مجله تاکسونومی و بیوسیستماتیک، سال دوم، شماره دوم (پیاپی ۳)، تابستان ۱۳۸۹، صفحه ۱۰-۱
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۱۲/۱۶ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۸۹/۰۶/۰۲

مطالعه اکولوژیک و تنوع گونه‌ای اوگلنوفایت‌های (Euglenophyta) دریاچه سد زاینده‌رود

معصومه شمس، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
سعید افشارزاده*، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

چکیده

دریاچه زاینده‌رود، بزرگترین دریاچه استان اصفهان با مساحتی حدود ۴۸ کیلومتر مربع در غرب شهر اصفهان واقع شده است. به منظور شناسایی و بررسی اکولوژیک جمعیت‌های اوگلنوفایت‌ها و مقایسه تنوع گونه‌ای آنها در طول فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان، نمونه‌برداری در ۴ ایستگاه از آبان ۱۳۸۴ تا شهریور ماه ۱۳۸۵ انجام شد. طی تحقیقات انجام شده، ۴ جنس و ۹ گونه شناسایی شد. *Euglena proxima* Dang. ، *Phacus caudatus* var. *ovalis* Drez. و *Trachelomonas robusta* Swir. از بیشترین تراکم گونه‌ای به ترتیب با مقدار ۱۴۲۰، ۹۵۲ و ۲۳۸۰ سلول در سانتی‌متر مکعب برخوردار بودند. در این تحقیق، همچنین فاکتورهای اکولوژیک، نظیر دما، شوری، pH، EC و یون‌های فسفات و نیترات در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری و اندازه‌گیری شدند. تراکم گونه‌ها و شاخص تنوع اوگلنوفایت‌ها در هر فصل محاسبه گردید که بیشترین تراکم گونه‌ای در فصل بهار با تعداد ۲۳۸۰ سلول در سانتی‌متر مکعب در ایستگاه یان چشمه در سطح آب شمارش گردید. با توجه به اینکه این گونه‌ها بر اساس شاخص پالمر به عنوان شاخص‌های مهم آلودگی آب محسوب می‌گردند، بررسی اکولوژیک و تنوع گونه‌ای این شاخه از جلبک‌ها بسیار حایز اهمیت است و بر اساس نتایج این دریاچه در زمره آب‌های الیگو- مزوتروف است.

واژه‌های کلیدی: تنوع گونه‌ای، اوگلنوفایت‌ها، دریاچه سد زاینده‌رود، عوامل فیزیکی و شیمیایی

مقدمه

اوگلنوفایت‌ها، گروهی از جلبک‌ها هستند که دارای کلروفیل a، b و گزانتین‌هایی، مانند: آستازانتین و دیا دینوزانتین و آنتراازانتین هستند (South and Whittick, 1987). این جلبک‌ها به ندرت در دریاچه‌ها و اغلب در محیط‌هایی مانند: استخرها و مرداب‌ها که دارای محتویات آلی بالاتر است، مشاهده می‌شوند. تغذیه این گروه، به طور کلی هتروتروف اختیاری است و همه گونه‌ها به ویتامین B_{12} یا تیامین نیازمندند. اوگلنوفایت‌ها، فاقد دیواره سلولی هستند و طبقه‌بندی

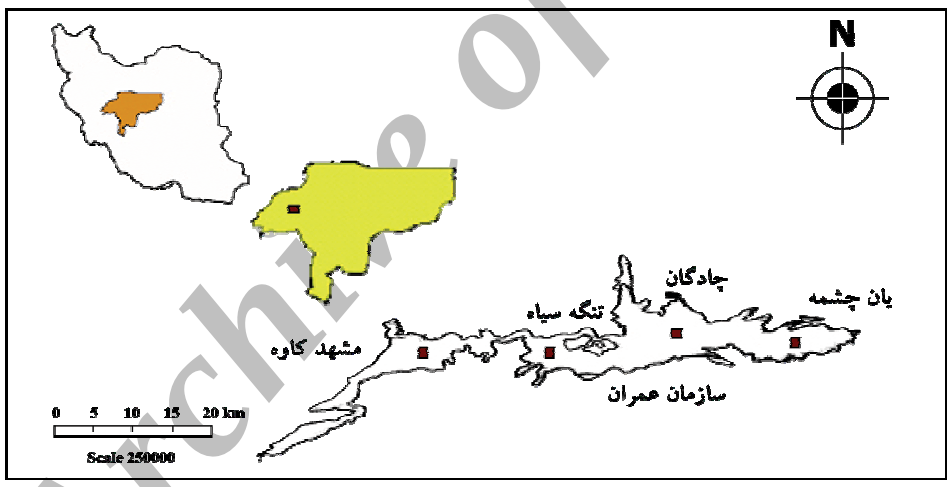
* s.afshar@biol.ui.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

