مطالعه وضعیت فیتوپلانکتونی دریاچه نئور بعد از ورود ماهی کاراس

مریم فلاحی کپورچالی[1*]، سید حجت خداپرست[1]، مرضیه مکارمی[1]، سپیده خطیب[1]، علیرضا ولی پور[1]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یندانزلی، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۳/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۱۷

چکیده

گروه‌های فیتوپلانکتونی نقش ویژه ای در کیفیت آب دریاچه نئور استان اردبیل برای زیست ماهیان دارند. لذا بررسی وضعیت کیفی آب و میزان ذخایر ماهیان پس از ورود کاراس به دریاچه نیازمند بررسی تراکم گروه‌های فیتوپلانکتونی به عنوان تولید کنندگان اولیه در این دریاچه می‌باشد. این بررسی در ۵ ایستگاه طی۸ ماه (از اردیبهشت تا اسفند ماه باستثناء تیر ، دی و بهمن) در سال ۱۳۹۳ انجام شد. جهت نمونه برداری فیتوپلانکتون از روتنر یک لیتری استفاده گردید. پس از برداشت نمونه توسط فرمالین فیکس و پس از همگن کردن نمونه در آزمایشگاه ، ۵ میلی لیتر ازآن بمدت۲۴ ساعت رسوبدهی وتوسط میکروسکوپ اینورت با بزرگنمایی ۴۰۰ شناسایی وشمارش گردید. براساس نتایج حاصله دراین بررسی‌ها در مجموع ۶ شاخه و۶۸ جنس شناسایی گردید . بطورکلی ۲۴، ۱۱،۲۵، ۲، ۴ ، ۲ جنس به ترتیب از شاخه های Bacillariophyta، Chlorophyta، Cyanophyta، Pyrrophyta، Euglenophyta و Chrysophyta مورد شناسایی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که ایستگاه های ۱ (دره خرسی) و ۵ (روبرو موبیش) به ترتیب با میانگین سالانه ۳۱۰۱۱۰۰۰±۱۳۲۳۰۰۵۰۰ و ۴۵۱۶۵۹۹۷ ±۱۱۸۵۷۵۵۶۰ عدد در لیتر بیشترین تراکم را در مقایسه با سایر ایستگاه ها دارا بوده اند. ایستگاه۳ (مملی داش) با ۲۰۶۰۶۳۴۲ ± ۷۶۰۷۱۳۳۳ عدد در لیتر کمترین مقدار تراکم را دارا بوده است. شاخه های Cyanophyta و Bacillariophyta خصوصا جنس های *Oscillatoria* و *Synedra* درتمامی ایستگاه ها غالب بوده است. بطورکلی میانگین تراکم فیتوپلانکتونی در پائیز بیش از سایر فصول و در زمستان کمترین مقدار بوده است. بر اساس آزمون آماری کروسکال والیس تراکم فیتوپلانکتون در ماه ها و فصول مختلف با هم معنی دار بوده است (P<۰/۰۵)، ولیکن مابین ایستگاه ها معنی دار نبوده است (P>۰/۰۵). شاخه ها از نظر تراکم یا فراوانی سلولی با هم اختلاف معنی دار داشته اند (P<۰/۰۵). بطورکلی دریاچه نئور پس از ورود کاراس از نظر مواد مغذی و تراکم فیتوپلانکتونی یوتروف می‌باشد و ذخایر ماهی کاراس با ۱۲/۹۱ تن در سال ۱۳۹۳ به عنوان تنها ماهی اکوسیستم این دریاچه بوده است.

کلمات کلیدی: فیتوپلانکتون، تراکم، دریاچه نئور، ساختار جمعیت.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). m_fallahi2011@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.9.4]

مقدمه

دریاچه نئور در شمال غرب کشور در ارتفاعات استان اردبیل قرارگرفته است. ارتفاع از سطح دریای منطقه ۲۵۰۰ متر بوده و دارای مساحت ۵۶۰ هکتار و عمق متوسط ۶ متر می‌باشد. درجه حرارت دریاچه بر اساس مطالعه خداپرست (۱۳۹۵) در محدوده ۲۲-۰ درجه سانتی گراد بوده است. این دریاچه بزرگترین دریاچه آب شیرین استان اردبیل بوده و جزئی از مناطق حفاظت شده لیسار می‌باشد. سطح دریاچه ۵ الی ۶ ماه از سال یخبندان بوده و گاهی ضخامت یخ به ۸۰ سانتیمتر می‌رسد.

