تعیین کیفیت سلامت زیستی رودخانه بهمن شیر با استفاده از شاخص های نایگارد–پالمر و ساپروبیک

نسرین سخایی[1*]، بابک دوست‌شناس[1]، پریوش موبد[2]

* nsakhaee@yahoo.com

۱- گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران
۲- واحد تحقیقات سازمان آب و برق خوزستان، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۶

چکیده

این تحقیق به منظور ارزیابی سلامت زیستی رودخانه بهمن شیر با استفاده از شاخص نایگارد-پالمر انجام گرفت. نمونه برداری از فیتوپلانکتون ها بوسیله تور پلانکتون گیری ۳۰ میکرون و از ۶ ایستگاه در نقاط مختلف رودخانه طی یک سال به صورت ماهانه (شهریور ۱۳۹۲ تا مرداد ۱۳۹۳) انجام شد. در این بررسی از ۱۰۹ گونه ریز جلبکی، ۸۷ گونه شناسایی شده متعلق به شاخه باسیلاریوفیتا بود. دیاتومه ها، بیش از ۹۰٪ نمونه ها را در کل سال به استثنا تیر و مرداد به خود اختصاص دادند. شاخه سیانوفیتا در تیر ماه ۱۹٪ و در مرداد ماه ۳۷٪ کل نمونه ها را به خود اختصاص داد. در میان گونه های باسیلاریوفیتا، *Coscinodiscus* sp. و سپس *Coscinodiscus oculus* در تمامی ماه ها و عمدتاً در ایستگاه های دریایی مصب بهمن شیر (ایستگاه ۵ و ۶) غالب بودند. از شاخه سیانوفیت ها، *Oscillatoria* sp. در ایستگاه های ۱ و ۲ (ایستگاه های آب شیرین) در تیر و مرداد ۱۳۹۳ دارای فراوانی نسبتاً زیادی بودند. حضور جنس های جلبکی مقاوم به آلودگی همانند *Oscillatoria*، *Navicula*، *Scenedesmus*، *Nitzschia*، *Fragilaria*، *Pediastrum*، *Cymbella*، *Synedra*، *Gomphonema*، *Cyclotella*، *Pinnularia* و *Spirogyra* در ایستگاه های مختلف رودخانه بهمن شیر نشان دهنده آلودگی آب رودخانه به مقادیر بسیار زیاد مواد آلی است. ارزیابی شاخص ساپروبیک نیز مشخص نمود که تمامی ایستگاهها به استثناء ایستگاه ۶ (ایستگاه مصبی دریایی) دارای وضعیت آلفا مزو ساپروبیک بودند که نتایج مشابهی نیز توسط شاخص جلبک نایگارد-پالمر حاصل گردید. در نتیجه، وجود فیتوپلانکتون های مقاوم به آلودگی های آلی در رودخانه می تواند علامت خطری برای کاهش کیفیت آب رودخانه باشد.

کلمات کلیدی: جلبک، شاخص نایگارد–پالمر، شاخص ساپروبیک، نشانگر زیستی

* نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.5.3.8]

مقدمه

ارزیابی بیولوژیکی، یک جایگزین مناسب برای ارزیابی کیفیت زیست محیطی اکوسیستم های آبی است زیرا جوامع بیولوژیک تحت تاثیر همزمان عوامل زیست محیطی و مواد شیمیایی آب هستند. فیتوپلانکتون ها به عنوان نخستین منبع غذایی برای انواع زئوپلانکتون ها، بی مهرگان آبزی و لارو ماهیان جایگاه خاصی را در اکولوژی آبزیان به خود اختصاص داده اند و به همین علت اساس زنجیره غذایی آبها را تشکیل می دهند (Volkman *et al*., 1989). نشانگر زیستی گونه-های گیاهی یا جانوری هستند که در برابر آلودگی‌ها حساس یا بردبار شناخته می شوند. تنوع و فراوانی جمعیت فیتوپلانکتون ها می تواند نشان دهنده نوع آلودگی باشد (Connel, 1978). پس به عنوان نشانگر زیستی مطرح هستند. در واقع نشانگر زیستی، پاسخ موجود به استرس‌های محیطی را در مقیاس بزرگ فرد و جمعیت نشان می دهند (Adam, 2001). عوامل بسیار زیاد محیطی می تواند باعث تغییرات در سطوح جمعیتی فیتوپلانکتونی در اکوسیستم ها شده و اکوسیستم ها در مقابل این مشکلات علائم خاصی را نشان می دهند که بوسیله اکولوژیست ها قابل تشخیص هستند. این علائم در جهت ارزیابی سلامت اکوسیستم ها استفاده می شوند (Jørgensen *et al*., 2010). مطالعه بر روی اجتماعات فیتوپلانکتونی و استفاده از شاخص هایی نظیر ساپروبی و تروفیکی باعث می شود که مفهومی کاربردی تر و قابل درک تر از کیفیت آب را ارائه نماید (Padisak *et al*., 2006). تعداد زیادی از جلبکها می توانند عمل زیست پالایی را انجام دهند و جنس هایی همانند *Chlamydomonas*, *Sendesmus*, *Chlorella* توانایی بالایی در حذف پلی آروماتیکها دارند (Chan *et al*., 2006). پایش کیفیت آب با استفاده از فیتوپلانکتون ها هر منظوری مفید و ضروری می باشد(Pongswat, 2002). یکی از راه های پایش کیفیت آب استفاده از فیتوپلانکتون ها و ماکرو جلبک ها بعنوان نشانگر زیستی می باشد(Wu, 1984). ریز جلبک ها دارای چرخه زندگی بسیار کوتاه بوده که به شدت تحت تأثیر مستقیم فاکتورهای محیطی و مواد مغذی قرار می گیرند. همچنین، نمونه برداری و نگهداری آنها بسیار ساده و ارزان می باشد. هر چند که یکی از معایب این روش، نیازمند بودن به کارشناس و تاکسونومیک خوب برای شناسایی آنها می باشد (Bellinger & Sigee, 2010). در کشور ایران نیز تحقیقات بسیاری بر روی فیتوپلانکتون ها خصوصا در آبهای خلیج فارس انجام شده است. محسنی زاده و همکاران (۱۳۹۴) عوامل موثر برپراکنش فیتوپلانکتون ها را در خلیج فارس بررسی نمودند. سواری (۱۳۶۱) ۸۴ گونه فیتوپلانکتون در آبهای سطحی خلیج فارس شناسایی و دیاتومه ها را با حضور ۶۰ گونه، به عنوان راسته غالب اعلام نمودند. سخایی و دوست شناس (۱۳۹۰) در بررسی خود با استفاده از ۱۴ پارامتر محیطی وضعیت آب رودخانه و تالاب حله تعیین نمودند. نیل ساز (۱۳۸۸) فراوانی و ترکیب پلانکتونی تالاب شادگان را مشخص نموده و ۴۲ جنس را با غالبیت دیاتومه ها معرفی کردند. در تحقیقات دیگر نیز از سیانوباکتریها به عنوان بیواندیکاتور در تعیین سلامت رودخانه استفاده نمودند(Lee & Lee, 2009; Douterelo *et al*., 2004). همچنین Yenwaree و Ongmali (۲۰۰۹) از فیتوپلانکتون ها بعنوان نشانگر زیستی در کانال چادباکا استفاده نمودند. هدف این تحقیق بررسی تغییرات تنوع زیستی و ترکیب گونه ای فیتوپلانکتونی در رودخانه بهمن شیر و معرفی گونه های فیتوپلانکتونی به عنوان نشانگر آلودگی آب رودخانه بهمن شیر با استفاده از شاخص جلبکی نایگارد–پالمر می باشد. همچنین از شاخص ساپروبیک جهت تعیین کیفیت رودخانه استفاده گردید.