آنها اغلب بر اساس تعداد تاژک آنها انجام می‌شود (ریاحی، ۱۳۷۷). آگاهی از ترکیب و تنوع اوگلنوفایت‌ها به ایجاد تصویری روشن پیرامون اظهار نظر در رابطه با شرایط غذایی دریاچه منجر می‌شود. افزایش در غلظت مواد غذایی جلبکی در دریاچه‌ها نشان‌دهندهٔ نظم بسیار خوبی از تأثیرات منفی آنها در ارتباط با کیفیت آب است و با توجه به اینکه از بین مواد مغذی، نیتروژن و فسفر نقش مهمتری را در تولید و بیوماس جوامع جلبکی، به ویژه اوگلنوفایت‌ها نشان می‌دهند (Salmaso *et al*., 2003; Haraughty and Burks, 1996)؛ بنابراین، تحقیق حاضر با هدف شناسایی فلور اوگلنوفایت‌ها با تأکید بر مطالعات اکولوژیک و بررسی تنوع گونه‌ای آنها در فصول مختلف در دریاچه زاینده‌رود انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

دریاچه زاینده‌رود، بزرگترین دریاچه استان اصفهان با مساحتی حدود ۴۸ کیلومتر مربع در ۱۱۰کیلومتری غرب شهر اصفهان واقع شده است. به منظور شناسایی و بررسی اکولوژیک جمعیت‌های اوگلنوفایت‌ها و مقایسه تنوع گونه‌ای آنها در طول فصول مختلف، نمونه‌برداری در ۴ ایستگاه از آبان ۸۴ تا شهریور ماه ۸۵ انجام شد (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی دریاچه سد زاینده‌رود و ایستگاه‌های نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از سطح آب و عمق‌های ۰/۵ و ۳ متر توسط دستگاه Nansen و از سطح توسط تور پلانکتون‌گیری انجام پذیرفت. برای تثبیت نمونه‌ها از فرمالین ۴٪ استفاده شد و شمارش توسط لام Sedgwick-Rafter صورت گرفت و نمونه‌ها توسط میکروسکوپ Olympus مدل CH_{30}، مجهز به اکولر مدرج و کلیدهای شناسایی اوگلنوفایت‌ها شناسایی شدند (Whitford and Schumacher, 1984; Prescott 1970, 1984). عکس‌برداری از نمونه‌ها نیز توسط میکروسکوپ Zeiss مدل Axiostar Plus انجام شد. عوامل محیطی مانند: دما، EC، pH، DO، توسط دستگاه مولتی‌متر مدل Consort C_{535} بر روی دریاچه اندازه‌گیری شدند و مقادیر نیترات، فسفات و سولفات نیز در آزمایشگاه بر اساس روش‌های استاندارد

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه‌گیری شدند (APHA, 1986). تجزیه و تحلیل نتایج آماری توسط نرم‌افزار SPSS و MSTATC انجام گرفت. داده‌های خام جمع‌آوری شده ابتدا در صفحه گسترده Excel به طور جداگانه ثبت و آنالیز داده‌ها شامل آنالیز واریانس ANOVA و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال $\alpha = ۰/۰۵$ انجام شد. تنوع گونه‌ای نیز از رابطه شانون- واینر محاسبه گردید.

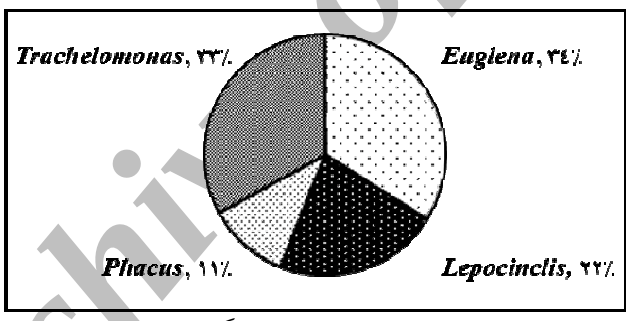
$$H' = -\Sigma\, p_i \ln p_i$$

Pi از نسبت n_i / N به‌دست می‌آید که n_i میانگین تعداد افراد گونه‌ها و N تعداد کل افراد است. با به دست آمدن p_i مقدار $\ln p_i$ محاسبه می‌شود و سپس مقدار $\ln p_i \times p_i$ به دست می‌آید.

