

## بررسی تغییرات زمان-مکانی، تنوع و غنای گونه ای فیتوپلانکتون ها در دریاچه سد

### منجیل

احسان یوسفی<sup>۱</sup>، محمد رضا رحیمی بشر<sup>۲\*</sup>، حر ترابی جفرودی<sup>۳</sup>، شهریار تقی پور کوه بنه<sup>۲</sup>، مسعود فرخ روزا<sup>۱</sup> و حسن

تقوی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات

<sup>۲</sup> لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، دانشکده علوم پایه، گروه زیست‌شناسی دریا

<sup>۳</sup> بابل، دانشگاه مازندران، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، گروه زیست‌شناسی دریا

تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۸/۲۹

### چکیده

یکی از ارزشمندترین مخازن آبی شمال ایران دریاچه سد منجیل بوده که به غیر از ذخیره آب کشاورزی و تولید برق می‌تواند کاربردهای متعدد دیگری نیز داشته باشد. به منظور ارزیابی کیفی آب، در طول یک سال و به صورت ماهانه فاکتورهای فیزیکی-شیمیایی و جامعه فیتوپلانکتونی بعنوان شاخصهای تروفی، در ۵ ایستگاه در این دریاچه مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که میانگین سالانه دمای آب  $15/33 \pm 6/21$  سانتی‌گراد، عمق نفوذ نور  $1/8 \pm 0/35$  متر، نیتريت  $0/017 \pm 0/01$  نیترات  $1/816 \pm 0/629$ ، فسفات کل  $0/13 \pm 0/113$  و اکسیژن محلول  $8/38 \pm 0/383$  میلی گرم در لیتر بوده است. همچنین ۲۲ جنس مختلف فیتوپلانکتونی در آن شناسایی شدند که بترتیب درصد فراوانی شاخه‌ها به *Chlorophyta* (۶۲/۵٪)، *Bacillariophyta* (۲۱٪)، *Cyanophyta* (۸/۳٪)، *Pyrrophyta* (۴/۱٪) و *Chrysophyta* (۴/۱٪) تعلق داشتند. همچنین شاخص‌های اکولوژیک در راستای تنوع و غنای گونه ای فیتوپلانکتونی در دریاچه سد منجیل نشان داد که ترکیب گونه ای دارای تغییرات زمانی بوده و فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی مهمترین عامل این تغییرات تعیین گردیدند. همچنین جنس‌های خاصی در طول سال غالب بوده و تغییرات شاخص شانون-وینر مقدار کمی را نشان داده است. از دیدگاه وضعیت تروفی بر اساس مدل‌های به کار رفته این سد مخزنی الیگوتروف تعیین شد که به دلیل ورود مقادیر بالای رسوبات از منابع تأمین کننده آب این سد مخزنی بوده که عمق نفوذ نور را تا حد زیادی کاهش و عامل اصلی محدودیت تولید بوده است.

واژه‌های کلیدی: سد مخزنی، فیتوپلانکتون، تنوع و غنای گونه ای، منجیل

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۱۴۱۲۲۲۹۰۸۱، پست الکترونیکی: rahimibashar@yahoo.com

### مقدمه

فیتوپلانکتون‌ها و یا رویش ماکروفیت‌ها در کف بستر غفلت شده است (۴، ۵، ۱۲). تفاوت‌های مکانی سدهای مخزنی سیستم‌های پیچیده ای هستند که ناشی از شاخه‌های ورودی مختلف آب هستند و بر روی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی توده آب تأثیر می‌گذارند (۲۹).

با توجه به تئوری‌ها و فرضیه‌های متعددی که درباره تفاوت‌های مکانی و تأثیر عوامل محیطی بر روی توزیع و غنای گونه ای فیتوپلانکتون‌ها در مخازن آبی وجود دارد (۲۴، ۲۶) مطالعات درباره مخازن آبی مرتبط به جنبه‌های هیدرولوژی خصوصاً فرسایش بوده در حالیکه درباره جنبه‌های زیستی موثر بر روی کیفیت آب مانند بررسی

در دریاچه‌ها و مخازن آبی (۲۱، ۲۲) استراتژی زندگی آنها (۸، ۱۸، ۲۳) و روابط بین فیتوپلانکتون وجود دارد (۳۲، ۳۴، ۳۵). همچنین روابط بین گونه‌های پلانکتون‌ها و شرایط محیطی نیز مورد مطالعه قرار گرفته است (۱۶، ۳۳).

غناي پلانکتونی در یک سد مخزنی به عواملی همچون شرایط تروفي، تفاوت در ساختار عمودی و افقی (حرارتی، فیزیکی و شیمیایی)، شدت اختلاط و نوع طبقه بندی ستون آب بستگی دارد (۱۵). در مورد سد مخزنی منجیل، آزمایشات هیدروبیولوژی با روش نمونه‌گیری ماهیانه تا به امروزه انجام نشده است. در این تحقیق تلاش شده است به منظور ارزیابی کیفی و مدیریت علمی این دریاچه تغییرات زمانی و مکانی جامعه فیتوپلانکتونی این اکوسیستم آبی و اثرات عوامل فیزیکوشیمیایی آب بر روی این جوامع در طول یک سال بررسی گردد.

### مواد و روش کار

سد منجیل واقع در شمال ایران و استان گیلان بوده که ارتفاع آن از سطح دریا ۳۵۰ متر، مساحت تقریبی آن ۵۶ کیلومتر مربع و حداکثر عمق آن ۵۰ متر است. دو رودخانه شاهرود از سمت شرق و قزل اوزن از سمت غرب همچنین باران‌های فصلی از منابع اصلی تامین کننده آب سد هستند. مخزن سد جهت تامین آب مورد نیاز کشاورزی و مهار آبهای جاری استان گیلان در سال ۱۹۶۱ ساخته شده است (شکل ۱).



