نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ٦٦، شماره ٢، تابستان ١٣٩٢
٢١١

تاریخ دریافت: ١٣٩٠/١٢/٢٢
تاریخ پذیرش: ١٣٩٢/٤/٨

بررسی تنوع و تراکم پلانکتون‌های چاه‌نیمه‌های سیستان

فاطمه عین‌الهی پیر *؛ عضو هیئت پژوهشکدهٔ تالاب بین‌المللی هامون، دانشگاه زابل
نرجس اکاتی؛ عضو هیئت پژوهشکدهٔ تالاب بین‌المللی هامون، دانشگاه زابل
احمد قرایی؛ عضو هیئت پژوهشکدهٔ تالاب بین‌المللی هامون، دانشگاه زابل
مصطفی غفاری؛ عضو هیئت پژوهشکدهٔ تالاب بین‌المللی هامون، دانشگاه زابل

Archive of SID

چکیـــده

مطالعهٔ حاضر به منظور شناســـایی و بررســـی تغییرات تنوع و تراکم پلانکتون‌های گیاهی و جانوری طی فصول مختلف در سال ١٣٨٩ در چاه‌نیمه‌های سیســـتان، واقع در منطقهٔ زهک، انجام شـــد. در بررســـی جوامع پلانکتونی مخازن چاه‌نیمه، ١٠ شـــاخه و ٣٤ جنس فیتوپلانکتونی شناســـایی شدند. در مقایسهٔ فصلی، بیشترین تنوع جنســـی فیتوپلانکتون‌ها در فصل بهار با ١٨ جنس و کمترین تنوع در فصل زمســـتان با ٧ جنس بود. در فصول بهار، تابســـتان و پاییز بیشترین جنس‌های مشاهده‌شده مربوط به شاخهٔ Chlorophyta بودند که تراکم آنها به ترتیب ٤٣٤٧٢، ٤٠٨٥ و ٦٨٩٣٣ عدد در لیتر محاسبه شد. در فصل زمستان بیشترین تراکم فیتوپلانکتونی مربوط به شاخهٔ Myzozoa با تراکم ١١٢٩٣ عدد در لیتر و پس از آن مربوط به شاخهٔ Chlorophyta با تراکم ٩٥١٧ عدد در لیتر بود. در بررسی جوامع زئوپلانکتونی این مخازن، ٧ شاخه و ٢٢ جنس زئوپلانکتون شناسایی شدند که بیشترین تنوع جنســـی زئوپلانکتون‌ها در فصل تابستان با ١٥ جنس و کمترین نیز در پاییز با ٣ جنس شناسایی شد. در فصل بهار بیشترین فراوانی زئوپلانکتونی مربوط به شـــاخهٔ Rotifera با تراکم ١٢٧٣ عدد در لیتر محاســـبه شد. در فصول تابستان، پاییز و زمستان بیشترین فراوانی زئوپلانکتون‌ها مربوط به شاخهٔ Arthropoda بود که تراکم آنها در این فصول به ترتیب ١٠٥٦، ١٩٠ و ١٠٦٤ عدد در لیتر به دســـت آمد. بر اســـاس نتایج، می‌توان عنوان کرد که تغییرات فصلی می‌تواند در تغییر تراکم و تنوع پلانکتون‌های مخازن چاه‌نیمه‌های سیستان تأثیرگذار باشد. افزایش جمعیت در فصل بهار را می‌توان ناشی از بهبود شرایط محیطی و منابع اولیهٔ تولیدات پلانکتونی و به دنبال آن جوامع زئوپلانکتونی دانست.

واژگان کلیدی: تنوع، تراکم، چاه‌نیمه، زئوپلانکتون، ، سیستان، فیتوپلانکتون.

* نویسنده مسئول تلفن: ٠٥٤٢٢٢٥١٥٢١
E. mail: Fatemeh.eynollahi@uoz.ac.ir

www.SID.ir

۱. مقدمه

تالاب هامون یکی از تالاب‌های بین‌المللی ثبت‌شده در کنوانسیون رامسر و در هنگام پرآبی بزرگ‌ترین دریاچهٔ آب شیرین ایران است. این تالاب با مساحتی حدود ۵۷۰۰ کیلومتر در منطقهٔ سیستان قرار دارد. تالاب هامون زیستگاه پرندگان مهاجر آبزی و بسیاری از آبزیان و گیاهان است و از لحاظ تنوع زیستی اهمیت زیادی دارد. از آنجا که حیات این تالاب به رودخانهٔ هیرمند و انشعابات فرعی آن وابسته است، آبگیری آن منوط به نوسانات طبیعی یا مصنوعی (احداث کانال) رودخانهٔ هیرمند است. در عین حال، بروز خشک‌سالی‌های دههٔ اخیر باعث خشک‌شدن این تالاب شده است (Noori *et al*., 2007).

