

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

Jamileh Panahy Mirzahasanlou^{1*}, Zohreh Ramezani², Javid Imanpour Namin³

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

مطالعه فلور و تنوع جلبک‌های فیتوپلانکتونی سد یامچی، استان اردبیل

جمیله پناهی میرزاحسنلو^{۱*}، زهره رمضان‌پور^۲، جاوید ایمان‌پور نمین^۳

^۱ استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

^۲ استادیار مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، رشت، ایران

^۳ دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

چکیده

فیتوپلانکتون‌ها تولیدکنندگان اولیه در اکوسیستم‌های آبی و بخشی از پایه شبکه‌های غذایی‌اند. سد یامچی روی رودخانه بالیخلو (شمال غرب ایران) ساخته شده است؛ با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای درباره فیتوپلانکتون‌های این سد انجام نشده است و نظر به اهمیت فیتوپلانکتون‌ها در درک عملکرد زیستی دریاچه‌ها و ردیابی تغییرات آنها، مطالعه حاضر با هدف بررسی فلوریستیک فیتوپلانکتون‌های این دریاچه انجام شد. به‌طور کلی، 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. Bacillariaceae و Scenedesmaceae هر کدام با ۶ گونه بزرگ‌ترین تیره‌ها و *Nitzschia* با ۴ گونه بزرگ‌ترین جنس فیتوپلانکتونی شناسایی شده در دریاچه بودند. در مطالعه حاضر، بیشترین مقادیر تنوع در اواخر بهار و ماه‌های تابستان مشاهده شد که به علت مناسب بودن شرایط برای رشد و وقوع هم‌زمان جلبک‌های سبز و سیانوباکتری‌ها (نه به علت 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 گونه غالب *Stephanodiscus neoastraea* در دریاچه مشاهده شدند.

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

مقدمه

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 اولیه اکوسیستم‌های آبی هستند و بخشی از پایه شبکه‌های

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

* panahi@gonbad.ac.ir

۹ شاخه از جلبک‌ها را شناسایی کردند که بیشترین تعداد گونه‌های شناسایی شده 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 دریاچه 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 گونه شناسایی شده در مطالعه فلور جلبکی پارک ملی بوجاق، ۷۰ گونه 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 انگیزه بهره‌گیری از جریان سطحی بالیخوچای به منظور تأمین بخشی از نیازهای آب آشامیدنی شهر اردبیل و توسعه کشاورزی و آبیاری در اراضی دشت اردبیل روی بالیخوچای ساخته شده است. از آنجاکه 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 مطالعه پایه‌ای برای برنامه‌های مدیریتی آینده ضروری به نظر می‌رسد.

غذایی را تشکیل می‌دهند. فیتوپلانکتون‌ها بخش عمده 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 چرخه زندگی کوتاه سریع به تغییرات محیطی پاسخ می‌دهند و از این‌رو، شاخص قابل‌استفاده‌ای برای کیفیت آب محسوب می‌شوند (Hotzel and Croome, 1999). در بیشتر مطالعه‌های انجام‌شده درباره دریاچه‌ها، جوامع فیتوپلانکتونی برای ارزیابی محیطی استفاده شده‌اند. تجزیه و تحلیل جوامع فیتوپلانکتونی نمونه‌های برداشته‌شده از اکوسیستم‌هایی مانند دریاچه‌ها و آبگیرها اطلاعات ارزشمندی درباره شرایط کلی آب فراهم و طبقه‌بندی دریاچه‌ها و سایر منابع آبی را از نظر کیفیت آب و سطح تغذیه‌ای (تروفیک) امکان‌پذیر می‌کند (Bellinger and Sige, 2010).

مطالعه‌های فلوریستیک درباره جلبک‌های ایران بسیار محدودند؛ باوجوداین، مطالعه‌های مختلفی در زمینه فیتوپلانکتون‌های اکوسیستم‌های آبی ایران انجام شده‌اند که ازجمله 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 مطالعه پراکنش فیتوپلانکتونی در تالاب انزلی و نواحی ساحلی دریای خزر، در مجموع ۲۸۷ گونه فیتوپلانکتون متعلق به

مواد و روش‌ها

رودخانه بالیخلو در جنوب غربی شهر اردبیل و در محدوده عرض جغرافیایی ۳۸ درجه شمالی قرار دارد. این رودخانه از سرشاخه‌های رودخانه قره‌سو به شمار می‌آید و از شرق وارد شهر اردبیل می‌شود. سد یامچی در موقعیت جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی و در فاصله ۲۵ کیلومتری جنوب غربی شهر اردبیل و ۵ کیلومتری شمال شرقی شهر نیر و با حجم مفید ۸۰ میلیون مترمکعب روی بالیخلوچای ساخته شده است و دریاچه 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 درجه سانتی‌گراد است.