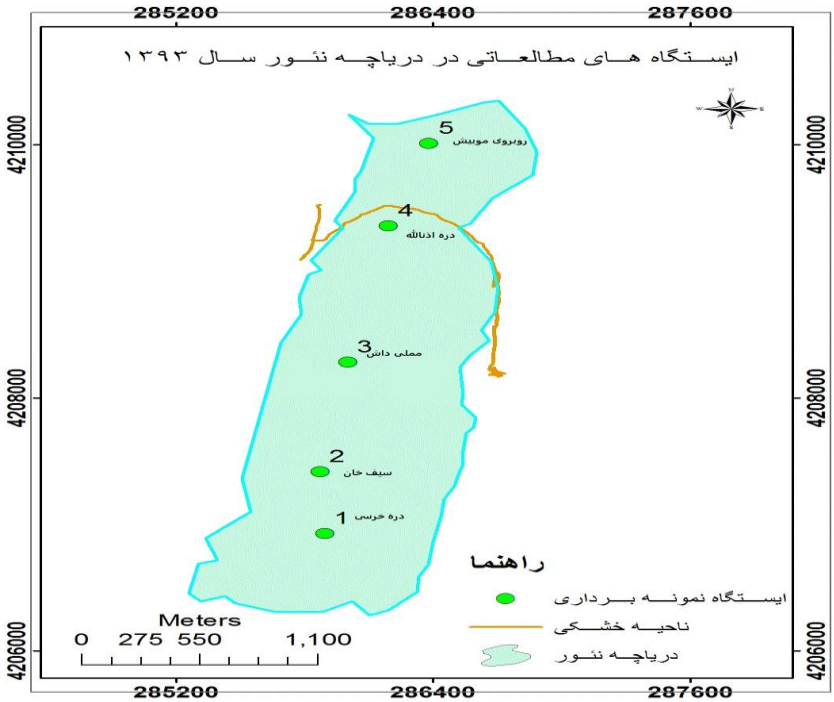
صمدی خادم و همکاران (۱۳۹۲) بیان نمودند که به دلیل دارا بودن ویژگی های خاص طبیعی و منحصر به فرد دریاچه نئور یکی از مراکز مهم تحقیقات سازمان حفاظت محیط زیست در امور آبزیان به حساب می‌آید. آب شیرین دریاچه از چشمه های متعدد و پرآب اطراف واز نزولات جوی و ذوب یخ و برف کوههای اطراف تأمین می‌شود. دریاچه نئور فاقد هر گونه ماهی تا سال ۱۳۵۲ بوده است از سال ۱۳۵۲ رهاسازی ماهی قزل آلای رنگین‌کمان در دریاچه شروع شد و تا سال-های بین ۱۳۸۰-۱۳۹۰ تنها ماهی موجود در دریاچه بوده است. البته این ماهی همه ساله در اندازه های مناسب به دریاچه رهاسازی و در شهریور ماه صید می‌گردید و باقیمانده ماهیان در یخبندان زمستان از بین می‌رفتند. از سال ۱۳۸۵ به بعد ماهی کاراس به دلایل ناشناخته در دریاچه مشاهده شد و در مدت کوتاهی با تکثیر انبوه و حضور پر تراکم سبب تغییر شدید شرایط اکولوژیکی و سطوح تروفی دریاچه گردید وشرایط را برای زیست ماهی قزل آلای رنگین کمان نا مساعد کرد. تنوع زیستی در این دریاچه چند سالی است که دچار تغییرات زیاد گردیده است وهمچنین جمعیت ماهی کاراس که یک ماهی غیر بومی ومهاجم مقاوم به آلودگی می‌باشد بشدت افزایش یافته است بطوریکه در اکوسیستم دریاچه اختلال ایجاد نموده است. فیتوپلانکتون ها گیاهانی میکروسکوپی و فاقد قدرت شنا بوده و به عنوان تولیدکنندگان اولیه در اکوسیستم های آبی از اهمیت خاصی برخوردارند (سبک آرا و مکارمی، ۱۳۹۲). لذا هر اکوسیستم آبی گروه های فیتوپلانکتونی به لحاظ تولید مواد آلی و قرار گرفتن در قاعده هرم انرژی جزء ذخایر مهم و با ارزش به شمار می روند و سایر موجودات ضمن وابستگی به یکدیگر در زنجیره غذایی به طور مستقیم و غیرمستقیم به فیتوپلانکتون وابسته اند (قلیچی و همکاران، ۱۳۹۵). تا کنون مطالعات زیادی در خصوص فیتوپلانکتون دریاچه نئور انجام نشده و تنها مطالعه در دسترس مربوط به Mirzajani و همکاران (۲۰۱۱) بر روی گاماروس دریاچه نئور است.آنها طی مطالعات خود وضعیت پلانکتونی دریاچه را نیز بررسی نموده و حضور شاخه های Bacillariophyta، Chlorophyta و Cyanophyta را در دریاچه گزارش کردند. موسوی ندوشن (۱۳۹۰) نیز بر روی ساختار جمعیت موجودات ماکروبنتوز در این دریاچه مطالعه کرده ولیکن در مطالعات ایشان گزارشی از وضعیت پلانکتونی دریاچه موجود نمی‌باشد. عابدینی (۱۳۹۳) نیز تحلیل مسائل هیدروژئومرفولوژی حوضه آبریز دریاچه نئور را انجام داد و بیان نمود که pH خاک در شرایط مطلوب است. لذا جهت آگاهی از وضعیت کیفی آب نیاز است که پس از ورود کاراس به دریاچه تغییرات فصلی فیتوپلانکتون مورد مطالعه قرارگیرد. پلانکتون نقش مهمی در انتقال انرژی در هرم اکولوژیک برای آبزیان

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.9.4]

دارد، زئوپلانکتون همانند یک پمپ بیوژلویک عمل کرده و مسیر انتقال انرژی از فیتوپلانکتون (تولید کننده گان اولیه) به مصرف کننده گان سطوح بالاتر همچون ماهیان و پستانداران دریائی می‌باشد (Richardson, 2008). لذا هر گونه آلودگی ها و اثرات مخرب زیستی به جوامع پلانکتونی تاثیر مستقیم بر ذخایر آبزیان خواهد گذاشت (Bagheri, 2011). فیتوپلانکتون مهمترین منبع غذایی برای پرورش آبزیان در آب شیرین و ماهیان دریایی می‌باشند (Boyd, 2007). لذا جهت آگاهی از وضعیت کیفی آب نیاز است که پس از ورود کاراس به دریاچه تغییرات فصلی فیتوپلانکتون مورد مطالعه قرارگیرد.

مواد و روش ها

در این بررسی ها با توجه به عرض کم دریاچه، پوشش دادن قسمت های عمده ای از کل دریاچه و نیز بر اساس مطالعات محققین گذشته، ۵ ایستگاه (شکل ۱) مدنظر قرارگرفت.



شکل ۱: ایستگاه های نمونه برداری در دریاچه نئور (ایستگاه ۱: دره خرسی، ایستگاه ۲: سیف خان، ایستگاه ۳: مملی داش، ایستگاه ۴: دره اذن و ایستگاه ۵: روبرو موبیش)

نمونه برداری در ماه های اردیبهشت ، خرداد، مرداد، شهریور، مهر ، آبان، آذر و اسفند صورت گرفت. در ماه تیر بعلت مهیا نبودن امکانات لازم برای نمونه برداری و در دی و بهمن بعلت یخبندان نمونه برداری صورت نگرفت.

روش نمونه برداری: نمونه برداری فیتوپلانکتون ماهانه یکبار با استفاده از روتنر یک لیتری در لایه های سطح و عمق در ایستگاه ها (از هر ایستگاه ۱ نمونه) انجام گردید. به دلیل عدم وجود لایه بندی حرارتی نمونه های سطح و کف را بعد از انتقال به سطل ۱۰ لیتری همگن نموده و به میزان یک لیتر آب را وارد ظروف کرده و با فرمالین ۴ ٪ تثبیت گردیدند (APHA, 2005). پس از همگن سازی در محفظه های ۵ میلی لیتری رسوب داده شده و شناسایی شده و سپس

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.9.4]

شمارش گردیدند. تعداد آنها در واحد حجم (یک لیتر) با استفاده از فرمول محاسبه گردید.

آنالیز آزمایشگاهی : جهت بررسی تراکم زئوپلانکتون در آزمایشگاه ابتدا حجم نمونه یادداشت و پس از همگن شدن با پی پت ۳ محفظه ۵ سی سی از آن بمدت ۲۴ ساعت رسوب‌دهی و زیر میکروسکوپ اینورت مورد شناسایی و شمارش قرار گرفت .سپس فراوانی (تعداد در لیتر) از فرمول ۱ محاسبه گردید.

فرمول ۱: $N=(n * v) / (c*V)$

N : تعداد هر گونه در لیتر، n : تعداد کل گونه شمارش شده در محفظه ، v : حجم آب پس از فیلتر شدن به میلی لیتر، V: حجم آب اولیه (قبل از فیلتر شدن) به لیتر، c : حجم محفظه شمارش به میلی لیتر شناسایی پلانکتونی نیز بر اساس منابع (Bellinger and Sigee, 2010; Boraso de Zaixso, 2004; Komárek & Anagnostidis, 2005) صورت گرفت.

