

## پراکنش و ساختار جامعه سخت پوستان مزوزئوپلانکتونی تالاب حنا، استان اصفهان

امیدوار فرهادیان\*<sup>۱</sup>، سارا کولیوند<sup>۲</sup>، عیسی ابراهیمی درجه<sup>۱</sup> و نصراله محبوبی صوفیانی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات

<sup>۲</sup> اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی، گروه تکثیر و پرورش آبزیان

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۱۹

### چکیده

پراکنش و ساختار جامعه سخت‌پوستان مزوزئوپلانکتونی تالاب حنا در استان اصفهان در طی چهار فصل مختلف بررسی شد. میانگین فصلی دمای آب، اکسیژن محلول، نیترات و فسفات محلول به ترتیب ۱۴/۷۹، ۸/۰۱، ۱/۱۸، درجه سانتی‌گراد و ۰/۰۵ میلی‌گرم بر لیتر در بهار، ۲۰/۶۵، ۷/۴۶، ۲/۲۶ درجه سانتی‌گراد و ۱/۲۰ میلی‌گرم بر لیتر در تابستان، ۱۱/۳۳، ۷/۹۴، ۱/۸۹ درجه سانتی‌گراد و ۰/۶۷ میلی‌گرم بر لیتر در پاییز و ۵/۳۴، ۹/۷۳، ۵/۲۷ درجه سانتی‌گراد و ۰/۰۳ میلی‌گرم بر لیتر در زمستان بود. فیتوپلانکتونهای غالب از جنسهای *Strasstrum*، *Chlorella*، *Gonium* و *Aphanothece* با بیش‌ترین فراوانی در تمام فصول نمونه برداری در تالاب وجود دارند کلروفیتا (*Chlorophyta*) با بیش‌ترین فراوانی و به دنبال آن جلبک‌های سبز-آبی (*Cyanophceae*) در تالاب حضور داشتند. فراوانی نسبی (درصد) آنتن منشعب‌ها دامنه ای از ۲۷/۲ در تابستان تا ۷۴/۳ در بهار داشت در حالی که پاروپایان دامنه ای از ۲۵/۶ در بهار تا ۷۲/۷ در پاییز بود. آنتن منشعب‌ها شامل گونه‌های *Daphnia longispina*، *Daphniadubia*، *pulex*، *Ceriodaphnia* sp.، *Moina* sp.، *macrocopa* و *Bosmina* sp. پاروپایان غالب *Daphnia* شامل *Alloccyclops* sp.، *Diacyclops bicuspidatus* و *Macrocyclus albidus* بود. زیست توده خشک زئوپلانکتونی دامنه ای از ۰/۱ تا ۲۸/۹ میلی‌گرم بر متر مکعب داشت. اگرچه آنتن منشعب‌ها گروه عمده مزوزئوپلانکتونها را تشکیل داد اما (پاروپایان) شامل ناپلیوس و کپه پودیدها (عمدتاً) در تمام ایستگاه‌های نمونه برداری بود. گونه *D. longispina* معمول‌ترین گونه در تمام ایستگاه‌ها و فصول، به استثناء زمستان، بود و جنس *Bosmina* چرخه زندگی کوتاهی داشت و در زمستان بندرت حضور داشت. تالاب حنا شرایط یوتروف دارد و برداشت زیست توده مزوزئوپلانکتونی میتواند سبب مناسب شدن محیط زیست پلانکتونیک برای کلونی شدن موجودات پلانکتونی آبی شود.

واژه های کلیدی: پراکنش و ساختار جامعه، کپه‌پودا، کلادوسرا، مزوزئوپلانکتون، تالاب حنا، ایران.

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۳۱۱۳۹۱۳۵۶۴، پست الکترونیکی: omfarhad@cc.iut.ac.ir

### مقدمه

صیادی و فعالیت‌های شیلات از جمله موارد مهمی است که با این مخازن و سدها سرو کار دارد و موفقیت در تشکیل اجتماعات مناطق پلاژیک وابسته به سازگاری ماهیان و آبزیان با شرایط محیطی این مخازن و همچنین سفره‌های غذایی لازم می‌باشد. بسیاری از این مخازن پس

تاکنون بسیاری از فواید اکوسیستم‌های آبی شناخته شده، اما هنوز پتانسیل‌های ناشناخته در این اکوسیستم‌ها وجود دارد که شناخت دقیق فرایندهای آنها مستلزم مطالعات اساسی و عمیق است. ساخت مخازن و سدها در کشورهای در حال توسعه به لحاظ تقاضا برای نیروی برق، کنترل سیلاب و عرصه آب بسیار سریع انجام می‌شود.

از مدتی نام تالاب به خود می‌گیرند و اهمیت بالایی در بین اکوسیستم‌هایی آبی پیدا می‌نمایند (۱۳).

از میان مهم‌ترین زیست‌مندان تالابی، جامعه پلانکتون‌های آب اهمیت بالایی دارند زیرا نقش کلیدی در زنجیره‌های غذایی آب و انتقال انرژی به لارو ماهیان بازی می‌نمایند (۳۲). موفقیت در تولید مثل در زئوپلانکتونها مرتبط با کیفیت و کمیت غذا است (۳۵) و بر میزان جذب (۶)، و به نوبه خود ممکن است بر مسیر انتقال انرژی برای متابولیسم، رشد بدنی و تولید مثل تاثیر بگذارد (۲۷). همچنین، زئوپلانکتون‌های آب شیرین به لحاظ اندازه مناسب، تولید زیست توده (Biomass) کافی در زمان کوتاه، ارزش غذایی بالا به لحاظ اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب و دارا بودن ویتامین‌ها و مواد معدنی ضروری نیاز بسیاری از لاروهای آبزیان را در این اکوسیستم‌ها مرتفع می‌نمایند (۱۷). از سوی دیگر، تنوعات زمانی و مکانی

(Temporal and spatial variation) در نمونه‌های زئوپلانکتونی قابل ملاحظه است. بین زئوپلانکتونها و هرکدام از مراحل 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 پلانکتونی و اجتماعات آنها متاثر از فاکتورهای محیطی است که قابل اندازه‌گیری است، اما پلانکتون‌ها یا موجودات زنده همواره تحت تاثیر ارتباطات و آثار متقابل بین مشخصه‌های محیطی شناخته شده و معین با سایر پارامترهای غیر قابل اندازه‌گیری و غیر قابل انتظار قرار دارند. علاوه بر این، یک گونه ممکن است در پراکنش خود در شرایط اقلیمی، جغرافیایی و زیست‌شناختی بتواند عکس‌العملی داشته باشد که در گذشته آن را تجربه نموده است و تمایلی به شرایط ایجاد شده کنونی نداشته باشد. به طور کلی‌گونه‌های پلانکتونی برای نظارت بر جنبه‌های معینی از محیط زیست از جمله وقایع هیدروگرافیکی، یوتریفیکاسیون، آلودگی، آمار و ارقام گرم شدن و مشکلات زیست محیطی به لحاظ تغییرات

دراز مدت بسیار مفید هستند (۲۶). یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های آبی در استان اصفهان تالاب حنا است. این تالاب در ۳۰ کیلومتری شهرستان سمیرم (۱۹۰ کیلومتری جنوب شرق اصفهان) و عرض جغرافیایی  $31^{\circ}$  و  $13^{\circ}$  شمالی و طول جغرافیایی  $51^{\circ}$  و  $47^{\circ}$  شرقی قرار دارد (شکل ۱). این تالاب اهمیت اکولوژیکی برای پرندگان مهاجر، حیات-وحش و موجودات آبی به خصوص ماهیان دارد. از نظر فون ماهیان ۳ گونه ماهی بومی شامل کولی (*Alburnus sp.*)، سیاه ماهی ریز فلس (*Capoetadamascina*) و آفانیوس (*Aphanius isfahanensis*) و دو گونه ماهی‌کاراس طلائی (*Carassius auratus*) که توسط افراد بومی و ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) که توسط شیلات به دریاچه معرفی شده‌اند (۳).

اگرچه مطالعات زئوپلانکتون‌ها به صورت موردی در تالاب‌ها و دریاچه‌های ایران انجام شده است (۱، ۵)، اما مطالعه پراکنش و ساختار جامعه سخت‌پوستان مزوزئوپلانکتونی تالاب حنا تاکنون انجام نشده است. با انجام این پژوهش‌ها اطلاعات لازم در مورد پراکنش و ساختار جامعه سخت‌پوستان مزوزئوپلانکتونی، ترکیب گونه‌ای و فراوانی آنها در فصول مختلف سال به دست خواهد آمد که در تعیین توان اکولوژیکی تالاب حنا و نظارت و مدیریت آبیان تالاب و تالاب‌های مشابه بسیار مفید خواهد بود. با انجام این تحقیق داده‌های پایه ای بدست می‌آید که برای مطالعات آینده به طور مقایسه ای به خدمت گرفته می‌شود. علاوه بر این یافته‌های این تحقیق را می‌توان به به دانش علمی در زمینه لیمنولوژی تالاب‌های مناطق کوهستانی که بسیار کمیاب هستند اضافه نمود.

