Archive of SID

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1383.13.1.13.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2004.113727]

بررسی میزان همبستگی تغییرات کلروفیل a و عامل شفافیت در حوضه جنوبی دریای خزر

حسن نصراله زاده ساروی [۱] و سید عباس حسینی [۲]

hnsaravi@yahoo.com

۱ - بخش اکولوژی، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری صندوق پستی: ۹۶۱

۲ - اداره کل شیلات استان گلستان، گرگان صندوق پستی: ۸۷۱۶۵-۴۹۱۶۶

تاریخ ورود: آبان ۱۳۸۱ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۸۲

چکیده

کلروفیل a که رنگدانه اصلی فرآیند فتوسنتزی در فیتوپلانکتونهای دریایی است که با اندازه‌گیری آن نه تنها می‌توان بیوماس آنها را تخمین زد بلکه یک شاخص واقعی قابل روئیت برای حالتهای تروفیک یک اکوسیستم آبی بشمار می‌رود. تعداد کل نمونه‌های اندازه‌گیری شده برای عمق شفافیت و کلروفیل a طی چهار فصل در سال ۱۳۷۵، در ۸۱ ایستگاه مطالعاتی بترتیب برابر با ۸۱ و ۱۶۰۱ بوده است. مطالعه یکساله حوضه جنوبی دریای خزر در ایستگاههای تحقیقاتی نشان داد که میانگین میزان کلروفیل a و درفصول بهار، تابستان ،پائیز و زمستان به ترتیب برابر با ۱/۰۷۲، ۰/۵۵۰، ۱/۸۴۸، ۰/۹۶۶ میلی‌گرم بر مترمکعب و عمق شفافیت برابر با ۶/۴۲، ۸/۸۶، ۵/۶۲، ۵/۲۲ متر متغیر بوده است. آنالیز آماری نشان داده است که رابطه این دو عامل ضریب همبستگی معنی‌داری ($P<0/01$، $r=0/65$) را برای حوضه جنوبی دریای خزر پیش‌بینی می‌کند. با توجه به ضریب همبستگی بدست آمده در مقایسه با دیگر دریاچه‌ها (دریاچه فلوریدا و واشینگتن)، همبستگی کمتری را بین این دو عامل نشان داده است و ضروری بنظر می‌رسد که با مطالعات مستمر در این حوضه بتوان ضریب همبستگی بالاتر و معادله کاربردی بهتری بدست آورده تا با اندازه‌گیری ساده عامل عمق شفافیت، تخمین دقیقتری از میزان کلروفیل a و بطور غیرمستقیم وضعیت تروفیک و بیوماس جلبک‌ها محاسبه گردد.

لغات کلیدی: کلروفیل a، عمق شفافیت، دریای خزر، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1383.13.1.13.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2004.113727]

مقدمه

رنگدانه اصلی برای فرآیند فتوسنتز در فیتوپلانکتونها، کلروفیل a (Chl-a) می‌باشد. در تحقیقات کاربردی آب، چندین روش جهت تخمین مقدار زیتوده جلبک وجود دارد که یکی از آنها اندازه‌گیری مقدار کلروفیل a است، که از طریق اسپکتروسکوپی اندازه‌گیری می‌شود (Falkowesky & Kiefer, 1985 ; Heaney, 1978). همچنین بوسیله کلروفیل a می‌توان حالتهای تروفیک یک اکوسیستم آبی را تخمین زد (Vollenweider, 1969 ; Dillon, 1975).

از عوامل موثر بر کلروفیل a می‌توان فسفر کل (TP) و عمق شفافیت (S.D) را نام برد. شفافیت آب یک راه سریع و آسان برای بدست آوردن اطلاعات پر معنی در مسایل لیمنولوژیک و اقیانوس‌شناسی است (Edmondson, 1980).

