بوم‌شناسی کاربردی/ سال سیزدهم / شماره اول / بهار ۱۴۰۳/ صفحات ۱ تا ۱۵

بررسی وضعیت اکولوژیک مصب رودخانه تجن با استفاده از شاخص نایگارد – پالمر

مهدی بدری[۱]، محمدرضا رضایی[۲] ،حسین مصطفوی*[۳] و محمدحسین صیادی[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۳)

چکیده

اغلب بوم‌سازگان‌های آبی دنیا درحال از دست‌دادن درصد قابل‌توجهی از خدمات‌اکولوژیک خود می‌باشند. این پژوهش با هدف بررسی وضعیت‌اکولوژیک مصب رودخانه‌تجن با استفاده از شاخص نایگارد– پالمر در شش ایستگاه و دو فصل سرد و گرم انجام و نتایج منجر به شناسایی۳۲ جنس متعلق‌به۲۷ راسته و هشت رده از فیتوپلانکتون‌ها گردید. این پلانکتون‌ها به پنج شاخه *Chlorophyta*، *Ochrophyta*، *Cyanophyta*، *Euglenophyta* و *Pyrrophyta* تعلق‌داشته و از رده‌های *Bacillariophyceae*، *Cyanophyta*، *Chlorophyta*، *Euglenophyta*، *Pyrrophyta* هستند. بیشترین تعداد جنس‌های فیتوپلانکتونی شناسایی شده متعلق به رده*Bacillariophyceae* بوده و ۱۳جنس‌مقاوم به آلودگی شناسایی شد. نتایج نشان‌داد وضعیت‌اکولوژیک مصب‌تجن بر اساس شاخص نایگارد–پالمر مطلوب نیست به‌طوری‌که شاخص‌وضعیت در هر دو فصل گرم و سرد، بسیارآلوده و بیش‌از۲۰ محاسبه‌شد. نتایج بررسی‌های میدانی نیز نشان داد، مصب رودخانه‌تجن متاثر از مخاطرات محیط‌زیستی متنوعی در دو مقیاس محلی و حوضه‌آبریز است. این مخاطرات سبب ایجاد شرایط نامطلوب در این زیستگاه شده، درنتیجه گونه‌های جلبکی در مصب‌تجن به‌سمت گونه‌های مقاوم‌تر به‌آلودگی تغییر یافته است. در مجموع می‌توان این شاخص را برای ارزیابی زیستی و اکولوژیکی سایر مصب‌ها در حوضه جنوبی دریای خزر توصیه نمود و برای کاهش عدم‌قطعیت از شاخص‌های مناسب دیگر، به صورت مکمل، استفاده‌کرد.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌زیستی، ارزیابی محیط‌زیستی، فیتوپلانکتون، مصب، حوضه‌جنوبی دریای خزر

۱. دانشجوی دکتری دانشکده منابع‌طبیعی و محیط‌زیست دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
۲. دانشیار دانشکده منابع‌طبیعی و محیط‌زیست دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۳. استادیار گروه تنوع‌زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها، پژوهشکده علوم‌محیطی، دانشگاه شهیدبهشتی
۴. دانشیار دانشکده منابع‌طبیعی و محیط‌زیست. دانشگاه شهیدباهنر کرمان.کرمان، ایران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: hmostafaviw@gmail.com

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1495.1]

مقدمه

مصب‌ها یکی از بوم‌سازگان‌های مولد در سطح‌جهان به‌شمار می‌روند(۵۲). این بوم‌سازگان‌های ارزشمند دارای جوامع‌گیاهی و جانوری منحصربه‌فردی هستند. همچنین جوامع‌انسانی برای تغذیه، تفرج و اشتغال به مصب‌ها متکی هستند، به‌طوری‌که از۳۲ شهر بزرگ جهان۲۲ شهر در حاشیه مصب‌ها ایجاد و توسعه یافته و بیش‌از۶۰ درصد از جمعیت زمین در مناطق ساحلی زندگی می‌کنند. توسعه فعالیت‌های انسانی منجربه کاهش سلامت مصب‌ها گردیده و آنها را تبدیل به یکی از در معرض تهدیدترین بوم‌سازگان‌های روی زمین نموده‌است (۴۹). مصب‌ها همچنین نقش مهمی را در تامین زیستگاه‌های پرورش نوزادان (۱۲ و۱۴) ایفا می‌کنند، بسیاری از گونه‌های جانوری برای تغذیه، آشیانه‌گزینی و زاد ولد به زیستگاه‌های این بوم‌سازگان‌ها وابسته هستند. در ذیل خدمات اقتصادی، فرهنگی و محیط زیستی مصب‌ها همچنین می‌توان به خدمات آنها در تولید غذا، تولیدمحصولات شیمیایی و داروها، تولید مواد خام، خدمات تنظیم و نگهداری از جمله تنظیم فرآیندهای جذب‌زباله، ذخیره و چرخه مواد مغذی، تنظیم ترکیبات‌گازی اتمسفر و اقلیم، حفظ چرخه‌های هیدرولیکی، دلیل ایجاد زیستگاه‌های متنوع، شکل‌دهی و تثبیت رسوب، حفاظت از ساحل و خط‌ساحلی، تاب‌آوری و انعطاف‌پذیری، خدمات فرهنگی و معنوی، تفرج و توریسم، زیبایی‌شناسی، مزایای علمی، منبع ژنتیکی و حمایت از تنوع‌زیستی اشاره نمود (۴۹). ازسوی دیگرسلامت مصب‌ها می‌تواند تحت‌تأثیر طیف پیچیده‌ای از عوامل قرار گیرد. به‌عنوان نمونه، توسعه سریع شهرها و فعالیت‌های کشاورزی را می‌توان به‌عنوان فاکتورهای اساسی در از دست‌رفتن تالاب‌ها و بدتر شدن کیفیت‌آب در این مناطق ساحلی برشمرد (۳۱ و۳۴). ازاین‌رو ارزیابی پیوسته مصب‌ها برای آگاهی و اجرای اقدامات مدیریتی مناسب لازم است (۴۴). ویژگی‌های کیفی‌آب نقشی حیاتی را در تعیین درجه مناسب‌بودن محیط برای رشد و نمو جانوران ایفا می‌کند (۲۹). از این‌رو نظارت‌زیستی راه حلی قابل‌اتکا و مقرون به‌صرفه برای کنترل کیفیت‌آب به‌شمار می‌رود(۳۰). نیاز مبرم به تعیین وضعیت‌اکولوژیک و پاسخ به این سئوال که چگونه می‌توان به بهترین شیوه وضعیت‌اکولوژیک مصب‌ها را کمّی کرد، باعث شکل‌گیری تحقیقات مختلفی جهت توسعه شاخص‌ها شده‌است (۶ و۳۶). فیتوپلانکتون‌ها به‌عنوان عنصری‌کلیدی در ارزیابی کیفیت آب توسط نظام‌های مختلف بین‌المللی از جمله دستورالعمل‌چارچوب آب(Water Framework Directive, WFD) شناخته شده‌اند (۸). این موجودات به‌خاطر اندازه کوچک، توانایی در ارائه پاسخ قوی به تغییرات‌محیطی (۳ و ۵۲) عمر کوتاه و آسان‌بودن تعیین‌تعداد و شمارش آن‌ها (۳۸) برای نظارت‌زیستی به‌ویژه نمایش وضعیت‌تروفیک آب مورداستفاده قرار می‌گیرند. در سال‌های اخیر شاخص‌هایی برای تشخیص میزان بروز تغییرات در جوامع فیتوپلانکتونی طراحی‌شده‌است. زیرا تغییر در ترکیب این‌گونه‌ها می‌تواند نشان‌دهنده بدتر شدن شرایط تروفیک و کیفیت‌آب باشد (۱۰ و ۱۶ و ۲۱) ازاین‌رو، فیتوپلانکتون‌ها را می‌توان یکی از اجزای ضروری در بوم‌سازگان‌های آبی محسوب‌نمود، زیرا این موجودات به‌طور گسترده‌ای در پیکره‌های آبی توزیع می‌شوند و همچنین به‌عنوان تولیدکنندگان اصلی شبکه‌غذایی آبزیان به‌شمار می‌روند. پالمر در سال (۱۹۶۹) نشان‌داد که ترکیب و آرایش گونه‌ای جلبک‌ها می‌تواند به‌عنوان یک شاخص در تعیین وضعیت‌آلوده و یا تمیز بودن آب نقش‌آفرین باشد (۴ و ۱۳). با این وجود، مطالعات معدودی توسط این شاخص تا کنون در کشور انجام شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعه سخایی و همکاران (۱۳۹۶) روی سلامت زیستی رودخانه بهمن شیر در استان خوزستان اشاره کرد. نتایج پژوهش آنان نشان داد میزان آلودگی منطقه مورد مطالعه بسیار بالا بوده است. بابازاده و همکاران نیز (۱۳۹۱) این شاخص را برای برآورد میزان آلودگی تالاب بین‌المللی فریدونکنار مورد استفاده قرار داده‌اند. البته این شاخص به‌طور گسترده‌ای در کشورهای مختلف جهت ارزیابی اکولوژیک پیکره‌های آبی مورد استفاده قرار گرفته است. Toma (۲۰۱۹) و Al-Kanan و همکاران (۲۰۱۸) به ترتیب وضعیت دریاچه دوهوک و رودخانه شط‌العرب را با استفاده از شاخص نایگارد پالمر بررسی کردند

