

پراکنش، فراوانی و تنوع زیستی فیتوپلانکتون‌های دریاچه سد حنا، ایران

امیدوار فرهادیان^{*}، صفی‌الله حیدری، رویا صداقت، نصرالله محبوبی صوفیانی،

عیسی ابراهیمی، سعید اسداله و ابراهیم متقی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۵/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۳/۵)

چکیده

فیتوپلانکتون‌ها پایه تولید دراکوسیستم‌های آبی می‌باشند و اهمیت بالایی در محیط آب شیرین هم براساس اکولوژی محض و هم در ارتباط با استفاده انسان از منابع طبیعی دارند. هدف از این پژوهش تعیین پراکنش، فراوانی و تنوع جامعه فیتوپلانکتون‌های دریاچه سد حنا واقع در استان اصفهان بود. نمونه‌برداری در اواسط هر فصل طی یکسال از ۶ ایستگاه معین انجام شد. دامنه فراوانی دیاتوم‌ها، کلروفیسه، دسمیدها، دینوفیسه و سیانوفیسه به ترتیب ۲۳۹۵-۴۰۵، ۷۸۶-۶۷۷۸، ۰-۱۴، ۰-۷۰ و ۰-۳۷ سلول در میلی لیتر در فصل بهار، ۳۸۷۹-۴۵۱۸، ۱۲۸۱-۱۹۸۷، ۰-۱۷۳، ۰-۱۵۷ و ۰-۸۵ سلول در میلی لیتر در تابستان، ۱۲۶۵-۴۹۸۰، ۰-۱۴، ۰-۵۱ و ۰-۳۷ سلول در میلی لیتر در پائیز، و ۰-۱۳۱، ۰-۵۱ و ۰-۱۱۶ سلول در میلی لیتر در زمستان برآورد شد. در بهار از دیاتوم‌ها *Cyclotella* و *Coccconeis* و از کلروفیسه *Tetraedron* و *Oocystis* و *Chlorella* و از دینوفیسه *Surirella* و *Cyclotella* غالب بود. در تابستان از دیاتوم‌ها *Surirella* و *Cyclotella* غالب بود. در پائیز از دیاتوم‌ها *Prorocentrum* و *Scenedesmus* و *Chlorella*، *Mougeotia* و *Ceratium* از دینوفیسه و *Closterium* از دسمیدها غالب بود. در زمستان از دیاتوم‌ها *Chroococcus* و *Ceratium* از دینوفیسه و *Surirella* از کلروفیسه غالب بود. در پائیز از دینوفیسه *Ceratium* و *Tolyphothrix* غالب بودند. شاخص‌های تنوع سیمپسون، شانون-وینر و مارگالف به ترتیب دامنه ۰/۷۲-۰/۴۰، ۱/۲۳-۰/۹۵ و ۰/۱۵۹ در بهار، ۰/۷۷-۰/۵۹ و ۰/۲۷۳ در تابستان، ۰/۷۱-۰/۱۳-۰/۲۸۰ و ۰/۱۹۷ در پائیز، ۰/۷۱-۰/۱۰ و ۰/۹۶ در زمستان داشت. بیشترین تنوع زیستی در بهار و تابستان به دست آمد. براساس خصوصیات کیفی آب، ترکیب و تنوع زیستی فیتوپلانکتون‌ها، این دریاچه را به عنوان یک دریاچه یوتروف می‌توان طبقه‌بندی نمود.

واژه‌های کلیدی: فیتوپلانکتون، پراکنش، فراوانی، تنوع، دریاچه سد حنا

۱. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: omfarhad@cc.iut.ac.ir

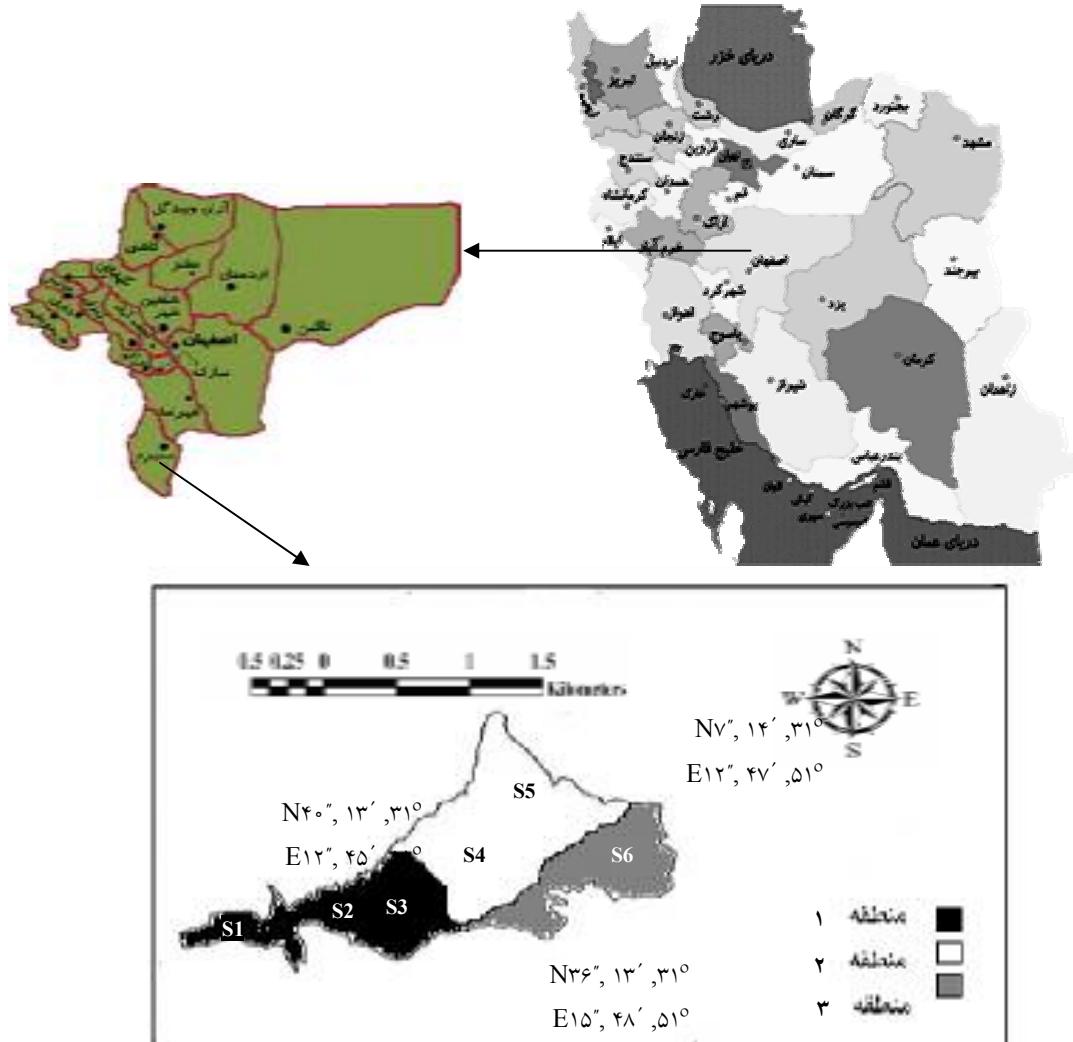
مقدمه

دریاچه‌ها در تعریف و طبقه‌بندی دریاچه به لحاظ سطح تروفی (trophic state) و تولید اولیه اهمیت دارند. به عبارت دیگر ترکیب گونه‌ای فیتوپلانکتون‌ها از طریق توالی فصلی (biodiversity)، تنوع زیستی (seasonal succession)، گونه‌های بیواندیکاتور (bioindicator species)، و شاخص‌های زیستی (bioindices) با سطح تروفی یک دریاچه مرتبط می‌شود(۱۰). با توجه به پیچیدگی حضور فیتوپلانکتون‌ها در هر محیط و روابط متفاوت این موجودات با گروه‌های زیستی دیگر، شناخت گروه‌های مختلف فیتوپلانکتونی بسیار اهمیت دارد.

مطالعات اکولوژیکی فیتوپلانکتون‌ها به صورت موردي در تالاب‌ها و دریاچه‌های ایران انجام شده است(۱، ۲، ۳، ۴ و ۶). با توجه به این که فیتوپلانکتون‌ها دارای گروه‌های مختلفی هستند که تأثیرات متنوعی بر تولید اولیه، ارتباطات تغذیه‌ای و رنگ و خصوصیات کافی آب دارند لذا دستیابی به یک الگوی مناسب و قابل تعیین برای مناطق دریاچه‌ای با اندک اطلاعات موجود دشوار است. لذا ضرورت مطالعه پایه‌ای در این خصوص همچنان در اولویت خواهد بود. در راستای مطالعات بیان شده مطالعه پراکنش، فراوانی و ترکیب گونه‌ای جامعه فیتوپلانکتون‌ها دریاچه سد حنا امری ضروری می‌باشد. این دریاچه از مهم‌ترین اکوسیستم‌های آبی در استان اصفهان است که در ۳۰ کیلومتری شهرستان سمیرم (۱۹۰ کیلومتری جنوب شرق اصفهان) و در عرض جغرافیایی ۵۱° و ۳۱° شمالي و طول جغرافیایي ۴۷° و ۴۸° شرقی واقع است (شکل ۱). این دریاچه مانند یک تالاب اهمیت اکولوژیکی برای پرندگان مهاجر، حیات وحش و موجودات آبزی به خصوص ماهیان دارد. از نظر فون ماهیان ۳ گونه ماهی بومی شامل کولی (*Alburnus* sp.), سیاه ماهی ریز (Aphanius *isfahanensis*) و آفانیوس (*Capoeta damascina*) و دو گونه ماهی کاراس طلایی (*Carassius auratus*) که توسط افراد بومی و ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (Oncorhynchus mykiss) که توسط شیلات به دریاچه معرفی شده‌اند (۵).

