

دیاتومه های اپلیتیک و نقش آن در تعیین کیفیت آب رودخانه تجن، استان مازندران

ناهید مسعودیان^{۱*}، فتح اله فلاحیان^۲، طاهر نژاد ستاری^۳، اسداله متاجی^۴، رمضانعلی خاوری نژاد^۵

۱. استادیار سیستماتیک گیاهی، گروه زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دامغان
۲. استاد قارچ شناسی، گروه زیست شناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران
۳. دانشیار علوم گیاهی، گروه زیست شناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران
۴. استادیار جنگلداری، گروه جنگلداری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران
۵. استاد فیزیولوژی گیاهی، گروه زیست شناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

مکان انجام تحقیق: گروه زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دامغان

* مسؤول مکاتبات: دکتر ناهید مسعودیان، دامغان، کیلومتر ۱ جاده چشمه علی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دامغان، گروه زیست شناسی، تلفن ۵۲۳۶۸۱۴-۰۲۳۲، پست الکترونیکی: n.masoudian@damghaniau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۸

تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۳

چکیده

تجن یکی از رودخانه های منشاء گرفته از رشته کوه های البرز است. این مطالعه از فروردین تا اسفند ۸۶ انجام شد. نمونه برداری از دیاتومه های سطح سنگ ها و رسوبات رودخانه به صورت ماهیانه انجام گرفت. نمونه ها در محل توسط فرمالین ۴ درصد فیکس شدند و توسط روش پاتریک و ریمر از آنها لام تهیه شد و تشخیص گونه های دیاتومه ای توسط میکروسکوپ نوری و کلیدهای تخصصی انجام گرفت. برای مطالعه دیاتومه های اکوسیستم آبی، از روش شمارش استفاده شد، زیرا در این روش، جوامع و تغییرات مورفولوژیکی گونه ها بهتر مشخص می شود. در این تحقیق، عوامل فیزیکو-شیمیایی آب، مثل دما، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی، pH، اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، سدیم، پتاسیم، کلر، آمونیوم، کلسیم، منیزیم، سیلیس، نیترات، فسفات، سولفات و کل مواد محلول آب اندازه گیری شد. در این بررسی، ۹۵ گونه متعلق به ۲۳ جنس از دیاتومه های اپی لیت شناسایی شد. برای تفسیر اثر فاکتورهای آب روی گونه ها، آنالیزهای چند متغیره شامل TWINSpan (آنالیز دوطرفه گونه های معرف) و CCA (آنالیز تطبیقی متعارفی) روی دیاتومه های اپی لیت انجام شد. آنالیزها نشان دهنده رابطه کمی بین اجتماعات دیاتومه ای و متغیرهای محیطی هستند و می توان با استفاده از برخی تاکسون های جمعیت دیاتومه ای، تیپ های مختلف آب رودخانه را مورد مقایسه قرار داد.

واژه های کلیدی: دیاتومه های اپلیتیک، آنالیز دوطرفه گونه های معرف، آنالیز تطبیقی متعارفی، رودخانه تجن

مقدمه

شرایط زودگذر و کم دوام که توسط متدهای شیمیایی اندازه گیری می شوند، منعکس می کنند (۱). دیاتومه ها به عنوان معرف های شرایط محیطی مطرح هستند و می توانند به صورت موفقیت آمیزی در روشن کردن وضعیت شرایط زیست محیطی مورد استفاده قرار گیرند (۲). دیاتومه ها جمعیت های

دیاتومه ها می توانند به عنوان معرف های خوب شرایط اکولوژیکی سطحی عمل کنند. معیارهای سنجش های زیستی برخلاف سنجش های شیمیایی، دارای فواید زیادی هستند، چرا که وابسته به اثرات محیطی اند و شرایط مشخص و پایدار را به جای

مطلوبی برای مشخص کردن کیفیت آب به شمار می‌آیند (۳).

در بسیاری از مطالعات و تحقیق‌ها با استفاده از جمعیت‌های دیاتومه‌ای اپی‌لیت، کیفیت آب‌های جاری مورد ارزیابی قرار گرفته است، بدین صورت که با ارزیابی ترکیب گونه‌ای، رابطه آن را با کیفیت آب سنجیده‌اند (۴-۱۰).