#### مواد و روشها

**معرفی منطقه نمونه برداری:** موقعیت جغرافیایی تالاب حنا در شکل ۱ ارائه شده است. جهت بررسی اهداف مورد نظر در این تحقیق نمونه برداری به مدت یک سال از تابستان ۱۳۸۶ تا بهار ۱۳۸۷ در اواسط هر فصل از منطقه پلاژیک

محلول و عمق‌رویت در محل هر منطقه با دماسنج جیوه ای، pH متر (دیجیتال Schottgerate، مدل ۶۶۶۲۲۱، ساخت آلمان)، اکسیژن متر (مدل Paqualab ELE، ساخت آلمان) و صفحه سکنشی 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 نترات و فسفات آنها اندازه‌گیری شد. نیترا تیبوسیله الکتروود انتخابگر یونی (Ion Selective Electrode) مدل ۳۳۱۰ JEAN WAY، ساخت آلمان، فسفات محلول به روش رنگ‌سنجی با استفاده از اسپکتروفتومتر (مدل JEAN WAY 6400، ساخت آلمان) اندازه‌گیری شد (۱۲). میانگین نتایج نترات و فسفات تالاب در هر فصل در این مقاله گزارش شده است.

**نمونه‌برداری، شناسایی و تعیین فراوانی و بیوماس پلانکتون‌ها:** نمونه برداری از فیتوپلانکتونها با جمع‌آوری آب از عمق‌های بین ۰-۱ متر به میزان کافی پس از مخلوط نمودن آنها انجام شد. جهت تثبیت فیتوپلانکتونها به نمونه‌های آب محلول لوگول آیودین (۱۰ میلی لیتر به ازای هر ۲۰۰ میلی لیتر نمونه) اضافه شد و شناسایی گونه‌ها در حد جنس با استفاده از میکروسکوپ نوری و کلیدهای شناسایی (۱۱، ۱۴، ۱۵) انجام گرفت.

نمونه‌برداری از سخت پوستان مزوزئوپلانکتونی با استفاده از تورپلانکتون‌گیری با چشمه ۱۴۰ میکرون و دهانه ۲۵ سانتی‌متری با تورکشی عمودی (از عمق ۳ تا ۱۰ متر رو به بالا، با توجه به محدودیت عمق در مناطق نمونه برداری ۲ و ۳) برای ۹ ایستگاه مطابق شکل ۱ انجام گرفت. در کار نمونه‌برداری برای شناسایی و تعیین فراوانی و بیوماس زئوپلانکتون‌ها از هر منطقه سه ایستگاه (و از هر ایستگاه سه زیر نمونه) به طور جداگانه جمع‌آوری گردید.

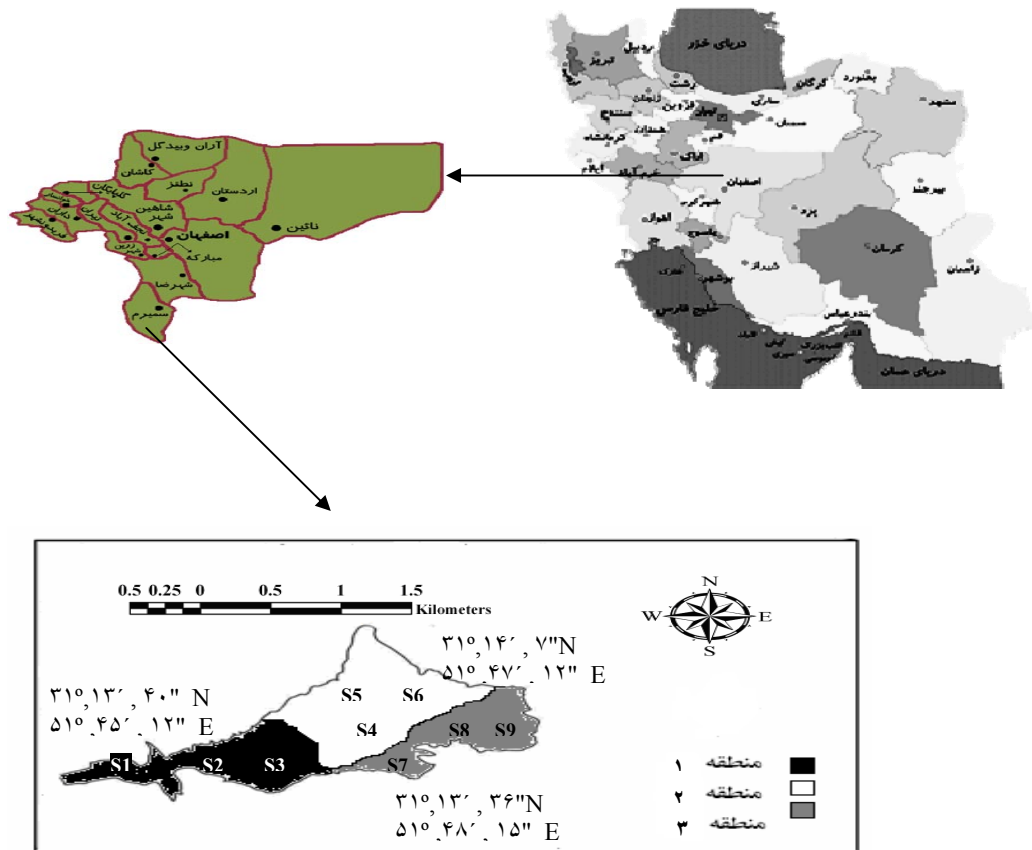
تالاب سد حنا انجام گردید. در این مطالعه با توجه به میانگین عمق دریاچه، ورودی آب‌ها به تالاب و وسعت آن سه منطقه برای نمونه برداری و جمع‌آوری سخت پوستان مزوزئوپلانکتونی در تالاب در نظر گرفته شد (شکل ۱). منطقه ۱ (محل ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳) دارای متوسط عمق بین ۲۰-۱۰ متر، بدون ورودی آب، بستر عمدتاً سنگی و با دانه بندی درشت، منطقه ۲ (محل ایستگاه‌های ۴، ۵ و ۶) متوسط عمق بین ۱۲-۵ متر، دارای ورودی آب (حدود ۵۰ درصد از ورودی آب تالاب)، بستر با دانه‌بندی متوسط و ماسه‌ای، دارای گیاهان آبی شناور و غوطه ور، منطقه ۳ (محل ایستگاه‌های ۷، ۸ و ۹) متوسط عمق بین ۱۰-۳ متر با بستر عمدتاً رسی، دارای مواد آلی بسیار، دارای ورودی آب (حدود ۵۰ درصد از ورودی آب تالاب)، دارای گیاهان آبی غوطه‌ور و شناور در آب است. مساحت تالاب ۷۰۰ هکتار، ارتفاع از سطح دریا ۲۳۰۰ متر، میانگین سالانه عمق آب ۱۰ متر، متوسط بارندگی سالانه منطقه ۳۸۰ میلی-متری باشد. 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 بطوری که سطح دریاچه در نیمی از فصل زمستان پوشیده از یخ می‌باشد. بخش‌های کم عمق دریاچه بوسیله گیاهان بن در آب از جنس‌های *Phragmites*، *Juncus*، *Typha* و *Cyperus* اشغال می‌شود در حالی که گیاهان غوطه ور از جنس‌های *Potamogeton*، *Ceratophyllum*، *Myriophyllum* و *Polygonum* از اردیبهشت تا مهر وجود دارند.

**نمونه‌برداری آب و اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکوشیمیایی:** نمونه‌برداری از آب جهت تعیین مهم‌ترین پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب از ساعت ۹ تا ۱۲ صبح با استفاده از نمونه بردار آب VanDorn از سطح (کمتر از ۲ متر)، میان (۳ تا ۵ متر) و عمق (۷ تا ۱۰ متر) در سه منطقه (شکل ۱) از دریاچه تالاب حنا انجام گرفت. پارامترهای فیزیک و شیمیایی آب شامل دما، pH، اکسیژن

ژئوپلانکتون شمار باقروف (Bogorov's chamber) در زیر یک لوپ آزمایشگاهی (Olympus, SZ6045, Japan) با بزرگنمایی ۳-۶ و با کمک میکروسکوپ معکوس (مدل CETI، ساخت بلژیک) انجام گرفت. به منظور محاسبه فراوانی مزوزئوپلانکتون‌ها از فرمول  $V_2 / \times VD = [N/V_1]$  استفاده گردید (۲۶). که در این رابطه، D فراوانی مزوزئوپلانکتون‌ها، N تعداد مزوزئوپلانکتون شمارش شده در هر زیر نمونه به حجم  $V_1$ ،  $V_2$  حجم نمونه اصلی و V حجم آب فیلتر شده در زمان تورکشی در محل تالاب با احتساب ۹۰ درصد کارایی تور پلانکتون‌گیری را نشان می‌دهد.

شناسایی گونه‌های مختلف مزوزئوپلانکتونی با استفاده از کلیدهای شناسایی ژئوپلانکتون‌های آب شیرین (۱۷، ۱۸، ۲۴، ۳۷) انجام گرفت.

