

بررسی تنوع گونه‌ای و اکولوژیک فیتوپلانکتونهای دریاچه بزنگان

علی غلامی، حمید اجتهادی و فرشته قاسم زاده

agholami_1348@yahoo.com

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ ورود: آبان ۱۳۸۲ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۸۳

چکیده

دریاچه بزنگان، بزرگترین دریاچه طبیعی استان خراسان با مساحتی حدود ۶۹ هکتار در ۱۲۰ کیلومتری شمال شرق شهرستان مشهد واقع شده است. به منظور شناسایی و بررسی اکولوژیک جمعیت‌های فیتوپلانکتونی و مقایسه تنوع گونه‌ای آنها در طول فصول مختلف در ناحیه حاشیه‌ای دریاچه، نمونه‌برداری در طول خط ساحلی در ۱۱ ایستگاه به طور فصلی در سال ۱۳۸۱ انجام شد. طی تحقیقات انجام شده ۴ گونه ماکرو جلبک و ۳۳ گونه فیتوپلانکتونی متعلق به ۵ شاخه جلبکی شناسایی شد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که از ۳۳ گونه فیتوپلانکتونی، ۲۱ گونه به شاخه کریزوفیتا، ۷ گونه به شاخه کلروفیتا، ۴ گونه به سیانوفیتا و یک گونه به پیروفیتا تعلق دارند. *Fragillaria*، *Merismopedia punctata*، *Ulothrix subtilissima*، *Diatoma tenue* و *crotonensis* از بیشترین وفور گونه‌ای برخوردار بودند. اعضای شاخه کریزوفیتا بیشترین فراوانی را در فصل تابستان و پاییز داشتند همچنین بیشترین فراوانی را در تمامی فصول نسبت به سایر شاخه‌ها نشان دادند. در این تحقیق فاکتورهای اکولوژیک نظیر میزان تبخیر، دما، شوری، pH، EC و یونهای Na^+ ، P^+ ، Si^{2+} ، NO_2^- ، NO_3^- ، PO_4^{2-} در زمانهای مختلف نمونه‌برداری بررسی شدند. شاخصهای مختلف عددی غنای گونه‌ای، یکنواختی و تنوع فیتوپلانکتونی در هر فصل محاسبه و براساس شاخصهای پارامتریک تنوع گونه‌ای نیز با هم مقایسه گردیدند. نتایج نشان داد که بیشترین تنوع گونه‌ای فیتوپلانکتونها مربوط به فصول تابستان و پاییز است و این دریاچه، اولیگوتروف و با شوری کم می‌باشد و شرایط غذایی، فصلی و آب و هوایی بر تغییر و تنوع گونه‌ای فیتوپلانکتونی بسیار موثر است بطوریکه افزایش شوری بدلیل سالهای خشکی بیشترین تاثیر را بر فراوانی و تنوع جوامع فیتوپلانکتونی گذاشته است.

لغات کلیدی: تنوع گونه‌ای، فیتوپلانکتون، فاکتورهای محیطی، دریاچه بزنگان

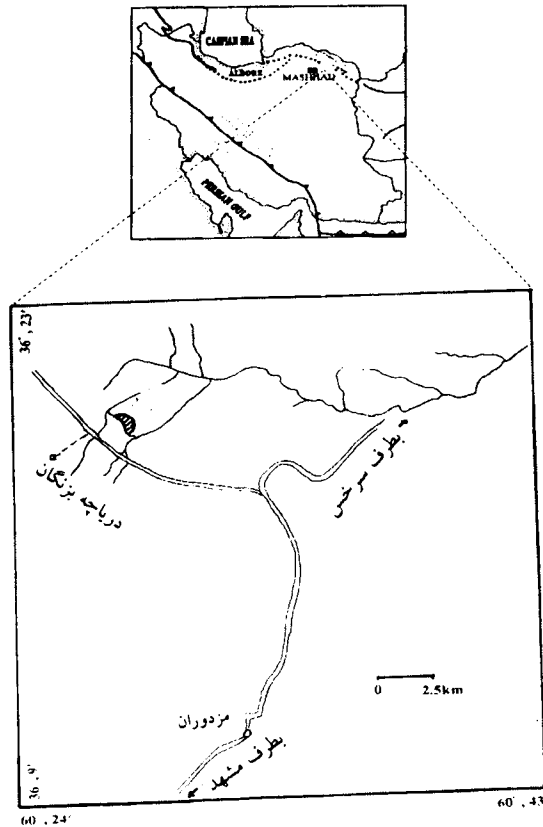
مقدمه

آگاهی از ترکیب و فراوانی فیتوپلانکتونها منجر به ایجاد تصویری روشن پیرامون سنجش یا اظهار نظر در رابطه با شرایط غذایی دریاچه‌ها و ارزیابی احتمالی یا استفاده بهینه از منابع آبی می‌شود. جوامع فیتوپلانکتونی نشان دهنده تغییرات محیطی بلند مدت و کوتاه مدت در اکوسیستم‌های دریاچه‌ای هستند. افزایش در غلظت مواد غذایی جلبکی در دریاچه‌ها نشان دهنده نظم بسیار خوبی از اثرات منفی‌شان در رابطه با کیفیت آب است (Salmaso, 2002; Haraugthy & Burks, 1996). سایر مدارک در این زمینه از جمله افزایش در بیوماس پلانکتونی، تغییر در ترکیب و ساختار اجتماعات پلانکتونی، تغییر در شکوفایی جلبکی، تغییر در اختصاصات شیمیایی آب، کاهش شفافیت آب و همچنین تغییر در زیبایی پیکره آب می‌تواند بخوبی گویای این مسئله باشد (Gibson, 1971; Rhee & Gotham, 1980; Salmaso, 2002; Haraugthy & Burks, 1996). بررسی‌های متفاوت بر روی جوامع جلبکی مشخص ساخته است که عواملی مانند نور، قابلیت دسترسی به مواد غذایی، شوری، دما و سایر عوامل نقش عمده‌ای در تولید، بیوماس و غنای گونه‌ای جوامع فیتوپلانکتونی و شفافیت آنها در اکوسیستم‌های آبی از جمله دریاچه‌ها دارند؛ (Zimba, 1995; Mur & Schreurs, 1995; Huber, Hammer et al., 1983; King et al., 2002; Gomez, 1998; Alam et al., 2001; 1986). از بین مواد مغذی، نیتروژن، فسفر، کربن و سیلیکات نقش مهمتری را در تولید و بیوماس جوامع جلبکی نشان می‌دهند و علاوه نشان داده شده است که از بین این عناصر نیتروژن و فسفر در رشد فیتوپلانکتونها از اهمیت بیشتری برخوردار هستند (Saras & Fritz, 2002; Salmaso, 2002). در هر صورت، شرایط تغذیه‌ای در دریاچه‌ها ناشی از تاثیر متقابل مجموعه پیچیده‌ای از عوامل است. جدا از غلظت مواد غذایی، عواملی مانند روابط بین شبکه‌های غذایی، مورفومتری دریاچه‌ها، تغییر در آب و هوا و هیدرولوژی آب نیز موثر می‌باشند (Wood & Talling, 1988; Nubel et al., 1999; Salmaso, 2002; Saras & Fritz, 2002). این تحقیق با هدف شناسایی فلور جوامع آبی (اعم از ماکرو جلبکها و فیتوپلانکتونها)، با تاکید بر مطالعات اکولوژیک و بررسی و مقایسه تنوع گونه‌ای جمعیت‌های فیتوپلانکتونی در فصلهای مختلف در ناحیه حاشیه‌ای دریاچه بزنگان صورت گرفت.