سنجش شرایط زیست محیطی می‌تواند بر اساس بررسی گونه‌ای خاص (۱۱) یا بررسی گروهی از گونه‌های معرف (۱۲، ۱۳) و یا بررسی تمامی گونه‌های دیاتومه‌ای داخل آب (۱۴، ۱۵) صورت گیرد. در کشورهای مختلف همچنین ارتباط اجتماعات دیاتومه‌ای با متغیرهای محیطی مورد بررسی قرار گرفته است که هدف مطالعه و آزمایش الگوهای گونه‌های دیاتومه‌ای در ارتباط با متغیرهای محیطی در آب جاری است. در این مطالعات از آنالیزهای TWINSpan و CCA نیز برای مشخص ساختن رابطه بین اجتماعات دیاتومه‌ای و متغیرهای محیطی استفاده شده است که می‌توان به مطالعات Descy در سال ۱۹۹۱ و Donald در سال ۲۰۰۶، Pan & Stevenson در سال ۲۰۰۰ اشاره کرد (۱۶-۱۸).

مواد و روش‌ها

تجن یکی از رودخانه‌هایی است که در نهایت به دریای خزر می‌ریزد. این رودخانه از کوه هزار جریب و پشت کوه رشته کوه البرز سرچشمه می‌گیرد. تجن ۱۲۰ کیلومتر طول داشته و حوضه آبریز تجن در حدود ۲۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد. این حوضه آبریز در فاصله ۳۶ تا ۲۲ عرض شمالی از مدار استوا و ۳ تا ۵۳ طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد. سرشاخه‌های رودخانه تجن را سفید رود، رودخانه تجن و زارم رود تشکیل می‌دهند. رودخانه تجن از میانه شهر ساری می‌گذرد، اما قبل از ورود به شهر ساری، از مسیرهای جنگلی، روستایی و از کنار زمین‌های کشاورزی روستاییان و از کنار چندین کارخانه در ساری عبور می‌کند. رودخانه تجن در محل شهرستان ساری وارد پهنه ساحلی خزر شده و در ناحیه خزرآباد به دریای خزر می‌ریزد. در طول

رودخانه تجن ۱۰ ایستگاه برای نمونه‌برداری از دیاتومه‌های اپی‌لیت انتخاب شد. این ایستگاه‌ها تمام طول رودخانه، تقریباً از ابتدا تا محل ورود رودخانه به دریا را تحت پوشش قرار می‌دهند، معیار انتخاب این ایستگاه‌ها، فاصله تقریباً هم‌اندازه آنها با همدیگر، امکان دسترسی آسان به آن در زمان نمونه‌برداری، ارتباط آن با منابع آلوده‌کننده رودخانه و محل عبور رودخانه از مناطق مختلف جنگلی، کشاورزی، روستایی، شهری و شرایط آلوده اکولوژیک تقریباً یکسان در اطراف رودخانه است (۱۹).

نمونه‌برداری از ۱۰ ایستگاه موردنظر در طول رودخانه از فروردین ماه تا اسفند ماه ۱۳۸۶ ماهیانه در طول روز انجام گرفت. برای دیاتومه‌های اپی‌لیت یا دیاتومه‌های سطح سنگ رودخانه در هر ایستگاه در عرض رودخانه، سه سنگ انتخاب و از آنها نمونه‌برداری شد. سنگ‌ها از آب خارج و سطح مجاور سنگ با آب، توسط کاردک تراشیده شد و به داخل ظروف نمونه‌برداری منتقل گردید (۲۰). از سطحی معادل ۱۶ سانتی‌متر مربع، نمونه‌برداری در سه تکرار به عمل آمد (۲۱). نمونه‌ها در محل توسط فرمالین ۴ درصد تثبیت شدند (۲۲). سپس، محتویات سلولی دیاتومه‌ها توسط اسید کلریدریک و آب اکسیژنه (روش پاتریک و ریمر) تمیز و از آنها لام تهیه شد. مشاهده لام‌های آماده شده دیاتومه‌ها توسط میکروسکوپ نوری صورت گرفت. شناسایی و تشخیص گونه‌های دیاتومه‌ای با استفاده از کلیدهای شناسایی تخصصی صورت گرفت (۲۳-۲۵).

همزمان با نمونه‌برداری از دیاتومه‌های اپی‌لیت، یک لیتر آب از هر ایستگاه برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی جمع‌آوری شد. دما، pH، EC، DO و T.D.S در محل نمونه‌برداری سنجیده شدند. سایر فاکتورها شامل Na^+ ، K^+ ، Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، Cl^- ، NO_3^- ، SO_4^{2-} ، PO_4^{3-} ، SiO_2 ، BOD (اکسیژن موردنیاز بیولوژیکی)، COD (اکسیژن موردنیاز شیمیایی) و NH_4^+ پس از انتقال نمونه آب رودخانه به آزمایشگاه با استفاده از روش‌های استاندارد سنجیده شدند (۲۶).