بیوماس خشک مزوزئوپلانکتون‌ها به روش Postel و همکاران (۲۰۰۰) انجام شد (۲۸). بر اساس این روش ژئوپلانکتون‌ها ابتدا فیلتر شده و بعد از خشک کردن فیلتر در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد برای ۲۴ ساعت، وزن خشک بر اساس اختلاف وزن فیلتر بدون نمونه با فیلتر دارای نمونه خشک بدست آمد. برای تعیین فراوانی مزوزئوپلانکتون‌ها از هر نمونه جمع‌آوری شده سه زیر نمونه تهیه شد و شمارش با استفاده از ظرف (چمبر)



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه، نقشه تالاب حنا و موقعیت ایستگاه‌های نمونه بردار در مناطق ۱، ۲ و ۳ (S1, S2)

S3، منطقه ۱، S4, S5, S6، منطقه ۲، S7, S8, S9، منطقه ۳).

میانگین فصلی دمای 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  $7/46$  میلی‌گرم بر لیتر در تابستان  $33/11^{\circ}\text{C}$  و  $7/94$  میلی‌گرم بر لیتر در پاییز و  $5/34^{\circ}\text{C}$  و  $9/73$  میلی‌گرم بر لیتر در زمستان بود. همچنین میانگین فصلی pH و عمق رویت صفحه سکنشی به ترتیب  $8/07$  و  $98/2$  سانتی‌متر در بهار،  $109/9$  و  $8/24$  سانتی‌متر در تابستان،  $8/14$  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  $0/67$  میلی‌گرم بر لیتر در پاییز و  $5/27$  و  $0/03$  میلی‌گرم بر لیتر در زمستان بدست آمد (جدول ۱).

**تجزیه و تحلیل داده‌ها و تحلیل آماری:** داده‌های کیفیت آب 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. جهت بررسی شباهت میان گروه‌های مزوزئوپلانکتونها به لحاظ ساختار جامعه (Association)، فراوانی و بیوماس در فصول مختلف و همچنین بین ایستگاه‌های نمونه برداری، شباهت کمی بر اساس آنالیز خوشه ای (Cluster Analysis) انجام شد و نتایج به صورت دندروگرام ارائه گردید. تمام تحلیل‌ها در سطح معنی داری  $0/05$  با استفاده از نرم افزار (SPSS; version 11.5) انجام شد (۴۱).

## نتایج

**فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب تالاب حنا:** مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- پارامترهای کیفی آب در فصول مختلف در تالاب 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.

پارامتر	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
دمای آب ( $^{\circ}\text{C}$ )	$14/79 \pm 0/39^b$	$20/65 \pm 0/47^a$	$11/33 \pm 0/46^c$	$5/34 \pm 0/24^d$
اکسیژن محلول (mg/L)	$8/01 \pm 0/29^b$	$7/46 \pm 0/22^b$	$7/94 \pm 0/08^b$	$9/73 \pm 0/06^a$
عمق رویت سشی (cm)	$98/2 \pm 2/2^c$	$109/9 \pm 3/7^b$	$118/9 \pm 2/4^a$	$96/9 \pm 3/9^c$
pH	$8/07 \pm 0/02^c$	$8/24 \pm 0/03^a$	$8/14 \pm 0/02^b$	$8/22 \pm 0/01^a$
نیترات (mg/L)	$1/18 \pm 0/07^c$	$2/26 \pm 0/58^b$	$1/89 \pm 0/05^{bc}$	$5/27 \pm 0/01^a$
فسفات (mg/L)	$0/05 \pm 0/01^c$	$1/20 \pm 0/12^a$	$0/67 \pm 0/09^b$	$0/03 \pm 0/00^c$

گروه‌های فیتوپلانکتونی بیش‌ترین فراوانی را داشتند در حالی که جلبک‌های سبز-آبی در تمام فصول در فراوانی کمتر از جلبک‌های سبز در تالاب حضور داشتند.

**فراوانی و ساختار جامعه و زیست توده مزوزئوپلانکتون-های تالاب حنا:** فراوانی آنتن منشعب‌ها (Cladocera) و پاروپایان (Copepoda) در فصول مختلف در شکل ۲ ارائه شده است.

**فیتوپلانکتونهای تالاب حنا:** جنس‌های غالب شناسایی شده و فراوانی نسبی فیتوپلانکتونهای تالاب سد حنا در جدول ۲ به طور فصلی ارائه شده است. نتایج نشان داد که جنس‌های *Chlorella*، *Gonium*، *Strastrum* و *Aphanothece* با بیش‌ترین فراوانی در تمام فصول نمونه برداری در تالاب وجود دارند. به طور کلی در تمام فصول فیتوپلانکتون‌های شاخه *Chlorophyta* در مقایسه با سایر

جدول ۲- میانگین فراوانی نسبی (% از کل جمعیت) جامعه فیتوپلانکتونهای تالاب حنا در فصول مختلف نمونه برداری.

گروه جلبکی	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
Chlorophyta	۷۶/۴	۶۹/۰	۷۶/۹	۷۸/۲
Bacillariophyta	۵/۶	۱/۰	۶/۹	۶/۵
Cyanophyta	۱۴/۶	۹/۱	۸/۶	۶/۳
Dinophyta	۰/۲	۰	۰/۷	۰/۱

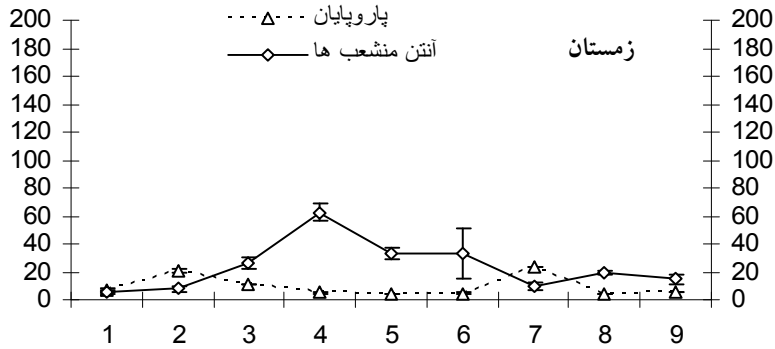
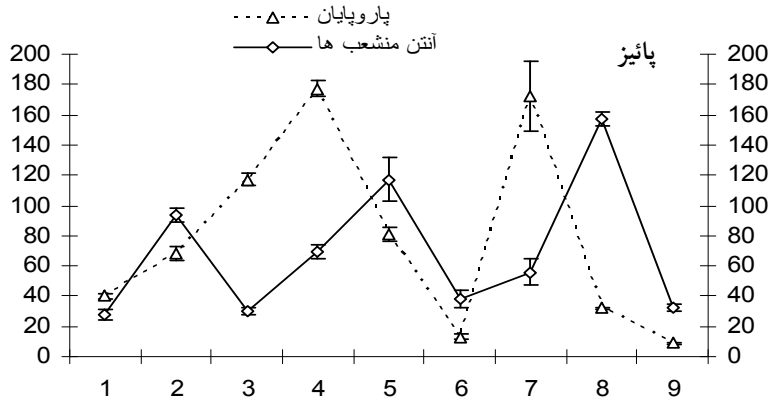
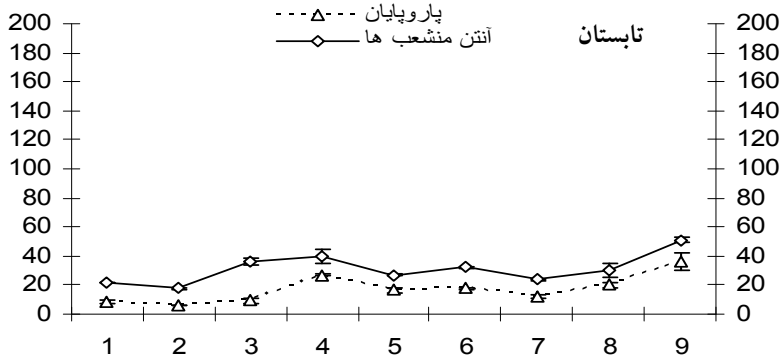
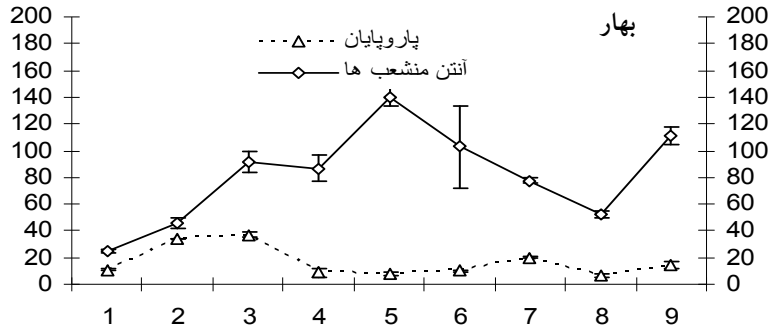
تاکسون‌های شناسایی شده پاروپایان (شکل ۴) نشان داد که در فصول مختلف نمونه برداری دو خوشه اصلی در سخت پوستان مزوزئوپلانکتونی وجود دارد. در بهار *D. longispina*، *Daphnia pulex* و *Moina macrocopa* در یک خوشه اصلی A در حالی که *Bosmina sp.*، *Ceriodaphnia dubia*، *Daphnia dubia* و *Moina sp.* در یک خوشه B هستند. در تابستان *Moina*، *Ceriodaphnia*، *D. longispina*، *macrocopa* در یک خوشه "A" قرار دارند در حالی که *D. longispina*، *Daphnia pulex*، *Bosmina sp.*، *Daphnia dubia* و *Moina sp.* در خوشه B قرار دارند. در پاییز *Daphnia dubia* و *Daphnia pulex* در خوشه B و سایر گونه‌های آنتن منشعب‌ها در خوشه A قرار دارند. در زمستان *Daphnia pulex* تنها گونه‌ای است که در زیرخوشه B2 است در حالی که پاروپایان بالغ، ناپلیوس و کپه پودید آن‌ها در زیر خوشه B2 قرار دارند.