از آنجائیکه کدورت عامل مؤثر بر شفافیت می‌باشد و اینکه در شرایطی که علت اصلی کدورت، موجودات پلانکتونی باشند، افزایش یا کاهش میزان شفافیت، تغییر در فراوانی پلانکتونی را به همراه دارد، لذا در چنین شرایطی شفافیت دریاچه‌ها شاخص خوبی برای جمعیت پلانکتونی محسوب می‌گردد (Chasan, 1971). مطالعه دریاچه‌های مختلف نشان داد که یک رابطه هیپربولیک معنی‌دار بین عمق شفافیت دریاچه با زیتوده جلبک از طریق اندازه‌گیری غلظت کلروفیل a وجود دارد (Canfield & Hodgson, 1983 ; Hosseini & Ordog, 1995) با توجه به این نظریه (وجود رابطه هیپربولیکی) دانشمندان متعدد با اطلاعات جمع‌آوری شده از دریاچه‌های مختلف و تبدیل این داده‌ها به حالات لگاریتمی (طبیعی ومبنای ده) سعی بر بدست آوردن رابطه خطی معکوس نموده‌اند (Brezonik, Dillon & Rigler, 1975 ; 1978).

استفاده از داده‌های تبدیل شده [Ln(S.D), Log(S.D), Ln (Chl-a), Log(Chl-a)] و عکس شفافیت (1/S.D) بجای داده‌های اصلی (S.D, Chl-a) ضریب همبستگی بهینه‌تری را نشان داده است. بطور مثال می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

Ln (S.D) = ۱/۲۵ -۰/۴۸۹ Ln (Chl-a) r= ۰/۷۹ Canfield & Hodgson (1983)

Ln (S.D) = ۲/۰۴ - ۰/۶۸ Ln (Chl-a) r= -۰/۸۲ Canfield & Bachmann (1981)

Log (S.D) = ۰/۶۳ - ۰/۵۵ Log (Chl-a) r= -۰/۸۲ Brezonik (1978)

www.SID.ir

Archive of SID

Ln (S.D) = ۱۰/۰۶ - ۰/۲۹ Ln (Chl-a) n=۱۸۷, r= -۰/۴۱ Randolph & Wilhelm (2000)

با توجه به اینکه برای دریاچه‌های مختلف (از قبیل دریاچه‌های طبیعی و مصنوعی فلوریدا، واشنگتن و کارل بلکویل و غیره) مدلی از همبستگی‌وجودداشته‌واینکه‌تاکنون همبستگی‌بین S.D و Chl-a حوضه جنوبی دریای خزر تهیه نشده است، لذا می‌توان با بهره‌گیری از اطلاعات چهار گشت در طی یک سال، رابطه بین S.D و Chl-a این حوضه را بدست آورد.

مواد و روش کار

داده‌های عمق شفافیت و غلظت کلروفیل a برای ۸۱ ایستگاه تحقیقاتی از لایه‌های مختلف آبی (سطحی ، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ متر) شامل ۱۸ لاین عمود بر ساحل و اعماق بالای حوضه جنوبی دریای خزر بدست آمده است (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت ایستگاههای نمونه‌برداری

www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1383.13.1.13.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2004.113727]

Archive of SID

تعداد کل نمونه‌های عمق شفافیت و کلرو فیل a طی چهار فصل سال ۱۳۷۵به ترتیب ۸۱ و۱۶۰۱ نمونه بوده است. عمق شفافیت بوسیله صفحهٔ دایره‌ای شکل به قطر ۳۰ سانتی‌متر شامل چهار قسمت سیاه و سفید بصورت یک در میان تعیین گردید.