آنالیز آماری : ثبت داده های حاصله در رایانه صورت گرفت و محاسبه فراوانی، میانگین و ترسیم نمودار توسط نرم افزار Excel 2010 انجام شد. تجزیه و تحلیل اطلاعات ثبت شده نیز با استفاده از نرم افزارهای آماری SPSS 16 (Version20) انجام گردید . سپس از آزمون Shapiro-Wilk یا آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده گردید تا نرمال بودن داده‌ها مشخص گردد. همچنین از آزمون کروسکال والیس برای مقایسه بین ایستگاه ها و شاخه های فیتوپلانکتونی از نظر تراکم استفاده گردید.

نتایج

طبق نتایج حاصله میزان درجه حرارت در ایستگاه ها و ماه های مختلف بشرح جدول ۱ آمده است. درجه حرارت در مرداد ماه بیش از سایر ماه ها بوده است.

جدول ۱: درجه حرارت آب در ایستگاه ها و ماه های مختلف(سانتیگراد)

ماه	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ٤	ایستگاه ۵
اردیبهشت	۹	۹	۹	۱۰	۱۰
خرداد	۱۵	۱۵	۱۶	۱۵/۵	۱۵
مرداد	۱۹/۵	۱۹/۷	۲۰	۱۹/۹	۱۹/۹
شهریور	۱۶/۱	۱۷/۴	۱۶/۸	۱۶/۶	۱۴/۹
مهر	۱۱/۵	۱۱/۵۵	۱۱/۹	۱۱/۶	۷/۹
آذر			-۲	۲/۳	
اسفند		-۴	-۴	-۴	-۴

بطور کلی ۶۸ جنس فیتوپلانکتونی در دریاچه نئور شناسایی شدند که ۲۳ جنس از Bacillariophyta و ۲ جنس از Chrysophyta، ۲۶ جنس از Chlorophyta، ۱۱ جنس از Cyanophyta، ۲ جنس از Pyrrhophyta و ۴ جنس از Euglenophyta بودند (جدول ۲).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.9.4]

جدول ۲: شاخه ها و جنس های مشاهده شده در ایستگاه های مختلف دریاچه نئور طی سال ۱۳۹۳

شاخه	جنس	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ٤	ایستگاه ٥
Bacillariophyta	*Achnanthes*	+	+	+	+	+
Bacillariophyta	*Amphora*	+		+		+
Bacillariophyta	*Asterionella*	+	+	+	+	+
Bacillariophyta	*Caloneis*	+	+	+	+	+
Bacillariophyta	*Cocconeis*			+		+
Bacillariophyta	*Cyclotella*	+	+	+	+	+
Bacillariophyta	*Cymatupleura*	+	+	+	+	+
Bacillariophyta	*Cymbella*	+	+	+	+	+
Bacillariophyta	*Denticula*	+	+	+		+
Bacillariophyta	*Diatoma*	+		+	+	+
Bacillariophyta	*Diploneis*					+
Bacillariophyta	*Epithemia*	+		+		
Bacillariophyta	*Fragilaria*			+		
Bacillariophyta	*Gomphonema*	+	+	+	+	+
Bacillariophyta	*Gyrosigma*		+	+	+	+
Bacillariophyta	*Melosira*	+	+	+	+	+
Bacillariophyta	*Navicula*	+	+	+	+	+
Bacillariophyta	*Nitzschia*	+	+	+	+	+
Bacillariophyta	*Pinnularia*	+	+	+	+	+
Bacillariophyta	*Rhoicosphenia*			+		+
Bacillariophyta	*Stephanodiscus*	+	+	+	+	
Bacillariophyta	*Surirella*	+		+	+	+
Bacillariophyta	*Synedra*	+	+	+	+	+
Chrysophyta	*Synura*			+		
Chrysophyta	*Dinobryon*	+	+			+
Chlorophyta	*Actinastrum*	+	+	+	+	+
Chlorophyta	*Ankistrodesmus*	+	+	+	+	+
Chlorophyta	*Binuclearia*	+	+	+	+	+
Chlorophyta	*Chlamydomonas*	+	+	+	+	+
Chlorophyta	*Coelastrum*	+	+	+	+	+
Chlorophyta	*Codatella*	+	+	+	+	+
Chlorophyta	*Cosmarium*	+	+	+	+	
Chlorophyta	*Crucigenia*	+	+	+		+
Chlorophyta	*Dictyosphaerium*	+	+	+	+	+

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.9.4]

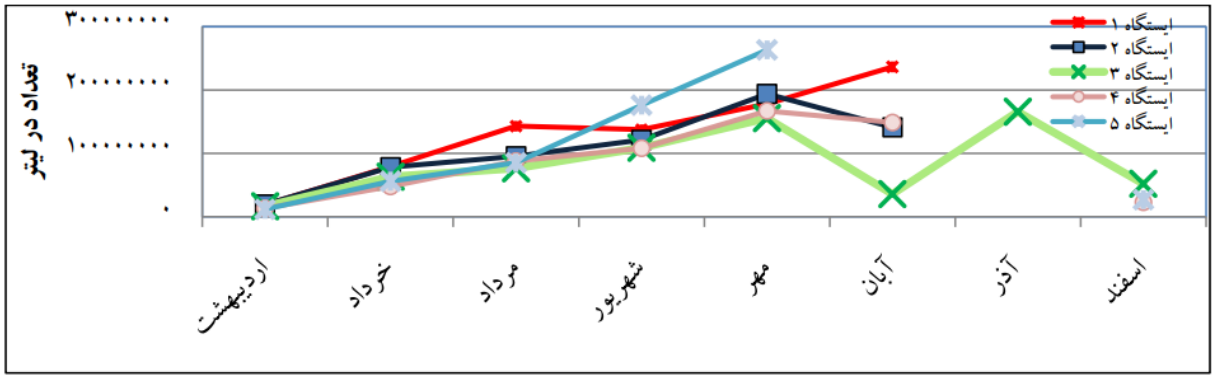
ادامه جدول ۲:

شاخه	جنس	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ٤	ایستگاه ٥
Chlorophyta	*Franceia*	+	+	+	+	
Chlorophyta	*Golenkinia*	+	+	+	+	+
Chlorophyta	*Kirchneriella*	+	+	+	+	+
Chlorophyta	*Micractinium*	+	+	+	+	+
Chlorophyta	*Mougeotia*	+	+		+	
Chlorophyta	*Oocystis*	+	+	+	+	+
Chlorophyta	*Pandorina*			+		+
Chlorophyta	*Pediastrum*	+	+	+	+	+
Chlorophyta	*Polyedriopsis*	+		+	+	
Chlorophyta	*Scenedesmus*	+	+	+	+	+
Chlorophyta	*Schroederia*	+	+	+	+	+
Chlorophyta	*Selenastrum*	+	+	+	+	+
Chlorophyta	*Staurastrum*	+	+	+	+	+
Chlorophyta	*Tetraedron*	+	+	+	+	+
Chlorophyta	*Tetrastrum*	+	+	+	+	+
Cyanophyta	*Anabaena*			+		
Cyanophyta	*Anabaenopsis*			+	+	+
Cyanophyta	*Aphanizomenon*	+	+	+	+	+
Cyanophyta	*Chroococcus*	+		+		
Cyanophyta	*Gomphoshaeria*	+	+	+	+	+
Cyanophyta	*Lyngbya*			+		+
Cyanophyta	*Microcystis*	+	+	+	+	+
Cyanophyta	*Oscillatoria*	+	+	+	+	+
Cyanophyta	*Phormidium*	+	+	+	+	+
Cyanophyta	*Romeria*	+	+	+		+
Cyanophyta	*Spirulina*	+	+	+	+	+
Pyrrophyta	*Gymnodinium*	+	+	+	+	
Pyrrophyta	*Peridinium*	+	+	+	+	+
Euglenophyta	*Euglena*	+	+	+	+	+
Euglenophyta	*Lepocinclis*		+	+		+
Euglenophyta	*Phacus*	+	+	+	+	+
Euglenophyta	*Trachelomonas*	+	+	+	+	+