زیست توده بر حسب میلی گرم از وزن خشک در هر متر مکعب از آب تالاب در شکل ۵ ارائه شده است. زیست توده دامنه‌ای از ۰/۱ تا ۲۸/۹ میلی گرم بر متر مکعب داشت. در بهار زیست توده دامنه‌ای از ۲/۸ تا ۸/۳ در تابستان دامنه‌ای از ۰/۳ تا ۲/۹، در پاییز دامنه‌ای از ۰/۲ تا ۲۸/۹ و در زمستان دامنه‌ای از ۰/۱ تا ۲۳/۱ میلی گرم بر متر مکعب را نشان داد. ایستگاه‌های ۴، ۶، ۸ بیشترین میزان زیست توده را در دریاچه نشان داد. زیست توده مزوزئوپلانکتونی در فصل تابستان کمترین میزان در حالیکه در پاییز و زمستان بیشترین میزان را در تالاب داشت. دو پیک عمده در فصل پاییز و زمستان به ترتیب در ایستگاه‌های ۴ و ۶ بدست آمد (شکل ۵).

فراوانی آنتن منشعب‌ها در فصل بهار، تابستان و زمستان همواره در تمام ایستگاه‌ها (به استثنای ایستگاه ۲ و ۷ در زمستان) بیشتر از پاروپایان بود. در حالی که در فصل پاییز فراوانی پاروپایان در ایستگاه‌های ۱، ۳، ۴ و ۷ بیشتر از آنتن منشعب‌ها بود (شکل ۲). در بررسی سخت پوستان مزوزئوپلانکتونی جنسهای از پاروپایان بالغ همراه با مراحل مختلف از ناپلیوس (*nauplius*) و کپه پودید (*copepodids*) آنها شناسایی شد که در شکل ۳ به تفکیک برای هر فصل ذکر شده است. فراوانی آنتن منشعب‌ها دامنه‌ای از ۲۷/۲ در تابستان تا ۷۴/۳ در بهار داشت در حالی که پاروپایان دامنه‌ای از ۲۵/۶ در بهار تا ۷۲/۷ در پاییز در طی فصول مختلف در تالاب نشان داد. به طور کلی ۴ جنس از آنتن منشعب‌ها و ۶ جنس از پاروپایان به طور غالب در تالاب وجود داشت. از آنتن منشعب‌ها گونه‌های *Daphnia longispina*، *Daphnia dubia*، *Moina macrocopa*، *Moina sp.*، *Ceriodaphnia sp.*، *Daphnia pulex*، *Bosmina sp.* شناسایی شد. گونه‌های شناسایی شده پاروپایان غالب شامل *Apocyclops procerus*، *Acanthocyclops sp.*، *Microcyclops* و *Diacyclops bicuspidatus*، *Allocyclops sp.*، *varicans* و *albidus Macrocyclus* بود.

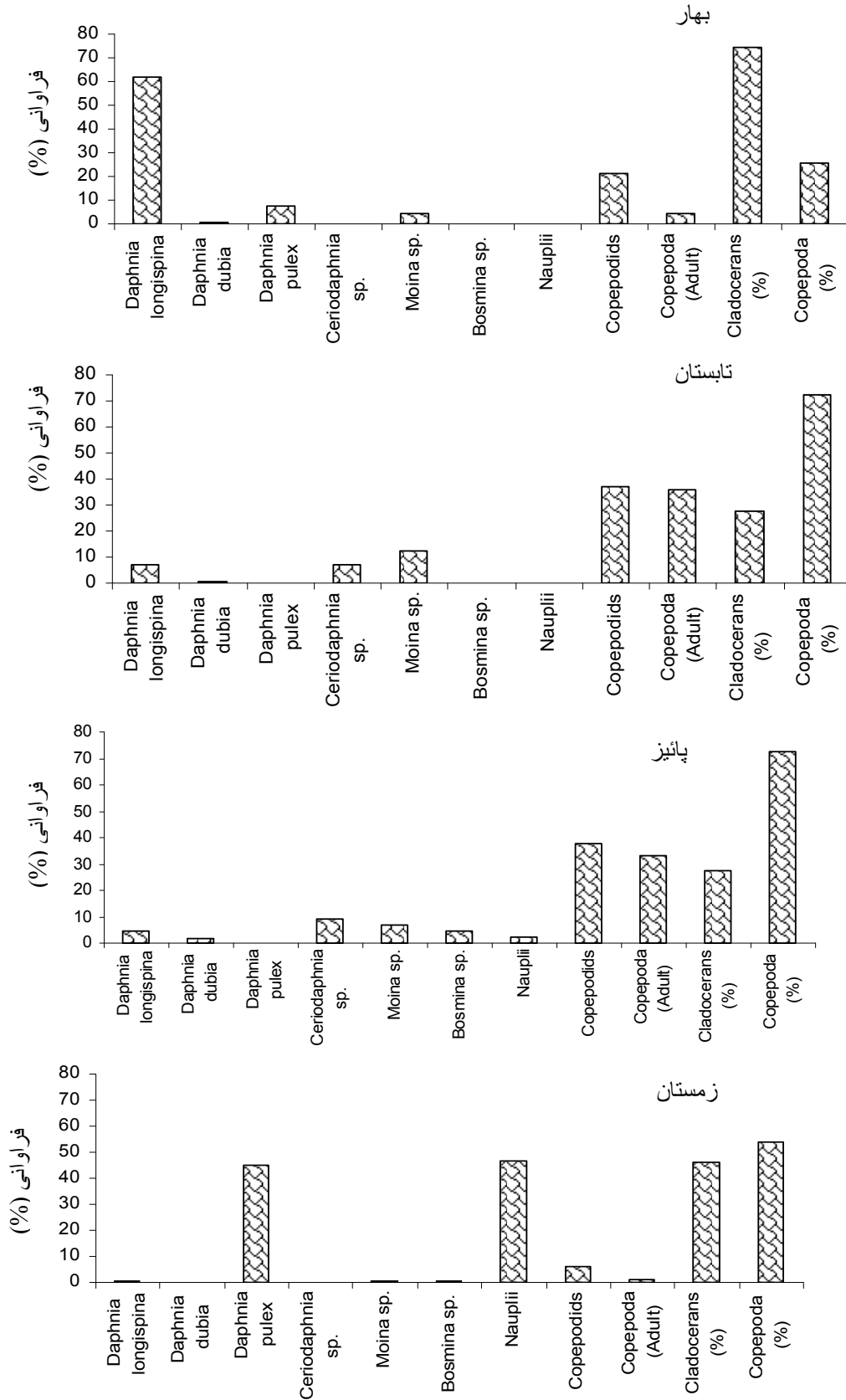
بررسی جامعه پاروپایان نشان داد که ناپلیوس پاروپایان در زمستان، کپه پودیدها در پاییز و افراد بالغ پاروپایان در تابستان بیشترین فراوانی را در جمعیت داشت. در مجموع، کلاوسرها در بهار و کپه پودیدها در پاییز حداکثر فراوانی را در تالاب حنا داشت (شکل ۳).

آنالیز خوشه‌ای به صورت دندروگرام گونه‌های مختلف و



ایستگاه‌های نمونه برداری

شکل ۲- میانگین (± خطای استاندارد) فراوانی (فرد در لیتر) سخت پوستان مزوزنوپلانکتونی تالاب حنا در فصول مختلف



شکل ۳- میانگین فرآوانی نسبی (%) سخت پوستان مزوزئوپلانکتونی تالاب حنا در فصول مختلف