سه ایستگاه نمونه‌برداری باتوجه به وسعت، عمق و منابع ورودی آب دریاچه به منظور مطالعه فیتوپلانکتون‌های سد یامچی انتخاب شدند: ایستگاه اول: عمیق‌ترین نقطه دریاچه (عمق‌های صفر، ۵ و ۱۰ متر)؛ ایستگاه دوم: نقطه میانی دریاچه، نزدیک به ورودی رودخانه فصلی جوراب‌چای (عمق‌های صفر و ۵ متر)؛ ایستگاه سوم: نزدیک به ورودی رودخانه بالیخلو به دریاچه (عمق‌های صفر و ۵ متر). نمونه‌برداری با دستگاه روتتر و به‌طور ماهانه از مهرماه ۱۳۹۲ تا شهریورماه ۱۳۹۳ انجام شد؛ نمونه‌برداری در ماه‌های زمستان به علت یخبندان و نامساعد بودن 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 نترات، آمونیم، 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 شناسایی شده 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

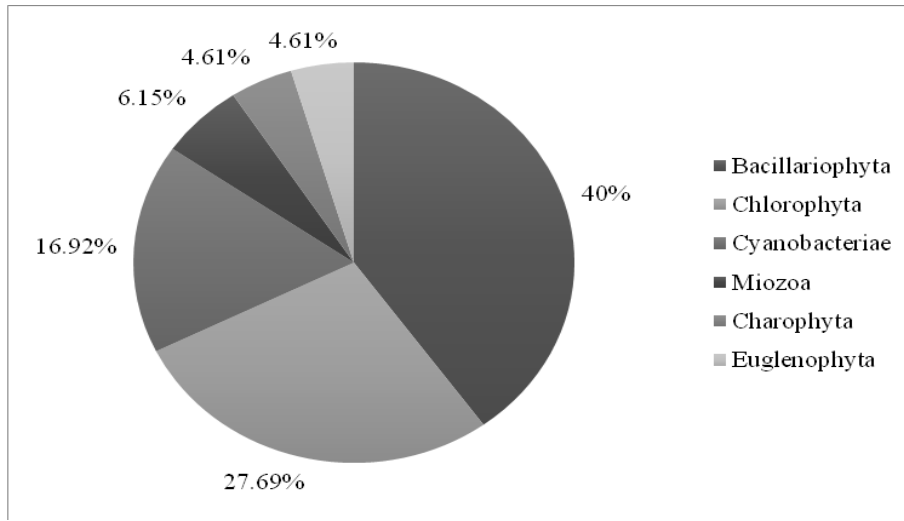
نتایج تجزیه و تحلیل‌های فیزیکوشیمیایی آب طی دوره مطالعه در جدول (۱) ارائه شده است. مقدار شاخص‌های مختلف طی دوره مطالعه شده نوسان نشان می‌دهد؛ به طوری که میزان دما بین ۷/۴ تا ۲۱/۸ درجه سانتی‌گراد متغیر است و BOD₅، COD و سیلیس بیشترین میزان خود را در ماه‌های تابستان دارند. در بررسی حاضر، ۶۲ تاکسون فیتوپلانکتونی 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 پس از آن،

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 درباره 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).