شکل ۱- نقشه ۵ ایستگاه نمونه برداری در سد منجیل

فیتوپلانکتون‌ها از بخش‌های قابل توجه و مهم این اکوسیستم‌ها اند. پویایی آنها به شدت به یکدیگر ارتباط دارد و به کمک نور خورشید، استفاده از مواد معدنی و آلی محلول و معلق در ستون آب رشد کرده و کربن را از طریق فتوسنتز تثبیت کرده و آنرا برای رده‌های بالای زنجیره غذایی قابل دسترس می‌نماید (۱۴). پلانکتون‌های گیاهی دارای تنوع بسیار زیادی در آب‌های شور و شیرین می‌باشند و از مهم‌ترین گروه‌های آنها می‌توان به جلبک‌های سبز، جلبک‌های سبز-آبی، جلبک‌های قهوه‌ای، دیاتومه‌ها و اوگلونفتیا اشاره کرد (۹). برخی از گونه‌های فیتوپلانکتونی سمی بوده و با ورود به آبهای آلوده ایجاد شکوفایی نموده و سبب مرگ و میر در آبزیان می‌شود (۱۷).

علاوه بر موارد فوق از آنها می‌توان به عنوان شاخص آلودگی آب بهره برد. مطالعات زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد وقتی میزان فسفات، نترات و سیلیس افزایش یابد جمعیت فیتوپلانکتون نیز افزایش پیدامی کند (۶، ۷). قابل ذکر است که بین اندازه فیتوپلانکتون و میزان دسترسی به مواد مغذی رابطه مستقیم وجود دارد. به طوریکه هر چه اندازه فیتوپلانکتون کوچکتر باشد قابلیت بیشتری برای جذب مواد مغذی دارد (۱۷). بنابراین عوامل فیزیکی و شیمیایی مختلف مانند عوامل یونی، دمای آب، شدت نور، کدورت، هدایت الکتریکی،  $pH$ ، شوری و یونهای نترات و فسفات بر روی پراکنش فیتوپلانکتون تأثیر می‌گذارند و در هر منبع آبی پلانکتون‌های گیاهی به لحاظ تولید مواد آلی و قرار گرفتن در قاعده هرم انرژی جزء ذخایر مهم و با ارزش به شمار می‌روند و سایر موجودات ضمن وابستگی به یکدیگر در زنجیره غذایی، به طور مستقیم یا غیرمستقیم به پلانکتون‌های گیاهی وابسته‌اند، بنابراین پلانکتون‌های گیاهی در هر منبع آبی به عنوان تولیدکنندگان اولیه از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (۱۱، ۲۰، ۳۱).

مطالعات بسیاری درباره پویایی ارگانیسم‌های پلانکتونی

دمای آب در طول سال اختلاف ۱۸ درجه سانتی‌گرادی را بین گرمترین ماه سال (مرداد ۹۳) و سردترین ماه‌های سال (بهمن و اسفند) نشان داد ولی در تمام طول سال دمای اعماق مختلف آب اختلاف بسیار ناچیزی باهم داشته‌اند. بیشترین عمق شفافیت در ماه‌های سرد دیده شد که همزمان با کاهش تراکم پلانکتون‌ها به ویژه در فصل زمستان بوده است. تغییرات عمق شفافیت کاملاً منطبق با تغییرات تراکم فیتوپلانکتونی و هدایت الکتریکی به ویژه در طول تابستان نوسانات زیادی داشت. مقادیر  $pH$  و اکسیژن محلول در طول سال نوسان خاصی را نشان ندادند و تقریباً ثابت بودند (جدول ۱). روند تغییرات نیتروژن کل و فسفر کل در طول سال منطبق با یکدیگر بود. بیشترین مقدار نیتروژن کل در اواخر زمستان (اسفند ۹۲) همزمان با شروع افزایش دما و کمترین مقدار آن در اوایل بهار (فروردین ۹۳) به دست آمد. بیشترین مقدار فسفر کل محلول در اواخر تابستان و کمترین مقدار آن در اوایل پاییز اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

در ارتباط با جامعه فیتوپلانکتونی، در مجموع ۲۲ گروه فیتوپلانکتونی شناسایی شد که بیشترین درصد فراوانی مربوط به کلروفیتا بوده و باسیلاریوفیتا، سیانوباکترها، پیروفیتا و کریسوفیتا به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (جدول ۲).

نمونه برداری از فیتوپلانکتون‌ها توسط روتنر ۲ لیتری به صورت ماهیانه از بهمن ۹۲ تا دی ۹۳ و در ۵ عمق ۰، ۳، ۵، ۱۰ و ۲۰ متر انجام و عمق شفافیت آب نیز توسط سکشی دیسک اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها برای آنالیز فیزیکی و شیمیایی آب (دما، اکسیژن محلول، آمونیم، نیتريت، نترات، فسفرکل، هدایت الکتریکی و  $pH$ ) نیز از ۵ عمق مورد نظر برداشت و آنالیزهای شیمیایی آب نیز به روش استاندارد انجام شد (۲۴) و میانگین آن‌ها برای سنجش شرایط محیط آبی محاسبه گردید. شناسایی نمونه‌ها تا حد گونه توسط کلیدهای معتبر انجام گرفته است و پارامترهای اکولوژیکی تنوع گونه ای شانون- وینر، یکنواختی غنای گونه ای شانون- وینر، غنای مارگارف، غنای منهینگ، تنوع گونه ای سیمسون، یکنواختی سیمسون محاسبه شدند (۱۹، ۲۲، ۲۶، ۲۷).