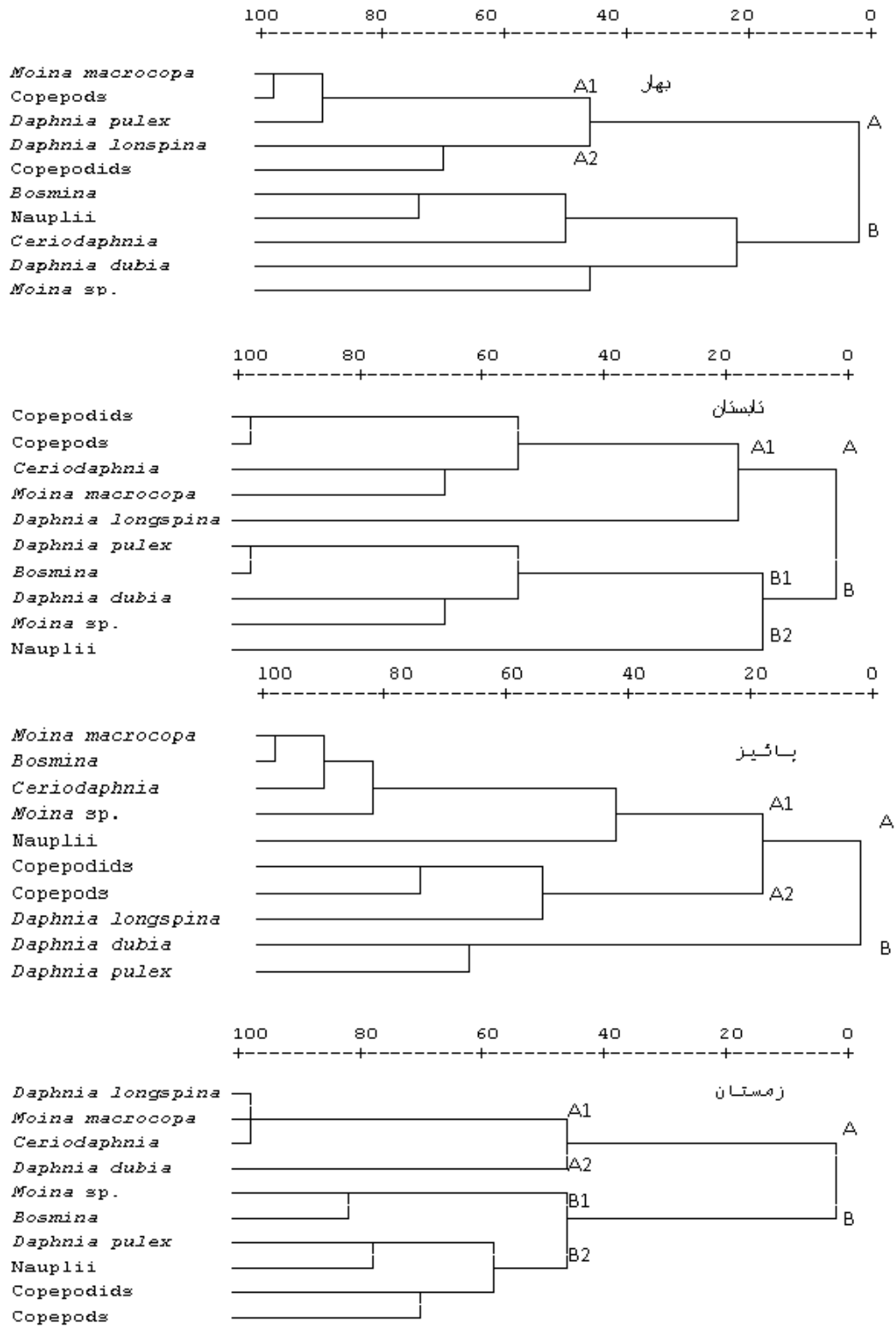
لیتر داشت. در تالاب حنا در تمام فصول اپی لیمنیون و هیپولیمنیون دریاچه شرایط اکسیژنی مطلوب داشت. افزایش معنی دار اکسیژن محلول در زمستان عمدتاً به دمای پایین آب مربوط است. تفاوت در دمای آب و اکسیژن محلول را می‌توان به میزان ورودی آب و تغییرات در سطح و حجم آبی دریاچه، جمعیت فیتوپلانکتونها و میزان تجزیه‌های باکتریایی تالاب نسبت داد. چنین شرایطی نقش کلیدی در رشد، فراوانی و پراکنش سخت پوستان مزوزئوپلانکتونی این تالاب دارد. میانگین عمق رویت صفحه سکشی در بهار، تابستان، پائیز، زمستان به ترتیب ۹۸/۲، ۱۰۹/۹، ۱۱۸/۹ و ۹۶/۹ سانتی متر بود. کاهش نفوذ نور و شفافیت آب در زمستان را می‌توان به میزان سیلنتی شدن آب و ذرات دتریتوس موجود در آب نسبت داد در حالی که کاهش در بهار عمدتاً به تراکم فیتوپلانکتونهای آب مرتبط است. نفوذ نور در ستون آب برای تغییرات دمای آب که زیستگاه زئوپلانکتون ها می‌باشد بسیار مهم و اساسی است (۲۲). چنانچه نفوذ نور بیشتر باشد، عمق صفحه سکشی بیشتر خواهد بود که در فصل پائیز این میزان بیش‌ترین است که می‌تواند شرایط مناسب زیستی در لایه‌های عمقی تر فراهم شود (۳۰). بنابراین دمای آب و نور فاکتورهای بسیار مهمی هستند زیرا بر میزان تولید اولیه (Primary productivity) و میزان اکسیژن محلول در تالاب‌ها تاثیر می‌گذارد (۲۵). میزان اکسیژن محلول برای منابع زیستی نبایستی در تالاب‌ها به کمتر از ۴ میلی گرم در لیتر برسد (۹).

pH آب تالاب حنا در تمام فصول دامنه ای از ۸/۰۷ در بهار تا ۸/۲۴ در تابستان داشت. معمولاً pH آب در تالاب‌هایی که خاک‌های حوضه آبریز آنها قلیایی بوده معمولاً ترکیبات کربن دار موجود در آب عمدتاً بصورت کربنات و بیکربنات‌های کلسیم و یا سایر فلزات قلیایی خاکی هستند که منبع کربن لازم را در آب فراهم می‌نمایند و در تولید اولیه در اکوسیستم‌های آبی و ارزیابی تولید نقش مهمی دارند (۱۶).

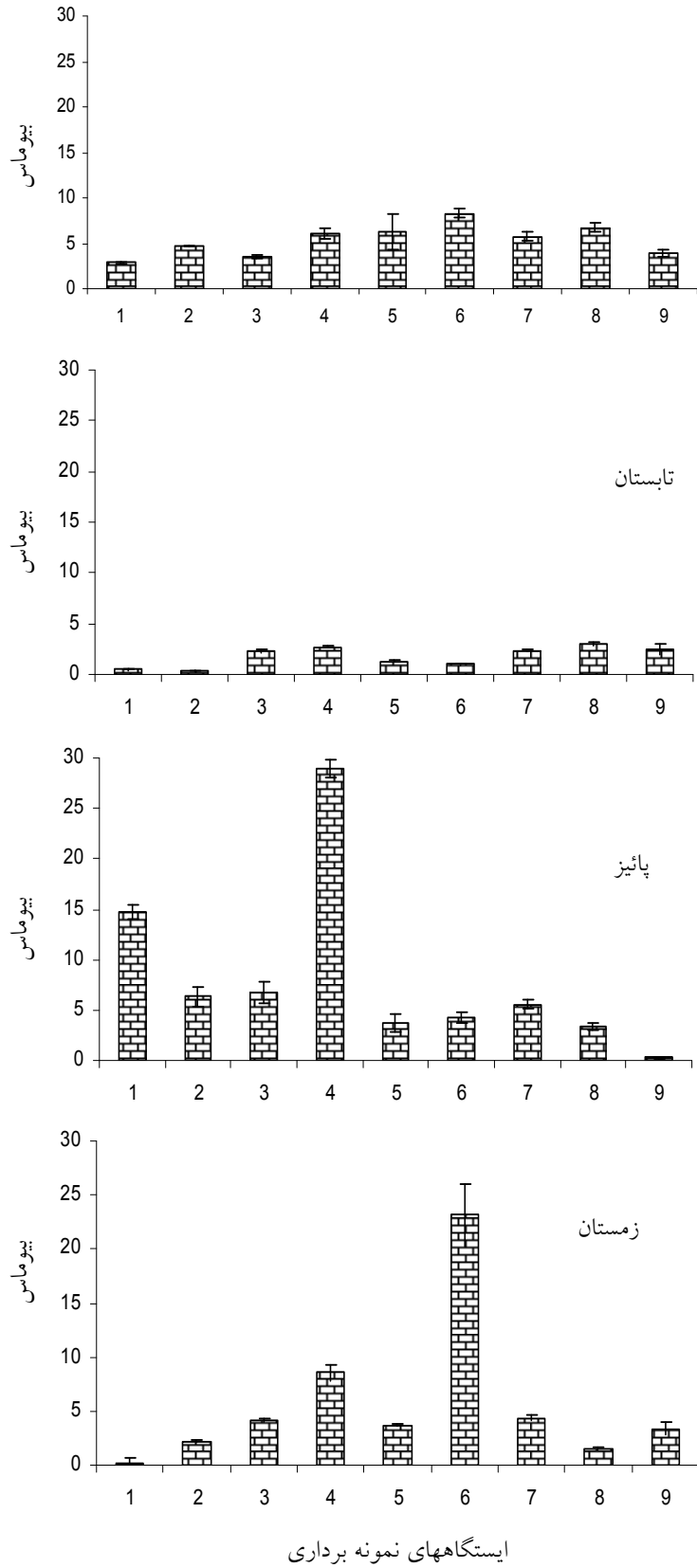
**تحلیل خوشه ای سالانه جامعه، زیست توده و فراوانی مزوزئوپلانکتونهای تالاب حنا:** تحلیل خوشه ای داده‌های چهار فصل نمونه برداری بعنوان تحلیل سالیانه جامعه مزوزئوپلانکتونها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که دو خوشه اصلی در سخت پوستان مزوزئوپلانکتونی در تالاب حنا وجود دارد. در خوشه اصلی A گونه *D. longspina* به تنهایی در زیرخوشه A2 قرار دارد اما سایر گونه‌های آنتن منشعب‌ها همراه پاروپایان کپه پودیدها و بالغین در زیرخوشه A1 قرار دارند. در خوشه B آنتن منشعب *D. pulex* همراه با ناپلیوس پاروپایان قرار داشت (شکل ۶). دندروگرام (تحلیل خوشه ای) زیست توده در فصول مختلف در (شکل ۶) ارائه شده است. دو ایستگاه ۶ و ۹ در یک خوشه B در حالیکه سایر ایستگاه‌ها در خوشه A قرار گرفت (شکل ۶). دندروگرام فراوانی آنتن منشعب‌ها نشان داد که ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۸ در خوشه A (ایستگاه‌های ۱ و ۲ در زیر خوشه A1 و ایستگاه ۸ در زیر خوشه A2) و ایستگاه‌های ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۹ در خوشه B قرار دارند (۳، ۹ و ۶ در زیر خوشه B1) (۵، ۷ و ۴ در زیر خوشه B2). آنالیز خوشه ای پاروپایان در ایستگاه‌های مختلف دو خوشه A و B را نشان داد. ایستگاه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۷ در خوشه اصلی A و ایستگاه‌های ۶، ۸ و ۹ در خوشه B قرار دارند (شکل ۶).