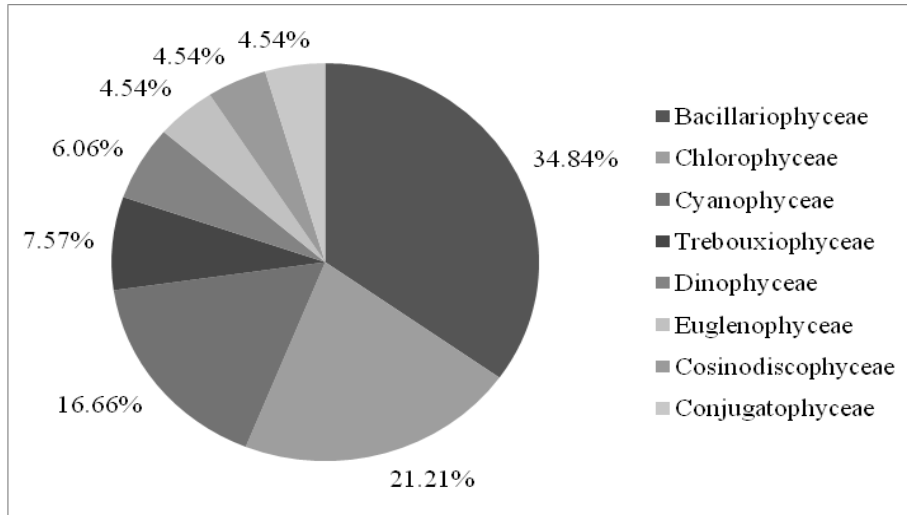
Chlorophyta با ۱۶ گونه و Cyanobacteria با ۱۰ گونه قرار گرفتند (شکل ۱). در بین رده‌ها نیز Chlorophyceae با ۲۳ گونه، Bacillariophyceae با ۱۲ گونه و Cyanophyceae با ۱۰ گونه بیشترین تعداد گونه‌ها را به خود اختصاص دادند (شکل ۲). *Nitzschia* با ۴ گونه و *Scenedesmus* با ۳ گونه بزرگ‌ترین جنس‌های فیتوپلانکتونی 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 $۶/۸ \times 10^3$ سلول در میلی‌لیتر و بین $۲/۲ \times 10^3$ تا $۲/۴ \times 10^4$ سلول در میلی‌لیتر متغیر بود. بیشترین و کمترین میزان فراوانی در تمام ایستگاه‌ها به ترتیب در ماه‌های تابستان و اوایل بهار شمارش شد (شکل ۳). بیشترین فراوانی در بین شاخه‌ها نیز به شاخه Chlorophyta تعلق داشت که در اواخر بهار و ماه‌های تابستان بیشترین فراوانی را نشان داد. بیشترین غنای

جدول ۱- نتایج تجزیه و تحلیل‌های فیزیکوشیمیایی آب طی دوره مطالعه شده در سد یامچی (مقادیر حداقل و حداکثر ارائه شده‌اند)

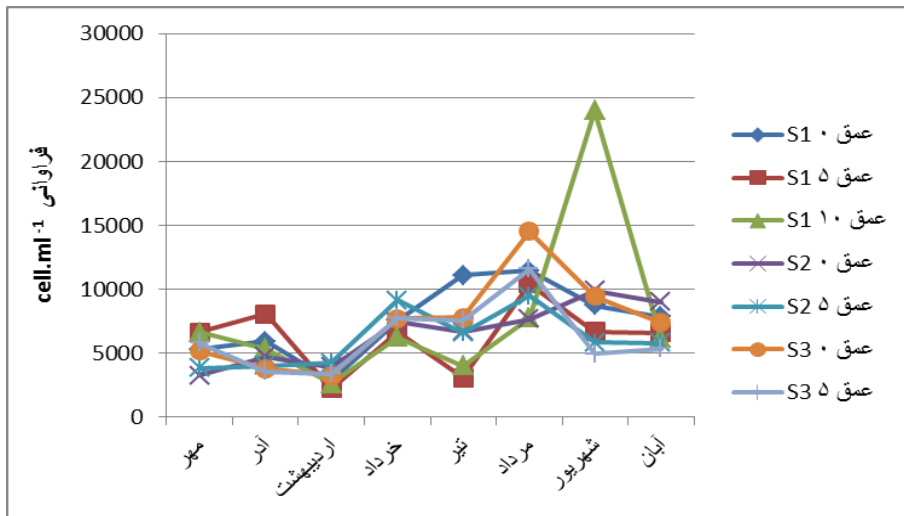
	عمق صفر S1	عمق S10	عمق S110	عمق صفر S2	عمق S20	عمق صفر S3	عمق S30
NO ₃ ⁻	0.88-4.23	0.84-4.36	0.84-4.1	0.91-4.4	0.86-4.69	0.86-4.86	0.91-5.19
NH ₄ ⁺	0-0.17	0-0.56	0-1.1	0-0.24	0-0.22	0-0.37	0-0.14
PO ₄ ³⁻	0.08-0.19	0.08-0.16	0.08-0.2	0.09-0.18	0.09-0.24	0.1-0.22	0.11-0.27
SO ₄ ²⁻	11.04-63.84	36.48-61.44	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



