

شناسایی دیاتومه‌های جنس *Diatoma De Candolle* و بررسی تأثیر عوامل فیزیکوشیمیایی بر پراکنش آن‌ها

فاطمه جمالو^{۱*}

FJamaloo@gmail.com

ظاهر نژاد ستاری^۲

تاریخ پذیرش: ۸۸/۶/۷

تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۱۹

چکیده

زمینه و هدف: دیاتومه‌ها و از جمله گونه‌های جنس *Diatoma De Candolle* جزء فلور جلبکی متداول اکوسیستم‌های آبی هستند. جمعیت‌های دیاتومه‌های اپی‌لیتیک، اپی‌پلیک و اپی‌فیتیک بهترین شاخص کیفیت آب هستند. روش بررسی: در این تحقیق نمونه‌ها بطور ماهیانه، در ۶ ایستگاه انتخابی از سه بستر سنگ، رسوب و گیاه جمع‌آوری شدند. عوامل فیزیکوشیمیایی آب نظیر دما، pH، قابلیت هدایت الکتریکی و اکسیژن محلول در هنگام نمونه برداری و اکسیژن مورد نیاز بیولوژیک و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. نمونه‌ها با مشاهده تزئینات پوسته سیلیسی از طریق منابع موجود شناسایی شدند.

یافته‌ها: گونه‌های *Diatoma mesodon* (Ehr.)، *Diatoma ehrenbergii* Kutz.، *Diatoma anceps* (Ehr.) Kirchn.، *Diatoma vulgare* Var.، *Diatoma vulgare* Var. *breve* Grun.، *Diatoma tenuis* C. A. Agardh.، Kutz.، *Diatoma vulgaris* Bory *linearis* V. H. شناسایی شدند.

بحث و نتیجه‌گیری: افزایش مقدار عوامل فیزیکوشیمیایی از جمله BOD و COD که شاخص آلودگی آب هستند در سمت پایین دست حاکی از افزایش مقدار آلودگی است. شمارش دیاتومه‌ها نشان داد تراکم دیاتومه‌ها به سمت پایین دست افزایش می‌یابد. آنالیز واریانس دو طرفه نشان دهنده ارتباط معنی‌دار بین افزایش تراکم دیاتومه‌ها و افزایش میزان آلودگی است.

واژه‌های کلیدی: *Diatoma*، عوامل فیزیکوشیمیایی، پراکنش

۱ - استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم، قم، ایران * (مسئول مکاتبات).
۲ - دانشیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

Identify *Diatoma* Genus and Study of Physicochemical factors in their distribution

Fatemeh Jamallou *¹

fjamaloo@gmail.com

Taher Nejad sattari²

Abstract:

Background and Objective: *Diatoma* De Candolle is common algae flora in aquatic ecosystem. Epilithic, Epipellic and Epiphytic population are the best indicator for water quality.

Method: In this study, samples were taken on monthly, of 6 different station of rock, sediment and plant surface. Physicochemical parameters such as temperature, pH, Electrical Conductivity and Dissolved Oxygen were insitu measured in site and Biological Oxygen Demand and Chemical Oxygen Demand were measured in laboratory. Diatoms identify on the basis of morphological characters of the silica cell wall.

Findings: species from *Diatoma* De Candolle in Jajrood river were identified consist of: *Diatoma anceps* (Ehr.) Kirchn. *Diatoma ehrenbergii* Kutz. *Diatoma mesodon* (Ehr.) Kutz. *Diatoma tenuis* C. A. Agardh. *Diatoma vulgare* Var. *breve* Grun. *Diatoma vulgare* Var. *linearis* V. H. *Diatoma vulgaris* Bory.

Discussion and Conclusion: Physicochemical factors such as BOD and COD increases and the water pollution index, are down the river is significant pollution increases. Diatoms counting showed diatoms density down the river to increase. Two-way ANOVA showed a significant correlation is between increased diatoms density and increased pollution.

Key words: *Diatoma*, Physicochemical Factors, distribution.

1- Assistant Prof, Department of Biology, Qom Branch, Islamic Azad University, Qom, Iran * (Corresponding Author).