مواد و روش کار

دریاچه بزنگان (گل بی‌بی) بزرگترین دریاچه طبیعی استان خراسان است که در شرق حوضه رسوبی کپه‌داغ، در شمال ایران واقع شده است. دریاچه گل بی‌بی با مختصات ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه طول جغرافیایی و ۱۸ درجه و ۳۶ دقیقه عرض جغرافیایی در چهار کیلومتری جنوب شرقی دهستان بزنگان از بخش مرزداران و در فاصله ۹ کیلومتری غرب جاده سرخس و در حدود ۱۲۰ کیلومتری شمال شرق شهرستان مشهد واقع شده است (شکل ۱). محیط این دریاچه در حدود ۳۳۰۰ متر و مساحت

تقریبی آن در حدود ۶۹۰۰۰۰ متر مربع (۶۹ هکتار) است. ارتفاع متوسط دریاچه از سطح دریا تقریباً ۸۶۰ متر می‌باشد. حداکثر عمق دریاچه در فصل زمستان ۱۲ متر و عمق متوسط آن در حدود ۸ متر تخمین زده شده است (گلستانی، ۱۳۷۳؛ آدابی و محمد زاده، ۱۳۷۶). میزان بارندگی سالانه ۳۲۴/۵ و میزان تبخیر ۲۵۴۰ میلی لیتر می‌باشد. بیشترین دما در ماه تیر با ۳۲ درجه سانتیگراد و کمترین دما در بهمن ماه با ۷ درجه سانتیگراد گزارش شده است. از نظر اقلیمی منطقه مورد نظر جزء اقلیمهای خشک سرد طبقه بندی می‌گردد (غلامی، ۱۳۸۲).



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه ایران

به منظور مطالعه تغییرات جمعیتی فیتوپلانکتونهای دریاچه، نمونه برداری از منطقه حاشیه‌ای دریاچه بزنگان با توجه به شرایط موجود به صورت فصلی در طول سال ۱۳۸۱ صورت گرفت. انجام نمونه برداری براساس منابع ورودی آب و پوشش گیاهی تعیین گردید. با توجه به اینکه بیشترین تراکم گیاهی در ضلع شمالی و غربی دریاچه متمرکز بود و از طرفی منابع ورودی آب نیز در این قسمت قرار داشت، نمونه برداری نیز بیشتر در این قسمتها صورت گرفت. نمونه آب ۵۰ لیتر بود که از ۱۱ ایستگاه برداشته شد و پلانکتونهای آن توسط تور پلانکتونی ۴۵μm جدا گردید. محلهای نمونه برداری در شکل ۱ توسط دایره مشخص شده است. جهت تثبیت نمونه‌ها از محلول لگول استفاده شد و شمارش فیتوپلانکتونها با لام توما و با استفاده از میکروسکوپ نوری انجام شد (Franson, 1980) و سپس شناسایی نمونه‌های فیتوپلانکتونی انجام گردید (کیان مهر، ۱۳۷۳؛ خوشبخت، ۱۳۷۶؛ Fritsch, 1935; Prescott, 1978; Lawson & Rushforth, 1975; Fritsch, 1945). به منظور بررسی دقیق اثرات فیزیکی و شیمیایی محیط بر جوامع زیستی دریاچه (جلبکها و فیتوپلانکتونها) اطلاعات مربوط به بعضی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب از جمله یونهای Si^{2-} و N^{-} ، Na^{+} ، P^{-} ، NO_2^{-} ، NO_3^{-} ، PO_4^{2-} و همچنین میزان EC ، O_2 ، TDS ، pH و سختی آب در محیط و آزمایشگاه توسط دستگاههای موجود اندازه گیری و ثبت شد. جهت اندازه گیری یونهای موجود در آب از دستگاه هیدروچک (Hydrocheck 1, WPA) و ذییم فتومتری استفاده شد. ایستگاههای نمونه برداری آب در این بررسی شامل ایستگاه شماره ۱ واقع در ضلع جنوبی دریاچه (ورودی دریاچه)، ایستگاه ۲ در حد فاصل بین ایستگاه ۱ و ۳ (بالا دست زیارتگاه)، و ایستگاه ۳ در ضلع شمالی دریاچه می باشد.

داده‌های خام جمع آوری شده ابتدا در برنامه صفحه گسترده Excel بطور جداگانه ثبت شد. پس از انجام مدیریت لازم، داده‌های وارده شده با فرمت خاص ذخیره و برای آنالیز در نرم افزارهای تخصصی مربوطه آماده گردید. از جمله شاخصهای غنای گونه‌ای می‌توان شاخصهای مارگالف (Margalef's Index (D_{Mg}) و شاخص منهینیک ((Menhinick's Index (D_{Mn})) را نام برد که فرمول آنها به صورت زیر است:

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

که در آن: S، تعداد گونه‌های شمارش شده و N، تعداد کل افراد از تمامی گونه‌ها است. از جمله شاخصهای معروف تنوع و یکنواختی گونه‌ای می‌توان به شاخصهای شانن (Shannon)، سیمپسون (Simpson)، مک اینتاش (McIntosh) و ... اشاره کرد که شاخص شانن از جمله شاخصهای تنوعی اطلاعات است که به گونه‌های نادر در اجتماع حساس بوده و از فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

که در آن: P_i ، نسبت افراد گزارش شده از i امین گونه و S ، تعداد کل گونه‌ها است.

شاخص سیمپسون از جمله شاخصهای تنوری احتمالات بوده و به گونه‌های غالب در نمونه وزن داده و به غنای گونه‌ای حساسیت کمتری دارد. فرمول آن برای یک جامعه معین عبارت است از:

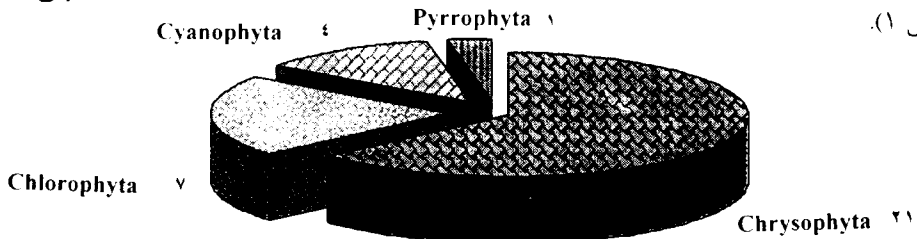
$$D = \sum_{i=1}^S \frac{ni(ni-1)}{N(N-1)}$$

که در آن: n_i ، تعداد افراد گونه i ام؛ S ، تعداد کل گونه‌ها و N ، تعداد کل افراد است (Krebs, 1999).