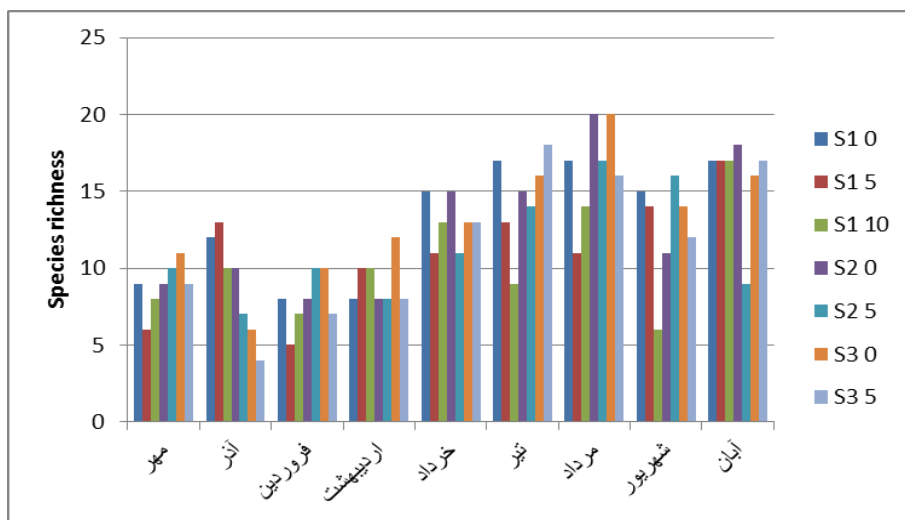
شکل ۱- نمودار درصد فراوانی گونه‌ها در هر کدام از شاخه‌های جلبکی شناسایی شده



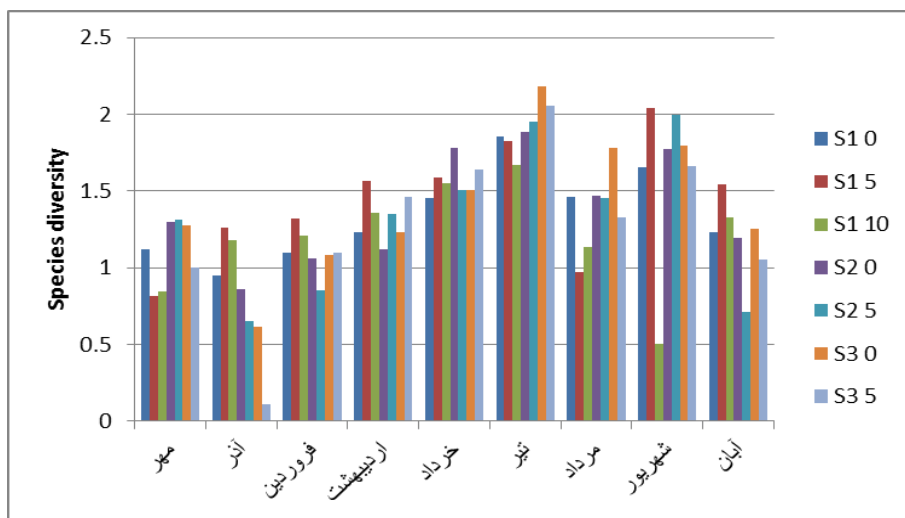
شکل ۲- نمودار درصد فراوانی گونه‌ها در هر کدام از رده‌های جلبکی در سد یامچی



