

## معرفی جلبک‌های سبز (*Chlorophyta*) دریاچه زاینده‌رود

معصومه شمس و سعید افشارزاده

گروه زیست‌شناسی دانشگاه اصفهان

### چکیده

کلروفایتهای گروهی از فیتوپلانکتون‌ها هستند که در آب‌های شیرین پراکنش دارند. نمونه‌برداری از دریاچه زاینده‌رود در ۴ ایستگاه توسط دستگاه Nansen از آبان سال ۱۳۸۴ تا شهریور سال ۱۳۸۵ صورت گرفت. نمونه‌ها با فرمالین ۴ درصد تثبیت شده و پس از تغلیظ با استفاده از کلیدهای ویژه مورد شناسایی قرار گرفتند. در مجموع ۱۷ جنس و ۲۶ گونه از کلروفایتهای شناسایی شدند که *Bey*, *Nephrocycium Nagli*, *Oocystis Snow*, *Elakatothrix Wille*, *Chlorella Nephrocycium*, *Elakatothrix* و *Pediastrum integrum var. priva* Printz. در این دریاچه برای اولین بار در ایران گزارش می‌گردد. تراکم کلروفایتهای در فصول گرم افزایش محسوسی داشت. ترکیب فلوریستیک و فراوانی فیتوپلانکتون‌ها حاکی از الیگو-مزوتروف بودن آب دریاچه زاینده‌رود است.

واژه‌های کلیدی: کلروفایتهای، فیتوپلانکتون، جلبک‌های سبز، دریاچه سد زاینده‌رود.

## Study of Chlorophyta in Zayandeh Rood Dam Lake

M.Shams\* and S.Afsharzadeh\*  
Biology Department, The University of Isfahan

### Abstract

Chlorophyta are an important group of phytoplankton which are widespread in freshwater. Samples of Chlorophyta were taken at four stations by Nansen sampler from August 2005 to June 2006. Samples were

fixed with 4% formaldehyde and were concentrated and studied with known key. A total of 17 genus and 26 species were identified in Zayandeh Rood Dam Lake. *Chlorella* Bey, *Nephrocytium* Naeg, *Oocystis* Snow and *Elakatothrix* Wille were the most important genera. *Pedistrum integrum* var *priva* printz was found for the first time in Iran for this lake. Density of Chlorophyta was increased in warm seasons because of high temperature. According to algal flora, it could be concluded that, Zayandeh Rood Dam Lake is oligo-mesothroph.

**Keywords:** Chlorophyta, Phytoplankton, Green algae, Zayandeh Rood Dam Lake.

## مقدمه

نمونه برداری از کلروفایتهای از سطح آب توسط تورپلانکتونی و نیز از سطح آب و عمق های ۰/۵ و ۳ متر در سه تکرار توسط دستگاه نمونه بردار Nansen صورت گرفت. نمونه ها در بطری های پلی اتیلن سه لیتری قرار داده شدند و سپس با فرمالین ۳۷ درصد در غلظت نهایی ۴ درصد تثبیت گردیدند. نمونه ها در آزمایشگاه توسط سانتریفوژ با دور ۱۵۰۰ به مدت ۵ دقیقه تغلیظ شدند و حجم آنها به ۳۰۰cc کاهش یافت. شمارش کلروفایتهای با استفاده از لام Sedgwick-Rafter صورت گرفت و نمونهها توسط میکروسکوپ Olympus مدل CH30 مجهز به اکولر مدرج و با استفاده از کلیدهای معتبر شناسایی شدند.