با توجه به اینکه هر چقدر D افزایش یابد مقدار تنوع کاهش خواهد یافت. بنابراین شاخص سیمپسون معمولاً بصورت $1-D$ یا $1/D$ بیان می‌شود. با توجه به تعریف یکنواختی که عبارت از نسبت مقدار هر شاخص به حداکثر مقدار آن می‌باشد برای هر شاخص مقدار یکنواختی با استفاده از فرمولهای مربوطه محاسبه می‌گردد. دامنه مقادیر یکنواختی برای تمام شاخصها از صفر تا یک تغییر می‌کند. به منظور محاسبه شاخصهای مختلف عددی و اجزاء تنوع مانند غنای گونه‌ای و یکنواختی و نیز شاخصهای پارامتریک از جمله پلات رتبه فراوانی و نیمرخهای تنوع از نرم افزارهای Nucosa (Tothmeresz, 1993) و Diver (Ganis, 1992) استفاده گردید.

نتایج

طی ارزیابی که در سال ۱۳۸۱ از مجموع چهار نوبت نمونه برداری فصلی (بهار، تابستان، پاییز و زمستان) از حاشیه دریاچه صورت گرفت در مجموع تعداد ۳۷ گونه جلبکی شامل ۳۳ گونه فیتوپلانکتونی متعلق به گروه جلبکهای کلروفیتا، سیانوفیتا، کریزوفیتا و پیروفیتا (نمودار ۱) و چهار گونه جلبک ماکروسکوپی متعلق به جلبکهای کلروفیتا (۳ گونه) و گزانوفیتا (۱ گونه) معرفی شد (جدول ۱).



■ Chrysophyta □ Chlorophyta □ Cyanophyta □ Pyrrophyta

نمودار ۱: تعداد گونه‌های فیتوپلانکتونی متعلق به گروههای مختلف جلبکی در دریاچه بزنگان (۱۳۸۱)

جدول ۱: اسامی علمی ۳۳ گونه فیتوپلانکتونی و ۴ گونه ماکرو جلبک موجود در منطقه مورد مطالعه

<p>Chlorophyta</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Chara vulgaris</i>* - <i>Chlamydomonas anglusa</i> - <i>Chlorella vulgaris</i> * - <i>Cladophora microcladioides</i>* - <i>Closteriopsis longissima</i> - <i>Enteromorph sp.</i> * - <i>Scenedesmus acuminatus</i> - <i>Schroederia setigera</i> - <i>Spirogyra longata</i> - <i>Ulothrix subtilissima</i> <p>Chrysophyta</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Amphora coffeaeformis</i> - <i>Amphora venet</i> - <i>Cocconeis placentula</i> - <i>Cyclotella kuetzingiana</i> - <i>Cymatopleura solea</i> - <i>Cymbella cistula</i> - <i>Diatoma tenue</i> - <i>Fragillaria crotonensis</i> - <i>Fragillaria virescens</i> - <i>Gyrosigma acuminatum</i> - <i>Mastogloia smithii</i> - <i>Navicula capitata</i> - <i>Navicula radiosa</i> 	<p>Chrysophyta</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Nitzschia closterium</i> - <i>Nitzschia sigma</i> - <i>Pinnularia interrupta</i> - <i>Pleurosigma sp.</i> - <i>Rhophoneis sp.</i> - <i>Surirella sp.</i> - <i>Synedra fasciculata</i> - <i>Synedra ulna</i> <p>Cyanophyta</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Chroococcus minor</i> - <i>Merismopedia tenuissima</i> - <i>Merismopedia punctata</i> - <i>Oscillatoria tenuis</i> <p>Pyrrophyta</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Ceratium sp.</i> <p>Xanthophyta</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Vaucheria sp.</i>
---	---

*.ماکرو جلبک

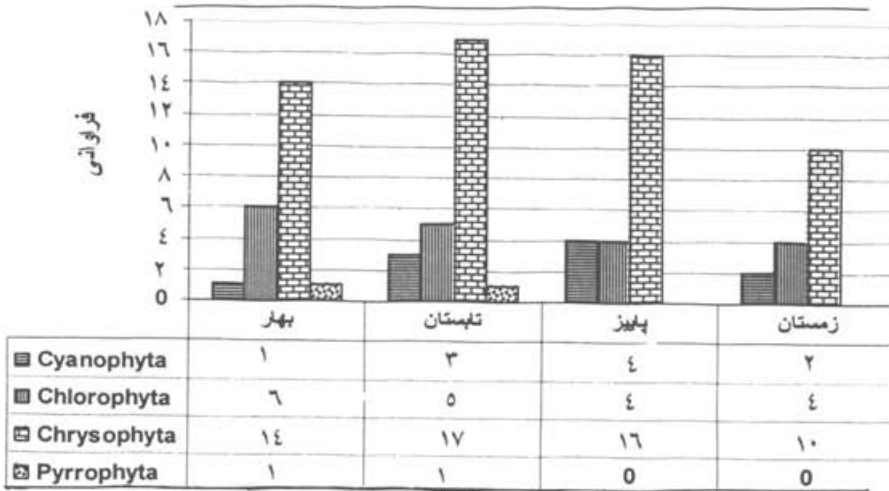
در این تحقیق برخی از مهمترین ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی آب از قبیل سختی آب، دما، غلظت بعضی عناصر، و میزان EC، pH، TDS، O₂ در ایستگاههای ۲، ۱ و ۳ و فصول مختلف مورد مطالعه قرار گرفت. جدول ۲ نتایج حاصل از این بررسی را نشان می دهد. با مراجعه به جدول مشخص می شود که ایستگاه سوم نمونه برداری (ضلع شمالی دریاچه) نسبت به دو ایستگاه دیگر دارای سختی، میزان TDS و EC کمتر مخصوصاً در فصل بهار است. همچنین اندازه گیری عناصر مختلف نشان داد که در تمامی فصول بجز تابستان غلظت عناصر به نسبت در این ناحیه بیشتر است. میزان pH، دما و اکسیژن تغییرات چندانی در ایستگاههای مذکور نداشته است.

