

بررسی ساختار جمعیت جلبک‌های سبز و سیانوباکترهای دریاچه ولشت

فاطمه وحیدی^۱، رضوان موسوی ندوشن^۲،
سید محمدرضا فاطمی^۳، شهلا جمیلی^۴، ناهید خم خاجی^۵

تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۱۰

تاریخ تصویب: ۸۹/۶/۶

چکیده

نمونه برداری از جلبک‌های سبز^۶ و سیانوباکترهای^۷ دریاچه ولشت به مدت سیزده ماه (آذر ۱۳۸۷ تا آذر ۱۳۸۸) و در سه ایستگاه با سه تکرار با نمونه برداری روتنر انجام شد. ^۸نمونه‌ها با فرمالین ۴٪ تثبیت و پس از تغلیظ، با کلیدهای ویژه شناسایی شد. آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی برخی از پارامترهای آب، شامل درجه حرارت، اکسیژن محلول، pH، نیترات، آمونیوم، فسفر کل، نیتروژن کل، سختی کل و هدایت الکتریکی با روش‌های استاندارد انجام شد.

بر اساس نتایج این تحقیق، ۴۲ جنس متعلق به جلبک‌های سبز و ۱۷ جنس متعلق به سیانوباکترها شناسایی شد. بیشترین تراکم شاخه جلبک‌های سبز و شاخه سیانوباکترها به ترتیب در مهرماه و مردادماه ثبت شد؛ بالاترین تراکم در دوره مطالعه به جنس *Golenkinia* از شاخه جلبک‌های سبز و *Merismopedia* از شاخه سیانوباکترها مربوط بود.

واژه های کلیدی: ایران، تراکم، دریاچه ولشت، سیانوباکترها، جلبک‌های سبز

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق پستی: ۷۷۵-۱۴۱۵۵، Email: fatima.v2005@gmail.com

۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق پستی: ۷۷۵-۱۴۱۵۵

۳. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق پستی: ۷۷۵-۱۴۱۵۵

۴. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق پستی: ۷۷۵-۱۴۱۵۵

۵. دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر، صندوق پستی: ۱۶۳

6. Chlorophyta

7. Cyanobacteria

۸. بررسی ساختار جمعیت فیتوپلانکتونی و وضعیت تروفی دریاچه ولشت در کلاردشت، استان مازندران. پایان نامه کارشناسی ارشد، با راهنمایی

دکتر رضوان موسوی ندوشن، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران.

مقدمه

(Lee, 2008). جلبک‌های سبز و سیانوباکترها از نظر تغذیه و زنجیره غذایی، نقش مهم بیولوژیکی دارند و برخی از آنها، شاخص‌های ارزیابی کیفیت آب هستند. به طوری که در برنامه‌های مدیریت کیفیت آب از اندیس‌های Cyanophycean Index و Chlorophycean Index استفاده می‌شود (Nygaard, 1949; Dokulil, 2003).

فیتوپلانکتون‌های دریاچه‌ای متناسب با شرایط محیطی، مانند نور، دما، رژیم گردشی آب و غلظت مواد مغذی، به ویژه فسفات و نترات رشد متفاوتی دارند (Wetzel, 2001; Peter, 2004). درباره فلور فیتوپلانکتونی دریاچه‌های آب شیرین ایران بررسی‌های محدودی انجام شده است که از میان آنها، به مطالعات «صلواتیان» و همکاران او در دریاچه پشت سد لار در دریاچه سد زاینده‌رود می‌توان اشاره کرد (صلواتیان و شمس، ۱۳۸۸؛ شمس و افشارزاده، ۱۳۸۶). این مطالعه به منظور شناخت تنوع زیستی جلبک‌های سبز و سیانوباکترهای دریاچه ولشت انجام شده است.

مواد و روش‌ها

دریاچه ولشت در عرض جغرافیایی $28^{\circ} 32' 36''$ و طول جغرافیایی $51^{\circ} 17' 30''$ در شمال شرقی شهرستان کلاردشت در استان مازندران واقع شده است. نمونه‌برداری از جلبک‌های سبز و سیانوباکترهای دریاچه ولشت به همراه اندازه‌گیری عوامل فیزیکی و شیمیایی (دما، اکسیژن محلول، pH، نترات، آمونیوم، فسفر کل (TP)، نیتروژن کل