2- Associate Prof, Department of Biology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

مقدمه

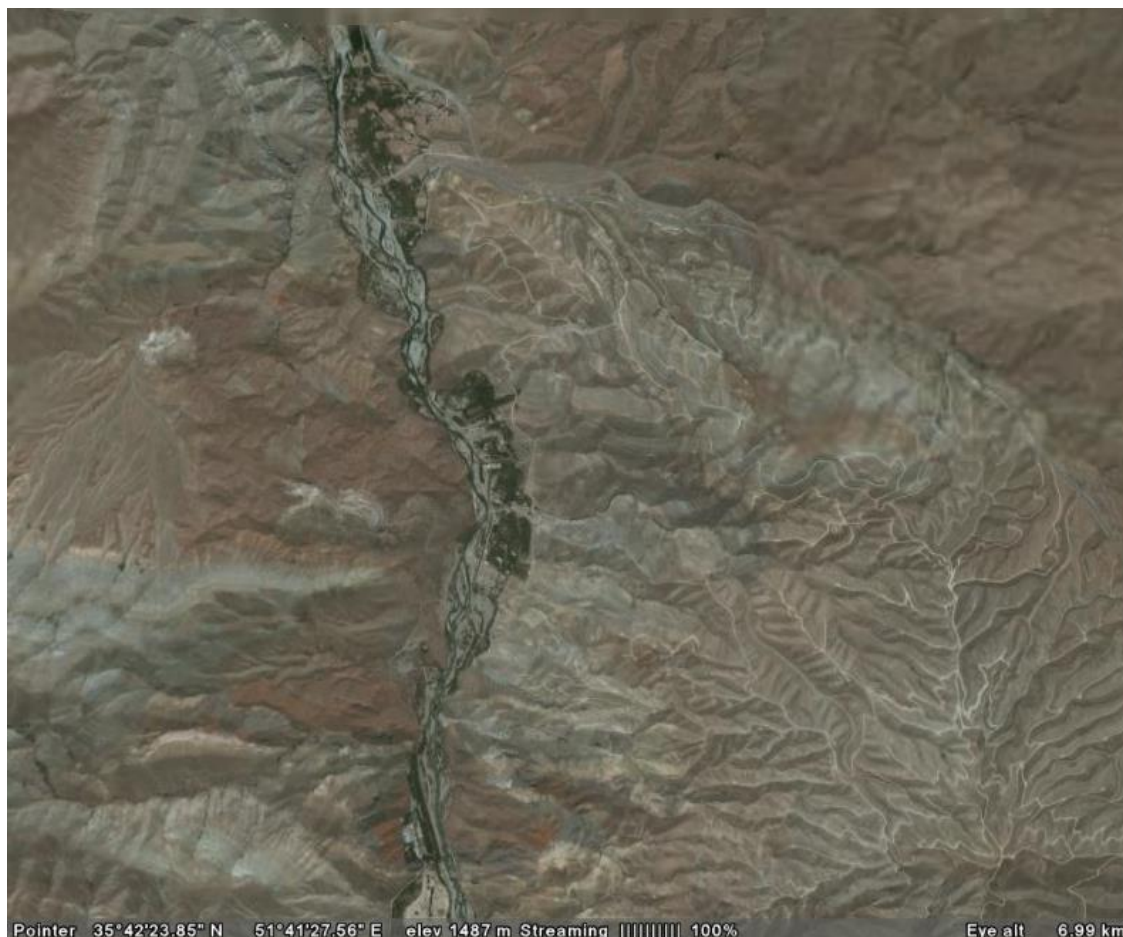
دیاتومه ها گروهی از جلبک های تک یاخته ای شاخه باسیلاریوفیتا (Bacillariophyta) می باشند. دیاتومه ها دارای جنس ها و گونه های مختلف می باشند که یکی از آنها، جنس *Diatoma De Candolle* می باشد که چند گونه از آن در این بررسی شناسایی شده است. اجتماعات جنس *Diatoma De Candolle* در زیستگاه های آبی به صورت اشکال مختلف: اپی لیتون (سطوح سخت)، اپی پلون (سطح رسوبات نرم) و اپی فیتون (سطح گیاهان عالی) مشاهده می شوند (۲۰). بررسی تاکسونومیک دیاتومه ها بر اساس صفات شاخص مانند شکل کلی کفه، شکل کلی در دید جانبی، شکل کلی در دید کفه ای، طول کفه، عرض کفه، نسبت طول به عرض، شکل شیارها، تعداد شیارها در $10\mu\text{m}$ ، شکل نوک کفه، شکل کلونی در صورت دارا بودن و... انجام می گیرد (۱). رشد و نمو دیاتومه ها در رودخانه ها تحت تاثیر عوامل متعددی می باشد که بر فراوانی آنها تاثیر می گذارند. اغلب دیده می شود که دیاتومه ها نسبت به افزایش و تغییرات یک ماده خاص مقاوم می باشند و حضورشان در محیط حاوی یک ماده خاص، آنها را به عنوان دیاتومه شاخص آن ماده مطرح می نماید. بنابراین تعداد دیاتومه ها و ترکیب تاکسونومیکی آنها نشان دهنده تغییر کیفیت آب می باشد. همچنین دیاتومه ها برای بررسی آلودگی ناشی از مواد آلی حایز اهمیت می باشند. رسوبات فصلی رودخانه ها بر ترکیب گونه ای، فراوانی کفه ها و جرم توده خشک تأثیر گذار است. از