جدول ۲: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه بزنگان در سه ایستگاه نمونه برداری در فصلهای

مختلف سال (۱۳۸۱)

بهار			تابستان			پاییز			زمستان			ایستگاههای نمونه برداری
۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	
۷۷	۷۵	۷۵	۸۱	۷۹	۷۸	۸۱	۸۱	۸	۸	۷۹	۷۵	pH
۱۵۵۰۰	۱۵۱۰۰	۱۲۳۰۰	۲۰۰۰	۱۹۵۰۰	۱۹۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۹۵۰۰	۱۸۰۰۰	۱۸۵۰۰	۱۸۰۰۰	۱۷۰۰۰	EC (µmhos/cm)
-	۹۶۶۴	۷۸۷۲	۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۰۸	-	۰/۱۴	-	-	-	-	TDS (میلیگرم بر لیتر)
۰/۴۸	۰/۰۸	۰/۵۲	۰/۱۲	-	-	-	-	۰/۳	۰/۶۳	۰/۰۶	۰/۲۳	PO ₄ ³⁻ (میلیگرم بر لیتر)
۰/۷	۰/۵۷	۱/۲	۰/۳۵	-	-	-	-	-	۰/۷۶	-	-	TP (میلیگرم بر لیتر)
۰/۴۳	۰/۱۶	۰/۸۵	-	-	-	-	-	۰/۶۴	-	-	-	NO ₃ ⁻ (میلیگرم بر لیتر)
۰/۴۵	۰/۵۵	۰/۷	-	-	-	-	-	-	۰/۰۳	-	-	NO ₂ ⁻ (میلیگرم بر لیتر)
۲۲۰۰	۲۲۰۰	۲۱۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۳۵	TN (میلیگرم بر لیتر)
۲۲۰۰	۲۲۰۰	۲۹۰۰	۲۸۰۰	۲۷۰۰	۲۷۰۰	۲۵۰۰	۲۴۰۰	۲۳۰۰	۲۱۵۰	۲۱۰۰	۲۰۵۰	Na ⁺ (میلیگرم بر لیتر)
۳/۴۸	۲/۹	۳/۳	۴/۳	۳/۹	۴	۴/۱	۳/۷	۳/۴	۳/۵	۳	۳	Si ⁺ (میلیگرم بر لیتر)
۱۰/۵	۱۰/۷	۱۰/۹	۹	۱۱	۱۰/۶	۱۱	۱۰/۲	۱۰/۵	۷/۵	۷	۷	DO (میلیگرم بر لیتر)
۵۳۰۰	۵۳۰۰	۵۳۰۰	۵۶۰۰	۵۶۰۰	۵۶۰۰	۵۶۰۰	۵۴۰۰	۵۴۰۰	۵۴۰۰	۵۰۵۰	۵۰۵۰	سختی آب (میلیگرم بر لیتر)
۲۱	۱۹/۵	۲۰	۲۶	۲۲	۲۳	۲۲	۲۲	۲۱	۹	۸	۸	دمای آب (درجه سانتیگراد)

نتایج حاصل از داده‌های وفور گونه‌ای بدست آمده از مجموع ۱۱ ایستگاه نمونه برداری از قسمتهای مختلف دریاچه در فصول مختلف نشان داد که در مجموع جلبک‌های زرد (شاخه کریزوفیتا) فراوانترین گروه جلبکی نسبت به سایر گروهها است و این شاخه بیشترین تنوع گونه‌ای را در فصل تابستان و پاییز بترتیب با ۱۷ و ۱۶ گونه دارد (نمودار ۲). همچنین بیشترین و کمترین تعداد گونه‌های جلبکی در گروه جلبکهای سبز-آبی بترتیب با ۴ گونه در پاییز و ۱ گونه در بهار، گروه جلبکهای سبز با ۶ گونه در بهار و ۴ گونه در پاییز و زمستان، گروه جلبکهای زرد با ۱۷ گونه در تابستان و ۱۰ گونه در زمستان و شاخه بیروفیتا با تعداد ۱ گونه تنها در فصول بهار و تابستان حضور داشتند. در این تحقیق مشخص شد که گونه *Uluthrix subtilissima* غالبترین گونه متعلق به جلبکهای سبز در بهار، گونه‌های *Fragillaria crotonensis* و *Diatoma temue* غالبترین گونه‌های متعلق به جلبکهای زرد در تابستان و گونه *Merismopedia tenuissim* غالبترین گونه متعلق به جلبکهای سبز-آبی در پاییز و زمستان هستند.



نمودار ۲: مقایسه تعداد گونه‌های متعلق به شاخه‌های فیتوپلانکتونی دریاچه بزنگان در چهار فصل

سال ۱۳۸۱

جدول ۳، ۴ و ۵ بترتیب نشان دهنده مقادیر محاسبه شده برای شاخص‌های عددی غنای گونه‌ای، یکنواختی و تنوع است. مسلماً هرچه مقدار این شاخص‌ها بیشتر باشد دلیل بر تنوع بیشتر خواهد بود. بیشترین مقدار شاخصها بترتیب مربوط به فصل تابستان، پاییز، بهار و زمستان است و آزمون آماری t-student نیز تفاوت معنی داری را براساس شاخص تنوع نشان در سطح ۵ درصد نشان داد. بیشترین تنوع در فصل تابستان و پاییز مشاهده می شود. آزمون آماری t در مورد مقایسه تنوع در تابستان و پاییز در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ۳: مقادیر محاسبه شده شاخص‌های غنای گونه‌ای در فصول مختلف با استفاده از داده‌های

مربوط به تعداد افراد گونه

شاخصهای غنای گونه‌ای

فصل	تعداد گونه‌ها	Margalef	Menhinick
بهار	۲۲	۳,۴۷۶۷	۱/۰۷۳۵
تابستان	۲۶	۳,۹۹۱۴	۱/۱۳۴۷
پاییز	۲۴	۳,۶۹۳۹	۱/۰۶۶۹
زمستان	۱۸	۳,۰۳۰۶	۱/۰۸۹۴

جدول ۴: مقادیر شاخص‌های مختلف یکنواختی برای فصول مختلف با استفاده از داده‌های مربوط به تعداد افراد گونه

شاخص‌های یکنواختی	Pielou	McIntosh	Simpson	Brillouin	Shannon	فصل
	۰/۸۷۶۲	۰/۸۸۴۷	۰/۹۵۰۸	۰/۸۷۴۶	۰/۸۷۶۲	بهار
	۰/۸۹۹۴	۰/۹۲۲۳	۰/۹۷۰۵	۰/۸۹۸۸	۰/۸۹۹۴	تابستان
	۰/۸۶۲۵	۰/۸۹۲۱	۰/۹۵۵۷	۰/۸۶۱۷	۰/۸۶۲۵	پاییز
	۰/۷۶۶۶	۰/۷۸۴۸	۰/۸۸۹۲	۰/۷۶۶۳	۰/۷۶۹۷	زمستان

جدول ۵: مقادیر شاخص‌های مختلف تنوع برای فصول مختلف با استفاده از داده‌های مربوط به تعداد افراد گونه

