مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

توالی فصلی فیتوپلانکتون‌های دریاچه سد یامچی در استان اردبیل و ارتباط آن با پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب

جمیله پناهی میرزاحسنلو[۱*]، زهره رمضان پور[۲]، جاوید ایمان پور نمین[۳]

[۱] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران.

[۲] موسسه تحقیقات بین‌المللی تاس ماهیان دریای خزر، رشت، ایران.

[۳] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، گیلان، ایران.

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۷/۰۳/۲۴
اصلاح: ۹۷/۰۴/۱۷
پذیرش: ۹۷/۰۴/۲۳

کلمات کلیدی:
رسته بندی
رودخانه بالیخلو
فراوانی
فیتوپلانکتون

چکیده

توالی فصلی فیتوپلانکتون‌های دریاچه سد یامچی که در استان اردبیل و بر روی بالیخلو چای احداث شده است، از پاییز ۱۳۹۲ تا پاییز ۱۳۹۳ مورد مطالعه قرار گرفت. برای این منظور، سه ایستگاه نمونه‌برداری تعیین شد و نمونه‌ها به‌صورت ماهانه از عمق‌های ۰، ۵ و ۱۰ متر در ایستگاه اول و عمق‌های ۰ و ۵ متر در ایستگاه‌های دوم و سوم برداشت شدند. در این مطالعه ۴۱ گونه متعلق به ۳۵ جنس و ۸ رده و ۶ شاخه از جلبک‌ها بررسی شدند که بیشترین تعداد گونه‌ها متعلّق به شاخه‌های Chlorophyta و Bacillariophyta به ترتیب با ۱۴ و ۱۳ گونه بود. بیشترین تراکم فیتوپلانکتون‌ها در عمق ۱۰ متری ایستگاه اول در شهریور ماه ($۲/۴ \times ۱۰^{۴}$ cell.ml^{-1}) و کمترین تراکم فیتوپلانکتون‌ها در عمق ۵ متری ایستگاه اول در اردیبهشت ماه (۲×۱۰^{۳} cell.ml^{-1}) شمارش شد. به‌طورکلی بیشترین تراکم‌ها متعلّق به شاخه کلروفیتا بود که بیشترین تراکم را در اواخر بهار و تابستان نشان دادند (بیشترین مقدار $۱/۲ \times ۱۰^{۳}$ cell.ml^{-1}). از نظر توالی فصلی، دیاتومها در جمعیت پاییزی و اوایل بهار، جلبک‌های سبز و دینوفلاژلاها در جمعیت تابستانی و سیانوباکتری‌ها در اواخر تابستان غالب بودند. به‌طورکلی توالی فصلی مشاهده شده در دریاچه سد یامچی، مشخصهٔ دریاچه‌های یوتروف قلیایی می‌باشد. نتایج آنالیز رسته‌بندی (PCA) نشان داد که پارامترهای دما، سیلیس، سولفات و BOD و COD مهم‌ترین پارامترهای تأثیرگذار روی پراکنش فیتوپلانکتونی در دریاچه بودند.

مقدمه

فیتوپلانکتون‌ها همراه با جلبک‌های کف‌زی و ماکروفیت‌ها، تولیدکنندگان اولیه در اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌گردند. فیتوپلانکتون‌ها به تغییرات موادغذایی حساس هستند و به سرعت به هرگونه تغییری در میزان مواد مغذی پاسخ می‌دهند. جلبک‌های پلانکتونی به خاطر داشتن چرخهٔ زندگی کوتاه، تغییرات محیطی را نیز به سرعت منعکس می‌کنند. لذا شاخص قابل استفاده‌ای برای ارزیابی یا تعیین کیفیت آب محسوب می‌شوند. بررسی رشد جوامع فیتوپلانکتونی برای درک عملکرد بیولوژیکی رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و مخازن آبی و ردیابی تغییرات آن‌ها، ضروری است (Hotzel and Croome, 1999). در اغلب

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: panahi@gonbad.ac.ir

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.2.3.4]

مطالعاتی که بر روی دریاچه‌ها انجام می‌شود، جوامع فیتوپلانکتونی جهت ارزیابی محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرند. آنالیز جوامع فیتوپلانکتونی از نمونه‌های برداشته شده از بدنه‌های آبی مانند دریاچه‌ها، آبگیرها اطلاعات ارزشمندی را درباره شرایط کلی آب فراهم می‌کند و طبقه‌بندی دریاچه‌ها و سایر منابع آبی را از نظر کیفیت آب و سطح تغذیه‌ای (تروفیک) امکان‌پذیر می‌کند (Bellinger and Sigee, 2010). یوتریفیکاسیون در واقع پاسخ اکوسیستم به اضافه شدن مصنوعی یا طبیعی مواد مغذی شامل نیترات‌ها و فسفات‌ها از طریق تجزیه مواد آلی یا ورود مستقیم کودها به سیستم آبی است (Nollet and Gelder, 2013). جوامع فیتوپلانکتونی دارای الگوهای فصلی و توالی مشخصی هستند و در دریاچه‌هایی با سطوح تروفیک متفاوت، ترکیب فیتوپلانکتونی متفاوتی دیده می‌شود. پلانکتون‌های گیاهی در بیشتر دریاچه‌های جهان در معرض تغییرات فصلی شدید هستند. در مناطق قطبی و معتدل، این اختلاف بین زمستان و تابستان زیاد است. پلانکتون‌های گیاهی با نوسان‌های خاص جمعیت خود، به این گونه تغییرات دوره‌ای مداوم، واکنش نشان می‌دهند (Dunthie and Hart, 1987؛ Petrova, 1987؛ Wetzel, 2001).