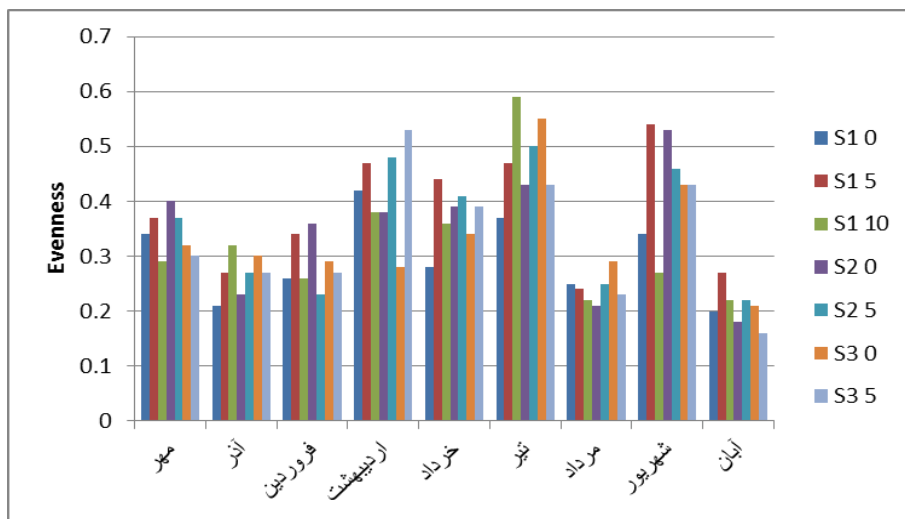
شکل ۳- تنوع مکانی و زمانی فراوانی فیتوپلانکتونی در سد یامچی



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



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



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

- 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 Desmidiiales
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*

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 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
Eugleniformis 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.Müller)
 Dujardin

Order Gymnodiniales
Family Gymnodiniaceae
Gymnodinium sp.

Order Peridinales
Family Kolkwitzziellaceae
Kolkwitzziella acuta (Apstein) Elbrachter

بحث و نتیجه گیری

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 از نظر نوع گونه‌ها با دریاچه سد ارس (Mohebbi et al., 2012)، دریاچه Uluabat در ترکیه (Karacaoglu et al., 2004) و دریاچه سد Devegicidi (Baykal et al., 2004) مشابهت دارد.

Scenedesmus armatus var. *chodatii*
 G.M.Smith
Scenedesmus bijuga (Turpin) Lagerheim
Tetrastrum staurogeniiforme (Schroder)
 Lemmermann

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 elenkini 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

دریاچه‌های کم‌عمق و یوتروف یافت می‌شوند (Hutchinson, 1967). در بین جلبک‌های آبی-سبز شناسایی شده در سد یامچی، *Aphanizomenon flosaquae* و *Microcystis aeruginosa* جزو گونه‌های سمی و تشکیل‌دهنده بوم‌های 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 دریاچه سد Devegicidi به‌ویژه بین تابستان و پاییز گزارش کرده‌اند که گونه اول اغلب باعث ایجاد بوم‌های جلبکی در دریاچه می‌شود. *M. aeruginosa* طی تابستان در دریاچه Uluabat ترکیه (Karacaoglu et al., 2004) نیز بوم تشکیل می‌دهد. در بین دینوفلاژله‌های شناسایی شده در دریاچه، *Ceratium hirundinella* که جزو گونه‌های ایجادکننده طعم و بوی نامطبوع معرفی شده است گونه شاخص بود (Ginkel et al., 2001).

در مطالعه 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 نشان‌دهنده آلودگی بیشتر است. در مطالعه 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 گونه *Stephanodiscus neoastraea* در

تفاوت خاصی بین ایستگاه‌های مختلف سد یامچی از نظر نوع گونه‌های موجود دیده نشد و از نظر 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 رده Bacillariophyceae از نظر 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. رده Chlorophyceae تعداد گونه و فراوانی بیشتر و معناداری در ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف دارد؛ نتیجه مشابهی در دریاچه 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 شناسایی شده، *Stephanodiscus neoastraea* متعلق به رده 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: *Oocystis*، *Dictyosphaerium*، *Coelastrum*، *Sphaerocystis*، *Quadrigula*، *Pediastrum* و *Scenedesmus* که طبق نظر Hutchinson بیشتر در

مطالعه شده نشانه‌هایی از بلوم *Microcystis aeruginosa* در ماه‌های تابستان مشاهده شد. همچنین گونه *Ceratium hirundinella* از دینوفلاژله‌ها که در تابستان به‌ویژه در عمق‌های نزدیک به سطح مشاهده شد، گونه مسدودکننده فیلتر (به‌علت اندازه بزرگ) و ایجادکننده طعم و بوی نامطبوع شناخته می‌شود. فراوانی گروه‌های دیگر تنها از نظر مشکلاتی که در فیلتراسیون آب ایجاد می‌کنند مشکل‌ساز است. با توجه به 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 پروژه حاضر، انستیتو تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر و آزمایشگاه کاوشگران طبیعت پاک برای فراهم کردن امکانات آزمایشگاهی پژوهش حاضر سپاسگزاری می‌کنند. همچنین از جناب آقای دکتر صادق مغانلو برای همکاری در عملیات میدانی تشکر می‌شود.