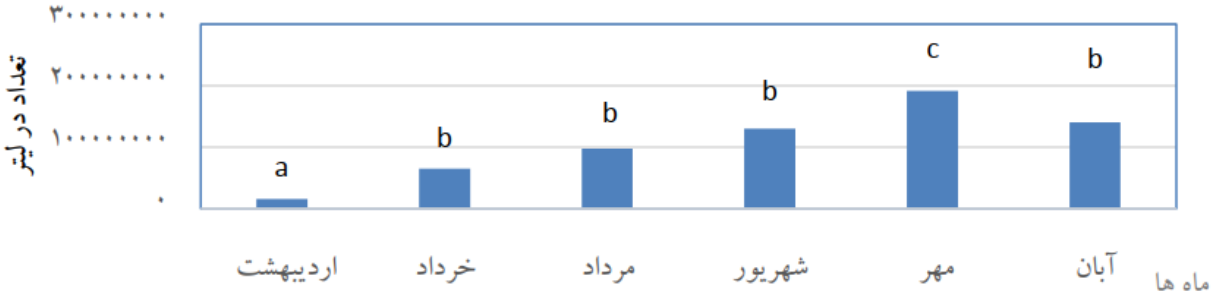
[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.9.4]

در اردیبهشت ماه جنس های *Nitzschia* و *Synedra* و *Cyclotella* از شاخه Bacillariophyta و جنس *Ankistrodesmus* از شاخه Chlorophyta و جنس *Oscillatoria* از شاخه Cyanophyta بیشترین فراوانی را نسبت به سایر جنس ها دارا بودند. شاخه دیاتومه ها (Bacillariophyta) با میانگین ۲۷۲۰۰۰۰ سلول در لیتر از ۴۵ تا ۶۰ درصد کل تراکم فیتوپلانکتون را شامل گردید (جدول ۳). نتایج نشان داد که ایستگاه ۲ با ۱۹۲۰۰۰۰۰۰ عدد در لیتر بیشترین تراکم فیتوپلانکتون را نسبت به سایر ایستگاه ها داشته و ایستگاه ۵ با ۱۱۶۰۰۰۰۰ از کمترین تراکم فیتوپلانکتونی برخوردار بوده است (شکل۲) . طبق آزمون کروسکال والیس تراکم فیتوپلانکتون باستثناءایستگاه ها در ماه ها (شکل ۳) و فصول مختلف (شکل ۴) با هم معنی دار بوده است ($P<0.05$)، ولیکن مابین ایستگاه ها معنی دار نبوده است ($P>0.05$). تراکم شاخه ها نیز با هم اختلاف معنی دار داشته اند ($P<0.05$).



شکل ۲: تراکم کل فیتوپلانکتون در ایستگاه های مختلف طی سال ۱۳۹۳



شکل ۳: تراکم کل فیتوپلانکتون در ماه های مختلف طی سال ۱۳۹۳

مطالعات شاخه های مختلف در خرداد ماه نشان داد که جنس های *Nitzschia* و *Synedra* از دیاتومه ها (Bacillariophyta)، جنس *Ankistrodesmus* از شاخه جلبک های سبز (Chlorophyta)، جنس *Oscillatoria* از جلبک های سبز- آبی (Cyanophyta) در ایستگاه های مختلف بطور متغییری در بین سایر جنس‌های این شاخه ها غالب بوده اند. تراکم فیتوپلانکتونی در کلیه ایستگاه ها نسبت به ماه اردیبهشت افزایش یافته است. بطور کلی شاخه سیانوفیت ها با میانگین ۳۲۶۲۰۰۰۰

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.9.4]

عـدد در لیتـر در کـل ایسـتگاه هـا غالـب بـوده اسـت (جدول۳). جنس *Oscillatoria* از جلبـک هـای سبز- آبی و پس از آن جنس *Synedra* از دیاتومه غالب بوده است.

جدول ۳: تراکم شاخه های فیتوپلانکتونی در دریاپه نئور طی ماه های مختلف سال ۱۳۹۳ (تعداد به میلیون)

شاخه ها	اردیبهشت	خرداد	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	اسفند
Bacillariophyta	۸۰۴۰۰۰۰	۲۱۲۱۰۰۰۰	۲۷۳۳۰۰۰۰	۳۲۱۴۴۱۶۰	۳۰۴۶۰۸۰۰	۲۲۲۷۰۳۰۰	۹۴۱۸۸۰۰	۱۳۸۳۳۳۳
Chlorophyta	۴۹۵۰۰۰۰	۹۷۱۰۰۰۰	۱۶۵۳۰۰۰۰	۲۳۹۶۷۸۴۰	۴۰۰۳۹۹۲۰	۲۳۱۲۸۸۰۰	۲۵۴۵۰۸۰۰	۷۰۰۰۰۰۰
Cyanophyta	۲۷۲۰۰۰۰	۳۲۶۲۰۰۰۰	۵۱۹۹۰۰۰۰	۶۹۷۷۹۲۸۰	۱۱۸۶۳۶۸۰۰	۹۳۱۵۲۷۰۰	۱۲۹۸۵۹۲۰۰	۲۵۲۸۳۳۳۳
Euglenophyta	۱۹۰۰۰۰	۸۲۰۰۰۰	۱۴۷۰۰۰۰	۴۰۸۸۱۶۰	۱۵۰۳۰۰۰	۱۴۷۷۲۰۰	۶۰۱۲۰۰	۲۳۳۳۳۳
Chrysophyta	۰	۸۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
Pyrrophyta	۰	۵۴۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰	۴۸۰۹۶۰	۱۰۴۲۰۸۰	۶۱۳۴۰۰	۶۰۱۲۰۰	۰

در مرداد ماه تراکم سلولی تمامی شاخه‌ها نسبت به ماه قبل افزایش داشته است. بطوریکه ایستگاه ۱ با ۱۴۳۱۰۰۰۰۰ عدد در لیتر بیشترین تراکم را در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها داشته اند (شکل ۳). در این ماه ابتدا شاخه سیانو فیتا با ۵۱۹۹۰۰۰۰ عدد در لیتر حدود ۵۳ درصد و سپس شاخه باسیلاریو فیتا با ۲۷۳۳۰۰۰۰ حدود ۲۸ درصد از نظر جمعیت، بیشترین فراوانی را به خود اختصاص دادند. جنس *Oscillatoria* از شاخه Cyanophyta و جنس *Synedra* از شاخه Bacillariophyta بیشترین فراوانی را، نسبت به سایر جنس‌ها دارا بودند.