مطالعات تغییرات جمعیتی فیتوپلانکتون‌ها در برخی از مناطق ایران انجام شده است (Sabkara and Makaremi, 2003؛ Gharibkhany *et al.*, 2009؛ Mohebbi *et al.*, 2012؛ Mohammadi *et al.*, 2016). تنها مطالعه انجام گرفته در سد یامچی که بر روی رودخانه بالیخلو چای احداث شده است، توسط سبک‌آرا و همکاران (Sabkara *et al.*, 2016) بر روی جوامع پلانکتونی پایاب سد یامچی به منظور امکان‌سنجی آبزی‌پروری انجام گرفته است و ایستگاه‌های انتخاب شده در بررسی فوق، مربوط به رودخانه بالیخلو بوده و بر روی خود دریاچه، مطالعه‌ای انجام نگرفته است. با توجه به اینکه آب پشت سد یامچی برای مصارف آب شرب شهر اردبیل و کشاورزی به کار می‌رود، انجام مطالعات دقیق روی جلبک‌های فیتوپلانکتونی ضروری است. هدف از این مطالعه، بررسی تغییرات جمعیت فیتوپلانکتونی و توالی فصلی آن‌ها در دریاچه سد یامچی است.

مواد و روش‌ها

دریاچه سد یامچی در موقعیت جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی در فاصله ۲۵ کیلومتری جنوب‌غربی شهر اردبیل و ۵ کیلومتری شمال‌شرقی شهر نیر قرار دارد. به منظور مطالعهٔ فیتوپلانکتون‌های سد یامچی با توجه به وسعت، عمق و منابع ورودی آب دریاچه، سه ایستگاه نمونه‌برداری انتخاب شد. ایستگاه اول در عمیق‌ترین نقطه دریاچه با عمق‌های ۰، ۵، ۱۰ متر؛ ایستگاه دوم در بخش میانی دریاچه (نزدیک ورودی رودخانه فصلی جوراب‌چای) با عمق‌های ۰ و ۵ متر؛ و ایستگاه سوم در نزدیک ورودی رودخانه بالیخلو به دریاچه با عمق‌های ۰ و ۵ متر قرار داشت. نمونه‌برداری از فیتوپلانکتون‌های دریاچه سد یامچی به روش حجمی انجام شد. نمونه‌برداری حجمی فیتوپلانکتونی از آب دریاچه مزایایی دارد. از جمله اینکه بیومس یا جمعیت‌های گونه‌ها به راحتی و در واحد حجم تعیین می‌شوند و تمام اندازه‌های فیتوپلانکتونی در نمونه به دست می‌آید (Bellinger and Sigee, 2010). نمونه‌برداری با استفاده از بطری روتنر ۲/۵ لیتری به صورت ماهانه از پاییز ۱۳۹۲ تا پاییز ۱۳۹۳ انجام شد. در هر ماه ۷ نمونه از ایستگاه‌ها و عمق‌های مختلف برداشت شد و در مجموع ۶۳ نمونه فیتوپلانکتونی به دست آمد که در آزمایشگاه از هر نمونه سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. در ماه‌های زمستان به دلیل یخبندان و نامساعد بودن شرایط جوی امکان نمونه‌برداری فراهم نشد. نمونه‌ها توسط فرمالین ۴ درصد تثبیت شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌های آب نیز در هر ایستگاه نمونه‌برداری، همراه با نمونه‌های جلبکی از عمق‌های مختلف برداشته شده (با استفاده از بطری روتنر ۲/۵ لیتری) و جهت تعیین میزان نیترات، آمونیوم، سولفات، فسفات، سیلیس و BOD و COD به آزمایشگاه منتقل گردید (APHA, 1999). میزان اکسیژن محلول، دما، هدایت الکتریکی، شوری، pH و TDS با استفاده از دستگاه پرتابل مدل Hach G500 در محل اندازه‌گیری شد. نمونه‌های فیتوپلانکتونی جهت شناسایی و شمارش به روش ته‌نشینی، تغلیظ شدند (APHA, 1999). شناسایی جلبک‌های فیتوپلانکتونی، با استفاده از میکروسکوپ نوری و به کمک منابع موجود انجام گرفت (Cox, 1996؛ John *et al.*, 2005؛ Komarek and Anagnostidis, 1999؛ Prescot, 1970؛ Tiffany and Britton, 1971؛ Wehr and Sheath, 2003). سپس نمونه‌ها با استفاده از Sedimentation Chamber و میکروسکوپ اینورت شمارش شده، تراکم فیتوپلانکتونی محاسبه گردید (APHA, 1999). جهت بررسی ارتباط بین پراکنش

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

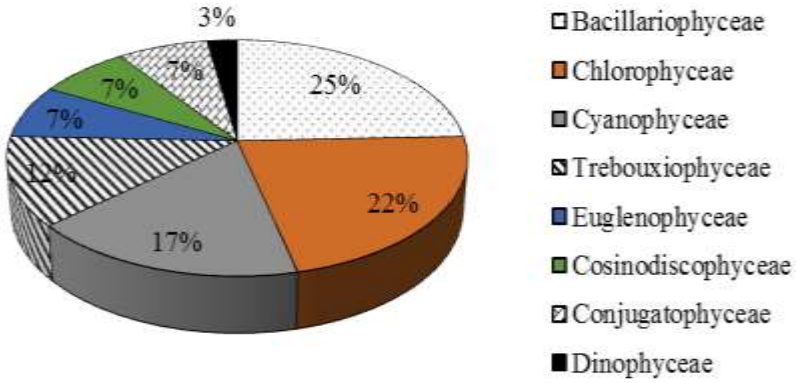
[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.2.3.4]

فیتوپلانکتونی با پارامترهای آب، از آنالیز رسته‌بندی استفاده شد. داده‌های فراوانی تاکسون‌های فیتوپلانکتونی همراه با داده‌های محیطی وارد نرم‌افزار CANOCO 5 شد (Ter Braak and Smilauer, 2013) و با روش آنالیز تطبیقی متعارف (PCA) رسته‌بندی انجام گرفت.

