

## بررسی تغییرات فصلی میزان کلروفیل a در آب مخازن چاه نیمه های سیستان

نرجس اکاتی<sup>۱\*</sup>

[narjes\\_okati@yahoo.com](mailto:narjes_okati@yahoo.com)

فاطمه عین الهی<sup>۲</sup>

مصطفی غفاری<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۲

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۲۰

### چکیده

زمینه و هدف: کلروفیل a رنگدانه اصلی فرآیند فتوسنتزی در بوم سازگان های آبی است. با اندازه گیری کلروفیل a نه تنها می توان زیست توده آن را تخمین زد، بلکه یک شاخص واقعی قابل رویت برای حالت تروفیک آن بوم سازگان آبی به شمار می رود. هدف از انجام این تحقیق بررسی تغییرات فصلی غلظت کلروفیل a، در آب چاه نیمه های سیستان می باشد.

روش بررسی: طی چهار فصل نمونه ها از بهار تا زمستان ۱۳۸۹ از مخازن آبی چاه نیمه برداشت شدند. هدایت الکتریکی و pH نمونه ها در زمان نمونه برداری و در محل اندازه گیری شد. برای اندازه گیری میزان کلروفیل a، نمونه ها عصاره گیری شده و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Unico 2100/ visible/ Uv visible میزان جذب عصاره در طول موج های مختلف با روش استاندارد ASTM 8012 سنجش شده، سپس با استفاده از معادله استاندارد، غلظت کلروفیل a محاسبه گردید.

یافته ها: محدوده میانگین pH در ایستگاه های مورد مطالعه بین ۸/۸۷-۸/۷۲ و میانگین هدایت الکتریکی بدست آمده بین ۵۴۰-۵۷۹ میکروزیمنس بر سانتی متر بود. بیشترین میانگین فصلی کلروفیل a در فصل تابستان و در چاه نیمه ۳ (۰/۳۲±۰/۱۷ میکروگرم بر لیتر) و کمترین میانگین کلروفیل a در فصل زمستان و در چاه نیمه های ۱ و ۲ (۰/۲۸±۰/۸۲ میکروگرم بر لیتر) بدست آمد. نتایج آزمون ANOVA نشان داد که تفاوت معنی دار آماری در میزان میانگین غلظت کلروفیل a در فصول بهار و تابستان با فصول زمستان و پاییز وجود دارد (p<۰/۰۵).

نتیجه گیری: با توجه به میزان بدست آمده از کلروفیل a در این تحقیق و مقایسه آن با استاندارد آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، می توان نتیجه گرفت که مخازن چاه نیمه در گروه دریاچه های تغذیه گرا قرار ندارد و جزو مخازن اولیگوتروف می باشند.

واژه های کلیدی: کلروفیل a، اولیگوتروف، چاه نیمه، سیستان

۱- استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، ایران \* (مسئول مکاتبات)

۲- استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۳- استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

## **Study of Seasonal Changes in Chlorophyll *a* Concentration in the Water of Chahnimeh Reservoirs in Sistan**

**Narjes Okati**<sup>1\*</sup>

[narjes\\_okati@yahoo.com](mailto:narjes_okati@yahoo.com)

**Fatemeh Eynollahi**<sup>2</sup>

**Mostasa Ghafari**<sup>3</sup>

Admission Date: September 23, 2012

Date Received: January 10, 2012

### **Abstract**

**Background and Objective:** Chlorophyll *a* is the main pigment of photosynthesis in water ecosystems. Measuring Chlorophyll *a* can indicate its biomass which is the real visible indicator for trophic level in water ecosystems. The objective of this study was to study the seasonal changes in chlorophyll *a* concentration in the water of Chahnimeh reservoirs in Sistan.

**Method:** The samples were collected from water of Chahnimeh reservoirs during four seasons, from March to October 2010. EC and pH of the samples were measured at the time of collecting the samples. In order to measure chlorophyll *a*, the samples were extracted and the absorption rate of the extract in different wavelengths was measured by a spectrophotometer model Unico 2100/visible/Uv visible according to standard method ASTM 8012. Then, concentration of chlorophyll *a* was calculated using the standard equation.

**Findings:** The range of mean pH and EC were obtained as 8.72-8.87 and 540-579 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) respectively in the studied stations. The highest seasonal mean of chlorophyll *a* was obtained in summer in Chahnimeh 3 ( $2.17 \pm 0.32 \mu\text{g}/\text{L}$ ) and the lowest seasonal means of chlorophyll *a* were obtained in winter in Chahnimeh 1 and 2 ( $0.82 \pm 0.28 \mu\text{g}/\text{L}$ ). The results of ANOVA test showed the statistical differences between the mean of chlorophyll *a* concentration in spring and summer seasons and the mean of chlorophyll *a* concentrations in winter and autumn ( $p < 0.05$ ).