به منظور کنترل بهتر توزیع آبی که به سیستان وارد می‌شود، مخازن چاه‌نیمه در قسمت ایرانی حوزهٔ هیرمند احداث شده‌اند که محل آنها دقیقاً بعد از دو شاخه‌شدن هیرمند به شاخه‌های رودخانهٔ سیستان و پریان مشترک است. هم اکنون، به علت خشک‌شدن تالاب، یگانه منبع آبی منطقهٔ سیستان ذخیره‌گاه‌های چاه‌نیمه هستند و چاه‌نیمه‌های احداث‌شده می‌توانند به‌منزلهٔ ذخیره‌گاه ژنتیکی موجودات آبزی و کنار آبزی تالاب هامون در شرایط خشک‌شدن تالاب طی سال‌های خشک‌سالی باشند (Daneshkar Arasteh *et al*., 2005). امروزه، اهمیت فیتوپلانکتون‌ها و زئوپلانکتون‌ها در ساختار اکوسیستم‌های آبی همچنین، ارزیابی توان تولید در هر نوع آبی شناخته شده است. فیتوپلانکتون‌ها جلبک‌های فتوسنتزکنندهٔ شناور در اکوسیستم‌های آبی‌اند که در تأمین مواد غذایی و اکسیژن برای سایر حلقه‌های زنجیرهٔ غذایی نقش مهمی ایفا می‌کنند؛ به طوری که، این موجودات به‌منزلهٔ عوامل اولیه در زنجیرهٔ تولید اکوسیستم آبی نقش تعیین‌کننده‌ای دارند و جزء عناصر مهم چرخهٔ بیوژئوشیمیایی محسوب می‌شوند (Tarkowshi, 1995; Uitz *et al*., 2010). مطالعات مختلفی دربارهٔ تنوع و تراکم جوامع پلانکتونی در منابع مختلف آبی انجام شده است. در بررسی جوامع فیتوپلانکتونی تالاب استیل آستارا در مجموع ۱۰ شاخه و ٤۲ جنس از فیتوپلانکتون‌ها شناسایی شدند (Gharibkhany *et al*., 2009). در این مطالعه بیشترین و کمترین تراکم فیتوپلانکتون‌ها به ترتیب در فصول تابستان و زمستان مشاهده شد. در مطالعه‌ای که دربارهٔ جوامع پلانکتونی در بخش‌هایی از سواحل خوزستان انجام شد در مجموع ۱۲۹۹۱ کرم پیکانی پلانکتونی شناسایی شدند (Haghi *et al*., 2008). در بررسی تراکم و تنوع زئوپلانکتون‌های حوزهٔ جنوبی دریای خزر، نشان داده شد که تنوع و تراکم در بازهٔ زمانی مورد بررسی دارای تغییرات معنی‌داری بوده است (Roshantabari *et al*., 2007). با توجه به اینکه تاکنون دربارهٔ شناسایی فیتوپلانکتون‌ها و زئوپلانکتون‌های مخازن چاه‌نیمه مطالعه‌ای صورت نگرفته است، مطالعهٔ حاضر اولین گزارش از ترکیب فیتوپلانکتون‌ها و زئوپلانکتون‌های چاه‌نیمه است که نتایج آن در مدیریت و بهره‌برداری از این مخازن کمک شایانی خواهد کرد.

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱. موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه

چاه‌نیمه‌ها ۳ گودال طبیعی‌اند که، در جنوب شرقی سیستان، در فاصلهٔ تقریبی ٤ کیلومتری ساحل چپ دلتای هیرمند قرار گرفته‌اند (شکل ۱). عمق مخازن به طور متوسط به ۱۵ متر می‌رسد. حجم مخازن چاه‌نیمه‌های ۱، ۲ و ۳ به ترتیب معادل ۲۰۰، ۱۱۰ و ۳۲۰ میلیون متر مکعب در هنگام پرآبی است (جدول ۱) (UNEP, 2006). جدول ۲ موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری‌شده را نشان می‌دهد.

۲.۲. نمونه‌برداری و آماده‌سازی

نمونه‌برداری به صورت فصلی طی یک سال انجام شد. بدین منظور طی چهار فصل، نمونه‌ها از بهار تا زمستان ۱۳۸۹ از لایهٔ ۲۰ سانتی‌متری سطح مخازن آبی چاه‌نیمه برداشت شدند.

Archive of SID

www.SID.ir

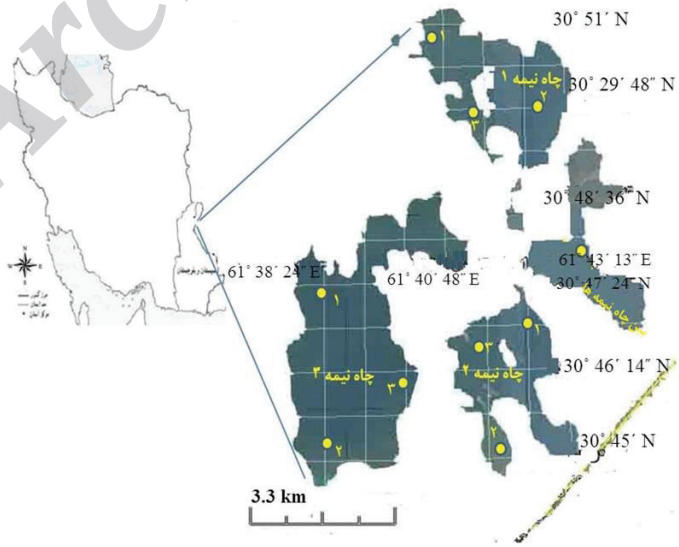
نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲، از صفحه ۲۱۱ تا ۲۲۳

جدول ۱. ظرفیت ذخیره‌سازی آب مخازن چاه‌نیمه‌ها

چاه‌نیمه	حجم (میلیون متر مکعب)
۱	۲۰۰
۲	۱۱۰
۳	۳۲۰
کل	۶۳۰

جدول ۲. موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری

ایستگاه‌ها / نقاط	چاه نیمهٔ ۱	چاه نیمهٔ ۲	چاه نیمهٔ ۳	بین چاه‌نیمه‌ها
۱	N۳۰° ۴۹/۵´ ۱۴˝ E۶۱° ۴۲/۳´ ۴۲˝	N۳۰° ۴۶´ ۳۲˝ E۶۱° ۴۱´ ۴۲˝	N۳۰° ۴۶´ ۴۸˝ E۶۱° ۳۸´ ۱۲˝	
۲	N۳۰° ۵۰/۵´ ۴˝ E ۶۱° ۴۲´ ۲˝	N۳۰°۴۶/۵´۱۱˝ E۶۱° ۴۱/۶´ ۳۰˝	N۳۰°۴۵/۶۵´۵۱˝ E۶۱° ۴۰´ ۶˝	N۳۰°۴۶´۳۲˝ E۶۱° ۴۲´ ۲۳˝
۳	N۳۰° ۵۰/۷´ ۶۲˝ E۶۱° ۴۱/۱´ ۴۸˝	N۳۰° ۴۷´ ۵۴˝ E۶۱° ۴۱/۳´ ۵۱˝	N۳۰° ۴۶/۵´ ۶۲˝ E۶۱° ۳۸/۶´ ۴۳˝	



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی مخازن آبی چاه‌نیمه‌های سیستان و نقاط نمونه‌برداری