مواد و روش کار

رودخانه بهمن شیر به طول ۸۰ کیلومتر در منتهی الیه جنوب غربی ایران و در استان خوزستان قرار گرفته شده است (موسوی و همکاران، ۱۳۸۵). نمونه برداری با استفاده از تور پلانکتون به صورت ماهانه و به مدت یکسال از شهریور ۱۳۹۲ لغایت مرداد ۱۳۹۳ و در ۶ ایستگاه انجام گردید که مختصات جغرافیایی ایستگاه‌ها در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. نمونه های فیتوپلانکتون از هر ایستگاه با ۳ تکرار توسط تور پلانکتون گیری ۳۰ میکرومتر و با استفاده از جریان سنج جمع آوری گردیدند. تثبیت فیتوپلانکتون ها در محل توسط فرمالین بافری ۴٪ انجام گرفت(Hotzel & Croome, 1999). عملیات شناسایی و شمارش توسط میکروسکپ اینورت انجام شد. در نهایت گونه های فیتوپلانکتونی با استفاده از کلیدهای شناسایی Barber & Haworth, 1981; Bellinger & Sigee, 2010; Biggs, 2000;

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.5.3.8]

McCormick & Cairns, 1994; Buf & Bayer, 2002; ; Graham & Wilox, Cox, 1996; Edmondson, 1989 2000; Mizuno, 1964; Jahan & Kusber, 2004. مورد شمارش و شناسایی قرار گرفتند. فاکتورهای مورد سنجش محیطی همانند دما، شوری، هدایت الکتریکی، اسیدیته و اکسیژن محلول با ۳ تکرار در محل اندازه گیری شدند.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه های نمونه برداری

Table 1: Geographical location of sampling stations

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱	ابتدای بهمن شیر	۳۰° ۲۵ ' ۸۶" N	۴۸° ۱۴ '۳۸" E
۲	پل کریمی	۳۰° ۲۱ ' ۳۱" N	۴۸ ° ۱۸ ' ۳۶" E
۳	مجاور روستای خزر نبی	۳۰° ۱۴ ' ۳۱" N	۴۸ ° ۲۸ ' ۳۶" E
۴	تنگ یک	۳۰ ° ۰ ' ۷۸" N	۴۸° ۳۵ '۵۱" E
۵	بندر چوئبده	۳۰ ° ۰۱ ' ۱۲" N	۴۸° ۲۰' ۴۰" E
۶	مصب رودخانه بهمن شیر	۳۰ ° ۰۵' ۲۲" N	۴۸° ۳۷' ۴۵"E

از شاخص نایگارد-پالمر(Nygaard's-Palmer index) که بر اساس جنس ها و گونه های جلبکی مقاوم به انواع آلودگی مواد آلی و همچنین فاکتورهای زیست محیطی تعیین می شوند، استفاده گردید. در این شاخص و هر جنس بر اساس میزان مقاومت به آلودگی امتیاز ویژه‌ای را می‌گیرد (Kshirsagar, 2013). پالمر (۱۳۶۹) امتیازدهی جنس های فیتوپلانکتونی بر اساس میزان مقاومت به آلودگی مواد آلی را تعیین نمود(جدول ۲).

جدول ۲: امتیاز هر جنس بر مبنای حضور در آب های آلوده به مواد آلی (Palmer, 1969)

Table 2: Algae genera scores based on prescence in water contaminated with organic matter (Palmer, 1969)

شماره	نام جنس	امتیاز شاخص	شماره	نام جنس	امتیاز شاخص
۱	*Anacystis*	(۲)	۱۴	*Micractinium*	(۱)
۲	*Ankistrodesmus*	(۴)	۱۵	*Navicula*	(۳)
۳	*Chlamydomonas*	(۳)	۱۶	*Nitzschia*	(۳)
۴	*Chlorella*	(۱)	۱۷	*Oscillatoria*	(۵)
۵	*Closterium*	(۱)	۱۸	*Pandorina*	(۱)
۶	*Cyclotella*	(۵)	۱۹	*Phacus*	(۲)
۷	*Euglena*	(۱)	۲۰	*Phormidium*	(۱)
۸	*Gomphonema*	(۱)	۲۱	*Scenedesmus*	(۴)
۹	*Lepocinclis*	(۱)	۲۲	*Stigeoclonium*	(۲)
۱۰	*Melosira*	(۱)	۲۳	*Syndra*	(۲)
۱۱	*Fragilaria*	(۱)	۲۴	*Pediastrum*	(۱)
۱۲	*Cymbella*	(۱)	۲۵	*Lyngbya*	(۲)
۱۳	*Pinnularia*	(۱)	۲۶	*Spirogyra*	(۱)

بر اساس جدول ۲، اگر نمره شاخص آلودگی ۲۰ و یا بیشتر باشد، نشان دهنده آلودگی محیط های آب به مقادیر بسیار زیاد مواد آلی است. اگر این امتیاز بین ۱۵ تا ۱۹ باشد، نشان دهنده احتمال آلودگی زیاد به مواد آلی است و اگر امتیاز

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.5.3.8]

پایین تر باشد یعنی بین ۲ تا ۱۴ با شد، نشان دهنده آلودگی متوسط به مواد آلی است. امتیاز بین ۰ تا ۱ نشان دهنده عدم آلودگی به مواد آلی است. همچنین از شاخص ساپروبیک ایندکس (Saprobic index) براساس معادله ۱ برای تعیین کیفیت آب استفاده گردید (Junshum *et al.*, 2008).