نتایج

نتایج آنالیزهای فیزیکوشیمیایی آب در طی دوره مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. نوساناتی در مقدار پارامترهای مختلف طی دوره مورد مطالعه مشاهده می‌شود. میزان دما بین ۲۱/۸-۷/۴ درجه سانتی‌گراد متغیّر است. pH بین ۹/۷-۶/۵ و عمدتاً در محدودهٔ ۸/۵-۷ بود که دلالت بر شرایط قلیایی دارد. میزان نیترات بین ۵/۱۹-۰/۸۴ $mg\ L^{-1}$، آمونیوم ۱/۱-۰ $mg\ L^{-1}$، فسفات ۰/۲۷-۰/۰۸ $mg\ L^{-1}$ و سولفات بین ۶۷/۶۸-۱۱/۰۴ $mg\ L^{-1}$ بودند. کل جامدات محلول (TDS) بین ۷۶۹-۴۵۷ $mg\ L^{-1}$ هدایت الکتریکی (EC) بین ۱۰۹۸-۶۵۳ $\mu S\ cm^{-1}$ و اکسیژن محلول بین ۱۰-۳/۱ $mg\ L^{-1}$ نوسان داشتند. BOD، COD و سیلیس بیشترین میزان خود را در ماه‌های تابستان نشان دادند. به‌طورکلی در این بررسی ۴۱ گونه متعلق به ۳۵ جنس و ۸ رده و ۶ شاخه از جلبک‌ها شمارش شد (جدول ۲) که بیشترین تعداد گونه‌ها متعلّق به شاخه‌های Chlorophyta با ۱۴ گونه و Bacillariophyta با ۱۳ گونه بودند. Cyanobacteria با ۷ گونه، Charophyta و Euglenophyta هرکدام با ۳ گونه و Dinophyta، تنها با یک گونه در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. از نظر رده‌ها نیز، بیشترین تعداد گونه‌ها به Bacillariophyceae با ۱۰ گونه و Chlorophyceae با ۹ گونه تعلّق داشت (شکل ۱). بیشترین تراکم فیتوپلانکتون‌ها به میزان $۲/۴ \times ۱۰^{۴}$ $cell.ml^{-1}$ در عمق ۱۰ متری ایستگاه اول در شهریور ماه مشاهده شد که عمدتاً به دلیل افزایش تراکم *Merismopedia punctata* ($۲/۱۱ \times ۱۰^{۴}$ $cell.ml^{-1}$) از سیانوباکتری‌ها بود و کمترین تراکم فیتوپلانکتون‌ها به میزان ۲×۱۰^{۳} $cell.ml^{-1}$ در عمق ۵ متری ایستگاه اول در اردیبهشت‌ماه شمارش شد (شکل ۲). از نظر شاخه نیز، بیشترین تراکم‌ها متعلّق به شاخه کلروفیتا بود که بیشترین تراکم را در اواخر بهار و تابستان نشان دادند. اما الگوی افزایش تراکم تقریباً مشابهی در تمام ایستگاه‌ها و عمق‌ها مشاهده شد (شکل ۲).

از نظر فصلی طی دورهٔ مورد مطالعه، از اوایل بهار فراوانی گونه‌های مربوط به شاخهٔ Chlorophyta (جلبک‌های سبز) افزایش یافت و از گونه‌های غالب می‌توان به *Coelastrum microporum*، *Mucidosphaerium pulchellum*، *Pediastrum boryanum*، *Quadrigula chodatii* اشاره کرد، همچنین دیاتومه‌ها (که گونهٔ غالب و مهم آن‌ها *Stephanodiscus neoastraea* بود) کاهش یافت، در ماه‌های تابستان فراوانی Chlorophyta به اوج خود رسید و فراوانی دینوفلاژله‌ها (گونهٔ *Ceratium hirundinella*) در ماه‌های گرم افزایش یافت (اواخر بهار و ماه‌های تابستان). گرچه این گونه، فراوانی پایینی داشت، امّا اندازهٔ بزرگی دارد. گونه‌های Cyanobacteria (جلبک‌های آبی- سبز) در اواخر تابستان افزایش یافتند و نشانه‌هایی از شکوفایی گونهٔ *Microcystis aeruginosa* در ماه‌های تابستان مشاهده شد، در ماه‌های پاییزی Chlorophyta کاهش و جای خود را به *Stephanodiscus neoastraea* داد (شکل ۳).



شکل ۱. نمودار درصد فراوانی فیتوپلانکتونی در هر کدام از رده‌های جلبکی در سد یامچی طی دوره مورد مطالعه

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.2.3.4]

جدول ۱. نتایج آنالیزهای فیزیکوشیمیایی آب در سد یامچی بین سال‌های ۹۳-۱۳۹۲. در ردیف اول میانگین و انحراف معیار و در ردیف دوم میزان حداقل و حداکثر پارامتر مورد نظر آورده شده است.