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1495.1]

(۲و۵۱). نتایج‌نشان داد که آلودگی با مواد آلی در مناطق مورد مطالعه بالا است. در مطالعه دیگری نیز توسط Chergui و همکاران (۲۰۱۴) در جنوب شرق الجزایر روی دریاچه لاخال انجام شد و نشان دادند که در منطقه مورد مطالعه سطح بالایی از آلودگی به مواد آلی وجود دارد(۱۱). در خصوص پژوهش‌های انجام شده بر روی رودخانه تجن نیز می‌توان گفت تاکنون در منطقه مورد مطالعه از این شاخص زیستی استفاده نشده است. فرقانی‌تهرانی و مصطفوی (۱۳۹۶) به پایش و پهنه‌بندی کیفی آب رودخانه تجن با استفاده از شاخص‌های کیفی NSFWQI (National Sanitation Foundation Water Quality Index) و BCWQI(British Columbia Water Quality Index) پرداخت. سعیدی و همکاران (۱۳۸۱) رفتار Mn, Co, Ni, Cd, Pb, Zn Fe, و Cu در رسوبات بستر و ذرات معلق رودخانه تجن هنگام اختلاط با آب دریای خزر، شیردل و زبردست (۱۳۹۷) ارزیابی اثرات کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلا بر کیفیت آب و تعیین توان خودپالایی رودخانه هراز و تجن، فرجادفرد و همکاران (۱۳۹۲) اثر کودهای شیمیایی بر آلودگی آب حوزه آبریز تجن و کاظمی و زبردست (۱۳۹۷) بررسی میزان آلاینده‌های آلی فلزات سنگین، آنیون‌ها و کاتیون‌ها در حوضه تجن اشاره کرد. در خصوص استفاده از شاخص‌های زیستی در منطقه مورد مطالعه نیز می‌توان به مطالعات انجام شده توسط محمودی فرد و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از شاخص هیلسنهوف، شکری ساروی و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از شاخص های زیستی اشاره نمود. ازین‌رو در این‌دسته از پژوهش‌ها تلاش بر آن است تا با بررسی روند تغییرات، پیش از اینکه وضعیت‌اکولوژیک بوم-سازگان وخیم‌تر شود و خدمات اکوسیستمیک آن از دست‌رود، گامی‌موثر درجهت مدیریت، حفاظت و بهره‌برداری پایدار برداشته شود. برخلاف ارزیابی‌های سابق یا درحال‌اجراء در ایران، که معمولاً بر اندازه‌گیری‌های فیزیکوشیمیایی تمرکز می‌کنند، هدف این مطالعه ارائه یک رویکرد اکولوژیک مبتنی بر میزان حضور فیتوپلانکتون های مقاوم به آلودگی های آلی در ارزیابی بوم سازگان مورد مطالعه است. براین اساس مخاطرات محیط زیستی بر وضعیت اکولوژیک این بوم‌سازگان شناسایی و ارزیابی وضعیت اکولوژیک بوم سازگان با استفاده از شاخص زیستی نایگارد پالمر انجام گرفت. این موضوع می‌تواند برای مدیران و تصمیم‌گیرندگان جهت حفاظت و مدیریت این بوم‌سازگان مفید بوده و به عنوان الگویی برای مطالعات‌آتی و بوم‌سازگان‌های مصبی کشور بخصوص مصب‌های حوضه جنوبی دریای خزر مورد استفاده قرارگیرد.

مواد و روش‌ها

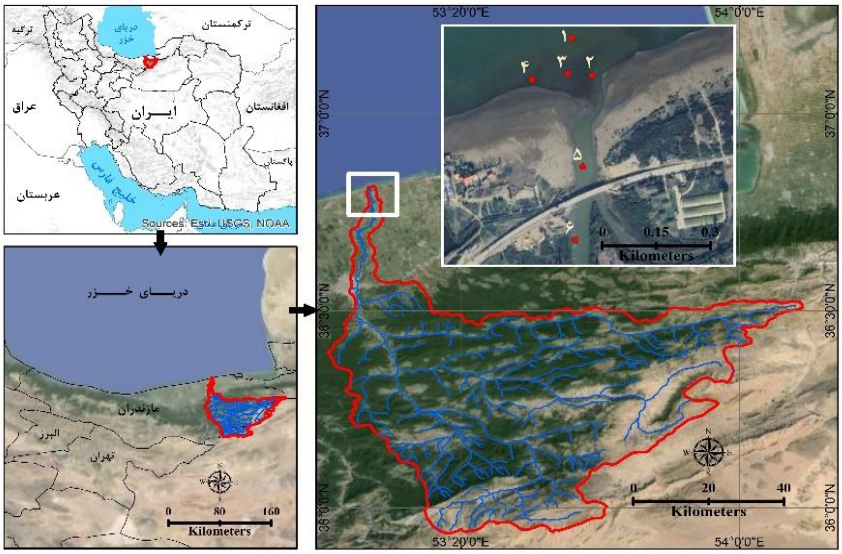
منطقه مورد مطالعه: حوضه‌آبریز رودخانه‌تجن با وسعتی حدود۴۰۱۵.۸۸ کیلومترمربع و مختصات‌جغرافیایی52° 56' و 59' 54°طول‌شرقی و35°56' و 36° 49' عرض‌شمالی در استان‌مازندران واقع شده‌است (شکل ۱). بیش از ۶۰ درصد حوضه از مناطق‌کوهستانی، حدود ۲۵ درصد آن از اراضی‌جلگه‌ای و دشت‌های ساحلی و بقیه آن‌را تراس‌های رودخانه‌ای، اراضی کوهپایه‌ای و تپه‌ماهورها تشکیل می‌دهند.. ویژگی‌های عمومی این حوضه مشابه با ویژگی‌های کلی حوضه‌های شمالی البرز است (۲۴).