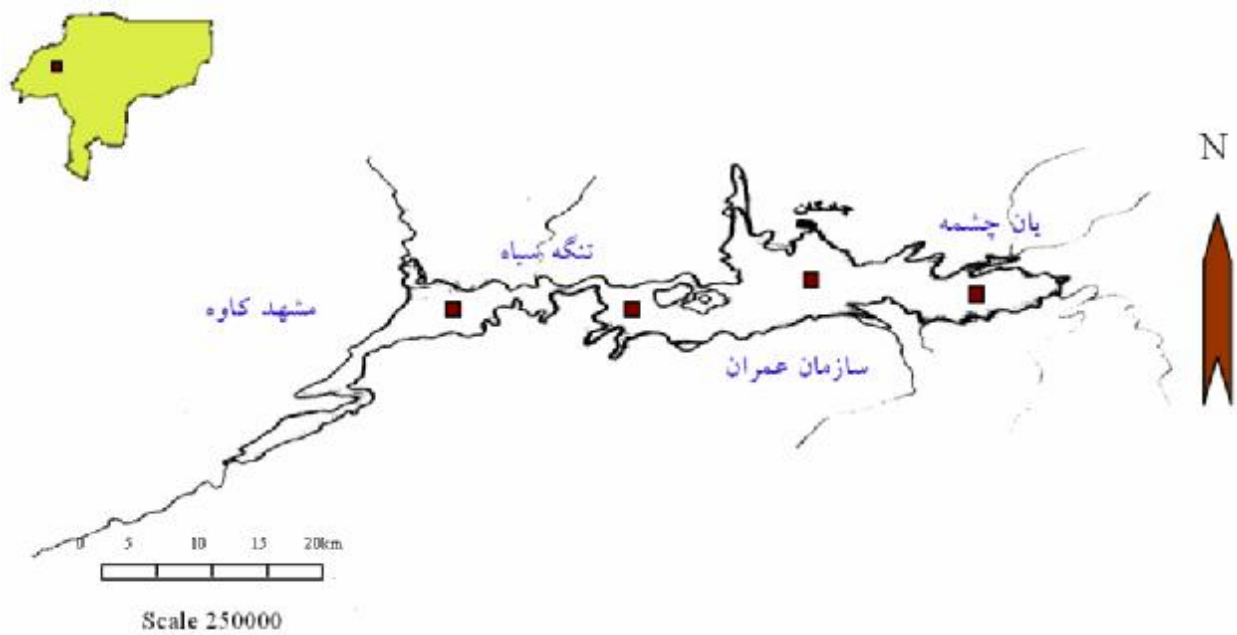
## مشاهدات

با توجه به مطالعات انجام شده، در مجموع ۱۷ جنس و ۲۶ گونه از کلروفایتهای شناسایی گردید (جدول ۱) که جنسهای *Pediastrum*, *Nephrocytium*, *Oocystis* بیشترین تعداد گونه را به خود اختصاص داده بودند (شکل ۲).

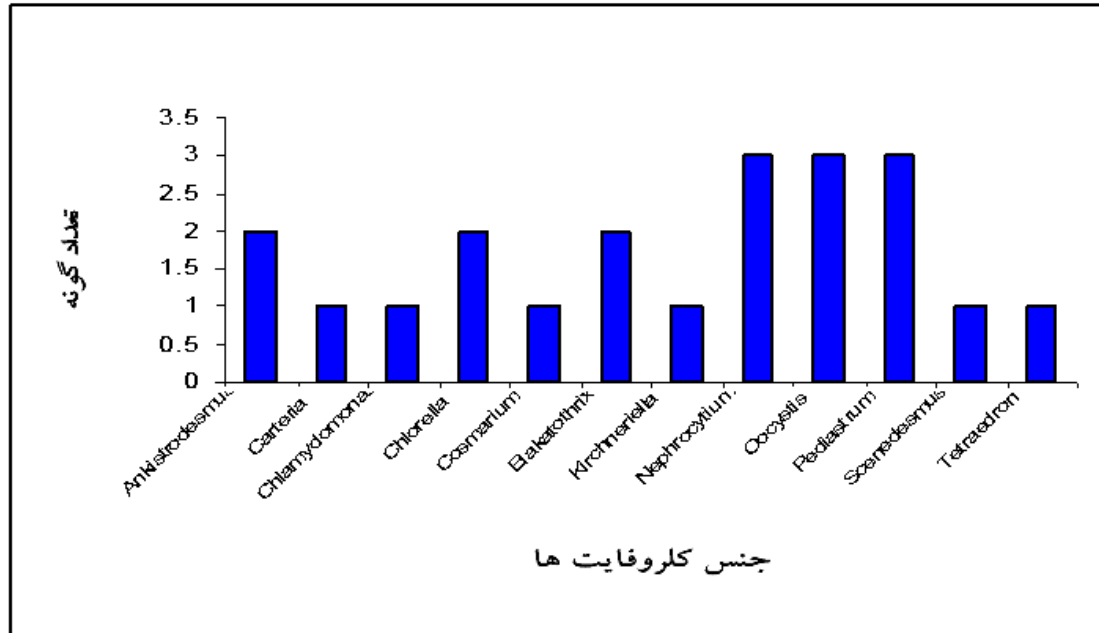
کلروفایتهای، گروهی از جلبکهای دارای کلروفیل a, b و  $\beta$  کاروتن هستند که اغلب به رنگ سبز دیده می شوند و در سلول آنها تعدادی اجسام پیرنوئید وجود دارد. سلولهای متحرک آنها دارای لکه چشمی و ۲ تا ۴ تاژک شلاقی است (بونئی، ۱۳۷۹). ماده ذخیره این جلبکها نشاسته است و دیواره سلولی از جنس سلولز با سطح خارجی پکتین تشکیل شده است (South & Whittick, 1987). کلروپلاست معمولاً منفرد و به شکل فنجان مانند است. این گونهها در آبهای شیرین به وفور و در دریاها بندرت یافت می شوند. در این مقاله فلور کلروفایتهای دریاچه زاینده رود مورد بررسی قرار گرفته است.