روابط بین جمعیت پلانکتون‌ها با متغیرهای فیزیکی و شیمیایی به روش آنالیز همبستگی پیرسون و تفاوت میانگین‌ها با استفاده از آزمون میانگین‌ها (One-way ANOVA) توسط نرم افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفت. همچنین رسم نمودارها با کمک نرم افزار Excel 2013 انجام گردید.

## نتایج

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب در سد منجیل.

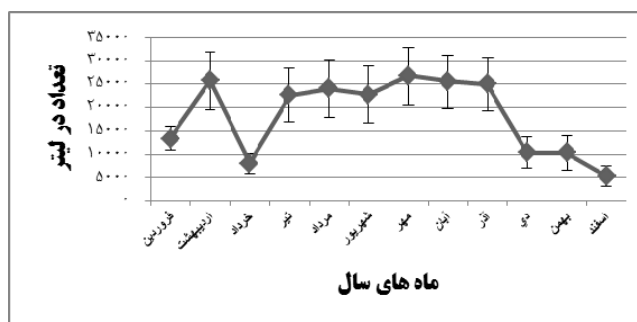
فاکتورها	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	میانگین $\pm$ انحراف معیار
SD(m) عمق دید سکشی	۲/۲۴	۲/۴	۱/۶	۱/۵	۱/۸	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۴	۱/۵	۱/۷	۲/۳	۱/۸۵ $\pm$ ۰/۳۵
دما	۶	۶	۱۲	۱۵	۲۰	۲۳	۲۴	۲۰	۱۹	۱۷	۱۳	۹	۱۵/۳۳ $\pm$ ۶/۲۱
$10^6$ قابلیت رسانایی آب (25 °C)	۳۴۴۵	۲۵۳۱	۲۷۴۲	۲۸۲۰	۳۵۰۰	۳۵۳۱	۳۱۲۸	۱۹۵۱	۲۷۸۸	۲۸۲۶	۳۳۹۱	۳۶۶۶	۳۰۲۶/۵۵ $\pm$ ۵۰۷/۳۱
$pH$	۷/۹۸	۷/۵۶	۷/۷۹	۷/۸۷	۸	۷/۷۹	۷/۵۳	۷/۱۲	۷/۹۷	۷/۵۶	۷/۹۷	۷/۹۷	۷/۷۵ $\pm$ ۰/۲۶۸
اکسیژن محلول (mg l <sup>-1</sup> )	۸/۹	۸/۸	۸/۸	۸/۵	۸/۴	۸/۲	۷/۹	۷/۸	۷/۹	۸/۲	۸/۵	۸/۷	۸/۲۸ $\pm$ ۰/۳۸۳
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N (mg l <sup>-1</sup> )	۰/۰۱۴	۰/۰۱۲	۰/۰۱۵	۰/۰۰۵	۰/۰۱۲	۰/۰۱۱	۰/۰۳۷	۰/۰۰۵	۰/۰۳۹	۰/۰۲۴	۰/۰۱۸	۰/۰۱۵	۰/۰۱۷ $\pm$ ۰/۰۱
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (mg l <sup>-1</sup> )	۲/۵۴	۲/۵۷	۰/۳۱	۱/۳۴	۱/۸۳	۱/۶۱	۱/۷۲	۱/۳۴	۱/۹۱	۲/۱۱	۲/۲۳	۲/۳۹	۱/۸۱۶ $\pm$ ۰/۶۲۹
TN (mg l)	۲/۷۶۴	۲/۹۸۲	۰/۸۰۵	۰/۳۹۵	۱/۹۳۲	۱/۷۳۱	۱/۹۷۲	۱/۴۶۵	۲/۰۱۹	۲/۲۲۴	۲/۳۲۸	۲/۴۴۵	۰/۱۰۹ $\pm$ ۰/۱۷۲
DIP (mg l)	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۹۶	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۳ $\pm$ ۰/۱۱۳
TDS	۱۷۶۳	۱۶۰۹	۱۶۰۰	۱۴۴۶	۲۰۴۲	۱۳۳۴	۱۲۴۰	۲۶۵۲	۱۳۳۷	۱۰۴۴	۱۶۴۹	۱۷۹۷	۱۶۲۶/۰۸ $\pm$ ۲۲۲/۵۶

جدول ۲- جنس‌ها و گروه‌های فیتوپلانکتونی شناسایی شده و درصد فراوانی و تنوع هر یک از آنها در دریاچه سد مخزنی منجیل.

خانواده	جنس	گونه	درصد فراوانی هر جنس در گروه	درصد فراوانی هر گروه از فراوانی کل	درصد تنوع هر گروه از تنوع کل
Bacillariophyta	<i>Coscinodiscus</i>	<i>Sp.</i>	٪۱۸/۸	٪۲/۱	٪۲۱
	<i>Gyrosigma</i>	<i>Sp.</i>	٪۳/۵		
	<i>Melosira</i>	<i>Sp.</i>	٪۸/۱		
	<i>Navicula</i>	<i>Sp.</i>	٪۳۱/۶		
	<i>Synedra</i>	<i>Sp.</i>	٪۳۷/۷		
Chlorophyta	<i>Binuclaeria</i>	<i>Sp.</i>	٪۲۴/۷	٪۴۷	٪۶۲/۵
	<i>Chlamydomonas</i>	<i>Sp.</i>	٪۳/۹		
	<i>Chlorella</i>	<i>Vulgaris</i>	٪۱۸		
	<i>Closterium</i>	<i>Sp.</i>	٪۴/۱		
	<i>Cosmarium</i>	<i>Sp.</i>	٪۶/۶		
	<i>Netrium</i>	<i>Sp.</i>	٪۹/۲		
	<i>Pandorina</i>	<i>Morum</i>	٪۱۶/۳		
	<i>Pediastrum</i>	<i>Boryanum</i>	٪۲/۵		
	<i>Scenedesmous</i>	<i>Quadricauda Acuminatus</i>	٪۴/۷		
	<i>Spirogyra</i>	<i>Sp.</i>	٪۰/۳		
	<i>Staurastum</i>	<i>Sp.</i>	٪۳/۸		
	<i>Tetraedron</i>	<i>Sp.</i>	٪۱/۵		
	<i>Xanthidium</i>	<i>Antlopaeum</i>	٪۶/۵		
Chrysophyta	<i>Mallomonas</i>	<i>Sp.</i>	٪۱۰۰	٪۰/۳	٪۴/۱
Cyanophyta	<i>Chroococcus</i>	<i>Sp.</i>	٪۹۹/۹	٪۵۰/۳	٪۸/۳
	<i>Gomphasphaeria</i>	<i>Sp.</i>	٪۰/۱		
Pyrrophyta	<i>Ceratium</i>	<i>Hirundinella</i>	٪۱۰۰	٪۰/۳	٪۴/۱