معادله ۱: $S = \Sigma(rh)/\Sigma(h)$، رتبه ساپروبیک هر جلبک=r، رتبه حضور هر جلبک بر اساس فراوانی=h

جهت تعیین وجود تفاوت بین فراوانی فیتوپلانکتون ها در بین ایستگاه ها و ماه های مختلف از آنالیز واریانس یکطرفه و برای داده های غیر نرمال از آزمون کروسکال واالیس در سطح اطمینان ۰/۹۵ استفاده گردید. نرم افزار آماری Sigma stat 3.5 برای آزمون‌های فوق بکار گرفته شد.

نتایج

در این پژوهش ۱۰۹ گونه فیتوپلانکتون، متعلق به ۳۱ خانواده از ۵ شاخه Bacillariophyta، Pyrrophyta، Chlorophyta، Charophyta و Cyanophyta شناسایی شد که از این تعداد، ۸۷ گونه متعلق به شاخه Bacillariophyta، ۸ گونه از شاخه Pyrrophyta، ۸ گونه از شاخه Chlorophyta و ۵ گونه متعلق به شاخه Cyanophyta و ۱ گونه از Charophyta بود(جدول ۳).

جدول ۳: فیتوپلانکتون های شناسایی شده در رودخانه بهمنشیر

Table 3: The identified Phytoplanktons in the Bahmanshir river

شماره	شاخه	خانواده	گونه
۱	Bacillariophyta	Bacillariaceae	*Bacillaria paxillifer*
۲		Catenulaceae	*Amphora libyca*
۳			*Amphora* sp.
۴		Cosmioneidaceae	*Paralia sulcata*
۵			*Cosmioneis pusilla*
۶		Pleurosigmataceae	*Gyrosigma attenuatum*
۷			*Gyrosigma diminutum*
۸			*Gyrosigma spencerii*
۹			*Gyrosigma* sp.
۱۰			*Gyrosigma acuminatum*
۱۱			*Pleurosigma cuspidatum*
۱۲			*Pleurosigma* cf. *elongatum*
۱۳			*Pleurosigma formosum*
۱۴			*Pleurosigma* cf. *strigosum*
۱۵			*Pleurosigma* sp.
۱۶		Naviculaceae	*Pinnularia major*
۱۷			*Pinnularia sudetica*
۱۸			*Pinnularia* sp.
۱۹			*Caloneis amphisbaena* var. *subsalina*
۲۰			*Navicula* sp1
۲۱			*Navicula* sp2
۲۲			*Navicula lanceolata*
۲۳		Plagiotropidaceae	*Plagiotropis lepidoptera*
۲۴		Bacillariaceae	*Bacillaria paxillifer*

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.5.3.8]

شماره	شاخه	خانواده	گونه
۲۶			*Nitzschia acula*
۲۷			*Nitzschia longissima*
۲۸			*Nitzschia lorenziana*
۲۹			*Nitzschia sigmoidae*
۳۰			*Nitzschia fibulafisa*
۳۱			*Nitzschia obtusa*
۳۲			*Nitzschia recta*
۳۳			*Nitzschia radicula*
۳۴			*Nitzschia sigmoidea*
۳۵		Bacillariaceae	*Nitzschia intermedia*
۳۶			*Stenopterobia sigmatella*
۳۷			*Nitzschia* sp1
۳۸			*Pseudo-nitzschia seriata*
۳۹		Entomoneidaceae	*Entomoneis sulcata*
۴۰			*Surirella fastuosa*
۴۱			*Surirella capronii*
۴۲		Surirellaceae	*Surirella robusta*
۴۳			*Surirella tenera*
۴۴			*Campylodiscus noricus*
۴۵		Cymbellaceae	*Cymbella affinis*
۴۶		Gomphonemataceae	*Gomphonema truncatum*
۴۷			*Bacteriastrum hyalinum*
۴۸			*Chaetoceros atlanticus*
۴۹			*Chaetoceros curvisetus*
۵۰		Chaetocerotaceae	*Chaetoceros decipiens*
۵۱			*Chaetoceros diversus*
۵۲			*Chaetoceros lorenzianus*
۵۳			*Chaetoceros peruvianus*
۵۴		Hemiaulaceae	*Eucampia zodiacus*
۵۵			*Hemiaulus sinensis*
۵۶		Streptothecaceae	*Helicotheca thamensis*
۵۷			*Lampriscus shabdoltianum*
۵۸		Triceratiaceae	*Odontella mobiliensis*
۵۹			*Odontella sinensis*
۶۰			*Coscinodiscus centralis*
۶۱		Coscinodiscaceae	*Coscinodiscus granii*
۶۲			*Coscinodiscus oculus*

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.5.3.8]

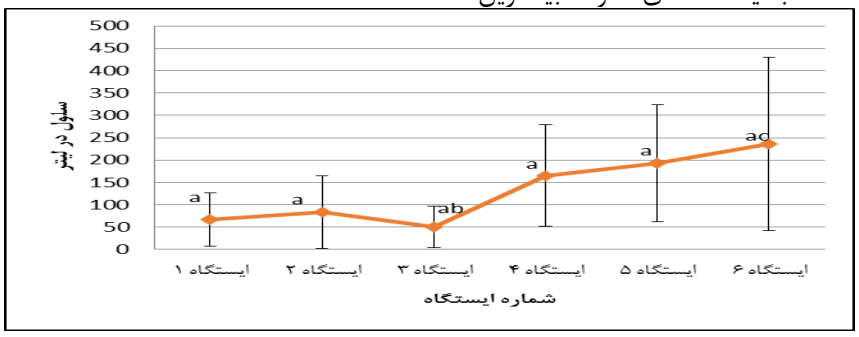
شماره	شاخه	خانواده	گونه
۶۳			*Coscinodiscus radiatus*
۶۴			*Coscinodiscus* sp.
۶۵		Stephanodiscaceae	*Cyclotella striata*
۶۶			*Cyclotella stylorum*
۶۷			*Guinardia flaccida*
۶۸			*Proboscia alata*
۶۹			*Rhizosolenia cochlea*
۷۰			*Rhizosolenia imbricata*
۷۱		Rhizosoleniaceae	*Rhizosolenia* cf. *pungens*
۷۲			*Rhizosolenia shrubsolei*
۷۳			*Rhizosolenia setigera*
۷۴			*Rhizosolenia* sp.
۷۵			*Rhizosolenia longiseta*
۷۶		Mastogloiaceae	*Mastogloia arabica*
۷۷			*Mastogloia decussata*
۷۸		Mastogloiaceae	*Mastogloia* sp1
۷۹			*Asterionellopsis glacialis*
۸۰			*Fragillaria crotonensis*
۸۱			*Fragillaria virescense*
۸۲		Fragilariaceae	*Synedra cyclopum*
۸۳			*Synedra acus*
۸۴			*Synedra ulna*
۸۵			*Synedra capitata*
۸۶		Thalassionematacea	*Thalassionema nitzschioides*
۸۷			*Thalassionema frauenfeldii*
۸۸		Goniodomataceae	*Alexandrium insuetum*
۸۹			*Ceratium furca*
۹۰		Ceratiaceae	*Ceratium fusus*
۹۱	Pyrrophyta (Dinophyta)		*Ceratium hirundinella*
۹۲		Dinophysiaceae	*Dinophysis caudata*
۹۳		Protoperidiniace	*Protoperidinium crassipes*
۹۴			*Protoperidinium spiniferum*
۹۵			*Protoperidinium reticulatum*
۹۶			*Pediastrum duplex*
۹۷			*Pediastrum boryanum*
۹۸	Chlorophyta (Green algae)	Hydrodictyaceae	*Pediastrum simplex*
۹۹			*Desmodesmus maximus*
۱۰۰			*Scenedesmus armatus*