## مواد و روشها

دریاچه زاینده رود در ۱۱۰ کیلومتری غرب شهر اصفهان قرار گرفته است و ۴۸ کیلومتر مربع مساحت دارد. نمونه برداری از کلروفایتهای دریاچه زاینده رود به همراه تحلیل بعضی از عوامل فیزیوشیمیایی در چهار ایستگاه نمونه برداری شامل یان چشمه، سازمان عمران، تنگه سیاه و مشهد کاوه از پاییز ۱۳۸۴ تا شهریور ۱۳۸۵ به صورت فصلی انجام شد (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی دریاچه سد زاینده رود و ایستگاه‌های نمونه برداری



شکل ۲: تعداد گونه‌های کلروفایت بر اساس جنس در دریاچه زاینده‌رود

جدول ۱: فهرست کلروفایت‌های شناسایی شده در دریاچه زاینده‌رود (۱۳۸۴-۱۳۸۵).

کلروفایت‌ها	پاییز	زمستان	بهار	تابستان
<i>Ankistrodesmus braunii</i> (Naeg.) Brun.	A			
<i>Ankistrodesmus convolutes</i> Corda.	B	A		
<i>Carteria klebsii</i> (Dang) Dill.				A
<i>Chlamydomonas anglusa</i> Dill.		A		A
<i>Chlorella vulgaris</i> Beyerinck.		A		A
<i>Chlorella ellipsoidea</i> Gern.				B
<i>Cosmarium</i> sp.			A	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille.	D	D	D	D
<i>Elakatothrix viridis</i> (Snow.) Prints.		A		
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle.) <i>Bohlin.</i>	A			
<i>Mougeotia</i> sp.				A
<i>Nephrocytium aghardhianum</i> Naeg.	D	B		A
<i>Nephrocytium limneticum</i> M.Smith.	B	A		
<i>Nephrocytium lunatum</i> W. West.		A		
<i>Oocystis borgei</i> Snow.	A			A
<i>Oocystis crassa</i> Wittock.	A	B		
<i>Oocystis salitaria</i> Wittr.		A		
<i>Pediastrum braunii</i> Wartmann.			A	
<i>Pediastrum integrum</i> var. <i>priva</i> Printz.			D	B
<i>Pediastrum integrum</i> var. <i>scutum</i> Raci.			B	B
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i> G. M. <i>Smith.</i>	A			
<i>Scenedesmus bijuga</i> (Turp.) Lagerh.	A	A		
<i>Selenastrum minutum</i> (Naeg.) Collins.				A
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat.	A	A		
<i>Spirogyra</i> sp.	A			A
var <i>Tetraedron muticum</i> <i>punctulatum</i> (Reinsch.) De. oni.	A			

A:Rare 10-20%, B:Occasional 21-40%, D:Dominant 81-100%

پیرنوئید وجود نداشت. در دریاچه زاینده‌رود گونه  
Carteria klebsii (Dang) Dill شناسایی گردید.

### Chlamydomonas

این جنس با سلول‌های گرد، بیضوی تا استوانه‌ای  
با دو تاژک مساوی مشاهده گردید. در این جنس یک  
پیرنوئید در راس مشاهده گردید. طول سلول‌ها بین  
 $2/5-50\mu$  و عرض آنها  $10-20\mu$  اندازه‌گیری شد. سلول  
ها در قسمت رأس تیز و در سمت پایین گرد  
بودند (شکل ۳c). این جنس دارای یک کلروپلاست  
فنجان‌مانند بود. از نظر اکولوژیکی این جنس به صورت  
تیکوپلانکتون در بیشتر دریاچه‌ها دیده می‌شود. گونه  
Dill *Chlamydomonas angulosa* در دریاچه زاینده‌رود  
تشخیص داده شد.

### Chlorella

این جنس به صورت سلول‌های کوچک گرد یا  
بیضوی با طول  $10-15\mu$  و عرض  $5-10\mu$  مشاهده شد  
که گاهی به دو یا چند سلول بدون حرکت تقسیم  
می‌شوند (شکل ۳d). گونه‌های این جنس گاهی به  
صورت سوپ سبز رنگ نیز در آبشخور چهارپایان دیده  
می‌شوند. این جنس در بسیاری از دریاچه‌ها و حوضچه‌ها  
و بیشتر در جاهایی که غلظت مواد آلی زیاد باشند دیده  
می‌شوند. در دریاچه زاینده‌رود گونه‌های *Chlorella*  
*ellipsoidea* Gern, *C. vulgaris* Bey مشاهده گردید.

بطور کلی کلروفایت‌ها از نظر مورفولوژیکی و  
اکولوژیکی با یکدیگر تفاوت زیادی دارند و غالب  
گونه‌های پلانکتونی این گروه به راسته *Volvocales*  
*Chlorococcales* تعلق داشتند. بررسی تاکسونومیکی  
جنس‌های مهم شناسایی شده در دریاچه زاینده‌رود و  
گونه‌های موجود با توجه به کلیدهای شناسایی معتبر و  
مخصوص کلروفایت‌ها (Whitford & Prescott, 1970,  
Schumacher, 1984., Prescott, 1984., به شرح زیر  
می‌باشد.