فیتوپلانکتون‌ها اولین حلقه زنجیره غذایی در اکوسیستم‌های آبی هستند. پارامترهای فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیک و فعل و انفعالات بین آنها بر تنوع، تراکم و توالی فیتوپلانکتون‌ها اثر می‌گذارد. فیتوپلانکتون‌ها با داشتن دوره تولید مثلی کوتاه، به سرعت به تغییرات محیطی واکنش نشان می‌دهند؛ به همین دلیل برای ارزیابی تعادل شرایط اکولوژیک اکوسیستم‌های آبی، ساختار جمعیت آنها بررسی می‌شود (Heinonen et al., 2000) در بین شاخه‌های فیتوپلانکتونی، بیشترین تنوع در آب‌های شیرین از جلبک‌های سبز است. از این شاخه، سه راسته Zygnetales، Chlorococcales، Volvocales تنوع بیشتری در آب‌های شیرین دارند. همچنین فراوان‌ترین فسیل‌های دوران پالئوزوئیک در میان یوکاریوت‌ها، متعلق به جلبک‌های سبز است (Lee, 2008). برای اساس یافته‌های محققان، سطوح متوسط مواد مغذی، هدایت الکتریکی و سختی پایین و حضور بالای ماکروفیت‌ها از شرایط لازم برای شکوفایی راسته دزمیدها از این شاخه جلبکی است (John et al., 2002; Wehr and Sheath, 2008). سیانوباکترها به طور کلی شبیه باکتری است؛ اما رنگ متفاوت و سلول‌هایی بزرگ‌تر دارد و به ساختار رشته‌ای گرایش بیشتری دارند. تکثیر و تقسیم سلولی آنها غیرجنسی است و شبکه آندوپلاسمی، میتوکندری و کلروپلاست دارند. (Wehr and Sheath, 2008). حرکت در سیانوفیتا با تأثیر از دما، اسیدیته و شدت نور تغییر می‌کند (Reynold, 2006). شواهد فسیلی سیانوفیتا بیانگر آن است که این گروه در اوایل پروتوزوئیک اشتقاق یافته‌اند

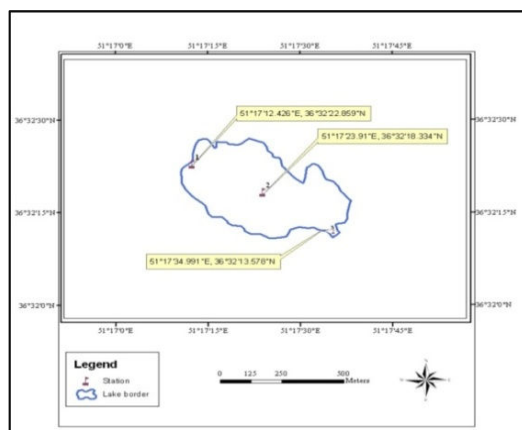
آب تغلیظ شده از یک لیتر نمونه (سانتی متر مکعب)؛
 $V =$ حجم نمونه مشاهده شده (سانتی متر مکعب).
 برای اندازه گیری دما و اکسیژن محلول از دستگاه
 پرتابل مدل YSI-57 با دقت ۰,۰۱، EC از دستگاه
 پرتابل مدل HORIBA.E5-14E با دقت ۰,۰۱،
 نوترینت ها از روش اسپکتروفتومتری و برای
 اندازه گیری سختی کل از روش رنگ سنجی استفاده
 شد (APHA, 1986). برای پردازش داده ها، رسم
 نمودارها، هم بستگی و روابط معنی دار بین عوامل
 فیزیکی و شیمیایی با یکدیگر و تأثیر آن ها بر تنوع و
 تراکم فیتوپلانکتون ها، نرم افزار آماری اکسل از
 مجموعه آفیس مایکروسافت به کار گرفته شد. برای
 ترسیم محدوده دریاچه از برنامه Arc GIS استفاده
 شد.

نتایج

بر اساس مطالعات انجام شده در این تحقیق، در
 مجموع ۴۲ جنس متعلق به جلبک های سبز و ۱۷
 جنس متعلق به سیانوباکترها شناسایی شد. فهرست و
 نتایج تراکم زمانی و مکانی جلبک های سبز و
 سیانوباکترهای شناسایی شده در دریاچه ولشت در
 جدول های ۱ تا ۴ آورده شده است.

(TN)، سختی کل و EC، در سه ایستگاه مطالعاتی
 در نواحی غربی، مرکزی و شرقی از آذرماه ۱۳۸۷ تا
 آذرماه ۱۳۸۸ به طور ماهیانه انجام شد (شکل ۱).
 نمونه برداری از فیتوپلانکتون ها با نمونه بردار روتنر و
 با سه تکرار انجام شد (Vollevweider, 1974).
 نمونه ها داخل ظروف پلاستیکی تیره وارد و سپس
 با فرمالین ۳۷٪ در غلظت نهایی ۴٪ تثبیت شد
 (Sorina, 1978; APHA, 1986).