	عمق ۵ S1	عمق ۱۰ S1	عمق ۰ S2	عمق ۵ S2	عمق ۰ S3	عمق ۵ S3	عمق ۰ S1
NO^{3-}	1.81±1.11	1.8±1.12	1.77±1.16	1.69±1.14	1.82±1.23	2.07±1.28	2.28±1.45
(mg L^{-1})	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^+	0.04±0.06	0.16±0.18	0.29±0.38	0.08±0.08	0.08±0.08	0.08±0.12	0.03-0.05
mg L^{-1}	0-0.17	0-0.56	0-1.1	0-0.24	0-0.22	0-0.37	0-0.14
PO_4^{3-}	0.11±0.03	0.11±0.03	0.12±0.04	0.13±0.02	0.13±0.05	0.14±0.04	0.15±0.05
mg L^{-1}	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-}	0.47±16.99	49.76±10.22	48.85±10.16	47.72±9.49	47.87±8.28	50.31±10.99	47.12±9.1
mg L^{-1}	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	13.89±7.32	14.67±5.95	14.83±5.62	14.04±7.3	13.46-6.9	14.04±6.9	14.78±7.16
mg L^{-1}	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	6.29±5.36	4.75±3.1	3.58±3.82	3.98±5.66		5.51±4.39	5.91±5.32
mg L^{-1}	1.5-17	2-10	0-10	0-17		2-13	2-16
COD	11.82±6.14	11.21±3.85	8.38±6.06	8.97±7.81	8±6.86	10.48±6.22	11.17±7.97
mg L^{-1}	5.5-24	7.2-17	1-19	1.5-26	1-22	4.5-20	3.2-23
DO	6.14±1.27	5.02±1.71	4.34±1.79	6.1±0.96	6.4±1.16	6.8±1.86	6.51±1.39
mg L^{-1}	5.37-9	3.5-9	3.1-8.5	5.33-7.5	5-8	4.63-10	5.2-9
T °C	15.86±4.32	17.03±4.27	16.16±4.76	16.27±4.31	17.06±3.83	16.56±4.79	16.8±4.3
	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	8.16±0.51	8.16±0.91	8±0.75	8.23±0.56	8.03±0.83	8.18±0.63	8.05±0.77
	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	838.12±123.48	786.5±78.35	783.25±79.67	775.6±76.14	787.8±82.78	794.3±72.94	787.6±68.02
µS cm^{-1}	666-1098	660-899	653-901	668-899	656-903	676-885	674±878
TDS	586.7±86.57	550.5±54.74	584.2±55.97	542.8±53.45	541.5±115.8	556.1±51.09	563.3±59.99
mg L^{-1}	466-769	462-629	457-631	468-630	459-632	473-620	472-615

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

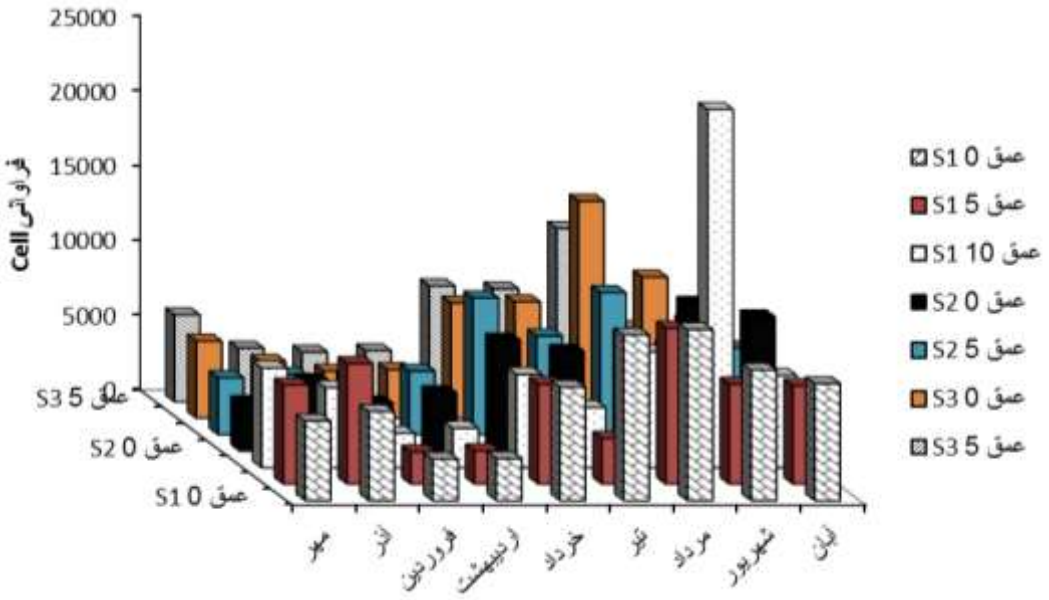
[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.2.3.4]

جدول ۲. پراکنش فیتوپلانکتون‌ها در فصول مختلف ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در سد یامچی همراه با کد مورد استفاده در آنالیز رسته بندی.