فیتوپلانکتون‌ها شامل بسیاری از سیانو باکتری‌ها و جلبک‌های تک سلولی بوده که دارای کلروفیل *a* هستند (۲۲). آنها پایه حیات و تولید در آب‌های شیرین و شور دریاچه‌ها و رودخانه‌ها می‌باشند و در طبیعت پراکندگی بسیار زیادی دارند. کمتر موجوداتی را می‌توان یافت که همانند فیتوپلانکتون‌ها قادر باشند در محیط‌ها و شرایط مختلف رشد کنند. فیتوپلانکتون‌ها براساس اصول اکولوژیکی و هم‌چنین در ارتباط با استفاده انسان از منابع طبیعی اهمیت بالایی دارند. امروزه زیست توده فیتوپلانکتونی به عنوان غذای دام و آبزیان پرورشی، کودهای زیستی، کاغذسازی، تکنولوژی‌های نوین محیط‌زیست و تصفیه خانه‌های آب به عنوان جاذبهای زیستی، و سوخت زیستی استفاده می‌شوند(۸ و ۱۹).

در بسیاری از مطالعات اکولوژیکی در خصوص فیتوپلانکتون‌ها، تنوعات زمانی و مکانی قابل ملاحظه است. بین فیتوپلانکتون‌ها و شرایط رشد و زندگی آنها در انتخاب یا تحمل فاکتورهای محیطی مشخص و معین تفاوت‌هایی وجود دارد. حضور و عدم حضور گونه‌ها، الگوهای پراکنش آنها، گوناگون بودن جامعه فیتوپلانکتون‌ها و اجتماعات آنها متأثر از فاکتورهای محیطی است که قابل اندازه‌گیری می‌باشد، اما فیتوپلانکتون‌ها همواره تحت تأثیر ارتباطات و آثار متقابل بین مشخصه‌های محیطی شناخته شده و معین با سایر پارامترهای غیرقابل اندازه‌گیری و غیرقابل انتظار قرار دارند. علاوه بر این، یک گونه ممکن است در پراکنش خود در شرایط اقلیمی، جغرافیایی و زیست شناختی بتواند عکس‌العملی داشته باشد که در گذشته آن را تجربه نموده است و تمایلی به شرایط ایجاد شده کنونی نداشته باشد. به طور کلی گونه‌های فیتوپلانکتونی برای نظارت بر جنبه‌های معینی از محیط زیست از جمله وقایع هیدرولوگرافیکی، یوتریفکاسیون، آسودگی، آمار و ارقام گرم شدن و مشکلات زیست‌محیطی به لحاظ تغییرات دراز مدت بسیار مفید هستند (۲۶). فیتوپلانکتون‌ها در سطح یا لایه اپسی لیمنیون



شکل ۱. نقشه دریاچه حنا و موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در مناطق ۱، ۲ و ۳ (S1، S2، S3، S4 و S5) و منطقه ۲، S6 منطقه ۳).

قرار گرفت اما مانند داریم که مدیریت و نظارت دراز مدت این دریاچه می‌تواند براساس ساختار جامعه فیتوپلانکتونی، کیفیت آب و بررسی روند تغییرات پی در پی انجام شود.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری

موقعیت جغرافیایی دریاچه سد حنا در شکل ۱ مشخص شده است. جهت بررسی اهداف مورد نظر در این تحقیق نمونه‌برداری به مدت یک سال از تابستان ۱۳۸۶ تا بهار ۱۳۸۷

با توجه به این که برنامه‌های نظارت بر آب‌های شیرین بهتر است براساس شناسایی گروه‌های مختلف تاکسونومیکی باشد تا هزینه‌های برنامه‌های نظارتی برای مدیریت این آب‌ها کاهش یابد. لذا بررسی پژوهش، فراوانی و تنوع فیتوپلانکتون‌ها دریاچه سد حنا در فصول مختلف سال اطلاعات کاربردی اکولوژیکی و بیولوژیکی را برای تعیین توان اکولوژیکی و نظارت و مدیریت آتی این دریاچه و دریاچه‌های مشابه فراهم خواهد نمود. اگر چه در این پژوهش بررسی تغییرات ساختاری جامعه فیتوپلانکتون‌ها و تعیین سطح تروفی دریاچه مورد بررسی

سد حنا انجام گرفت. پارامترهای فیزیکوشیمیابی آب شامل دما، pH، اکسیژن محلول و عمق رویت در محل هر منطقه با دماسنجهای جیوهای pH متر (دیجیتال Schottgerate)، مدل Paqualab ELE (مدل ۶۶۴۲۲۱، ساخت آلمان)، اکسیژن متر (مدل ۶۶۴۲۲۱، ساخت آلمان) و صفحه سکشی اندازه‌گیری شد. در این مقاله میانگین پارامترهای مورد نظر از سه عمق برای هر فصل گزارش شد. نمونه‌های آب از عمق‌های متفاوت و مناطق سه‌گانه به آزمایشگاه منتقل شد و به طور جداگانه نیترات و فسفات آنها اندازه‌گیری شد. نیترات به وسیله الکترود انتخابگر یونی (JEAN WAY 3310 Ion Selective Electrode) ساخت آلمان، فسفات محلول به روش رنگ‌سنگی با استفاده از اسپکتروفوتومتر (مدل JEAN WAY6400، ساخت آلمان) اندازه‌گیری شد (۱۴). میانگین نتایج نیترات و فسفات دریاچه در هر فصل در این مقاله گزارش شده است.

نمونه برداری، شناسایی و تعیین فراوانی فیتوپلانکتون ها نمونه برداری از فیتوپلانکتون ها با جمع آوری آب از عمق های بین ۱-۰ متر به میزان کافی پس از مخلوط نمودن آنها انجام شد. جهت تشییت فیتوپلانکتون ها به نمونه های آب محلول لوگول آبودین (۱۰ میلی لیتر به ازای هر ۲۰۰ میلی لیتر نمونه) اضافه شد و شناسایی جنس ها با استفاده از میکروسکوپ نوری و کلیدهای شناسایی (۱۰، ۱۳ و ۱۶) انجام گرفت. شمارش فیتوپلانکتون ها با استفاده از لام سدوفیک رافت و شمارش فرم های رشته ای فیتوپلانکتون ها براساس اندازه گیری طول رشته با استفاده از میکرومتر چشمی انجام شد (۱۰).

محاسبه شاخص‌های تنوع

در این مطالعه تنوع گونه‌ای در سه دسته اصلی شاخص غنای گونه‌ای (species richness) براساس شاخص مارگالف (Margalef index)، غالیت/یکنواختی گونه‌ای (species evenness/dominance) براساس شاخص سیمپسون (Simpson index) و ترکیب غنای و غالیت گونه‌ای براساس

در اواسط هر فصل از منطقه پلاژیک دریاچه سد حنا انجام گردید. در این مطالعه با توجه به تفاوت‌های فاحش در میانگین عمق دریاچه، ورودی آب به تالاب و تفاوت مرغولوژیکی در شکل تالاب و وسعت آن سه منطقه برای نمونه‌برداری در دریاچه سد در نظر گرفته شد (شکل ۱). منطقه ۱ (محل ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳) دارای متوسط عمق بین $۱۰\text{--}۲۰$ متر، بدون ورودی آب، بستر عمده سنگی و با دانه‌بندی درشت، منطقه ۲ (محل ایستگاه‌های ۴ و ۵) متوسط عمق بین $۵\text{--}۱۲$ متر، دارای ورودی آب (حدود ۵° درصد از ورودی آب تالاب)، بستر با دانه‌بندی متوسط و ماسه‌ای، دارای گیاهان آبزی شناور و غوطه‌ور، منطقه ۳ (محل ایستگاه ۶) متوسط عمق بین $۳\text{--}۱۰$ متر با بستر عمده رسی، دارای مواد آلی بسیار، دارای ورودی آب (حدود ۵° درصد از ورودی آب دریاچه)، دارای گیاهان آبزی غوطه‌ور و شناور در آب است. در هر شکل تفاوت بین مناطق در مقایسه به ایستگاه‌های درون مناطق بسیار قابل ملاحظه بود. مساحت دریاچه ۷۰۰ هکتار، ارتفاع از سطح دریا ۲۳۰ متر، میانگین سالانه عمق آب ۱۰ متر و متوسط بارندگی سالانه منطقه ۳۸۰ میلی‌متر می‌باشد. متوسط پایین‌ترین و بالاترین دمای هوا به ترتیب در بهمن ($۱/۱$ درجه سانتی‌گراد) و در مرداد ($۲۲/۹$ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. این منطقه دارای اقلیم سرد و کوهستانی است به طوری که سطح دریاچه در نیمی از فصل زمستان پوشیده از یخ می‌باشد. بخش‌های کم عمق دریاچه به‌وسیله گیاهان بن در آب از جنس‌های *Typha*, *Phragmites*, *Cyperus* و *Juncus* اشغال می‌شود در حالی که گیاهان غوطه‌ور از جنس‌های *Myriophyllum*, *Ceratophyllum*, *Potamogeton* و *Polygonum* از ارديبهشت تا مهر وجود دارند.