### Ankistrodesmus

سلول‌های این جنس سوزنی یا دوکی شکل می  
باشد که طول آن چندین مرتبه بزرگتر از عرض سلول  
است. سلولها مستقیم یا هلالی شکل بودند که طول  
سلول‌ها  $4.17-25/2\mu$  و عرض آن  $2-3\mu$  بود (شکل  
۳a). گونه‌های *Ankistrodesmus braunii* (Naeg.) Brun و  
*Ankistrodesmus convolutes* Corda در دریاچه زاینده  
رود تک سلولی دوکی شکل و یا اندکی ماریپیچی مشاهده  
گردیدند.

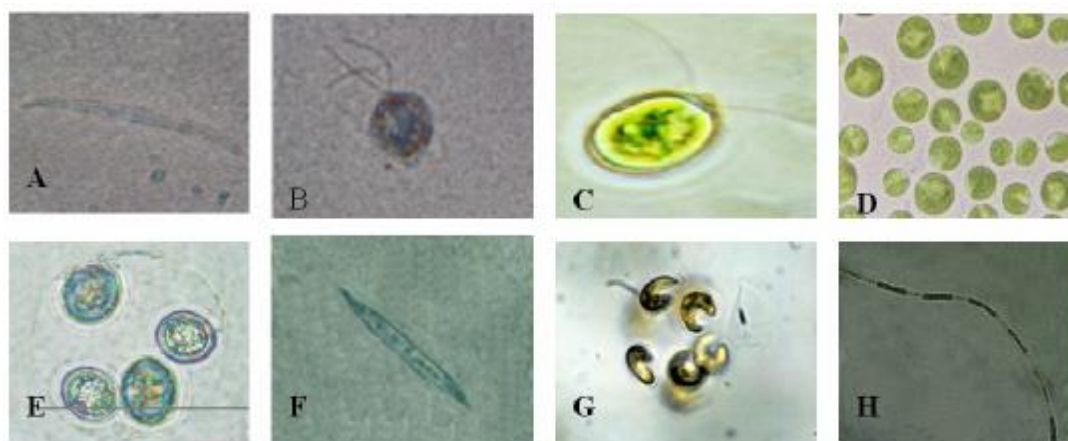
### Carteria

این جنس تک سلولی و بیشتر به صورت مدور یا  
بیضوی دیده شد. نمونه مشاهده شده از این جنس چهار  
تاژک انتهایی و یک کلروپلاست H شکل داشت (شکل  
۳b). در این جنس یک یا چند پیرنوئید نیز در  
کلروپلاست دیده شد. همچنین در برخی از جنس‌ها

## Oocystis

نمونه‌هایی که تحت این جنس شناسایی گردیدند دارای سلول‌های بیضوی یا لیمویی شکل با طول  $20\mu\text{m}$ - $5\mu\text{m}$  و عرض بین  $13\mu\text{m}$ - $9\mu\text{m}$  بودند. در بعضی جنس‌ها گاهی ۲ یا ۴ سلول با یکدیگر در داخل یک سلول مادر قرار گرفته بودند (شکل ۳e). در این جنس، سلول‌ها به سمت رأس نوک تیز یا گرد و صاف دیده شدند. این جنس دارای ۲ تا ۴ کلروپلاست تخم مرغی شکل یا

تعدادی کلروپلاست بیضوی شکل بودند. از نظر اکولوژیکی اعضای این جنس در دریاچه‌های دارای آب سبک و به صورت پلانکتونی دیده می‌شوند، اگر چه گاهی در بین جلبک‌های رشته‌ای در آب‌های کم عمق نیز دیده می‌شوند. گونه *Oocystis salitaria* Wittr. به شکل پلانکتونی کمیاب است. در دریاچه زاینده رود سه گونه *Oocystis borgei* Snow, *O. crassa* Wittcock, *O. salitaria* مشاهده گردیدند.



شکل ۳: تصویر کلروفایتهای مشاهده شده در دریاچه زاینده رود (بزرگنمایی  $40\times$  و  $100\times$ ).

A) *Ankistrodesmus convolutes* B) *Carteria klebsii* C) *Chlamydomonas anglusa*. D) *Chlorella vulgaris*  
E) *Oocystis borgei* F) *Elakatothrix gelatinosa* G) *Kirchneriella contorta* H) *Mougetia* sp.

در تمام فصول بویژه در زمستان و تابستان با تراکم بالا مشاهده گردیدند.

## Elakatothrix

نمونه‌های مشاهده شده از این جنس دارای سلول‌های دوکی تا استوانه‌ای کشیده بودند و حدود ۴ تا ۱۶ سلول که بیشتر از ناحیه قطب‌ها در یک امتداد قرار می‌گیرند در یک توده موسیلاژی قرار داشتند. طول سلول‌ها  $15\mu\text{m}$ - $25\mu\text{m}$  و عرض آن‌ها بین  $6\mu\text{m}$ - $3\mu\text{m}$  بود (شکل ۳f).