ژئومورفولوژی عمومی منطقه، مشابه با سایر مناطق شمال‌ایران یعنی البرزشمالی و سواحل دریای‌خزر است سرشاخه‌های حوضه، در کوه‌های‌مرتفع البرز قراردارد و بخش ساحلی که مسطح است، اغلب به‌طور ناگهانی آغازمی‌شود و تا دریا ادامه دارد. بلندترین نقطه ارتفاعی در محدودهٔ حوضه‌تجن کوه شاهدژ با ارتفاع ۳۲۵۰ متر و پایین‌ترین نقطه بندر فرح‌آباد با ارتفاع ۲۶- متر در ساحل دریای‌خزر است (۲۴).

تعیین ایستگاه‌های نمونه‌برداری: ایستگاه‌های نمونه برداری در این پژوهش براساس تغییرات در میزان شوری آب تعیین و در نهایت تعداد۶ ایستگاه انتخاب شد. مشخصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری و تصاویر مربوط به آن به‌ترتیب در جدول و شکل

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1495.1]



شکل ۱. حوضه رودخانه تجن و مصب تجن واقع‌شده در استان مازندران، حوضه جنوبی دریای خزر و همچنین ایستگاه‌های نمونه‌برداری درمنطقه مورد مطالعه

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری در ناحیه مصبی رودخانه‌تجن

شماره‌ایستگاه	نام‌ایستگاه	مختصات جغرافیایی		شوری (ppt۰)
		عرض‌جغرافیایی(E)	طول‌جغرافیایی(N)	
۱	دریا	۵۳° ′۷ ″۴/۰۶ E	۳۶° ′۴۹ ″۷/۰۹ N	۹/۳۰
۲	غرب‌اختلاط	۵۵° ′۶ ″۱/۴۵ E	۳۶° ′۴۸ ″۹/۵۱ N	۸/۲۰
۳	دهانه‌اختلاط	۵۳° ′۶ ″۶/۵۴ E	۳۶° ′۴۸ ″۱/۵۶ N	۷/۴۰
۴	شرق‌اختلاط	۵۳° ′۷ ″۱/۱۵ E	۳۶° ′۴۹ ″۶/۰۲ N	۷/۵۵
۵	کانال‌زهکشی رودخانه‌ای	۵۳° ′۶ ″۴/۵۵ E	۳۶° ′۴۸ ″۱/۴۶ N	۰/۷۷
۶	رودخانه	۵۳° ′۶ ″۱/۵۴ E	۳۶° ′۴۸ ″۱/۳۴ N	۰/۷۰

۱، ارائه شده‌است.

جمع‌آوری و نحوه آنالیز نمونه‌ها: نمونه‌برداری فیتوپلانکتون در۶ ایستگاه و ۳ تکرار و در دو فصل گرم و سرد سال توسط بطری‌نیسکین در عمق یک‌متری آب انجام شد. برای تثبیت‌کردن نمونه‌های پلانکتونی از لوگول ۴ درصد استفاده شد. سپس نمونه‌ها برای شناسایی و تعیین پارامترهای مورد بررسی به آزمایشگاه منتقل‌شدند (۴۸ و ۷). شناسایی نمونه‌ها بااستفاده از کلید شناسایی (۱۹، ۳۹، ۴۸ و۳۳) انجام‌شد. نمونه‌های فیتوپلانکتون در آزمایشگاه پس از همگن‌کردن توسط پیپت به‌لام ۱ میلی‌لیتری سدویک‌رافتر جهت‌شناسایی منتقل و بعد از سپری‌شدن زمان ۳۰ دقیقه جهت رسوب‌گذاری، به‌وسیله میکروسکوپ‌نوری ZEISS مورد آنالیزکیفی(ترکیب گونه‌ای) و کمی (شمارش به تفکیک گونه‌ای) قرارگرفتند.

شاخص‌نایگارد- پالمر (Nygaard's-Palmer index): در این پژوهش ازشاخص نایگارد- پالمر که بر اساس جنس‌ها و گونه‌های جلبکی مقاوم به انواع‌آلودگی موادآلی و همچنین فاکتورهای محیط زیستی محاسبه و تعیین می‌شود استفاده شد.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1495.1]

جدول ۲. امتیاز هر جنس از فیتوپلانکتون‌ها بر مبنای حضور در آب‌های آلوده به موادآلی با استفاده از شاخص نایگارد-پالمر

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

Source:(Palmer, 1969)

در این شاخص هر جنس بر اساس میزان مقاومت به آلودگی امتیاز ویژه‌ای می‌گیرد (جدول۲). پالمر در سال (۱۹۶۹) امتیازدهی جنس‌های فیتوپلانکتونی بر اساس میزان مقاومت به آلودگی مواد آلی را تعیین کرد و بر اساس جمع‌جبری امتیازها وضعیت-اکولوژیکی را تعیین‌کرد. براساس این شاخص، اگر نمره شاخص‌آلودگی ۲۰ و یا بیشتر باشد نشان‌دهنده آلودگی محیط-های آبی با مقادیر بسیارزیاد موادآلی است. اگر این امتیاز بین ۱۵ تا ۱۹ باشد نشان‌دهنده احتمال آلودگی‌زیاد به مواد آلی‌است. اگر امتیاز بین عدد ۲ تا ۱۴ باشد نشان از میزان‌الودگی متوسط به مواد آلی دارد. امتیاز بین۰ تا ۱ نیز نشان‌دهنده عدم میزان‌آلودگی به موادآلی است (۳۵).

شناسایی مخاطرات زیست محیطی یا فشارهای انسانی وارده بر مصب: برای شناسایی مداخلات انسانی از مطالعات کتابخانه‌ای و مرور گزارشات موجود در این زمینه همراه با بازدیدهای مختلف در مقیاس محلی یعنی مصب و مقیاس حوضه‌آبریز مصب رودخانه تجن انجام شد.

نتایج

در جدول ۳ فیتوپلانکتون‌ها و گونه‌های شناسایی‌شده در این پژوهش براساس نوع گونه‌های مقاوم ارائه گردیده است. در این پژوهش مجموعاً ۳۲ جنس مربوطبه ۲۷ راسته و ۸ رده از فیتوپلانکتون‌ها شناسایی شده‌اند. این پلانکتون‌ها به ۵ شاخه *Ochrophyta*، *Chlorophyta*، *Cyanophyta*، *Euglenophyta* و *Pyrrophyta* تعلق داشتند. نتایج تحقیق جوامع فیتوپلانکتونی در ۶ ایستگاه همچنین نشان‌داد که بیشترین غنای‌گونه‌ای متعلق به رده*Bacillariophyceae* می‌باشد و فیتوپلانکتون‌های منطقه مصبی از رده‌های *Bacillariophyceae*، *Cyanophyta*، *Chlorophyta*، *Euglenophyta*، *Pyrrophyta* می‌باشد(جدول ۳).