نمونه برداری آب و اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکوشیمیایی نمونه برداری از آب جهت تعیین مهم‌ترین پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب از ساعت ۹ تا ۱۲ صبح با استفاده از نمونه بردار آب Van Dorn از سطح (کمتر از ۲ متر)، میان (۳ تا ۵ متر) و عمق (۷ تا ۱۰ متر) در سه منطقه (شکل ۱) از دریاچه

جدول ۱. پارامترهای کیفی آب در فصول مختلف در دریاچه حنا (میانگین \pm خطای استاندارد). میانگین‌ها در هر ردیف که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند از نظر آماری در سطح 0.05% درصد با آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

زمستان	پاییز	تابستان	بهار	پارامتر
$5/34 \pm 0/24^d$	$11/33 \pm 0/46^c$	$20/65 \pm 0/47^a$	$14/79 \pm 0/39^b$	دماه آب ($^{\circ}\text{C}$)
$9/73 \pm 0/06^a$	$7/94 \pm 0/08^b$	$7/46 \pm 0/22^b$	$8/01 \pm 0/29^b$	اکسیژن محلول (mg/L)
$96/9 \pm 3/9^c$	$118/9 \pm 2/4^a$	$109/9 \pm 3/7^b$	$98/2 \pm 2/2^c$	عمق رویت سکشی (cm)
$8/22 \pm 0/01^a$	$8/14 \pm 0/02^b$	$8/24 \pm 0/03^a$	$8/07 \pm 0/02^c$	pH
$5/27 \pm 0/01^a$	$1/89 \pm 0/05^{bc}$	$2/26 \pm 0/08^b$	$1/18 \pm 0/07^c$	نیترات (mg/L)
$0/03 \pm 0/00^c$	$0/67 \pm 0/09^b$	$1/20 \pm 0/12^a$	$0/05 \pm 0/01^c$	فسفات (mg/L)

و $118/9$ سانتی‌متر در پاییز و $8/22$ و $96/9$ سانتی‌متر در زمستان بود. میانگین فصلی نیترات و فسفات محلول نیز به ترتیب $1/18$ و $0/05$ میلی‌گرم بر لیتر در بهار، $2/26$ و $1/20$ میلی‌گرم بر لیتر در تابستان، $1/89$ و $0/05$ میلی‌گرم بر لیتر در پاییز و $5/27$ و $0/03$ میلی‌گرم بر لیتر در زمستان به دست آمد (جدول ۱).

شاخص شانون-وینر (Shannon-Wiener index) مورد و محاسبه و بررسی قرار گرفت. شاخص‌های سیمپسون و شانون-وینر با استفاده از نرم‌افزار Ecological Methodology (۲۳، ۱۰) و شاخص مارگالف براساس تحقیقات مارگالف (۲۱) و (۲۶) محاسبه گردید.

ترکیب گونه‌ای و فراوانی فیتوپلانکتون‌ها
ترکیب گونه‌ای و فراوانی فیتوپلانکتون‌های در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده دریاچه سد حنا در فصول مختلف در جدول ۲ تا ۵ ارائه شده است. در فصل بهار جنس‌های فیتوپلانکتونی از دیاتوم‌ها (Chlorophyceae) و کلروفیسه (Bacillariophyceae) و دینوفیسه (Desmidaceae) تهای جنس *Ceratium* شناسایی گردید. دامنه جمعیت غالب را تشکیل داد در حالی که از دسمیدها فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در بهار در ایستگاه‌های مختلف برای دیاتوم‌ها $405-2395$ ، کلروفیسه $786-6778$ ، دسمیدها $0-14$ و دینوفیسه $0-70$ سلول در میلی‌لیتر به دست آمد (جدول ۲). در بهار دیاتوم‌های غالب جنس‌های *Cyclotella* و *Coccconeis* بود که دامنه فراوانی آنها به ترتیب $176-972$ و $Surirella$ $972-109$ و $82-521$ و $109-789$ سلول در میلی‌لیتر در ایستگاه‌های مختلف بود. به طور مشابه در کلروفیسه، جنس‌های *Tetraedron* و *Oocystis* غالب بود و دامنه فراوانی

داده‌های کیفی آب و شاخص‌های تنوع با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) مورد تجزیه آماری قرار گرفت، و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفت (۳۳). تمام آنالیزها در سطح معنی‌داری 0.05% با استفاده از نرم‌افزار (SPSS; version 11.5) انجام شد (۳۰).

نتایج

فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب
مشخصات فیزیکوشیمیایی آب دریاچه در جدول ۱ ارائه شده است. میانگین فصلی دماه آب و اکسیژن محلول به ترتیب $14/79^{\circ}\text{C}$ و $8/01$ میلی‌گرم بر لیتر در بهار، $20/65^{\circ}\text{C}$ و $7/94$ میلی‌گرم بر لیتر در تابستان، $11/83^{\circ}\text{C}$ و $0/67$ میلی‌گرم بر لیتر در پاییز و $5/34^{\circ}\text{C}$ و $9/73$ میلی‌گرم بر لیتر در زمستان بود. میانگین فصلی pH و عمق رویت صفحه سکشی به ترتیب $8/07$ و $98/2$ سانتی‌متر در بهار، $8/24$ و $109/9$ سانتی‌متر در تابستان،

جدول ۲. ترکیب گونه‌ای و میانگین (\pm خطای استاندارد) فراوانی (سلول در میلی لیتر) فیتوپلانکتون‌های دریاچه حنا در فصل بهار در ایستگاه‌های مختلف

ایستگاه‌های نمونه‌برداری							جنس	نام
۶	۵	۴	۳	۲	۱	۷		
۱۷/۳±۷۰/۴	۵/۴±۴/۴	۰	۰	۱۹/۳±۱۵/۸	۰	Navicula		
۲۰۹/۹±۷۸۸/۹	۵۶/۱±۲۳۲/۶	۱۴۶/۶±۴۱۴/۷	۱۸۹/۶±۲۷۷/۴	۶۶/۹±۱۸۹/۳	۴۴/۴±۱۰۹	Cocconeis		
۲۹/۹±۴۲/۳	۰	۰	۰	۰	۰	Amphora		
۰	۰	۱۲/۱±۳۹/۵	۰	۰	۰	Encyonema		
۱۵۸/۱±۹۷۲	۱۴/۲±۱۷۵/۵	۰±۴۷۴	۷۲/۸±۷۱۳/۴	۵۸±۵۵۰/۵	۲۲/۲±۲۱۲/۶	Cyclotella		
۲۲۸/۲±۵۲۱/۲	۳۳/۶±۱۸۴/۳	۵۵/۴±۳۵۵/۵	۷۲/۸±۲۳۷/۸	۶۹/۷±۳۱۵/۵	۳۸/۵±۸۲/۳	Surirella		
۶۴۳/۴±۲۳۹۶/۹	۱۰۹/۳±۰۹۶/۸	۲۱۴/۱±۱۲۸۳/۷	۳۳۵/۲±۱۲۸۷/۷	۲۱۳/۸±۱۰۴۱	۱۰۵±۴۰۴/۶	میانگین		
۵۱/۸±۱۲۶/۸	۱۴/۲±۲۱/۹	۶۴±۱۲۸/۴	۱۰۵/۸±۱۳۸/۷	۱۰۷/۶±۲۵۲/۴	۰±۲۰/۹	Scenedesmus		
۰	۰	۱۲/۱±۹/۹	۰	۰	۸/۴±۶/۹	Pediastrum		
۴۴۶/۳±۲۶۶۲/۶	۸۳/۸±۶۸۴/۶	۲۵۳/۴±۱۵۵۰/۳	۷۸۲/۳±۵۸۰۶/۴	۱۳۵/۲±۵۰۰۰/۱	۴۲±۲۲۹۷/۱	Chlorella		
۹۶/۱±۱۸۳/۱	۹۶/۱±۱۸۳/۱	۱۲/۱±۳۹/۵	۶۴/۲±۲۱۸	۸۸/۵±۹۴/۶	۱۶/۸±۱۳/۷	Tetraedron	کلروفیسه	
۱۷/۳±۲۸/۲	۰	۰	۴۸/۵±۳۹/۶	۰	۰	Mougeotia		
۵۱/۸±۲۹۵/۸	۲۱/۵±۷۴/۶	۳۶/۳±۱۴۸/۱	۲۳۹±۵۷۴/۷	۵۸±۲۳۶/۶	۱۰۳/۲±۳۰۱/۷	Oocystis		
۶۶۳/۱±۲۳۹۶/۵	۱۲۴/۹±۷۸۵/۶	۳۷۷/۸±۱۸۷۶/۱	/۹±۶۷۷۷/۵ ۱۲۳۹	۳۸۹/۳±۵۵۸۳/۸	۱۷۰/۴±۲۶۴۰	میانگین		
۰	۰	۰	۰	۰	۱۶/۸±۱۳/۷	Cosmarium	دسمیدها	
۰	۰	۰	۰	۰	۱۶/۸±۱۳/۷	میانگین		
۰±۷۰/۴	۰	۰	۰	۰	۰	Ceratium	سیانوفیسه	
۰±۷۰/۴	۰	۰	۰	۰	۰	میانگین		