نمونه ها در آزمایشگاه به وسیله سانتریفیوژ با دور
 ۱۵۰۰ و به مدت ۵ دقیقه تغلیظ شدند و حجم آن ها
 به ۲۵۰ سی سی کاهش یافت. برای شناسایی
 فیتوپلانکتون ها پس از تکان دادن و همگن کردن
 نمونه، سه تکرار هر بار ۵ سی سی از نمونه در لام
 حفره دار در زیر میکروسکوپ اینورت در حد جنس
 و با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر بررسی و
 شناسایی شد (سندهاال و برگرن، ۱۳۸۱; Bellinger,
 ; John et al, Sonneman et al, 1997 ; 1992
 ; 2008; Wehr and Sheath, 2002). شمارش
 جلبک ها با استفاده از لام Sedgwick-Rafter
 انجام شد و برای محاسبه فراوانی فیتوپلانکتون ها در
 یک لیتر آب از فرمول زیر استفاده شد
 $D = (N * v) / V$ (APHA, 1986). تعداد گونه
 در لیتر؛ $N =$ تعداد ارگانسیم های شمارش شده در
 نمونه میکروسکوپی (سانتی متر مکعب)؛ $V =$ حجم



شکل شماره ۱: نقشه موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی در دریاچه ولشت

جدول ۱: فهرست جنس‌های شناسایی شده متعلق به جلبک‌های سبز و سیانوباکترهای در دریاچه ولشت در مدت مطالعه

<i>Cyanobacteria</i>	<i>Chlorophyta</i>
<i>Anabaena</i>	<i>Chlamydomonas</i>
<i>Aphanothece</i>	<i>Asterococcus</i>
<i>Aphanocapsa</i>	<i>Ankistrodesmus</i>
<i>Aphnizomenon</i>	<i>Tetraedron</i>
<i>Cylindrospermopsis</i>	<i>Closteridium</i>
<i>Coelosphaerium</i>	<i>Cosmarium</i>
<i>Gomphosphaeria</i>	<i>Chodatella</i>
<i>Chroococcus</i>	<i>Chlorella</i>
<i>Spirulina</i>	<i>Closterium</i>
<i>Microcystis</i>	<i>Coelastrum</i>
<i>Calothrix</i>	<i>Cladophora</i>
<i>Raphidiopsis</i>	<i>Crucigenia</i>
<i>Phormidium</i>	<i>Characium</i>
<i>Planktothrix</i>	<i>Scenedesmus</i>
<i>Oscillatoria</i>	<i>Schroedria</i>
<i>Gloeotrichia</i>	<i>Sphaerocystis</i>
<i>Merismopedia</i>	<i>Pediastrum</i>
	<i>Pandorina</i>
	<i>Volvox</i>
	<i>Golenkinia</i>
	<i>Closteriopsis</i>
	<i>Gloeotaenium</i>
	<i>Kirchneriella</i>
	<i>Oocystis</i>
	<i>Radiococcus</i>

Treubaria
Actinastrum
Spirogyra
Lagerheimia
Dictyosphaerium
Mougeotia
Gonatozygon
Microsterias
Staurastrum
Ooedogonium
Nephrocytium
Dispora
Cylindrocapsa
Geminella
Gloeocystis
Zygnema
Botryococcus