۳ مشخص شده است. در این ۵ گروه در میزان متغیرها تفاوت زیادی وجود دارد. برای تفسیر بهتر نتایج آنالیز CCA، این آنالیز روی گونه‌ها دو بار انجام گرفت. بار اول، شامل همه ایستگاه‌ها و بار دوم، همه ایستگاه‌ها به غیر از ایستگاه‌های گروه A. زیرا با توجه به جدول ۳، متغیرهای آب در این گروه، تفاوت زیادی با سایر گروه دارد و از آن بالاتر است که این امر مانع می‌شود گونه‌ها در آنالیز CCA به خوبی از هم جدا شوند. با توجه به جدول ۴ که در رابطه با خلاصه نتایج CCA1 است. محور اول دارای مقدار ویژه ۰/۳۱۴ است و ۱۲/۶ درصد تغییرات را توجیه می‌کند و همبستگی بین این محور با متغیرها ۰/۹۸ است. محور دوم دارای مقدار ویژه ۰/۱۸ است و ۷/۲ درصد از تغییرات را توجیه می‌کند و همبستگی بین این محور با متغیرها ۰/۸۶ است. محور اول دارای همبستگی منفی با هدایت الکتریکی، TDS، پتاسیم، منیزیم، سیلیس، فسفات، سولفات و آمونیوم است و دارای همبستگی مثبت با نترات و DO است و محور دوم دارای همبستگی منفی با اسیدیته است (جدول ۶).

تصویر ۲ نمایانگر نتیجه حاصل از CCA1 است در این شکل، گونه *Achnanthes Reim. deflexa* در سمت منفی محور اول قرار گرفته است و در ایستگاه‌هایی که میزان کلر، سولفات و آمونیوم قابل توجه است حضور دارد و گونه‌های *Grun. Nitzschia Grun. و Navicula salinarum vermicularis* (Grun.)Cleve و *halophila* تا حدودی با این گونه همراه هستند.

گونه‌های *Surirella angustata* Kutz. و *Achnanthes linearis* Smith. در سمت منفی محور دوم قرار دارند و با میزان اکسیژن محلول رابطه عکس دارند. گونه *Cymbella Cleve. angustata* در سمت مثبت محور دوم قرار دارد و با میزان اکسیژن محلول رابطه مستقیم دارد.

تصویر ۳ نمودار حاصل از CCA2 را روی گونه‌ها نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۵، محور اول دارای مقدار ویژه ۰/۲۰۸ است و ۹/۱ درصد تغییرات را توجیه می‌کند و همبستگی بین این محور با متغیرها ۰/۹۱ است. محور دوم دارای مقدار ویژه ۰/۱۶ است و

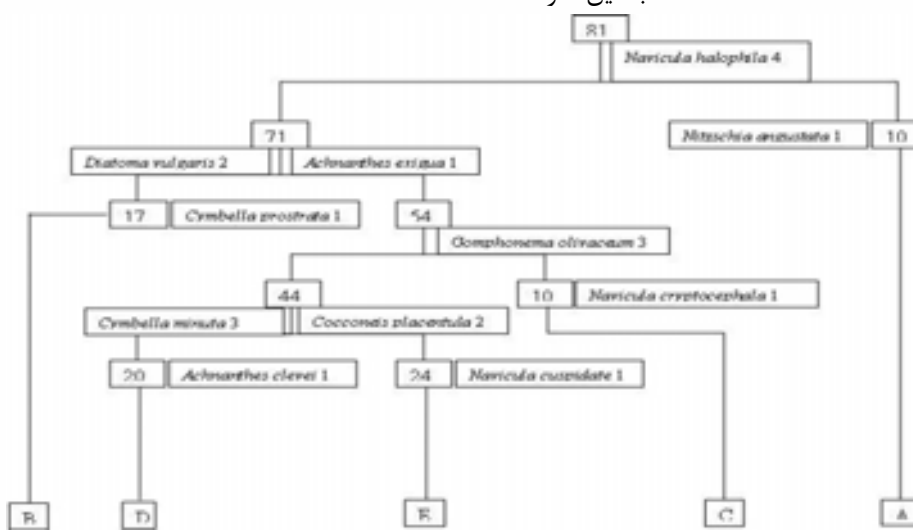
تجزیه و تحلیل اطلاعات دیاتومه‌ای مربوط به ایستگاه‌های مورد مطالعه، با نرم‌افزار PC-ORD و به روش TWINSpan انجام شد. در این روش، هر گروه از ایستگاه‌ها توسط گروهی از گونه‌های تفریقی مشخص می‌شوند. این گونه‌ها در یک جدول دوطرفه قرار می‌گیرند. در واقع، ایستگاه‌ها بر اساس وجود یا عدم وجود گونه‌ها با هم مقایسه شده و ایستگاه‌هایی که دارای تشابه بیشتری هستند در کنار هم قرار می‌گیرند (۲۷). آنالیز تطبیقی متعارفی یا CCA توسط اکولوژیست هلندی به نام Terbraak معرفی شده است (۲۸). در این آنالیز از داده‌های مربوط به ماتریس گونه‌ها در ایستگاه به همراه داده‌های ماتریس عوامل محیطی در ایستگاه استفاده می‌شود و رسته‌بندی همزمانی از گونه‌ها همراه با عوامل محیطی مربوطه، تهیه و نتایج در دیاگرامی دوپلاتی نشان داده می‌شود که تغییرات محیطی و به موازات آن، تغییرات داده‌های گونه‌ای را نشان می‌دهد. در دیاگرام دوپلاتی گونه-محیط، نقاط، ارائه‌دهنده گونه‌ها و فلش‌ها ارائه‌دهنده هر کدام از متغیرهای محیطی است که جهت فلش، تغییر عامل محیطی را در سرتاسر دیاگرام نشان می‌دهد.