نمونه‌های آب بوسیله دستگاه نمونه بردار روتنر (یک لیتری) برداشته شده و بوسیله دستگاه میلی‌پور با فیلتر GFC (برای جمع آوری آبزیان)صاف گردیده است. نمونه‌های کلروفیل a در حالت فریز شده جهت آزمایشات نهایی به آزمایشگاه منتقل گردیدند. عصاره کلروفیل a بوسیله استون ۹۰ درصد استخراج و بوسیله دستگاه اسپکتروسکوپی و با استفاده از فرمول زیر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (Wetzel, 1983).

$$\text{Chl-a} = 11.85A666 - 1.54A617 - 0.08A630$$

نتایج

نتایج یکساله بررسی این دریاچه نشان می‌دهد که حداقل و حداکثر مقدار کلروفیل a به ترتیب مربوط به فصل تابستان وپائیز بوده و همچنین بالاترین مقدار متوسط کلروفیل a در فصل پائیز محاسبه گردید (جدول ۱).

دامنه تغییرات عمق شفافیت تقریباً یک روند مشابه با عکس غلظت کلروفیل a دارد. بطوریکه حداکثر مقدار (۱۴/۵ متر) مربوط به تابستان بوده است (جدول ۲).

جدول ۳ ماتریس همبستگی عمق شفافیت و کلروفیل a بصورت داده‌های بدست آمده و تبدیل شده را نشان می‌دهد. در ضمن نمودارهای ۱ و ۲ منحنی همبستگی کلروفیل a و عمق شفافیت را با ضریب همبستگی $r = -0/65$, $r = -0/56$ مربوط به داده‌های بدست آمده و تبدیل شده نشان می‌دهد.

www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1383.13.1.13.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2004.113727]

Archive of SID

جدول ۱: مقادیر حداکثر، حداقل و متوسط به همراه انحراف معیار کلروفیل a در حوضه جنوبی دریای خزر (سال ۱۳۷۵)

فصل	حداکثر میلی‌گرم‌درمترمکعب	حداقل میلی‌گرم‌درمترمکعب	میانگین میلی‌گرم‌درمترمکعب	انحراف معیار
بهار	۲/۴۶۲	۰/۰۳۶	۰/۸۳۸	۰/۴۸۴
تابستان	۱/۳۹۲	۰/۰۱۱	۰/۵۵۰	۰/۲۷۹
پاییز	۴/۱۴۷	۰/۸۲۴	۱/۸۴۸	۰/۷۱۱
زمستان	۲/۳۰۴	۰/۳۱۰	۰/۹۹۶	۰/۴۵۶
سالانه	۴/۱۴۷	۰/۰۱۱	۱/۰۷۲	۰/۷۰۴

جدول ۲: مقادیر حداکثر، حداقل و متوسط عمق شفافیت به همراه انحراف معیار آن در حوضه جنوبی دریای خزر (سال ۱۳۷۵)

فصل	حداکثر متر	حداقل متر	میانگین متر	انحراف معیار
بهار	۱۲/۳۰	۰/۷۰	۶/۴۲	۲/۹۸
تابستان	۱۴/۵۰	۰/۵۰	۸/۸۶	۳/۷۰
پاییز	۱۲/۰۰	۰/۷۰	۵/۶۲	۳/۰۴
زمستان	۱۲/۰۰	۰/۵۰	۵/۲۲	۳/۲۳
سالانه	۱۴/۵۰	۰/۵۰	۶/۵۰	۳/۵۱

www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1383.13.1.13.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2004.113727]

Archive of SID

جدول ۳: همبستگی‌های (r) بین متغیرهای بکار رفته در مدل پیشنهادی در فصول و کل سال: a. (فصل بهار)، b (فصل تابستان) c (فصل پاییز)، d (فصل زمستان)، e (سال ۱۳۷۵).