جدول شماره ۲. تغییرات مکانی فراوانی جلبک‌های سبز در دوره مطالعه

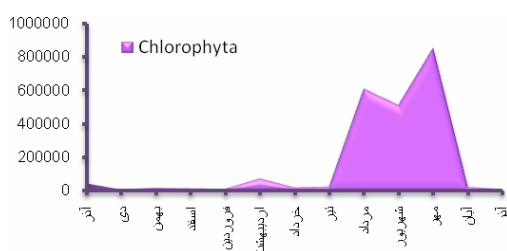
پاییز ۱۳۸۸			تابستان ۱۳۸۸			بهار ۱۳۸۸			زمستان ۱۳۸۷			پاییز ۸۷	پارامتر
آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	
۱۰	۱۴	۲۱	۲۲	۲۵	۲۴	۲۲	۱۹	۱۲	۱۳	۱۰	۹	۱۲	دمای آب (سانتی گراد)
۲/۷	۷	۶/۸	۶/۸	۸/۸	۳/۹	۹/۹	۹/۹	۱/۹	۵/۱۰	۹/۹	۵/۹	۷/۷	اکسیژن (میلی گرم در لیتر)
۷/۷	۳/۸	۷/۸	۶/۸	۶/۸	۸/۸	۶/۸	۲/۸	۲/۸	۲/۸	۸	۳/۸	۳/۸	pH
۷/۱	۷/۲	۳	۸/۲	۹/۲	۴	۳/۳	۶/۲	۷/۱	۴/۲	۳	۴/۳	۳/۱	عمق رویت دیسک سچی (متر)
۷۷۰	۷۶۰	۷۵۰	۷۴۶	۷۵۳	۷۴۰	۷۴۰	۷۶۹	۷۵۳	۷۶۸	۷۷۰	۷۷۶	۷۶۸	هدایت الکتریکی (میکرو زیمنس بر سانتی متر)
۱۶۱	۱۵۲	۱۷۰	۱۴۰	۱۷۵	۱۷۴	۱۷۳	۱۸۸	۱۶۴	۱۷۶	۱۷۷	۱۷۶	۱۶۴	سختی کل (میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم)
۸۳	۷۷	۵۷	۳۲	۱۲	۵۰	۸۸	۱۰۹	۱۲۷	۵۶	۱۰۲	۲۳۰	۹۶	آمونیم (میکرو گرم در لیتر)
۴۰۰	۴۰۰	۲۵۰	۳۶۶	۱۱۳	۵۴۸	۵۵۲	۶۵۰	۳۶۶	۵۸۰	۴۳۳	۸۱۳	۴۵۰	نیترات (میکرو گرم در لیتر)
۵۳۳	۴۲۹	۵۸۶	۶۹۳	۷۴۳	۸۵۰	۹۰۴	۷۹۶	۶۲۷	۷۸۶	۷۳۶	۶۲۵	۵۳۲	نیترژن کل (میکرو گرم در لیتر)
۵۲	۵۳	۴۱	۴۱	۴۳	۴۸	۵۷	۸۰	۶۷	۵۰	۵۸	۱۷/۶	۳۵/۵	فسفر کل (میکرو گرم در لیتر)

جدول ۳: جدول مکانی پارامترهای اندازه گیری شده فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه ولشت در دوره مطالعه

پارامتر	ایستگاه اول	ایستگاه دوم	ایستگاه سوم	میانگین
دمای سطح آب (سانتی گراد)	۱۶/۸	۱۶/۶	۱۶/۸	۱۶/۷
اکسیژن محلول (میلی گرم در لیتر)	۸/۵	۸/۶	۹/۵	۸/۸
pH	۸/۳	۸/۳	۸/۴	۸/۳
هدایت الکتریکی (میکرو زیمنس بر سانتی متر)	۷۶۰	۷۶۰	۷۵۵	۷۵۸
سختی کل (میلی گرم در لیتر کلسیم)	۱۷۰	۱۷۰	۱۶۶	۱۶۸
آمونیم (میکرو گرم در لیتر)	۹۲	۸۸	۷۷	۸۶
نترات (میکرو گرم در لیتر)	۴۷۶	۴۵۷	۴۴۲	۴۵۸
نیترژن کل (میکرو گرم در لیتر)	۷۰۵	۶۸۰	۶۶۷	۶۸۴
فسفر کل (میکرو گرم در لیتر)	۵۲	۴۸	۴۸	۴۹

شاخه، بالاترین تراکم را در مدت مطالعه به خود اختصاص داد. در بررسی روند تغییرات فراوانی فیتوپلانکتون‌های این شاخه و فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی، هم‌بستگی مثبت با درجه حرارت آب، $r=0.57$ و هم‌بستگی منفی با غلظت نترات محلول، $r=-0.06$ در ماه‌های نمونه‌برداری است.

میانگین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در شاخه جلبک‌های سبز در طول سال در دریاچه ولشت، ۱۶۹۸۹۰ عدد در لیتر است (شکل شماره ۲). بیشترین فراوانی این شاخه با میانگین ۸۵۲۱۴۹ عدد در لیتر در مهرماه و کمترین تراکم با میانگین ۷۳۹۰ در دی‌ماه مشاهده شد؛ همچنین جنس *Golenkinia* از این



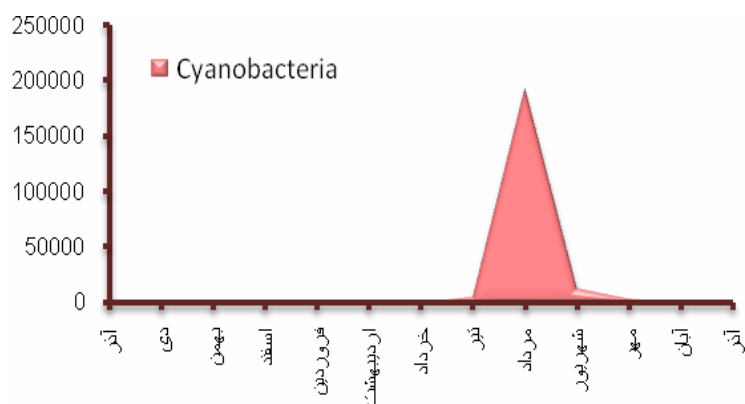
شکل ۲: روند تغییرات فراوانی شاخه جلبک‌های سبز در دوره مطالعه در دریاچه ولشت