شاخص‌های تنوع	N2	N1	McIntosh	Simpson	Brillouin	Shannon	فصل
	۱۰/۸۲۵	۱۵/۰۰۵	۰/۷۳۱۸	۰/۹۰۹۸	۲/۶۰۱۸	۲/۷۰۸۴	بهار
	۱۴/۹۵۹	۱۸/۷۳۲	۰/۷۷۵۳	۰/۹۳۴۹	۲/۸۲۷۳	۲/۹۳۰۴	تابستان
	۱۱/۸۹۱	۱۵/۵۰۴	۰/۷۴۳۰	۰/۹۱۷۷	۲/۶۴۵۴	۲/۷۴۱۱	پاییز
	۶/۲۴۳۵	۹/۲۵۰۳	۰/۶۳۸۴	۰/۸۴۲۹	۲/۱۰۹۶	۲/۲۲۴۷	زمستان

جدول ۶: t-value محاسبه شده بر اساس شاخص تنوع شانن برای فصول تابستان و پاییز

فصل	شاخص شانن	مقدار آماره t	فرضیه صفر
تابستان	۲/۹۳۰۴	۳/۸۸۰۷	رد می‌شود
پاییز	۲/۷۴۱۱		

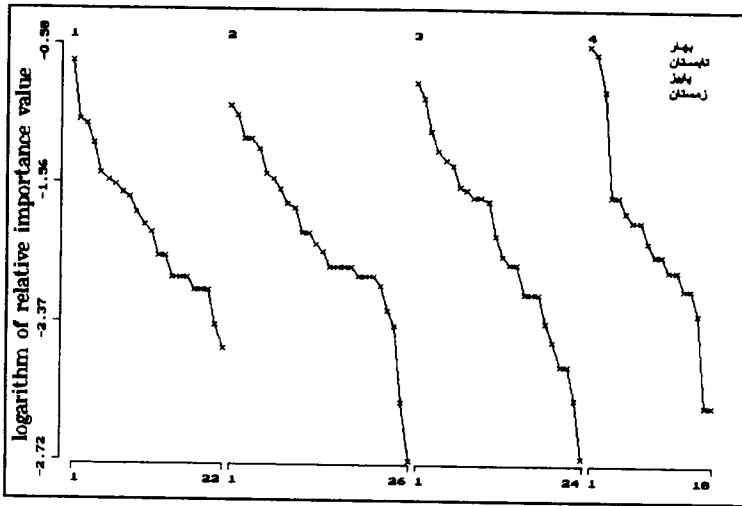
اگر مقدار آماره t کمتر از ۱/۹۶ باشد فرض صفر یعنی یکسان بودن تنوع در دو فصل را می‌پذیریم، در اینجا فرض صفر رد می‌شود.

پلات رتبه-فراوانی (Rank - abundance plot) نحوه توزیع فراوانی گونه‌ها را ترسیم می‌کند. در این پلاتها، منحنی مسطح‌تر دارای تنوع بیشتری است. با توجه به نمودار ۳ دیده می‌شود که فصول تابستان و پاییز (منحنی‌های ۲ و ۳) منحنی مسطح‌تری نسبت به دو فصل دیگر دارد، بعبارتی فراوانیها بطور یکنواختی کاهش پیدا کرده‌اند و بیانگر این است که این فصول متنوع‌تر از فصول بهار و زمستان می‌باشند.

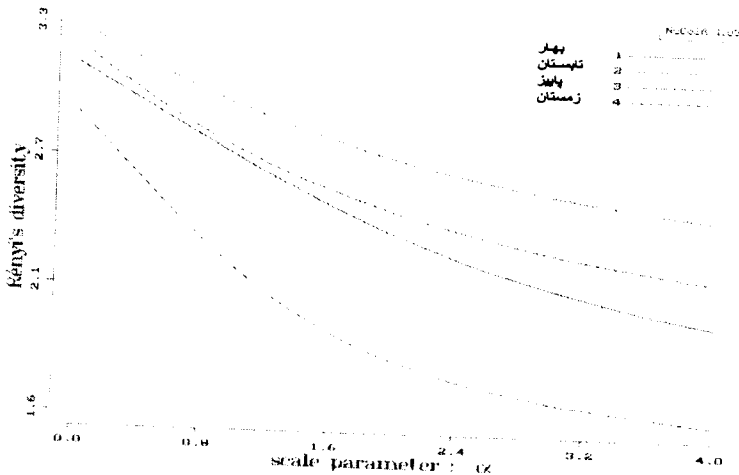
استفاده از منحنیهای درجه‌بندی تنوع جهت اثبات و ایجاد اطمینان بیشتر در مقایسه تنوع جوامع طراحی شده است. در این قسمت، تنوع فصول از طریق نیمرخ‌های تنوع با استفاده از شاخص‌های Hill

بررسی تنوع گونه ای و اکولوژیک فیتوپلانکتونهای دریاچه بزنگان

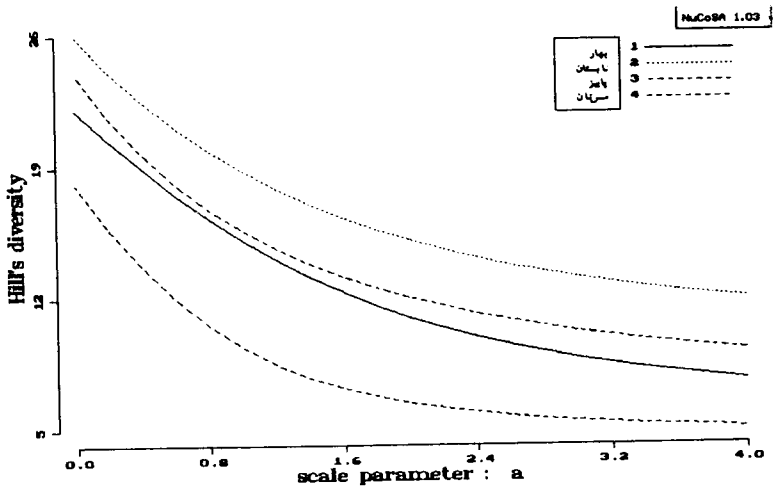
و Renyi نیز با هم مقایسه شدند. نمودارهای ۴ و ۵ نتایج درجه بندی تنوع را برای فصول مختلف نشان می دهد. همانطور که از نمودارها مشخص است نیمرخ های تنوع مربوط به تعداد افراد گونه ها در فصول تابستان و پاییز بالاتر از فصول بهار و زمستان قرار گرفته اند و این موضوع بیانگر تنوع بیشتر فصل های تابستان و پاییز می باشد.