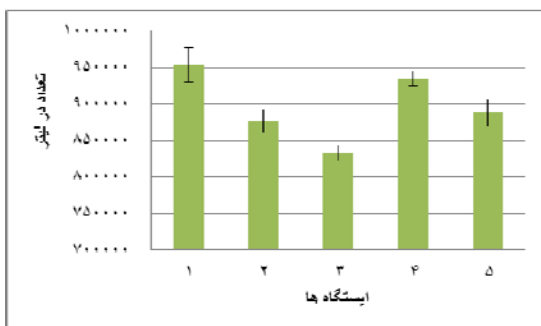
شدیدی در جمعیت فیتوپلانکتون‌ها رخ داد. دومین پیک فیتوپلانکتونی نیز در اوایل پاییز اتفاق افتاده است (نمودار-۱).

بر اساس آزمون میانگین‌ها تغییرات تعداد فیتوپلانکتون‌ها در ماه‌های مختلف معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) و دارای دو اوج در اواسط بهار و اوایل پاییز بود. اولین اوج فیتوپلانکتونی در اواسط بهار دیده شد و بلافاصله در ماه بعد کاهش



نمودار ۱- تغییرات ماهانه فراوانی فیتوپلانکتون در سد منجیل

در ماه‌های مختلف گروه غالب متغیر بوده، به طوری که در اواسط بهار همزمان با اولین افزایش فیتوپلانکتونی جنس *Binuclaeria* غالب و در سایر ماه‌های سال جنس *Chroococcus* غالب بوده است. در طول فصل پاییز نیز بیشترین جمعیت کلروفیتا از جنس *Binuclaeria* به گونه *Pandorina morum* تغییر پیدا کرد. در طول فصل تابستان گونه *Ceratium hirundinella* تراکم نسبتاً زیادی داشت. تغییرات شاخص تنوع شانون وینر را در طول سال محاسبه شده (جدول ۳) و تغییرات در مقدار این شاخص در طول سال شدید نبوده است. همزمان با اولین اوج فیتوپلانکتونی شاخص مقادیر بالاتری را نشان می‌دهد و بیشترین مقدار آن در اوایل تابستان بوده و به تدریج در طول فصل تابستان که تراکم فیتوپلانکتونی نسبتاً ثابت است شاخص کاهش می‌یابد و این کاهش شاخص حتی تا ماه مهر که دومین پیک فیتوپلانکتونی اتفاق می‌افتد ادامه دارد. جمعیت فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه‌های مختلف تغییرات معنی‌داری را نشان نداد ( $p > 0.05$ )، به طوری که میانگین تعداد افراد جمعیت در ایستگاه‌های ۲ و ۵



نمودار ۲- میانگین و انحراف معیار سالانه فراوانی فیتوپلانکتون‌ها بر حسب تعداد در لیتر در ۵ ایستگاه مختلف سد منجیل

جدول ۳- شاخص‌های اکولوژیک برای فراوانی فیتوپلانکتونی در ماه‌های مختلف

نوع شاخص	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
تنوع گونه‌ای شانون-وینر	۰/۸۷۹	۰/۹۰۷	۰/۷۱۸	۱/۱۰۱	۱/۰۴۹	۰/۹۳۳	۰/۷۷۴	۰/۸۰۳	۰/۸۱۹	۰/۸۵۱	۰/۷۴۶	۰/۷۸۲
یکنواختی شانون-وینر	۰/۷۹۸	۰/۸۲۳	۰/۶۵۹	۱	۰/۹۵۲	۰/۸۴۷	۰/۷۰۲	۰/۷۲۹	۰/۷۴۳	۰/۷۷۲	۰/۶۷۷	۰/۷۱
غنای مارگارف	۲/۴۸۳	۲/۲۸۲	۰/۵۳۷	۰/۹۴۳	۲/۳۲۸	۰/۷۰۴	۲/۲۵۵	۰/۵۱۸	۲/۴۳۴	۲/۳۰۹	۲/۴۵۷	۲/۳۳
غنای منهیک	۰/۵۰۷	۰/۳۶۸	۰/۶۲۳	۰/۳۳۷	۰/۳۹۸	۰/۳۵۹	۰/۳۵۱	۰/۳۹۶	۰/۴۰۳	۰/۵۳۲	۰/۵۸	۰/۶۴
تنوع گونه‌ای سیمسون	۰/۴۶۹	۰/۴۸۴	۰/۳۶۷	۰/۶۲۶	۰/۶۰۷	۰/۵۵۷	۰/۴۸۶	۰/۵۰۲	۰/۵۱۱	۰/۴۷۶	۰/۴۵۴	۰/۴۰۴
یکنواختی سیمسون	۰/۷۴۹	۰/۷۷۳	۰/۵۸۶	۱	۰/۹۶۹	۰/۸۸۹	۰/۷۷۶	۰/۸۰۱	۰/۸۱۶	۰/۷۶	۰/۷۲۵	۰/۶۴۵

جدول ۲- آزمون همبستگی پیرسون بین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب و فراوانی فیتوپلانکتونی در ماه‌های مختلف سال سد منجیل.