بیشترین فراوانی فیتوپلانکتونی در این شاخه در سال با میانگین ۱۹۳۳۹۱ عدد در لیتر در مردادماه و

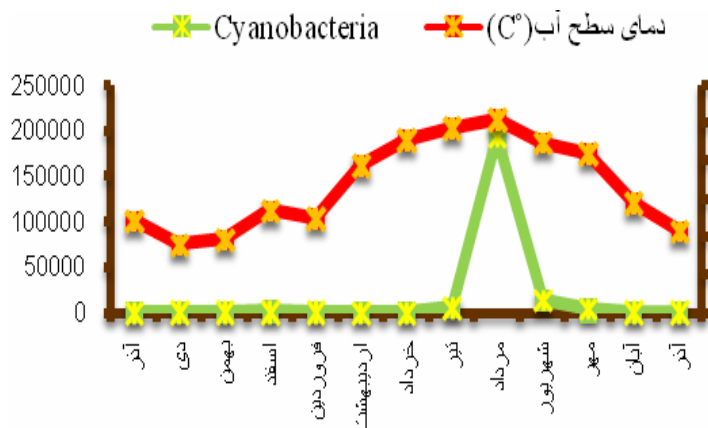
میانگین فراوانی شاخه سیانوباکترها در سال در دریاچه ولشت ۱۶۸۸۱ عدد در لیتر (شکل ۳) و

منفی با غلظت آمونیاک و نیترات $r = -0.57$ مشاهده شد (شکل ۴ و ۵). در بین جنس‌های *Merismopedia* بالاترین تراکم این شاخه را در دوره مطالعه به خود اختصاص داد.

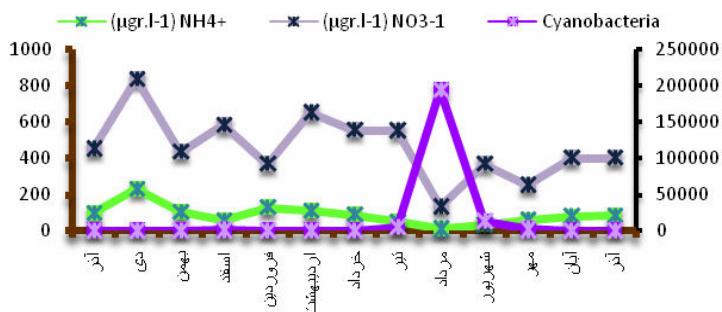
کمترین فراوانی نیز به‌طور میانگین در خردادماه ۱۹۱ عدد در لیتر مشاهده شد. در بررسی روند تغییرات فراوانی شاخه سیانوباکترها و فاکتورهای فیزیکی-شیمیایی در طول سال، هم‌بستگی مثبت میان فراوانی این شاخه و درجه حرارت آب $r = 0.81$ و هم‌بستگی



شکل شماره ۳. روند تغییرات فراوانی شاخه جلبک‌های سیانوباکترها در دوره مطالعه در دریاچه ولشت



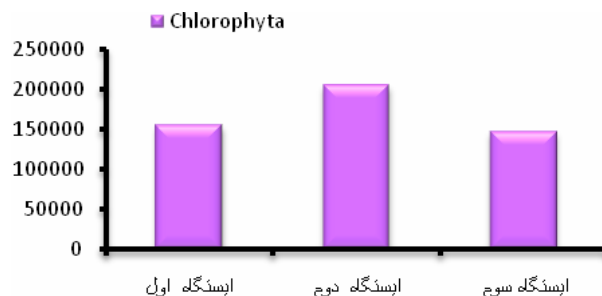
شکل ۴. مقایسه روند تغییرات فراوانی شاخه سیانوباکترها با دمای آب در دوره مطالعه در دریاچه ولشت



شکل شماره ۵. مقایسه روند تغییرات فراوانی شاخه سیانوباکترها با غلظت نیترات و آمونیوم در دوره مطالعه

در ایستگاه دوم و کمترین آن با میانگین ۱۴۷۱۵۳ عدد در لیتر در ایستگاه اول ثبت شد (شکل ۶).