دیاتومه ها می توان برای بررسی شرایط اقلیمی در گذشته استفاده کرد.

علاوه بر این در انواع دیگر تنش های محیطی نظیر آلودگی فلزات سنگین که کیفیت آب را تحت تاثیر قرار می دهند نیز کاربرد دارند. بررسی ها نشان می دهند که دیاتومه ها شاخص های مناسبی برای بعضی فلزات سنگین سمی می باشند (۴). در اکثر مناطق دنیا مطالعات گسترده ای در زمینه دیاتومه ها انجام شده است. (۵، ۸، ۹، ۱۰، ۱۷، ۱۸، ۲۱). اما چنین مطالعاتی در کشور ما بسیار محدود می باشد (۱، ۳). با توجه به این که جوامع دیاتومه ای در اکوسیستم های آبی به علت تغییرات اقلیمی، پستی و بلندی، بستر، شیب و ورود مواد آلاینده به آن متفاوت می باشند به همین دلیل هدف از این پژوهش بررسی، شناسایی و تأثیر عوامل فیزیکی شیمیایی موثر بر زندگی دیاتومه های جنس *Diatoma De Candolle* می باشد.

روش بررسی

این تحقیق در اکوسیستم آبی انجام شد. اکوسیستم آبی در فاصله 41° و 51° تا 48° و 51° طول جغرافیایی و 37° و 35° تا 47° و 35° عرض جغرافیایی قرار گرفته است. این اکوسیستم به صورت دائمی می باشد سر چشمه اصلی اکوسیستم آبی در دامنه جنوبی البرز مرکزی و در کوه های کلون بستک در نزدیکی گرمابدره می باشد. (۲) (شکل ۱).



شکل ۱- حوزه آبریز اکوسیستم آبی و موقعیت ایستگاه های نمونه برداری:

Figure 1-Equatic ecosystem Basin and Sampling locations:

S₁: ایستگاه ۱: ۵۱° ۴۱' ۴۶.۴۷" E و ۳۵° ۴۳' ۵۷.۶۰" N

S₂: ایستگاه ۲: ۵۱° ۴۱' ۳۸.۶۰" E و ۳۵° ۴۴' ۲۲.۹۷" N

S₃: ایستگاه ۳: ۵۱° ۴۱' ۴۶.۷۵" E و ۳۵° ۴۴' ۴۰.۰۱" N

S₄: ایستگاه ۴: ۵۱° ۴۱' ۵۰.۲۰" E و ۳۵° ۴۵' ۰۴.۹۷" N

S₅: ایستگاه ۵: ۵۱° ۴۱' ۴۷.۲۷" E و ۳۵° ۴۵' ۲۷.۰۴" N

S₆: ایستگاه ۶: ۵۱° ۴۱' ۳۶.۱۸" E و ۳۵° ۴۵' ۴۸.۷۱" N

دستگاه Multimeters مدل Consort 535 اندازه گیری شدند و عوامل اکسیژن مورد نیاز بیولوژیک (Biological Oxygen Demand) و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (Chemical Oxygen Demand) در آزمایشگاه اندازه گیری شدند. در نمونه برداری دیاتومه های اپی لیتون از سطوح سنگ ها و با استفاده از کاردک، ۱۶ cm² از سطح رویی سنگ ها تراشیده و به شیشه های ۲۵ میلی لیتری منتقل