در شهریور ماه تراکم فیتوپلانکتونی نسبت به ماه قبل باستثناء ایستگاه ۱ افزایش حاصل نموده است . تراکم سلولی در ایستگاه ۵ با ۱۷۶۱۵۱۶۰۰ عدد در لیتر بیشترین مقدار را داشته است . در این ماه شاخه سیانوفیتا با ۶۹۷۷۹۲۸۰ عدد در لیتر حدودا ۵۴ درصد از نظر تراکم، بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده بودند. جنس *Oscillatoria* از شاخه Cyanophyta و جنس‌های *Melosira*، *Synedra* و *Nitzschia* از شاخه Bacillariophyta و همچنین جنس *Ankistrodesmus* از شاخه Chlorophyta بیشترین فراوانی را، نسبت به سایر جنس‌ها دارا بودند

در مهر ماه شاخه سیانو فیتا با ۱۱۸۶۳۶۸۰۰ عدد درلیتر حدودا ۶۱/۸۹ درصد و سپس شاخه کلرو فیتا با ۴۰۰۳۹۹۲۰ عدد در لیتر حدودا ۲۰/۸۱ درصد از نظر جمعیت، بیشترین فراوانی را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). جنس *Oscillatoria* از شاخه Cyanophyta و جنس‌های *Scenedesmus*، *Ankistrodesmus* از شاخه Chlorophyta و همچنین جنس‌های *Melosira* و *Synedra* از شاخه Bacillariophyta بیشترین فراوانی را، نسبت به سایر جنس‌ها دارا بودند. ایستگاه ۵ و ۱ به ترتیب با ۱۷۶۱۵۱۶۰۰ و ۱۳۷۵۷۴۶۰۰ عدد در لیتر بیشترین تراکم فیتوپلانکتون را نسبت به سایر ایستگاه‌ها داشته است.

در آبان ماه شاخه سیانو فیتا با ۹۳۱۵۲۷۰۰ عدد در لیتر حدودا با ۶۶ درصد از نظر جمعیت، بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داد. جنس *Oscillatoria* از شاخه Cyanophyta و جنس *Synedra* از شاخه Bacillariophyta و همچنین جنس‌های *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus* از شاخه

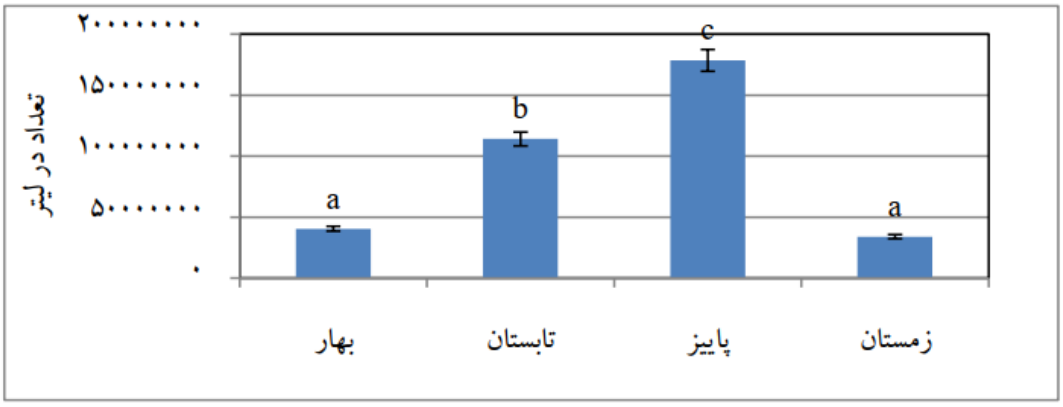
[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.9.4]

Chlorophyta بیشترین فراوانی را، نسبت به سایر جنس‌ها دارا بودند. ایستگاه ۱ با ۲۳۶۶۷۲۴۰۰ عدد در لیتر بیشترین را دارا بود. در آذر ماه بعلت یخبندان فقط دو نمونه از ایستگاه ۳ یکبار قبل از یخبندان و یکبار بعد از یخبندان گرفته شد. شاخه سیانو فیتا و سپس شاخه کلرو فیتا از نظر جمعیت، بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده بودند.جنس *Oscillatoria* از شاخه Cyanophyta وجنس‌های *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus* از شاخه Chlorophyta بیشترین فراوانی را نسبت به سایر جنس‌ها دارا بودند.

در اسفند ماه شاخه سیانو فیتا با۲۵۲۸۳۳۳۳ عدد در لیتر حدودا ۷۴ درصد و سپس شاخه کلرو فیتا با۷۰۰۰۰۰۰ عدد در لیتر حدودا ۲۱ درصد از نظر جمعیت، بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده بودند (جدول ۳). جنس *Oscillatoria* از شاخه Cyanophyta و جنس *Ankistrodesmus* از شاخه Chlorophyta بیشترین فراوانی را، نسبت به سایر جنس ها دارا بودند. ایستگاه ۳ با ۵۲۰۰۰۰۰۰ عدد در لیتر بیشترین جمعیت فیتوپلانکتونی را دارا بودند.

نتایج فیتوپلانکتونی در فصول مختلف نشان داد که ایستگاه ۱ در بهار و تابستان از تراکم فیتوپلانکتونی بیشتری نسبت به سایر ایستگاه ها برخوردار بوده ولی در فصل پاییز ایستگاه ۵ حداکثر تراکم را داشته است . در زمستان به دلیل یخبندان از ایستگاه های ۱ و ۲ نمونه برداری نشده ولیکن ایستگاه ۳ تراکم بیشتری را نسبت به ایستگاه‌های ۴ و۵ شامل بوده است. تراکم فیتوپلانکتون به ترتیب در فصل پاییز و تابستان بیش از سایر فصول بوده و فصل زمستان نیز کمترین تراکم را داشته است (شکل ۴). بطور کلی نتایج شاخص تنوع شانن نشان داد که در ماه خرداد میزان تنوع نسبت به سایر ماه‌ها بیشتر و در اردیبهشت ماه حداقل بوده است. ایستگاه ۱ بیشترین و ایستگاه ۴ کمترین میزان تنوع را داشته است (جدول ۴).