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.5.3.8]

شماره	شاخه	خانواده	گونه
۱۰۱		Zygnemataceae	*Spirogyra weberi*
۱۰۲		Coelastraceae	*Coelastrum sphaericum*
۱۰۳		Chlorophyceae	*Volvox aureus*
۱۰۴	Cyanophyta (Blue-green algae)	Phormidiaceae	*Oscillatoria* sp.
۱۰۵			*Spirulina* sp.
۱۰۶			*Lyngbya* sp.
۱۰۷			*Trichodesmium erythraeum*
۱۰۸		Merismopediaceae	*Merismopedia tenuissima*
۱۰۹	Charophyta	Mesotaeniaceae	*Netrium digitus*

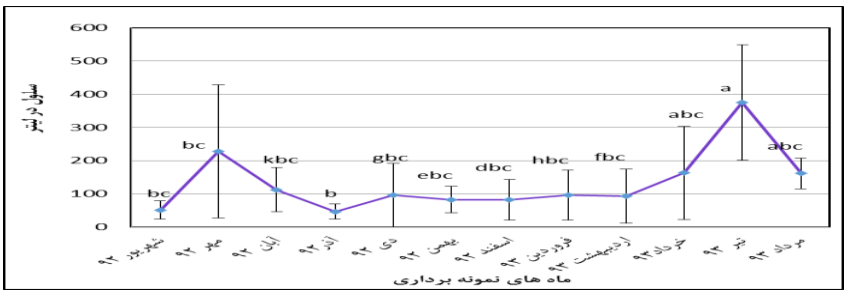
نتایج نشان داد که بیشترین فراوانی کلی فیتوپلانکتون در ایستگاه ۶ با میانگین ۰/۰۱۲±۲۳۵ سلول در لیتر و کمترین فراوانی در ایستگاه ۱ با میانگین ۰/۰۱۳±۶۷ سلول در لیتر وجود داشت (شکل ۱). نتایج حاصل از آنالیز واریانس یکطرفه نشان داد که در ماه های نمونه برداری بین ایستگاه ها تفاوت معنی داری وجود دارد ($p<0/05$). نتایج آزمون توکی نیز نشان داد که بین ایستگاه ۶ با ایستگاه های ۱ و ۳ بیشترین اختلاف معنی دار وجود دارد. نتایج حاصل از آنالیز واریانس یکطرفه فراوانی کل فیتوپلانکتون ها در کل ماههای نمونه برداری نشان داد که بین ماههای نمونه برداری نیز اختلاف معنی دار وجود دارد ($p<0/05$). ماه تیر از لحاظ فراوانی با ماه های فروردین، اردیبهشت، شهریور، آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند تفاوت معنی دار دارد. اما مابین سایر ماه ها اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ۲).



شکل ۱: میانگین فراوانی کل فیتوپلانکتونها در ایستگاه های مختلف رودخانه بهمن شیر،تعداد در لیتر

(حروف غیرهمسان بیانگر اختلاف معنی‌دار بین ایستگاه‌ها است)

Figure 1:Mean total abundance of phytoplanktons in different staions of Bahmanshir river, no/l



شکل ۲: میانگین تراکم کل فیتوپلانکتون ها در ماه های مختلف(تعداد در لیتر)

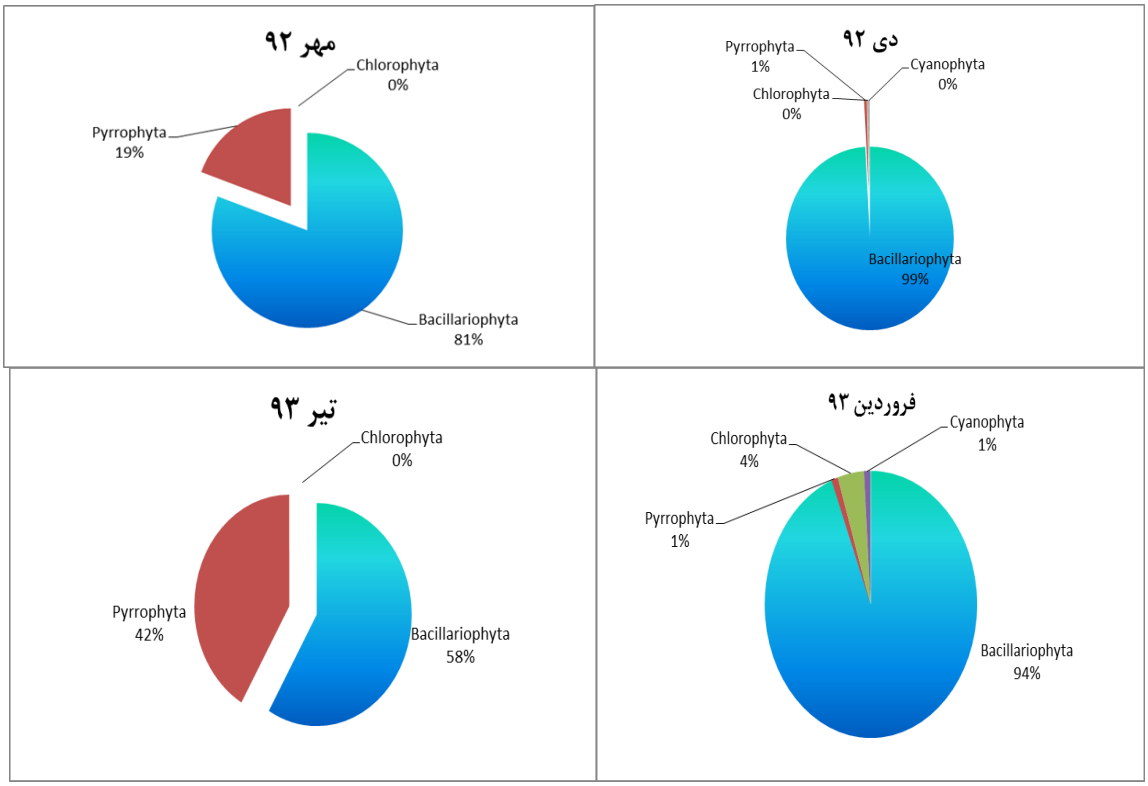
(حروف غیرهمسان بیانگر اختلاف معنی‌دار بین ایستگاه‌ها است)