این فیتوپلانکتون‌ها اغلب به صورت یوپلانکتون مشاهده می‌گردند. در دریاچه زاینده رود گونه‌های *Elakatothrix gelatinosa* Wille, *E. viridis* (Snow.) Prints

## Nephrocytium

سلول‌های این جنس تخم مرغی یا نیمه کروی و در برخی موارد دوکی یا سوسیسی شکل تا کلیوی شکل مشاهده گردیدند. اصولاً طول آن ۲-۳ برابر عرض بود. طول سلول‌های این جنس بین  $18\mu\text{m}$ - $8\mu\text{m}$  و عرض آن  $7\mu\text{m}$ - $2\mu\text{m}$  اندازه گیری شد. سلول‌ها دارای یک کلروپلاست بشقاب‌مانند با یک پیرنوئید بودند که بلافاصله در جهت طول داخل دیواره قرار داشتند (شکل ۴a). از نظر اکولوژیکی این جنس در اکثر دریاچه‌ها به صورت

تعداد سلول‌های این جنس مضربی از ۲ می‌باشد. سلول‌ها ۴ و ۸ و بطور نادر ۱۶ یا ۳۲ تایی می‌باشند. طول سلول‌ها ۴-۶ $\mu$  و عرض آن ۸-۱۷ $\mu$  بود (شکل ۴e). در دریاچه زاینده رود گونه *Scenedesmus bijuga* (Turp.) Lagerh شناسایی گردید.

### Sphaerocystis

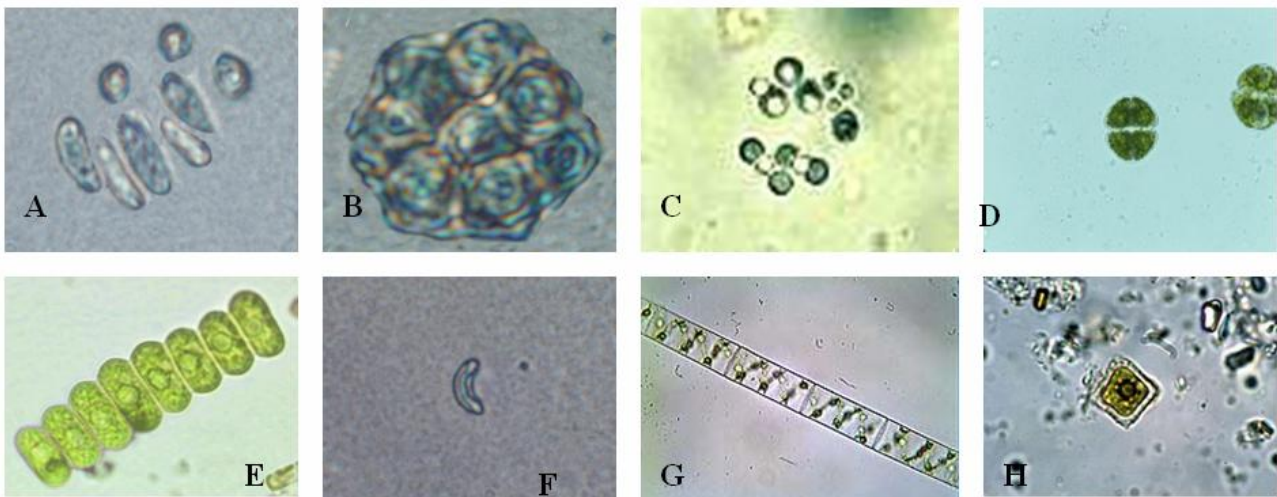
کلونی‌های این جلبک بصورت اغلب شناور، همیشه کروی شکل که اطراف آن را غلاف ژلاتینی یکنواختی احاطه کرده است مشاهده گردیدند. کلونی این جنس شامل ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ سلول گرد بودند که بطور نامرتب پهلوی هم قرار گرفته بودند (شکل ۴c). این جنس مکرراً در دریاچه‌های الیگوتروف دارای آب‌های سبک یافت می‌شوند. در دریاچه زاینده رود گونه *Sphaerocystis schroeteri* Chodat شناسایی گردید.

تیکوپلانکتون یافت می‌شود، همچنین گونه *M. Smith* *Nephrocytium limneticum* به عنوان یوپلانکتون دیده می‌شود. در دریاچه زاینده رود گونه‌های *Nephrocytium agardhianum* Naeg, *N. limneticum*, *N. lunatum* W. West بیشتر در پاییز و زمستان مشاهده گردیدند.

### Tetraedron

سلول‌های این جنس کوچک، پهن، سه گوش و واجد یا فاقد زوائد خار مانند دیده شدند. قطر سلول‌ها بین ۲۰-۶ $\mu$  متغیر بود (شکل ۴h). این جنس مکرراً در برخی زیستگاه‌های آبی بیشتر به صورت اجتماعات تیکوپلانکتونی دیده می‌شوند. وجود زوائد خار مانند در تفکیک گونه‌های این جنس حائز اهمیت بود. در دریاچه زاینده رود تنها گونه *Tetraedron muticum* var. *punctulatum* (Reinsch.) De. oni شناسایی گردید.