نتایج

بر اساس مطالعات انجام شده در طی فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان، در مجموع ۴ جنس و ۹ گونه از اوگلنوفایت‌ها شناسایی شدند (شکل ۲) که اسامی علمی گونه‌های مشاهده شده در جدول ۱، معرفی شده است. همچنین، تغییرات فیزیکوشیمیایی در جدول ۲ نشان داده شده است.

در شکل‌های ۳ و ۴ میزان تراکم گونه‌های مختلف *Euglena* و *Trachelomonas* در فصول مختلف به همراه تغییرات نیترات و EC نشان داده شده است. سایر گونه‌ها تغییرات زیادی نشان ندادند و عوامل شیمیایی اندازه‌گیری شده نیز نوسان قابل ملاحظه‌ای نشان ندادند.



شکل ۲- درصد فراوانی تاکسون‌های مشاهده شده اوگلنوفایت‌ها در دریاچه زاینده‌رود

جدول ۱- فهرست اوگلنوفایت‌های شناسایی شده در دریاچه زاینده‌رود (۱۳۸۵-۱۳۸۴)

Euglenophyta	پاییز	زمستان	بهار	تابستان
Euglena caudata Hubner.	-	+	-	-
Euglena polymorpha Dang.	+	-	+	+
Euglena proxima Dang.	-	+	-	++
Lepocinclis acuta Prescott.	-	+	+	-
Lepocinclis ovum (Ehr.) Lemn.	-	+	+	-
Phacus caudatus var. ovalis Drez.	-	-	-	++
Trachelomonas scabra var longicollis Playfeir	+	-	+	+
Trachelomonas robusta Swir.	-	-	+	-
Trachelomonas playfairi Defl.	-	-	+	-

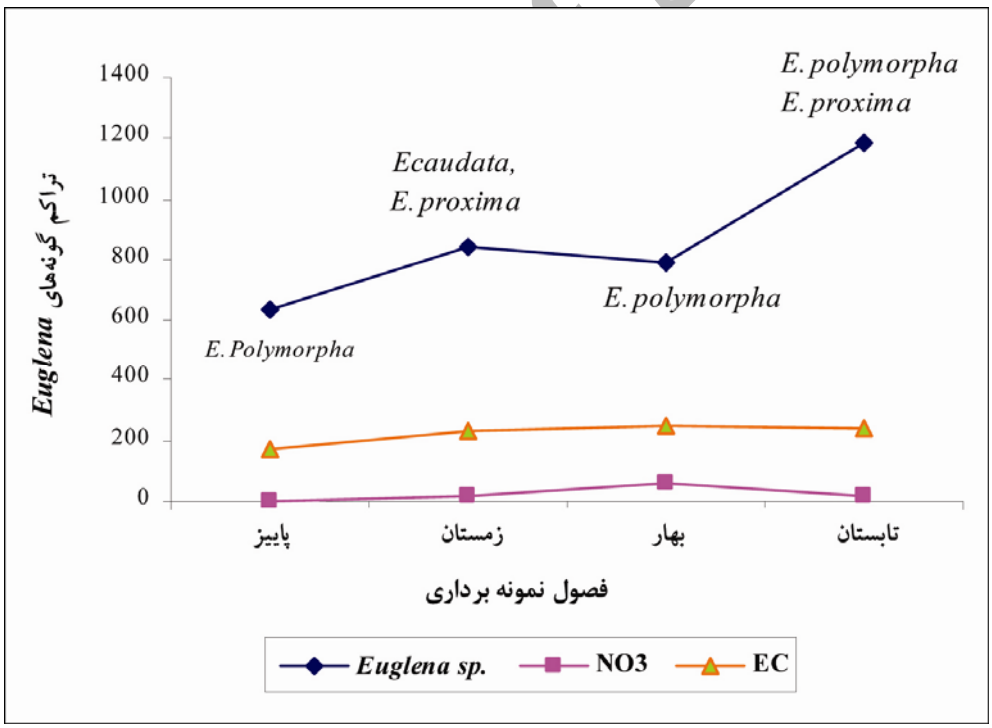
++: در ۵۰-۲۵٪ نمونه‌ها مشاهده شده است؛ +: در ۲۵-۱٪ نمونه‌ها مشاهده شده است. -: عدم مشاهده