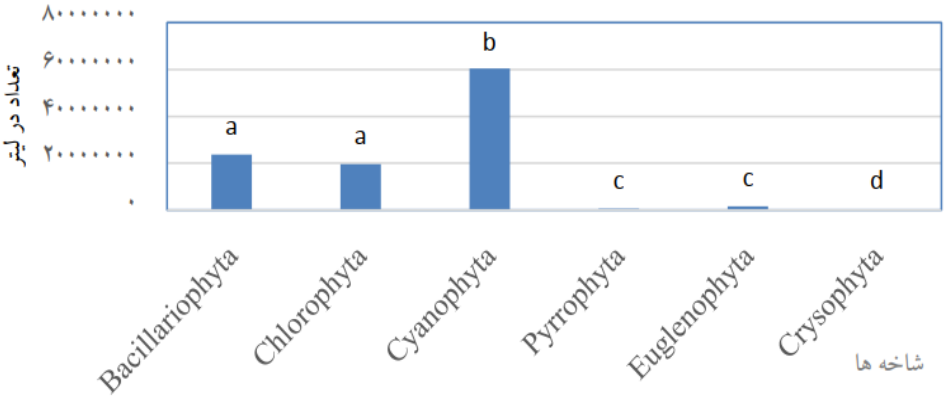
شکل ۴: میانگین تراکم فیتوپلانکتون در فصول مختلف در کل منطقه

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.9.4]

جدول ۴: میزان شاخص شانن وینر در ماه ها و ایستگاه های مختلف

ماه	۱	۲	۳	۴	۵	میانگین ایستگاه ها
اردیبهشت	۰/۸۹	۰/۸۶	۰/۹۲	۱/۱۶	۱/۲۲	۱/۰۱
خرداد	۲/۲۶	۱/۸۸	۱/۸	۱/۶۸	۱/۹۳	۱/۹۱
مرداد	۱/ ۵۴	۱/۵۳	۱/۲۵	۱/۱۹	۱/۴۶	۱/۳۹
شهریور	۱/۷۲	۱/۵۲	۱/۴۷	۱/۲۶	۱/۳۲	۱/۴۶
مهر	۱/۵۲	۱/۵۳	۱/۴۷	۱/۲۶	۱/۴۸	۱/۴۵
میانگین ماه ها	۱/۵۹	۱/۴۶	۱/۳۸	۱/۳۱	۱/۴۸	

طبق نتایج حاصله میانگین سالانه Cyanophyta با میانگین ۸۵۳۱۱۷۸ ± ۶۰۳۹۱۰۷۵۶ عدد در لیتر و پس از آن شاخه Bacillariophyta با میانگین ۲۲۲۲۹۱۷ ± ۲۳۶۲۰۸۹۷ عدد در لیتر بیشترین تراکم را نسبت به سایر شاخه‌ها داشته اند (شکل ۵).



شکل ۵: میانگین سالانه شاخه های فیتوپلانکتونی در دریاچه نئور

بحث

ایستگاه ۵ در اردیبهشت ماه طبق مشاهدات عینی دارای میزان کدورت بیشتری نسبت به سایر ایستگاه‌ها برخودار بوده و در نتیجه از تراکم فیتوپلانکتونی کمتری برخودار بوده است. در اردیبهشت ماه شاخه دیاتومه‌ها (Bacillariophyta) نسبت به سایر شاخه‌ها غالب بوده اند و دلیل آن طبق بررسی همزمان عابدینی (۱۳۹۳) که عوامل فیزیکی و شیمیایی دریاچه را مورد بررسی قرار داد ناشی از درجه حرارت مناسب (۱۰ درجه سانتیگراد)، سیلیس بیشتر در این ماه نسبت به سایر ماه‌ها بوده است. نتایج حاصل از مطالعات این ماه نشان می دهد که دریاچه حالت یوتروفی داشته و با توجه به اینکه درجه حرارت شرایط برای رشد دیاتومه‌ها که سرما دوست می‌باشند فراهم تر بوده است . در خرداد ماه دمای آب از ۹ الی ۱۰ درجه سانتیگراد به ۱۵ الی ۱۶ درجه سانتیگراد رسیده و اکثر شاخه های فیتوپلانکتونی در ایستگاه‌های ۱ و ۲ بیش از سایر ایستگاه‌ها بوده‌اند. مقایسه وضعیت شاخه‌های فیتوپلانکتونی در دوماه اردیبهشت و خرداد نشان داد که شاخه دیاتومه‌ها (Bacillariophyta) از ۵۱ درصد در ماه اردیبهشت به ۳۳ درصد از کل تراکم فیتوپلانکتون رسیده است که علت آن افزایش حرارت طبق جدول ۲

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.9.4]

بوده است. از طرفی تراکم شاخه سیانوفیتا از ۱۷ درصد در اردیبهشت به ۵۰ درصد در خرداد افزایش یافته که خود نشان دهنده وضعیت افزایش دما در این فصل می‌باشد. شرایط حاکی از وضعیت یوترفی دریاچه می-باشد که همچنان در حال افزایش می‌باشد. در مرداد ماه دمای آب از ۱۵ الی ۱۶ درجه سانتیگراد به ۱۹ الی ۲۰ درجه سانتیگراد رسیده و تراکم فیتوپلانکتون به دلیل افزایش دما که مناسب برای رشد سیانوفیتا می‌باشد نسبت به خرداد ماه فزونی یافته است. افزایش پوشش گیاهی در این فصل می‌باشد. پوشش گیاهی باعث می-شود که در لایه های زیرین سایه ایجاد کرده و تراکم شاخه‌هایی که در پایین تر از قسمت رویی آب زندگی می کنند کاهش یابد ولیکن سیانوفیتا که نسبت به سایر جلبک‌ها در لایه رویی آب هستند غالب شده اند. ایستگاه ۱ به دلیل عمق کمتر (۱ متر کمتر از سایر ایستگاه‌ها) از تراکم بیشتری برخوردار بوده است . در شهریور ماه حداکثر تراکم فیتوپلانکتونی به ترتیب در ایستگاه‌های ۵ مشاهده گردید. عمق ایستگاه ۵ کم و در دریاچه کوچک قرار گرفته است. پوشش گیاهی آن زیاد است و وقتی این گیاهان در شهریور ماه تجزیه می‌شوند باعث افزایش فیتوپلانکتون می‌شود. آب این ایستگاه ساکن و در حاشیه قرار دارد. سیانوفیتا در شهریور ماه ۵۴ درصد تراکم فیتوپلانکتونی را به خود اختصاص داده اند. در مهرماه نیز ایستگاه‌های ۵ و ۱ به ترتیب حداکثر تراکم فیتوپلانکتونی را دارا بودند.. شاخه سیانوفیت ها در تمام ایستگاه‌ها غالب بوده و بیشترین تراکم را داشته است . بعلت پوشش گیاهی زیاد در این دو ایستگاه و کاهش نور در لایه زیر سطح، سیانوفیتا که در لایه رویی آب زندگی می‌کنند غالب شده اند.