### Scenedesmus



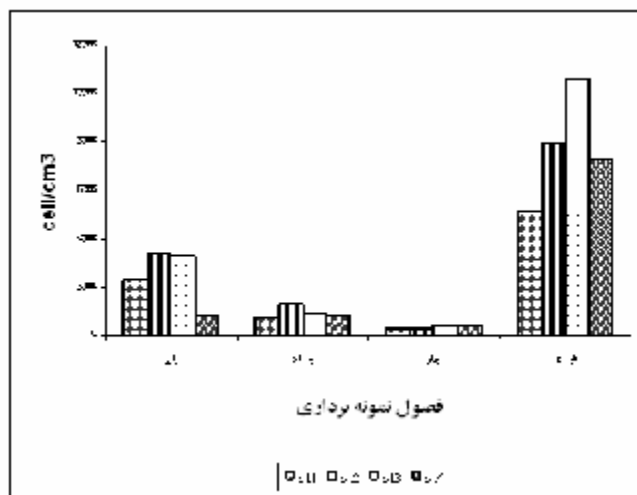
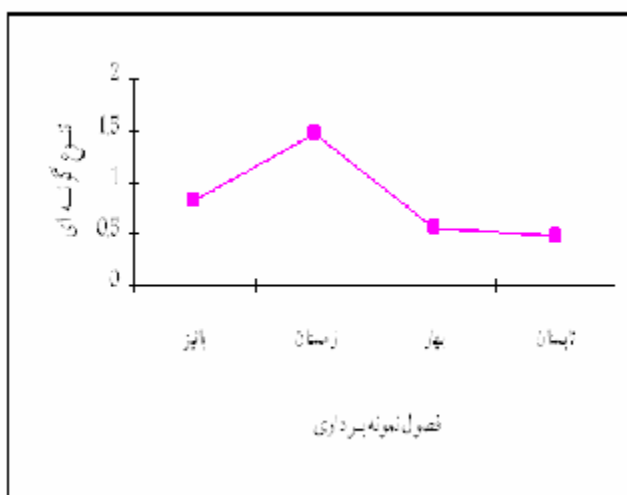
شکل ۴: تصویر کلروفایتهای مشاهده شده در دریاچه زاینده رود (با بزرگنمایی ۴۰x و ۱۰۰x):

- A) *Nephrocytium aghardhianum* B) *Pediastrum integrum* C) *Sphaerocystis schroeteri* D) *Cosmarium* sp. E) *Scenedesmus bijuga* F) *Selenastrum minutum* G) *Spirogyra* sp. H) *Tetraedron muticum*.

## بحث و نتیجه‌گیری

جلبک‌های سبز اصولاً به عنوان گروه غالب در رودخانه‌ها و دریاچه‌های نیمه‌گرمسیری معرفی شده‌اند (Descy, & Gosselain., O'Farrell, 1994). با توجه به مطالعات انجام شده ۲۶ گونه جلبک سبز در دریاچه

زاینده رود شناسایی گردید که تراکم جنس‌های این شاخه در تابستان بیشتر بود (شکل ۵a)، همچنین بیشترین تنوع گونه‌ای کلروفایت‌ها در زمستان و کمترین تنوع گونه‌ای در تابستان مشاهده شد (شکل ۵b).



شکل ۵a: تغییرات تراکم جمعیت‌های کلروفایت‌ها در ایستگاه‌ها و فصل‌های مختلف شکل ۵b: تغییرات تنوع گونه‌ای کلروفایت‌ها در فصل‌های مختلف.

Tetraedron, Chlorella در طی مطالعه بندرت مشاهده شدند که با نتایج بررسی فلور جلبک رودخانه گرگانرود مطابقت دارد (علمی، ۱۳۸۰).

گونه‌های *Chlorella vulgaris*, *Chlamydomonas angulosa* اغلب در تابستان و زمستان مشاهده گردیدند که وجود این گونه‌ها در دریاچه بزنگان نیز گزارش شده است (غلامی و همکاران، ۱۳۸۴). بطور کلی با افزایش مقدار فسفات در فصول گرم سال تراکم جلبک‌های سبز افزایش نشان داد که این نتایج با مشاهدات Strojsova در رودخانه دانوب مشابه می‌باشد. جنس *Elakatothrix* در پاییز تقریباً در همه ایستگاه‌ها و اعماق مختلف دیده شد اما بیشترین تعداد آن در شهریورماه ۱۳۸۵ با تعداد ۴۹۰۴۰ سلول در سانتی‌متر مکعب در ایستگاه تنگه سیاه

بطور کلی در بین جلبک‌های سبز، گونه‌های تک سلولی و کلونی از راسته Chlorococcales و جنس‌های *Pediastrum*, *Oocystis*, *Nephrocytium*, *Elakatothrix* به طور مکرر مشاهده شدند که با شرایط نور و حرارت در ایستگاه‌های مختلف ارتباط داشت و با مطالعات Semeneh و همکاران در سال ۱۹۹۸ همخوانی دارد. علاوه بر این قبلاً (Rojo et al (1994) و Stoyneva (1994)) نیز در مطالعات خود زیستگاه این جلبک‌ها را آب‌های شیرین و فصول گرم ذکر کرده‌اند.