نتایج

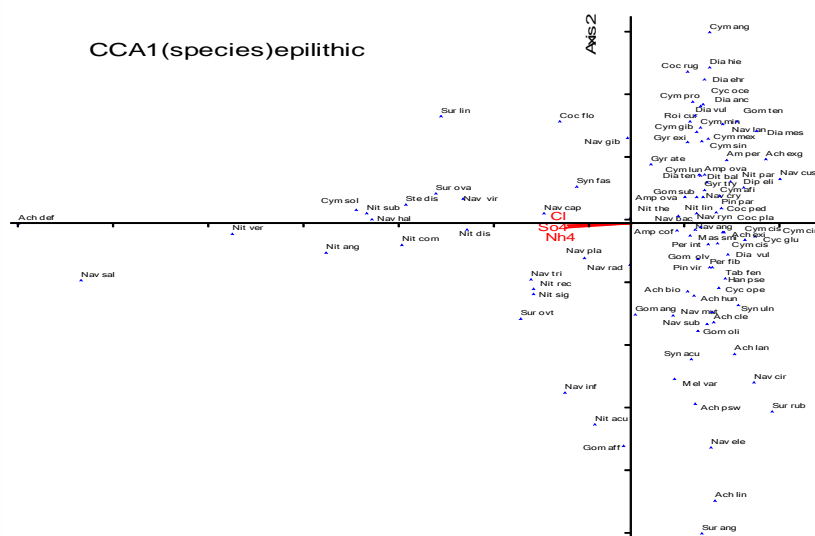
در این تحقیق، ۲۳ جنس و ۹۵ گونه متعلق به دیاتومه‌های اپلیت شناسایی شد که نام جنس‌ها و تعداد گونه‌های آن در جدول ۱ مشخص شده است. با استفاده از آنالیز TWINSpan، ۸۱ ایستگاه مورد مطالعه، در قالب ۵ گروه A, B, C, D, E و تقسیم‌بندی شدند (تصویر ۱، جدول ۲). با توجه به شکل ۱ گونه معرف *Nitzschia Grun angustata* مربوط به گروه A، گونه معرف *Cymbella (Berck.) Cleve prostrate* مربوط به گروه B، گونه‌های معرف *Cymbella minuta* (Hilse.)Mann. و *Cocconeis placentula* Ehr. مربوط به گروه C، گونه معرف *Achnanthes clevei* Grun. و گونه معرف *Navicula* مربوط به گروه E هستند. میانگین متغیرهای آب در ۵ گروه مذکور در جدول

Achnanthes Grun. همراه هستند. گونه‌های *Surirella robusta* Ehr. و *hungarica* در سمت منفی محور دوم و یا در ایستگاه‌هایی که میزان pH بالاتر باشد حضور دارند. محور اول دارای همبستگی منفی با هدایت الکتریکی، TDS، کلر، سدیم، پتاسیم، منیزیم، فسفات، سولفات، نیتрат، دما و آمونیوم و دارای همبستگی مثبت با اسیدیته است و محور دوم، با DO همبستگی مثبت دارد.