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

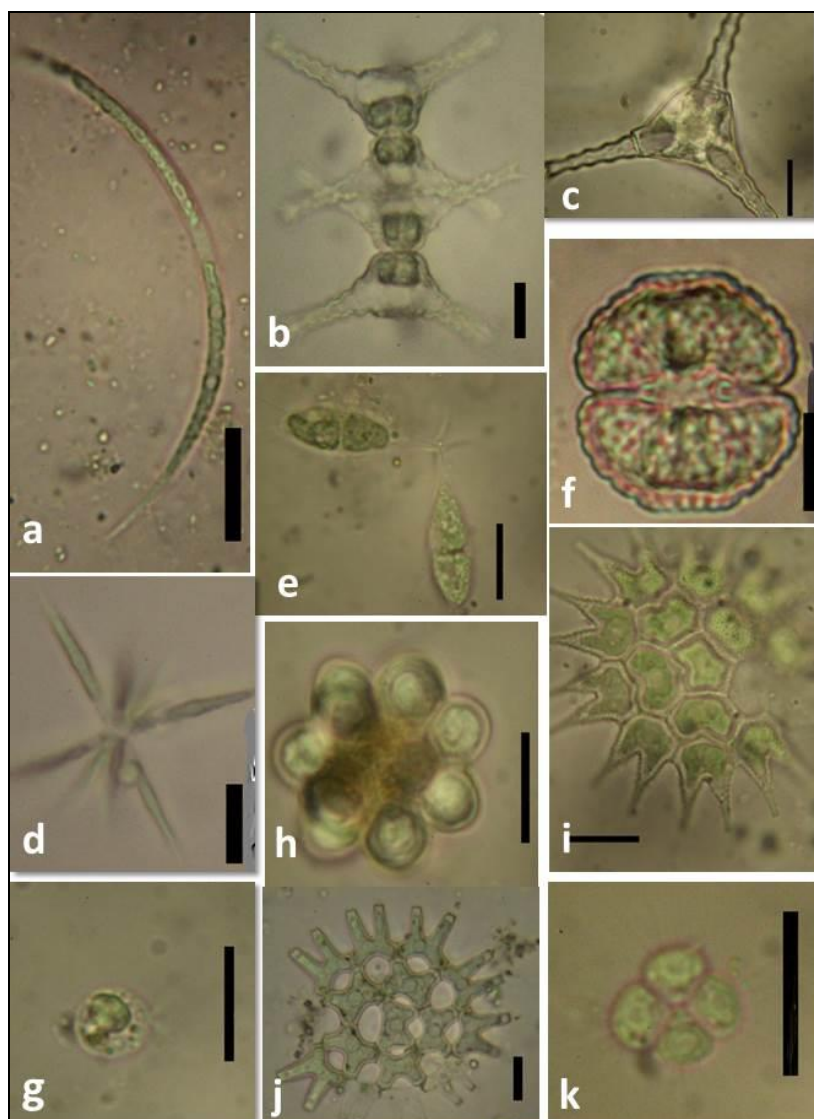
جمع‌بندی

فلور فیتوپلانکتونی سد یامچی با داشتن تعداد زیادی جنس تک‌گونه‌ای و دو گونه‌ای تنوع فلوریستیک خوبی دارد؛ همچنین با در نظر گرفتن 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 از جمله زیادبودن دما و افزایش برخی مواد مغذی شرایط را برای رشد انواع گونه‌های جلبک‌های سبز و سیانوباکتری‌ها مناسب می‌کنند؛ همان‌طور که مشاهده بیشترین میزان غنای گونه‌ای در اواخر بهار و تابستان به‌علت رشد و وقوع هم‌زمان انواع گونه‌های مختلف است و این در حالیکه به‌علت کمبودن دما در پاییز، شرایط تنها برای رشد دیاتومه‌ها مناسب است. از بین جلبک‌های شناسایی شده در دریاچه نیز سیانوباکتری‌ها بیشترین پتانسیل ایجاد آثار مضر بر سلامتی انسان را داشتند؛ به‌ویژه که طی دوره