در مجموع می‌توان گفت که تعداد۱۳ جنس‌مقاوم به آلودگی

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1495.1]

جدول ۳. لیست جنس‌های فیتوپلانکتونی شناسایی‌شده در ۶ ایستگاه در دوره مطالعه

شاخه	رده	راسته	جنس	گونه
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	*Navicula* sp.	*Navicula cryptocephala*
		Bacillariales	*Nitzschia* sp.	*Nitzschia acicularis*
				Nitzschia tryblionella
		Cymbellales	*Cymbella* sp.	*Cymbella lanceolata*
		Fragilariales	*Diatoma* sp.	
			Synedra sp.	
		Rhizosoleniales	*Rhizosolenia* sp.	*Rhizosolenia calcar avis*
		Thalassionematales	*Thalassionema* sp.	*Thalassionema nitzschioides*
			Cyclotella sp.	
		Coscinodiscales	*Coscinodiscus* sp.	*Coscinodiscus granii*
				Coscinodidscus radiatus
				Actinocyclus paradoxus
		Thalassiosirales	*Skeletonema* sp.	
		Bacillariales	*Bacillaria* sp.	
		Sphaeropleales	*Ankistrodesmus* sp.	
		Cymbellales	*Gomphonema* sp.	
		Chaetocerotanae	*Chaetoceros* sp.	*Chaetoceros peruvianus*
		Surirellales	*Cymatopleura* sp.	*Cymatopleura solea*
Myzozoa	Dinoflagellata	Peridiniales	*Glenodinium* sp.	*Glenodinium behnengi*
		Prorocentral	*Prorocentrum* sp.	*Prorocentrum proximum*
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	*Chlorella* sp.	
			Oocystis sp.	
			Actinastrum. sp.	
		Chlorophyceae	*Sphaeropleales* sp.	*Pediastrum simplex*
	Zygnematophyceae	Desmidiales	*Cosmarium* sp.	
	Chlorophyceae	Sphaeropleales	*Scenedesmus* sp.	*Scenedesmus quadricauda*
		Chlamydomonadales	*Chlamydomonas* sp.	
Cyanophyta	Cyanophyceae	Nostocales	*Anabaena* sp.	
		Chroococcales	*Microcystis* sp.	
		Oscillatoriales	*Oscillatoria* sp.	
		Zygnemophyceae	*Mougeotia* sp.	
		Synechococcales	*Merismopedia* sp.	*Merismopedia minima*
Euglenophyta	Euglenoidea	Euglenida	*Euglena* sp.	
			Lepocinclis sp.	
Pyrrophyta	Dinophyceae	Prorocentrales	*Exuviaella* sp.	

در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شناسایی‌شد که رتبه‌بندی اکولوژیک بر مبنای آن انجام‌گرفت. براساس امتیازهایی که در شاخص نایگارد – پالمر ارائه شده‌است، امتیازات لازم به جنس‌های شناسایی‌شده در دو فصل گرم و سرد داده شد (جدول ۴). جمع امتیازات نشان‌دهنده وضعیت آلودگی زیستگاه نمونه‌برداری شده بر اساس استاندارد شاخص فوق است که در این مطالعه بر اساس این‌شاخص وضعیت ناحیه مطالعاتی در هر دو فصل گرم و سرد سال، بسیارآلوده (بزرگتر از ۲۰) است.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1495.1]

جدول ۴. مقادیر شاخص نایگارد- پالمر به تفکیک فصول سرد و گرم

فصل سرد	امتیاز در شاخص	فصل گرم	امتیاز در شاخص
Navicula sp.	۳	*Navicula* sp.	۳
Nitzschia sp.	۳	*Nitzschia* sp.	۳
Cymbella sp.	۰	*Cymbella* sp.	۰
Diatoma sp.	۰	*Diatoma* sp.	۰
Synedra sp.	۲	*Synedra* sp.	۲
Rhizosolenia sp.	۰	*Rhizosolenia* sp.	۰
Thalassionema sp.	۰	*Thalassionema* sp.	۰
Cyclotella sp.	۱	*Skeletonema* sp.	۰
Coscinodiscus sp.	۰	*Bacillaria* sp.	۰
Skeletonema sp.	۰	*Coscinodiscus* sp.	۰
Bacillaria sp.	۰	*Gomphonema* sp.	۱
Ankistrodesmus sp.	۲	*Cymatopleura* sp.	۰
Gomphonema sp.	۱	*Glenodinium* sp.	۰
Chaetoceros sp.	۰	*Euglena* sp.	۵
Cymatopleura sp.	۰	*Lepocinclis* sp.	۱
Glenodinium sp.	۰	*Exuviaella* sp.	۰
Prorocentrum sp.	۰	*Microcystis* sp.	۰
Chlorella sp.	۳	*Oscillatoria sp.*	۵
Oocystis sp.	۰	*Mougeotia sp.*	۰
Actinastrum. sp.	۰	*Chlorella* sp.	۳
Sphaeropleales sp.	۰	*Oocystis* sp.	۰
Cosmarium sp.	۰	*Actinastrum.* sp.	۰
Scenedesmus sp.	۴	*Sphaeropleales* sp.	۰
Chlamydomonas sp.	۴	*Cosmarium* sp.	۰
Anabaena sp.	۰	*Scenedesmus* sp.	۴
Microcystis sp.	۰	*Chlamydomonas* sp.	۴
Oscillatoria sp.	۵	*Actinastrum. sp.*	۰
Mougeotia sp.	۰	*Anabaena* sp.	۰
Merismopedia sp.	۰	*Prorocentrum* sp.	۰
Euglena sp.	۵	*Chaetoceros* sp.	۰
Lepocinclis sp.	۱		
Exuviaella sp.	۰		
مجموع مقادیر شاخص نایگارد- پالمردر فصل سرد	۳۴	مجموع مقادیر شاخص نایگارد- پالمر در فصل گرم	۳۱
توصیف شاخص	بسیارآلوده	توصیف شاخص	بسیارآلوده

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1495.1]

جدول ۵. نتایج شاخص نایگارد-پالمر به تفکیک ایستگاه در دو فصل سرد و گرم

ردیف ایستگاه	نوع زیستگاه	امتیاز هر ایستگاه در فصل زمستان	گونه های مشاهده شده در فصل زمستان	امتیاز هر ایستگاه در فصل تابستان	گونه های مشاهده شده در فصل تابستان
۱	دریا	۲۶	*Navicula sp.*(۳) –*Nitzschia sp.*(۳) –*Synedra sp.*(۲) – *Cyclotella sp.*(۱) – *Ankistrodesmus sp.*(۲) – *Gomphonema sp.*(۱) – *Scenedesmus sp.*(۴) *Chlamydomonas sp.*(۴) – *Euglena sp.*(۵) –*Lepocinclis sp.*(۱).	۲۵	*Navicula* sp.(۳)- *Nitzschia* sp.(۳)- *Synedra* sp.(۲)- *Euglena* sp.(۵)- *Gomphonema* sp.(۱)- *Chlorella* sp.(۳)- *Scenedesmus* sp.(۴)- *Chlamydomonas* sp.(۴).
۲	مصب	۲۹	*Navicula sp.*(۳) –*Nitzschia sp.*(۳) –*Synedra sp.*(۲) – *Cyclotella sp.*(۱) – *Ankistrodesmus sp.*(۲) – *Gomphonema sp.*(۱) –*Chlorella sp.*(۳) –*Scenedesmus sp.*(۴) – *Oscillatoria sp.*(۵) –*Euglena sp.*(۵).	۲۸	*Navicula* sp.(۳)- *Nitzschia* sp.(۳)- *Synedra* sp.(۲)- *Euglena* sp.(۵)- *Gomphonema* sp.(۱)- *Lepocinclis* sp.(۱)- *Oscillatoria sp.*(۵)- *Scenedesmus* sp.(۴)- *Chlamydomonas* sp.(۴).
۳	مصب	۳۰	*Nitzschia sp.*(۳) –*Synedra sp.*(۲) – *Cyclotella sp.*(۱) – *Ankistrodesmus sp.*(۲) – *Gomphonema sp.*(۱) –*Chlorella sp.*(۳) –*Scenedesmus sp.*(۴) *Chlamydomonas sp.*(۴) – *Oscillatoria sp.*(۵) –*Euglena sp.*(۵).	۲۷	*Navicula* sp.(۳)- *Nitzschia* sp.(۳)- *Synedra* sp.(۲)- *Euglena* sp.(۵)- *Gomphonema* sp.(۱)- *Lepocinclis* sp.(۱)- *Oscillatoria sp.*(۵)- *Chlorella* sp.(۳)- *Scenedesmus* sp.(۴).
۴	مصب	۳۱	*Navicula sp.*(۳) –*Synedra sp.*(۲) – *Cyclotella sp.*(۱) – *Ankistrodesmus sp.*(۲) – *Gomphonema sp.*(۱) –*Chlorella sp.*(۳) –*Scenedesmus sp.*(۴) *Chlamydomonas sp.*(۴) – *Oscillatoria sp.*(۵) –*Euglena sp.*(۵) –*Lepocinclis sp.*(۱).	۲۹	*Navicula* sp.(۳)- *Nitzschia* sp.(۳)- *Euglena* sp.(۵)- *Gomphonema* sp.(۱)- *Lepocinclis* sp.(۱)- *Oscillatoria sp.*(۵)- *Chlorella* sp.(۳)- *Scenedesmus* sp.(۴)- *Chlamydomonas* sp.(۴)