Figure 2: Mean abundance of phytoplanktons in different months, no/l

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.5.3.8]

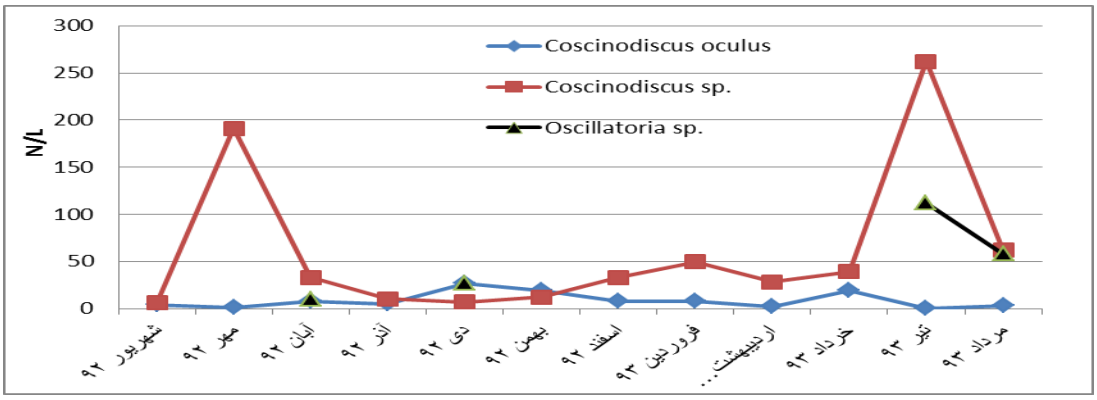
بطور کلی راسته Bacillariophyta دارای بیشترین فراوانی نسبی بود. شاخه Pyrrophyta در تیر و مرداد به ترتیب ۱۹٪ و ۳۷٪ از فیتوپلانکتونها را به خود اختصاص داد. در فروردین نیز شاخه Chlorophyta به مقدار ۴٪ کل نمونه های ریز جلبکی را در بر گرفت (شکل ۳).



شکل ۳: فراوانی نسبی شاخه های جلبکی در اولین ماه هر فصل نمونه برداری

Figure 3: Relative abundance of algae phylums in the first month of each sampling season

گونه ی *Coscinodiscus* sp. با میانگین ایستگاهی ۱۹۱ سلول در لیتر در مهر ۹۲ در دی ماه در ایستگاه ۱ بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داد و گونه *Oscillatoria* sp. دارای فراوانی بسیار زیاد به مقدار ۱۲۲ سلول در لیتر در ایستگاه ۱ در تیر ماه گزارش شد(شکل ۴).



شکل ۴: فراوانی گونه های غالب در ماه های نمونه برداری (سلول در لیتر)

Figure 4: Abundance of dominant species in smpling mounths (cell no/l)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.5.3.8]

شاخص ساپروبیک ایندکس برای ایستگاه های مختلف در طول یک سال نمونه برداری محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۴ قید شده است. بیشترین میزان این شاخص در ایستگاه ۴ به میزان ۰/۰۱±۳/۳۳ و کمترین میزان شاخص در ایستگاه ۶ به میزان ۰/۰۴±۲/۳۸ تعیین شد.

جدول ۴: تغییرات شاخص ساپروبیک در ایستگاه های مختلف رودخانه بهمن شیر

Table 4: Changes in the Saprobic Index of stations in the Bahmanshir River

کلاس آلودگی	وضعیت آلودگی	تقسیم بندی SI	شاخص ساپروبیک	ایستگاه
III	بار آلودگی سنگین	آلفا مزو ساپروبیک	۲/۷۴	۱
III	بار آلودگی سنگین	آلفا مزو ساپروبیک	۳/۲۱	۲
III	بار آلودگی سنگین	آلفا مزو ساپروبیک	۲/۷۵	۳
III	بار آلودگی سنگین	آلفا مزو ساپروبیک	۳/۳۳	۴
III	بار آلودگی سنگین	آلفا مزو ساپروبیک	۲/۵۳	۵
II	بار آلودگی متوسط	بتا مزوساپروبیک	۲/۳۸	۶

نتایج موجود در جدول ۵ مربوط به شاخص نایگارد-پالمر در رودخانه بهمن شیر نشان داد که جنس های جلبکی مقاوم به آلودگی در ایستگاه های مختلف رودخانه بهمنشیر وجود دارند.

جدول ۵: جنس های فیتوپلانکتون مقاوم به آلودگی در رودخانه بهمن شیر بر مبنای شاخص نایگارد–پالمر

Table 5: Presence of pollution tolerant phytoplankton genera in Bahmanshir river, based on Nygaard –Palmer algae index

تاکسا جلبک	امتیاز شاخص	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵	ایستگاه ۶
Oscillatoria	۵	+	+	+	+	–	–
Navicula	۱	+	+	–	–	–	–
Scenedesmus	۴	+	+	+	–	–	–
Nitzschia	۳	+	+	+	+	+	+
Fragilaria	۱	+	+	+	–	–	–
Pediastrum	۱	+	+	+	+	+	+
Cymbella	۱	+	+	+	+	–	–
Synedra	۲	+	+	+	+	+	–
Gomphonema	۱	+	–	–	–	–	–
Cyclotella	۵	–	+	+	+	+	+
Pinnularia	۱	+	+	+	+	–	–
Spirogyra	۱	+	+	+	+	+	+
جمع امتیاز در هر ایستگاه	-----	۲۰	۲۲	۲۴	۱۹	۱۲	۱۰

بحث

مصب ها از جمله محیط های پر تولید کره زمین می باشند و بیشترین تاثیر را از فعالیت های انسانی می پذیرند. به دلیل وجود همین تولیدات بالا هم موجودات بسیاری در این مناطق استقرار یافته و ساکن شده اند (Castro *et al.*, 2003). مصب رودخانه بهمن شیر نیز جزو این اکوسیستم ها بوده که تحت تاثیر فعالیت های انسانی می باشد. در این تحقیق از ۱۰۹ گونه از فیتوپلانکتون ها شناسایی شده که ۸۷ گونه متعلق به شاخه باسیلاریوفیتا بود(جدول ۳). این شاخه از نظر فراوانی نیز بیش از ۹۰٪ نمونه ها را در کل سال به استثنا تیر و مرداد شامل می شدند. در تیر ماه، شاخه سیانوفیتا ۱۹٪ و در مرداد ماه ۳۷٪ کل نمونه را به خود اختصاص داد. در

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.5.3.8]