## بحث

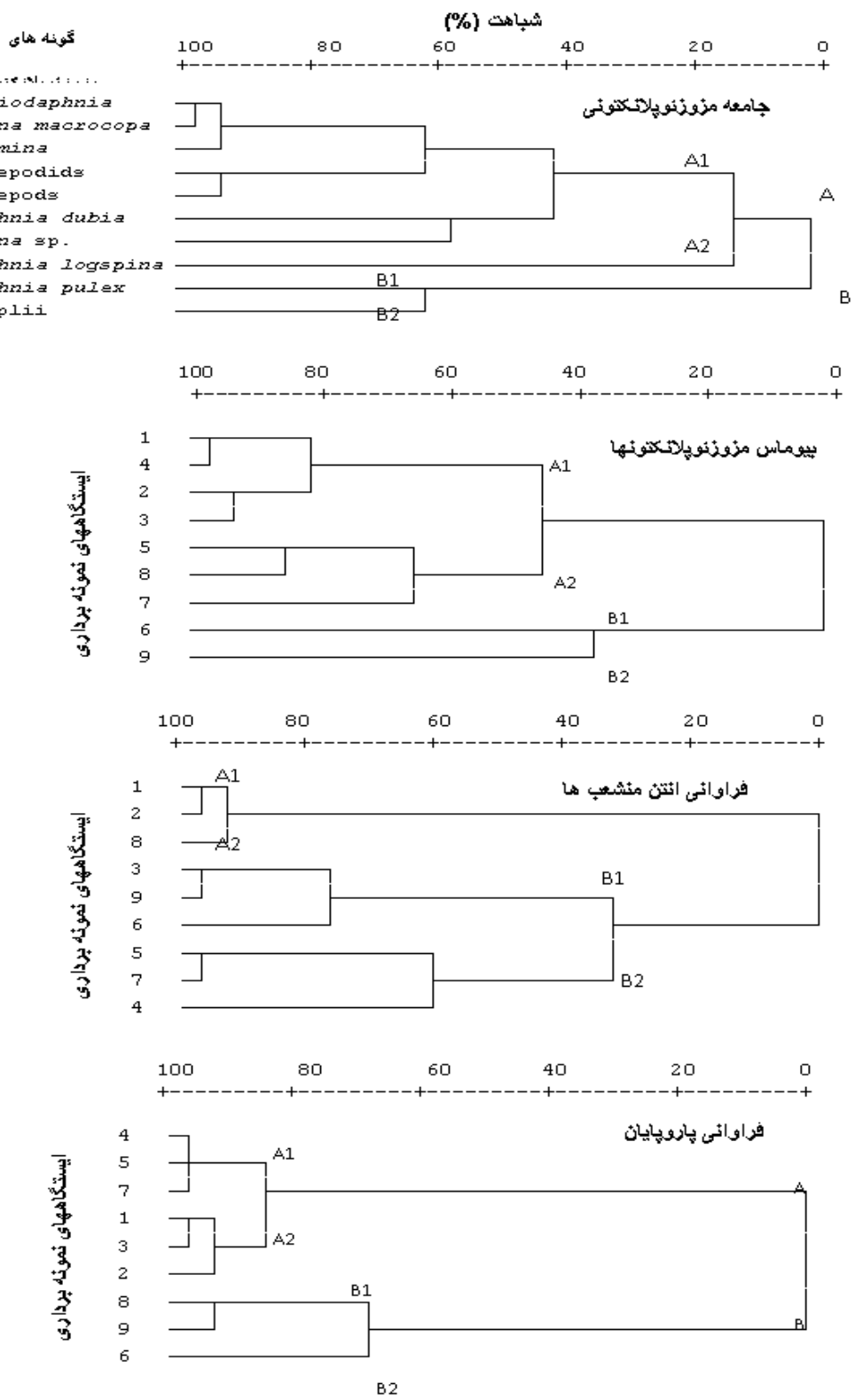
پراکنش و فراوانی زئوپلانکتون‌ها به لحاظ زمانی و مکانی تابع فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب، ترکیب جمعیت فیتوپلانکتون‌ها، غلظت مواد معدنی مغذی، میزان مواد آلی و پوشش گیاهی تالاب می‌باشد (۱۳، ۱۰، ۲۸، ۱۷) بطوریکه الگوی پراکنش و فراوانی زئوپلانکتون‌ها ارتباط تنگاتنگ با نحوه انتشار انرژی در نقاط مختلف اکوسیستم آبی دارد (۲۶). آب تالاب حنا در بهار، تابستان، پائیز و زمستان به ترتیب دمای ۸/۱۴، ۲۰/۷، ۱۱/۳، ۵/۳ درجه سانتی گراد و اکسیژن محلول ۸/۰۱، ۷/۴۶، ۷/۹۴ و ۹/۷۳ میلی گرم در



شکل ۴- میزان شباهت گونه ای (Association) در غالب یک آنالیز خوشه ای (دندروگرام) گونه های سخت پوستان مرزئوپلانکتونی تالاب حنا در فصول مختلف.



شکل ۵- میانگین (± خطای استاندارد) بیوماس خشک (میلی گرم در متر مکعب) سخت پوستان مزوزئوپلانکتونی تالاب حنا در فصول مختلف.



شکل ۶- آنالیز خوشه ای (دندروگرام) جامعه مزوزنوپلانکتونها، بیوماس خشک، فراوانی آنتن منشعب‌ها، فراوانی پاروپایان در طی یک سال نمونه برداری از تالاب حنا

عمدتاً از جلبک‌های سبز بود در حالی که جلبک‌های سبز-آبی نیز در فراوانی پایین تری وجود داشتند (جدول ۲). نسبت N:P در بسیاری از جلبک‌های سبز ۱:۳۰ می‌باشد در حالی که این نسبت در جلبک‌های سبز-آبی اغلب نسبت بالاتری است و بین ۱:۱۲۵ تا ۱:۴۲ تغییر می‌نماید.

فراوانی بالای مزوزئوپلانکتون‌های تالاب حنا در پائیز عمدتاً به لحاظ فراوانی کپه پودها است. این مورد به دامنه دمایی و نوری مناسب تولید مثل در کپه پودها در مقایسه با کلادوسرها مربوط است. از سوی دیگر کپه پودها به تغییرات در فراوانی فیتوپلانکتونها در مقایسه با کلادوسرها سازگارتر هستند بطوری که بسیاری از کپه پودها در پائیز اگرچه قابلیت رشد و تکامل لارویو پوست اندازی آنها کند می‌شود اما وجود مراحل ناپلیوس ابتدایی و نسبتاً پیشرفته و همچنین مراحل کپه پودید در جمعیت دلیل مهمی بر رشد و تولید مثل آنها است.

عامل مهم و تاثیر گذار دیگر در فراوانی مزوزئوپلانکتون‌ها غلظت نیترات آب است. همبستگی منفی و معنی دار بین فراوانی زئوپلانکتون‌ها و میزان کل ترکیبات نیتروژن دار بخصوص نیترات توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (۷، ۳۸). در پائیز غلظت نیترات در مقایسه به فصل قبل و بعد از آن کاهش قابل ملاحظه‌ای دارد که می‌تواند آن را بعنوان یکی دیگر از عوامل محرک در افزایش فراوانی جمعیت در پائیز دانست.