فراوانی فیتوپلانکتون	نیتریت	آمونیم	فسفات	نیترات	محلول اکسیژن	E.C	آب دمای	شفافیت عمق
	۰/۳۸۴	-۰/۵۷۶	۰/۴۷۷	-۰/۲۳۴	-۰/۶۹۴*	-۰/۲۶۱	۰/۵۹۰*	-۰/۸۳**
	۰/۲۱۸	۰/۰۵۰	۰/۱۱۷	۰/۴۶۵	۰/۰۱۲	۰/۴۱۳	۰/۰۴۳	۰/۰۰۱

## بحث

۱۶۲۶/۰۸ ± ۴۲۲) می‌باشد که اگرچه به دلیل پلی میکتیک بودن این دریاچه مواد غذایی دائماً در گردشند ولی به دلیل کدورت بالای ناشی از TDS وارد شده به مخزن و نیز سرعت کم رسوب آن به دلیل اختلاط دائمی آب و عدم نفوذ نور به لایه‌های پایین تر، نور لازم جهت گسترش فیتوپلانکتون‌ها وجود نداشته و غنای فیتوپلانکتونی آن نسبت به دریاچه باربونیتا (Barra Bonita) به عنوان یک دریاچه پلی میکتیک بسیار کمتر است (۱۵). در این تحقیق یک الگوی بسیار متفاوت از ترکیب جامعه پلانکتونی به لحاظ تغییرات مکانی مشاهده شد. این شیب تغییرات در مخازن نسبتاً شایع بوده و به طور عمده در سایر اکوسیستم‌های آبی مصنوعی دیگر نیز دیده می‌شود. در مطالعه‌ای که ماسی مورا- تاندسی و تاندسی در سال ۲۰۰۵ انجام دادند و مقایسه آن با مطالعه تاندسی و تاندسی-مورا در سال ۱۹۹۴ که بر روی دریاچه (طبیعی) مونومیکتیک گرم دم هلویکو (Dom Helvecio) انجام داده بودند (۱۵، ۲۷) مشخص شد که سد مخزنی باربونیتا دارای غنای پلانکتونی بیشتری در مقایسه با دریاچه دم هلویکو می‌باشد و دلیل آن را لایه بندی دمایی و شیمیایی و عدم گردش نوترینت‌ها در ستون آب در دریاچه دم هلویکو در طول ۸ ماه از سال دانست، این حالت در اکثر دریاچه‌های منطقه نیز مشاهده شد، در دریاچه سد مخزنی منجیل نیز مانند سد مخزنی باربونیتا به دلیل گردش دائمی آب نوترینت‌ها دائماً به لایه‌های بالاتر منتقل شده و در منطقه نوری مورد مصرف فیتوپلانکتون‌ها قرار می‌گیرند ولی از آنجاکه عمق منطقه نوری کم بوده و فیتوپلانکتون‌های موجود در لایه‌های پایینی غالباً فیتوپلانکتون‌های منتقل شده از لایه‌های بالایی به واسطه گردش آب هستند، میزان تولید در این دریاچه بسیار کمتر از سد مخزنی باربونیتا می‌باشد. همچنین ماسی مورا- تاندسی و تاندسی در سال ۲۰۰۳ و ۲۰۰۵ بیان کردند در دریاچه‌های یوتروف به دلیل تغییرات زیاد شرایط، گونه‌های پلانکتونی می‌توانند در شرایط جدید باگونه‌های جدید جایگزین شوند ولی با این

فلور هر منطقه در حقیقت نتیجه واکنش‌های زیستی در برابر شرایط محیطی و همچنین در ارتباط مستقیم با تکامل گیاهان در دوران گذشته و وضع جغرافیایی آن ناحیه می‌باشد (۱). دریاچه سد مخزنی منجیل اکوسیستمی در اقلیم معتدله همراه با وزش بادهای شدید دائمی می‌باشد که این مخزن آبی را تبدیل به یک مخزن پلی میکتیک کرده و لایه‌های مختلف آب دائماً در حال اختلاط بوده و هم‌دما می‌شوند. اکثر فاکتورهای فیزیکوشیمیایی در این دریاچه بجز pH و اکسیژن در طول سال نوسانات زیادی دارند و این نوسانات اثرات خود را بر روی جامعه پلانکتونی این دریاچه به خوبی نشان می‌دهد. اکسیژن محلول و pH در اثر متابولیسم فیتوپلانکتون‌ها به واسطه‌ی تولید اکسیژن و مصرف  $\text{HCO}_3^-$  و افزایش pH دستخوش تغییرات می‌شوند ولی در سد مخزنی منجیل به دلیل تراکم پایین فیتوپلانکتونی و متابولیسم کم، این فاکتورها در طول سال نوسان زیادی نداشته و تقریباً ثابت بودند. غلظت فسفر در آنها مهمترین معیارتنظیم کننده زیست توده فیتوپلانکتونها می‌باشد، و محتوای کلروفیل a در جلبکهای مختلف بشدت تحت تأثیر میزان فسفر موجود در محیط می‌باشد (۲). مقدار TN و DIP در طول سال دارای نوسانات زیادی بود و تغییرات تراکم پلانکتونی نشان دهنده اهمیت این دو ماده مغذی در دریاچه است و می‌توان آن را به عنوان مهم ترین عامل محدود کننده ی تراکم فیتوپلانکتون‌ها در منطقه نوری در دریاچه سد مخزنی منجیل دانست. در بررسی‌های مختلف مشاهده شد که علاوه بر تفاوت‌های منطقه‌ای (Horizontal gradient) الگوهای مجزای دیگری نیز در ترکیب جمعیت پلانکتون‌ها مؤثرند (۳، ۲۵). در سدهای مخزنی عموماً این تفاوت‌ها رایجند و به طور گسترده قابل تعمیم به سایر اکوسیستم‌های آبی هستند. از جمله این تفاوت‌ها در سد مخزنی منجیل وزش باد شدید و نیز عمق نفوذ کم نور به دلیل TDS بالا (۵۶/