**Discussion and Conclusion:** According to the Chlorophyll *a* concentration obtained and its comparison with EPA standard, it can be concluded that Chahnimeh reservoirs can not be classified in eutrophic lake groups of and they are oligotrophic reservoirs.

**Keywords:** Chlorophyll *a*, Oligotrophic, Chahnimeh, Sistan.

---

1-Assistant Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran \*(Corresponding Author)

2- Assistant Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran

3- Assistant Professor, Department of Fisheries Science, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran

## مقدمه

سمی کاهش یابد. از طرف دیگر ممکن است که با ورود برخی از مواد مغذی مانند نیترات ها و فسفات ها ناشی از فاضلاب ها یا کودها این مقدار افزایش یابد که باعث تغییر کیفیت آب شده و در عین حال خود نیز متاثر از تغییرات کیفی آب می باشند. جمعیت بالای فیتوپلانکتون در مکان هایی که پدیده پر غذایی دیده می شود می تواند منجر به ایجاد سطوح غیرقابل قبولی از مواد سمی، pH، تغییرات در رنگ و یا مزه آب گردد. جمعیت بالای فیتوپلانکتون ها در نهایت از بین رفته و تجزیه آن ها می تواند با مشکلات جدی و کاهش اکسیژن محلول در آب همراه باشد (۱). این شکوفایی ممکن است شرایط سمی برای ماهی ها، حیات وحش، دام ها و انسان ها ایجاد نماید. آب هایی که به عنوان منابع آب آشامیدنی هستند همچنین از نظر غلظت فیتوپلانکتون ها پایش می شوند تا با تشخیص زود هنگام شکوفایی جلبکی، سیستم های تصفیه کم تر مسدود شوند (۵).

شاپوری و جوانشیر (۱۳۸۸) در مطالعه خود به بررسی میزان توده زنده کلروفیل a در دهانه رودخانه تجن پرداختند. نتایج آن ها نشان داد که میزان غلظت کلروفیل a تغییرات فصلی زیادی را نشان می دهد که محدوده تغییرات آن ۰/۶ - ۹۴ میلی گرم بر متر مکعب بدست آمد (۶).

Al-Hashmi و همکاران (۲۰۱۰) تغییرات فصلی کلروفیل a و پارامترهای زیست محیطی را در محدوده بندر الخیران در سواحل جنوبی دریای عمان بررسی نمودند. در مطالعه آن ها کمترین غلظت کلروفیل a در فصل زمستان و بیشترین میزان کلروفیل a در داخل مصب (۱/۵ میکروگرم بر لیتر) بدست آمد (۷).

هدف از انجام این تحقیق بررسی تغییرات فصلی غلظت کلروفیل a، در آب مخازن چاه نیمه سیستان و مقایسه آن با استانداردهای کیفی آب می باشد که به عنوان اولین گزارش از میزان کلروفیل a در مخازن چاه نیمه سیستان می باشد.

حفاظت و استفاده بهینه از منابع آب از اصول توسعه پایدار هر کشور می باشد. آب های سطحی جاری یا رودخانه ها از مهم ترین منابع آبی هستند که نقش مهمی در تامین آب مورد نیاز فعالیت های مختلف مانند کشاورزی، صنعت و شرب دارند. بنابراین کسب اطلاعات جامع، صحیح و قابل اطمینان با دوره های زمانی مناسب می تواند عامل مهمی در تصمیم گیری ها و سیاست گذاری ها باشد (۱).

امروزه تعیین کیفیت و درجه آلودگی منابع آبی نیاز به دقت نظر درباره بسیاری از شاخص های زیست محیطی دارد. از آن جا که موجودات زنده به هر نوع تاثیرات نامطلوب بر روی بوم سازگان آبی واکنش نشان می دهند، لذا روش پایش زیستی از قابلیت تشخیص زود هنگام و سریع هر نوع تاثیر نامطلوب بر روی بوم سازگان آبی را دارا می باشد. داده های زیستی به طور مستقیم به شرایط بوم شناختی سامانه آبی یا به عبارت دیگر سلامت بوم شناختی سامانه آبی وابسته می باشند (۱).