Archive of SID

www.SID.ir

۳.۲. پلانکتون‌های گیاهی

در ابتدا، برای نمونه‌برداری از پلانکتون‌ها در هر یک از ایستگاه‌ها از تور مخصوص پلانکتون‌گیری، با چشمهٔ ۲۵ میکرون و با ۳ تکرار در نمونه‌برداری، استفاده شد. نمونه‌های فیتوپلانکتونی با کشیدن تور مخصوص در فاصلهٔ نیم متری از پهلوی قایق و طی مسافت ۲۰ متر جمع‌آوری شدند. پس از هر بار تورکشی، آب باقیمانده در تور در ظروف پلی‌اتیلنی تخلیه و بلافاصله برای شناسایی و آنالیز به آزمایشگاه منتقل شدند (نجات‌خواه معنوی و همکاران، ۱۳۸۹). سپس، در آزمایشگاه با استفاده از صافی ۳۰ میکرونی نمونه‌ها در حجم ۵۰ سی‌سی جداسازی شدند که پس از شناسایی نمونه‌ها، با میکروسکوپ معکوس، بر اساس روش ارائه‌شده در ادامه، به تعیین تراکم آنها در نمونه‌های آب اقدام شد. برای تعیین تراکم نخست، حجم آب نمونه‌برداری‌شده به صورت زیر محاسبه شد (Valiollahi, 2008).

فرمول ۱:

حجم نمونه = طولی که تور کشیده شده است × π × r۲

r = شعاع دهانهٔ تور

۰/۸۵ = ضریب تصحیح مساحت دهانهٔ تور

حجم آب فیلترشده برابر ۳m ۳/۴۳۶ = ۰/۸۵ × m

۰/۱۲۵ m × ۰/۱۲۵ m × ۳/۱۴× ۸۲/۵۰

برای شمارش و شناسایی پلانکتون‌ها، یک میلی‌لیتر از نمونهٔ آب اصلی آماده شد (محلول ۵۰ میلی‌لیتر) و در محفظه‌های شمارش سجویک رفتر[1] یک میلی‌لیتری ریخته شد؛ سپس، تراکم نمونه‌های موجود با رابطهٔ زیر محاسبه شد (ibid).

فرمول ۲:

$$\text{تعداد پلانکتون در هر لیتر آب} = \frac{\text{تعداد پلانکتون درهر میلی از محلول غلیظ شده} \times ۱۰۰۰}{\text{فاکتور تغلیظ}}$$

$$\text{تغلیظ فاکتور} = \frac{\text{حجم آب‌صافی شده به میلی لیتر}}{\text{حجم آب تغلیظ شده به میلی لیتر}}$$

۴.۲. پلانکتون‌های جانوری

به منظور جداسازی پلانکتون‌های جانوری در نمونه‌های آبی جمع‌آوری‌شده از ایستگاه‌ها، این نمونه‌ها با استفاده از صافی با چشمهٔ ۵۰ میکرومتر جداسازی و در ظروف پلاستیکی ریخته شدند. بقیهٔ مراحل کاری، مشابه آنچه در مورد پلانکتون‌های گیاهی انجام شده بود، دنبال شد (ibid). نمونهٔ موجود در استوانهٔ مدرج کاملاً به هم زده شد و بلافاصله نمونه‌گیری انجام شد. برای جلوگیری از ته‌نشینی نمونه‌های پلانکتونی به سرعت نمونه‌برداری تکرار شد. با استفاده از پیپت هانسن – استامپل با دهانهٔ بزرگ یک میلی‌لیتر از نمونه آب برداشت شد. نمونهٔ برداشت‌شده به سلول سجویک رفتر انتقال داده شده و با پوشش شیشه‌ای پوشانده شد. پس از اینکه نمونه‌های زئوپلانکتونی روی زمینهٔ سفید میکروسکوپ قرار داده شدند، شناسایی و شمارش آنها در ۳ تکرار به ازای هر ایستگاه انجام شد (Nejatkhahmaanavi *et al.*, 2010). تراکم زئوپلانکتون‌ها نیز بر اساس فرمول‌های ۱ و ۲ محاسبه شد. در ابتدا، نرمال‌بودن داده‌ها بررسی شد و پس از حصول اطمینان از نرمال‌بودن داده‌ها، برای مقایسهٔ تراکم و تنوع جوامع پلانکتونی چاه‌نیمه‌های سیستان در بین فصول مختلف، از آزمون آنالیز واریانس

1. Sedgwick-Rafter

Archive of SID
www.SID.ir

یک‌طرفه (One way Of ANOVA) استفاده شد. گروه‌های مختلف نیز با پس‌آزمون Tukey جداسازی شدند. داده‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۳ آنالیز شدند.

۳. نتایج

۱.۳. پلانکتون‌های گیاهی

در مطالعهٔ حاضر پلانکتون‌های گیاهی بر اساس شاخه، رده، راسته، خانواده و جنس شناسایی شدند (جدول۳). در جدول ٤، تراکم پلانکتون‌های گیاهی در فصول مختلف نشان داده شده است. طی فصل بهار تعداد ۸ شاخه و ۱۸ جنس از فیتوپلانکتون‌ها شناسایی شدند. مقایسهٔ فصلی تراکم پلانکتون‌های گیاهی در مخازن آبی چاه‌نیمه نشان داد که در فصل بهار بیشترین فراوانی فیتوپلانکتونی مربوط به شاخهٔ Chlorophyta، با تراکم ٤۳٤۷۲ عدد در لیتر، شامل ۹ جنس است. بیشترین فراوانی در این شاخه مربوط به جنس *Eudorina* با تراکم ۲۷٤۷٤ عدد در لیتر و کمترین فراوانی مربوط به جنس *Tetraedron* با ۹۵ عدد در لیتر است. در این فصل در بین شاخه‌های فیتوپلانکتونی کمترین فراوانی مربوط به شاخهٔ Chrysophyta با تراکم ۵۳۲ عدد در لیتر است.