وجود غنای پلانکتونی همیشه بالاست (۱۵، ۲۷). در دریاچه سد مخزنی منجیل علاوه بر اینکه در طول سال تنوع فیتوپلانکتونی تا حد زیادی ثابت بود غنای فیتوپلانکتونی نیز پایین بود و این نشان از عدم یوتروف بودن دریاچه از دیدگاه تغییرات شرایط محیطی در طول سال و تأثیر آن بر جمعیت فیتوپلانکتونی است.

گیزنسکی و همکاران در سال ۲۰۰۶ اعلام کردند که تأثیر دریاچه پشت سد بر روی تغییرات کیفیت آب بسیار کم است و اصلی‌ترین عامل که منجر به تغییرات در کیفیت زیستی آب می‌شود شرایط هیدرولوژیکی مانند ماندگاری آب، حجم و سرعت جریان آب و رسوبات حمل شده می‌باشد سایر اطلاعات منتشر شده نیز این یافته را تأیید می‌کند (۱۰). بر اساس این نظریه محیط‌های سطحی شبیه یک موزائیک متشکل از ریززیستگاه‌ها (Mosaic of micro habitats) می‌باشند، در حالیکه گونه‌های متفاوت دارای نیازهای متفاوت از شرایط محیطی خودشان می‌باشند (۱۳). نحوه توزیع هر یک از این سلول‌ها وابسته به انرژی خارجی وارد شده به محیط است. در رودخانه‌های شاهرود و قزل اوزن این انرژی خارجی وارد شده به شرایط آب و هوایی و چرخه هیدرولوژیکی آب بوده و بر روی میزان ورودی نوترینت‌ها و مواد جامد غیرآلی و شیب افقی محیط آبی تأثیر می‌گذارد.

تفاوت در شرایط فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه‌های وارد شونده به دریاچه سد مخزنی منجیل را می‌توان از تأثیر آن بر تنوع جمعیت فیتوپلانکتونی در ایستگاه‌های ۴ و ۵ دریافت، به طوریکه با وجود آنکه تعداد افراد جمعیت در ایستگاه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری ندارند ولی بیشترین تنوع جمعیت در ورودی رودخانه شاهرود (ایستگاه ۴) و کمترین آن پس از ایستگاه ۱ در ورودی رودخانه قزل اوزن (ایستگاه ۵) دیده می‌شود.

کنتزر و همکاران در سال ۲۰۱۰ در تحقیقی که بر روی کیفیت شیمیایی و فیتوپلانکتون‌های دریاچه لوکاوک در

لهستان انجام دادند بیان کردند که آلودگی قابل توجهی توسط رودخانه وارد دریاچه نمی‌شود، بنابراین تغییرات کیفیت آب ناشی از تغییرات عمده در رژیم هیدرولوژیکی رودخانه در ناحیه سد است و کاهش سرعت آب موجب افزایش رسوبات می‌شود. این یکی از مهم‌ترین مکانیسم‌ها در خود پالایی آب دریاچه سد است و با وجود آنکه زمان ماندگاری آب کم است اما تأثیرات معنی‌داری بر روی کیفیت آب دارد و به واسطه آن کاهش معنی‌داری در میزان مواد معلق،  $BOD_5$  و کلروفیل  $a$  به وجود می‌آید (۱۲). در سد مخزنی منجیل، ورود دو منبع آبی با شرایط هیدرولوژیکی و فیزیوشیمیایی نسبتاً متفاوت، اختلاط دائمی آب در اثر وزش باد شدید سبب تراکم بیشتر جمعیت فیتوپلانکتونی پراکنش جمعیت فیتوپلانکتونی شده است و این واضح است که با وجود ورود نوترینت‌ها به دریاچه، اختلاط دائمی آب به دلیل وزش باد شدید دائمی و گردش نوترینت‌ها، عدم لایه بندی دمایی آب در طول سال، عدم یخ زدگی سطح دریاچه در فصل سرما، توزیع اکسیژن در ستون آب و نوسانات کم  $pH$  آنچه که باعث فقر فیتوپلانکتونی دریاچه منجیل می‌شود فاکتور دیگری است که آن فاکتور کدورت بالای آب ناشی از مواد معلق غیر آلی وارد شده توسط رودخانه‌ها و نیز سرعت کم ته‌نشست آنها به دلیل گردش دائمی آب می‌باشد که عمق نفوذ نور را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. این رسوبات به حدی زیاد است که از سال ۱۹۶۲ که سد به بهره‌برداری رسیده و سبب شده گنجایش مخزن سد به نصف کاهش یابد.

### تشکر و قدردانی

از مدیریت و کارکنان سد منجیل و همچنین مهندس علی نیا مسئول محترم آزمایشگاه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان به جهت همکاری در نمونه برداری و کمک در مراحل مختلف تحقیق کمال تشکر و قدردانی را داریم.