a

	Chl-a	S.D	Ln(Chl-a)	Ln(S.D)	1/S.D
Chl-a	۱/۰۰				
S.D	-۰/۷۴	۱/۰۰			
Ln(Chl-a)	۰/۹۵	-۰/۷۹	۱/۰۰		
Ln(S.D)	-۰/۷۹	۰/۹۶	-۰/۷۸	۱/۰۰	
1/S.D	۰/۷۰	-۰/۸۰	۰/۶۷	-۰/۹۲	۱/۰۰

b

	Chl-a	S.D	Ln(Chl-a)	Ln(S.D)	1/S.D
Chl-a	۱/۰۰				
S.D	-۰/۶۰	۱/۰۰			
Ln(Chl-a)	۰/۹۷	-۰/۵۳	۱/۰۰		
Ln(S.D)	-۰/۶۷	۰/۹۷	-۰/۶۰	۱/۰۰	
1/S.D	۰/۴۸	-۰/۶۲	۰/۶۲	-۰/۹۷	۱/۰۰

c

	Chl-a	S.D	Ln(Chl-a)	Ln(S.D)	1/S.D
Chl-a	۱/۰۰				
S.D	-۰/۵۸	۱/۰۰			
Ln(Chl-a)	۰/۹۷	-۰/۶۸	۱/۰۰		
Ln(S.D)	-۰/۷۴	۰/۹۵	-۰/۷۲	۱/۰۰	
1/S.D	۰/۶۷	-۰/۷۹	۰/۶۹	-۰/۹۳	۱/۰۰

d

	Chl-a	S.D	Ln(Chl-a)	Ln(S.D)	1/S.D
Chl-a	۱/۰۰				
S.D	-۰/۵۶	۱/۰۰			
Ln(Chl-a)	۰/۹۷	-۰/۵۸	۱/۰۰		
Ln(S.D)	-۰/۷۶	۰/۹۴	-۰/۷۰	۱/۰۰	
1/S.D	۰/۷۴	-۰/۷۶	۰/۷۲	-۰/۹۲	۱/۰۰

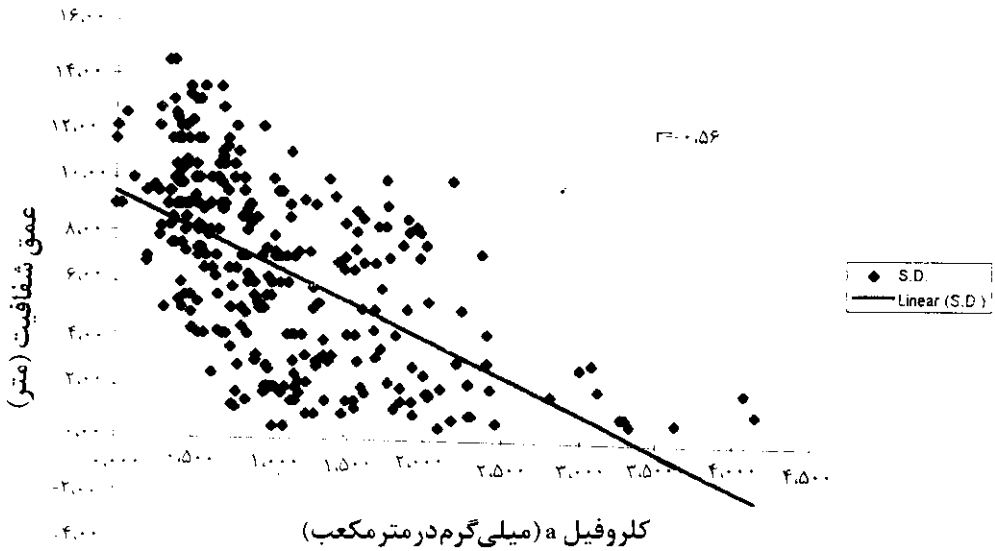
c

	Chl-a	S.D	Ln(Chl-a)	Ln(S.D)	1/S.D
Chl-a	۱/۰۰				
S.D	-۰/۵۶	۱/۰۰			
Ln(Chl-a)	۰/۹۴	-۰/۶۵	۱/۰۰		
Ln(S.D)	-۰/۶۶	۰/۹۴	-۰/۶۵	۱/۰۰	
1/S.D	۰/۵۰	-۰/۷۲	۰/۵۷	-۰/۹۱	۱/۰۰