تحقیقی که در مورد فیتوپلانکتونهای رود خانه ی بهمن شیر در فصول تابستان و زمستان انجام گرفت، تنها ۳۱ جنس از فیتوپلانکتونها معرفی شد که ۷۷٪ فیتوپلانکتون ها مربوط به دیاتومه ها بود (فعال، ۱۳۹۱). در بررسی حاضر به علت نمونه برداری ماهانه تعداد گونه بیشتری گزارش شد، اما مجدداً دیاتومه ها گروه غالب معرفی شدند. دیاتومه ها در حدود ۸۰-۶۰ درصد ترکیب گونه ای در مناطق مصبی و جزر و مدی را تشکیل می دهند(Mann & Droop, 1996). خلیفه نیل ساز و اسماعیلی (۱۳۸۸) نیز دیاتومه ها را به عنوان گروه غالب معرفی نمودند که مشابه نتایج تحقیق حااضر می باشد. نتایج نشان داد که در میان گونه های باسیلاریوفیتا گونه *Coscinodiscus* sp. و سپس گونه *Coscinodiscus oculus* در تمامی ماه ها و عمدتاً در ایستگاه های دریایی رودخانه (ایستگاه‌های ۵ و ۶) گونه های غالب بودند (شکل ۴). محققین دیگر گزارش نمودند که در نواحی مصبی رودخانه با تولید بالا و تغییر شیب شوری، دیاتومه هایی از جنس *Coscinodiscus* و *Thalassiosira* دارای فراوانی زیادی هستند(Lehman, 2007; Muylaert *et al*., 2009). ادیاتومه ها در انتقال انرژی مفید (خصوصاً انتقال اسیدهای چرب اشباع نشده با زنجیره طولانی) به مصرف کنندگان اولیه همانند پاروپایان، نرمتنان و دیگر بی مهرگان با تغذیه صافی خواری نقش اساسی را بازی می کنند(Wichard *et al*., 2007). نتایج نشان داد که گونه *Coscinodiscus* sp. و *Oscillatoria* sp. در ایستگاه های ۱ و ۲ دارای بیشترین تراکم نسبت به سایر گونه ها بود. این امر می تواند به دلیل وجود بیشترین افزایش دما در مرداد ماه و کاهش دبی آب در ایستگاه های ۱و ۲ (ایستگاه های همجوار روستای محرزی و پل کریمی در آبادان) که بالا دست رودخانه بوده و دارای عمق کمتری نسبت به ایستگاه های مصبی دریایی هستند، باشد. همچنین این ایستگاه ها همجوار شهر آبادان بوده و تحت تاثیر آلودگی مواد آلی ناشی از فاضلاب های شهری و روستایی می باشند. نتایج نشان داد که دمای آب در تیر ماه در فصل گرم تابستان به بیشترین مقدار خود یعنی $28/3^{\circ}C$ رسید و در همین ماه نیز بیشترین فراوانی کلی فیتوپلانکتون ها مشاهده گردید. محققین دیگر گزارش نموده اند که فاکتور محیطی دما برای افزایش نرخ رشد و تولید مثل فیتوپلانکتون، ضروری است (Smith, 1950). همچنین بیشترین میزان اکسیژن محلول در دی و بهمن به میزان ۹/۱ میلی گرم در لیتر در ایستگاه ۱ ثبت شد. بر اساس نظر Nybakken (۱۹۹۳) حلالیت اکسیژن در آب، تابعی از دما و شوری می باشد و با آن رابطه عکس دارد. پس افزایش اکسیژن محلول در ایستگاه ۱ (با کمترین شوری در سردترین ماه سال) و کاهش اکسیژن در ایستگاه ۶ (با بیشترین شوری درماه های گرم سال)، کاملاً منطقی می‌باشد. شوری در ماه‌های مختلف و ایستگاه‌های مختلف رودخانه و مصب بهمن شیر بسیار متغیر است و این موضوع ناشی از تغییر ورودی آب شیرین کارون به بهمن شیر به علت تغییر دبی فصلی و برداشت آب از رودخانه کارون در بالا دست، تغییر شدت جز و مد در طول ماه قمری و در نتیجه تغییر میزان نفوذ زبانه آب شور به درون رودخانه، تغییرات بارندگی در طی سال و برداشت بی رویه آب رودخانه بهمن شیر می‌باشد. در این تحقیق در تمامی ماه‌ها و ایستگاه‌ها، دیاتومه ها غالب بودند. در توجیه این موضوع می توان به این نکته اشاره نمود که قدرت سازش پذیری دیاتومه ها بسیار زیاد است. در برخی تحقیقات دیگر نیز علت افزایش دیاتومه ها، سازش‌پذیری با افزایش شوری و نیز سازش با رشد در بسترهای گلی رودخانه معرفی شده است (Nybakken, 1993). فیتوپلانکتون در انواع آبها به عنوان شاخص کیفی آب مورد استفاده قرار می گیرد(Saha & Choudhury, 2000). این موجودات به علت آنکه در پایین ترین سطح زنجیره غذایی قرار دارند، تحت تاثیر مستقیم انواع آلاینده ها و مواد سمی قرار گرفته و این سموم را به حلقه های بالاتر زنجیره منتقل می‌نمایند (Joubert, 1980). بر اساس جدول ۴ تمامی ایستگاه‌ها به استثناء ایستگاه ۶ (ایستگاه مصبی دریایی) از وضعیت آلفا مزوساپروبیک برخوردار می باشند که نشان دهنده بار آلودگی سنگین در رودخانه بهمن شیر ناشی از گسترش جمعیت شهری و روستایی در دو شهرستان آبادان و خرمشهر می باشد. در ایستگاه ۶ نیز مقدار این شاخص ۲/۳ می باشد که نشان می‌دهد این ایستگاه از وضعیت بتامزوساپروبیک با بار آلودگی ضعیف برخوردار است. در مجموع میانگین ایستگاهی شاخص ساپروبیک در رودخانه بهمن شیر ۲/۹۹ می باشد که طبق نظر Junshum و همکاران (۲۰۰۸) این رودخانه، در طبقه آلفا-مزوساپروبیک قرار گرفته که دارای آلودگی با بار آلایندگی سنگین می باشد. همچنین نتایج شاخص جلبک نایگارد-پالمر در رودخانه بهمن شیر

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.5.3.8]