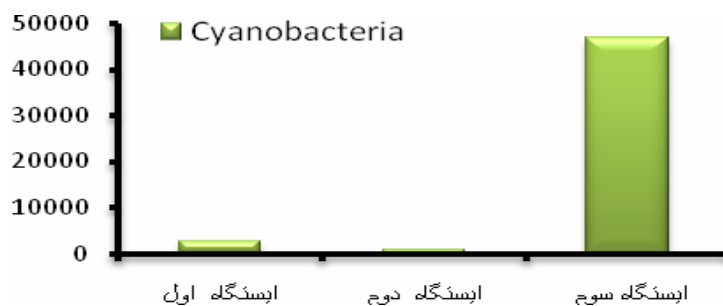
بالاترین فراوانی شاخه جلبک‌های سبز، در بین سه ایستگاه مطالعاتی با میانگین ۲۰۵۶۲۴ عدد در لیتر



شکل شماره ۶. تغییرات تراکم جمعیت شاخه جلبک‌های سبز در دوره مطالعه در دریاچه ولشت

ایستگاه سوم و کمترین آن با میانگین ۹۳۶ عدد در لیتر در ایستگاه دوم ثبت شد (شکل ۶).

بالاترین فراوانی شاخه سیانوباکترها، در بین سه ایستگاه مطالعاتی با میانگین ۴۶۹۰۲ عدد در لیتر در



شکل شماره ۷. تغییرات تراکم جمعیت شاخه سیانوباکترها در دوره مطالعه در دریاچه ولشت

رشد فیتوپلانکتون‌ها با نوترینت ازت است (Redfield, 1958; Wetzel, 2001). جدول‌های ۶ و ۵ تغییرات پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده در این تحقیق را نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

گفتنی است، تاکسون *Golenkinia* سهم عمده‌ای در تشکیل دو اوج شاخه‌جلبک‌های سبز در دریاچه ولشت به عهده دارد. غلظت نوترینت نترات، اندازه کوچک و داشتن سیتا از دلایل چرای کمتر آن‌ها توسط زئوپلانکتونها و بالارفتن فراوانی آن‌ها در آب است (Art et al, 1999; Wehr and Sheath, 2008). از نظر مکانی بالاترین تراکم جلبک‌های سبز، به‌ویژه کوکوئیدهای تک‌سلولی در ایستگاه دوم مشاهده شد. دلیل این وضعیت، گرایش و غلبه کوکوئیدهای تک‌سلولی، به‌ویژه تاکسون *Golenkinia* برای حضور در نواحی پلاژیک نسبت به نواحی ساحلی (ایستگاه اول و سوم) است (Art et al, 1999; Wehr and Sheath, 2008). عدم پوشش گیاهی در این ایستگاه و امکان دسترسی بیشتر به نور و مواد مغذی برای کوکوئیدهای تک‌سلولی، به‌ویژه تاکسون *Golenkinia* از دیگر دلایل است (Art et al, 1999; Wetzel, 2001).

در بین سه ایستگاه مطالعاتی در دریاچه ولشت، جنس *Cosmarium* در ایستگاه سوم از دو ایستگاه دیگر تراکم چشم‌گیرتری دارد. دلیل آن، وجود فراوان ماکروفیت‌ها و غلظت بالاتر اکسیژن محلول در این ناحیه است که با یافته‌های آریاج (Ariyadej et al, 2004) هم‌خوانی دارد. دما،

دریاچه ولشت بر مبنای هدایت الکتریکی (۷۵۸ میکروزیمنس بر سانتی‌متر) و سختی کل (۱۶۸ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم) در محدوده آب‌های سخت قرار می‌گیرد (Smith et al, 1993). نتیجه به‌دست آمده از نسبت Red field در دریاچه ولشت، $TN:TP = ۱۳/۷۸$ و بیانگر محدودیت جلبک‌های سبز در درجه حرارت‌های نسبتاً بالا، نسبت‌های پایین تا متوسط TN/TP و در شرایط محدودیت نور غلبه می‌کنند. (Shubert, 1984; kagalou et al, 2001; Wetzel, 2001) رشد فیتوپلانکتون‌ها توسط ازت بر اساس نسبت Red field در دریاچه ولشت به اثبات رسیده است. در این تحقیق، دو اوج^۹ جمعیتی شاخه‌جلبک‌های سبز در ماه‌های مهر و مرداد مشاهده شد. اولین اوج (کوچک‌تر) در مردادماه و به دلیل بالابودن دمای آب در این ماه و اوج دوم (بزرگ‌تر) در مهرماه به دلیل ضعیف‌شدن لایه‌بندی، گردش ستون آب و بالاآمدن مواد مغذی به ناحیه سطحی دیده شده است. در ماه‌های سرد سال نیز با توجه به دمای پایین آب و رابطه مثبت میان فراوانی جلبک‌های سبز و دما، تراکم پایینی از این شاخه دیده شده است (kagalou, 2001). از طرفی وجود همیشگی و فراوان‌تر شاخه‌جلبک‌های سبز، به‌ویژه راسته Chlorococcales در شرایط درجه حرارت‌های بالا و پایین، گویای Eurythermal بودن این گروه از فیتوپلانکتون‌ها است (Marshall, 1965; Vega, 1992)