۱۱۹ سلول در میلی لیتر، از کلروفیسه *Chlorella*، *Mougeotia* و *Scenedesmus* به ترتیب دامنه فراوانی ۱۰۵۳-۳۳۰۲، ۹۱-۱۰۳۷ و ۱۱۹-۳۷۱ سلول در میلی لیتر، از دسمیدها *Closterium* با فراوانی ۱۴۸-۰ سلول در میلی لیتر، از دینوفیسه *Prorocentrum* با فراوانی ۱۱۴-۰ سلول در میلی لیتر و از سیانوفیسه *Chroococcus* با فراوانی ۸۵-۰ سلول در میلی لیتر بود (جدول ۳).

نتایج ترکیب و فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در فصل پاییز در جدول ۴ ارائه شده است که در مقایسه با فصل تابستان تا

آنها به ترتیب ۷۵-۵۷۵ و ۱۴-۲۱۸ سلول در میلی لیتر بود (جدول ۲).

در فصل تابستان ترکیب گونه‌ای و فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در شرایط بسیار مناسب قرار داشت که در جدول ۳ ارائه شده است. در ایستگاه‌های نمونه‌برداری فراوانی دیاتوم‌ها، کلروفیسه، دسمیدها، دینوفیسه و سیانوفیسه (Cyanophyceae) به ترتیب ۱۳-۱۷۳، ۱۹۸۷-۴۵۱۸، ۱۲۸۱-۳۸۷۹ در میلی لیتر بود. جنس‌های غالب دیاتوم‌ها *Cyclotella* و *Surirella* بود که دامنه فراوانی آنها به ترتیب ۷۰۰-۲۵۳ و -۳۸۶-

جدول ۳. ترکیب گونه‌ای و میانگین (\pm خطای استاندارد) فراوانی (سالول در میلی لیتر) فیتوپلانکتون‌های دریاچه حنا در فصل تابستان در ایستگاه‌های مختلف

ردیف	جنس	ایستگاه‌های نموده برداری					
		۶	۵	۴	۳	۲	۱
	<i>Navicula</i>	۵۲/۳±۱۲۸/۱	۴۸/۰±۷۹/۳	۵۰±۱۶۹/۶	۰±۲۷/۳	۴۱/۲±۸۴/۴	۳۰/۲±۹۸/۷
	<i>Cocconeis</i>	۶۲/۸±۱۱۳/۸	۱۶/۲±۲۶/۴	۳۷/۸±۷۷/۱	۱۹/۳±۸۲/۰	۱۰/۳/۳±۲۶۹/۹	۴۵/۴±۷۴/۱
	<i>Amphora</i>	۴۶/۱±۵۶/۹	۱۶/۲±۱۳/۲	۰	۰±۲۷/۳	۲۰/۷±۸۴/۳	۴۵/۴±۷۴/۱
	<i>Coscinodiscus</i>	۳۴/۹±۱۱۳/۸	۱۶/۲±۲۶/۴	۱۸/۹±۱۵/۴	۰	۰	۰
	<i>Nitzschia</i>	۶۲/۸±۱۵۶/۰	۲۸±۷۹/۳	۵۰±۱۲۳/۴	۱۱/۲±۴۵/۶	۸۲/۶±۲۸۶/۷	۲۶/۲±۱۱۱/۱
	<i>Fragilaria</i>	۰	۰	۱۸/۹±۱۵/۴	۱۱/۲±۹/۱	۰	۱۵/۱±۱۲/۳
	<i>Encyonema</i>	۱۷/۴±۱۴/۲	۱۶/۲±۱۳/۲	۱۸/۹±۳۰/۸	۱۱/۲±۱۸/۲	۰±۵۰/۶	۰
	<i>Gomphonema</i>	۳۰/۲±۸۵/۴	۰±۳۹/۶	۱۸/۹±۶۱/۷	۰±۲۷/۳	۰±۵۰/۶	۱۵/۱±۲۴/۷
	<i>Asterionella</i>	۰	۰	۱۸/۹±۳۰/۸	۰	۰	۰
	<i>Cyclotella</i>	۸۷۰±۲۲۹۰/۸	۷۰/۰±۷۰۰/۱	۸۶/۰±۹۶۳/۹	۱۱۸/۱±۹۱۱/۴	۲۴۷/۹±۲۵۳۰/۰	۴۵۸/۸±۷۰۳/۵
	<i>Cymbella</i>	۵۲/۳±۴۲/۷	۱۶/۲±۱۳/۲	۰	۰	۴۱/۳±۶۷/۵	۱۵/۱±۲۴/۷
	<i>Synedra</i>	۱۷/۴±۱۴/۲	۱۶/۲±۱۳/۲	۰	۱۱/۲±۹/۱	۲۳/۳±۲۱۹/۳	۰±۳۷
	<i>Surirella</i>	۱۳۱/۶±۱۷۰/۷	۱۷۵±۲۷۷/۴	۲۶۲/۴±۳۸۵/۵	۷۳/۲±۱۱۸/۵	۱۰/۳/۳±۲۳۶/۱	۲۱۱/۶±۳۲۰/۹
	میانگین	۱۳۸۲/۸±۳۱۸۷/۲	۴۱۹/۱±۱۲۸۱/۳	۵۸۱/۱±۱۶۰۳/۸	۲۵۵/۳±۱۲۷۶/۰	۶۸۱/۷±۳۸۷۹/۳	۸۶۲/۹±۱۴۸۱/۱
	<i>Scenedesmus</i>	۱۶۸/۱±۳۴۱/۵	۶۴/۷±۱۷۱/۷	۵۰±۲۶۲/۲	۲۹/۰±۱۱۸/۵	۴۱/۳±۳۷۱/۱	۵۴/۰±۲۴۶/۹
	<i>Pediastrum</i>	۱۷/۴±۲۸/۵	۱۶/۲±۱۳/۲	۰	۰	۰±۵۰/۶	۱۵/۱±۱۲/۳
	<i>Chlorella</i>	۰۰/۰±۱۰۰۲/۹	۲۰۲۴±۳۳۰۲/۴	۲۸۵/۰±۲۸۸۳/۷	۲۴۱/۰±۱۷۴۹/۹	۲۰۶/۶±۲۲۰۹/۵	۱۹۱۵/۶±۳۱۲۲/۷
	<i>Coelastrum</i>	۰	۰	۱۸/۹±۱۵/۴	۰	۰	۰
	<i>Tetraedron</i>	۵۲/۳±۸۵/۴	۳۲/۴±۲۶/۴	۰	۱۱/۲±۹/۱	۰±۵۰/۶	۱۵/۱±۲۴/۷
	<i>Mougeotia</i>	۷۹/۹±۸۵۳/۷	۱۲۲/۱±۳۱۷	۱۰/۵/۲±۵۸۶	۷۸/۱±۹۱/۱	۶۲/۰±۴۰۴/۸	۱۳۶/۱±۱۰۳۶/۸
	<i>Oocystis</i>	۱۷/۴±۲۸/۵	۱۶/۲±۲۶/۴	۳۲/۷±۴۶/۳	۲۲/۳±۱۸/۲	۰±۵۰/۶	۶۹/۳±۷۴/۱
	میانگین	۸۴۰/۴±۲۳۹۰/۴	۲۲۷۵/۶±۳۸۵۷/۲	۴۹۲/۰±۳۷۹۳/۶	۳۸۲/۶±۱۹۸۶/۹	۳۰/۹/۹±۳۱۳۷/۲	۲۲۰۶/۶±۴۵۱۷/۵
	<i>Desmidium</i>	۰	۱۶/۲±۱۳/۲	۰	۰	۰±۵۰/۶	۱۵/۱±۱۲/۳
	<i>Cosmarium</i>	۱۷/۴±۱۴/۲	۰	۱۸/۹±۱۵/۴	۱۱/۲±۱۸/۲	۰	۱۵/۱±۱۲/۳
	<i>Closterium</i>	۰	۰	۱۷۰±۱۳۸/۸	۸۹/۳±۷۲/۹	۰	۱۸۱/۴±۱۴۸/۱
	میانگین	۱۷/۴±۱۴/۲	۱۶/۲±۱۳/۲	۱۸۸/۹±۱۵۴/۲	۱۰۰/۰±۹۱/۱	۰±۵۰/۶	۲۱۱/۶±۱۷۲/۸
	<i>Ceratium</i>	۰±۴۲/۷	۱۶/۲±۲۶/۴	۰	۱۱/۲±۹/۱	۰	۰
	<i>Prorocentrum</i>	۷۶±۱۱۳/۸	۰	۰	۰	۰	۱۵/۱±۱۲/۳
	میانگین	۷۶±۱۵۶/۵	۱۶/۲±۲۶/۴	۰	۱۱/۲±۹/۱	۰	۱۵/۱±۱۲/۳
	<i>Agmenellum</i>	۰	۱۶/۲±۱۳/۲	۰	۰	۰	۰
	<i>Aphanizomenon</i>	۰	۱۶/۲±۱۳/۲	۰	۱۱/۲±۹/۱	۰	۰
	<i>Anabaena</i>	۰	۱۶/۲±۲۶/۴	۱۸/۹±۳۰/۸	۱۱/۲±۹/۱	۰	۱۵/۱±۲۴/۷
	<i>Chroococcus</i>	۷۹/۹±۸۵/۴	۱۶/۲±۱۳/۲	۰	۰	۰±۳۷	۰
	<i>Tolyphothrix</i>	۰	۰	۰	۰	۱۵/۱±۱۲/۳	۰
	میانگین	۷۹/۹±۸۵/۴	۶۴/۷±۶۹	۱۸/۹±۳۰/۸	۲۲/۳±۱۸/۲	۰	۳۰/۲±۷۴/۱