جدول ۳. طبقه‌بندی جوامع پلانکتون‌های گیاهی شناسایی‌شده در مخازن چاه‌نیمه بر اساس شاخه، رده، راسته، خانواده و جنس

جنس	خانواده	راسته	رده	شاخه
Pediastrum	Hydrodictyaceae	Chlorococcales	Chlorophyceae	Chlorophyta
Staurastrum	Desmidiaceae	Zygnematales	Chlorophyceae	Chlorophyta
Pandorina	Volvocaceae	Volvocales	Chlorophyceae	Chlorophyta
Sphaerocystis	Palmellaceae	Tetrasporales	Chlorophyceae	Chlorophyta
Cosmarium	Desmidiaceae	Desmidiales	Zygnemophyceae	Chlorophyta
Eudorina	Volvocaceae	Volvocales	Chlorophyceae	Chlorophyta
Tetraedron	Neochloridaceae	Sphaeropleales	Chlorophyceae	Chlorophyta
Volvox	Volvocaceae	Volvocales	Chlorophyceae	Chlorophyta
Closterium	Closteriaceae	Desmidiales	Zygnematophyceae	Charophyta
Coelastrum	Scenedesmaceae	Sphaeropleales	Chlorophyceae	Chlorophyta
Botrycoccus	Dictyosphaeriaceae	Chlorococcales	Chlorophyceae	Chlorophyta
Chlorella	Chlorellaceae	Chlorellales	Trebouxiophyceae	Chlorophyta
Enteromorpha	Ulvaceae	Ulotrichales	Chlorophyceae	Chlorophyta
Stephanodiscus	Stephanodiscaceae	Thalassiosirales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta
Oscillatoria	Oscillatoriaceae	Oscillatoriales	Cyanophyceae	Cyanobacteria
Merismopedia	Merismopediaceae	Synechococcales	Cyanophyceae	Cyanobacteria
Anabaena	Nostocaceae	Nostocales	Cyanophyceae	Cyanobacteria
Chroococus	Chroococcaceae	Chroococcales	Cyanophyceae	Cyanobacteria
Aphanizomenon	Aphanizomenon	Nostocales	Nostocaceae	Cyanobacteria
Microcystis	Microsystaceae	Chroococcales	Cyanophyceae	Cyanobacteria
Peridinium	Peridiniidae	Peridiniales	Dinophyceae	Cilioflagellata
Euglena	Euglenaceae	Euglenales	Euglenoidea	Euglenozoa
Phacus	Euglenaceae	Euglenales	Euglenophyceae	Euglenida
Gymnodinium	Gymnodiniaceae	Gymnodiniales	Dinophyceae	Dinoflagellata
Synedra	Fragilariaceae	Pennales	Bacillariophyceae	Chrysophyta
Mischococcus	Mischococcus	Heterocapsales	Xanthophyceae	Chrysophyta
Uroglena	Chromulinaceae	Chromulinales	Chrysophyceae	Chrysophyta
Asterionella	Fragilariaceae	Pennales	Bacillariophyceae	Heterokontophyta
Chromulina	Chromulinaceae	Chromulinales	Chrysophyceae	Heterokontophyta
Navicula	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Heterokontophyta
Gonyostomum	Vacuolariaceae	Chattonellales	Raphidophyceae	Heterokontophyta
Tabellaria	Tabellariaceae	Tabellariales	Bacillariophyceae	Heterokontophyta
Ceratium	Ceratiaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Myzozoa

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤. مقایسهٔ تراکم پلانکتون‌های گیاهی (عدد در لیتر) در فصول مختلف

شاخه	جنس	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
Chlorophyta	*Pediastrum*	۲۸۶۹	۲۹۴۵	۵۷۷۶	۳۱۷۲
Chlorophyta	*Staurastrum*	۱۳۳۰	۵۱۳	۵۹۷۱	۲۷۰۰
Chlorophyta	*Pandorina*	۵۰۵۴	۲۸۵	۲۶۴	۳۶۰۷
Chlorophyta	*Sphaerocystis*	۶۲۷	-	-	-
Chlorophyta	*Cosmarium*	۴۰۰۹	۱۹۰	-	-
Chlorophyta	*Eudorina*	۲۷۴۷	-	-	-
Chlorophyta	*Tetraedron*	۹۵	-	۱۰۴۵	-
Chlorophyta	*Volvox*	-	-	۹۴۴	-
Chlorophyta	*Closterium*	-	۹۵	۱۹	۳۸
Chlorophyta	*Coelastrum*	-	۵۷	۲۴۷	-
Chlorophyta	*Botrycoccus*	۱۲۵۴	-	-	-
Chlorophyta	*Chlorella*	۷۶۰	-	-	-
Chlorophyta	*Enteromorpha*	-	-	۱۱۲۱	-
Bacillariophyta	*Stephanodiscus*	۶۸۹۷	-	-	-
Cyanobacteria	*Oscillatoria*	۵۷	۷۶۰	۶۴۰۸	-
Cyanobacteria	*Merismopedia*	۱۴۰۶	۷۰۳	-	-
Cyanobacteria	*Anabaena*	-	۳۰۹	-	-
Cyanobacteria	*Chroococcus*	-	-	۶۰۴	۲۲۷
Cyanobacteria	*Aphanizomenon*	-	۱۳۳	۲۰۷۱	-
Cilioflagellata	*Peridinium*	۲۳۷۵	۹۵	-	-
Euglenozoa	*Euglena*	-	-	۳۰۹۷	-
Euglenida	*Phacus*	-	-	-	-
Dinoflagellata	*Gymnodinium*	۸۱۷	-	۴۹۹۷	-
Chrysophyta	*Synedra*	-	۱۵۲	-	-
Chrysophyta	*Mischococcus*	۵۳۲	-	-	-
Chrysophyta	*Uroglena*	-	-	۷۶	-

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ٤

-	۳۳۶۳	-	-	*Asterionella*	Heterokontophyta	
۴۷۷۷	-	-	۹۸۸	*Tabellaria*	Heterokontophyta	
-	-	-	-	*Chromulina*	Heterokontophyta	
-	-	-	۷۶	*Navicula*	Heterokontophyta	
-	-	-	-	*Gonyostomum*	Heterokontophyta	
۱۱۲۹۳	۱۱۱۲	-	۱۰۶۵	*Ceratium*	Myzozoa	
	۵		۶			