Mirzajani و همکاران (۲۰۱۱) طی مطالعه خود بر روی دریاچه نئور بیان نمود که شاخه‌های Bacillariophyta، Chlorophyta و Cyanophyta در طول مطالعه در دریاچه مشاهده شدند و شاخه کلروفیتا در مقایسه با سایر شاخه‌ها غالب بوده بطوریکه ۴۵ تا ۹۷ درصد جمعیت را شامل بوده اند. جنس های *Crusigenia*، *Ankistrodesmus* و *Oocystis* از جلبک‌های سبز بیشترین فراوانی را داشته وتراکم *Crusigenia* به ۱۸۹۰۰۰۰۰۰ سلول در لیتر رسید. جنس *Cyclotella* از Bacillariophyta با ۶۰۰۰۰۰۰ و جنس *Microcystis* از شاخه Cyanophyta با ۳۸۰۰۰۰۰ غالب بوده اند. لذا مشاهده می‌گردد که در مطالعات حاضر سیانوفیتا هستند که غالب بوده و جنس *Oscillatoria* از آن تراکمی بیش از سایر جنس‌ها داشته و از شاخه دیاتومه‌ها یا Bacillariophyta نیز جنس *Synedra* ، *Nitzschia* ، *Melosira* غالب بوده است. قابل ذکر است که از جلبک‌های سبز یا Chlorophyta نیز جلبک *Ankistrodesmus* بیش از سایرین غالبیت داشت. Mirzajani و همکاران (۲۰۱۱) طی این مطالعه ۱۴ جنس از شاخه باسیلاریوفیتا ، ۱۳ جنس از کلروفیتا، ۱ جنس از کریزوفیتا، ۷ جنس از سیانوفیتا و ۲ جنس از اگلنوفیتا را در آب دریاچه شناسایی نمودند. بطور کلی آنها ۵ شاخه و ۳۸ جنس را در این دریاچه گزارش نمودند در حالیکه در مطالعه حاضر ۶ شاخه و ۴۰ جنس مورد شناسایی قرار گرفت. آنها همچنین بیشترین تراکم فیتوپلانکتون را در شهریور و مهر ماه با تراکم ۳۵۰×۱۰^{۶} سلول در لیتر گزارش کردند. آنها میانگین تراکم باسیلاریوفیتا را ۱۱۲۹۸۳۵۶ سلول در لیتر، کریزوفیتا ۱۷۷۰۰۰ سلول در لیتر، کلروفیتا ۱۹۸۶۱۲۱۶۱، سیانوفیتا ۸۳۵۲۴۳۳ سلول در

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.9.4]

لیتر و اگلنوفیتا را ۱۰۵۳۰۰۰ سلول در لیتر برآورد نمودند. مقایسه این مطالعات با مطالعه حاضر نشان می دهد که بیشترین تراکم فیتوپلانکتون در مطالعات کنونی نیز در مهرماه در ایستگاه ۵ با میزان ۲۶۳۶۲۶۲۰۰ عدد در لیتر برآورد گردیده است.

در مطالعه حاضر در زمستان و حتی یخبندان سیانوفیت ها در دریاچه غالب بوده اند . Whitton (۲۰۱۲) بیان نمود که سیانوفیت ها در سخت ترین محیط های روی زمین غالبیت دارند. جاییکه سرمای شدید و نبود آب برای رشد و بقاء محدودیت ایجاد می‌نماید. آنها در اکوسیستم هایی با بستر یخی ، حاوی برف و مناطق یخچالی و دریاچه های یخی حضور دارند و گاهی به بیوماس بالایی هم می‌رسند. این محقق بیان نمود که سیانوباکترها در بسیاری از اکوسیستمم ها سیانوباکترها بطور فصلی غالبند برای مثال در دریاچه های یوتروف در مناطق معتدله طی فصل تابستان غالبند. در اکوسیستم هایی با شوری بالا ، محیط های حرارتی ، محیط هایی با آلودگی نفتی سیانوباکترها می توانند در کل سال فراوان و غالب باشند.

Vincent (۲۰۰۷) بیان نمود که سیانوباکترها مکررا در یخ و بیابان های سرد یافت شده اند. سیانوباکترها در مقابل سرما تحمل داشته و آنها قادر زنده بمانند و در درجه حرارتهای پایین رشد کنند اما با درجه حرارت اپتیمم بخوبی در مساکن خودشان حضور خواهند داشت (Tang *et a*l., 1997). با توجه به تابش خورشید حتی درون یخ ، یخ چند ساله دریاچه خشک و سیانوفیتا می‌توانند برای مدتی طولانی باقی بمانند و فعالیت فیزیولوژیک داشته باشند (Priscu *et al.*, 1998, 2005). اگرچه اطلاعات کمی در مورد وقوع سیانوباکترها در یخ سالانه دریا وجود دارد با این حال حضور سیانوباکترها جندین سال در یخ قطب شمال ثبت شده است (Bowman *et al.*, 2012). Dsouza و همکاران (۲۰۱۳) حضور دیاتومه ها ی رشته ای را درتشکیل یخ دریاچه های بزرگ گزارش نمودند.

مطالعات خداپرست (۱۳۹۵) بر روی ذخایر ماهی کاراس نشان داد که میزان این ماهی ۱۲/۹۱ و ۳۹/۰۴ تن به ترتیب در سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ بوده است. این ماهی با مصرف زئوپلانکتون باعث کاهش مصرف فیتوپلانکتون شده است. همچنین فعال شدن مواد مغذی درونزای دریاچه رشد بالای جلبکی را به‌همراه داشته و نبود مصرف کننده موثر فیتوپلانکتون در دریاچه و بالارفتن درجه حرارت در فصل تابستان شرایط را برای شکوفایی جلبک‌ها به خصوص شاخه سیانوفیتا تشدید نموده و کمبود مواد غذایی (گاماروس) عامل محدود نمودن رشد ماهی قزل آلا شده است . لذا تنها ماهی کاراس توانسته است شرایط نامناسب محیطی را تحمل نموده و علی رغم فقدان وجودمواد غذایی بصورت انبوه در اوزان پایین در داخل دریاچه حضور داشته و از رشد بالایی برخوردار باشد. آنچه مهم است اثرات این ماهی در اکوسیستم دریاچه نئور است که از آن‌جمله، تخریب زیستگاه آبزیان بومی بویژه گاماروس، کاهش تنوع و تراکم جمعیت کفزیان ، کاهش جمعیت گروه های زئوپلانکتونی بزرگ، کلادوسر و کوپه پودا، تاثیر در چرخه تروفی و ایجاد کدورت بالا می‌باشد. جنس-های فیتوپلانکتون از شاخه های دیاتومه‌ها و سیانوفیتا در دریاچه‌هایی که میزان غلظت نوترینت زیاد بوده و تحت تاثیر فعالیت های انسانی بوده بطور فراوان مشاهده می‌شوند. بر اساس طبقه بندی دریاچه ها بر مبنا سطح تروفی (Li and Mathias, 1994) دریاچه نئور جزء دریاچه‌های یوتروف می‌باشد.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.9.4]

بطور کلی بنظر می رسد دریاچه نئـور از نظـر مـواد مغـذی بـالا و همچنـین تـراکم فیتوپلانکتـونی یـوتروف بـوده بطوریکـه از نشـانه‌هـای یـوتروفی آن غالبیـت سـه شاخه فیتوپلانکتونی دیاتومه‌ها ، جلبک‌های سبز و سبز-آبی می‌باشد. مبزان زیاد فسفات در غالبیت سیانوفیتا در این دریاچه نقش بسزایی دارد. با توجه بـه اینکـه ارتفـاع این دریاچه از سطح دریا ۲۵۰۰ متر و درجه حرارت آن در محـدوده بـالایی نمـی‌باشـد، میـزان تـراکم بـالای فیتوپلانکتون در این بررسی حاکی از تغذیه نشدن آن و احتمالا خورده شدن گروه های مختلف زئوپلانکتونی و گامـاروس توسـط مـاهی کـاراس مـی‌باشـد. لـذا اگـر تـدابیری جهـت حـذف کـاراس اندیشـیده شـود میـزان ذخایر گاماروس و زئوپلانکتون افزایش یافته و می‌تـوان به زیست و تولید قزل آلا در این دریاچه اقدام نمود.