جدول ۴. ترکیب گونه‌ای و میانگین (\pm خطای استاندارد) فراوانی (سلول در میلی لیتر) فیتوپلانکتون‌های دریاچه حنا
در فصل پاییز در ایستگاه‌های مختلف

ایستگاه‌های نمونه برداری							جنس	نوع
۶	۵	۴	۳	۲	۱			
۳۴/۹±۷۱/۱	۴۲/۸±۹۲/۵	۶۸/۱±۷۷/۱	۰	۲۰/۷±۳۳/۷	۱۵/۱±۱۲/۳		<i>Navicula</i>	
۳۴/۹±۲۸/۵	۰	۰	۱۱/۲±۱۸/۲	۰	۰		<i>Cocconeis</i>	
۱۷/۴±۱۴/۲	۰	۵۶/۷±۴۶/۳	۰	۴۱/۳±۳۳/۷	۰		<i>Amphora</i>	
۱۷/۴±۱۴/۲	۰	۰	۱۱/۲±۹/۱	۴۱/۳±۳۳/۷	۰		<i>Coscinodiscus</i>	
۳۰/۲±۴۲/۷	۱۶/۲±۲۶/۴	۰±۹۲/۵	۰	۰	۱۵/۱±۱۲/۳		<i>Nitzschia</i>	
۰	۰	۱۸/۹±۳۰/۸	۰	۰	۰		<i>Fragilaria</i>	
۰	۲۸±۷۹/۳	۳۷/۸±۶۱/۷	۱۱/۲±۱۰۰/۳	۰	۰		<i>Encyonema</i>	
۰	۰	۰	۱۱/۲±۱۸/۲	۲۰/۷±۱۶/۹	۰		<i>Gomphonema</i>	
۰	۰	۰	۰	۲۰/۷±۱۶/۹	۰		<i>Asterionella</i>	
۷۶±۵۶۹/۱	۱۳۸/۲±۷۶۶/۲	۱۰۵/۲±۷۲۴/۸	۵۵/۸±۰۹۲/۴	۱۲۹±۹۶۱/۴	۳۰/۲±۴۵۶/۷		<i>Cyclotella</i>	
۰	۳۲/۴±۲۶/۴	۳۷/۸±۳۰/۸	۰	۲۰/۷±۱۶/۹	۰		<i>Cymbella</i>	
۴۶/۱±۱۱۳/۸	۹۸/۴±۲۱۱/۴	۸۲/۳±۲۰۰/۵	۹۷/۳±۱۲۷/۶	۱۴۴/۶±۱۱۸/۱	۱۳۶/۱±۱۱۱/۱		<i>Surirella</i>	
۲۵۶/۸±۸۵۳/۷	۳۵۶±۱۲۰۲/۱	۴۰۶/۷±۱۲۶۴/۵	۱۹۷/۸±۸۶۵/۹	۴۳۸/۹±۱۲۳۱/۳	۱۹۶/۵±۵۹۲/۵		میانگین	
۴۶/۱±۱۱۳/۸	۱۰۱±۱۱۸/۹	۱۸/۹±۱۰۷/۹	۱۱/۲±۹۱/۱	۵۴/۷±۱۶۸/۷	۹۴/۴±۱۴۸/۱		<i>Scenedesmus</i>	
۰	۱۶/۲±۱۳/۲	۱۸/۹±۱۵/۴	۰	۰	۰		<i>Pediastrum</i>	
۱۳۳۴/۹±۲۶۴۶/۵	۳۵۰±۴۲۰۰/۶	۱۱۳/۳±۱۰۷۲/۹	۶۷/۹±۱۸۱۳/۷	۱۰۴۹/۷±۲۵۳۰	۲۷۲/۱±۱۱۱۰/۹		<i>Chlorella</i>	
۰	۰	۰	۱۱/۲±۹/۱	۰	۰		<i>Coelastrum</i>	
۱۷/۴±۲۸/۵	۰	۱۸/۹±۷۷/۱	۰	۲۰/۷±۳۳/۷	۱۲۰/۹±۹۸/۷		<i>Tetraedron</i>	
۱۲۵/۷±۶۶۸/۷	۷۰/۵±۶۲۰/۸	۱۲۳/۸±۳۰۸/۴	۴۸/۷±۲۲۷/۹	۵۴/۷±۵۹۰/۳	۱۸۹/۴±۵۲۰/۷		<i>Mougeotia</i>	
۱۵۹/۷±۱۷۰/۷	۱۶/۲±۲۶/۴	۱۸/۹±۱۵/۴	۰	۲۰/۷±۳۳/۷	۲۶/۲±۳۷		<i>Oocystis</i>	
۱۶۸۳/۸±۳۶۲۸/۳	۵۵۳/۹±۴۹۸۰	۳۱۲/۷±۲۰۹۷/۲	۱۳۸/۹±۲۱۴۱/۹	۱۷۰۰/۳±۳۳۵۶/۵	۷۳۰±۱۹۲۵/۵		میانگین	
۰	۰	۰	۱۱/۲±۹/۱	۰	۰		<i>Cosmarium</i>	
۱۷/۴±۱۴/۲	۰	۰	۰	۰	۰		<i>Staurastrum</i>	
۱۷/۴±۱۴/۲	۰	۰	۱۱/۲±۹/۱	۰	۰		میانگین	
۰	۰	۰	۰	۴۱/۳±۳۳/۷	۰		<i>Ceratium</i>	
۰	۰	۰	۱۱/۲±۹/۱	۲۰/۷±۱۶/۹	۰		<i>Pyrodinium</i>	
۰	۰	۰	۱۱/۲±۹/۱	۶۲±۵۰/۶	۰		میانگین	
۰	۰	۰	۱۱/۲±۹/۱	۰	۰		<i>Aphanizomenon</i>	
۰	۰	۰	۱۹/۳±۲۷/۳	۰	۰		<i>Chroococcus</i>	
۰	۰	۰	۳۰/۵±۳۶/۵	۰	۰		میانگین	

جدول ۵. ترکیب گونه‌ای و میانگین (\pm خطای استاندارد) فراوانی (سollo در میلی لیتر) فیتوپلانکتون‌های دریاچه حنا
در فصل زمستان در ایستگاه‌های مختلف