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1495.1]

ادامه جدول ۵.

۵	رودخانه نزدیک مصب	۳۳	*Navicula sp.*(۳) –*Nitzschia sp.*(۳) –*Synedra sp.*(۲) – *Ankistrodesmus sp.*(۲) – *Gomphonema sp.*(۱) –*Chlorella sp.*(۳) –*Scenedesmus sp.*(۴) *Chlamydomonas sp.*(۴) – *Oscillatoria sp.*(۵) –*Euglena sp.*(۵) –*Lepocinclis sp.*(۱).	۳۰	*Navicula* sp.(۳)- *Nitzschia* sp.(۳)- *Synedra* sp.(۲)- *Euglena* sp.(۵)- *Lepocinclis* sp.(۱)- *Oscillatoria sp.*(۵)- *Chlorella* sp.(۳)- *Scenedesmus* sp.(۴)- *Chlamydomonas* sp.(۴)
۶	رودخانه رو به بالادست	۳۴	*Navicula sp.*(۳) –*Nitzschia sp.*(۳) –*Synedra sp.*(۲) – *Cyclotella sp.*(۱) – *Ankistrodesmus sp.*(۲) – *Gomphonema sp.*(۱) –*Chlorella sp.*(۳) –*Scenedesmus sp.*(۴) *Chlamydomonas sp.*(۴) – *Oscillatoria sp.*(۵) –*Euglena sp.*(۵) –*Lepocinclis sp.*(۱).	۳۱	*Navicula* sp.(۳)- *Nitzschia* sp.(۳)- *Synedra* sp.(۲)- *Euglena* sp.(۵)- *Gomphonema* sp.(۱)- *Lepocinclis* sp.(۱)- *Oscillatoria sp.*(۵)- *Chlorella* sp.(۳)- *Scenedesmus* sp.(۴)- *Chlamydomonas* sp.(۴).

نتایج شاخص نایگارد پالمر به تفکیک ایستگاه و در دوفصل سرد و گرم (جدول ۵) نشان داد، مقادیر این شاخص در تمامی ایستگاه های مورد بررسی و در هر دو فصل سال بسیار زیاد است. نتایج همچنین نشان می دهند که شیب تغییرات میزان آلودگی از بخش منتهی به رودخانه(ایستگاه۶) به سمت دریا(ایستگاه۱) کاهش می‌یابد.

فشارهای شناسایی شده و کاربری‌ها در منطقه مورد مطالعه:

بر اساس بازدیدهای میدانی انجام شده، نتایج این پژوهش همچنین نشان داد که از مخاطرات محیط‌زیستی شناسایی‌شده در مقیاس‌حوضه می‌توان به: رشد مناطق‌شهری و حاشیه‌شهر؛ افزایش کشاورزی و باغداری؛ افزایش زباله؛ آلودگی‌محیطی؛ از بین‌رفتن خاک؛ تغییرات‌کیفی؛ تغییرات مورفولوژیکی و هیدرولوژیکی؛ افزایش تقاضای‌آب؛ معدن‌کاوی؛ مصرف‌کود و آفت‌کش؛ آبیاری؛ دامداری؛ چرای‌دام و مرغداری؛ تغییر کاربری اراضی؛ افزایش فضولات‌دامی و نشت‌فضولات و فاضلاب به آب رودخانه؛ آبزی‌پروری و پرورش‌ماهی؛ سدسازی و موانع؛ صید بی‌رویه ماهی و آبزیان؛ برداشت شن و ماسه؛ تغییراقلیم؛ شرکت‌های لبنی؛ صنایع‌چوب؛ قالیشویی‌ها؛ کارواش‌ها؛ هتل‌ها و رستوران‌ها؛ کارخانه‌های صنایع‌شیمیایی و داروسازی؛ واحدهای جوجه‌کشی و از جمله مخاطرات محیط‌زیستی شناسایی شده در مقیاس مصب می‌توان به کشاورزی و باغات؛ فعالیت‌های‌صنعتی داخل‌مصب؛ گردشگری؛ صید بی‌رویه ماهی با استفاده از دام‌های گوش‌گیر؛ اسکله قایق‌رانی؛ افزایش‌جمعیت؛ پروژه ساخت جاده‌ساحلی(ساخت پل روی مصب)؛ شرکت حریم‌سازان‌ساحل؛ سد لاستیکی در حریم‌مصب اشاره‌نمود. در شکل۲ برخی از مخاطرات و عوامل مخرب محیط‌زیستی موجود درحوضه رودخانه تجن و مصب آن ارائه شده است.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1495.1]

واحدهای تولیدی، کارخانه‌چوب و کاغذ

پل‌ها و موانع در حوضه‌آبریزتجن

فعالیت‌های زراعی

برداشت شن و ماسه و واحد شن‌شویی

کانال‌سازی، توسعه‌شهری

انتشار و دفع پساب و پسماند

تراکم کارگاه‌های پرورش‌ماهی

سدسازی- سد سلیمان‌تنگه

چرای‌دام

شکل ۲. تصاویر مربوط به برخی از مخاطرات محیط زیستی موجود درحوضه رودخانه‌تجن و مصب آن، واقع‌شده در حوضه جنوبی دریای‌خزر

بحث

هزینه‌های بالا در فرآیند نمونه‌برداری و لزوم سنجش‌مداوم مشخصات فیزیکو شیمیایی‌آب، باعث شده تا جوامع علمی برای ارزیابی کیفیت آب‌های سطحی به‌تحلیل ترکیب‌گونه‌ای گروه‌های متفاوت گیاهی و جانوری توجه کنند (۱۸ و ۳۷). از این‌رو ضمن رعایت این اصل که نظارت مستمر بر کیفیت بوم‌سازگان‌های آبی به‌عنوان یکی از بهترین تکنیک‌های حفاظت به‌شمار می‌رود، استفاده از عناصرزیستی برای این منظور به موضوعی بسیار کاربردی در میان متخصصین تبدیل شده‌است (۵۰). پایش‌زیستی کیفیت‌آب برخلاف اندازه‌گیری‌های فیزیکوشیمیایی می‌تواند برآیندی از واکنش‌های چندگانه عوامل مختلف را منعکس کنند (۲۶). نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که وضعیت بوم شناختی در منطقه مورد مطالعه مطلوب نیست و چیره بودن برخی جنس-های مقاوم به‌آلودگی با امتیاز بالا بر مبنای شاخص‌نایگارد – پالمر، وجود یک منطقه با کیفیت بسیارآلوده را تایید می‌کند. سونمان و همکاران (۲۰۰۱) نشان‌دادند که جلبک‌ها از راه‌های قابل‌توجهی در نشان‌دادن میزان آلودگی آب‌ها نقش ایفا می‌کنند (۴۷). بابازاده و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی میزان آلودگی تالاب بین‌المللی فریدونکنار با استفاده از شاخص‌زیستی نایگارد-پالمر دریافتند که آلودگی این تالاب با شاخص عددی ۱۳ در دوره انجام پژوهش "متوسط"بوده‌است (۵). این بدان‌معناست که شاخص نایگارد – پالمر می‌تواند در تعیین مطلوب‌تر وضعیت اکولوژیک پیکره‌های آبی در حوضه‌جنوبی دریای‌خزر نتایج قابل‌اطمینانی را در معرفی و نشان‌دادن کلیه‌شرایط(از کیفیت