نمودار ۳: پلات Rank - abundance برای فصول مختلف با استفاده از داده های مربوط به تعداد افراد گونه ها در دریاچه بزنگان (۱۳۸۱)



نمودار ۴: درجه بندی تنوع در فصول مختلف براساس شاخص Renyi در دریاچه بزنگان (۱۳۸۱)



نمودار ۵: درجه بندی تنوع در فصول مختلف براساس شاخص Hill در دریاچه بزنگان (۱۳۸۳)

بحث

بررسی شاخص‌های مختلف عددی تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای با توجه به داده‌های حاصل از فراوانی افراد گونه‌ها در فصول مختلف نشان داد که فصول تابستان و پاییز بترتیب از بیشترین تنوع گونه‌ای برخوردار است. شاخص غنای گونه‌ای مارگالف هم جهت با افزایش تعداد گونه‌ها، در فصول تابستان و پاییز بیشتر از دو فصل دیگر می‌باشد. اما در رابطه با شاخص منهینیک وضعیت متفاوتی دیده می‌شود. از آنجایی که این شاخص از جمله شاخص‌هایی نیست که به طور وسیعی در مطالعات تنوع بکار رود، همچنین حساس به ارتباطات فرد گونه و اندازه نمونه برداریست، نتایج حاصل از آن غالباً در مقایسات بکار گرفته نمی‌شود. بررسی منحنیهای درجه بندی تنوع نیز متنوع‌تر بودن این فصول را نشان داد. در فصول مختلف در هیچ مورد تقاطع نیمرخ‌های تنوع دیده نشد و این مسئله نشان می‌دهد که جوامع در تمام موارد قابل مقایسه هستند و طبق تمام شاخص‌ها فصول تابستان و پاییز متنوع‌تر از فصول بهار و زمستان محاسبه می‌شود و بدرستی از جداول مربوط به محاسبه شاخص‌ها نیز قابل تشخیص می‌باشد.

فهم این مطلب که چه عواملی در توزیع و تنوع جوامع فیتوپلانکتونی دخالت دارند بنظر مشکل می‌رسد. به عبارت دیگر عوامل تعیین کننده یا شرکت کننده‌ای که بیشترین تغییرات را در این زمینه ایجاد می‌کنند جهت سنجش مشکل است و معرفی دقیق‌تر عوامل نیازمند مطالعات گسترده‌تر و

استفاده از روشهای آنالیز دقیق تر است. در مجموع عواملی چون شوری (Carpelan, 1964)، غلظت مواد غذایی، نور، دما، تراکم موجودات فیتوپلانکتون خوار، روابط آنتاگونیستی با گیاهان آبی، تغییر در آب و هوا و هیدرولوژی آب، سختی، عمق آب و سایر عوامل می‌توانند در توزیع و تنوع جوامع فیتوپلانکتونی دخالت داشته باشند. نتایج حاصل از این تحقیق نیز به خوبی نشان می‌دهد که تغییرات فصلی، دسترسی به مواد غذایی، از عوامل عمده مؤثر بر توزیع و تنوع فیتوپلانکتونها در دریاچه هستند. همچنین دو عامل بوم شناختی دما و شوری نقش تعیین کننده‌ای در توزیع و تنوع فیتوپلانکتونها در فصول مختلف داشته‌اند.

تقریباً گونه‌هایی که گاهی اوقات جمعیتشان در سال افزایش می‌یابد در بقیه اوقات سال بعنوان جمعیت باقیمانده کوچکی در آب حضور داشته ولی ممکن است مشاهده آنها مشکل باشد. در نتیجه در میان انواع زیاد فیتوپلانکتونها هر کدام ممکن است در یک سری شرایط مطلوب خاص خود، افزایش جمعیت نشان دهد و آنهایی که نمی‌توانند در شرایط موجود با این گونه رقابت کنند، کاهش جمعیت خواهند داشت. دلیل این که چند گونه با هم افزایش جمعیت نشان می‌دهند، این است که اکثر فیتوپلانکتونها نیازهای مشابه دارند. از دیدگاه Lehman و همکارانش، جلبکهای سبز آبی تمایل دارند در دمایی بالاتر از دمای مورد نیاز دیاتومه‌ها و دیگر شاخه‌ها رشد کنند (دره شوری، ۱۳۷۷).

تغییرات فصلی در بین فیتوپلانکتونها بوضوح مشاهده می‌شود. فیتوپلانکتونها در مناطق معتدل بطور دوره‌ای ایجاد شکوفایی می‌کنند. اولین شکوفایی‌ها در بهار با افزایش تابش خورشید ایجاد می‌شود و رشد پاییزه در زمستان هنگامی که نور کاهش می‌یابد، به پایان می‌رسد (Huber, 1986 ; Hoffmann, 1998). King et al., 2002) نور، دما و اکسیژن محلول عواملی هستند که به میزان زیاد تنوع حیات و مخصوصاً به علت نقش حساس خود در فرایند فتوسنتز، توزیع و تنوع افقی و عمودی گونه‌های فیتوپلانکتونی را تحت کنترل دارند (Hillebrand & Sommer, ; King et al., 2002 ; Ilmavirta & Toivonen, 1986). فیتوپلانکتونها در اکثر دریاچه‌های جهان به میزان زیادی تحت تاثیر تغییرات فصلی هستند. در مناطق معتدله و قطبی فیتوپلانکتونها توالی فصلی مشخصی نشان می‌دهند. بعنوان مثال در بهار شکوفایی دیاتومه، در تابستان تاژکداران گوناگون و در پاییز شکوفایی‌های بزرگی از دیاتومه‌ها، جلبکهای سبز-آبی و داینوفلاژها مشاهده می‌شوند (Schanz & Burri, 1995 ; Talling, & Wood, ; Hoffmann, 1998 ; 1988). نتایج حاصل از این تحقیق نیز بر اساس داده‌های وفور گونه‌ای نشان داد که جلبکهای زرد (شاخه کریزوفیتا) فراوانترین گروه جلبکی نسبت به سایر گروهها و بیشترین وفور گونه‌ای را در فصل تابستان و پاییز بترتیب با ۱۷ و ۱۶ گونه دارد. در این تحقیق همچنین مشخص شد که غالبترین گونه در بهار متعلق به جلبکهای سبز (*Uluthrix subtilissima*)، غالبترین گونه در تابستان متعلق به جلبکهای زرد (*Fragillaria crotonensis* و *Diatoma tenue*) و غالبترین گونه در پاییز و زمستان متعلق به جلبکهای سبز-آبی (*Merismopedia tenuissima*) است. دمای آبهای سطحی تا

حد زیادی تعیین کننده گونه‌های موجود در آب و میزان فعالیت‌های آنهاست. دما بر اکثر واکنش‌های شیمیایی که در آب اتفاق می‌افتد بر گونه‌ها تاثیر می‌گذارد و اثر ملموسی نیز بر قابلیت انحلال گازها در آب دارد. بر این اساس رشد انبوه جلبکها غالباً در آب گرم صورت می‌گیرد (Wood & Franson, 1980 & Talling, 1988). مسلماً برای هرگونه، دما یا دامنه بهینه‌ای از دما برای عمل متابولیسم (شامل فتوسنتز هم می‌شود) وجود دارد. اما برای اکثریت جلبکها محدوده دمایی بین ۲۰ تا ۲۵ و ۱۰ تا ۱۵ است. باید یادآور شد که شرایط نور و دما در فصل‌های مختلف ترکیبات متفاوتی تشکیل می‌دهند. یک گونه خاص ممکن است بتواند شدت نور بالا را در دمای پایین تحمل کند اما در دمای بالا نتواند این کار را انجام دهد. بنابراین تمایل به رشد در بهار نسبت به تابستان دارد (Franson, ; Mur & Schreurs, 1995). (1980).