(Heinonen *et al*, 2000). دریاچه ولشت بر مبنای هدایت الکتریکی (۷۵۸ میکروزیمنس بر سانتی‌متر) و سختی کل (۱۶۸ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم) در محدوده آب‌های سخت قرار می‌گیرد (Smith *et al*, 1993). فراوانی پایین رسته‌های Zygnematales و Desmidiaceae از شاخه جلبک‌های سبز، سخت‌بودن آب دریاچه ولشت را از نظر بیولوژیک نیز تأیید می‌کند (Stevenson *et al*, 1996) میانگین مقادیر pH آب دریاچه ولشت در دوره مطالعه (8.39±0.31) در مقایسه با pH آب‌های پرتولید دنیا (۸/۵ - ۶/۵) به شکل قابل توجهی قلیایی است (Bain and Sterenson, 1999). درواقع pH قلیایی آب دریاچه ولشت، نشان‌دهنده قلیایی‌بودن خاک و اراضی اطراف است و وجود مقادیر بالای کربن معدنی و تغییر آن به سوی مقادیر بالاتر در ماه‌های گرم سال، بیانگر فعالیت‌های فتوسنتزی گیاهان آبی و فیتوپلانکتون‌ها است (امانی، ۱۳۷۳; Wetzel, 2003). همچنین pH قلیایی آب از دلایل فراوانی پایین رسته‌های Zygnematales و Desmidiaceae از شاخه جلبک‌های سبز است (Forsstrom *et al*, 2005).

منابع

امانی، ر. (۱۳۷۳). مطالعات آبخیزداری حوزه آبخیز دریاچه ولشت، جلد سوم، پوشش گیاهی، مدیریت آبخیزداری سازمان جهاد سازندگی استان مازندران. سند حال، الف و برگرن، ه. (۱۳۸۱). اطلس رنگی پلانکتون‌شناسی. ترجمه اسماعیلی ساری، ع. تهران: موسسه تحقیقات شیلات.

شدت تابش نور خورشید، چرخه ستون آب، بالابودن غلظت مواد آلی محلول در آب، پایین‌بودن میزان نوترین‌های معدنی، به‌ویژه ازت و نسبت‌های TN/TP: 5-10:15 از عوامل تأثیرگذار بر رشد و شکوفایی سیانو باکترها هستند که محققان آن را اثبات کرده‌اند (Peter, 2004; khuantrairong and Traichaiyaporn, 2008) در دریاچه ولشت نیز سیانو باکترها در پی افزایش دما و شدت یافتن نور خورشید، ایجاد لایه‌بندی حرارتی و کاهش مواد مغذی، به‌ویژه نترات و آمونیوم در فصل تابستان بر فراوانی خود می‌افزایند. مشابه چنین نتایجی در برخی از دریاچه‌های مزوتروف آب شیرین در دنیا نیز مشاهده شده است (Rokocevic and Hollert, 2005; Zebk, 2009). هم‌بستگی مثبت بین فراوانی این شاخه و دمای آب و هم‌بستگی منفی با غلظت نترات و آمونیاک، تأییدی بر مطالب بالا است. (r=0/81, r=-0/64, r=-0/53) از نظر مکانی، ایستگاه سوم به دلیل قرارگیری در مکانی صعب‌العبور و دور از آلودگی‌های انسانی و محیطی، وضعیت مطلوب‌تری در بین سه ایستگاه مطالعاتی دارد؛ درحالی‌که بالاترین تراکم شاخه سیانوباکترها در این ایستگاه دیده شده است.