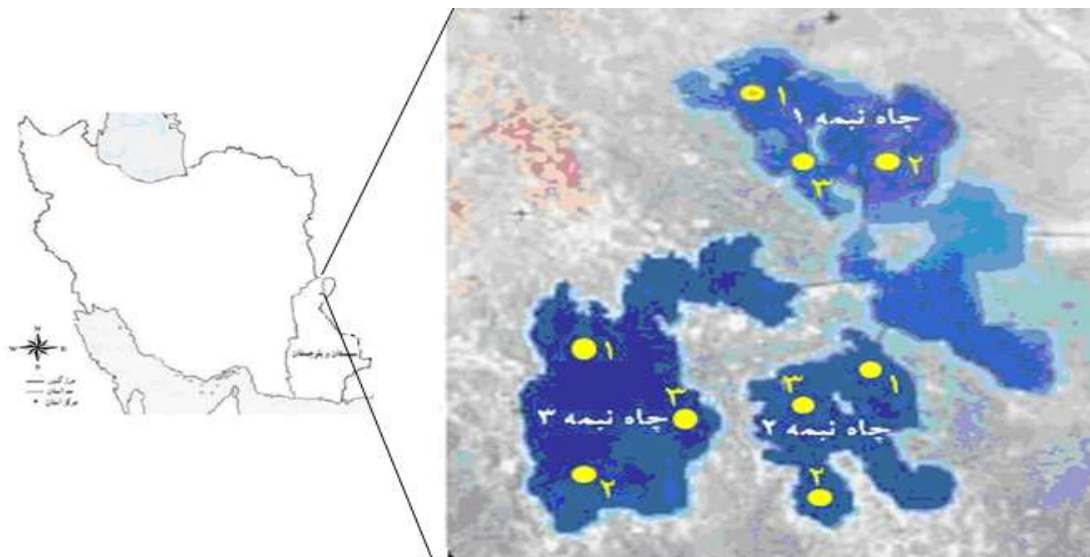
موجودات تک سلولی در محیط های آبی (فیتوپلانکتون ها) یکی از مهم ترین تولیدکنندگان اولیه می باشند و نسبت زیاد سطح به حجم و نرخ رشد بالایشان، آن ها را به عنوان شاخص خوبی برای بررسی وضعیت پر غذایی و شرایط سمی تبدیل نموده است (۲). سه نمونه کلروفیل در فیتوپلانکتون ها یافت می شود.

کلروفیل a، b و c. اما معمولاً کلروفیل a اندازه گیری می شود. میزان کلروفیل در منابع آبی، تخمین مناسبی از تولید اولیه، وضعیت چرخه غذایی و پراکنش فیتوپلانکتون ها در منابع آبی را نشان می دهد (۱). Steel (۱۹۶۲) برای اولین بار کاربرد کلروفیل a را به عنوان شاخص زیست توده فتوتروفیک درباره تولید کنندگان اولیه به طور مختصر بیان نمود (۳). Cullen (۱۹۸۲) در مورد استفاده از کلروفیل a به عنوان شاخصی برای زیست توده تولیدکنندگان اولیه کارهای بیش تری انجام داد (۴). فیتوپلانکتون ها تحت اثر موقعیت های گوناگون طبیعی و یا اثرات انسانی پاسخ داده و ساختار جمعیتی آن ها به نحو محسوسی در پیکره های آبی مختلف تغییر می نماید. جمعیت و زیست توده فیتوپلانکتون ها می تواند با ورود برخی از مواد

## روش بررسی

مخازن چاه‌نیمه که از سه گودال طبیعی ساماندهی شده تشکیل گردیده، در بخش شمالی دلتای رودخانه هیرمند در منطقه سیستان ایران و در فاصله ۵ کیلومتری شهر زهک و ۳۰ کیلومتری شهر زابل با وسعت ۴۶ کیلومترمربع قرار دارند. چاه-

نیمه ها در محدوده جغرافیایی  $30^{\circ} 45'$  تا  $30^{\circ} 50'$  عرض شمالی،  $61^{\circ} 38'$  تا  $61^{\circ} 45'$  طول شرقی و ارتفاع متوسط ۵۰۰ متر از سطح دریا واقع شده‌اند (شکل ۱).



شکل ۱- نقشه موقعیت محل مورد مطالعه و ایستگاه‌های نمونه برداری

Figure 1. The map location of studied place and sampling stations

به لحاظ کمبود آب دوچندان نموده و بررسی ویژگی های آن در برنامه ریزی و مدیریت منابع آب منطقه را الزامی می نماید. نمونه برداری به صورت فصلی در طی یک سال انجام شد. بدین منظور طی چهار فصل نمونه ها از بهار تا زمستان ۱۳۸۹ از سطح مخازن آبی چاه نیمه برداشت شدند. تعداد ۹ ایستگاه نمونه برداری به صورت تصادفی انتخاب گردید که در هر فصل نمونه برداری از هر ایستگاه تعداد ۳ نمونه از سطح آب (عمق ۰/۵ متری از سطح آب) برداشت شد. به عبارتی در هر فصل نمونه برداری تعداد ۲۷ نمونه آب مورد آزمایش قرار گرفت. موقعیت جغرافیایی ایستگاه ها توسط دستگاه GPS تعیین و ثبت گردید (جدول ۱). نمونه ها به سرعت به آزمایشگاه پژوهشکده تالاب هامون منتقل شدند.