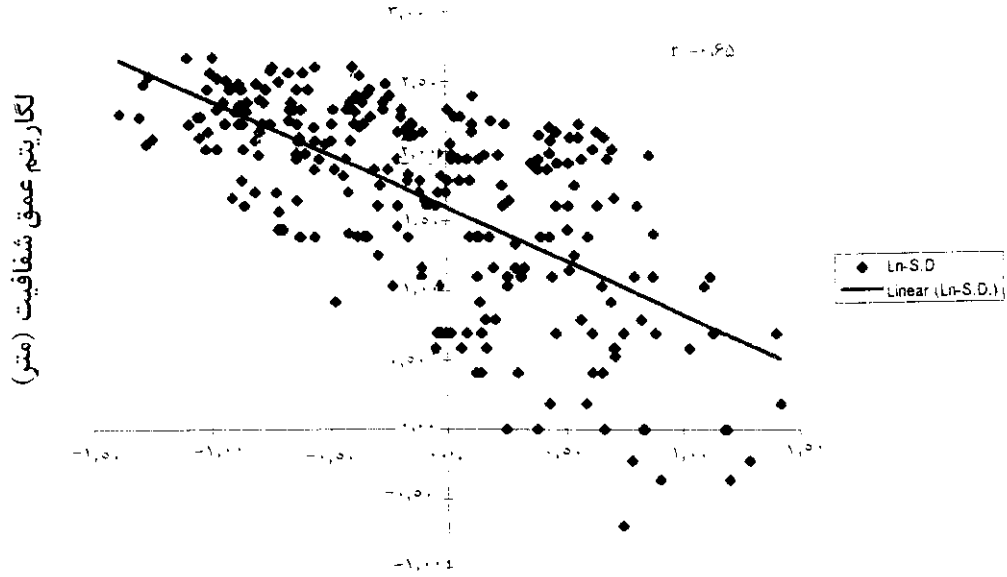
www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1383.13.1.13.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2004.113727]

Archive of SID



نمودار ۱: همبستگی بین عمق شفافیت و کلروفیل a در حوضه جنوبی دریای خزر (سال ۱۳۷۵)



نمودار ۲: همبستگی بین لگاریتم عمق شفافیت و لگاریتم کلروفیل a در حوضه جنوبی دریای خزر (سال ۱۳۷۵)

www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1383.13.1.13.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2004.113727]

Archive of SID

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1383.13.1.13.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2004.113727]

بحث

طبق نتایج بدست آمده در فصول مختلف و بررسی سالانه، ضریب همبستگی کلروفیل a و عمق شفافیت داده‌های تبدیل شده (transformed data)بیشتر از داده‌های تبدیل نشده (untransformed data) بوده است که این موضوع منطبق بر بررسی‌های Brezonik, 1978 و Dillon, 1975 می‌باشد.

همچنین همبستگی معنی‌داری (r = -۰/۶۳, -۰/۷۸) بین کلروفیل a و عمق شفافیت در حوضه جنوبی دریای خزر بدست آمده است.

جهت مقایسه با دریاچه‌های دیگر، ضریب همبستگی سری داده‌های این حوضه از مقادیر بدست آمده توسط Confield & Hodgson, 1983 ; Canfield & Bachmann, 1981 ; Brezonik, 1978 برای دریاچه‌های فلوریدا و واشینگتن بوده است ولی از دریاچه Carl Blackwell (Randolph & Wilhelm, 2000) ضریب همبستگی آن بیشتر برآورد شده است. در این حوضه با توجه به وجود رودخانه‌های متعدد و پر آب که سالانه ذرات معلق فراوانی را به دریا می‌ریزند، می‌توان اظهار نمود که پایین بودن ضریب همبستگی این حوضه (r=-0.65) مرتبط با وجود این ذرات است. Randolph & Wilhelm, 2000 نیز بیان نمودند که علت اصلی پایین بودن ضریب همبستگی کلروفیل a و عمق شفافیت در دریاچه Carl Blackwell، وجود ذرات معلق (Clay particles) بوده است. شایان ذکر است که معادله تجربی بدست آمده برای حوضه دریای خزر به شرح ذیل می‌باشد:

(Ln(S.D)=۱/۶۰۱-۰/۷۶۶ Ln (Chl-a)(n=۱۶۰۱, r=۰/۶۵)

برای بدست آوردن مدلهای کاربردی با همبستگی بالاتر نیاز به مطالعه مستمر و جمع آوری عوامل تاثیرگذار از قبیل میزان نفوذ نور، مقدار مواد معلق ورودی به دریای خزر و همچنین چرخش آب دریا می‌باشد و امید است که در سالهای آینده نسبت به تایید و تقویت معادله کاربردی پیشنهادی اهتمام گردد تا بتوان با اندازه‌گیری فاکتور ساده شفافیت، میزان کلروفیل a و بیوماس جلبک را در این حوضه تخمین زد.

www.SID.ir

Archive of SID

تشکر و قدردانی

از توجهات ریاست محترم پژوهشکده اکولوژی دریای خزر برای همراهی در تهیه این مقاله تشکر و قدردانی میشود. همچنین از پرسنل تحقیقاتی کشتی گیلان، پرسنل بخش آبشناسی و بیولوژی در جمع آوری نمونه و آنالیز آن سپاسگزاری میگردد و از خانم علوی که در امر تایپ این مقاله همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

Brezonik, P.L ., 1978. Effect of organic color and turbidity on secchi disc transparency. J. Fish. Res. Bd. can. 35 pp.1410-1416.

Canfield, D.E. and Bachmann, R.W. , 1981. Prediction of total phosphorus concentrations, chlorophyll-a, and secchi depths in natural and artificial lakes. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 38, pp.414-423.

Canfield, D.E. and Hodgson, L.M. , 1983. Prediction of secchi disk depths in Florida lakes: Impact of algal biomass and organic color Hydrobiologia. Vol. 99, pp.51-60.

Chasan, D.J. , 1971. Seattle area would not allow death of its lake, Smithsonian. Vol. 2, No. 4, pp.6-13.

Dillon, P.J. , 1975. The phosphorus budget of Cameron lake. Ontario:The imprtance of flushing rate to the degree of eutrophy of lake; Limnol. Oceanogr. Vol. 20, pp.28-29.

Dillon, P.J. and Rigler, F.H. , 1975. A simple method for predicting the capacity of a lake for development based on lake trophic status. J. Fish. Res. Board. Can. Vol. 32, pp.1519-1531.

Edmondson, T.W. , 1980. Secchi disk and chlorophyll. Limnol oceanogr, Vol. 25, No.

www.SID.ir

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1383.13.1.13.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2004.113727]

Archive of SID

2, pp.378 - 379.

Falkowesky, P. and Kiefer, D.A. , 1985. Chlorophyll-a fluorescence in phytoplankton: relationship to photosynthesis and biomass, J. plankton Res. Vol. 7, pp.715-731.

Heaney, S.I. , 1978. Some observation on the use of in vivo fluorescenc. Technique to determine chlorophyll-a in natural population of fresh water phytoplankton. Fresh water Biol. Vol. 8, pp.115-126.

Hossini, S.A. and Ordog, V. , 1995. Relationships of chlorophyll-a with some physical and chemical parameters in fish ponds. Aquacultura Hungarica Vol. VIII. pp.64-66.

Randolph, J.C. and **Wilhelm , 2000.** Seasonal variation in the phytoplankton and the trophic state of a southern great plains reservior, USA. Oklahoma State University, pp.57-62.

Vollenweider, R.A., 1969. A manual on methods for measuring primary production in aquatic enviroments IBP Handb. No. 12. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 213 P.

Wetzel, L. , 1983. Limnology. Saunders college, INC. London, Vol. 1,2, pp.28-30.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1383.13.1.13.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2004.113727]

www.SID.ir