Decet و Salmaso در سال ۱۹۸۸ نشان دادند که بیوماس فیتوپلانکتونها و فعالیتشان طی ماههای لایه‌بندی و آمیختن عمودی ستون آب از پاییز تا نزدیکی بهار افزایش می‌یابد (Cited in Wood & Talling, 1988). خوشبخت در سال ۱۳۷۶ نیز نشان داد که عامل فصل و عوامل بوم شناختی، دما و اکسیژن مهمترین تعیین کننده‌ها در پراکنش و تنوع فیتوپلانکتونها در دریاچه بزنگان هستند. وی نشان داد که در میان جوامع جلبکی بیشترین فراوانی به شاخه کریزوفیتا تعلق دارد. در طول یک سال مطالعه بر روی دریاچه نیز مشخص شد که افزایش مواد غذایی عامل مهمی در افزایش جمعیت فیتوپلانکتونی در فصل بهار است و تفاوت در تراکم جمعیت کل فیتوپلانکتونها و سایر گروهها در نواحی مختلف دریاچه بستگی به شرایط فیزیکی و شیمیایی آب و توزیع و تراکم جمعیت فیتوپلانکتون خوار دارد.

دریاچه بزنگان بعنوان یکی از اکوسیستم‌های آبی ایران و بزرگترین دریاچه طبیعی استان خراسان در محل توپوگرافی پست ناشی از اختلاف لیتولوژی بین سازند ماسه سنگی و شیلی کم مقاوم پسته لیق و ارتفاعات صخره ساز آهکی سازند کلات تشکیل گردیده است و هیچگونه شواهدی دال بر منشاء آتشفشانی آن وجود ندارد. آب دریاچه سبز رنگ، قلیایی و لب شور تشخیص داده شده است. سبزی آب دریاچه می‌تواند مربوط به ترکیبات آهکی - مارنی موجود در مسیر دریاچه و یا در نتیجه تجمع زیاد فیتوپلانکتونها باشد. حضور فراوان فیتوپلانکتونها که از عوامل اصلی تامین کننده غذا می‌باشد موجب فراوانی ماهیها در این دریاچه شده است. بالا بودن هدایت الکتریکی آب دریاچه که شاخصی از درجه شوری است می‌تواند بدلیل لایه‌های مارنی و گچی موجود در سازندهای مسیر آب و همچنین تبخیر زیاد آب دریاچه در فصول گرم سال نیز باشد (آدابی و محمد زاده، ۱۳۷۶). بر اساس هدایت الکتریکی آب، مقدار کل مواد جامد محلول در آب دریاچه (TDS) بالا گزارش شد. از آنجایی که مقدار TDS دریاچه بیش از ۳۰۰۰ میلی گرم در لیتر بود آب دریاچه لب شور (ساب سالین) گزارش شد (غلامی،

۱۳۸۲؛ Hammer & Heseltin, 1988). در طول یک سال جوامع فیتوپلانکتونی اکثر دریاچه‌های جهان هم از نظر کیفی و هم کمی تغییر می‌کند. این تغییرات ممکن است هر ساله بطور منظم تکرار شوند. از آنجایی که دریاچه بزنگان جزء دریاچه‌های قدیمی است اما با تمام خصوصیات آن جزء دریاچه‌های اولیگوتروف محسوب می‌شود. غلظت فسفر و نیتروژن در آن به نسبت پایین است. در طول یک سال مطالعه بر روی دریاچه مشخص شد که بیشترین تنوع گونه‌ای با ۵۱۰ و ۴۳۰ (تعداد در میلی لیتر) بترتیب در فصل تابستان و پاییز و کمترین تعداد (۲۸۸) در فصل زمستان مشاهده شد. در فصل زمستان چون جمعیت‌های فیتوپلانکتونی کاهش شدید دارند، میزان مواد غذایی موجود در آب طی این فصل افزایش می‌یابد. افزایش مواد غذایی کمک بزرگی به افزایش سریع جمعیت فیتوپلانکتونی در فصل بهار می‌کند. در طول دوره مطالعه در دریاچه، شاخه کریزوفیتا بیشترین غنای گونه‌ای (۱۷) را داشت. تفاوت در میزان تراکم جمعیت کل فیتوپلانکتونها و همچنین گروه‌های مختلف آنها در نواحی مختلف دریاچه بستگی به شرایط فیزیکی و شیمیایی آب و توزیع و تراکم جمعیت فیتوپلانکتون‌خوار دارد ولی معرفی دقیق عامل ایجادکننده این اختلافات نیازمند مطالعات گسترده و استفاده از روشهای آنالیز دقیق‌تر است. البته یافتن علت همه این اختلافات کار بسیار دشواری است زیرا بر هم کنش بین عوامل زنده و غیر زنده در یک اکوسیستم بسیار پیچیده است. با این وجود مطالعه کاملتر با داشتن امکانات و تجهیزات مناسب می‌تواند در جهت درک بیشتر و بهتر روابط بوم‌شناختی در دریاچه‌ها راه گشا و مثمر ثمر باشد.

منابع

- آدابی، م.؛ محمدزاده، ح.، ۱۳۷۶. مکانیسم تشکیل و وضعیت هیدرولوژیک دریاچه بزنگان واقع در شرق حوضه کبه داغ. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷(۴۰)، صفحات ۳۱ تا ۴۴.
- خوشبخت، ف.، ۱۳۷۶. مطالعه اکولوژیک و فلور جلبکی دریاچه بزنگان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۶۷ صفحه.
- دره شوری، ف.، ۱۳۷۷. مطالعه اکولوژیک و فلور جلبکی دریاچه سد طرق. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۴۹ صفحه.
- غلامی، ع.، ۱۳۸۲. شناسایی و بررسی اکولوژیک فلور آبی و حاشیه‌ای دریاچه بزنگان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد. ۹۵ صفحه.
- کیان مهر، ه.، ۱۳۷۳. شناسایی جلبکهای آب شیرین مشهد و حومه. مجله پژوهش در علم و صنعت، جلد ۱۳، شماره ۲۶، صفحات ۵ تا ۱۲.
- گلستانی، ح.، ۱۳۷۳. مطالعه لیمنولوژی منابع آبی استان خراسان. شرکت نیما یوشیج. ۱۶۴ صفحه.