ایستگاه‌های نمونه‌برداری							جنس	نام
۶	۵	۴	۳	۲	۱			
۰	۳۰/۶±۲۵	۰	۲۱۵/۲±۲۶۳/۶	۰	۰	۰	Cocconeis	
۰	۰±۳۷/۵	۰	۰	۰	۷۴/۴±۶۲/۴	۰	Amphora	
۰	۰	۰	۰	۲۹/۵±۲۴/۱	۰	۰	Nitzschia	دی‌نیزشی
۰	۳۰/۶±۲۵	۰	۰	۰	۰	۰	Gomphonema	گومفونما
۰	۰	۰	۰	۲۹/۵±۲۴/۱	۰	۰	Cyclotella	سیکلوتلا
۰	۱۵/۳±۱۲/۵	۰	۰	۰	۰	۰	Cymbella	
۰	۷۶/۵±۱۰۰	۰	۲۱۵/۲±۲۶۳/۶	۵۹±۴۸/۲	۷۴/۴±۶۲/۴	۰	میانگین	
۶۲±۵۰/۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	Scenedesmus	
۶۲±۳۵۴/۳	۱۵/۳±۸۷/۵	۱۶/۱±۱۵۰	۹۴/۹±۳۸۰/۷	۰±۱۴۴/۶	۲۶۷/۵±۵۳۰/۵	۰	Chlorella	کلورئلا
۰	۷۰/۱±۴۱۲/۴	۸±۶/۶	۰	۳۲۴/۸±۲۶۵/۲	۱۱۴/۷±۹۳/۶	۰	Tetraedron	تترایدرون
۱۲۴±۴۰۴/۹	۸۵/۴±۴۹۹/۹	۲۴/۱±۱۱۵/۵	۹۴/۹±۳۸۰/۷	۳۲۴/۸±۴۰۹/۸	۳۸۲/۲±۶۲۴/۲	۰	میانگین	
۰	۱۵/۳±۱۲/۵	۰	۰	۰	۰	۰	Ceratium	سراتیوم
۰	۱۵/۳±۱۲/۵	۰	۰	۰	۰	۰	میانگین	
۰	۰	۸±۴۵/۹	۰	۰	۰	۰	Anabaena	آنابئنا
۰	۰	۱۶/۱±۸۵/۳	۰	۰	۰	۰	Tolyphothrix	تلوفوثریکس
۰	۰	۲۴/۱±۱۳۱/۲	۰	۰	۰	۰	میانگین	

سیانوفیسیه به ترتیب ۵۱-۰، ۱۱۶-۶۲۴، ۴۸-۲۶۴، ۱۱۳، ۰-۱۳۱ سollo در میلی لیتر به دست آمد. دیاتوم‌های جنس *Cocconeis* و *Chlorella* به ترتیب با فراوانی ۲۶۴ و ۵۳۱ سollo در میلی لیتر، کلروفیسیه شامل *Tetraedron* و *Amphora* به ترتیب ۴۱۲ و ۸۷ سollo در میلی لیتر، دینوفیسیه شامل *Ceratium* و *Cyclotella* به ترتیب ۱۳۱ و ۱۲۶ سollo در میلی لیتر، از دینوفیسیه *Anabaena* به ترتیب ۴۵۷ و ۱۱۱-۲۱۱ سollo در میلی لیتر، کلروفیسیه شامل *Mougeotia* و *Surirella* به ترتیب ۹۶۱ و ۴۵۷ سollo در میلی لیتر، از سیانوفیسیه جنس *Tolyphothrix* با دامنه فراوانی ۸۵-۰ سollo در میلی لیتر، از سیانوفیسیه جنس *Ceratium* فراوانی ۰-۳۴ سollo در میلی لیتر، از دینوفیسیه جنس *Chroococcus* دامنه فراوانی ۰-۲۷ سollo در میلی لیتر در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری غالب بودند (جدول ۵).

حدودی محدودتر شده است. دامنه فراوانی دیاتوم‌ها، کلروفیسیه، دسمیدها، دینوفیسیه و سیانوفیسیه به ترتیب ۵۹۳-۱۲۶۵، ۰-۳۷ و ۰-۵۱، ۱۹۲۶-۴۹۸۰، ۰-۱۴، ۰-۱۳۱ سollo در میلی لیتر در ایستگاه‌های مختلف به دست آمد. فیتوپلانکتون‌های غالب از گروه دیاتوم شامل *Chlorella* و *Surirella* به ترتیب با فراوانی ۰-۴۵۷ و ۰-۹۶۱ سollo در میلی لیتر، کلروفیسیه شامل *Mougeotia* و *Tolyphothrix* به ترتیب ۰-۲۲۸-۶۶۹ و ۰-۱۱۱-۴۲۰۱ سollo در میلی لیتر، از دینوفیسیه جنس *Ceratium* فراوانی ۰-۳۴ سollo در میلی لیتر و از سیانوفیسیه جنس *Chroococcus* دامنه فراوانی ۰-۲۷ سollo در میلی لیتر در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری را داشت.

شاخص‌های تنوع شاخص‌های تنوع فیتوپلانکتون‌ها در فصول مختلف و

در زمستان فراوانی دیاتوم‌ها، کلروفیسیه، دینوفیسیه و

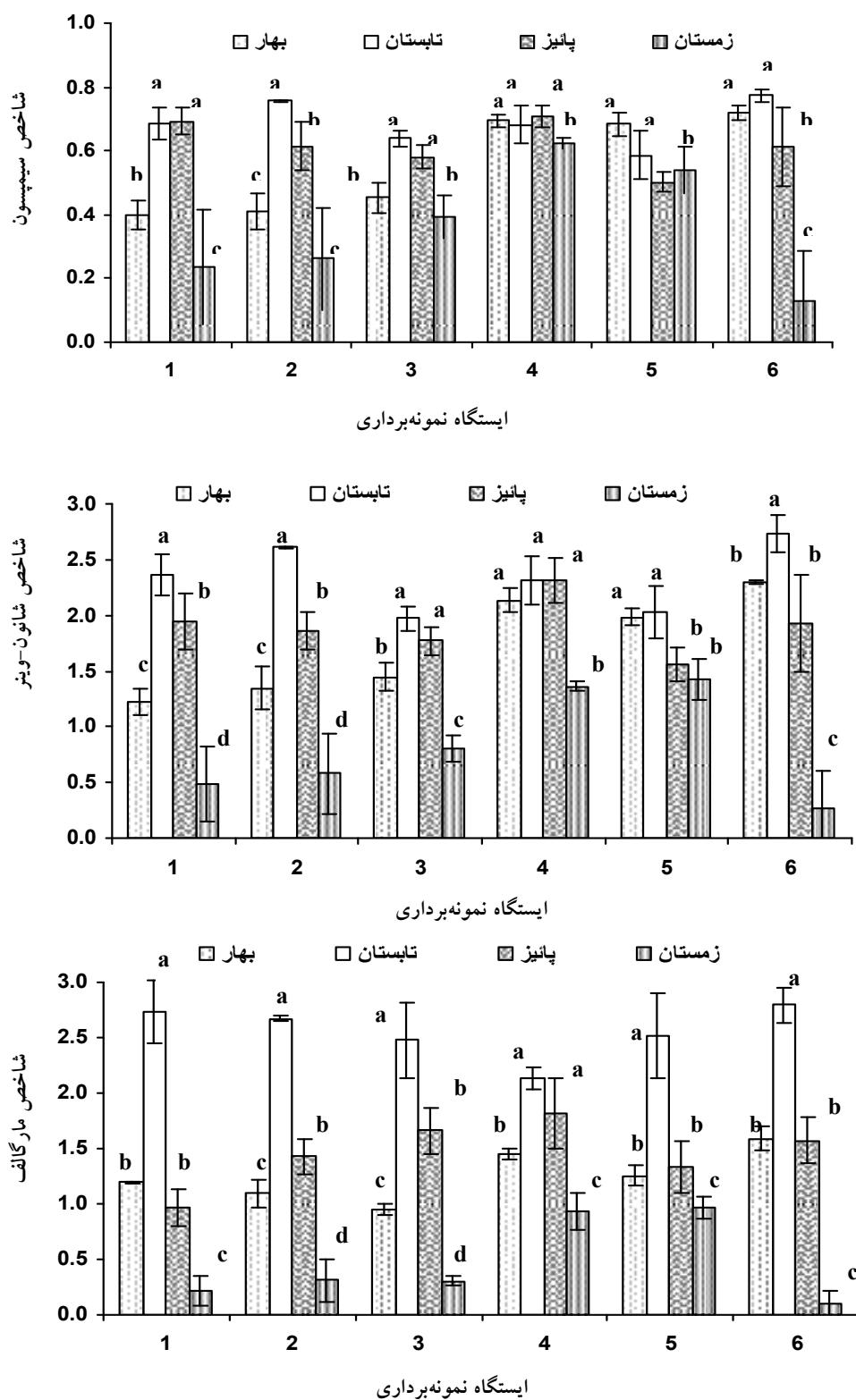
می‌توان به میزان سیلتی شدن آب و ذرات دتریتوس موجود در آب نسبت داد(۵). بنابراین دمای آب و نور فاکتورهای بسیار مهمی هستند زیرا بر میزان تولید اولیه فیتوپلانکتونی و اکسیژن محلول در دریاچه‌ها تأثیر می‌گذارد (۶ و ۷). pH آب دریاچه‌ها در تمام فصول بالاتر از ۷ بوده که علت آن را می‌توان به خاک‌های قلیایی دارای کربنات و بی‌کربنات‌های کلسیم و یا سایر فلزات قلیایی خاکی مشتق شده از حوضه آبریز نسبت داد (۸) که خود در تولید اولیه فیتوپلانکتونی و ارزیابی آن نقش مهمی دارد (۹). غلظت فسفر در دریاچه‌ها در فصول مختلف دامنه‌ای از ۰/۰۳ در زمستان تا ۱/۲ میلی‌گرم در لیتر در تابستان داشت که براساس طبقه‌بندی اویر و همکاران (۱۰) این دریاچه وضعیت یوتروف دارد زیرا میزان فسفر در آب دریاچه‌ها در کلیه فصول بالاتر از ۸ میکروگرم در لیتر می‌باشد (جدول ۱). عدم جابجا شدن آب و طولانی بودن تعویض آب در دریاچه‌ها (۱۱) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب تأثیر می‌گذارد. میزان فسفر محلول در آب‌های طبیعی به‌طور فصلی متغیر است و میزان آن از ۵ تا ۳۰ میکروگرم در لیتر می‌باشد (۱۲). گیبسون بیان کرد که در مناطق معتمله چنانچه میزان فسفر به کمتر از ۸۰ تا ۱۵۰ میکروگرم در لیتر بر سر تولید فیتوپلانکتون‌ها کاهش می‌یابد (۱۳). از سوی دیگر، بسته به موقعیت‌های اکولوژیکی فیتوپلانکتون‌ها نسبت بهینه فسفر: نیتروژن (N:P) بسیار متفاوت است (۱۴ و ۱۵). غالباً فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه‌ها در فصول مختلف عمدتاً از دیاتوم‌ها و کلروفیسے بود اگرچه سیانوفیسے در فراوانی بسیار پایین وجود داشت. نسبت P:N در بسیاری از دیاتوم‌ها ۱۰:۱، کلروفیسے ۱:۳۰، دینوفیسے ۱۲:۱ و سیانوفیسے بین ۱:۴۲ تا ۱:۱۲۵ می‌باشد (۱۶ و ۱۷).