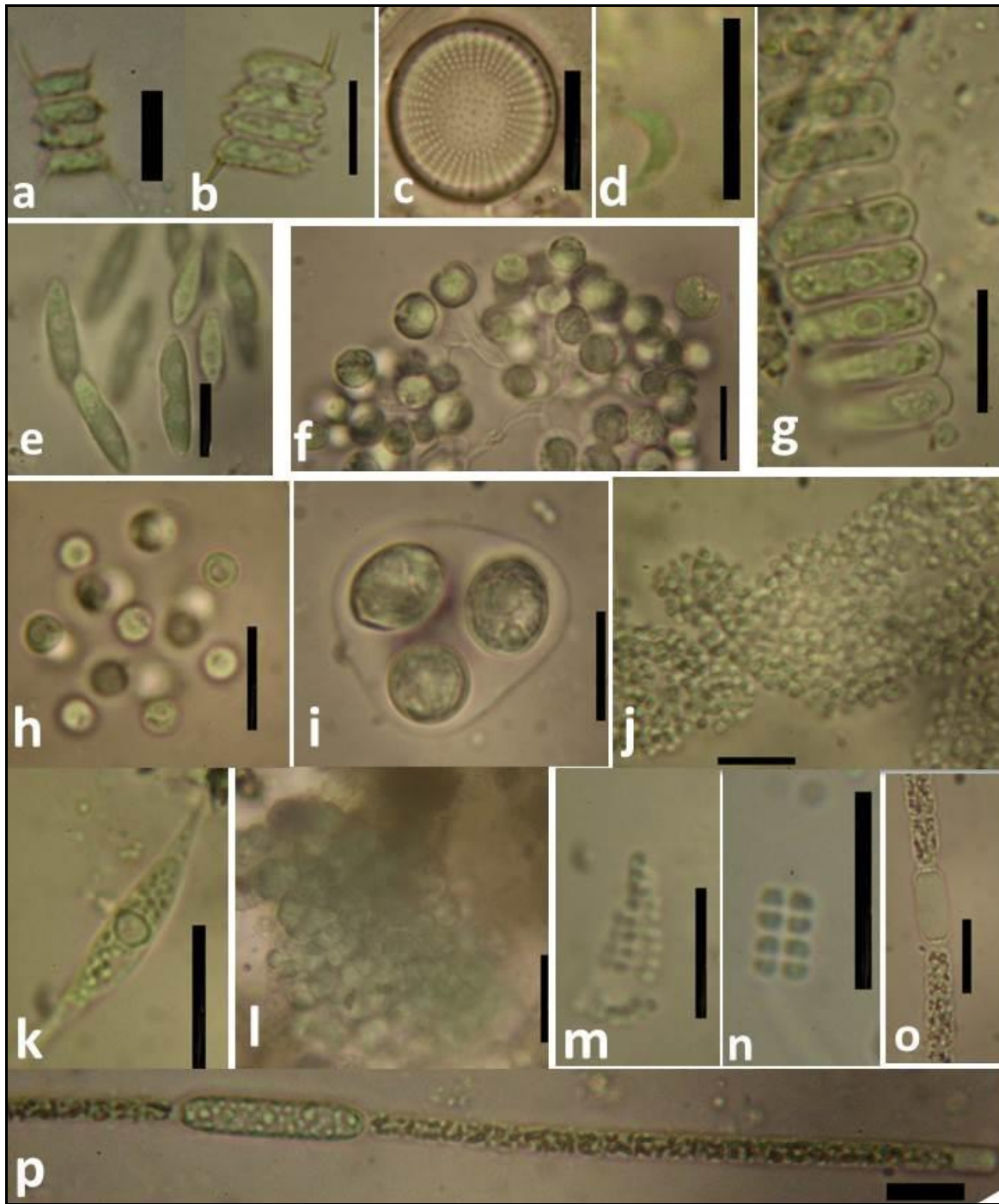
منابع

- 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 Sigeo, 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.

- 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, Chroococcales. In *Susswasserflora von Mitteleuropa* (Eds. Ettl, H., Gardner, G., Heynig H. and Mollenheuer, D.) vol. 19. Gustav Fischer, 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., Nejadstattari, 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.