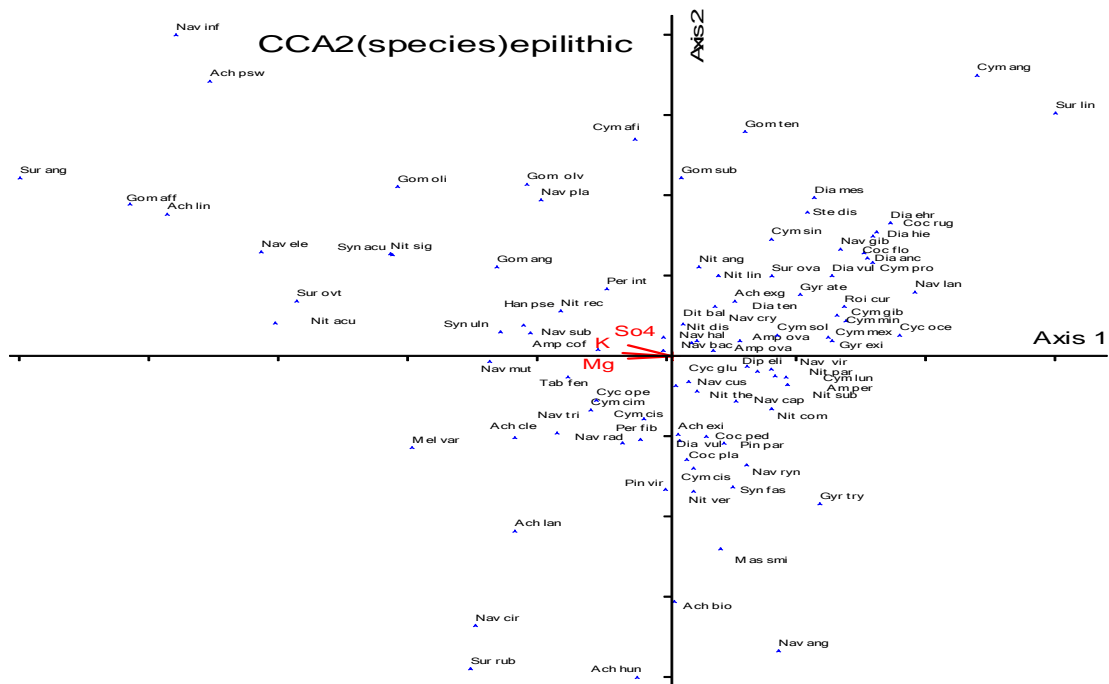
۷ درصد تغییرات را توجیه می‌کند و همبستگی بین این محور با متغیرها ۰/۸۴ است. محور اول دارای همبستگی منفی با هدایت الکتریکی، TDS، پتاسیم، منیزیم، سیلیس، فسفات، سولفات و آمونیوم و دارای همبستگی مثبت با نیترات و DO است و محور دوم، با اسیدیته همبستگی منفی دارد (جدول ۷). در این تصویر، گونه *Surirella angustata* Kutz. در سمت منفی محور اول قرار دارند و در ایستگاه‌هایی که پتاسیم، منیزیم و سولفات بالاست، حضور دارند و گونه‌های *Gomphonema affine* Kutz. و *Achnanthes linearis* Smith. با این گونه



تصویر ۱- نمودار طبقه‌بندی ایستگاه مورد مطالعه بر اساس نتایج TWINSpan



تصویر ۲- نمودار حاصل از CCA1



تصویر ۳- نمودار حاصل از CCA2.

جدول ۱- جنس های اپی لیتیک و تعداد گونه های آنها.

جنس ها (به ترتیب تعداد گونه ها)	تعداد گونه ها
<i>Navicula</i> Bory	۱۹
<i>Nitzschia</i> Hassal	۱۱
<i>Cymbella</i> Agardh	۱۰
<i>Achnanthes</i> Grun	۹
<i>Diatoma</i> Ehr	۶
<i>Gomphonema</i> Kutz	۶
<i>Gyrosigma</i> Hassal	۵
<i>Surirella</i> Turpin	۵
<i>Cocconeis</i> Ehr	۵
<i>Synedra</i> Ehr	۴
<i>Cyclotella</i> (Kutz.) Breb	۳
<i>Amphora</i> Ehr	۳
<i>Peronia</i> Part	۳
<i>Pinullaria</i> Ehr	۳
<i>Diploneis</i> Kutz	۲
<i>Cymatopleura</i> W.Sm	۲
<i>Melosira</i> Hust	۲
<i>Mastoglogia</i> Thw	۱
<i>Hantzschia</i> Kutz	۱
<i>Tabellaria</i> Ehr	۱
<i>Roicosphenia</i> Grun	۱
<i>Fragillaria</i> Lyn	۱
<i>Stephanodiscus</i> Ehr	۱