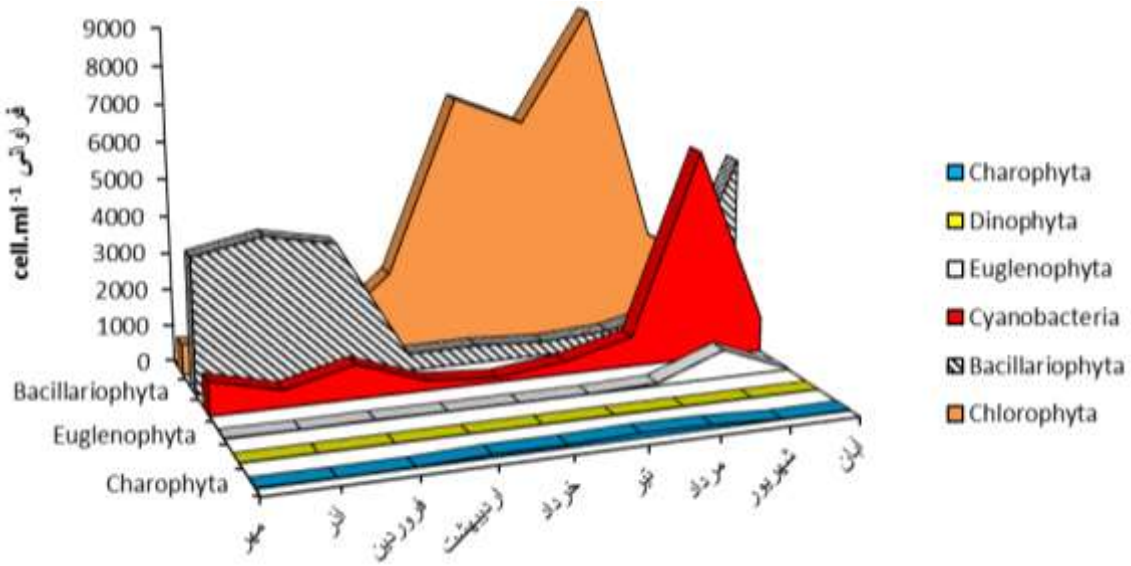
نام علمی	کد	بهار	تابستان	پاییز
Bacillariophyta				
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen	AUGR	-	+	+
Cymbella cistula (Ehrenberg) O.Kirchner	CYCI	+	-	+
Diatoma moniliformis (Kutzing) D.M.Williams	DIMO	-	-	+
Diatoma vulgaris Bory de Saint Vincent	DIVU	+	+	+
Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brebisson	GOOL	+	+	+
Gyrosigma acuminatum (Kutzing) Rabenhorst	GYAC	-	-	+
Melosira varians (Dillwyn) Agardh	MEVA	-	-	+
Nitzschia dissipata (Kützing) Rabenhorst	NIDI	-	-	+
Nitzschia vermicularis (Kutzing) Hantzsch.	NIVE	-	+	+
Rhoicosphenia abbreviata (C. Agardh) Lange-Bertalot	RHAB	-	-	+
Stephanodiscus neoastraea Hakansson & Hickel	STNE	+	+	+
Surirella brebissonii Krammer and Lange- Bertalot	SUBR	-	+	+
Surirella librile (Ehrenberg) Ehrenberg	SULI	+	+	-
Charophyta				
Closterium acutum Brebisson	CLAC	+	+	+
Cosmarium formosulum Hoff.	COFO	+	+	+
Staurastrum gracile Ralfs ex Ralfs	STGR	+	+	+
Chlorophyta				
Actinastrum hantzschii Lagerheim	ACHA	+	+	+
Coelastrum microporum Nageli	COMI	+	+	+
Mucidosphaerium pulchellum (H.C.Wood) C.Bock, Proschold & Krienitz	MUPU	+	+	+
Oocystis borgei J.W.Snow	OOBO	+	+	+
Oocystis solitaria Wittrock	OOSO	+	–	+
Paradoxia multiseta Svirenko	PAMU	–	+	+
Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini	PEBO	+	+	+
Pediastrum duplex Meyen.	PEDU	+	+	+
Quadrigula chodatii (Tanner-Fullemann) G.M.Smith	QUCH	+	+	+
Scenedesmus armatus (Chodat) Chodat var. *armatus*	SCAR	+	+	+
Scenedesmus armatus var. *chodatii* G.M.Smith	SCAR	+	+	+
Scenedesmus bijuga (Turpin) Lagerheim	SCBI	+	+	+
Schroederia setigera (Schroder) Lemmermann	SCSE	+	+	+
Sphaerocystis schroeteri Chodat	SPSC	+	+	+
Tetrastrum staurogeniiforme (Schroder) Lemmeremann	TEST	+	+	+
Cyanobacteria				
Aphanizomenon flosaquae Ralfs ex Bornet & Flahault	APFL	-	+	+
Arthrospira gigantean (Schmidle) Anagnostidis	ARGI	–	–	+
Merismopedia convoluta Brebisson ex Kutzing	MECO	–	+	–
Merismopedia punctata Meyen	MEPU	–	+	+
Microcystis aeruginosa (Kutzing) Kutzing	MIAE	-	+	-
Planktolyngbya limnetica (Lemmermann) Komarkova-Legnrova & Cronberg	PLLI	+	+	+
Tychonema bourrellyi (J.W.G. Lund) Anagnostidis & Komarek	TYBO	-	+	+
Euglenophyta				
Euglenaformis proxima (Dangeard) M.S.Bennett & Triemer	EUPR	-	+	+
Lepocinclis acus (O.F.Müller) B. Marin & Melkonian	LEAC	-	+	-
Trachelomonas sp.	TRAC	-	+	+
Miozoa (Dinophyta)				
Ceratium hirundinella (O.F.Muller) Dujardin	CEHI	+	+	-

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.2.3.4]



شکل ۲. نمودار میزان تراکم کل فیتوپلانکتونی در ایستگاه‌های سد یامچی طی دوره مورد مطالعه.



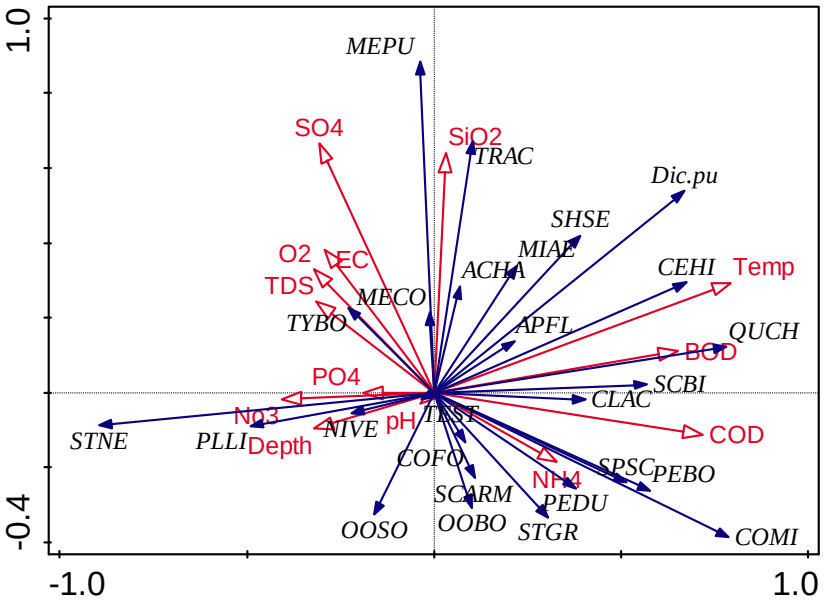
شکل ۳. نمودار توالی فصلی شاخه‌های مختلف در سد یامچی.