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1495.1]

خوب تا بسیار بد) اکولوژیک ارائه نماید. ابراهیمی و همکاران سال (۱۳۹۶) در ارزیابی کیفیت‌آب رودخانه‌تجن با استفاده از برخی شاخص‌های‌زیستی نشان‌دادند کیفیت‌آب رودخانه‌تجن در طبقه‌کیفی متوسط تا خیلی بد قرار گرفته‌است(۱۸). همچنین نتایج پژوهش جواندل و همکاران (۱۳۹۶) با عنوان ارزیابی‌اکولوژیک جوامع کفزیان درشت‌ساحلی جنوب‌دریای‌خزر(مصب رودخانه‌تجن) با استفاده از شاخص AMBI(AZTI's Marine Biotic Index)نشان داد تنوع گروه‌های بی‌مهرگان کفزی درشت‌جثه نسبت به مطالعات گذشته کاهش اندک و فراوانی گونه‌های غالب افزایش داشته‌است(۲۵). بر مبنای نتایج پژوهش حاضر می‌توان گفت پایدار ماندن شرایط‌نامناسب باعث خارج‌شدن گونه‌های حساس کوچک و بزرگ‌جثه به‌وسیله رقبای قدرتمنداکولوژیک از چرخه رقابت شده‌است. آن‌دسته از گونه-های حساس و کوچک‌جثه‌ای که می‌توانستند نقشی حیاتی را در تغذیه موجودات زنده درشت‌جثه‌تر فراهم آورند، با حذف‌شدنشان از زنجیره‌غذایی، بقا موجودات بزرگ‌جثه را نیز در معرض‌خطر قرار داده‌اند. از این‌رو افزایش تدریجی گونه‌های چیره که مقاوم به آلودگی نیز می‌باشند و کم‌شدن تنوع گونه‌های بزرگ‌جثه در زنجیره‌غذایی می‌تواند نشانه‌ای از استمرار و تشدیدآلودگی پیکره‌آبی تلقی‌گردد. تعیین کیفیت‌آب مصب و رودخانه تجن با استفاده از پارامترهای فیزیکوشیمیایی توسط محققین متعددی انجام شده که از جمله آنها می‌توان به مطالعات کاظمی و زبردست (۱۳۹۷)اشاره‌نمود. آنها دریافتند که رودخانه‌تجن در برخی پارامترها با دیگر ایستگاه‌های مورد بررسی، اختلاف بیشتری دارد (۲۷). همچنین دلبری و همکاران (۱۴۰۰) با مطالعه روی ارزیابی کیفیت‌آب رودخانه‌تجن با استفاده از شاخص(Iran water quality index)IRWQIsc دریافتند ایستگاه‌های بالادست رودخانه‌تجن در کلاس توصیفی نسبتاخوب، و ایستگاه‌های میان‌دست و پایین‌دست و مصب رودخانه‌تجن در کلاس‌توصیفی بد قرار گرفته‌اند (۱۵). نتایج بررسی‌های مکانی در مطالعه فرقانی و قلی‌نژاد (۱۳۹۶) این موضوع را تایید می‌کند که تغییرات وسیع در مقدار عددی پارامترهای کیفی و کاهش کیفیت‌آب رودخانه در نواحی میانی و پایین‌دست حوضه‌آبریز رودخانه‌تجن وجود دارد (۲۳). آنچه از نتایج مطالعات دلبری و همکاران (۱۵) و همچنین فرقانی و قلی‌نژاد(۲۳) با استفاده از سنجش پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب قابل دستیابی است، وجود یک روند معنادار از افزایش در میزان آلودگی و کاهش‌کیفیت آب از بخش‌های بالادست تا پایین‌دست رودخانه و مصب‌تجن می‌باشد که با نتایج پیمایش‌ها و مشاهدات‌میدانی در این پژوهش مطابقت دارد. بازدیدهای میدانی فصلی و سایر بررسی‌های انجام‌شده در این مطالعه نیز گویای این مطلب است که در امتداد مسیر بالادست تا پایین‌دست رودخانه‌تجن و مصب آن، مخاطرات محیط زیستی متنوعی پراکنده‌اند (شکل ۳)به‌طوری‌که مصب‌تجن، هم از مقیاس محلی و هم در حوضه‌آبریز خود تنش‌های متعددی را دریافت می‌کند. اعظمی و همکاران (۱) نیز با سنجش کارایی شاخص‌های بیولوژیک ماهیان و بزرگ بی‌مهرگان آبزی در ارزیابی یکپارچگی‌اکولوژیک رودخانه‌تجن و ارتباط آن با عوامل‌زیستگاهی دریافتند که وضعیت اکولوژیکی رودخانه در قسمت های پایین دست مناسب نیست(۱). خب و همکاران (۲۸) نیز نشان دادند که تعداد روزهای "وقوع جریان حداقل" قبل از احداث سد از ۳۵۱ روز به ۲۸۶ روز پس از احداث‌سد کاهش یافته‌است. بر این‌مبنا جریان‌های حدی سالانه در رودخانه‌تجن دچار آشفتگی و تغییرات متوسطی گردیده‌است. تغییر در شاخص‌های هیدرولوژیک جریان، عمدتا تحت‌تاثیر احداث سد بوده‌است و نوع مدیریت‌هیدرولوژیکی سد به‌عنوان یک مخاطره محیط زیستی، تاثیر بسزایی بر وضعیت‌اکولوژیکی مصب‌تجن داشته‌است (۲۸). بنابراین، لزوم نگاه چند بُعدی به پیکره‌های آبی کشور و مدیریت یکپارچه آنها را به عنوان یک هدف استراتژیک آشکار می‌کند، موضوعی که کمتر مورد توجه قرار گرفته‌است.