موجود در جدول ۵ مشابه نتایج شاخص ساپروبیک بود. نتایج جدول ۵ نشان داد که با توجه به حضور ۱۲ جنس Oscillatoria، Navicula، Scenedesmus، Nitzschia، Fragilaria، Pediastrum، Cymbella، Synedra، Gomphonema، Cyclotella، Pinnularia و Spirogyra و امتیازی که هر جنس به عنوان شاخص آلودگی کسب نموده، ایستگاه های ۱، ۲، ۳ و ۴ دارای امتیازی بیش از ۲۰ می باشند که نشان دهنده آلودگی آب رودخانه بهمن شیر به مقادیر بسیار زیاد مواد آلی است. ایستگاه های ۵ و ۶ که ایستگاه های نسبتاً دریایی هستند و طبق جدول ۵ و مشاهده امتیاز هر گونه فیتوپلانکتونی، رتبه ۱۲ و ۱۰ را کسب نموده و در گروه آلودگی متوسط به مواد آلی قرار گرفته اند. محققین دیگر نیز با استفاده از شاخص جلبک نایگارد-پالمر توانستند میزان آلودگی رودخانه را تخمین بزنند. به عنوان مثال در رودخانه های Mutha و Mula (در شهر پونای هند) نیز با استفاده از این شاخص، جلبک های شاخص آلودگی را معرفی نمودند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. همچنین محقق دیگری نیز در رودخانه Mula، جوامع جلبکی را به عنوان نشانگر زیستی آلودگی به مواد آلی رودخانه معرفی نمود(Kshirsagar, 2013). به طور کلی توسعه و گسترش شهرها و روستاهای آبادان و خرمشهر باعث رشد روز افزون آلودگی در رودخانه بهمن شیر شده است. ورود زهکش های پراکندهء کشاورزی، ورود فاضلاب های شهری و روستایی شهرهای آبادان و خرمشهر به همراهی مدفوع و ادرار احشام خصوصاً گاومیش های اطراف رودخانه و همچنین ورود انواع میکروب ها و مواد پاک کننده به طور مستقیم و بدون هیچ گونه عمل تصفیه و پالایشی به رودخانهء بهمنشیر، از جمله عوامل اصلی افزایش آلودگی در رودخانه هستند. پیشنهاد می شود که منابع ورودی آلاینده های آلی از جنبه های مختلف مورد بررسی دقیق و علمی قرار گرفته و به منظور کاهش بار آلودگی رودخانه بهمن شیر راهکارهای اجرایی ارائه گردد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی سازمان آب و برق خوزستان به عنوان کارفرما و طی جلسه شماره ۶۵ کمیته تخصصی کیفیت آب و محیط زیست مورخ ۹۱/۰۷/۱۰ به شماره ۰۱۶-۰۲-۰۱-۹۱ مورد پذیرش قرار گرفت و در دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر به انجام رسید. بدینوسیله از ارگانهای یاد شده، تشکر و قدردانی به عمل می آید.

منابع

خلفه نیل ساز، م. و اسماعیلی، ف.، ۱۳۸۸. تاثیر شوری بر پراکنش فیتوپلانکتونهای رودخانه جزر و مدی بهمنشیر. مجله علمی شیلات ایران، ۴۸-۵۶ : ۱۸ (۳).

سواری، ا.، ۱۳۶۱. بررسی پلانکتون های منطقه بوشهر، **کنگان** خلیج فارس. سازمان تکثیر و توسعه آبزیان وزارت کشاورزی. ۱۰۲ صفحه.

سخایی، ن. و دوست شناس، ب.، ۱۳۹۰. طبقه بندی کیفیت آب تالاب حله با استفاده از نظام شاخص کیفیت آب Bascarón Adapted Water Quality Index (WQI_{BA}). فصلنامه علمی پژوهشی تالاب - دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۴۵-۵۱ :۸.

فعال، ز.، ۱۳۹۱. بررسی پراکنش فصلی فیتوپلانکتونها در زمان جزر و مد در رودخانه بهمنشیر . مجله علمی شیلات ایران. یافته علمی کوتاه، ۱۶۴-۱۵۹ :(۸)۲۱.

موسوی، س.ح.، اشتری لرکی، ا. و آیتی زاده، ا.، ۱۳۸۵. بررسی مکانیزم فرسایش و انتقال رسوب رودخانه بهمنشیر. هفتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه. صفحات ۱-۸.

محسنی زاده، ف.، نگارستان، ح. و سواری، ا.، ۱۳۹۴. عوامل موثر بر نوسانات فیتوپلانکتون‌های خلیج فارس (سواحل استان بوشهر) طی زمستان و بهار ۱۳۹۲-۱۳۹۱. مجله علمی شیلات ایران، ۹۱-۱۰۱ :(۲)۲۳.

Adam, S.M., 2001. Biomarker/ bioindicator response profiles of organisms can help differentiate between sources of anthropogenic stressors in aquatic ecosystem. Biomarkers, 6(1): 33-44.
Doi: 10.1080/135475001452779.

Barber, H.G. and Haworth, E.Y., 1981. A guide to the morphology of the diatom frustule. Freshwater Biological Association Scientific Publication, 44, 112.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.5.3.8]

Bellinger, E.G. and Sigee, D.C., 2010. Freshwater algae identification and use as bioindicators. Wiley-Blackwell, John Wiley & Sons, Chichester, UK. 271P.

Biggs, B.J.F., 2000. New Zealand periphyton guidline: detecting, monitoring and managing the enrichment of streams. Ministry for environment publication, Wellington. 151P.

Buf, H.D. and Bayer, M.M., 2002. Automaticatic diatom identification world scientific. World Scientific Publishing, Singapore. 329P.

Castro, M.S., Driscoll, C.T., Jordans, T.E., Reay, W.G. and Boynton, W.R., 2003. Sources of nitrogen to estuaries in the United States. Estuaries, 26(3): 803-814. Doi:10.1007/BF02711991.

Chapman, D., 1996. Water quality assessments. A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. Second Edition. E&FN Spon, an imprint of Chapman & Hall. 651P.

Chan, S.M.N., Luan, T., Wong, M.H. and Tam, N.F.Y., 2006. Removal and biodegration of polycyclic aromatic hydrocarbons by *Selenastrum capricornutum*. Envaironmental Toxicology and Chemistry, 25: 1772-1779. Doi: 10.1897/05-354R.1.

Cox, E.J., 1996. Identification of freshwater diatoms from Lie Material. Chapman & Hall., London. 158P.

Connel, J.H., 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. Science, 199: 1302-1310.

Douterelo, I., Perona, E. and Mateo, P., 2004. Use of cyanobacteria to assess water quality in running waters. Environmental pollution, 127:377-384. Doi:org/10.1016/j.envpol.2003.08.016.

Edmondson, W.T., 1989. Freshwater biology. John Wiley and Sons Inc, New York. 1133P.

Jahan, R. and Kusber, W., 2004. Algae of the ehrenberg collection–1. Typification of 32 names of diatom taxa. Willdenowia, 34: 577-595. Doi:10.3372/wi.34.34219.

Jørgensen, S.E., Xu, L. and Costanza, R., 2010. Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health, Second Edition. Taylor and Francis, London, New York. 498P.