دلیل آن، فراوانی بالاتر فلور جلبکی غالب *Chroococcus* و *Merismopedia punctata turgidus* در دریاچه‌های الیگوتروف است. درواقع، پوشش متراکم گیاهان آبی و به تبع آن، کاهش مواد مغذی در این ایستگاه، شرایط لازم را برای برتری یافتن گونه‌های شاخص آب‌های الیگوتروف از شاخه سیانو باکترها در این ناحیه فراهم می‌کند

- in subarctic lake Saanjarvi in NW Finnish Lapland. *Polar Biol*, DOI 10.1007.
- Heinonen, P., Ziglio, G and Beken A.V.d (2000). Hydrological and limnological aspects of lake monitoring, John Wiley and Sons, Ltd.
- John, D. M., Whitton, B.A and Brook, A.J (2002). The freshwater algal flora of the british Isles An identification guide to freshwater and terrestrial algae. The natural history museum Cambridge.
- Kagalou, L., Tsimarakis, G L and Paschos, L (2001). Water chemistry and biology in a shallow lake. *Journal of Global nest, Greece* 2:58-94
- Khuantrairong, T and Traichaiyaporn, S (2008). Diversity and Seasonal Sussention of the phytoplankton Community in Doi Tao lake, Chiang Mai Province, Northern Thailand. *Journal of chulalongkorn university* 8:143-156
- Lee. j (2008). phycology. Cambridge university Press. New York.
- Marshall, H.G (1965). The annual distribution and stratification of phytoplankton at Aurora lake portage county, OHIO. *The Ohio journal of science* 4:190-201.
- Nygaard, G (1949). Hydrobiological studies on some Danish ponds and lakes. *Journal of Biologica Skripta* 7:1-293.
- شمس، م و افشارزاده، س. (۱۳۸۶). بررسی تاکسونومیک دیاتومه‌های دریاچه سد زاینده رود. *مجله رستنی‌ها*، ۱۷۷-۱۶۰:۲.
- صلواتیان. م، آذری تاکامی، ق.، سبک آرا، ج.، رجبی نژاد، ر و علمی، الف.م. (۱۳۸۸). بررسی تراکم و پراکنش فیتوپلانکتونی در دریاچه سد لار. *مجله علمی شیلات ایران*، ۳: ۹۹-۱۰۸
- APHA; (1986). Standard method for the examination of water and wastewater (17th ed.). American Public Health Association, Washington.
- Ariyadej, C., Tansakul, R., Tansakul.P and Angsupanich, S. (2004). Phytop-lankton diversity and its relationships to the physico-chemical environment in the Banglang reservoir, Yala province. *Journal of Sci.technol* 26:595-607
- Art, B., Osumi, K and Nakazono, T (1999). Identification of phytoplankton and the relationship between phytoplankton biomass and water quality in kumamoto zoo Basin. *Journal of Proc. Sch. Agric. Kyushu Tokai univ.* 18:23-33.
- Bain, M.B and Sterenson, N. J (1999). Aquatic habitat assessment, American Fisheries. Society Bethesda, Maryland.
- Dokulil, M. T (2003). Algae as ecological: Bioindicators and biomonitors. Elsevire Science, Ltd.
- Forsstrom, L., Sorrari, S & Korhola, A (2005). Seasonality of phytoplankton

- Peter, C.R (2004). An ecological assessment of the trophic structure of York Pond in Coos country. Journal of UNH center for freshwater biology research. 3:45-62.
- Rakoceric, J and Hollert, H; (2005) phytoplankton community and chlorophyll a as Trophic State Indices of lake Skadar. Journal of ESPR-Environ Sci and Pollut Res 12:146-152.
- Redfield, A.C (1958). The biological control of chemical factors in the environment. Journal of Am Sci 46:205-221
- Reynolds, C.S (2006). The ecology of phytoplankton. Cambridge university press.
- Shubert, E.4 (1984). Algae as ecological indicator. Academic press, America.
- Smith, R.A., Alexander, B and Lanfear, K.J (1993). Stream water quality in the conterminous united states-status and trends of selected indicators during the 1980. S.U.S, Geological Survey, supply paper 2400, Reston, Virginia.
- Sonneman, J.A Entwisle, T.J and Lewis, S.H (1997). Freshwater algae in Australia. Sainty and associated, Australia.
- Sorina, A (1978). Phytoplankton manual. unesco, Paris.
- Stevenson, R., Bothwell, M.L., Low, R.L (1996). Algal Ecology Freshwater Benthic Ecosystems. San Diego.
- Vega, J.C, Hoyos, C.de and Aldasora, J.J (1992). The Sanabria lake. The largest natural freshwater lake in Spain. Journal of Limnetica 8:49-57.
- Vollenweider, A.R (1974). A manual on methods for measuring primary production in aquatic environmental. Blackwell scientific publication. Oxford, London.
- Wehr, J.D and Sheath, R.G (2008). Freshwater algae of north America, Ecology and classification. Academic Press.
- Wetzel, R.G (2001). limnology: lake and river Ecosystems 3rd Ed. Academic Press, San Diego.
- Zebek, E (2009). Seasonal changes net phytoplankton in two lakes with differing morphometry and trophic status (northeast Poland). Journal of Arch. Pol. Fish 17:267-278.