## منابع

- ۱- زاهدچکوری، س. عصری، ی. یوسفی، م. و مرادی، الف. ۱۳۹۲. فلور، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان تالاب سلکه. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، جلد ۲۶، شماره ۳، صفحات ۳۰۱ تا ۳۱۰.
- ۲- فرهادیان، الف. فلاحتی، س. م. و محبوبی صوفیانی، ن. ۱۳۹۳. تأثیر غلظت‌های مختلف فسفر بر زیست توده و رشد در جلبک سبز کلروکوکوم (*Chlorococcum sp.*). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، جلد ۲۷، شماره ۳، صفحات ۴۷۸ تا ۴۸۹.
- 3- Armengol, J., J. C. Garcia, M. Comerma, M. Romero, J. Dolz, M. Roura, B. H. Han, A. Vidal & K. Simek., 1999. Longitudinal processes in canyon-type reservoirs: the case of Sal (N.E. Spain), In Tundisi, J. G. & M. Straskraba (eds), Theoretical Reservoir Ecology and its Applications, Braz. Acad. Science/Int. Inst. Ecology/Backhuys Publ., 585 pp.
- 4- Babin' ski, Z., Grzes', M., 1995. Monografia hydrobiologiczna zbiornika Stopnia Wodnego Włocławek (Hydrological monography of the Włocławek Dam Reservoir). Zeszyty IgiPZ PAN, 30.
- 5- Banach, M., 1994. Morfodynamika strefy brzegowej Zbiornika Włocławskiego (Morphodynamics of the shore section of the Włocławek Reservoir). PracGeograficzne, 161.
- 6- Egge, J. K., 1998. Are diatoms poor competitors at low phosphate concentrations?. *Journal of Marine Systems*, 16(3), 191-198.
- 7- Egge, J. K., & Aksnes, D. L., 1992. Silicate as regulating nutrient in phytoplankton competition. *Marine ecology progress series. Oldendorf*, 83(2), 281-289.
- 8- Ejsmont-Karabin J. and Wc, eglen' ska T., 1990. Zooplankton Zbiornika Zegrzyn' skiego – jego obfitos' c' , struktura i rola w funkcjonowaniu ekosystemu [Zooplankton of Zegrzyn' skireservoir – its abundance, structure and role in ecosystem functioning]. In: Kajak Z. (ed.), Funkcjonowanie Ekosystemo' w Wodnych Ich Ochrona I Rekultywacja. Cz, es' c' I Ekologia Zbiorniko' w Zaporowych I Rzek. SGGW – Akademia Rolnicza, Warszawa 29–56.
- 9- Harris, G. P., 1986. Preamble. In *Phytoplankton Ecology* (pp. 1-15). Springer Netherlands.
- 10- Gizinski, A., Kentzer, A., Napiorkowski, P., 2006. Achievements of Hydrobiology at Nicolaus Copernicus University on its 60<sup>th</sup> anniversary. *Ecology and Hydrobiology*. 6(1-4), 89-96.
- 11- Graneli, E., Carlsson, P., Turner, J. T., Tester, P. A., Béchemin, C., Dawson, R., & Funari, E., 1999. Effects of N: P: Si ratios and zooplankton grazing on phytoplankton communities in the northern Adriatic Sea. I. Nutrients, phytoplankton biomass, and polysaccharide production. *Aquatic Microbial Ecology*, 18(1), 37-54.
- 12- Kentzer, A., Dembowska, E., Gizin' ski and A. Napio' rkowski, P., 2010. Influence of the Włocławek Reservoir on hydrochemistry and plankton of a large, lowland river (the Lower Vistula River, Poland). *Ecological Engineering*, 36: 1747 – 1753.
- 13- Legendre, L. & S. Demers., 1984. Towards dynamic biological oceanography and limnology. *Canadian Journal Fishery Aquatic Science*, 41: 2–19.
- 14- Marshall, H. G., Lacouture, R. V., Buchanan, C., & Johnson, J. M. 2006. Phytoplankton assemblages associated with water quality and salinity regions in Chesapeake Bay, USA. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 69(1), 10-18.
- 15- Matsumura-Tundisi, T and Tundisi, J. G., 2005. Plankton richness in a eutrophic reservoir (Barra Bonita Reservoir, SP, Brazil). *Hydrobiologia*, 542: 367 – 378.
- 16- Naselli-Flores L., 2000. Phytoplankton assemblages in twentyone Sicilian reservoirs: relationships between species composition and environmental factors. *Hydrobiologia* 424: 1–11.
- 17- Niraula, M. P., Casareto, B. E., Smith, S. L., Hanai, T., & Suzuki, Y., 2007. Examining the effects of nutrients on the composition and size of phytoplankton using unaltered deep-sea waters. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 348(1), 23-32.
- 18- Oleksowicz A.S., 1988. Dynamika zbiorowisk glono' w w troficznie zro' znicowanych jeziorach Pojezierza Kaszubskiego [The dynamics of algal communities in Kashubian Lakes of a different trophic state]. *Uniwersytet Mikosaja Kopernika, Rozprawy, Torun'*, 1(84): 1–84.
- 19- Pinto-Coelho, R. M., 1998. Eutrophication effects on seasonal patterns of mesoplankton in a tropical reservoir: a four year study in Pampulha Reservoir, Brazil. *Freshwat. Biol.* 40: 159–173.
- 20- Prins, T. C., Escaravage, V., Smaal, A. C., & Peeters, J. C. H., 1995. Nutrient cycling and