حجم کل مخازن مربوط به چاه‌نیمه ها معادل ۶۲۸ میلیون مترمکعب می باشد (۸). تنها جریان ورودی سطحی به داخل مخازن، از طریق کانال ورودی صورت گرفته و خروج جریان‌های سطحی نیز به دو منظور شرب (از طریق ایستگاه پمپاژ) و کشاورزی (از طریق کانال خروجی) صورت می پذیرد. این مخازن در سال‌های پر آبی پهنه واحدی را تشکیل می دهد و در سال‌های خشک پهنه های آبی جداگانه ای را بوجود می آورد. اقلیم منطقه به‌طور کلی خشک و نیمه خشک بوده و حداکثر سرعت باد، دما و حداقل رطوبت نسبی اغلب در یک دوره زمانی از سال (ماه‌های تیر و مرداد) اتفاق می افتد و این اصلی ترین دلیل افزایش تبخیر در این ایام می باشد. بالا بودن تبخیر و ناچیز بودن بارندگی در منطقه، اهمیت این مخازن را

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌ها و نقاط نمونه برداری

Table1. Geographic location of station and sampling points

ایستگاه ها	چاه نیمه شماره ۱	چاه نیمه شماره ۲	چاه نیمه شماره ۳
نقاط			
۱	N۱۴ ۵/۴۹ ۳۰ E۴۲ ۴۲ ۶۱	N۳۲ ۴۶ ۳۰ E۴۲ ۴۱ ۶۱	N۴۸ ۴۶ ۳۰ E۱۲ ۳۸ ۶۱
۲	N۴ ۵/۵۰ ۳۰ E۲ ۴۲ ۶۱	N۱۱ ۵/۴۶ ۳۰ E۳۰ ۶/۴۱ ۶۱	N۵۱ ۶۵/۴۵ ۳۰ E۶ ۴۰ ۶۱
۳	N۶۲ ۷/۵۰ ۳۰ E۴۸ ۱/۴۱ ۶۱	N۵۴ ۴۷ ۳۰ E۵۱ ۳/۴۱ ۶۱	N۶۲ ۵/۴۶ ۳۰ E۴۳ ۶/۳۸ ۶۱

$F =$  ضریبی برای کاهش جذب در غلظت اولیه کلروفیل  $= ۲/۴۳$

$E6650 =$  جذب در ۶۶۵ نانومتر قبل از اسیدی کردن نمونه

$E665a =$  جذب در ۶۶۵ نانومتر بعد از اسیدی کردن نمونه

$V =$  حجم عصاره بر حسب میلی لیتر

$V =$  حجم آب فیلتر شده بر حسب لیتر

$Z =$  طول نور عبور کرده از میان سلول بر حسب سانتی متر (در

این تحقیق ۱ سانتی متر)

جهت آنالیز آماری نمونه ها از ویرایش ۱۵ نرم افزار SPSS

استفاده گردید. نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون

Kolmogorov مشخص گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از

آزمون های Tukey و ANOVA استفاده گردید. مقدار p

کوچک‌تر از ۰/۰۵ به عنوان تفاوت معنی دار در نظر گرفته شد.

#### نتایج و بحث

میانگین pH در ایستگاه‌های مورد مطالعه بین ۸/۷۲-۸/۸۷ و

میانگین هدایت الکتریکی ۵۴۰-۵۷۹ میکروزیمنس بر سانتی

متر بدست آمد (جدول ۲). میانگین pH در این مطالعه در

محدوده مقادیر حد مجاز اعلام شده برای آب مخازن توسط

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۵-۶/۹) و بیش از

حد استاندارد ثانویه EPA برای آب آشامیدنی (۵/۵-۶/۸)

است (۱۱ و ۱۲).

هدایت الکتریکی نمونه ها با استفاده از دستگاه EC متر پرتابل

Wagtech و pH نمونه ها با استفاده از دستگاه pH متر

پرتابل Wagtech در زمان نمونه برداری در محل اندازه گیری

شد. برای اندازه گیری میزان کلروفیل a نیاز به آماده سازی و

جدا نمودن پیگمان های حاوی کلروفیل a از نمونه های آب بود.

با استفاده از فیلتر فایبرگلاس (GF/Whatman) حدود ۶ لیتر

آب فیلتر شد (۱). زئوپلانکتون ها به وسیله عبور دادن نمونه از

یک تور مناسب (در حدود ۳۰۰ مش بر میکرو متر) جدا شدند.