- Alam, M.G.M. ; Jahan, N. ; Thalib, L. ; Wei, B. ; Maekawa, T. , 2001.** Effects of environmental factors on the seasonally change of phytoplankton populations in a closed freshwater pond. *Environment International*. Vol. 27, pp.371-393.
- Carpelan, L.H. , 1964.** Effects of salinity on algal distribution. *Ecology*. Vol. 45, No.1. pp.70-77.
- Franson, M.A. , 1980.** Standard methods for examination of water and wastewater. American Public Health Association. 1134P.
- Fritsch, F.E. , 1935.** The structure and reproduction of the algae. VIKAS Publishing House Pvt Ltd. 791P.
- Fritsch, F.E. , 1945.** The structure and reproduction of the algae. Cambridge University Press. 939P.
- Ganis, P. , 1992.** Diver: a program for diversity measures in ecology. University of Trieste. Distributed by Scientia Publishing. Budapest, Hungary. 19P.
- Gibson, C.E. , 1971.** Nutrient limitation. *Journal of Wat Poll. Cont. Fed.* Vol. 43, pp.2436-2440.
- Gomez, N. , 1998.** Use of epipellic diatoms for evaluation of water quality in the Mtanza-Riachuelo (Argentina), A pampean plain river. *Water Research*. Vol. 32, No. 7, pp.2029-2034.
- Hammer, U.T. and Heseltine, J.M. , 1988.** Aquatic macrophytes in saline lakes of the Canadian prairies. *Hydrobiologia*. Vol. 158, pp.101-116.
- Hammer, U.T. ; Shames, J. and Haynes, R.C. , 1983.** The distribution and abundance of algae in saline lakes of Saskatchewan, Canada. *In: U.T. Hammer (ed.), Saline lakes, Proc. 2nd Int. Symp. Athalassic (Inland) Saline lakes, Dev. Hydrobiol.* 16, Junk, The Hague. pp.1-26.
- Haraughty, S.J. and Burks, S.L. , 1996.** Nutrient limitation in lake Tenkiller, Oklahoma. *Freshwater Ecology*. Vol. 11, No. 1, pp.91-100.
- Hillebrand, H. and Sommer, U. , 2000.** Diversity of benthic microalgae in response to colonization time and eutrophication. *Aquatic Botany*. Vol. 67, pp.221-236.

- Hoffmann, J. , 1998.** Assessing the effects of environmental changes in a landscape by means of ecological characteristics of plant species. *Landscape and Urban Planning*. Vol. 4, pp.239-248.
- Huber, A.L. , 1986.** Nitrogen fixation by *Nodularia spumigena* Mertens (Cyanobacteriaceae). 1: Field studies and the contribution of blooms to the nitrogen budget of the peel-Harvey Estuary, Western Australia. *Hydrobiologia*. Vol. 131, pp. 193-203.
- Ilmavirta, V. and Toivonen, H. , 1986.** Comparative studies on macrophytes and phytoplankton in ten small, brown-water lakes of different trophic status. *Aqua Fennica*. Vol. 16, pp.125-142.
- King, L. ; Barker, P. and Jones, R.I. , 2000.** Epilithic algal communities and their relationship to environmental variables in lakes of the English lake District. *Freshwater biology*. Vol. 45, pp. 425-442.
- King, L. ; Jones, R.I. and Barker, P. , 2002.** Seasonal variation in the epilithic algal communities from four lakes of different trophic state. *Arch. Hydrobiol*. Vol. 154, No. 2, pp.177-198.
- Krebs, C. J. , 1999.** *Ecological methodology*. Benjamin /Cummings. 620P.
- Lawson, L.L. and Rushforth, S.R. , 1975.** The diatom flora of the Provo river. Utah, U.S.A.
- Ludwing, G.A. and Reynolds, G.F. , 1988.** *Statiscal Ecology. A primer on methods and computing*. John Willy & Sons, New York, USA. 337P.
- Mur, L.R. and Schreurs, H. , 1995.** Light as a selective factor in the distribution of phytoplankton species. *Water Science and Technology*. Vol. 32, No. 4, pp.25-34.
- Nubel, U. ; Pichel, F.G. ; Kuhl, M. and Muyzer, G. , 1999.** Spatial scale and the diversity of benthic cyanobacteria and diatoms in a salina. *Hdrobiologia*. Vol. 401, pp.199-206.
- Prescott, G.W. , 1978.** *How to know the freshwater algae*. WM. C. Brown Company. 335P.
- Rhee, G.Y. and Gotham, I.J. , 1980.** Optimum N:P ratios and coexistence of planktonic algae. *Phycology*. Vol. 16. pp.486-489.

- Salmaso, N. , 2002.** Ecological patterns of phytoplankton assemblages in lake Garda: seasonal, spatial and historical features. *Limnology*. Vol. 61, No. 1, pp.95-115.
- Saros, J.E. and Fritz, S.C. , 2002.** Resource competition among saline-lake diatoms under varying N/P ratio, salinity and anion composition. *Freshwater Biology*. Vol. 47, pp.87-95.
- Schanz, F. and Burri, J. , 1995.** Phytoplankton photoadaptation during the spring period in lake Zurich. *Water Science*. Vol. 32, No. 4, pp.59-62.
- Sondergaard, M. ; Jensen, J.P. and Jeppesen, E. , 2001.** Retention and internal loading of Phosphorus in shallow, Eutrophic lakes. *The Scientific World*. Vol. 1, pp.427-442 .
- Tothmeresz, B. , 1993.** Nucosa 1.0: Number cruncher for community studies and other ecological applications. *Abstracta Botanica*. Vol. 17, No. 1-2, pp.283-287.
- Wood, R.B. and Talling, J.F. , 1988.** Chemical and algal relationships in a salinity series of Ethiopian inland waters. *Hydrobiologia*. Vol. 158, pp.29-67.
- Zimba, P.V. , 1995.** Epiphytic biomass in the littoral zone, lake Okeechobee, Fl. *Arch Hydrobiol. Beih*. Vol. 45, pp.233-240.

Species diversity and ecological studies of phytoplankton in the Bazangan Lake

Gholami A. ; Ejtehadi H. and Ghassemzadeh F.

agholami_1348@yahoo.com

Department of Biology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad,
Mashhad, Iran

Received: October 2003

Accepted: March 2004

Keywords: Species diversity, Phytoplankton, Bazangan Lake, Iran,

Abstract

Bazangan, the Khorasan largest natural lake, is located in Northeast, 120km from Mashhad with the area of 690000m². The purpose of this study was to characterize ecological aspects and to compare seasonal variations in species diversity of phytoplanktons in the surface water of littoral zone in the Bazangan lake. Samples were collected from eleven stations in each season during the year 2002. Some ecological factors such as pH, EC, salinity, hardness of water, nutrients and water temperature were measured. Four macroalgae and 33 phytoplankton species belonging to 5 algae groups viz. Chrysophyta (21 species), Chlorophyta (7 species), Cyanophyta (4 species) and Pyrrophyta (1 species) were identified. *Diatoma tenuis*, *Fragillaria crotonensis*, *Ulothrix subtilissima* and *Merismopodia punctata* had the most species abundance. Comparing to other groups, Chrysophyta was abundant in all seasons mostly in the spring and summer. Different numerical indices of diversity such as species richness, evenness and diversity as well as parametric families of diversity were obtained in different seasons based on the abundance data of phytoplanktons. The results showed that the highest species diversity of the phytoplanktons could be seen in the summer and autumn. The Bazangan is classified as an oligothroph and a subsaline lake.