- phytoplankton dynamics in relation to mussel grazing in a mesocosm experiment. *Ophelia*, 41(1), 289-315.
- 21- Reynolds C.S., 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge, London, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney.
- 22- Reynolds C.S., 1999. Phytoplankton assemblages in reservoir. In: Tundisi J.G. (ed.), Theoretical Reservoir Ecology and its Applications, International Institute Ecology, Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers, 439-452.
- 23- Sommer U., 1981. The role of r- and K-selection in the succession of phytoplankton in Lake Constance. *Acta. Ecologica (Ecol. Gener.)* 2: 327-342.
- 24- Straskraba, M., J. G. Tundisi & A. Duncan (eds), 1993. Comparative Reservoir Limnology and Water Quality Management. Kluwer Academic Publishers, 291 pp.
- 25- Straskraba, M., 1997. Limnological differences between reservoirs and lakes: management consequences. Proceedings: 7<sup>th</sup> International Conference on Lakes, Conservation and Management, San Martin de las Andes, Argentina.
- 26- Straskraba, M. & J. G. Tundisi., 1999. Reservoir ecosystem functioning: theory and application. In Tundisi, J. G. & M. Straskraba (eds), Theoretical Reservoir Ecology and its Applications, Brazilian Academy of Science/International Institute of Ecology/Backhuys Publishers, 585 pp.
- 27- Tundisi, J. G. & T. Matsumura-Tundisi., 1994. Plankton diversity in a warm monomictic lake (Dom Helvecio, MG) and a polymictic reservoir (Barra Bonita, SP): a comparative analysis of the intermediate disturbance hypothesis. *Anais da Academia brasileira de Ciências*, 66: (Suppl. 1).
- 28- Tundisi, J. G., T. Matsumura-Tundisi, H. Fukuhara, O. Mitamura, S. M. Guille'n, R. Henry, O. Rocha, M. C. Calijuri, M. S. R. Iba'ez, E. L. G. Espindola & S. Govoni., 1997. Limnology of fifteen lakes. In Tundisi, J. G. & Y. Saijo, (eds), *Limnological Studies on the Rio Doce Valley Lakes*, MG, Brazil. Brazilian Academy of Sciences/University of Sa'õ Paulo, 513 pp.
- 29- Tundisi, J. G., O. Rocha, T. Matsumura-Tundisi & B. Braga., 1998. Reservoir management in South America. *Water Resources Development* 14(2): 141-155.
- 30- Tundisi, J. G. and Matsumura-Tundisi, T., 2003. Integration of research and management in optimizing multiple uses of reservoirs: the experience in South America and Brazilian case studies. *Hydrobiologia*, vol. 500, p. 231-242.
- 31- Wetz, M. S., & Wheeler, P. A., 2003. Production and partitioning of organic matter during simulated phytoplankton blooms. *Limnology and Oceanography*, 48(5), 1808-1817.
- 32- Wilk-Woz'niak E. and Kosin' ski M., 2001. Effect of allochthonous and autochthonous factors on phytoplankton biomass in a submontane dam reservoir (S. Poland). *Biologia, Bratislava* 56: 345-354.
- 33- Wilk-Woz'niak E., Pocięcha A. and Bucka H., 2001. Phytoplankton-zooplankton interactions, size relations and adaptive responses. A short review. *Ecohydrol. Hydrobiol.* 1(4): 511-517.
- 34- Wilk-Woz'niak E. and Zurek R., 2006. Phytoplankton and its relationships with chemical parameters and zooplankton in the meromictic Piaseczno reservoir, Southern Poland. *Aquatic Ecology*. 40: 165 - 176.
- 35- Zurek R. and Bucka H., 1994. Algal size classes and phytoplankton-zooplankton interacting effects. *J. Plankton. Res.* 16: 583.

## Temporal and special variations of diversity and special richness of phytoplanktons in Manjil Dam Lake

Yousefi E.<sup>1</sup>, Rahimibashar M.R.<sup>2</sup>, Torabi Jafroudi H.<sup>3</sup>, Taghipour Kouhbane Sh.<sup>2</sup>, Farkhrouz M.<sup>1</sup> and Taghavi H.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fisheries Dept., Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Lahijan, I.R. of Iran

<sup>2</sup> Marine Biology Dept., Faculty of Basic Sciences, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Lahijan, I.R. of Iran

<sup>3</sup> Marine Biology Dept., Faculty of Marine and Ocean Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, I.R. of Iran

### Abstract

One of the most valuable water reservoirs in the north of Iran is Manjil Dam Lake which can have many other uses apart from agricultural water supply and power generation. For this reason, in order to qualitatively evaluate the water during one year and monthly, physical-chemical and comprehensive factors of phytoplankton have been studied as trophic indices in 5 stations in the lake. Results showed that average annual water temperature, light penetration depth, nitrite, nitrate, total phosphate, and dissolved oxygen were  $15.33\pm 6.21^{\circ}\text{C}$ ,  $1.8\pm 0.35$  m,  $0.017\pm 0.001$  mg/l,  $1.816\pm 0.629$  mg/l,  $0.013\pm 0.113$  mg/l and  $8.38\pm 0.383$  mg/l, respectively. Moreover, 22 different phytoplankton genera were identified that Chlorophyta, Cyanophyta, Pyrrophyta, Bacillariophyta, and Chrysophyta had frequencies of 42%, 44.3%, 6.3%, 2.1%, and 0.05%, respectively. Also, ecological indicators in terms of diversity and richness of phytoplanktons species in Manjil Dam Lake demonstrated that species composition changed with time and physical and chemical factors were determined to be the most important causes of these changes. However, certain genera were mainly predominant during the year and the change in Shannon-Wiener index showed a small amount. From the perspective of the trophic status based on the models used, it was determined that this reservoir dam was completely oligotrophic which was due to high levels of sediments entered from water resources of this dam, reducing the light penetration depth by a large degree.

**Key words:** Manjil Reservoir Dam, phytoplankton, Diversity and Richness of Species.