نمونه فیلتر شده تا حدود چند ساعت در جای خنک و به دور از

نور در ظروف پلی اتیلنی قابل نگهداری بود. کلروفیل‌ها توسط

استون ۹۰ درصد از سلول ها هضم و استخراج شدند. سپس

محتوی لوله ها در درجه حرارت آزمایشگاه به مدت ۱۰ دقیقه با

دور ۲۷۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. با استفاده از دستگاه

اسپکتروفتومترمدل Unico 2100/ visible/ Uv visible

میزان جذب عصاره در طول موج های مختلف با روش

استاندارد ASTM 8012 سنجش شده (۹) و سپس در معادله

استاندارد زیر اضافه ( فرمول ۱) و میزان کلروفیل a محاسبه

گردید (۱۰).

$$K = \frac{(K)(F)(E6650 - E665a)(v)}{(V)(Z)} \quad (۱)$$

= میزان کلروفیل a (µg/l)

K = ضریب جذب کلروفیل a = ۱۱

## جدول ۲- میانگین pH و هدایت الکتریکی (EC) نمونه های آب در ایستگاه های مورد مطالعه

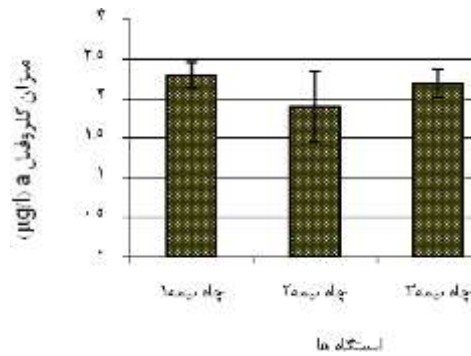
Table2. The mean of pH and electrical conductivity (EC) of water samples at the studied stations

چاه نیمه ۳			چاه نیمه ۲			چاه نیمه ۱			ایستگاه ها	
									پارامترها	
۳	۲	۱	۳	۲	۱	۳	۲	۱		
۸/۷۸	۸/۸۱	۸/۸۴	۸/۸۷	۸/۷۸	۸/۸۱	۸/۷۶	۸/۷۳	۸/۷۴	بهار	pH
۸/۸۸	۸/۷۳	۸/۸۵	۸/۸۷	۸/۸۳	۸/۸۱	۸/۶۸	۸/۷۸	۸/۶۷	تابستان	
۸/۷۹	۸/۷۴	۸/۷۹	۸/۸۶	۸/۷۵	۸/۸۷	۸/۷۸	۸/۸۱	۸/۷۶	پاییز	
۸/۷۵	۸/۷۲	۸/۷۵	۸/۷۵	۸/۷۸	۸/۷۶	۸/۷۲	۸/۷۶	۸/۷۴	زمستان	
۵۷۰	۵۶۶	۵۶۲	۸/۷۳	۵۷۱	۸/۷۵	۵۴۴	۵۷۳	۵۶۸	بهار	هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی متر)
۵۶۹	۵۷۸	۵۷۴	۵۸۰	۵۷۸	۵۴۰	۵۶۶	۵۶۷	۵۶۷	تابستان	
۵۷۳	۵۵۷	۵۷۳	۵۷۸	۵۵۶	۵۶۷	۵۶۷	۵۶۹	۵۵۶	پاییز	
۵۵۳	۵۵۳	۵۶۹	۵۶۸	۵۵۸	۵۵۸	۵۶۹	۵۵۷	۵۵۸	زمستان	

۵ نشان داده شده است. میانگین بدست آمده کلروفیل a در فصل بهار بین  $0/45 \pm 1/9$  میکروگرم بر لیتر برای چاه نیمه ۲ و  $0/16 \pm 2/30$  میکروگرم بر لیتر برای چاه نیمه ۱ بدست آمد. میانگین کلروفیل a در فصل تابستان بین  $0/32 \pm 2/17$  میکروگرم بر لیتر برای چاه نیمه ۳ و  $0/15 \pm 2/36$  میکروگرم بر لیتر برای چاه نیمه ۱ اندازه گیری شد. همچنین در فصل پاییز میانگین کلروفیل a بین  $0/11 \pm 1/09$  میکروگرم بر لیتر برای چاه نیمه ۳ و  $0/17 \pm 1/2$  میکروگرم بر لیتر برای چاه نیمه ۱ بدست آمد. در فصل زمستان نیز میانگین کلروفیل a بین  $0/28 \pm 0/82$  میکروگرم بر لیتر برای چاه نیمه های ۱ و ۲ و  $0/92 \pm 0/92$  میکروگرم بر لیتر برای چاه نیمه ۳ بدست آمد. نتایج حاصل از آزمون Tukey نشان داد که تفاوت معنی دار آماری از لحاظ میزان کلروفیل a در هر فصل در بین ایستگاه های مورد بررسی وجود ندارد. دلیل این نتیجه می تواند ناشی از یکنواخت بودن شرایط طبیعی مخازن، ورودی مشترک آب آن ها و ارتباط هر سه مخزن با یکدیگر باشد.