- نمونه برداری: نمونه برداری در ۶ ایستگاه انجام شد. انتخاب ایستگاه ها به صورتی بود که هر ایستگاه در نزدیکی یک منبع آلاینده محیطی انتخاب شد.

نمونه برداری به صورت ماهیانه انجام شد. عوامل فیزیکی شیمیایی آب نظیر دما، pH، قابلیت هدایت الکتریکی (Electrical Conductivity) و میزان اکسیژن محلول آب (Dissolved Oxygen) در محل نمونه برداری توسط

متر مربع محاسبه گردید و به سطح نمونه برداری شده تقسیم گردید (۲۲). در انتها نمونه‌ها از طریق منابع موجود شناسایی شدند (۶، ۱۱، ۱۵، ۱۶).

اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی

در هر ایستگاه خصوصیات فیزیکوشیمیایی شامل دما، اکسیژن محلول (DO)، pH و هدایت الکتریکی (EC) با استفاده از دستگاه Multimeters مدل Consort 535 واقع در مجتمع آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی قم در محل اندازه‌گیری شد. دیگر متغیرهای فیزیکوشیمیایی نظیر اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD) و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) در آزمایشگاه و با استفاده از روش‌های Standard Method اندازه‌گیری شد (۱).

آنالیز واریانس (ANOVA)

برای تجزیه و تحلیل اثر عوامل ایستگاه (مکان) و تاریخ نمونه برداری (زمان) بر تعداد سلول دیاتومه‌های اپی-لیتون، اپی-پلون و اپی-فیتون آنالیز واریانس دوطرفه (ANOVA دو طرفه) انجام شد.

نتایج

- نتایج تاکسونومیک: در بررسی تاکسونومیک دیاتومه‌ها ۷ گونه از جنس جنس *Diatoma De Candolle* شناسایی شد (شکل ۲). که بعضی از این گونه‌ها فقط در یک بستر و عده‌ای به صورت مشترک در دو یا سه بستر سنگ، رسوب و گیاه مشاهده شدند (جدول ۱).

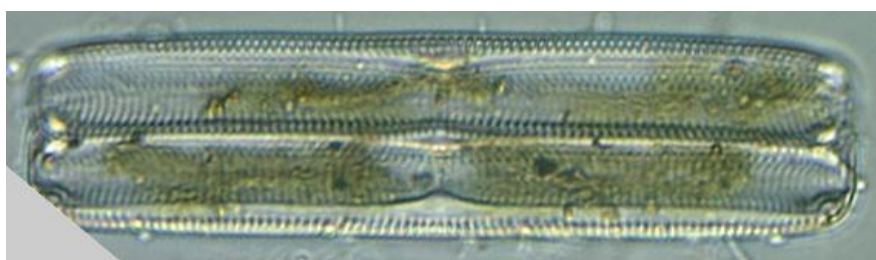
شدند (۱۹). در نمونه برداری دیاتومه‌های اپی پلون نیز 16 cm^2 از سطح رسوب و به عمق 0.5 cm توسط کاردک برداشته شد و به شیشه‌های ۲۵ میلی لیتری منتقل شدند (۱۴). نمونه برداری دیاتومه‌های اپی فیتون، از گیاهان شناور و غوطه ور در آب، سطحی به اندازه 16 cm^2 جدا نموده و به شیشه‌های ۲۵ میلی لیتری منتقل شدند و در آزمایشگاه از طریق تکان دادن شیشه محتوی نمونه، بررسی عصاره انجام شد (۱۳). نمونه برداری از نمونه‌های اپی لیتون، اپی پلون و اپی-فیتون در ۳ تکرار انجام شد. نمونه‌ها در محل با فرمالدئید ۴ درصد تثبیت شدند. از آنجایی که شناسایی دیاتومه‌ها بر اساس مورفولوژی دیواره سلولی سیلیسی صورت می‌گیرد اقدام به تمیز کردن سلول‌ها شد. برای این کار از روش Patrick and Reimer (۱۹۷۵) استفاده شد. در این روش مواد آلی درون سلولی و زواید آلی خارج سلولی از بین می‌رود. در آزمایشگاه نمونه‌ها در مخلوط ۱۰ میلی لیتر آب اکسیژنه و ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک جوشانده شدند تا به این طریق پوسته سیلیسی دیاتومه‌ها تمیز شود و تزئینات سطح پوسته به منظور شناسایی آن‌ها بهتر دیده شود. پس از شستشو با آب مقطر، با استفاده از چسب انتلان از آن‌ها لام دائمی تهیه شد. شمارش نمونه‌ها با استفاده از لام شمارش Sedgwick-Rafter انجام شد. حجم این لام شمارش برابر یک میلی لیتر است. پس از رقیق کردن حجم مشخصی از نمونه با آب مقطر، ۱ میلی لیتر را با پی پت به محفظه لام وارد کرده و با استفاده از بزرگنمایی ۲۰۰ میکروسکوپ و دستگاه شمارنده (Counter) حداقل ۳۰۰ سلول شمارش گردید به این صورت که تعداد در سانتی-