در فصل تابستان تعداد ۱۲ جنس و ٤ شاخه در مخازن آبی چاه‌نیمه شناسایی شدند که بیشترین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها مربوط به شاخهٔ Chlorophyta با تراکم ٤۰۸۵ عدد در لیتر و شامل ٦ جنس بود. در این شاخه بیشترین تراکم مربوط به جنس *Pediastrum* با تراکم ۲۹٤۵ عدد در لیتر و کمترین تراکم مربوط به جنس *Coelastrum* با تراکم ۵۷ عدد در لیتر است و کمترین تراکم مربوط به شاخهٔ Cilioflagellata با تراکم ۹۵ عدد در لیتر شامل جنس *Pridinium* بود. در فصل پاییز تعداد ۱٦ جنس فیتوپلانکتونی مربوط به ۷ شاخه شناسایی شدند؛ در این فصل بیشترین تراکم مربوط به شاخهٔ Chlorophyta با تراکم ٦۸۹۳۳ عدد در لیتر به دست آمد که شامل ۸ جنس است؛ بیشترین تراکم مربوط به جنس *Staurastrum* (۵۹۵۱۷ عدد در لیتر) و کمترین تراکم مربوط به جنس *Closterium* (۱۹ عدد در لیتر) است. در بین شاخه‌های فیتوپلانکتونی شناسایی‌شده در این فصل کمترین تراکم مربوط به شاخهٔ Chrysophyta (۷٦ عدد در لیتر) بود که فقط شامل جنس *Uroglena* است. در فصل زمستان تعداد ۷ جنس فیتوپلانکتون مربوط به ٤ شاخه شناسایی شدند. بیشترین تراکم فیتوپلانکتون مربوط به شاخهٔ Myzozoa با تراکم ۱۱۲۹۳ عدد در لیتر است که فقط شامل جنس *Ceratium* است. پس از آن شاخهٔ Chlorophyta با تراکم ۹۵۱۷ عدد در لیتر بیشترین تراکم را به خود اختصاص داده است که شامل ٤ جنس است. کمترین تراکم فیتوپلانکتونی مربوط به شاخهٔ Cyanobacteria با تراکم ۲۲۷ عدد در لیتر است که شامل جنس *Chroococous* است.

۲.۳. پلانکتون‌های جانوری

در مطالعهٔ حاضر پلانکتون‌های جانوری بر اساس شاخه، رده، راسته، خانواده و جنس شناسایی شدند (جدول۵). همچنین، در بررسی جوامع زئوپلانکتونی مخازن چاه‌نیمه ۷ شاخه با ۲۲ جنس شناسایی شدند. جدول ٦ مقایسهٔ تراکم پلانکتون‌های جانوری در فصول مختلف را نشان می‌دهد. در فصل بهار تعداد ۲ شاخه و ٦ جنس از زئوپلانکتون‌ها شناسایی شدند. مقایسهٔ فصلی تراکم پلانکتون‌های جانوری در مخازن آبی چاه‌نیمه نشان داد که در فصل بهار بیشترین فراوانی زئوپلانکتونی مربوط به شاخهٔ Rotifera با تراکم ۱۲۷۳ عدد در لیتر است که شامل ۵ جنس است. بیشترین فراوانی در این شاخه مربوط به جنس *Brachionus* با تراکم ٦٤٦ عدد در لیتر و کمترین فراوانی مربوط به جنس *Conochiloides* با ۳۸ عدد در لیتر است. شاخهٔ Actinopoda با داشتن یک جنس و تراکم ۳٤۲ عدد در لیتر دومین شاخهٔ شناسایی‌شده در این فصل است.

در فصل تابستان تعداد ۵ شاخه و ۱۵ جنس در مخازن آبی چاه‌نیمه شناسایی شدند که بیشترین فراوانی زئوپلانکتون‌ها مربوط به شاخهٔ Arthropoda با تراکم ۱۰۵٦ عدد در لیتر، مشتمل بر ۵ جنس است. بیشترین

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. طبقه‌بندی جوامع پلانکتون‌های جانوری شناسایی‌شده طی ٤ فصل، بر اساس شاخه، رده، راسته، خانواده و جنس در مخازن چاه‌نیمه

جنس	خانواده	راسته	رده	شاخه
Diaphnosoma	Sididae	Cladocera	Brachinopoda	Arthropoda
Ceriodaphnia	Daphidae	Cladocera	Brachinopoda	Arthropoda
Mesocyclops	Cyclopidae	Cyclopoida	Maxillopoda	Arthropoda
Eudiaptomus	Diaptomidae	Calanoidae	Maxillopoda	Arthropoda
Sida	Sididae	Cladocera	Branchiopoda	Arhtropoda
Cyclops	Cyclopidae	Cyclopida	Maxillopoda	Arthropoda
Spirostomum	Spirostomidae	Heterotrichida	Ciliatea	Ciliophora
Brachionus	Brachionidae	Plioma	Monogononta	Rotifera
Conochiloides	Conochilidae	Floscullariaceae	Eurotatoria	Rotifera
Hexarthra	Hexarthridae	Floscullariaceae	Monogononta	Rotifera
Polyarthra	Synchaetidae	Ploimida	Monogonata	Rotifera
Keratella	Brachionidae	Ploima	Eurotatoria	Rotifera
Gastropus	Gastropidae	Ploima	Monogonata	Rotifera
Synchaeta	Synchaetidae	Ploima	Monogononta	Rotifera
Notholca	Brachionidae	Ploima	Monogonata	Rotifera
Asplanchna	Asplanchnidae	Ploimida	Monogononta	Rotifera
Acanthocystis	Acanthocistidae	Centrohelida	Heliozoa	Protozoa
Stylonychia	Oxytrichidae	Sporadotrichida	Spirotrichea	Ciliophora
Tintinnopsis	Codonellidae	Tintinnida	Choreotrichia	Ciliophora
Myriophrys	Myriophryidae	Amoebida	Actinopoda	Actinopoda
Chaetonotus	Chaetonotidae	Chaetonotida	Gastrotricha	Cindaria
Paulinella	Paulinellidae	Euglyphida	Filosa	Rhizopoda

تراکم مربوط به جنس *Eudiaptomus* با تراکم ۵۳۲ عدد در لیتر و کمترین تراکم مربوط به جنس *Diaphnosoma* با تراکم ۵۷ عدد در لیتر است. دومین شاخه، از نظر تراکم، شاخهٔ Rotifera با تراکم ۱۰۰۰ عدد در لیتر است. کمترین تراکم مربوط به شاخهٔ Protozoa با تراکم ۹۵ عدد در لیتر و شامل جنس *Acanthocystis* بوده است.