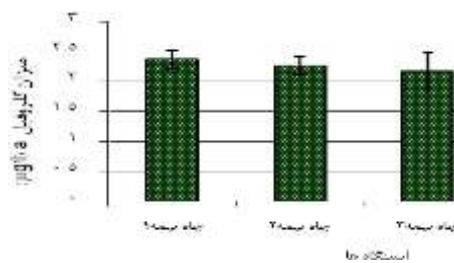
اگر چه سیانوباکترها نسبت به شرایط سخت مقاومند ولی pH مهم ترین عامل محدود کننده آن هاست. به عنوان مثال بهترین رشد *Nodularia spumigena* (نوعی جلبک سبز- آبی)، در pH  $10/4-10/1$  قرار دارد (۱۳). در مطالعه ای که Iqbal و همکاران (۲۰۰۵) بر روی رودخانه سامار بنگلادش انجام دادند (۱۴)، مقادیر pH بین  $6/79-5/50$  بدست آمد. آن ها گزارش نمودند که مقادیر این فاکتور کم تر از استاندارد سازمان بهداشت جهانی برای pH در آب آشامیدنی ( $5/5-6/8$ ) می باشد (۱۵). در تحقیق حاضر محدوده میانگین هدایت الکتریکی بین  $540-579$  میکروزیمنس بر سانتی متر بدست آمد که از حد مجاز اعلام شده توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۲۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی متر) کمتر است (۱۱). تفاوت معنی دار آماری از لحاظ این دو فاکتور میان ایستگاه های مختلف وجود نداشت.

در این مطالعه میزان تغییرات فصلی کلروفیل a در طول یک سال بررسی گردید. میانگین غلظت کلروفیل a بدست آمده در طی ۴ فصل در ایستگاه های مورد مطالعه در شکل های ۲، ۳، ۴ و



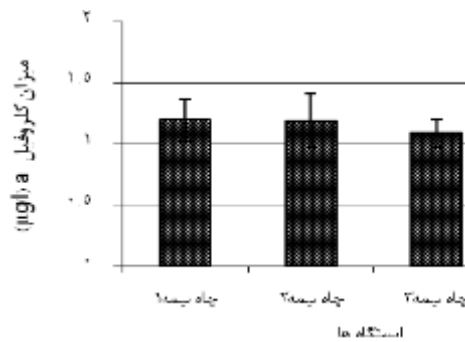
شکل ۲- مقایسه میزان کلروفیل a در ایستگاه های مختلف در فصل بهار

Figure2. The Comparison of chlorophyll a concentration at different stations in the spring season



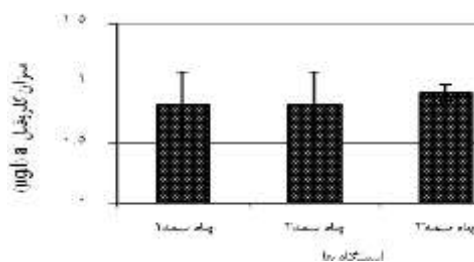
شکل ۳- مقایسه میزان کلروفیل a در ایستگاه های مختلف در فصل تابستان

Figure 3. The Comparison of chlorophyll a concentration at different stations in the summer season



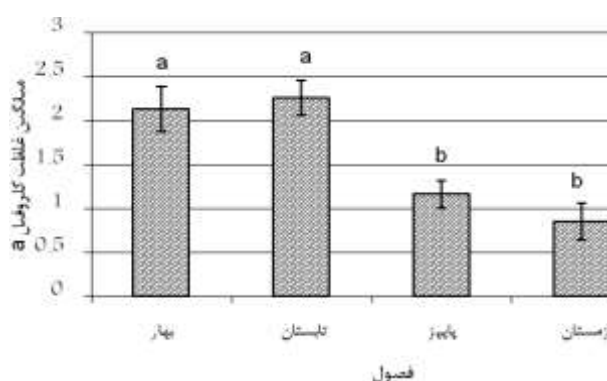
شکل ۴- مقایسه میزان کلروفیل a در ایستگاه های مختلف در فصل پاییز

Figure 4. The Comparison of chlorophyll a concentration at different stations in the autumn season



شکل ۵- مقایسه میزان کلروفیل a در ایستگاه های مختلف در فصل زمستان

Figure 5. The Comparison of chlorophyll a concentration at different stations in the winter season



شکل ۶- مقایسه میانگین غلظت کلروفیل a در بین فصول مختلف سال

Figure 6. The comparison of the mean concentration of chlorophyll a in different seasons of the year

دانست (۱۸). در فصل زمستان چون جمعیت فیتوپلانکتونی کاهش شدیدی دارند، میزان مواد غذایی موجود در آب طی این فصل افزایش می یابد. افزایش مواد غذایی کمک بزرگی به افزایش سریع جمعیت فیتوپلانکتون ها و میزان غلظت کلروفیل a در محیط آبی در فصل بهار می کند (۱۶).