جدول ۳- میانگین متغیرهای آب برای ۵ گروه A, B, C, D و E

So4	PO ₄	Sio2	Cl	Mg	Ca	K	Na	TDs	pH	EC	
۳۷۴/۶۸	۰/۱۳۶	۱۲/۲۴	۳۰۶/۶۲	۵۸/۶۵	۹۵/۵	۱۹/۷۹	۲۶۷/۳۵	۲۶۲۶/۶	۷/۴۹	۲۹۵۰/۶	
۸۴/۳۱	۰/۰۴۹	۹/۵	۳۳/۵۴	۲۶/۸۶	۶۸/۵۲	۲/۹۸۷	۲۵/۰۴	۳۱۴/۸۲	۷/۳۱۷	۶۴۱/۰۵	A
۱۳۱/۰۹	۰/۰۶۴	۱۰/۵۲	۷۹/۷۴	۴۶/۰۹	۸۰/۰۴	۸/۱۵	۶۶/۷	۴۰۳	۷/۷۷۶	۸۱۸	B
۷۴/۹۷	۰/۰۵۳	۹/۷۵	۶۲/۹۹	۳۳/۴	۶۰/۷۵	۴/۰۰۶	۴۷/۵۸	۳۳۰	۷/۸۰۲	۶۸۰/۸۵	C
۸۴/۴۶	۰/۰۴۵	۹/۵۵	۳۵/۲۹	۳۴/۸۹	۶۹/۸۵	۴/۷۵	۲۶/۶۵	۳۴۶/۳	۷/۸۰۸	۶۹۵/۳۷	D
											E

جدول ۴- خلاصه نتایج CCA1

	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Eigenvalue	0.314	0.179	0.114
Variance in species data			
% of variance explained	12.6	7.2	4.5
Cumulative % explained	12.6	19.7	24.3
Pearson Correlation, Spp-Envt*	0.978	0.859	0.865

جدول ۵- خلاصه نتایج CCA2

	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Eigenvalue	0.208	0.159	0.111
Variance in species data			
% of variance explained	9.1	7.0	4.8
Cumulative % explained	9.1	16.1	20.9
Pearson Correlation, Spp-Envt*	0.919	0.848	0.864

جدول ۶- میزان همبستگی محورها با متغیرهای آب در CCA1

	متغیرهای آب	محور اول	محور دوم	محور سوم
1	EC	-0.917	-0.087	-0.006
2	pH	0.345	0.37	0.094
3	TDS	-0.898	0.052	0.002
4	Na	-0.923	-0.100	0.154
5	K	-0.897	-0.258	0.112
6	Ca	-0.644	-0.355	-0.090
7	Mg	-0.662	-0.476	0.088
8	Cl	-0.929	-0.088	0.143
9	SiO ₂	-0.444	-0.221	0.066
10	PO ₄	-0.470	-0.102	-0.011
11	SO ₄	-0.950	-0.143	0.049
12	NO ₃	-0.678	0.107	-0.0138
13	DO	0.220	0.229	-0.120
14	BOD	-0.274	-0.384	-0.470
15	COD	-0.088	-0.292	-0.428
16	TEMP	-0.284	-0.083	0.020
17	NH ₄	-0.940	-0.059	0.009

جدول ۷- میزان همبستگی محورها با متغیرهای آب در CCA2.

محور سوم	محور دوم	محور اول	متغیر های آب
0.064	-0.106	-0.675	EC
0.050	-0.076	0.015	pH
0.175	-0.182	-0.655	TDS
-0.369	0.202	-0.295	Na
-0.052	0.100	-0.873	K
0.573	0.021	-0.462	Ca
0.021	-0.042	-0.712	Mg
-0.411	0.266	-0.324	Cl
-0.228	-0.87	-0.294	SiO ₂
-0.044	-0.88	-0.123	PO ₄
0.337	0.264	-0.715	SO ₄
0.006	-0.149	0.237	NO ₃
0.185	0.014	0.237	DO
0.456	-0.318	-0.322	BOD
0.423	-0.327	-0.216	COD
0.373	0.122	-0.091	TEMP
0.136	0.156	-0.654	NH ₄