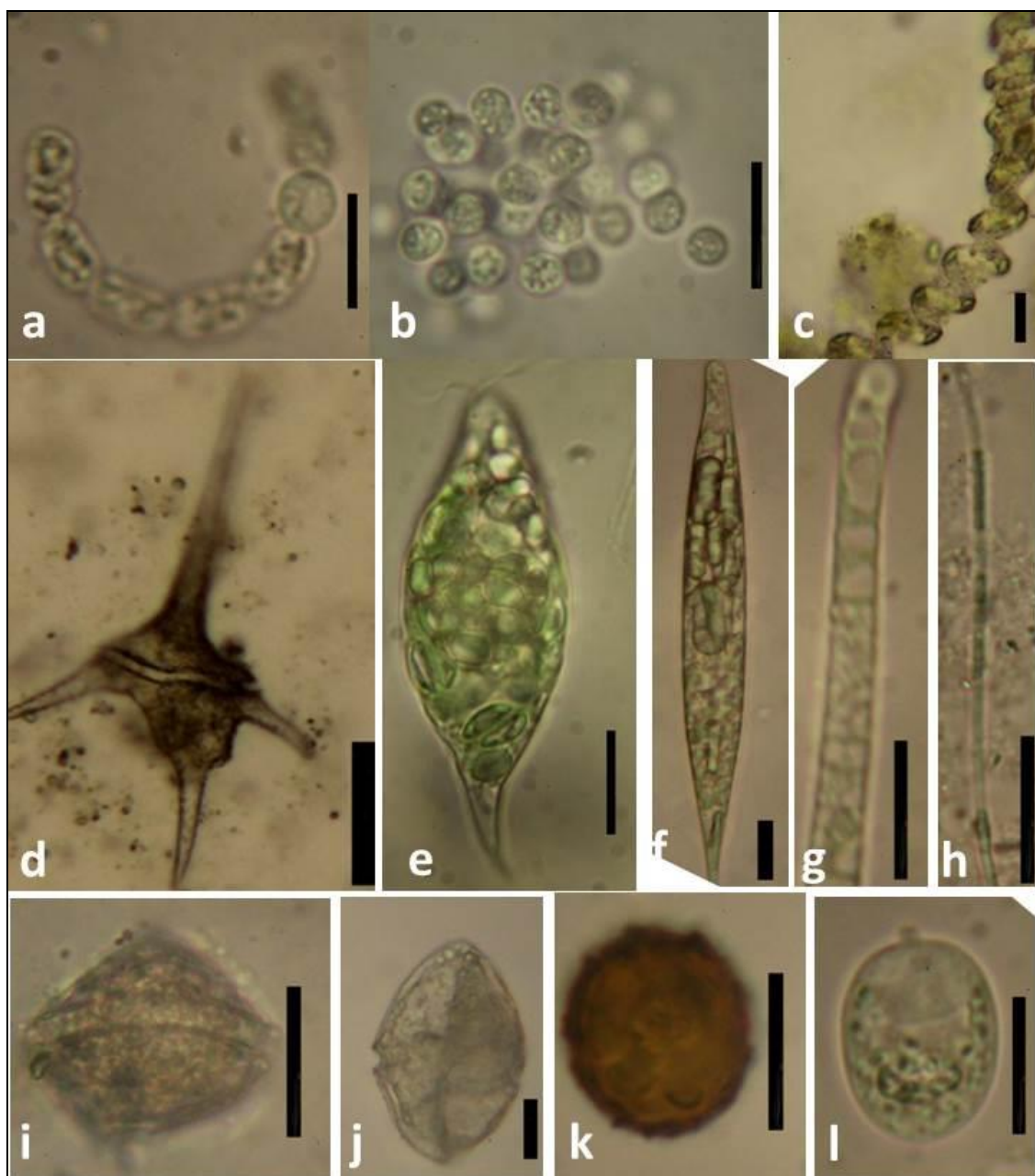


شکل ۴- a. *Closterium acutum*، b و c. *Staurastrum gracile*، d. *Actinastrum hantzschii*، e. *Paradoxia multiseta*، f. *Cosmarium staurogeniiforme* (مقیاس عکس ها = ۱۰ میکرومتر)
 g. *Chlamydomonas formosulum*، h. *Coelastrum microporum*، i. *Pediastrum boryanum*، j. *Pediastrum duplex*، k. *Tetrastrum*



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

aquae دارای اکینت (مقیاس عکس‌ها = ۱۰ میکرومتر)



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