احتمال شکوفایی سیانوباکتری ها در محیط های آبی می تواند از طریق اندازه گیری میزان کلروفیل a به عنوان بایومس جلبک پیش بینی گردد. Tsuchiya و Matsumoto (۱۹۸۸) سطح آستانه غلظت کلروفیل a و ظهور جلبک سیانوباکتريا را ۱۰ میکروگرم بر لیتر بیان نمودند (۱۹). آژانس حفاظت محیط-زیست آمریکا در راهنمای مواد غذایی دریاچه ها اشاره می کند که مشکلات پر غذایی، اثرات طعم و بو در آب زمانی ایجاد می شود که میزان کلروفیل a به ۷ میکروگرم بر لیتر برسد (۱۲). از آنجایی که میزان کلروفیل a در دریاچه های اولیگوטרروف کم تر از ۲/۵ میکروگرم بر لیتر بیان می شود (جدول ۳) و

برای مقایسه میانگین غلظت کلروفیل a در بین فصول مختلف از آزمون Tukey استفاده گردید (شکل ۶). نتایج این آزمون نشان داد که تفاوت معنی دار آماری از لحاظ میزان کلروفیل a بین فصول بهار و تابستان با فصول پاییز و زمستان وجود دارد. بیشترین میانگین غلظت کلروفیل a در فصول بهار و تابستان و کمترین مقادیر مربوط به فصول پاییز و زمستان بدست آمد ( $p < 0.05$ ). از عوامل محیطی مهم تغییر دهنده ساختار اجتماعات فیتوپلانکتونی و به دنبال آن میزان کلروفیل a می-توان به فاکتورهای فیزیکی (نور، شوری، اکسیژن، pH، دما) و جریانات شیمیایی و مواد غذایی ضروری و عوامل زیستی اشاره کرد (۱۶). از این رو تغییر غلظت کلروفیل a در فصول مختلف در بوم سازگان های آبی از جمله مخازن چاه نیمه را می توان به این عوامل نسبت داد. کاهش میزان کلروفیل a در فصل زمستان را می توان به دلیل تغذیه و مواد غذایی موجود در آب (۱۷)، مخلوط شدن بیش تر آب، کم شدن نور و طول روز و کاهش دما



در مطالعه ای که توسط مسعودی و همکاران (۱۳۸۳) بر روی مخازن سد بوکان برای تشخیص ترکیبات مولد طعم و بو انجام گردید، مقادیر کلروفیل a را بین ۲۷/۸-۳/۳ میکروگرم بر لیتر در ۵ ایستگاه برآورد نمودند و براساس مقایسه با استانداردها، دریاچه مخزن سد بوکان را جزو دریاچه های تغذیه گرا معرفی نمودند. آن ها علت شکوفایی جلبکی را در مخزن، ورود فسفر زیاد از رودخانه و مصرف آن توسط جلبک ها بیان نمودند (۲۲).

بیشترین میانگین کلروفیل a در مخازن چاه نیمه در طول ۴ فصل،  $۲/۳۶ \pm ۰/۱۵$  میکروگرم بر لیتر (میانگین بدست آمده از چاه نیمه شماره ۱ در فصل تابستان) می توان نتیجه گرفت که مخازن چاه نیمه در گروه دریاچه های اولیگوتروف قرار دارد. در برخی دیگر از منابع عدد ۳-۷۸ میکروگرم بر لیتر را برای دریاچه های تغذیه گرا بیان می کنند (۲۰) که بر طبق آن نیز مخازن چاه نیمه در گروه دریاچه های تغذیه گرا جای نمی گیرد. این مخازن دارای تولید اولیه کم جرم زنده، به دلیل غلظت پایین نیتروژن و فسفر و غلظت نزدیک به اشباع از اکسیژن محلول می باشند (۲۱).

### جدول ۳- تعیین شرایط دریاچه ها از نظر غذایی بر حسب میزان غلظت کلروفیل a در آب (۲۳)

Table 3. Determination of lake conditions according to the nutrient content in relation of the chlorophyll a concentration in the water

شرایط دریاچه	غلظت کلروفیل a در نمونه های آب
اولیگوتروف	کم تر از ۲/۵ میکروگرم بر لیتر
مزوتروف	۲/۸-۵ میکروگرم بر لیتر
یوتروف	۲۵-۸ میکروگرم بر لیتر
دیستروف	بیش از ۲۵ میکروگرم بر لیتر

تشدید رشد جلبک ها و گیاهان آبی و به دنبال آن کاهش کیفیت آب این روند را تشدید کند. هر چند وضعیت مخزن چاه نیمه اسیستان مطلوب می باشد، اما با توجه به کمبود منابع آب در این بخش از کشور و اهمیت فوق العاده آن باید جهت حفظ آن از طریق اعمال قوانین و دستور العمل های حفاظتی از خطر آلودگی کوشید تا سلامت مردم این منطقه از کشور تامین گردیده و منابع آب برای نسل های بعدی حفظ گردد.

غلظت کلروفیل a که به طور معمول در بررسی کیفیت آب مورد استفاده قرار می گیرد، در غلظت کم شرایط مطلوب را نشان می دهد. هر چند میزان زیاد آن همواره نامطلوب نمی باشد، بلکه در مدت زمان طولانی غلظت بالای آن مشکل ساز است. بنابراین میانگین غلظت سالیانه کلروفیل a به عنوان شاخص کیفی در گزارشات زیست محیطی مورد استفاده قرار می گیرد (۲).