جدول ۱- گونه‌های مختلف جنس *Diatoma* De Candolle و بستر آن‌هاTabel 1-Species of Benthic *Diatoma* De Candolle

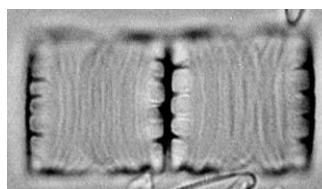
| اپی لیتون | اپی پلون | اپی فیتون | نام تاکسون |
|-----------|----------|-----------|---|
| | + | + | <i>Diatoma anceps</i> (Ehr.) Kirchn. |
| + | + | + | <i>Diatoma ehrenbergii</i> Kutz. |
| + | | + | <i>Diatoma mesodon</i> (Ehr.) Kutz. |
| | + | + | <i>Diatoma tenuis</i> C. A. Agardh. |
| + | | | <i>Diatoma vulgare</i> Var. <i>breve</i> Grun. |
| | + | | <i>Diatoma vulgare</i> Var. <i>linearis</i> V. H. |
| + | | + | <i>Diatoma vulgare</i> Bory. |



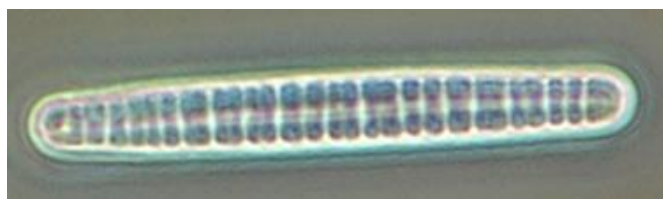
۱



۲



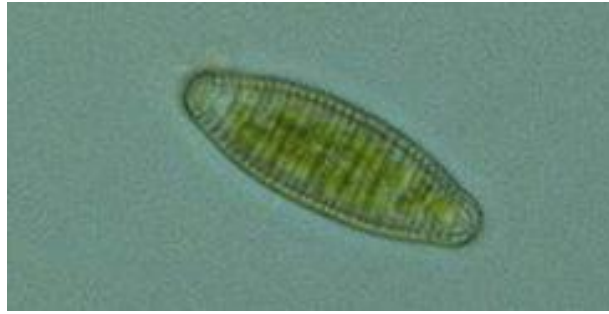
۳



۴



۵



۶

شکل ۲- شکل میکروسکوپ نوری دیاتومه‌ها (×۱۰۰)

Figure 2- L. M. images of Diatoms (× 100)