علی‌رغم تفاوت‌ها، به‌طور کلی دیاتوم‌ها، کلروفیسے، دسیدها، دینوفیسے و سیانوفیسے در دریاچه سد حنا وجود دارد. دیاتوم‌ها از مهم‌ترین فیتوپلانکتون‌های محیط‌های دریاچه‌ای در مناطق معتمله هستند که بخش عمده‌ای از تولید اولیه را در آب‌ها سبب می‌شوند (۱۸). در دریاچه‌ها دیاتوم‌ها در فصل

ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده دریاچه‌ها در شکل ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که در فصل بهار شاخص‌های سیمپسون و شانون-وینر به ترتیب دامنه ۰/۷۲ - ۰/۴۰ و ۲/۲۹ - ۱/۲۳ به دست آمد که بیشترین در ایستگاه ۶ و کمترین آن در ایستگاه ۲ و ۳ بود. در فصل تابستان شاخص‌های سیمپسون و شانون-وینر به ترتیب دامنه ۰/۵۹ - ۰/۷۷ و ۱/۹۷ - ۲/۷۳ به دست آمد که بیشترین در ایستگاه ۶ و کمترین آن در ایستگاه ۵ (براساس سیمپسون) و ایستگاه ۳ (براساس شانون-وینر) بود. شاخص مارگالف در این فصل دامنه آن ۲/۱۳ - ۲/۸۰ بود که بیشترین و کمترین آن به ترتیب در ایستگاه ۶ و ۴ بود. در فصل پاییز شاخص‌های سیمپسون و شانون-وینر به ترتیب دامنه ۰/۷۱ - ۰/۵۰ و ۱/۵۶ - ۲/۳۱ به دست آمد که بیشترین و کمترین آن به ترتیب در ایستگاه ۴ و ۵ بود. شاخص مارگالف نیز دامنه آن ۱/۸۲ - ۱/۹۶ به دست آمد که بیشترین و کمترین آن به ترتیب در ایستگاه ۴ و ۱ بود. در فصل زمستان شاخص‌های سیمپسون و شانون-وینر به ترتیب دامنه ۰/۶۳ - ۰/۱۳ و ۱/۴۲ - ۰/۲۷ به دست آمد که بیشترین در ایستگاه ۴ (براساس سیمپسون) و ایستگاه ۵ (براساس شانون-وینر) و کمترین در ایستگاه ۶ بود. شاخص مارگالف نیز دامنه آن ۰/۱۰ - ۰/۹۷ بود که بیشترین و کمترین آن به ترتیب در ایستگاه ۵ و ۶ بود.

بحث

آب دریاچه‌ها در تمام فصول نمونه‌برداری شرایط اکسیژنی مطلوب (۷/۴۶ - ۹/۷۳ میلی‌گرم در لیتر) را نشان داد که افزایش معنی‌دار آن در زمستان عمدتاً به دمای پایین آب مربوط است. تفاوت در دمای آب و اکسیژن محلول را می‌توان به میزان ورودی آب و تغییرات در سطح و حجم آبی دریاچه، جمعیت فیتوپلانکتون‌ها و میزان تجزیه‌های باکتریایی دریاچه نسبت داد. میانگین دامنه عمق رویت صفحه سکشی ۱۱۸/۹ - ۹۶/۹ سانتی‌متر بود که کاهش نفوذ نور و شفافیت آب در زمستان را



شکل ۲. شاخص‌های تنوع سیمپسون، شانون-وینر، و مارگالف فیتوپلانکتون‌های دریاچه سد حنا در ایستگاه‌های نمونه‌برداری و فصول مختلف. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ایستگاه از نظر آماری با آزمون دانکن باهم اختلاف معنی‌دار ندارند ($P>0.05$).

گیاهان آبزی، تغییر در آب و هوا، هیدرولوژی آب و عمق آب مؤثر باشد (۲۷).

بیشترین تنوع زیستی فیتوپلانکتون‌ها در این تحقیق در فصول بهار و تابستان در ایستگاه ۶ بود. از جمله دلایل احتمالی افزایش تنوع می‌توان به مناسب بودن دمای آب، استفاده لارو ماہیان از زئوپلانکتون‌ها و کاهش نسبی فشار چرای زئوپلانکتونی، و ورود موادمعدنی و مغذی از ورودی آب دریاچه در محل ایستگاه‌های ۶ نسبت داد (۱۰، ۸، ۳، ۱۳، ۱۶، ۲۶ و ۳۱). در ایستگاه ۶ عمق دریاچه اندک، آب آرام و بدون تلاطم و دارای پوششی از گیاهان آبزی غوطه‌ور و شناور در آب می‌باشد. در آب‌های دریاچه‌ای با عمق کمتر از ۱۰ متر کاهش عمق مخلوط شدن آب موجب کاهش فراوانی فیتوپلانکتونی می‌گردد. از سوی دیگر، اهمیت زئوپلانکتون‌ها در کترول ترکیب، فراوانی و زی توده فیتوپلانکتونی در دریاچه‌های و منابع آبی کاملاً مشخص می‌باشد زیرا چرای زئوپلانکتون‌ها از فیتوپلانکتون‌ها باعث کاهش زی توده فیتوپلانکتون‌ها می‌شود حتی اگر غلظت فسفر و نیتروژن محلول هم بالا باشد (۱۱ و ۳۱). بنابراین، تنوع فیتوپلانکتون‌ها در بهار و تابستان در مقایسه با پائیز و زمستان بیشتر بود. از سوی دیگر گمان می‌رود که وجود بستر مناسب ماسه‌ای و شنی تا حدودی موجب افزایش سیلیسیم آب و سایر ترکیبات مفید از بستر می‌شود که در ایستگاه‌های با عمق بالاتر امکان کمتری وجود دارد (۱۰). مقایسه ایستگاه‌ها به لحاظ تنوع در فصول پائیز و زمستان نشان داد که بیشترین تنوع در ایستگاه ۴ و ۵ دریاچه زمستان نشان داد که بیشترین تنوع در ایستگاه ۶ و ۵ دریاچه است. مهم‌ترین دلیل کم بودن تنوع در این فصول در مقایسه با فصول دیگر را می‌توان به محدودیت دمایی آب در این فصول نسبت داد که مناسب رشد و کلونی شدن در بسیاری از گونه‌های فیتوپلانکتونی نیست (۱۰ و ۲۲ و ۲۷). در فصل زمستان کوتاه شدن طول روز و تغییر زاویه نور خورشید در عرض‌های جغرافیایی متوسط و بالا می‌تواند از عوامل بازدارنده رشد جلبک‌ها و تولید خالص آنها باشد، به‌طوری‌که شرایط برای رشد جنس‌های غالب نامساعد شده و تراکم آنها کم می‌شود و

تابستان و پائیز شرایط مناسبی به لحاظ ترکیب و فراوانی گونه‌ای در مقایسه با بهار و زمستان داشتند. علت را می‌توان به شرایط فیزیکو‌شیمیایی مناسب آب به‌خصوص به لحاظ نسبت فسفر به نیتروژن نسبت داد. از سوی دیگر، وجود دیاتوم‌های مفید در این دریاچه دلالت بر خصوصیات مناسب کیفی آب در فصل تابستان دارد.