Archive of SID

www.SID.ir

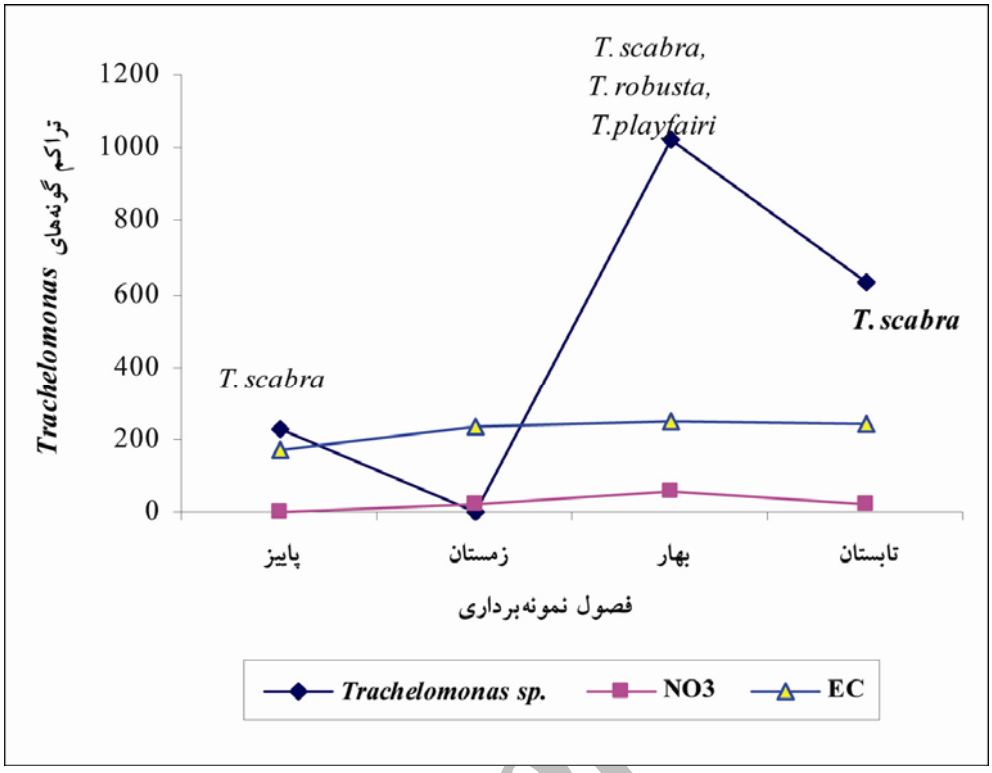
جدول ۲- دامنه تغییرات (حداقل- حداکثر) عوامل فیزیکوشیمیایی در دریاچه زاینده‌رود

	پاییز	زمستان	بهار	تابستان
دما (°C)	۱۸/۹-۲۵	۸/۵-۲۴/۵	۲۴/۲-۳۵/۹	۲۴/۵-۳۰/۲
pH	۷/۴۶-۸/۶۸	۷/۱۶-۸/۹۴	۸/۱-۸/۳۱	۸/۶۱-۸/۷۷
DO میلی گرم بر لیتر	۷/۷-۹/۴	۶/۸۵-۱۲/۸۵	۳/۹۵-۸/۳۵	۶/۸-۹/۲۵
EC میکروزیمنس بر سانتی‌متر	۱۲۸-۲۰۶	۲۰۰-۲۶۳	۲۱۰-۲۵۸	۱۹۵-۲۵۰
Turbidity (NTU)	۱/۰۱-۵/۵۷	۱/۱۲-۲۹/۶	۱/۲۳-۲/۵۸	۱/۵۸-۶/۵۶
BOD میلی گرم بر لیتر	۲/۶۵-۳/۸۷	۱/۰۲-۲/۴۱	۱/۴۳-۴/۰۸	۱/۹۹-۴/۹۵
COD میلی گرم بر لیتر	۱۸-۳۲	۱۲۶-۱۵۲	۱۰۵-۱۴۹	۶۹-۹۹
NO_3 میلی گرم بر لیتر	۲/۲-۳	۱۲/۹-۳۶/۲	۱۲/۷-۲۹	۴/۱-۳۰
PO_4 میلی گرم بر لیتر	۰/۲-۰/۶	۰/۱-۵/۱	۰/۱-۱۳	۰/۱-۶/۲
SO_4 میلی گرم بر لیتر	۸-۱۶	۹-۲۳	۱-۱۴	۲-۱۹



شکل ۳- تغییرات گونه‌های *Euglena* در مقادیر نیترات و EC

www.SID.ir



شکل ۴- تغییرات گونه‌های *Trachelomonas* در مقادیر نیترات و EC

مطالعات تاکسونومیک اوگلنوفایت‌ها با استفاده از کلیدهای ویژه انجام شد که ویژگی‌های سیستماتیکی جنس‌های آن به شرح زیر است.