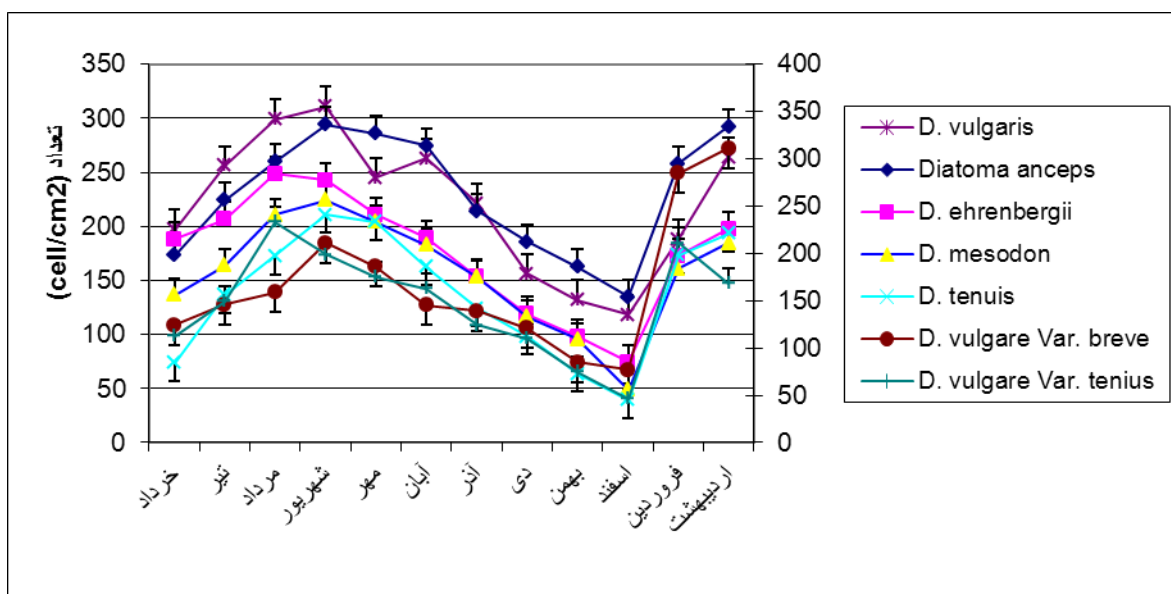
1- *Diatoma anceps*2- *Diatoma ehrenbergii*3- *Diatoma mesodon*4- *Diatoma tenuis*5- *Diatoma vulgare* Var. *breve*6- *Diatoma vulgare*

- عوامل فیزیکوشیمیایی:

مورد نیاز بیولوژیکی آب (BOD)، $49/2$ (mg/l) در اسفند ماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۶ و کم‌ترین مقدار اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی آب (BOD)، $2/9$ (mg/l) در تیر ماه و آذر ماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۱ اندازه‌گیری شد. اکسیژن مورد نیاز بیولوژیک یا BOD نیاز باکتری‌های هوازی را برای تجزیه مواد به اکسیژن نشان می‌دهد. بیش‌ترین مقدار اکسیژن مورد نیاز شیمیایی آب (COD)، $8/7$ (mg/l) در خرداد ماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۱ و کم‌ترین مقدار اکسیژن مورد نیاز شیمیایی آب (COD)، $88/9$ (mg/l) در بهمن ماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۶ اندازه‌گیری شد. مقادیر BOD و COD در آب‌های آلوده افزایش می‌یابند.

بررسی تغییرات تراکم جمعیت گونه‌های جنس *De Diatoma Candolle* نشان داد تراکم جمعیت گونه‌های دیاتومه در ماه‌های گرم سال افزایش می‌یابد (شکل ۳).

بیش‌ترین مقدار دمای آب 22°C در مرداد ماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۶ و کم‌ترین مقدار دمای آب $7/0^{\circ}\text{C}$ در اسفند ۱۳۸۳ در ایستگاه ۱ اندازه‌گیری شد. بیش‌ترین مقدار $8/9$ pH در خردادماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۲ و کم‌ترین مقدار $7/01$ pH در مردادماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۲ و شهریورماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۵ اندازه‌گیری شد. بیش‌ترین مقدار اکسیژن محلول آب 19 (mg/l) در دی ماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۱ و کم‌ترین مقدار اکسیژن محلول آب $4/6$ (mg/l) در آذر ماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۶ اندازه‌گیری شد. در آلودگی شدید آب‌ها، فعالیت باکتری‌های هوازی افزایش یافته و میزان DO به شدت کاهش می‌یابد. بیش‌ترین مقدار هدایت الکتریکی آب 1030 ($\mu\text{s}/\text{cm}$) در آبان ماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۶ و کم‌ترین مقدار هدایت الکتریکی آب 213 ($\mu\text{s} / \text{cm}$) در خرداد ماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۱ اندازه‌گیری شد. بیش‌ترین مقدار اکسیژن