یکی از ویژگی‌های این پژوهش را می‌توان بررسی وضعیت بوم‌سازگان مصب در دو مقیاس محلی و حوضه‌آبریز رودخانه‌تجن برشمرد. نتایج این مطالعه با رویکردهای چندگانه و مقایسه آن با پژوهش‌های متعدد انجام‌شده در سال‌های گذشته

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1495.1]

نشان می‌دهد که وضعیت‌کیفیت‌آب در این منطقه بسیار بحرانی است و برای مدیریت آن نیازمند اقدامات سریع اصلاحی است. نتایج شاخص مورد استفاده در این مطالعه با مطالعات گذشته در این ناحیه همخوانی داشته و تأییدی بر استفاده از این شاخص برای ارزیابی بوم سازگان‌های مشابه در سایر نواحی کشور و بخصوص در مصب‌های حوضه جنوبی دریای خزر می‌باشد. با این وجود استفاده از شاخص‌های مکمل دیگر مانند شاخص‌های تنوع زیستی (شاخص شانون- وینر، و ...)، یا شاخص‌های ABC-CURVE(Abundance Biomass Comparison curves), و M-AMBI(Multivariate AZTI Marine Biotic Index)جهت اطمینان و افزایش قطعیت نتایج توصیه می شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از حمایت‌های سازمان حفاظت از محیط‌زیست، معاونت محیط‌زیست‌دریایی و تالاب ها، دفترحفاظت از زیست- بوم‌های دریایی و سواحل‌دریایی و دانشگاه بیرجند تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

منابع

1- Aazami, J. 2015. Feasibility of fish and macroinvertebrate indices in ecological integrity assessment of Tajan river and relation to habitat parameters. PH. D thesis. Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran. (In Persian).
2- Al-Kanani, H. M. and S. A. Al-Essa. 2018. Assessment of Shatt Al-Arab water quality using Palmer's algal index, Basrah, Iraq. *Basrah Journal of Agricultural Sciences* 31(1): 70-77.
3- Allende, L., M. S. Fontanarrosa, A. Murno and R. Sinistro, 2019. Phytoplankton functional group classifications as a tool for biomonitoring shallow lakes: a case study. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems* 420: 5-18.
4- Arab, S., S. Hamil, M. A. Rezzaz, A. Chaffai and A. Arab. 2019. Seasonal variation of water quality and phytoplankton dynamics and diversity in the surface water of Boukourdane Lake, Algeria. Arab. *Arabian Journal of Geosciences* 12: 1-11.
5- Babazade, M., Jafari, N and Naghinejad, A. 2013. Investigating the level of contamination of Fereydunkanar international wetland using Palmer's biological index. In: Iran's National Environmental Research Conference. Shahid Mufatah College. Hamedan, Iran.October 31. pp 10-18 (In Persian).
6- Birk, S., W. Bonne, A. Borja, S. Brucet, A. Courrat, S. Poikane, A G. Solimini, W. van de Bund, N. Zampoukas and D. Hering. 2012. Three hundred ways to assess Europe's surface waters: An almost complete overview of biological methods to implement the Water Framework Directive. *Ecological Indicators* 18: 31-41.
7- Boney, A. D. 1989. Phytoplankton Edward Arnold. British library cataloguing publication data. 118 p. London, UK.
8- Borja, A., S. B Bricker, D. M Dauer, N. T. Demetriades, J. G. Ferreira, A. T. Forbes, P. Hutchings, X. Jia, R. Kenchington, J. C. Marques and C. Zhu. 2008. Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal systems worldwide. *Marine Pollution Bulletin* 56(9): 1519-1537.
9- Borja, A., A. Basset, S. Bricker, J. C. Dauvin, M. Elliott, T. Harrison, J. C. Marques, S. Weisberg and R. West. 2012. Classifying ecological quality and integrity of estuaries. pp. 125–162, In: E Wolanski and D. McLusky (eds.), Treatise on Estuarine and Coastal Science. Academic Press, Waltham.
10- Bricker, S. B., J. G. Ferreira and T. Simas. 2003. An integrated methodology for assessment of estuarine trophic status. *Ecological Modelling* 169: 39–60.
11- Chergui, F. H., M. B. Errahmani, M. S. Hamaidi, F. Benouaklil and H. Kais. (2014). Preliminary survey of phytoplankton Lakhal dam (Southeast of Algeria) using Palmer and Nyggards index. *Lakes, Reservoirs and Ponds* 8(2):122-136.
12- Costanza, R., R. d'Arge and R. de Groot. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.
13- Cupertino, A., B. Gücker, G. VonRückert and C. C. Figueredo. 2019. Phytoplankton assemblage composition as an environmental indicator in routine lentic monitoring: Taxonomic versus functional groups. *Ecological Indicators* 101: 522-532.
14- Dauvin, J. 2014. The evolution of habitat areas and carrying capacity for Western Cotentin estuaries (North-Western France). *Cahiers de Biologie Marine* 55(1): 77–89.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1495.1]

15- Delbari, F., K. Rezaei Tavabe, A. Mirvaghefi, A. Lahijanzade, M. Bagherzade Karimi and E. Salmroodi. 2022. Evaluation of water quality of Tajan river using IRWQIsc index. *Journal of Aquaculture Sciences* 10: 19. (In Persian).
16- Devlin, M., M. Best, D. Coates, E. Bresnan, S. O'Boyle, R. Park, J. Silke, C. Cusack, and J Skeats. 2007. Establishing boundary classes for the classification of UK marine waters using phytoplankton communities. *Marine Pollution Bulletin* 55: 91–103.
17- Devlin, M., J. Barry, S. Painting and M. Best. 2009. Extending the phytoplankton tool kit for the UK Water Framework Directive: indicators of phytoplankton community structure. *Hydrobiologia* 633, 151–168.
18- Ebrahimi, E., P. Fathi, F. Ghodrati, M. Naderi and A. Pirali. 2017. Assessment of Tajan River water quality with the use of biological and quality indicators. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 26(5): 139-151. (In Persian).
19- Edmonson, W. T. 1959. Fresh Water Biology. John Wiley and Sons Inc. New York.
20- Farjad fard, S., M. Sadra, N. Farsiabi and H. Rasulian. 2013. The effect of nitrate and phosphate chemical fertilizers on water pollution and its role in sustainable agriculture, case study: Tajan watershed). In: The Second National Conference on Sustainable Development of Agriculture and Healthy Environment.Hamedan.Iran.(In Persian).
21- Ferreira, J. G., S. B. Bricker and T. C. Simas. 2007. Application and sensitivity testing of a eutrophication assessment method on coastal systems in the United States and European Union. *Journal of Environmental Management*, 82(4): 433-445.
22- Forghani Tehrani, G., and R. Mostafavi. 2016. Zoning and water quality assessment based on different water quality indices in Tajan river, Mazandaran. Mazandaran Regional Water Company. Available online at: https://www.mzrw.ir/st/198. Accessed 25 May.2021. (In Persian).
23- Forghani, G., and M. Gholinezhad. 2017. River water quality monitoring and zoning using different quality indicators (case study: Tajen River). Project report. Ministry of Energy, Water Resources Management Company Mazandaran, Iran (In Persian).
24- Jahad Engineering Services Company. 2005. Identification studies justifying Tejan watershed project (Shahid Rajaei Dam catchment area). Vol,15, pp.85-94. (In Persian).
25- Javandel, N. 2017.An ecological evaluation of coastal macrobenthoses in southern parts of the Caspian Sea (estuary of Tajan river) applying the AMBI index. MSc thesis. Faculty of Marine and Oceanic Science, The University of Mazandaran. Iran (In Persian).
26- Jeffries, M., and D. Mills. 1990. Freshwater Ecology Principles and Applications, Belhaven Press, London.
27- Kazemi, A., and H. Zebardastrostami.2018. Investigating the amount of organic pollutants (bisphenol A and nonylphenol), heavy metals, anions and cations in the entrance of the plain and the mouth of important rivers of Mazandaran province and comparing between the studied stations in terms of different pollutants. In: Project report. Ministry of Energy, Water Resources Management Company, Mazandaran, Iran. (In Persian).
28- Khob, T., H. Mostafavi, H. Zeinivand, H. Esmaeilzadeh, M. Shojaei and M. Blouki. 2023. Investigating hydrological changes of Tejan river estuary (Southern Caspian Sea, Mazandaran province). *Journal of Environmental Research* 14(27).77-95. (In Persian).
29- King, R. P., and G. F. Jonathan. 2003. Aquatic Environmental Perturbation and Monitoring. African Experience. Texas.
30- Kohlmann, B., A. Arroyo, P. A. Macchi and R. Palma. 2018. Biodiversity and biomonitoring indexes. pp.83-106, in:chapther(6). integrated analytical Approaches for pesticide management. Academic Press. Costa Rica.
31- Lee, K. M., S. Y. Lee and R. M. Connolly. 2012. Combining process indices from network analysis with structural population measures to indicate response of estuarine trophodynamics to pulse organic enrichment. *Ecological Indicators* 18: 652–658.
32- Mahmudifard, A., J. Imanpoure Namin, K. Gholami Dashtaki and A. BozorgiMakrani. 2013. Biological monitoring of Tajan river using biological index (HFBI). In: National Conference of Aquatic Animal Sciences. Iranian Biology Association. Gilan University, Rasht. Iran. (In Persian).
33- Maosen, H. 1983. Freshwater plankton illustration. Agriculture Publishing House. UK.
34- Morris, C., S. Y. Lee and J. Van De Merwe. 2015. δ15N of estuarine fishes as a quantitative indicator of urbanization. *Ecological Indicators* 56: 41–49.
35- Palmer, C. M. 1969. Composite rating of algae tolerating organic pollution. *Journal of Phycology* 5, 78-82.
36- Pérez-Domínguez, R., S. Maci, A. M. Courrat, Lepage, A. Borja, A. Uriarte, J. M. Neto, H. Cabral, V. St Raykov, A. Franco, M. C. Alvarez and M. Elliott. 2012. Current developments on fish-based indices to assess ecological-quality status of estuaries and lagoons. *Ecological Indicators* 23: 34–45.
37- Pirali Zefrehei, A., and E. Ebrahimi. 2017. Introduction of several biological indices for the assessment of river water quality. *Journal of Water and Sustainable Development* 3(2): 35-42. (In Persian).
38- Plafkin, J. L. M. T., K. D. Barbour, S. K. PorterGross and R. M. Hughes. 1989. Rapid Assessment Protocols for Use in Streams & Rivers: Benthic Macro Invertebrates & Fish. Environmental Protection Agency press, Office of