در دریاچه سد حنا دیاتوم‌ها ازدو جنس *Cyclotella* و *Surirella* در تمام فصول با استثنای زمستان مهم‌ترین و فراوان‌ترین بودند. علت را می‌توان به خصوصیات کیفی آب، به‌خصوص دمای آب نسبت داد که در زمستان برای رشد و تکثیر بسیاری از فیتوپلانکتون‌ها مناسب نیست و فراوانی کاهش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد (۲۷ و ۲۲، ۱۰). از سوی دیگر، کاهش میزان فراوانی و تا حدودی ترکیب گونه‌ای دیاتوم‌ها در بهار می‌تواند حاصل مصرف و چرا شدن توسط زئوپلانکتون‌ها و حتی لارو ماہیان فیتوپلانکتون خوار باشد (۱۱).

فیتوپلانکتون‌های کلروفیسیه در بهار، تابستان و پائیز ترکیب گونه‌ای تقریباً مساوی داشت. علت را می‌توان به کیفیت آب دریاچه و شرایط بردباری کلروفیسیه نسبت داد (۱۰، ۱۶ و ۳۱). به‌طورکلی بسیاری از جلبک‌های کلروفیسیه دارای دیواره سلولی سلولزی هستند که تا حدود بسیاری قابلیت چرا و مصرف شدن آنها را در مقایسه با سایر گونه‌های فاقد دیواره سلولزی از قبیل دیاتوم‌ها محدود می‌نماید (۱۰). از سوی دیگر افزایش فراوانی کلروفیسیه در بهار را می‌توان به مصرف نشدن و تکثیر و تولید مثل گونه‌های از این جلبک‌ها که بسیار ریز هستند (از جمله *Chlorella*) نسبت داد. از دسته دسمیدها، مهم‌ترین جنس این دریاچه *Cosmarium* است که با سرد شدن آب (دمای ۵/۳ درجه سانتی‌گراد در زمستان) در دریاچه دیده نشد (۱۰). از گروه دینوفیسیه گونه‌هایی از جنس *Ceratium* در تمام طول سال در دریاچه وجود دارد اگرچه پراکنش آنها در طی هر فصل محدود به ایستگاه خاصی از دریاچه گردید. ما گمان می‌کنیم که در بروز چنین شرایطی دما، میزان نفوذ نور، غلظت مواد مغذی، تراکم چراکتندگان (زئوپلانکتون‌ها)، روابط آنتاگونیستی با

دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان و مسئولان سازمان آب استان برای در اختیار قرار دادن تأسیسات سد حنا در حین اجرای کار تشكیر و قدردانی می‌نمایم.

جنس‌های مغلوب هم می‌توانند تا اندازه‌ای خود را نشان دهند. به‌طورکلی همه فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و زیستی بر ترکیب گونه‌ای و زی توده فیتوپلانکتون‌ها تأثیر گذاشته و مقدار و تنوع آنها را تغییر می‌دهد.

سپاسگزاری

از حمایت‌های مالی اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان اصفهان در قالب طرح ۷۶-۳۲۴، معاونت پژوهشی و فناوری

منابع مورد استفاده

۱. احمدی، م. ر. ۱۳۶۶. بررسی فیتوپلانکتون‌های دریاچه هامون و آب‌های حاشیه آن. مجله منابع طبیعی ایران ۴۱: ۴۱-۲۶.
۲. سبک آرا، ج. و. م. مکارمی. ۱۳۸۳. پژوهش و فراوانی پلانکتون‌ها و نقش آنها در تالاب انزلی طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۹. مجله علمی شیلات ایران ۱۳(۳): ۸۷-۱۱۲.
۳. غلامی، ع. ح. اجتهادی و ف. قاسم زاده. ۱۳۸۴. بررسی تنوع گونه‌ای و اکولوژیک فیتوپلانکتون‌های دریاچه بزنگان. مجله علمی شیلات ایران ۲: ۴۶-۲۹.
۴. فلاحتی، م. ۱۳۷۸. گزارش پلانکتونی پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی تالاب انزلی. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان، ۱۲۱ ص.
۵. محبوبی صوفیانی، ن. ۱۳۸۸. گزارش مطالعات بوم‌شناسی مناطق کوهستانی و تالابی شکار ممنوع حنا با تأکید امکان ارتقای منطقه حفاظت شده و ثبت در کنوانسیون رامسر. در دست چاپ.
۶. محمدجانی، ط. وع. حیدری. ۱۳۷۱. شناسایی فیتوپلانکتون‌های دریای خزر و پژوهش آنها. سازمان تحقیقات و آموزش شیلات ایران، مرکز تحقیقات گیلان، ۸۵ ص.
7. Auer, M. T., M. S. Kieser and R. P. Canale. 1986. Identification of criteria nutrient levels through field verification of models for phosphorus and phytoplankton growth. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 43: 379-388.
8. Barsanti, L. and P. Gualtieri. 2006. Algae: Anatomy, Biochemistry and Biotechnology. CRC Press, Taylor and Francis Group, 320 pp.
9. Battelle Columbus Laboratories. 1971. Water quality criteria data books. Volume 3. Effects of Chemicals on Aquatic Life – Selected. *Data from the Literature Through 1968*, for the U.S. Environmental Protection Agency, Project No. 18050, Battelle, Columbus, OH, 530 pp.
10. Bellinger, E.G. and D. C. Sigee. 2010. Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators. John Wiley & Sons Ltd., 271 pp.
11. Benndorf, J., D. Uhlmann and K. Putz. 1981. Strategies for water quality management in reservoirs in the German Democratic Republic. *WHO Water Quality Bulletin* 6: 68-73.
12. Boyd, C. E. 1979. Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Auburn University, Craftmaster Printers, Opelika, Alabama, 359 pp.
13. Chaghtai, F. and S. M. Salfullai. 1988. An Illustrated Account of Species *Ceratium*, University of Karachi, Pakistan, 50 pp.
14. Clesceri, I., A. E. Greenberg and M. A. Franson. 1998. Standard Methods for the Examination Water and Wastewater, American Public Health Association, Maryland, USA, 1368 pp.

15. Cox, J. E. 1996. Identification of Freshwater of Diatom from Live Material. Chapman and Hall, London.
16. Davis, C. C. 1955. The marine and Fresh-Water Plankton. Michigan State University Press, 562 pp.
17. Day, J. W., C. A. S. Hall, W. M. Kemp and A. Yanez-Arancibia. 1989. Estuarine Ecology. A. Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons Ltd., New York, 558 pp.
18. Demirbas, A. and M. F. Demirbas. 2010. Algae Energy: Algae as a New Source of Biodiesel. Springer Pub., 199 pp.
19. Demirbas, A. 2006. Biogas potential of manure and straw mixtures. *Energy Source A* 28:71–78.
20. Gibson, C. E. 1997. The dynamics of phosphorus in freshwater and marine environments. PP. 119-135, In: Tunney, H., O. T. Carton, P. C. Brookes, A. E. Johnston (Ed.), Phosphorus Loss from Soil to Water. Cab Intl., Harpenden UK., 467 pp.
21. Krebs, C. J. 2001. Programs for Ecological Methodology. 2nd ed., Benjamin Cummings, 624 pp.
22. Lee, R. E.(ed.). 1989. Phycology. 2nd ed., Cambridge University Press, 645 pp.
23. Margalef, R. 1958. Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. In: Buzzati-Traverso, A. (Ed.), Perspectives in Marine Biology. Berkeley, CA, University of California Press.
24. Marsden, M. W. 1989. Lake restoration by reducing external phosphorus loading: the influence of sediment phosphorus release. *Freshwater Biology* 21: 139-162.
25. Odum, E. P. 1971. Fundamentals of Ecology. 3rd ed., W. P. Saunders Co., Philadelphia, London, Toronto, 574 pp.
26. Omori, M. and T. Ikeda. 1984. Methods in Zooplankton Ecology. John Wiley & Sons, New York, 332 pp.
27. Onyema, I. C. 2008. Checklist of phytoplankton species of the Iyagbe Lagoon, Lagos. *J. Fisheries and Aquatic Sci.* 3: 167-175.
28. Prairie, Y. T., C. M. Duarte and J. Kalff. 1989. Unifying nutrient chlorophyll relationship in lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 46:1176-1182.
29. Redfield, A. C. 1934. On the proportions of organic derivatives in sea water and their relationship to the composition of plankton. PP. 176-192. In: James Johnston Memorial Volume, Liverpool University Press, Liverpool.
30. SPSS, 2002. Statistical Package of Social Science. Ver, 11.5. SPSS, Chicago, IL, USA.
31. Uhlmann, D. 1958. Biological self-purification in sewage ponds. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie* 13: 617-623.
32. Uhlmann, D. and E. Albrecht. 1968. Biogeochemische Faktoren der Eutrophierung von Trinkwassen-Talsperren. *Limnologica* (Berlin) 6: 225-245.
33. Zar, J. H. 1984. Bioststistical Analysis. 2nd ed., Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New York, USA, 718 pp.