Euglena

نمونه‌هایی که تحت جنس *Euglena* در دریاچه زاینده‌رود شناسایی شدند، دارای بدن دوکی، یک تاژک، کلروپلاست‌های سبز رنگ منفرد طویل یا به صورت قطعات متعدد بودند. اجسام پارامیلون به حالت میله‌ای یا حلقوی و شکل سلول‌ها بر اثر ضربه و حرکت تغییر می‌کردند؛ اگر چه ممکن بود به همان حالت ثابت باقی بمانند. طول بدن این جنس بین ۱۰۰- ۲۵ میکرون و عرض بین ۲۶-۲۰ میکرون بود. گاهی خطوط مارپیچی بر روی بدنه و سلول‌های قرمز رنگ به صورتی که هماتوکروم‌ها تقریباً دانه‌های سبز را می‌پوشانند، در این جنس دیده شدند. شکل سلول، نسبت طول و عرض و محل قرارگیری کلروپلاست از شاخصه‌های مهم تفکیک گونه‌های این جنس محسوب می‌شد. تجمع این جنس در دریاچه‌ها به دلیل تولید هماتوکروم در سلول‌ها آب را به رنگ قرمز در می‌آورد، ولی در دریاچه زاینده‌رود چنین حالتی دیده نشد. در دریاچه زاینده‌رود، گونه‌های *E. polymorpha*، *E. caudata* و *E. proxima* (شکل ۵a) شناسایی گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

Phacus

نمونه‌های این جنس، دارای کلروپلاست‌های سبز رنگ، لکه چشمی قرمز روشن و دارای یک تاژک بودند. بدن آنها مسطح و شبیه برگ بود که دم آن به یک نقطه ختم شده بود. طول آن، بیش از ۱۰۰ میکرون بوده، در این جنس صفحات سلولی قلبی شکل و حالت نسبتاً چرخیده داشتند. سلول‌ها تخم مرغی، گلابی شکل و به ندرت دوکی شکل مشاهده شدند. کلروپلاست عمدتاً ردیفی دانه‌دار تا مارپیچ و به ندرت منفذدار دیده شد. اجسام پارامیلون به شکل صفحات مدور یا حلقه مانند و به ندرت میله‌ای شکل بودند. این جنس به صورت یوپلانکتون و یا تیکوپلانکتون در بعضی از دریاچه‌ها دیده می‌شوند. در دریاچه زاینده‌رود، گونه *P. caudatus* مشاهده گردید.

Lepocinclis

سلول‌های این جنس تخم مرغی، بیضوی تا گلابی شکل و به ندرت کروی با یک پری‌پلاست مخطط مارپیچی و محکم دیده شدند. قسمت پشتی به یک زائده دم مانند ختم شده بود. در این جنس، یک تاژک و کلروپلاست‌های مشخص و قرصی شکل و یک لکه چشمی مشاهده گردید (شکل 5b). گونه‌ها گاهی به‌طور مشترک با سایر اوگلنوییدها دیده شدند. این جنس به صورت یوپلانکتون نیست، ولی در بین سایر جلبک‌ها در آب‌های کم عمق و دریاچه‌ها دیده می‌شود؛ اگر چه در آب‌های غنی از اسیدهای آلی و مواد نیتروژن‌دار نیز وجود دارد. در دریاچه زاینده‌رود گونه‌های *L. acuta* و *L. ovum* مشاهده گردید.