شکل ۳- تراکم جمعیت‌های دیاتومه‌های اپی‌لیتون در دوره مطالعه $\bar{x} \pm SE, n = 3$

Figure 3-Population density of epilithic diatoms in during the study, $\bar{x} \pm SE, n = 3$

فیزیولوژیکی آب در ماه‌های گرم سال به‌ویژه در شهریورماه و در ایستگاه‌های پایین دست به‌خصوص در ایستگاه ۶، بر تراکم جمعیت گونه‌های جنس *Diatoma De Candolle* اثر می‌گذارد و با توجه به این که گونه‌های جنس *De Candolle* *Diatoma* مقاوم به آلودگی می‌باشند باعث افزایش تراکم آن‌ها می‌شود این نتایج با یافته‌های Gomez (۱۹۹۸)، Cox (۱۹۹۶) Patrick and Reimer (۱۹۶۶) و Dere (۲۰۰۲) همکاران (۲۰۰۲) و Kara and Sahin (۲۰۰۱) توافقی دارد. مطالعه‌ای که در حوزه رودخانه Lahontan انجام گرفته نشان داده است که متغیرهای فیزیولوژیکی آب و وضعیت سوبسترا با ساختار جوامع دیاتومه به‌طور معنی‌دار مرتبط هستند که با نتایج مطالعه جاری مطابقت دارد (Blinn and Herbst ۲۰۰۳).

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از نتایج طرح پژوهشی بررسی فلور دیاتومه‌ای می‌باشد. بدین وسیله از حمایت‌های مالی و حوزه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم تشکر و قدردانی می‌شود.

نتایج آنالیز واریانس تک متغیره دو طرفه (ANOVA دو طرفه) برای تحلیل اثر عوامل ایستگاه و تاریخ نمونه‌برداری بر تعداد سلول گونه‌های جنس *Diatoma De Candolle* نشان دهنده معنی‌دار بودن تاثیر عوامل مکان (ایستگاه) و زمان (تاریخ نمونه‌برداری) بر گونه‌ها بود ($P < .05$).

تفسیر نتایج

همان‌طور که نتایج این تحقیق نشان داد عوامل فیزیولوژیکی آب به طرف ایستگاه‌های پایین دست در طول مسیر افزایش نشان می‌دهند. افزایش pH حاکی از قلیایی بودن آب می‌باشد. افزایش EC نشان دهنده افزایش یون‌های موجود در آب می‌باشد که در اثر ورود عوامل مختلف به آب حاصل شده است. افزایش مقدار DO بیان‌گر تمیزی آب می‌باشد همچنین مقدار DO به طرف پایین دست کاهش می‌یابد و حاکی از ورود مواد آلاینده می‌باشد. افزایش مقادیر BOD و COD در ایستگاه‌های پایین دست نشان دهنده ورود مواد آلاینده و افزایش آلودگی به طرف پایین دست می‌باشد. نتایج آنالیز واریانس بیان‌کننده معنی‌دار بودن ارتباط بین مکان نمونه‌برداری (ایستگاه‌های مختلف) و زمان نمونه‌برداری (ماه‌های مختلف) می‌باشد. در نتیجه افزایش مقدار عوامل