در بهار کلادوسرها فراوانی بالایی دارند. مقایسه ایستگاههای نمونه برداری نشان داد که میانگین فراوانی آنتن منشعب در ایستگاههای ۴، ۵ و ۶ در زمستان و بهار به مراتب بیشتر از سایر ایستگاهها بود که می‌توان آن را به ورود گونه‌های موجود در آب‌های رودخانه‌ای و گیاهان آبی غوطه‌ور در عمق نسبتاً پائین این منطقه از نمونه-برداری که به تالاب منتهی می‌شود، نسبت داد. چنین حالتی به لحاظ افزایش فراوانی در منطقه حدواسط توسط سایر

غلظت فسفر در تالاب حنا در فصول مختلف دامنه‌ای از ۰/۰۳ در زمستان تا ۱/۲ میلی‌گرم در لیتر در تابستان داشت. بر اساس Auer و همکاران (۱۹۸۶) این تالاب وضعیت یوتروف دارد زیرا میزان فسفر در آب تالاب در کلیه فصول بالاتر از ۸ میکروگرم در لیتر میباشد. عدم جابجا شدن آب و طولانی بودن تعویض آب در تالاب‌ها و دریاچه‌ها (۲۳) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب تاثیر می‌گذارد. میزان فسفر محلول در آب‌های طبیعی بطور فصلی متغیر است و میزان آن از ۵ تا ۳۰ میکروگرم در لیتر می‌باشد. در استخرهای پرورش ماهی کود دهی شده غلظت فسفر کل حدود ۲۰ میکروگرم در لیتر از فسفات محلول و یا ۰/۱۷ میلیگرم در لیتر از فسفر کل است (۱۰). Gibson (۱۹۹۷) بیان کرد که در مناطق معتدله چنانچه میزان فسفر به کمتر از ۸۰ تا ۱۵۰ میکروگرم در لیتر برسد تولید فیتوپلانکتونها کاهش می‌یابد (۱۹).

Redfield (۱۹۳۴)، (۳۱) و سپس Uhlmann and Albrecht (۱۹۶۸)، (۳۶) نشان داد که تولید بیوماس جلبکها نیاز به کربن، نیتروژن و فسفر به نسبت‌های ۱۰۵، ۱۵ و ۱ دارد. بطور طبیعی زمانی که میزان فسفر در آب افزایش می‌یابد میزان زیست توده جلبکی افزایش می‌یابد. در کمتر از ۱۰۰ میکروگرم فسفر در لیتر ارتباط بین زیست توده و فسفر خطی است در حالی که در بالاتر از این سطح عوامل دیگری از قبیل نور بطور افزایشی بر زیست توده تاثیر می‌گذارند (۲۹). بطور متوسط هر ۱ میکروگرم فسفر می‌تواند ۱ گرم کلروفیل *a* را تولید نماید و افزایش کلروفیل آب ایجاد کدورت زیستی (Bioturbation) در آب می‌شود. Sas در سال ۱۹۸۹ نشان داد که افزایش کلروفیل *a* از ۱ به ۱۰ میکروگرم در لیتر باعث کاهش عمق سکشی دیسک از ۹ متر به ۳ متر می‌شود.

از سوی دیگر، بسته به موقعیت‌های اکولوژیکی جلبک‌ها نسبت بهینه N:P از ۱:۴۵ تا ۸/۱:۵ بسیار متفاوت است. غالب جلبک‌های میکروسکوپی در تالاب حنا در فصول مختلف

آبزیان بخصوص ماهیان بومی مصرف کنندگان اصلی آنتن منشعب‌ها بوده و کمتر توجه به استفاده از پاروپایان می‌نمایند بطوری که پاروپایان در مراحل مختلف بالغ، کپه-پودید و ناپلیوس در تمام فصول وجود دارند.

در زمستان جمعیت آنتن منشعب‌ها و پاروپایان در پایین‌ترین مقادیر خود است که علت را می‌توان به شرایط لیمنولوژیکی نامناسب در تولید مثل نسبت داد. در هر شکل لارو ماهیان که عمدتاً در بهار و تابستان در دریاچه تالاب حنا قرار دارند تمایل به مصرف آنتن منشعب‌ها و بخصوص گونه‌های کوچک جثه دارند. در زمستان گونه *D. pulex* در دریاچه گونه غالب است اما تراکم آن پایین و اندازه آن نسبتاً بزرگ است و بنظر می‌رسد که بسیاری از مصرف کنندگان زئوپلانکتونی از بالغین پاروپایان استفاده می‌نمایند.

زئوپلانکتون‌ها از منابع غذایی لاروها، ماهی‌ها و بی‌مهرگان آبزی هستند. میزان تولید ماهیان در یک منبع آبی عمدتاً تابع میزان تولید پلانکتون‌ها است. زئوپلانکتون‌ها اهمیت‌های اکولوژیکی، اقتصادی و بیولوژیکی دارند که برای توسعه و اعمال مدیریت شیلاتی و زیست محیطی بسیار مهم می‌باشند. از نظر شیلاتی زئوپلانکتون‌های تالاب سد حنا منبع بسیار مفید از نظر اسیدهای چرب ضروری (۲) و اسیدهای آمینه (۴) می‌باشند. از طرفی وجود زئوپلانکتون‌ها به‌مراه فراوانی غنای گونه‌ای و تولید انبوه آنها می‌تواند کمک به حفظ ساختار و تنوع زیستی و در نهایت به پایداری تالاب منتهی شود. بنابراین برای حفاظت از تنوع زیستی، پارامترهای موثر بر کیفیت آب و عوامل تاثیر گذار بر اکوسیستم تالاب باید بطور مداوم پایش شوند و قوانین موجود بر حفاظت از محیط زیست بر آنها اعمال گردد.

### تشکر و قدردانی

محققان بیان شده است (۲۱،۴۰). در فصل پائیز تلاطم آب و جریان باد در تالاب باعث شد که فراوانی آنتن منشعب‌ها و پاروپایان تالاب تابع از الگوی خاصی نباشد و تقریباً شرایط تالاب همگن باشد. بطور کلی در ایستگاه‌های واقع در مناطق ۲ و ۳ تالاب جمعیت‌های با تراکم و فراوانی بالاتر در مقایسه با منطقه ۱ دیده شد که علت اساسی را می‌توان به افزایش بهتر کیفیت آب و قابلیت دسترسی بالا به ذرات دتریتوس مرتبط دانست. میزان نسبی زیست توده خشک در فصل پائیز در بسیاری از ایستگاه‌ها بیشتر بود که تفاوت را می‌توان به لحاظ قابلیت دسترسی به فیتوپلانکتون‌ها در این زمان دانست بطور کلی میزان حداکثر فیتوپلانکتون‌ها زمانی وجود دارد که باد و باران باعث می‌شود که لایه‌های مختلف آب با هم مخلوط شود. البته چنین حالتی تا حدودی در زمستان هم ادامه دارد (۲۰، ۳۹، ۴۰). برداشت بیوماس در مخازن و تالاب‌ها قبل از اشباع شدن آنها می‌تواند شرایط بهتری را برای گسترش حیات و کلونی شدن ارگانیسم‌های آبزی فراهم نماید.

در این مطالعه آنتن منشعب‌ها گروه عمده مزوزئوپلانکتون‌ها را تشکیل داد در حالی که پاروپایان عمدتاً در تمام ایستگاه‌ها شامل ناپلیوس و کپه‌پودید‌ها بود که بیانگر این واقعیت است که افراد بالغ پاروپایان در فراوانی کمی قرار دارند و احتمالاً به وجود لارو ماهیان و شکارچیان مربوط است.

از ما بین آنتن منشعب‌ها گونه *D. longispina* معمول‌ترین گونه در تمام ایستگاه‌ها و فصول بود که البته در فصل زمستان تراکم آن بسیار پایین بود. گونه *Bosmina* sp. چرخه زندگی کوتاهی دارد بطوری که در تالاب حنا در فصل پائیز مشاهده شد، و تراکم آن در فصل زمستان بسیار اندک بود و بنظر می‌رسد که این گونه در مقایسه با گونه‌های سایر جنس‌های با جثه کوچک از قبیل *Ceriodaphnia* و *Moina* بیشتر مورد توجه شکارچیان قرار گرفته است. بطور کلی در تالاب حنا در فصول بهار، تابستان و پائیز لارو

اصفهان به لحاظ فراهم آوردن موجبات انجام تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از معاونت پژوهشی و فناوری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان و اداره محیط زیست استان