Trachelomonas

این جنس، توسط کلروپلاست‌های قرصی تا تخم‌مرغی سبزی که معمولاً توسط یک پوشش تور مانند گرد یا بیضوی قهوه‌ای رنگ پوشیده شده بود، متمایز شد. سلول‌ها عرضی بیش از ۲۵ میکرون داشتند. تاژک از یک منفذ برآمده خارج می‌شد که تاژک آن به سختی مشاهده گردید. این جنس، گاهی به خارها و زوایدی مجهز شده است، ولی خارهای سطح بدن آن‌ها در گونه‌های دریاچه زاینده‌رود مشاهده نشد. دیواره در این جنس صاف، به ندرت خاردار، مشبک و یا منفذدار مشاهده گردید. این جنس متناسب با مقدار آهن رنگ‌های مختلفی می‌گیرد. تراکلوموناس به صورت یوپلانکتون در آب‌های کم عمق و آبگیرها دیده می‌شود. همچنین، در محیط‌های با مواد غذایی فراوان و دمای بالا نیز یافت می‌شود. بعضی از گونه‌های این جنس نیز به صورت تیکوپلانکتون در محیط‌های با غلظت بالای مواد آلی و دماهای بالا دیده می‌شوند. از این جنس در دریاچه زاینده‌رود، گونه‌های *T. playfairii*، *T. robusta* و *T. scabra* (شکل 5c) مشاهده گردیدند.

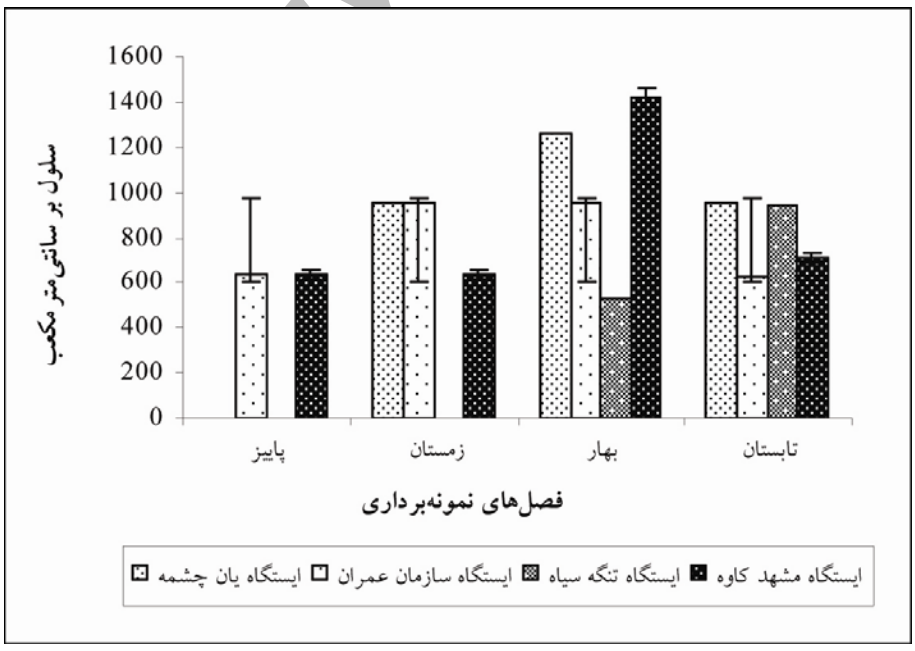
Archive of SID

www.SID.ir

a) *Euglena proxima* **b) *Lepocinclis ovum*** **c) *Trachelomonas playfairii***

شکل ۵- انواع اوگلنوفایت‌های مشاهده شده در دریاچه زاینده‌رود (با بزرگنمایی ۴۰X و ۱۰۰X)

از شاخه Euglenophyta، گونهٔ *E. proxima* با تعداد ۱۴۲۰ سلول در سانتی‌متر مکعب در تابستان در ایستگاه تنگه سیاه در سطح آب و گونهٔ *P. caudatus* با تعداد ۹۵۲ سلول در سانتی‌متر مکعب در شهریور ماه در ایستگاه سوم در عمق نیم متر انتشار بیشتری داشتند. از جنس *Trachelomons* بیشترین تعداد، در فصل بهار با تعداد ۲۳۸۰ سلول در سانتی‌متر مکعب در ایستگاه یان چشمه در سطح آب شمارش گردید. تغییرات تراکم اوگلنوفایت‌ها در شکل ۶ نشان داده شده است.