منابع

- (Argentina), a highly polluted basin from the Pampean plain: biotic indices and multivariate analysis. *Aqua. Eco.* 2: 301- 309.
11. Hustedt, F. 1930. Bacillariophyta (Diatomeae). In: *Die Susswasser- Flora Mitteleuropas* (ed. Pascher, A.) Vol. 10. Gustar Fisher Verlag, 446P.
 12. Kara, H., Sahin, B. 2001. Epipellic and epilithic algae of Degirmendere River (Trabzon-Turkey), *Turk. J. Bot.* 25: 177-186.
 13. Moore. J. W. 1979. Disribution and abundance of attached, littoral algae in 21 Lakes and streams in the Northwest Territories. *Can. J. Bot.* 57, 568-577.
 14. Nejdassattari, T. 1992. Patterns of epipellic diatoms and oxygen distribution in stream sediments. Ph. D. Thesis. Iowa Stat Univ. Ames. IA. 135P.
 15. Patrick, R. and Reimer, C. W. 1966. The diatomes of the United States. Vol. 1. Monographs of the Academy of natural science of Philadelphia, No. 13. 688P.
 16. Patrick, R. and Reimer, C. W. 1975. The diatomes of the United States exclusive of Alaska and Hawaii, Vol. 2. Monographs of the Academy of natural science of Philadelphia, No. 13. 213 P.
 17. Ryves, D. Jewson, D. and Sturm, M. 2003. Quantitative and qualitative relationships between planktonic diatom communities and diatom assemblages in sedimenting material and surface sediments in Lake Baikal, Siberia. *Limnol. Oceanogr.*, 48(4),1643-1661.
 18. Shahbazkia, H. Candeias, T. Oliveira, R. And Tomaz, F.2007. Weighted
 1. افشارزاده، س. ۱۳۸۲. بررسی فلور جلبکی رودخانه زاینده رود. پایان نامه دکتری دانشکده علوم دانشگاه اصفهان. ۱۸۵ صفحه.
 2. افشین، ی. ۱۳۷۳. رودخانه های ایران، جلد دوم. وزارت نیرو. ۳۱۵ صفحه.
 3. جمالو. فاطمه. ۱۳۸۴. بررسی فلور جلبکی رودخانه جاجرود. پایان نامه دکتری زیست شناسی علوم گیاهی. دانشکده علوم دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. به راهنمایی طاهر نژاد ستاری. ۱۹۶ صفحه.
 4. Admiral, W., Blanl, H. (1999). Shortterm toxicity of Zinc to microbenthic algae and bacteria in a metal polluted stream. *Wat. Res.* 33. 1989-1996.
 5. Blinn, D., and Herbst, D. 2003. Use of Diatoms and soft Algae as indicators of environmental determinants in the Lahontan Basin, USA. *Freshwater Biology* 53, 11-19.
 6. Cox, E. J. 1996. Identification of freshwater diatoms from live material. Chapman & Hall. London, 158P.
 7. Dere, S., Karacaoglu, D. and Dalkiran, N. 2002. A study on the epiphytic algae of the Nilufer Stream (Bursa). *Turk. J. Bot.* 26. 219-233.
 8. Gevrey, M. 2004. Water quality assessment using diatom assemblages and advanced modelling techniques. *Fresh. Bio.* 49. 208-220.
 9. Gomez, N. 1998. Use of epipellic diatoms for evaluation of water quality in the Matanza – Riachuelo (Argentina), A pampean plain river. *Wat. Res.* 32(7). 2029- 2034.
 10. Gomez, N. 1999. Epipellic diatoms from the Matanza – Riachuelo

- manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. IBP Handbook No. 12. (ed. Vollenweider) Blackwell Scientific Pub. Oxford, 20-50.
21. Vrieling, Q. Sun, M. Tian, P. J. Kooyman, W. W. C. Gieskes, R. A. van Santen, and N. A. J. M. Sommerdijk. 2007. Salinity-dependent diatom biosilicification implies an important role of external ionic strength. PNAS 104, 10441-10446.
22. Wetzel, R. G. and Linkens, G. E. 1991. Limnological analysis (2nd ed.). Springer – Verlage. 136-165.
- Morphometric Shape Analysis of Diatoms. Universidade do Algarve – UCEH. BIF Laboratory, Campus de Gambelas. 8000-810 Faro, Portugal. hshah@ualg.pt
19. Trotter, D. M. and 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.
20. Vollenweider, R. A. 74. Sampling techniques and methods for estimating quality and quality of biomass. In: A