Chlorococcalesها شاخص مزو-یوتروف بودن دریاچه‌ها تلقی شده‌اند (Karjalainen et al 1996)، ولی در دریاچه زاینده رود جمعیت آنها هیچگاه غالب نبود و وضعیت یوتروفی مشاهده نگردید. جنس‌های



تراکم بسیار کم در مطالعات دریاچه زاینده رود دیده شد شاید تراکم کم آن به خاطر مصرف این فیتوپلانکتون‌ها توسط ژئوپلانکتون‌ها است که با مشاهدات Karjalainen و همکاران در سال ۱۹۹۶ مطابقت دارد. گونه‌های *A. convolutes*, *Ankistrodesmus braunii* در دریاچه زاینده رود در پاییز و زمستان مشاهده شدند؛ این گونه‌ها در رودخانه حویق استان گیلان و حوضچه‌های فولاد شهر نیز گزارش شده است (سبک آرا و مکارمی، ۱۳۸۵ و Zarei, 2002). *Scenedesmus bijuga* در فصول سرد فراوانی بیشتری داشت؛ این گونه در تالاب انزلی و نواحی ساحلی دریای خزر و رودخانه‌های حومه مشهد گزارش شده است (مکارمی و همکاران، ۱۳۸۵ و کیان مهر، ۱۳۷۳).

*Carteria klebsii* تنها در فصل تابستان در دریاچه زاینده رود مشاهده گردید. این گونه معمولاً در شرایطی که آلودگی آب به مواد آلی زیاد باشد ظاهر می‌گردد که قبلاً نیز در حوضچه‌های تصفیه آب فولاد شهر گزارش گردیده است (Zarei, 2002). جنس‌های *Spirogyra* sp, *Mougeotia* تنها جلبک‌های سبز رشته‌ای مشاهده شده در دریاچه زاینده‌رود بودند. بررسی‌های تاکسونومیک فلور کلروفایت‌های دریاچه زاینده‌رود نشان می‌دهد که این دریاچه الیگو-مزوتروف می‌باشد.

علیرغم تشابه تعدادی از جنس‌ها و گونه‌های این دریاچه با سایر اکوسیستم‌های آبی در ایران و سایر کشورها؛ گزارش فلور این اکوسیستم و گونه‌های جدید آن برای مطالعه زیستگاه‌های آبی کشور از لحاظ بررسی‌های فلوریستیک و کاربردی حایز اهمیت می‌باشد. از این رو مطالعه منظم و مفصل‌تر این زیستگاه به غنای گونه‌ای و تنوع جلبکی فلور ایران خواهد افزود.

و در عمق ۵/ متر شمارش گردید که گونه‌های این جنس تاکنون در ایران گزارش نشده است.

گونه *Tetraedron muticum* در پاییز بویژه در ایستگاه مشهد کاوه با تراکم ۲۵۳۰ سلول در سانتی متر مکعب مشاهده شد. گونه *Oocystis borgei* در پاییز و تابستان بندرت مشاهده گردید که این گونه در مرداب انزلی نیز توسط Dogadina et al (۲۰۰۲) گزارش شده است. گونه *Oocystis salitaria* در زمستان فراوان بود که (Skcherbak & Rodkin ۱۹۹۴) نیز در دریاچه معدنی Saksokoye در اکراین مشابه چنین نتایجی را به دست آورده‌اند. این گونه قبلاً توسط مقدم (۱۳۵۵) در دریاچه کوهستانی ولشت گزارش شده است. اغلب گونه‌های این جنس در دریاچه‌های الیگوتروف یافت می‌شوند.

جنس *Pediastrum* در بهار و تابستان در ایستگاه‌های مختلف بویژه در ایستگاه مشهد کاوه با وفور زیاد (با تراکم ۱۹۰۴) دیده شد چنین نتایجی توسط Naz & Turkman در کشور ترکیه در سال ۲۰۰۵ گزارش شده است. واریته *Pedistrum integrum var priva* برای اولین بار در دریاچه زاینده رود مشاهده گردید و تا کنون از زیستگاه‌های آبی ایران گزارشی درباره آن وجود ندارد. اعضای این جنس شاخص آب‌های الیگو-مزوتروف می‌باشند.