در فصل پاییز تعداد ۳ شاخه و ۳ جنس زئوپلانکتونی شناسایی شدند که در این فصل بیشترین تراکم مربوط به شاخهٔ Arthropoda با تراکم ۱۹۰ عدد در لیتر و فقط شامل جنس Cyclops است. پس از آن شاخهٔ Rotifera با تراکم ۱۵۲ عدد در لیتر در جنس *Brachionus* تراکم بعدی را به خود اختصاص داده است. در بین شاخه‌های زئوپلانکتونی شناسایی‌شده در این فصل کمترین تراکم مربوط به شاخهٔ Cindaria (۳۸ عدد در لیتر) و فقط شامل جنس *Chaetonotus* بوده است.

در فصل زمستان زئوپلانکتون‌های شناسایی‌شده مربوط به ۳ شاخه و ۵ جنس بودند. بیشترین تراکم زئوپلانکتون‌ها مربوط به شاخهٔ Arthropoda با تراکم ۱۰٦٤ عدد در لیتر است که شامل ۲ جنس *Sida* با تراکم ۸۷٤ عدد در لیتر و جنس *Diaphnosoma* با تراکم ۱۹۰ عدد در لیتر است. کمترین تراکم زئوپلانکتونی مربوط به شاخهٔ Rotifera با تراکم ۳۸ عدد در لیتر در جنس *Asplanchna* ثبت شد.

٤. بحث

در بررسی جوامع فیتوپلانکتونی مخازن چاه‌نیمه، ۱۰ شاخه با ۳٤ جنس شناسایی شدند که در بین فصول بالاترین تنوع فیتوپلانکتونی مربوط به فصل بهار با ۱۸ جنس بود. همچنین، بیشترین تنوع شاخه‌ها و جنس‌ها نیز مربوط به این فصل است. شاخهٔ Chlorophyta با ۹ جنس دارای بیشترین تنوع جنس‌ها در فصل بهار بود. کمترین تنوع جنس‌های فیتوپلانکتونی (۷ جنس) نیز در فصل زمستان به دست آمد.

در تحقیقی، که به منظور شناسایی و پراکنش فیتوپلانکتونی در مناطق مختلف تالاب انزلی و نواحی ساحلی دریای خزر انجام شد، ۹ شاخه و ۱۳٤ جنس از فیتوپلانکتون‌ها شناسایی شدند که در بین آنها شاخهٔ Chlorophyta با ٥٦ جنس دارای بیشترین تنوع بود (Sabkara and Makaremi, 2003). در

Archive of SID

www.SID.ir

مطالعه‌ای که به منظور بررسی تنوع، تراکم و فراوانی فیتوپلانکتون‌های تالاب استیل آستارا انجام شد، در مجموع ۱۰ شاخه و ۴۲ جنس از فیتوپلانکتون‌ها شناسایی شدند که در این بین بیشترین تنوع مربوط به شاخهٔ Chlorophyta و بیشترین تراکم مربوط به شاخهٔ Cyanophyta بود. در این مطالعه بیشترین تنوع فیتوپلانکتون در فصل تابستان و کمترین تنوع در فصل پاییز دیده شد. بیشترین تراکم فیتوپلانکتون‌ها در فصل تابستان و کمترین تراکم در فصل زمستان گزارش شد (Gharibkhany *et al*., 2009).

جدول ۶. مقایسهٔ تراکم پلانکتون‌های جانوری (عدد در لیتر) در فصول مختلف

شاخه	جنس	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
Arthropoda	*Diaphnosoma*	-	۵۷	–	۱۹۰
Arthropoda	*Ceriodaphnia*	-	۹۵	–	–
Arthropoda	*Mesocyclops*	-	۲۲۸	–	–
Arthropoda	*Eudiaptomus*	-	۵۳۲	–	–
Arhtropoda	*Sida*	-	۱۴۴	–	۸۷۴
Arthropoda	*Cyclops*	-	-	۱۹۰	–
Rotifera	*Brachionus*	۶۴۶	۲۰۹	۱۵۲	–
Rotifera	*Conochiloides*	۳۸	۱۹	–	–
Rotifera	*Hexarthra*	۲۲۸	۷۶	–	–
Rotifera	*Polyarthra*	۱۵۲	۱۹۰	–	–
Rotifera	*Keratella*	-	۲۸۵	–	–
Rotifera	*Gastropus*	-	۱۹	–	–
Rotifera	*Synchaeta*	۲۰۹	۱۷۱	–	–
Rotifera	*Notholca*	-	۳۱	–	–
Rotifera	*Asplanchna*	-	-	–	۳۸
Protozoa	*Acanthocystis*	-	۹۵	–	–
Ciliophora	*Stylonychia*	-	-	–	۳۶۰
Ciliophora	*Spirostomum*	-	۹۵	–	–
Ciliophora	*Tintinnopsis*	-	-	–	۲۲۸
Actinopoda	*Myriophrys*	۳۴۲	-	–	–
Cindaria	*Chaetonotus*	-	-	۳۸	–
Rhizopoda	*Paulinella*	-	۱۹	–	–

Archive of SID

www.SID.ir

در مطالعهٔ لیمنولوژیک بخشی از رودخانهٔ زهره در استان کهگیلویه و بویراحمد تعداد ٢٤ گروه فیتوپلانکتونی شناسایی شدند. در این بررسی تفاوت معنی‌دار آماری در بین تراکم فیتوپلانکتون‌ها در فصول مختلف مشاهده نشد (Gorjipoor *et al*., 2007). در بررسی تاکسونومیکی دیاتومه‌های دریاچهٔ سد زاینده‌رود، تعداد ۵۳ گونه متعلق به ۲۳ جنس از شاخهٔ Bacillariophyta شناسایی شدند. عامل تغییر ترکیب گونه‌ای دیاتومه‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه ناشی از تغییرات فصلی، حالات متفاوت غذایی و تراکم مناطق مسکونی دانسته شد (Shams and Afsharzadeh, 2007).