جدول ۳. خلاصه نتایج آزمون PCA برای فراوانی جمعیت فیتوپلانکتونی و فاکتورهای محیطی در سد یامچی طی دوره مطالعه.

	محور ۱	محور ۲	محور ۳	محور ٤
مقدار ویژه(Eigenvalue)	۰/۳۵۰۷	۰/۱۸۰۶	۰/۱۰۶۷	۰/۰۷۱۸
٪ واریانس تجمعی	۳۵/۰۷	۵۳/۱۳	۶۳/۸۰	۷۰/۹۸

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.2.3.4]



شکل ۴. نمودار آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA) که ارتباط بین مجموعه‌های فیتوپلانکتونی و عوامل‌محیطی را نشان می دهد.

نتایج آنالیز رسته‌بندی نشان داد که محور اول دارای مقدار ویژه ۰/۳۵۰۷ است و ۳۵/۰۷٪ از کل واریانس را شامل می‌شود. محور دوم دارای مقدار ویژه ۰/۱۸۰۶ و ۱۸/۰۶٪ از کل تغییرات را توجیه می‌کند و محور سوم دارای مقدار ویژه ۰/۱۰۶۷ و ۱۰/۶۷ ٪ از تغییرات را توجیه می‌کند (جدول ۳). محور اول همبستگی مثبتی با دما، BOD و COD نشان داد، درحالیکه محور دوم همبستگی مثبتی با سیلیس و سولفات نشان داد (شکل ۴). طبق نتایج این نمودار، گونه *Ceratium hirundinella* همبستگی مثبتی با دما داشت که نشان می‌دهد که این گونه در ماه‌های گرم یافت شده است و *Stephanodiscus neoastrea* همبستگی منفی با دما دارد که نشان‌دهندهٔ این است که این گونه در ماه‌های سرد یافت شده است. فراوانی *Terachelomonas* sp. به سیلیس و فراوانی *Merismopedia punctata* به سولفات مرتبط بود. *Aphanizomenon flos aquae* همبستگی منفی با عمق نشان داد که دلالت بر این دارد که این گونه در عمق‌های سطحی یافت شده است. *Quadrigula chodatii* تحت تأثیر BOD، *Scenedesmus bijuga* تحت تأثیر BOD و COD و گونه‌های *Pediastrum boryanum*، *Sphaerocystis schroeteri* و تحت تأثیر COD قرار گرفته‌اند (شکل ۴).

بحث

در بررسی فراوانی فیتوپلانکتونی سد یامچی، بیشترین تراکم فیتوپلانکتون‌ها در ماه‌های تابستان و کمترین میزان آن در اوایل بهار مشاهده شد و به جز اختلافات جزئی، الگوی فراوانی مشابهی بین ایستگاه‌های مختلف وجود داشت. Gharibkhany و همکاران (2009) نیز در تالاب استیل بیشترین تراکم فیتوپلانکتون‌ها را در فصل تابستان گزارش کردند. همچنین در دو شاخه Chlorophyta (جلبک‌های سبز) و Bacillariophyta (دیاتوم‌ها) بیشترین تعداد گونه‌ها را به خود اختصاص دادند که نتایج مشابهی در دیگر مطالعات صورت گرفته در اکوسیستم‌های آبی ایران به دست آمده است (Sabkara and Makaremi, 2003؛ Sabkara *et al.*, 2016؛ Gharibkhany *et al.*, 2009؛ Mohebbi *et al.*, 2012؛ Mohammadi *et al.*, 2016؛ Mohsenpour Azari *et al.*, 2011).

از نظر توالی فصلی، دیاتومه‌ها به دلیل توانایی تحمل دماهای پایین در جمعیت پاییزی و اوایل بهار غالب هستند.گونه‌های دیاتومه‌ای با وجود داشتن تعداد گونه‌های بیشتر، فراوانی زیادی در منطقه نداشتند. از بین این گروه از جلبک‌ها، ردهٔ Cosinodiscophyceae با یک نماینده، *Stephanodiscus neoastraea*، حضور دائمی و توالی فصلی منظمی داشت. این گونه

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.2.3.4]