بحث

Navicula cuspidata گونه‌های شاخص گروه D و E یا بخش‌های میانی رودخانه هستند که در این ایستگاه‌ها با افزایش آلودگی میزان BOD و COD افزایش می‌یابد، پس این دو گونه، شاخص نقاط آلوده رودخانه است. این دو گونه برای نقاطی از رودخانه با آلودگی بالا در مطالعات Atici و همکارانش در سال ۲۰۰۸ گزارش شده اند (۳). بر اساس این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که آنالیزها نشان‌دهنده رابطه‌ای کمی، بین اجتماعات دیاتومه‌ای و متغیرهای محیطی هستند و می‌توان با استفاده از برخی تاکسون‌های جمعیت دیاتومه‌ای، تیپ‌های مختلف آب رودخانه‌ها را مورد مقایسه قرار داد. ساختار جمعیت دیاتومه‌ای و حساسیت خاص برخی از گونه‌ها می‌تواند در ارتباط با درجه کیفیت آب باشد. فراوانی برخی از گونه‌های دیاتومه‌ای خاص می‌تواند به عنوان معرف‌های زیستی برای آلودگی‌ها و آشفتگی‌های آب‌ها مورد استفاده قرار گیرد. گسترش متدهای بیولوژیکی در تشریح آلودگی آب جاری، یکی از اهداف مهم در تحقیقات دیاتومه‌ای در چند سال گذشته بوده است. تغییرات کیفیت آب در طول رودخانه تجن در طی این مطالعه مشاهده شد، که این تغییرات روی ترکیب جمعیتی دیاتومه‌های اپی‌لیت تاثیرگذار بوده است، به طوری که تغییر ساختار جمعیت و فراوانی گونه‌ای، به‌عنوان یک

جنس‌های *Navicula Bory*، *Nitzschia*، *Achnanthes*، *Cymbella* Agardh، *Hassal*، *Gomphonema* و *Diatoma Ehr*، *Grun*، *Kutz* به ترتیب با داشتن ۱۹، ۱۱، ۱۱، ۹، ۶ و ۶ گونه، حضور بیشتری در ایستگاه‌های مختلف نسبت به سایر جنس‌ها داشتند در بررسی‌های فلوریستیکی انجام شده در رودخانه‌های دنیا چنین وضعیتی مشاهده شده است (۲۹-۲۷).

با توجه به نتایج، گونه شاخص اپی‌لیت گروه A، *Nitzschia angustata* است، گروه A شامل ایستگاه‌هایی است که دارای املاح و شوری بالا هستند و این نتایج، همسو با نتایجی است که اظهار می‌دارند گونه‌های جنس *Nitzschia Hassal* در آبی با میزان املاح و نمک بالا غالب هستند (۲۸). گونه شاخص اپی‌لیت گروه B، *Cymbella prostrata* است این گونه در ایستگاهی با آلودگی کشاورزی و صنعتی، افزایش می‌یابد. نتایج به‌دست آمده توسط محققان در سال ۲۰۰۶ این امر را تأیید می‌کند (۸). گونه *Navicula cryptocephala* گونه شاخص گروه C است. این امر مطابق با نتایجی است که بیان می‌دارد، این گونه در مناطقی از رودخانه که آلوده باشد، افزایش قابل‌توجهی دارد (۱۶). گونه‌های *Achnanthes clevei* و

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از زحمات بی‌شائبه جناب آقای مهندس محمد نادرپور به دلیل مساعدت در انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

معرف در توصیف تغییرات عناصر آب مورد استفاده قرار گرفت. در پایان پیشنهاد می‌شود که چون روی رودخانه تجن همانند اکثر رودخانه‌های دائمی سد ساخته شده است، این مطالعه در مورد دیاتومه‌های موجود در دریاچه پشت سد هم صورت گیرد.