با توجه به نتایج این بررسی و مقایسهٔ آن با مطالعات مذکور روی اکوسیستم‌های آبی دیگر، مشخص شد که مخازن چاه‌نیمه‌های سیستان از تنوع فیتوپلانکتونی خوبی برخوردارند؛ همچنین، متنوع‌ترین شاخه در این مخازن شاخهٔ Chlorophyta است که مشابه تالاب انزلی (Sabkara and Makaremi, 2003) و تالاب استیل آستارا (Gharibkhany *et al*., 2009) است. فیتوپلانکتون‌های شاخهٔ Chlorophyta به آب‌های مزوساپروپ تعلق دارند. ذخیرهٔ فراوان ترکیبات نشاسته‌ای، روغن و کاروتنوئید سبب دوام در دورهٔ خشکی و سرمای طولانی می‌شود (Esmaili Sari, 2000). بنابراین، حضور مداوم این شاخه از فیتوپلانکتون‌ها در تمامی فصول همچنین، تراکم بیشتر آن می‌تواند ناشی از توان بالای این شاخه در ماندگاری در شرایط مختلف طبیعی در چاه‌نیمه‌ها باشد.

از عوامل محیطی مهم تغییردهندهٔ ساختار اجتماعات فیتوپلانکتونی می‌توان به عوامل فیزیکی (نور، شوری، اکسیژن، pH، دما)، جریانات شیمیایی، مواد غذایی ضروری و عوامل زیستی اشاره کرد (King *et al*., 2002). از این‌رو، جانشینی برخی از شاخه‌ها با شاخه‌های دیگر، غالب‌شدن آنها در فصول خاص و توالی فیتوپلانکتونی در اکوسیستم‌های آبی، از جمله مخازن چاه‌نیمه، را می‌توان به این عوامل نسبت داد. کاهش جمعیت فیتوپلانکتون‌ها در فصل زمستان را می‌توان به علت تغذیه و مواد غذایی موجود در آب (Rantaj¨arvi *et al*., 1998)، مخلوط‌شدن بیشتر آب، کم‌شدن نور و طول روز و کاهش دما دانست (Lewandowska, 2011). در فصل زمستان، چون جمعیت فیتوپلانکتونی کاهش شدیدی دارد، میزان مواد غذایی موجود در آب طی این فصل افزایش می‌یابد. افزایش مواد غذایی کمک بزرگی به افزایش سریع جمعیت فیتوپلانکتون‌ها در فصل بهار می‌کند (King *et al*., 2002). در این مطالعه نیز در فصل بهار تنوع فیتوپلانکتون‌ها نسبت به سایر فصول بیشتر است. در بررسی تراکم فصلی فیتوپلانکتون‌های تالاب استیل آستارا، علت کاهش جمعیت فیتوپلانکتون‌ها در فصل زمستان و افزایش آنها در فصل بهار ناشی از تغییرات فاکتورهای محیطی بیان شد (Gharibkhany *et al.,* 2009).

در بررسی جوامع زئوپلانکتونی مخازن چاه‌نیمه، ۷ شاخه مشتمل بر ۲۲ جنس شناسایی شدند. در مطالعهٔ لیمنولوژیک بخشی از رودخانهٔ زهره در استان کهگیلویه و بویراحمد تعداد دو گروه زئوپلانکتونی شناسایی شدند (Gorjipoor *et al*., 2007). این تفاوت معنی‌دار آماری از لحاظ تراکم پلانکتون‌های جانوری در فصول مختلف مشاهده نشد. در بررسی تنوع و تراکم زئوپلانکتون‌های حوزهٔ جنوبی دریای خزر ۸ گونه زئوپلانکتون شناسایی شدند که مربوط به پاروپایان، پروتوزوآ، روتیفرا و لاروبالانوس بودند. در این بررسی بیشترین فراوانی نیز مربوط به کوپه‌پودا بوده است (Roshantabari *et al*., 2007).

در مقایسهٔ فصلی زئوپلانکتون‌ها در چاه‌نیمه‌ها، بیشترین تنوع جنس مربوط به فصل تابستان (۱۵ جنس) و کمترین تنوع مربوط به فصل پاییز (۳ جنس) به دست آمد. بیشترین تنوع شاخه‌های زئوپلانکتون در فصل تابستان و مربوط به شاخهٔ Rotifera بود و بیشترین تنوع جنس (۸ جنس) نیز در این شاخه دیده شد. با آغاز فصل بهار و فراهم‌بودن شرایط فیزیکی و شیمیایی آب، رشد فیتوپلانکتون‌ها و زئوپلانکتون‌ها

Archive of SID

www.SID.ir

نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲، از صفحه ۲۱۱ تا ۲۲۳

نیز شروع می‌شود. با افزایش تدریجی درجهٔ حرارت و افزایش طول روز، تولیدات اولیه افزایش می‌یابد که این امر موجب کاهش اکسیژن محلول آب در ماه‌های گرم سال می‌شود (Kunz, 2005). در بررسی پراکنش و فراوانی زئوپلانکتون‌ها در استخرهای پرورش ماهیان گرمابی در استان گیلان، بیشترین تراکم زئوپلانکتون‌ها در فصل تابستان (۶۲۲ عدد در لیتر) به دست آمد. عامل اصلی افزایش تعداد زئوپلانکتون‌ها در این فصل افزایش تولیدات اولیه، درجهٔ حرارت و طول روز دانسته شد (Mahdizadeh *et al*., 2006).

در تحقیق حاضر شاخهٔ Arthropoda در فصول تابستان، پاییز و زمستان دارای بیشترین تراکم و در فصل تابستان دارای بیشترین تنوع جنس بوده است. در مطالعات جمعیت زئوپلانکتون‌های سد ماکو، دلیل افزایش جمعیت سخت‌پوستان در ماه‌های اردیبهشت و خرداد شرایط دمایی مناسب و مقاومت آنها عنوان شد (Sabkara and Makaremi, 2003).