بیشترین فراوانی را در ماه‌های پاییز (بیشترین مقدار $5377\ cell.ml^{-1}$ در آذرماه ۹۲) داشت، از بهار به سمت تابستان فراوانی آن کاهش یافت و در ماه‌های پاییزی دوباره افزایش یافت. طبق نتایج آنالیز رسته‌بندی نیز *Stephanodiscus neoastrea* همبستگی منفی با دما دارد که نشان‌دهندهٔ این است که این گونه در ماه‌های سرد یافت شده است که در تطابق کامل با موضوع فوق می‌باشد. حضور دیاتومه‌ها به میزان سیلیس نیز بستگی دارد چون دیواره‌های آن‌ها عمدتاً از سیلیس تشکیل شده است. زمانی که نسبت Si:P کاهش می‌یابد (با افزایش فسفات)، محدودیت سیلیس، دیاتومه‌ها را در شرایط رقابتی با جلبک‌های غیرسیلیسی قرار می‌دهد. جوامع دیاتومه‌ای پلانکتونی با دیاتومه‌های به شدت سیلیسی (مثل گونه‌های کوچک *Stephanodiscus*) غالب می‌شود که رقیبان بهتری در سیلیس پایین هستند (Stoermer and Smol, 2004). بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام گرفته، میزان سیلیس طی دوره موردمطالعه از اوایل پاییز کاهش پیدا کرد و از اواخر بهار تا تابستان میزان آن افزایش چشم‌گیری داشته است. طبق نتایج رسته‌بندی، میزان سیلیس روی رشد *Trachelomonas* sp. نیز تأثیر مثبتی داشت که با در نظر گرفتن اینکه سیلیس یکی از عناصر تشکیل‌دهندهٔ پوشش بیرونی این گروه از جلبک‌ها می‌باشد (Poniewozik, 2017)، این امر توجیه می‌شود. کلروفیت‌ها (جلبک‌های سبز) اغلب در جمعیت تابستانی به دلیل توانایی جذب موادغذایی و حفظ وضعیت خود به حالت غالب درمی‌آیند. بر اساس نتایج آنالیز رسته‌بندی نیز گونه‌های اصلی این گروه از جلبک‌ها در سدیامچی شامل *Coelastrum microporum*، *Mucidosphareium pulchellum*، *Pediastrum boryanum*، *Quadrigula chodatii*، *Scenedesmus bijuga*، *Sphaerocystis schroeteri* همبستگی مثبتی با دما نشان دادند که نشان‌دهندهٔ رشد آن‌ها در ماه‌های گرم سال می‌باشد، همچنین همبستگی قوی با BOD و COD داشتند که میزانشان در ماه‌های تابستان افزایش داشت. Cyanobacteria، بیشترین فراوانی را در اواخر تابستان نشان داد. از گونه‌های مهم این شاخه در طی دوره مورد مطالعه می‌توان *Aphanizomenon flos aquae* و *Microcystis aeruginosa* را نام برد که جزو گونه‌های سمی و تولیدکنندهٔ بلوم می‌باشند (Sant Anna and Azevedo, 2000; Wehr and Sheath, 2003). این جلبک‌ها معمولاً بیشترین فعالیت را در فصل‌های تابستان و پاییز دارند، زمستان‌گذرانی آن‌ها به شکل سلول‌های مقاوم صورت می‌گیرد. موفقیت آن‌ها در جمعیت پلانکتونی تابستانی- پاییزی از آن روست که با تولید و تخریب واکوئل‌های کوچک پر از گاز در پیکر خود، عمق رویش خود را تنظیم می‌کنند. توانایی آن‌ها به شناور شدن در نزدیکی سطح سبب برتری آن‌ها در رقابت با جلبک‌های رقیب خود می‌شود. اندازهٔ بزرگ و نامطبوع بودن آن‌ها برای تغذیه، مانع وارد آمدن خسارت جدی به آن‌ها از طریق چرای پلانکتون‌های جانوری می‌شود (Goldman and Horn, 2012). به همین جهت است که این دو گونهٔ اخیر در سد یامچی نیز بخصوص در قسمت‌های سطحی فراوان‌تر بودند و این به دلیل وجود واکوئل‌های گازی است که باعث شناوری این گونه‌ها می‌شود. در سد یامچی از اواسط تابستان میزان این سیانوباکتری‌ها افزایش پیدا کرد و نشانه‌هایی از شکوفایی *M. aeruginosa* مشاهده شد. Baykal و همکاران (2004) نیز گونه‌های *M. aeruginosa*، *A. flos aquae* را جزو سیانوباکتری‌های فراوان در جمعیت فیتوپلانکتونی دریاچهٔ سد Devegicidi به ویژه بین تابستان و پاییز گزارش کردند که گونهٔ اول اغلب باعث ایجاد بلوم‌های جلبکی در دریاچه می‌شود. همچنین *M. aeruginosa*، در دریاچهٔ Uluabat ترکیه (Karacaoglu, *et al.*, 2004) نیز در تابستان بلوم تشکیل داد. شکوفایی جلبک‌های سبز- آبی در صورت از بین رفتن توانایی شناوری آن‌ها، کشیده شدن آن‌ها به ساحل، تخریب ناشی از آفتاب تابستانی یا تهی‌شدن آب از برخی مواد غذایی اساسی دچار زوال می‌شود (Goldman and Horn, 2012). از دیگر گونه‌های فراوان این شاخه در دریاچه یامچی *Merismopedia punctata* بود که فراوانی زیادی داشت (بیشترین فراوانی $2/11 \times 10^4\ cell.ml^{-1}$). دینوفلاژله‌ها نظیر *Ceratium* به‌طورکلی بهترین رشد را در تابستان و پاییز دارند و موفقیت آن‌ها از آن روست که می‌توانند فعالانه در مواضع مطلوب از نظر نور و مواد غذایی شنا کنند. این جلبک‌ها به شدت نورگرا هستند، به همین جهت در منطقهٔ مورد مطالعه نیز فراوانی بیشتری در سطح آب داشتند. جمعیت آن‌ها می‌تواند بر اثر چرای سنگین توسط پلانکتون‌های جانوری، فشار رقابت از سوی دیگر جلبک‌ها و احتمالاً تهی شدن محیط از مواد غذایی، دچار زوال گردد. به‌طورکلی توالی فصلی مشاهده شده در دریاچه سد یامچی، مشخصهٔ دریاچه‌های یوتروف قلیایی می‌باشد (Bellinger and Sigee, 2010؛ Nollet and Gelder, 2013؛ Wetzel, 2001).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.2.3.4]