Joubert, G., 1980. A bioassay application for quantitative toxicity management using the green algae, *Selenastrum capricornutum.* Water Research, 14:1759-1763.

Junshum, P., Choonluchanon S. and Traichaiyaporn, S., 2008. Biological indices for classification of water quality around Mae Moh power plant, Thailand. Maejo International Journal of Science and Technology, 2: 24-36.

Kamp, F.J. and Sadrinasab, M., 2005. The circulation of the Persian Gulf: a numerical study. Ocean Science Discussions, 2: 129-164. Doi:10.5829/idosi.mejsr.2013.13.6.2365.

Kshirsagar, A.D., 2013. Use of algae as a bioindicator to determine water quality of river Mula from Pune city, Maharashtra (India). Universal Journal of Environmental Research and Technology, 3(1): 79-85.

Graham, L.E. and Wilox, L.W., 2000. Algae. Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall, 640P. Doi:org/10.1086/343625.

Hotzel, G. and Croome, R., 1999. A phytoplankton methods manual for Australian

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.5.3.8]

freshwaters. Land and Water Resources Research and Development Corporation, Wodonga, 58P.

Lee, C.L. and Lee, Y., 2009. Cyanobacterial bio-indicator survey for two main rivers in Taitung Taiwan. Environmental Ecology Proceedings, 2: 1-26.

Lehman, P.W., 2007. The influence of phytoplankton community composition on primary productivity along the riverine to freshwater tidal continuum in the San. Joaquin River, California. Estuaries and Coasts, 30: 82-93. Doi:10.1007/BF02782969.

Malaiwan, T. and Peerapornpisal, Y., 2009. Diversity of phytoplankton and water quality in the reservoir of Nam Ngum Dam, Lao PDR. KKU Science Journal, 37: 42 - 49.

Malaiwan, T. and Peerapornpisal, Y., 2009. Diversity of phytoplankton and water quality in the reservoir of Nam Ngum dam, Lao PDR**.** KKU Science Journal, 37: 42-49.

McCormick, P.V. and Cairns, J., 1994. Algae as indicators of environmental change. Journal of Applied Phycology, 6: 509-526. Doi:org/10.1007/BF02182405.

Mann, D.G. and Droop, S.J.M., 1996. Biodiversity, biogeography and conservation of diatoms. Hydrobiologia, 336: 19-32. Doi:org/10.1007/BF00010816.

Mizuno, M., 1964. Illustrations of the freshwater plankton of Japan. Hoikusha publishing. pp. 125-181.

Muylaert, K., Sabbe, K. and Vyverman, W., 2009. Spatial and temporal dynamics of phytoplankton communities in a freshwater tidal estuary (Schelde, Belgium). Estuarine, Coastal and Shelf Science, 50 :673-687. Doi:org/10.1006/ecss.2000.0590.

Nybakken, J.W., 1993. Marine biology and ecological approch. Harper Collins College Publishers, California, USA. 445P.

Padisak, J., Borics, G.B., Grigorszky, I.G. and Soroczki- Pinter, E., 2006. Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directive: the assemblage index. Hydrobiologia, 553: 1-14. Doi: 10.1007/s10750-005-1393-9.

Palmer, C.M., 1969. Composite rating of algae tolerating organic pollution. Journal of Phycology, 5: 78-82.

Pongswat, S., 2002. The use of phytoplankton biodiversity for monitoring water quality in Rama Ix Lake, Pathumthani Province. Dissertation, Suranaree University.

Saha, S.B. and Choudhury, A., 2000. Diversity of phytoplankton of sewage pollution brakish water tidal ecosystems. Journal of Environmental Biology, 21(1): 9-14.

Smith, G.M., 1950. The freshwater algae of the United States. New York : 2nd ed. M cGraw-Hill Book Co., New York, 719P.

Volkman, J.K., Jeffrey, S.W., Nichols, P.D., Rogers, G.I. and Garland, C.D., 1989. Fatty acids and lipid classes of ten species of microalgae used in mariculture. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 128: 219-240. Doi:org/10.1016/0022-0981(89)90029-4.

Wichard, T., Gerecht, A., Boersma, M., Poulet, S., Wiltshire, K. and Pohnert, G., 2007. Lipid and fatty acid composition of diatoms revisited: rapid wound-activated change of

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.5.3.8]

food quality parameters influences herbivorous copepod reproductive success. The Journal of Chemical Biology, 8: 1146-1153. DOI: 10.1002/cbic.200700053.

Wu, J.T., 1984. Phytoplankton as bioindicator for water quality in Taipei. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 25: 205-214.

Yenwaree, W. and Ongmali, R., 2009. Monitoring of water quality using phytoplankton, protozoa, and benthos as bioandicator in Chadeebucha Canal, Nakhon Pathom Province. Journal of Environmental Research, 31(2): 1-14.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.5.3.8]

Determining the Bahmanshir River health and biodiversity using Nygaard-Palmer and Saprobic indices

Sakhaei N.[1*]; Doostshenas B.[1]; Mobed P.[2]

[*] nsakhaee@yahoo.com

1-Department of Marine Biology, Faculty of marine science, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran. P.O.Box: 669
2-Khozestan Water and Power Authority

Abstract

This research was conducted to assess the Bahmanshir river health and biodiversity using Nygard-Palmer index. Phytoplankton sampling was performed monthly by the use of a 30-micrometer mesh size plankton net at 6 different stations along the river since September 2013 to August 2014. A total of 109 species of microalgae (phytoplankton) were identified in which Bacillariophyta was the dominant phylum with 87 species. More than 90% of all samples were consisted of diatoms during the whole year excluding July and August. The phylum Cyanophyta was formed 19 and 37% of all samples in July and August, respectively. Among the species of Bacillariophyta, *Coscinodiscus* sp. and *Coscinodiscus oculus* were dominant in all months especially at the stations in marine environment of the river estury (station 5 and 6). In the phylum Cyanophyta, *Oscillatoria* sp. was the dominant species at station 1 and 2 (freshwater condition) in July and August 2014. The presence of pollution-tolerant algae such as *Oscillatoria*, *Navicula*, *Scenedesmus*, *Nitzschia*, *Fragilaria*, *Pediastrum*, *Cymbella*, *Synedra*, *Gomphonema*, *Cyclotella*, *Pinnularia* and *Spirogyra* at various stations of the Bahmanshir River indicated organic pollution of the river with large quantities of organic compounds. Evaluating the saprobic indices showed that all stations excluding station 6 were in the alpha mesosaprobic class. Similar results were obtained from the Nygard-Palmer indices. The presence of pollution-tolerant phytoplanctons could be a warning sign of declining water quality in the river.

Keywords: Algae, Nygaard-Palmer index, Saprobic index, Biological indicator

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.5.3.8]