سپاسگزاری

ازکلیـه همکـاران محـیط زیسـت اسـتان اردبیـل و پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی که حمایت ها و مساعدت های وافری طی اجـرای پـروژه داشـتند تشـکر می نمایم.

منابع

۱. خداپرسـت، ح.، ۱۳۹۵. مطالعـات مـدیریت جـامع دریاچه نئور به منظـور احیـاء و حفاظـت پایـدار از جلـد سـوم مطالعـات برنامـه ریـزی و مـدیریت اکولوژیک دریاچه نئور پژوهشکده آبـزی پـروری آبهای داخلی (بندر انزلی)، ۱۳۵ صفحه.

۲. سـبک آرا، ج.، مکـارمی، م.، ۱۳۹۲. پـراکنش و فراوانی پلانکتونی و نقش آنها در پرورش ماهی در دریاچه سـد ارس. نشـریه توسـعه آبـزی پـروری، ۷ (۲)، ۵۹-۴۱.

۳. صـمدی خـادم، ش.، حکیمـی عابـد، م. ، فتـائی، ا.، ۱۳۹۲. بررسـی پتانسـیل‌هـای اکولـوژیکی و گردشـگری دریاچـه نئـور بـه منظـور برنامـه‌ریـزی توسعه پایدار اکوتوریسـم بـر اسـاس مـدلSWOT. فصلنامه علـوم و مهندسـی محـیط زیسـت، ۵۷ (۴)، ۲۹-۴۳.

۴. عابـدینی، م.، ۱۳۹۳. تحلیـل مسـائل هیدروژئومرفولوژی حوضـچه آبریـز دریاچـه نئـور اردبیل به منظـور آزمـایش (بـا تأکیـد بـر فرسـایش خـاک و رسـوب). فصـلنامه ژئومرفولـوژی. ۱ (۴)، ۱۳۰-۱۱۱.

۵. قلیچـی، ا.، جعفـری، م.، کمـالی سـنزیقی، م.، ۱۳۹۵. ترکیب فیتوپلانکتـونی و نقـش آن در میـزان تولیـد مـاهی کپـورنقره ای (*Hypophthalmichthysmolitrix*). نشریه توسـعه آبزی پروری، ۱۰ (۴)، ۱۰۲-۹۱.

۶. موسوی ندوشـن، ر.، سـامان پـژوه، م. ، عمـادی، ح.، فـاطمی، م.ر.، ۱۳۹۰. سـاختار جمعیـت موجـودات ماکروبنتوز دریاچه نئور اردبیل. مجله علمی شیلات ایران ۲۰ (۳)، ۱۴۲-۱۲۹.

7. American Public Health Association (APHA) (2005). Standard methods for Examination of water and Wastewater, 21th Edition, APHA, Washington D C.

8. Bagheri, S., Mansor, M., Makaremi, M., Sabkara, J., Wan-Maznah, W.O., Mirzajani, A., Khodaparast, S.H., Ghandi, A. and Khalilpour, A., 2011. Fluctuations of phytoplankton community in the coastal waters of Caspian Sea in 2006. American Journal of Applied Sciences, 8, 1328–1336.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.9.4]

9. Bellinger, E. G., Sigee, D. C., 2010. Introduction to Freshwater Algae. In: BELLINGER, E. G. & D. C. SIGE (Eds.), Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators, 265P. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.
10. Boraso de Zaixso, A., 2004. Chlorophyta marinas de la Argentina. Historia Natural (Segunda Serie). 3, 95-119.
11. Boyd, P.W., 2007. Mesoscale iron enrichment experiments 1993–2005: Synthesis and future directions. Science, 315: 612–617.
12. D'souza, N. A., Kawarasaki, Y., Gantz, J. D., Lee, R. E., Beall, B. F., Shtarkman, Y. M., Koçer, Z. A., Rogers, S. O., Wildschutte, H., Bullerjahn, G. S., McKay, R.M., 2013. Diatom assemblages promote ice formation in large lakes. International Society for Microbial Ecology Journal, 7(8), 1632-40.
13. Komarek, J., Angnosidis, K., 2005. Cyanoprokaryota 2 Teil/2nd Part: Oscillatoriales.In: BÜDEL, B., L. KRIENITZ, G. GÄRTNER & M. SCHAGERL (eds), Süsswasserflora von Mitteleuropa 19/2, pp. 1-759. Elsevier/Spektrum Akademischer Verlag, München.
14. Li S. and Mathias, J., 1994. Freshwater Fish Culture in China: Principles and Practice, Volume 28, 1st Edition, U.S, Elsevier Science. 445 p. ISBN: 9780444888822
15. Mirzajani, A.R., Heidari O., Khodaparast Sharifi, H., 2011. Some biological aspects of Gammarus *lacustris Sars* in Neur Lake Ardabeel province, Iran. 1863. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 10(2), 242-253.
16. Priscu, J.C., Fritsen, C.H., Paerl, H.W., Fritsen, C.H., Dore, J.E., Lisle, J.T., Wolf, C.F., Mikuchi, J.A., 2005. Perennial Antarctic lake ice: a refuge for cyano-bacteria in an extreme environment. In: Castello JD, Rogers SO (eds) Life in ancient ice. Princeton Press, Princeton, 22–49, 336 pp.
17. Priscu, J.C., Fritsen, C.H., Adams, E.E, Giovannoni, S.J., Paerl, H.W., McKay, C.P., Doran, P.T., Gordon, D. A., Lanoil, B. D., Pinckney, J.L., 1998. Perennial Antarctic lake ice: an oasis for life in a polar desert. Science, 280:2095–2098.
18. Richardson, A.J., 2008. In hot water: zooplankton and climate change ICES J. Marine Science, 65: 279–295.
19. Tang, E.P.., Tremblay, R., Vincent, W.F., 1997. Cyanobacterial dominance of polar freshwater ecosystems: are high-latitude mat-formers adapted to low temperature? Journal of Phycology, 33, 171±181.
20. Vincent, W.F., 2007. Cold tolerance in cyanobacteria and life in the cryosphere. In: Seckbach J (ed). Algae and cyanobacteria in extreme environments. Springer (in press)
21. Whitton, B.A., 2012. Ecology of Cyanobacteria II: Their Diversity in Space and Time,

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.9.4]