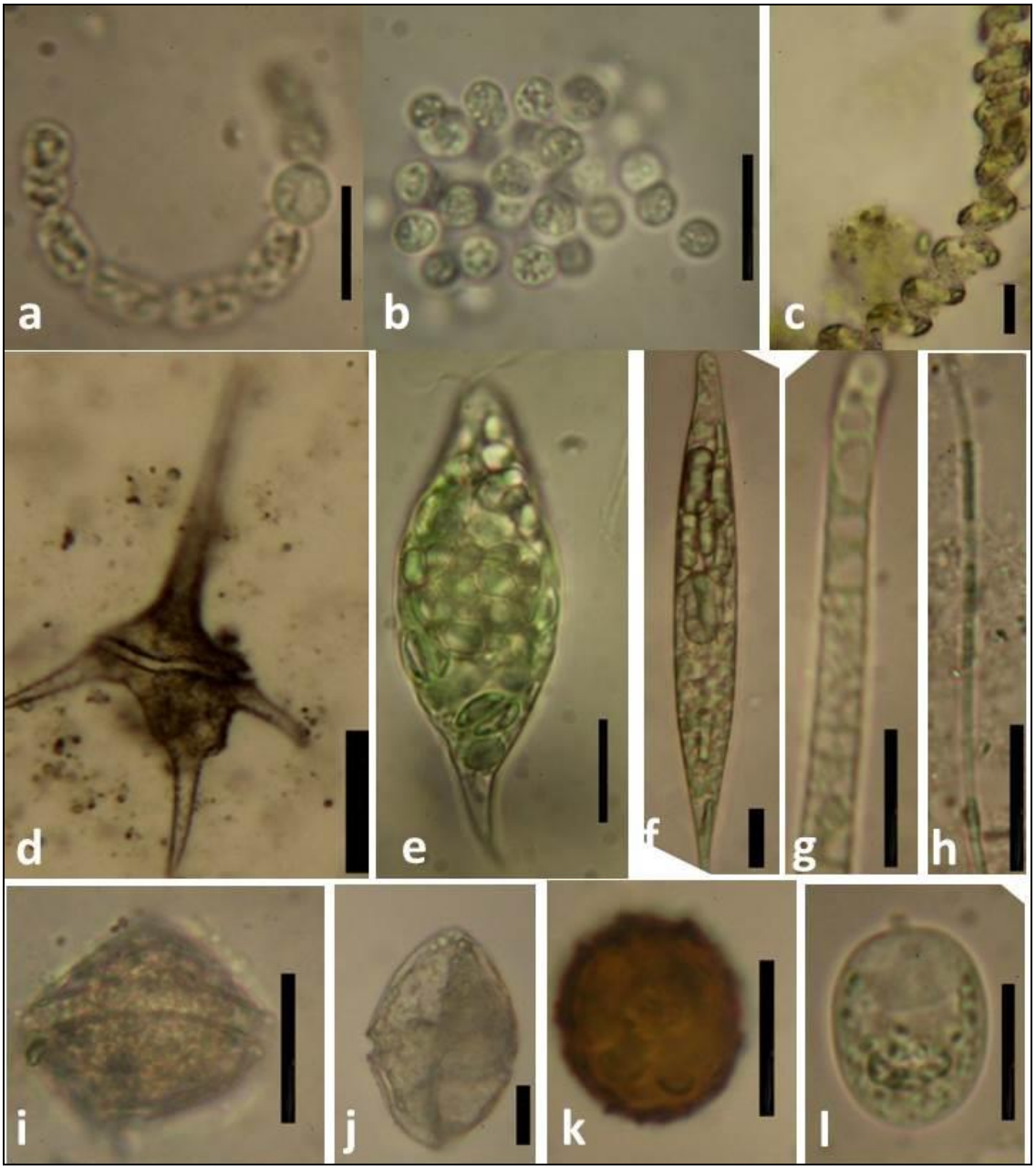
Archive of SID



شکل ۵- a. *Scenedesmus armatus* var. *armatus*، b. *Scenedesmus armatus* var. *chodati*، c. *Stephanodiscus neoastraea*، d. *Monoraphidium minutum*، e. *Quadrigula chodatii*، f. *Mucidospherium pulchellum*، g. *Scenedesmus bijuga*، h. *Sphaerocystis schroeteri*، i. *Oocystis borgei*، j. *Microcystis flosaquae*، k. *Shroederia setigera*، l. *Gloeocapsopsis crepidinum*، m. *Merismopedia convoluta*، n. *Merismopedia punctata*، o. *Aphanizomenon flos aquae* دارای هتروسیت، p. *Aphanizomenon flos aquae* دارای اکینت (مقیاس عکس‌ها= ۱۰ میکرومتر)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- a. *Anabaenopsis elenkinii*، b. *Microcystis aeruginosa*، c. *Arthrospira gigantea*، d. *Ceratium hirundinella*، e. *Euglenaformis proxima*، f. *Lepocinclis acus*، g. *Tychonema bourrellyi*، h. *Planktolyngbya limnetica*، i. *Kolkwitziella acuta*، j. *Gymnodinium* sp.، k و l. *Trachelomonas* sp. (مقیاس عکس‌ها= ۱۰ میکرومتر)

www.SID.ir