در بررسی تنوع زئوپلانکتون‌های چاه‌نیمه، کمترین تنوع شاخه‌ها مربوط به فصل بهار است. در بررسی پراکنش و فراوانی زئوپلانکتون‌ها در استخرهای پرورش ماهیان گرمابی در استان گیلان، کمترین تنوع زئوپلانکتون‌ها در فصل بهار مشاهده شد که مشابه نتایج است (Mahdizadeh *et al*., 2006).

۵. نتیجه‌گیری

بررسی جوامع پلانکتونی مخازن چاه‌نیمه‌های سیستان نشان داد که پلانکتون‌های گیاهی و جانوری از تراکم و تنوع مناسبی برخوردارند. شاخهٔ Chlorophyta بیشترین تنوع و تراکم را در بین شاخه‌های فیتوپلانکتونی داشت. شرایط فیزیولوژیکی و ماندگاری بالای این دسته از فیتوپلانکتون‌ها در شرایط مختلف طبیعی از عوامل مهم حضور آنها در تمامی فصول است. بیشترین تنوع زئوپلانکتونی مربوط به شاخهٔ Rotifera بود. بیشترین تراکم زئوپلانکتون‌ها در فصل تابستان به دست آمد که می‌تواند ناشی از افزایش تدریجی درجهٔ حرارت، افزایش طول روز و افزایش تولیدات اولیه باشد. در فصول تابستان، پاییز و زمستان بیشترین فراوانی زئوپلانکتون‌ها مربوط به شاخهٔ Arthropoda است که می‌تواند ناشی از مقاومت آنها نسبت به تغییرات فاکتورهای محیطی باشد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله از ادارهٔ کل شیلات سیستان همچنین، آقایان مهندس عبدالعلی راهداری، مهندس مصیب سیدی الوان و مهندس رضا دهمرده بهروز برای همکاری‌ها و حمایت‌هایشان در اجرای این پژوهش کمال تشکر و قدردانی را دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

References

[1]. Daneshkar Arasteh, P., Tajrishi, M., Mirlotfi, M., Saghafian, B., 2005. Statistical model of free water surface evaporation using the volume balance method in Chahnimeh reservoir, Sistan-Iran. Pajouhesh and Sazandegi 68, 2-14 (in persian).

[2]. Esmaili Sari, A., 2000. Bacteria, algae, fungi and freshwater invertebrates. Iranian Fisheries Research Organization (IFRO), 16 p (in persian).

[3]. Gharibkhany, M., Tatina, M., Ramezanpoor, Z., Chobian, F., 2009. Studying the diversity, density and abundance of phytoplanktons of Esteel lagoon in Astara. Journal of Fisheries 4, 41-54 (in persian).

[4]. Gorjipoor, A., Asadi, M., Hasanpoor, B., 2007. Limnologic Survey of Zohreh river in Kohkiloyeh and Boyerahmad province. Pajouhesh and Sazandegi 74, 105-110 (in persian).

[5]. Haghi, M., Savari, A., dehghan, S., 2008. Pelagic Chaetognath's frequency and biomass in coast of Khuzestan province (Persian Gulf). Iranian Journal of Biology 21, 46-51 (in persian).

[6]. King, L., Jones, R.I., Barker, P., 2002. Seasonal variation in the epilithic algal communities from four lakes of different trophic state. Archive for Hydrobiology 154, 177-198.

[7]. Kunz, J.T., 2005. Effects of mixing depth, turbulent diffusion and nutrient enrichment on enclosed marine plankton communities. Dissertation der Fakultät für Biologie, der Ludwig-Maximilians-Universität München, 29 p.

[8]. Lewandowska, A.M., 2011. Effects of warming on the phytoplankton succession and trophic interactions; Dissertation in fulfilment of the requirements for the degree. Dr. rer. nat."of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences at Kiel University, 19 p.

[9]. Mahdizadeh, G., Saberi, M., Hasanzadehkiabi, B., Vosooghi, G., 2006. Survey distribution and aboudance of zooplanktons in aquaculture ponds of warm water fishes in Guilan province (Lacan region) Journal of Marine Science and Technology 5, 77-85 (in persian).

[10]. Nejatkhahmaanavi, P., Mahdavi, M., Forozad, M., 2010. Survey of planktonic population and water quality in Band Ali Khan wetland. Journal of Environment and Technology 12, 149-162 (in persian).

[11]. Noori, G., Arbabi, T., Noori, S., 2007. Hamun, Life of Sistan Sepehr Publications, pp 34-35 (in persian).

[12]. Rantaj¨arvi, E., Gran, V., S., H., Olsonen, R., 1998. Effects of environmental factors on the phytoplankton community in the Gulf of Finland – unattended high frequency measurements and multivariate analyses. Hydrobiologia 363, 127–139.

[13]. Roshantabari, M., Nejatkhahmanavi, P., Hoseini, S.A., Khodaparast, N., Rostamian, M., 2007. Diversity, density and distribution of zooplanktons in southern zone of Caspian sea in winter of 2005 and the comparison with previous years Journal of Environment and Technology, 129-137 (in persian).

[14]. Sabkara, J., Makaremi, M., 2003. Distribution and frequency of planktons that roles in Anzali

Archive of SID

www.SID.ir

wetland during 1997 to 2000. Journal of Fisheries, Iranian Fisheries Research Organization (IFRO) 2, 29 (in persian).

[15]. Shams, M., Afsharzadeh, S., 2007. Taxonomic survey of diatoms from lake of Zayandehrood dam. Rostaniha 8, 160-177 (in persian).

[16]. Tarkowshi, G.M., 1995. A survey of phytoplankton density in three aquatic environments. University of Notre Dame Environmental Research Center, pp. 3-6.

[17]. Uitz, J., Claustre, H., Gentili, B., Stramski., D., 2010. Phytoplankton class-specific primary production in the world's oceans: Seasonal and interannual variability from satellite observations. Global Biogeochemical Cycles 24, 1-19.

[18]. UNEP, 2006. History of environmental change in the Sistan Basin, based on satellite image analysis. pp. 1976-2005.

[19]. Valiollahi, J., 2008. Applied Limnology. Salehin Publications, pp 200, 230-236 (in persian).

Archive of SID

www.SID.ir