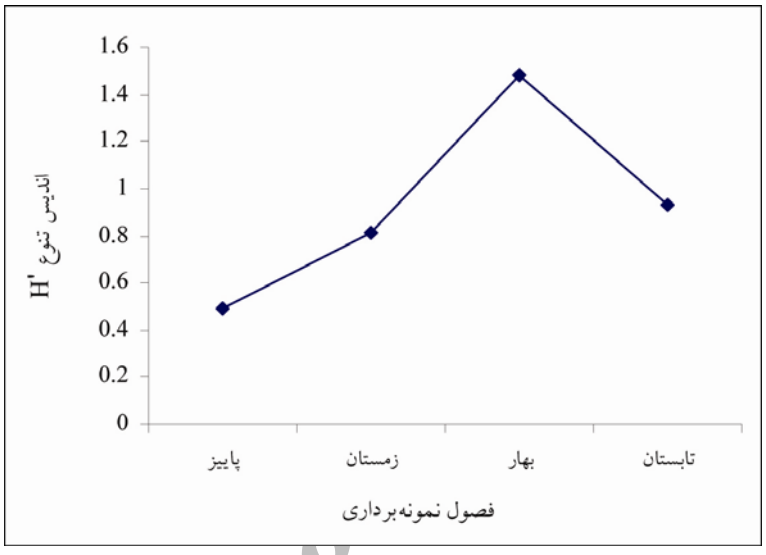
شکل۶- تغییرات تراکم اوگلنوفایت‌ها در ایستگاه‌ها و فصول مختلف نمونه‌برداری در دریاچه زاینده‌رود

(داده‌ها میانگین ۳ تکرار ± استاندار معیار (SD) هستند).

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به شاخص تنوع شانون- واینر، بیشترین تنوع گونه‌ای در بهار در ایستگاه مشهد کاوه با مقدار ۱/۴۸ و کمترین مقدار آن در فصل پاییز در ایستگاه سازمان عمران با مقدار ۰/۴۹ مشاهده گردید (شکل ۷). با توجه به آنالیزهای انجام شده، بین تراکم اوگلنوفایت‌ها و عمق‌های متفاوت، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی فصل بهار نسبت به سایر فصول و ایستگاه تنگه سیاه نسبت به سایر ایستگاه‌ها تفاوت معنی‌داری را نشان دادند.



شکل ۷- مقدار اندیس تنوع گونه‌ای اوگلنوفایت‌ها در فصل‌های مختلف

بحث

در این مطالعه، گونه‌های *Lepocinclis ovum*، *L. acuta*، *Euglena polymorpha*، *E. proxima* و *Phacus caudatus* از شاخه Euglenophyta پراکندگی نسبتاً وسیعی را در ایستگاه‌های مختلف، به ویژه در فصول زمستان و بهار نشان دادند که Rassashko و Karymashkov در سال ۱۹۹۲ نیز چنین نتایجی را گزارش کرده‌اند. Dogadina و همکاران در سال ۲۰۰۲ وجود جنس‌های *Euglena*, *Lepocinclis* و *Trachelomonas* را در مرداب انزلی گزارش کرده‌اند. همچنین، گونه *E. proxima* در حوضچه‌های تصفیه در کارخانه قند اصفهان و نیز، این گونه به همراه گونهٔ *E. polymorpha* در رودخانه‌ها و حوضچه‌های تصفیه آب در فولادشهر و شاهین‌شهر توسط Zarei Darki در سال ۲۰۰۲ گزارش شده است. اعضای جنس *Trachelomonas* در ایستگاه‌های مختلف که دارای مواد غذایی؛ شوری و هدایت الکتریکی نسبتاً بالایی داشتند، فراوانی چشمگیرتری را نشان دادند. این فیتوپلانکتون در دریاچه‌ها؛ به عنوان شاخص مسدود کردن فیلترهاست (APHA, 1986).

اعضای این جنس در دریاچه زاینده‌رود در شرایط با EC متوسط و مواد غذایی زیاد مشاهده گردید. همچنین، این جنس از اوایل بهار و با شروع فصل گرمِ تابستان در شهریور ماه و حتی گاهی در اوایل زمستان

Archive

www.SID.ir

(مطابق با ماه‌های فوریه تا آوریل) نیز دیده شد که کاملاً با مشاهدات Cocquyt و Vyverman در سال ۲۰۰۵ در دریاچه Tanganyika و دریاچه Sariyar ترکیه توسط Atici در سال ۲۰۰۲ همخوانی دارد.

گونهٔ *P. caudatus* بیشتر در عمق ۰/۵ متر دیده شد. جنس *Phacus* توسط مقدم (۱۳۵۵) نیز در دریاچه ولشت در تابستان شناسایی و معرفی شده است. گونه *Trachelomonas playfairi* با تراکم ۲۳۸۰ سلول در سانتی‌متر مکعب به ویژه در فصل بهار در همه ایستگاه‌ها در دریاچه زاینده‌رود مشاهده گردید که این نتایج با تحقیقات Danilov و Ekelund در سال ۲۰۰۱ مطابقت دارد.