منابع مورد استفاده

1. جمالو، ف. ۱۳۸۴. فلور دیاتومه ای رودخانه جاجرود، رساله دکتری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی.
2. APHA. 1985. Standard methods for the examination of water and wastewater. 16thed. Portcity press. Baltimore, Maryland. Pp. 1268.
3. Atici, T., Ahiska, S., Altinda, A., Aydin, D., 2008. Ecological effects of some heavy metals (Cd, Pb, Hg, Cr) pollution of phytoplanktonic algae and zooplanktonic organisms in Sarlyar Dam Reservoir in Turkey. African Journal of Biotechnology 7: 1972-1977.
4. Bate, G., Smailes, P., Adans, J., 2004. A water quality index for use with diatoms in the assessment of rivers. Water S A 40: 493-502.
5. Cholnoky, B. J., 1970. Bacillariophyceae from the Bangweulu Swamps Cercle Hydrobiologique de Bruxelles, Brussels.
6. Cox, E. J., 1991. What is the basis for using diatoms as monitors of river quality? In: Whitton BA, Rott E and Friedrich G (eds.) Use of algae for monitoring rivers. Institut für Botanik, Universität in Innsbruck. Pp. 33.
7. Descy, J. P., Coste, M., 1991. A test of methods for assessing water quality based on diatoms. Verhandlung Internationale Vereinigung de Limnologie 24: 2112-2116.
8. Donald, F., 2006. Large-scale regional variation in diatom-water chemistry-relationships: rivers of the eastern United States. Hydrobiologia 561: 27-57.
9. Hill, M. O., 1979. TWINSPLAN A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Section of Ecology and Systematics. Cornell University, Ithaca, New York, USA.
10. Hustedt, F., 1976. Kieselagen (Diatomeen). Kosmos, Stuttgart. Pp. 70.
11. Juttner, I., Rothfritz, H., Ormerod, S. J., 1996. Diatoms as indicators of rivers water quality in the Nepalese Middle Hills with consideration of the effects of habitats-species sampling. Freshwater Biol 36: 475-486.
12. Kelly, M. G., Whitton, B. A., 1995. The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. J Appl Phycol 7: 433-444.
13. Kelly, M. G., 1998. Recommendations for the routine sampling of diatoms for water assessments in Europe. Journal of Applied Phycology 10: 215-224.
14. Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 1985. Naviculaceae Neue und weing bekannet Taxa, neue Kombination und Synonyme sowie Bemerkungen zu einigen Gattungen. Bibliotheca Diatomologia 9: 230-235.
15. Lowe, R. L., Pan, Y. D., 1996. Benthic Algal Communities as Biological Monitors. in: R. J. Stevenson, M. L. Bothwell and R L. Lowe (eds.), Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystem, Academic Press Inc., San Diego. pp. 705-739.
16. Ndiritu G. G., Gichuki N. N., Kaur P., Triest L., 2003. Characterization of environmental gradients using physico-chemical measurements and diatom densities in Nairobi River, Kenya. Aquat Ecosyst Health Manage 6: 343-354.
17. Pan, Y., Stevenson, R. J., 2000. Spatial pattern and determinants of

- benthic algal assemblages in mid-atlantic stream USA. *J Phycol* 35: 460-468.
18. Patick, R., Reimer, C. W., 1966. The diatoms of the United States second printing, printing in United States of America, pp. 673.
 19. Patrick, R., 1977. Ecology of fresh water diatoms and diatom communities. In: Werner, D. (ed) *The biology diatoms*. Botanical Monographs 13: 284-332.
 20. Round, F. E., 1991. Use of diatoms for monitoring rivers. In: Whitton, B. A. E., Rott G., Friedrich (eds), *Use of Algae for Monitoring Rivers* Düsseldorf: 25-32.
 21. Raschke R. L., 1993. Diatom (Bacillariophyta) community response to phosphorus in Everglades National Park, USA. *J Phycol* 32: 48-58.
 22. Sahin. B., 2002. Epipellic and epilithic algae of Yedigöller lakes (Erzurum-Turkey). *Turk J Biol* 26: 221-228.
 23. Salmoni, S. E., 2006. Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravata river Rio Grande do sul, Brazil. *Hydrobiologia* 559: 233-246.
 24. Schoeman, F. R., 1976. Diatom indicator groups in the assessment of water quality in the Jukskei-Crocodile River System (Transvaal, Republic of South Africa). *J Limnol Soc South Afr* 2: 21-24.
 25. Stevenson, R. J., 1984. Epilithic and epipellic diatoms in the Sandusky River, with emphasis on species diversity and water quality. *Hydrobiologia* 114: 161-175.
 26. TerBraak, C. J. F., 1986. Canonical Correspondence Analysis: A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67: 1167-1179.
 27. Trotter, D. M., Hendricks, A. C., 1979. Attached, filamentous algal communities. In: *Methods and measurements of periphyton communities: a review*. ASTM STP 690 (ED. Weitzel, R. L.) American society for testing and materials 58-69.
 28. Valentina, V., William, M., 1999. Temporal and altitudinal variations in the attached algae of Mountain stream in Colorado. *Hydrobiologia* 390: 99-106.