آنالیز PCA نشان داد که پارامترهای دما، سیلیس، سولفات و BOD و COD، مهم‌ترین پارامترهای تأثیرگذار روی پراکنش فیتوپلانکتون‌ها در سد یامچی هستند. در مطالعهٔ Habib و همکاران (1997) نیز سیلیس تأثیر بیشتری نسبت به نیترات و فسفات داشت. میزان سولفات به دلیل وجود آب‌های معدنی گوگردی در منطقه است که رواناب‌های آن‌ها وارد رودخانه بالیخلو و از آنجا سدیامچی می‌شود. BOD و COD معیاری از آلودگی‌های آلی هستند (Peykari and Mehrbani, 2004). فاضلاب‌های خانگی روستاهای اطراف و رواناب‌های کشاورزی و استخرهای پرورش ماهی مهم‌ترین منابع آلودگی در منطقه هستند. افزایش دو پارامتر فوق همچنین می‌تواند به کاهش سطح آب در نتیجهٔ تبخیر در ماه‌های گرم و مصرف آب باشد.

تشکر و قدردانی

نگارندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از شرکت سهامی آب منطقه‌ای اردبیل، حامی مالی این پروژه، انستیتو تحقیقات بین‌المللی تاس ماهیان دریای خزر و آزمایشگاه کاوشگران طبیعت پاک جهت فراهم کردن امکانات آزمایشگاهی، اعلام می‌دارند. همچنین از جناب آقای دکتر صادق مغانلو به خاطر همکاری در عملیات میدانی، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

APHA. 1999. Standard methods for examination of water and wastewater. American public health association, American water works Association, Water environment federation. Waldorf, Maryland.

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

Bellinger, E.G., Sigee, D.C. 2010. Freshwater Algae, Identification and Use as Bioindicators. Wiley-Blackwell.

Cox, E.J. 1996. Identification of Freshwater Diatoms from Live Material. Chapman& Hall.

Dunthie, H.C., Hart, C.J. 1987. The phytoplankton of the subarctic Canadian Great Lakes. Archiv für Hydrobiologie–BeiheftErgebnisse der Limnologie. 25: 1-9.

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

Goldman, C.R., Horn, A.J., Danesh, M. (translator). 2012. Limnology. Markaz-e- Nashr- e-Daneshgahi Press. (in Persian).

Habib, O.A., Tippett, R., Murphy, K.J. 1997. Seasonal changes in phytoplankton community structure in relation to physic-chemical factors in Loch Lomond, Scotland. Hydrobiologia. 350: 63-79.

Hotzel, G., Croome, R. 1999. A Phytoplankton Methods Manual for Australian Freshwaters. Land and Water Resources Research and Development Corporation Publication.

John, D.M., Whitton, B.A., Brook, A.J. 2005. The Freshwater Algal Flora of the British Isles, An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge University Press.

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

Komarek, J., Anagnostidis, K. 1999. Cyanoprokaryota, 1: Chrococcales. In Susswasserflora von Mitteleurope. Ettl, H., Gardner, G., Heynig, H., Mollenheuer, D. (eds.). Gustav Fuscher, Jena. Vol. 19. pp. 1-548.

Mohammadi, H., Paighambari, S.Y., Abdolmaleki, S., Fallahi, M., Ghorbani, R., Hosainia, S.A. 2016. Phytoplankton community structure and biodiversity assessment of Golbolagh Reservoir, Kurdistan Province. Journal of Aquatic Ecology. 6(3): 45-54 (in Persian)

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

Mohsenpour Azari, A., Mohebbi, F., Asem, A. 2011. Seasonal changes in phytoplankton community structure in relation to physic-chemical factors in Bukan dam reservoir (northwest Iran). Turkish Journal of Botany. 35: 77-84.

Nollet, L.M.L., Gelder, L.S.P. 2013. Handbook of water analysis, 3rd edition. CRC Press, 995 p.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.2.3.4]

Petrova, N.A. 1987. The phytoplankton of Ladoga and Onega lakes and its recent successional changes. Archiv für Hydrobiologie–BeiheftErgebnisse der Limnologie. 25: 11-18.
Peykari, M., Mehrbani, A. 2004. Principles of water treatment. Arkan Press. (in Persian)
Poniewozik, M. 2017. Element composition of *Trachelomonas* envelopes (Euglenophyta). Polish Botanical Journal. 62(1): 77-85.
Prescott, G.W. 1970. Algae of the western great lakes area. WM. C. Brown company publishers, USA.
Sabkara, J., Makaremi, M. 2003. Investigation of density and distribution of planktons in Maku dam lake. Iranian Scientific Fisheries Journal. 12(2): 29-46. (in Persian)
Sabkara, J., Makaremi, M., Valipour, A. 2016. Yamchi Dam coastal plankton communities to assess the feasibility of aquaculture in the city of Ardabil. Journal of Aquaculture Development. 10(l): 71-89. (in Persian)
Sant Anna, C.L., Azevedo, M.T.P. 2000. Contribution to the knowledge of potentially toxic cyanobacteria from Brazil. Nova Hedwigia. 71: 359-385.
Stoermer, E.F., Smol, J.P. 2004. The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences. Cambridge University press.469 p.
Ter Braak, C.J.F., Ans Smilauer, P. 2013. CANOCO 5: Software for multivariate data exploration, testing and summarization. Biometris, Plant Research International, the Netherlands and Petr Smilauer, Czech Republic.
Tiffany, L.H., Britton, M.E. 1971. The Algae of Illinois. Hafner Publishing Company, New York.
Wehr, J.D., Sheath, R.G. 2003. Freshwater Algae of North America, Ecology and Classification. Academic Press.
Wetzel, R.G. 2001. Limnology, Lake and River Ecosysems. 3rd edition. Academic Press. California, USA. ISBN: 0-12-744760-1.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.2.3.4]