به طور کلی، وفور اوگلنوفایت‌ها در دریاچه‌ها نشان دهنده شروع افزایش مواد آلی و آلودگی در آب‌ها و یوتروف بودن است. گونه‌های مختلف *Lepocinclis* در فصل زمستان و اوایل بهار با تراکم ۹۵۰ سلول در سانتی‌متر مکعب شمارش گردید که با افزایش مقدار نیترات، به ویژه در بهار این گونه‌ها بیشتر بودند. Barone و Flores در سال ۱۹۹۴ بر روی دریاچه Arancio نیز این گونه‌ها را مشابه با داینوفلاژله‌ها مقاوم به استرس و آلودگی ذکر کرده است.

در مجموع، با توجه به نتایج به‌دست آمده افزایش غلظت نیترات و وفور و تراکم اوگلنوفایت‌ها در فصول گرم نشان می‌دهد که این ویژگی‌ها دریاچه را جزو دریاچه‌های الیگو- مزوتروف قرار می‌دهد. تفاوت در میزان تراکم جمعیت کل اوگلنوفایت‌ها بستگی به شرایط فیزیکو- شیمیایی آب و توزیع و تراکم آنها دارد؛ گرچه یافتن علت همه این اختلافات و تعیین عوامل مؤثر بر رشد آنها کار بسیار دشواری است؛ با وجود این، مطالعات کامل‌تر با داشتن تجهیزات و منابع شناسایی مناسبتر می‌تواند ما را در جهت درک بیشتر و بهتر روابط بوم‌شناسی در دریاچه و تعیین بهتر شاخص‌های زیستی آلودگی راه‌گشا باشد.

منابع

ریاحی، ح. (۱۳۷۷) جلبک‌شناسی. نشر دانشگاه الزهراء، تهران.

مقدم، ف. (۱۳۵۵) بررسی لیمنولوژیکی دریاچه ولشت و مطالعه فیتوپلانکتون‌ها و جلبک‌های اپی‌فیت. گزارش نهایی طرح‌های پژوهشی علوم پایه، دانشگاه تهران، تهران.

APHA. (1986) Standard method for the examination of water and wasterwater (17th ed). American Public Healeh Association, Washington.

Atici, T. (2002) Nineteen new records from Sariyar dam reservoir phytoplankton for Turkish freshwater algae. Biology 26: 485-490.

Barone, R. and Flores, L. N. (1994) Phytoplankton dynamics in a shallow, hypertrophic reservoir (Lake Arancio, Scily). Hydrobiologia 289: 199- 214.

Archive of SID

www.SID.ir

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

Danilov, R. A. and Ekelund, N. G. A. (2001) Phytoplankton communities at different depths in two eutrophic and oligotrophic temperature lakes at higher latitude during the period of ice cover. Acta Protozoologica 40: 197-201.

Dogadina, T. V., Behrouz Zarei, D. and Gorbulin, O. S. (2002) Algae of Enzeli swamp (Iran), International Journal on Algae 4(4):81-87.

Haraughty, S. J., and Burks, S. L. (1996) Nutrient limitation in Lake Tenkiller, Oklahama. Freshwater Ecology 11(1):91-100.

Prescott, G. W. (1970) Algae of wastern great lakes area. 4th Ed, William C. Brown Company Publisers, Lowa.

Prescott, G. W. (1984) How to know the freshwater algae. William C. Brown Company Publisers, Lowa.

Rassashko, I. F. and Karymashkov, O. A. (1992) Phytoplankton of the upper Dnieper and its tributaries in the belorussian polesie. Gidrobiologia 27(5): 46- 52.

Salmaso, N., Morabito, G., Mosello, R., Garibaldi, L., Simona, M., Buzzi, F. and Ruggiu, D. (2003) A synoptic study of phytoplankton in the deep lakes south of the Alps (lakes Garda, Iseo, Como, Lugano and Maggiore). Journal of Limnology 62(2): 207- 227.

South, G. R. and Whittick, A. (1987) Introduction to phycology. Blackwell Scientific Publications, Oxford, Canada.

Whitford, L. A. and Schumacher, G. J. (1984) A manual of fresh-water algae. Sparks Press. New York.

Zarei Darki, B. (2002) Algae of biological ponds (Isfahan province, Iran). Bulletin of Kharkov National University 9 (1): 96-101.

Archive of SID

www.SID.ir