### نتیجه گیری

با توجه به میزان بدست آمده از کلروفیل a می توان نتیجه گرفت که مخازن چاه نیمه در گروه دریاچه های تغذیه گرا قرار ندارد و جزو مخازن اولیگوتروف هستند. روند غنی شدن دریاچه یک فرآیند طبیعی است اما بایستی توجه داشت که فعالیت های انسانی مانند ورود روان آب های اراضی کشاورزی می تواند با

### Reference

1. Deputy Director General for Strategic Planning and Control, Office of the Technical Executive. 2010. Water quality monitoring repository for reservoirs behind dams, A number: 330. (In Persian)

9. ASTM. (1998). D 4132. Practice for Sampling Phytoplankton with Conical Tow Nets. Conshohocken USA.
10. American Public Health Association (APHA). (1989). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17th edn., American Public Health Association. Washington DC. 5-10.
11. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, (2010). Drinking Water Physical and Chemical Properties, Revision 5. (In Persian)
12. Environmental Protection Agency. (1996). EPA-670/4-73-001. p. 14 .
13. Esmaili Sari, A. (2003). Pollutants, Health and Environmental Standards. Tehran Mehr Publication. 769. (In Persian)
14. Iqbal, S.A., Haque, E., Iqbal, M.D. (2005). Water Quality Assessment of Surma River in Sylhet City .Journal of Chemical Engineering Vol.Ch E 23.
15. WHO (world health organization). (1998). Guide lines for drinking water quality. 2<sup>nd</sup> . ED. Vol 1.
16. King, L., Jones, R.I., and Barker, P. (2002). Seasonal variation in the epilithic algal communities from four lake of different trophic state. *Arc. Hydrobiol.* 154(2): 177- 198.
17. Rantajarvi, E., Gran, V., Hallfors, S., Olsonen, R. (1998). Effects of environmental factors on the phytoplankton community in the Gulf of Finland-unattended high frequency measurements and multivariate analysis. *Hydrobiology.* 363: 127-139.
18. Lewandowska, A.M. (2011). Effect of warming on the phytoplankton succession and trophic interactions. Dissertation in fulfillment of the requirements for the degree " Dr. rer.
2. Ward, T., Butler, E., and Hill, B. (1998). Environmental indicators for national state of the environment reporting – Estuaries and the sea. Australia: State of the Environment (Environmental Indicator Reports). 81 pp. Department of the Environment; Canberra. Website: <http://www.environment.gov.au/soe/publications/indicators/pubs/estuaries.pdf>
3. Steel, J.H. (1962). Environmental control of photosynthesis in the sea. *Limnology and Oceanography*, 7:137–150.
4. Cullen, J.J. (1982). The deep chlorophyll maximum Comparing vertical profiles of chlorophyll a. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*; 39: 791–803.
5. Vanselow, K.H. (1998). In Vivo - Algen als Biosensoren. In: *Biotechnologie - Verlagsbeilage zur Frankfurter Allgemeinen Zeitung vom 13.10. Nr. 237, S. B5.*
6. Shapoori, M., Javanshir, A. (2009). The study of Chlorophyll a ana biomass in mouth of Tajan River. *Journal of Marin Biology*, 1(3):78-88. (In Persian)
7. Al-Hashmi, K.A., Claereboudt, M.R., Al-Azri, A.R., Piontovki, S.A.(2010). Seasonal changes of chlorophyll a and environmental characteristics in the Sea of Oman. *Ihe open oceanography journal*, 4: 107-114.
8. Gharehmohammadloo, M., Tahmasbi, A., Mohammadi, M. (2008). Investigating of the chemical quality of water in the Chahnimeh in Zabol with emphasis on natural factors. Third Conference on Water Resources Management. (In Persian)

- composition in water reservoirs. First National Civil Engineering Congress, Sharif University of Technology. (In Persian)
23. OECD. (1982). Eutrophication of waters; monitoring, assessment and control. OECD Paris. Tech. Report F 52/11.50: 153.
19. Tsuchiya, Y., and Matsumoto, A. (1988). Identification of volatile metabolites produced by Blue-Green algae, *Journal of Water Science and Technology*, 20: 149-155.
20. Wetzel, G.R. (2001). *Limnology: Lake and river ecosystem*, third edition.
21. Erfanmanesh, M., Afyuni, M. (2003). Environmental pollution water, soil and air. Arkan publisher. 330. (In Persian)
22. Masoudi, s., Tajrishi, M., Mosavi, R., Abrishamchi, A. (2005). Detection and measurement of flavor and odor Net." Of the Faculty of Mathematics and Natural Science at Kiel University. p 19.