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1495.1]

Water. United States. Washington, D.C.
39- Presscot, G.W. 1970. The Freshwater Algae. W. M. C. Brown Company publishing. Iowa.
40- Saeedi, M., A. Karbasi, G. Bidhendi and N. Mehrdadi. 2005. The effect of human activities on the accumulation of heavy metals in the water of Tajen river in Mazandaran province. *Journal of Environmental Studies* 40: 41-50. (In Persian).
41- Saeedi, M., A. Karbasi, G. Bidhendi, N. Mehrdadi, S. Gitipour and N. Hajizadehzaker. 2002. Behavior of Fe, Mn, Co, NI, Cd, Zn, Pb and Cu in bed sediments and suspended particles of Tajen river when mixed with Caspian Sea water. *Journal of Environmental Studies* 31: 21-30. (In Persian).
42- Sakhaei, N., B. Doostshenas and P. Mobed. 2017. Determining the Bahmanshir river health and biodiversity using Nygaard -Palmer and Saprobic indices. *Iranian Scientific Fisheries Journal*.26(5). (In Persian).
43- Scanes, P. 2016. Assessing estuary ecosystem health: sampling, data analysis and reporting protocols. Natural Resources Monitoring, Evaluation and Reporting Program. Technical Report. State of NSW and Office of Environment and Heritage, Australia.
44- Scheltinga, D. M., and A. Moss. 2007. A Framework for Assessing the Health of Coastal Waters: A Trial of the National Set of Estuarine, Coastal and Marine Indicators in Queensland. Environmental Protection Agency, Canberra, Australia.
45- Shekari saravi, M., M. R. Ahmadi, H. Rahmani and E. Kamrani. 2014. Evaluation of water quality based on biological indicators of Hilsenhof, Shannon-Wiener diversity and environmental indicators in Tajen river. *Journal of Fisheries Science and Technology* 3(4): 43-55. (In Persian).
46- Shirdel Darabi, I., and H. Zebardastrostami. 2018. Evaluating the effects of salmon breeding farms on water quality and determining the self-purification capacity of Haraz and Tajen rivers. Summary of the project report, Ministry of Energy, Water Resources Management Company, Mazandaran, Iran (In Persian).
47- Sonneman, J. A., P. F. Walsh Breen and S. K. Sharpe. 2001. Effects of urbanization on streams of Melbourne region, Victoria, Australia. II. Benthic diatom communities. *Freshwater Biology* 46(4): 553-565.
48- Sourina, A. 1978. Phytoplankton Manual. United Nations Educational, Scientific & Culture Organization.
49- Thrush, S. F., M. Townsend, J. E. Hewitt, K. Davies, A. M. Lohrer, C. Lundquist and K. Cartner. 2013. The many uses and values of estuarine ecosystems. In J. R. Dymond (ed.), Ecosystem services in New Zealand – conditions and trends. Manaaki Whenua Press, Lincoln, New Zealand. 226-237
50- Tokatli, C. 2013. Evaulation of water quality by using trophic diatom index: example of Porsuk dam lake. *Journal of Applied Biological Sciences* 7 (1): 01-04.
51- Toma, J. J. 2019. Algae as indicator to assess trophic status in Duhok lake, Kurdistan region of Iraq. *Journal of Garmian University* 6: 90-98.
52- Wu, N., X. Dong, Y. Liu, C. Wang, A. Baattrup-Pedersen and T. Riis. 2017. Using river microalgae as indicators for freshwater biomonitoring; review of published research and future directions. *Ecological Indicators* 81: 124-131.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1495.1]

IJAE
Iranian Journal of Applied Ecology

Investigating the Ecological Condition of the Tajen River Estuary Using the Nygaard-Palmer Index

M. Badri[1], M. Rezaee[2], H. Mostafavi[3]* and M. H. Sayyadi[4]

(Received: June 30-2024; Accepted: August 24-2024)

Abstract

Most of the world's aquatic ecosystems are experiencing a substantial decline in their ecological services. This research was conducted to investigate the ecological condition of the Tajen estuary using the Nygaard-Palmer index at six stations during both cold and warm seasons. The results led to the identification of 32 genera belonging to 27 orders and 8 classes of phytoplankton. The identified phytoplanktons were classified into five orders: *Ochrophyta, Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, and *Pyrrophyta*. The highest species richness was observed in *Bacillariophyceae*. Thirteen genera that are tolerant to pollution were identified, and the results indicated that the ecological condition of the Tajen estuary is undesirable, with a status index calculated as very polluted, exceeding 20 in both warm and cold seasons. Field investigations also revealed that the Tajen estuary is affected by various environmental hazards at both local and catchment scales. These hazards have created unfavorable conditions and pressure on this habitat, resulting in a shift towards more pollution-tolerant species within the estuary. Overall, this index can be recommended for the biological and ecological assessment of other estuaries in the southern Caspian Sea basin. To reduce uncertainty, other suitable complementary indices may also be employed.

Keywords: Biological index, Environmental assessment, Phytoplankton, Estuary, Southern Caspian Sea basin.

1- PhD student, Department of Environmental, University of Birjand, Birjand, Iran.
2- Assoc. Prof. Department of Environment, University of Birjand, Birjand, Iran.
3- Assist. Prof. Department of Biodiversity and Ecosystem Management, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
4- Assoc. Prof. Faculty of Natural Resources and Environment, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.
*: Corresponding Author, Email: hmostafaviw@gmail.com

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1495.1]