## منابع

۱. سبک آرا، ج. مکارمی، م. ۱۳۸۳. "پراکنش و فراوانی پلانکتونها و نقش آنها در تالاب انزلی طی سالهای ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۹"، مجله علمی شیلات ایران، شماره ۳، ص ۸۷-۱۱۳.
۲. کولیوند، س. ۱۳۸۷. اثر تغییرات فصلی بر ترکیب اسیدهای چرب سخت پوستان زئوپلانکتونی تالاب سد حنا. پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی. ص ۹۱.
۳. محبوبی صوفیانی، ن. ۱۳۸۸. گزارش مطالعات بوم شناختی مناطق کوهستانی و تالابی شکار ممنوع حنا با تاکید امکان ارتقاء منطقه حفاظت شده و ثبت در کنوانسیون رامسر. ص ۱۲۰.
۴. محمودی خوش دره‌گی، م. ۱۳۸۸. اثر تغییرات فصلی بر ترکیب اسیدهای آمینه سخت پوستان زئوپلانکتونی تالاب سد حنا. پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی. ص ۱۲۹.
۵. مهدیزاده، غ. احمدی، م. صابری، ح. کیایی، ب. وثوقی، غ. ۱۳۸۵. "بررسی پراکنش و فراوانی زئوپلانکتون در استخرهای پرورش ماهیان گرمابی استان گیلان (منطقه لاکان)"، مجله علوم و فنون دریایی، شماره ۳ و ۴، ص ۷۷-۸۵.
6. Angel.M.V.1984. Detrital organic fluxes through pelagic ecosystems. In: Fasham, M.J.R. (ed.) Flows of energy and materials in marine ecosystems. Plenum Press, New York, p 475-516.
7. Arauzo, A. 2003. Harmful effects of un-ionised ammonia on the zooplankton community in a deep waste treatment pond. Water Research 37: 1048-1054.
8. Auer, M. T., Kieser, M. S., Canale, R. P. 1986. Identification of criteria nutrient levels through field verification of models for phosphorus and phytoplankton growth. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43:379-388.
9. Batelle 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, pp530.
10. Boyd, C. E. 1979. Water quality in warm water fish ponds. Auburn University, Craftmaster Printers, Opelika, Alabama, pp359.
11. Chaghtai, F., Salfullai, S.M., 1988. An illustrated account of species *Ceratium*, University of Karachi, Pakistan, p50.
12. Clesceri, I., Green berg, A.E., Franson, M.A., 1998. Standard Methods for the Examination Water and Wastewater, American Public Health Association, Maryland, USA, p1368.
13. Costanza, R., Farber, S.C., Maxwell, J., 1989. Valuation and management of wetland ecosystems, Ecological Economics 1: 335-361.
14. Cox, J.E., 1996. Identification of freshwater diatom from live material, Chapman and Hall, London, p158.
15. Davis, C.C., 1955. The marine and fresh-water plankton, Michigan State University Press, p562.
16. Day, J. W., Hall, C. A. S., Kemp, W. M., Yanez-Arancibia A. 1989. Estuarine Ecology. A. Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons Ltd, New York, pp558.
17. Edmonson, W.T., 1959. Freshwater Biology, 2nd edition, Johan Wiley Sons Inc., London, Chapman & Hall, p1248.
18. Fernando, C. H., 2002. A Guide to tropical freshwater zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, pp291.
19. Gibson, C. E. 1997. The dynamics of phosphorus in freshwater and marine environments. In: Phosphorus Loss from Soil to Water, edited by: Tunney, H., Carton, O. T., Brookes, P. C., Johnston, A. E., pp.119-135, Cab International, Harpenden U.K., pp467.
20. Gonzalez, E. J. 1998. Natural diet of zooplankton in a tropical reservoir. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26:1930-1934.
21. Jamaludin, I. B., Machiels, M.A.M. 1999. Zooplankton dynamics and production in two Malaysian reservoirs. In: Densen, W. L. T. and Morris, M. J. (eds.): Fish and Fisheries of Lakes and Reservoirs in Southeast Asia and Africa. 59-76, Westbury Publishing, Otley, U.K., pp59-76.
22. Kress, N., S. L. Coto, C. L. Brenes, S. Brenner and G. Arroyo. 2002. Horizontal transport and seasonal distribution of nutrients, dissolved oxygen and chlorophyll *a* in the Gulf of Nicoya, Costa Rica: a tropical estuary. Continental Shelf Research 22: 51-66.
23. Marsden, M. W. 1989. Lake restoration by reducing external phosphorus loading: the

- influence of sediment phosphorus release. *Freshwater Biology* 21: 139-162.
24. Martin, J.W., Davis, G. E., 2001. An updated classification of the recent Crustacea, Natural History Museum of Los Angeles, Los Angeles, California, USA, p124.
  25. Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of ecology*. Third edition. W. P. Saunders Company: Philadelphia, London, Toronto, pp574.
  26. Omori, M., Ikeda T. 1984. *Methods in zooplankton ecology*. John Wiley & Sons, New York, pp332.
  27. Pond D., Harris R., Head R., Harbour D. 1996. Environmental and nutritional factors determining seasonal variability in the fecundity and egg viability of *Calanus helgolandicus* in coastal waters off Plymouth, UK. *Marine Ecology Progresses Series*, 143:45-63.
  28. Postel, L., Fock H., Hagen W. 2000. Biomass and abundance. In *ICES Zooplankton Methodology Manual*. Edited by: R. Harris, P. H. Wiebe, J. Lenz, H. R. Skjoldal and M. Huntley, pp 83-192, Academic Press, pp669.
  29. Prairie, Y.T., Duarte, C. M., Kalf, J. 1989. Unifying nutrient chlorophyll relationship in lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 46:1176-1182.
  30. Rao, R.V., Ramana Y.V., Reddy B.S.R. 1988. Salinity and current distribution in the Godavari Estuary, East Coast of India. *Indian Journal of Marine Sciences* 17: 14-18.
  31. Redfield, A. C. 1934. On the proportions of organic derivatives in sea water and their relationship to the composition of plankton. In: *James Johnston Memorial Volume*, Liverpool University Press, Liverpool, pp:176-192.
  32. Ross, S., Epperly, S., 1985. Utilization of shallow nursery areas by fishes in Pamlico Sound and adjacent tributaries, North Carolina. In: *Yancy-Aramcibia (Ed.), Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons. Towards an Ecosystem Integration*, UNAM Press, Mexico City, pp: 207-232.
  33. Sas, H. 1989. Lake restoration by reduction of nutrient loading. *Academic Verlag, Sankut Augustin*, pp: 497.
  34. SPSS, 2002. *Statistical Package of Social Science*, Ver, 11.5. SPSS, Chicago, IL, USA.
  35. Turner J.T., Ianora A, Miralto A, Laabir M., Esposito F. 2001. Decoupling of copepod grazing rates, fecundity and egg-hatching success on mixed and alternating diatom and dinoflagellate diets. *Marine Ecology Progresses Series* 220:187-199
  36. Uhlmann, D., Albrecht, E. 1968. Biogeochemische Faktoren der Eutrophierung von Trinkwasser-Talsperren. *Limnologica (Berlin)* 6: 225-245.
  37. Ward, H.B., Whipple, G. C., 1945. *Freshwater Biology*. John Wiley and Sons Inc. New York, 2nd edition, pp1248.
  38. Yusoff, F. M., Rezaei H., Kuwamura A. 2003. Distribution of different stages of copepods in the near shore and off-shore area along the Straits of Malacca. In: *Aquatic Resource and Environmental Studies of the Straits of Malacca*. PP: 203-211.
  39. Yusoff, F. M., Happey-Wood, C. M. and Anton, A., 1998. Vertical and seasonal distribution of phytoplankton in a tropical reservoir, Malaysia. *Int. rev. Hydrobiol.* 83: 121-134.
  40. Yusoff, F. M., Matias, H. M., Khan, N. 2002. Changes of water quality, chlorophyll *a* and zooplankton along the river-lacustrine continuum in a tropical reservoir. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 28:295-298.
  41. Zar, J. H. 1984. *Biostatistical analysis*, 2nd edition. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New York, USA, pp718.



## Distribution and Community Structure of Crustacean Mesozooplankton of Hanna Wetland, Isfahan Province

Farhadian O.<sup>1</sup>, Kolivand S.<sup>2</sup>, Ebrahimi Dorche E.<sup>2</sup> and Mahboobi Soofiani N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fishery Dept., Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, I.R. of Iran

<sup>2</sup> Aquatic Cultivation and Propagation Dept., Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, I.R. of Iran

### Abstract

Distribution and community structure of crustacean mesozooplankton of Hanna Wetland, Isfahan province were investigated during four seasons. Seasonal mean of water temperature, dissolved oxygen, nitrate and phosphate was 14.79 °C, 8.01, 1.18 and 0.05 mg/l in spring, 20.65 °C, 7.46, 2.26 and 1.20 mg/l in summer, 11.33 °C, 7.94, 1.89 and 0.67 mg/l in fall, and 5.34 °C, 9.73, 5.27 and 0.03 mg/l in winter, respectively. The dominant phytoplanktons were *Strasstrum*, *Gonium*, *Chlorella* and *Aphanthece* with the highest density in all seasons. The green algae, Chlorophyta, had highest abundance followed by blue-green algae, Cyanophyceae. The relative abundance (%) of cladocern ranged from 27.2 in summer to 74.3 in spring while copepods ranged 25.6 in spring to 72.7 in fall. Cladocerans including; *Daphnia longispina*, *Daphnia dubia*, *Daphnia pulex*, *Ceriodaphnia* sp., *Moina* sp., *Moina macrocopa*, *Bosmina* sp. and copepods including; *Apocyclops procerus*, *Acanthocyclops* sp., *Microcyclops varicans*, *Alloccyclops* sp., *Diacyclops bicuspidatus* and *Macroccyclops albidus*. The zooplankton dry biomass was ranged from 0.1 to 28.9 mg/m<sup>3</sup>. Although cladocerans constituted major mesozooplankton assemblages, copepods (including nauplii and copepodids) were distributed in all sampling stations. *D. longispina* was a common species in all stations and seasons, except winter and *Bosmina* had short life cycle, and was rare occurrence in winter. Hanna wetland had eutrophic state and removal of mesozooplankton biomass would result in a better pelagic environment for colonization of aquatic planktonic organisms.

**Keywords:** Distribution and Community Structure, Copepoda, Cladocera, Mesozooplankton, Hanna Wetland, Iran