واریته دیگر این گونه *Pedistrum integrum var scutum Raci* نیز در دریاچه زاینده رود مشاهده شد که قبلاً در رودخانه‌های حومه مشهد گزارش شده است (کیان مهر، ۱۳۷۳). از جنس *Nephroclytium* گونه *Nephroclytium aghardhianum* با تعداد ۱۹۶۸۰ سلول در سانتی متر مکعب در ایستگاه یان چشمه در آبان ۱۳۸۴ مشاهده شد که تاکنون گونه‌ای از این جنس در ایران گزارش نشده است. گونه *Sphaerocystis schroeteri* با

## منابع

- quality in the Saima lake system, Finland, *Hydrobiologia*, 322: 267- 275; (1996).
- 11- M., Naz, and M., Turkman, Phytoplankton biomass and species composition of lake Golbasi(Hatay- Turkey). *Turk. J. Biol.* 29: 49- 56; (2005)..
- 12- I., O'Farrell, Phytoplankton ecology and limnology of the Salado river(Buenos Aires, Argentina). *Hydrobiologia*, 271: 169-178; (1994).
- 13- G. W., Prescott, How know the fresh water algae. University of Montana, U.S.A, 293 pp. Prescott, G. W.(1970). Algae of wasteren great lakes area. Ph.D. 977 pp; (1984).
- 14- C., Rojo, M., Alvarez, and M., Arauzo, An elementary structural analysis of river phytoplankton. *Hydrobiologia*, 289: 43- 55; (1994).
- 15- M., Semeneh, F., Dehairs, and M., Elskens, Nitrogen uptake regime and phytoplankton community structure in the Atlantic and Indian sectors of the southern ocean. *Journal of Marine systems*, 17: 159- 177; (1998).
- 16- V. I., Shcherbak, and V. I., Rodkin, Phytoplankton in a highly mineralized lake. *Hydrobiological Journal*, 30(4): 35- 44;(1994).
- 17- G. R., South, and A., Whittick, Introduction to phycology. Blackwell scientific publications, Oxford, Canada, 340; (1987).
- 18- M. P., Stoyneva, Shallows of the lower Danube as additional sources of potamoplankton. *Hydrobiologia*. 289:171-178; 994).
- 19- A., Strojsova, J., Vrba, J., doma, and K., simek, Extracelular phosphates activity of freshwater phytoplankton exposed to different in situ phosphorus concentrations. *Marine and freshwater Research*, 56: 417- 424; (2005).
- 20- L. A., Whitford, and G. J., Schumacher, A manual of fresh- water algae. Sparks Press. New York, 337 pp; (1984).
- 21- B., Zarei Darki, Algae of biological ponds(Isfahan province, Iran). 9(1): 96-101; (2002).
- ۱- بونی، ا. دی، فیتوپلانکتون. ترجمه رحیمی بشر، م. ر، انتشارات شهر سبز، ص ۲۱۸، ۱۳۷۹.
- ۲- سبک آرا، ج. و مکارمی، م، بررسی پراکنش و فراوانی پلانکتونی در رودخانه حویق استان گیلان، مجله علمی شیلات ایران. شماره ۳. ص ۸۶-۷۵، ۱۳۸۵.
- ۳- علومی، ی، بررسی پاره‌ای از ویژگی‌های بیولوژیک گرگانرود طی سال‌های ۷۰-۶۹، مجله علمی شیلات. شماره ۱. ص ۷۲-۵۵، ۱۳۸۰.
- ۴- غلامی، ع، اجتهادی، ح و قاسم زاده، ف، مجله علمی شیلات. شماره ۲ ص ۸۹-۷۳، ۱۳۸۴.
- ۵- کیان مهر، ه، شناسایی جلبک‌های آب شیرین رودخانه‌های مشهد و حومه. دانشگاه فردوسی مشهد. مجله علم و صنعت. شماره ۲۶. ص ۱۲-۱، ۱۳۷۳.
- ۶- مقدم، ف، بررسی لیمنولوژیکی دریاچه ولشت و مطالعه فیتوپلانکتون ها و جلبک های اپی فیت. گزارش نهایی طرح‌های پژوهشی علوم پایه، دانشگاه تهران، ۹۵-۲۲، ۱۳۵۵.
- ۷- مکارمی، م، سبک آرا، ج. و کفاش محمد جانی، ط، شناسایی و پراکنش فیتوپلانکتون‌ها در مناطق مختلف تالاب انزلی و نواحی ساحلی دریای خزر. مجله علمی شیلات. شماره ۱. ص ۱۴۹-۱۲۹، ۱۳۸۵.
- 8- J. P., Descy, and V., Gosselain, Development and ecological importance of phytoplankton in a large lowland river(River Meuse, Belgium). *Hydrobiologia*, 289: 139-155; (1994)..
- 9- T. V., Dogadina, D., Behrouz Zarei, and O. S., Gorbulin, Algae of Enzeli swamp(Iran), *International Journal on Algae*. 4(4):81-87; (2002).
- 10- J., Karjalainen, A. L. Holopainen, and P., Huttunen, Spatial patterns and relationships between phytoplankton, zooplankton and water