در
امور دام و آبزیان شماره ۷۳، زمستان ۱۳۸۵
پژوهش و سازندگی

# دیاتومه‌های اپی لیتون رودخانه جاجرود

• **فاطمه جمالو**، عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم
• **طاهر نژاد ستاری**، استادیار واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی
• **فتح اله فلاحیان**، استاد واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی

تاریخ دریافت: خرداد ماه ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: شهریور ماه ۱۳۸۴

E- mail: fjamalloo@yaoo.com

## چکیده

**دیاتومه‌ها گروهی از جلبک‌های شاخه Bacillariophyta می‌باشند. اپی لیتون، گروهی از دیاتومه‌ها می‌باشند که بر سطح سنگ‌ها و سطوح سخت رشد می‌کنند. شناسایی فلور دیاتومه‌ای و بررسی تغییرات جمعیتی آنها در رودخانه جاجرود از خرداد ۱۳۸۳ تا اردیبهشت ۱۳۸۴ با نمونه برداری در هر ۳۰ روز یک بار در ۶ ایستگاه صورت گرفت و همراه با آن عوامل فیزیکی و شیمیایی، DO، pH، EC و درجه حرارت اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها با استفاده از روش Reimer و Patrick آماده شدند. در مجموع ۵۱ گونه دیاتومه متعلق به ۱۷ جنس شناسایی شد. جنس‌های Navicula Grnn. ،Cymbella Kutz. ،Gomphonema Kutz., Cocconeis Ehr. Diatoma Ehr و Nitzschia Hantz. فراوان بودند. کاهش تنوع دیاتومه‌ها از بالادست رودخانه به سمت پایین دست رودخانه نشانه ای از افزایش آلودگی و تاثیر آن بر ترکیب گونه‌ای و فراوانی دیاتومه‌ها در این رودخانه می‌باشد.**

کلمات کلیدی: جلبک، اپی لیتون، باسیلاریوفیسه، جاجرود، رودخانه

**Pajouhesh & Sazandegi No 73 pp: 2-11**

**Epilithon Diatoms of Jajrood River**

*Jamallou, Faculty Member of Islamic Azad University. Qom Branch*
*Nejad Sattari, T. Islamic Azad University, Science and Research Branch.*
*Fallahian, F. Islamic Azad University, Science and Research Branch.*

Diatoms are the division of Bacillariophyceae. Epilithones are the group of diatoms which live on the stones and hard surface. This study concerned the identification and populational change of diatoms flora of Jajrood river .This study is based on the observations collected from 6 stations during a period of time from Jun 2004 to May 2005 at 30 days intervals. pH, dissolved oxygen levels, electrical conductivity and temperature were recorded during this study. Samples were prepared using Patrick & Reimer procedure.In total 51 species from 17 genus of diatoms identified. Cymbella Kutz., Navicula Grnn., Diatoma Ehr., Cocconeis Ehr. , Gomphonema Kutz. and Nitzschia Hantz .were abundant. Diatoms diversity decreased from upstream toward downstreams can be inferred as an indicator for the increasing of water pollution and its impacts on the diatoms species richness and also their population size at this part of the river.

**Keywords**: Algae, Epilithon, Bacillariophyceae, Jajrood, River.

## مقدمه

جلبک‌ها به دامنه وسیعی از عوامل استرس‌زای محیطی حساس‌اند گروه‌های مختلف و حتی اعضای یک گروه هم با تفاوت دارند. دیاتومه‌ها ازجلبک‌های شاخه باسیلاریوفیتا می‌باشند که به عنوان موجودات فتوسنتتیک نقش مهمی در حیات سایر موجودات زنده و حفظ اکوسیستم دارند. آنها علاوه بر تولید غذا، تأمین کننده اکسیژن این اکوسیستم‌ها نیز می‌باشند. اجتماعات دیاتومه‌های زیستگاه‌های آبی شامل دیاتومه‌های اپی‌لیتون که بر روی بسترهای سخت مانند سنگ رشد می‌کنند، دیاتومه‌های پلانکتونی و اشکال مختلف کف زی است که هر کدام در بیولوژی رودخانه اهمیت خاصی دارند. رشد و نمو دیاتومه‌ها در رودخانه تحت تاثیر عوامل متعددی می‌باشد که بر فراوانی آنها تاثیر می‌گذارند. بسیاری از دیاتومه‌ها نسبت به افزایش و تغییرات یک ماده خاص مقاوم می‌باشند و حضورشان در محیط حاوی یک ماده خاص، آنها را به عنوان دیاتومه‌های شاخص آن ماده مطرح می‌نماید. بنابراین تعداد دیاتومه‌ها و ترکیب تاکسونومیکی آنها نشان دهنده تغییر کیفیت آب می‌باشد. بعضی از گونه‌های دیاتومه نیز نسبت به مواد آلاینده حساس‌اند و در آب‌های آلوده، ناپدید می‌شوند. آلاینده‌ها با تغییر در اندازه جمعیت‌های گونه‌ها باعث کاهش تنوع، پیچیدگی وثبات اجتماعات جلبکی می‌شوند (۱۶،۱۳). در مورد واکنش جلبک‌ها و به خصوص دیاتومه به عوامل محیطی مثل اکسیژن محلول، قابلیت هدایت الکتریکی و دما مطالعات زیادی صورت گرفته است (۶ ، ۲۴) .

در بسیاری از موارد از جوامع جلبک‌های پری فایتونی و در موارد معدودتری از جلبک‌های فیتوپلانکتونی برای ارزیابی کیفیت آب استفاده شده است. در هر یک از این جوامع، دیاتومه‌ها نسبت به سایر جلبک‌ها کاربرد بیشتری داشته‌اند(۸ ، ۱۰ ، ۱۷). بسیاری از محققان دنبال شناخت تنوع زیستی جلبک‌ها می‌باشند و هر روزه به فهرست جهانی گونه‌ها اضافه می‌شود. در کشور ما مطالعات جلبک شناسی در رودخانه زاینده رود(۱)، جلبک‌های اپی فیت تالاب انزلی (۵)، جلبک‌های اپی پل در رسوبات تالاب انزلی (۳)، مطالعه اکولوژیکی فلور جلبکی دریاچه بزنگان (۲)، مطالعه اکولوژیکی فلور جلبکی دریاچه طرق(۴) انجام شده است. هدف از این تحقیق شناسایی دیاتومه‌های اپی لیتون در رودخانه جاجرود می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد بررسی

حوزه آبریز رودخانه جاجرود در فاصله ´۳۷ °۳۵ تا ´۴۷ °۳۵ عرض شمالی از مدار استوا و ´۴۱ °۵۱ تا ´۴۸ °۵۱ طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و بین شمال و شمال شرق تهران قرار دارد . حوزه آبریز رودخانه ۲۸۰۰ کیلومتر وسعت دارد. نمونه‌برداری دیاتومه‌های اپی لیتون در طول ۱۴۰ کیلومتری رودخانه در ۶ ایستگاه از خردادماه ۱۳۸۳تا اردیبهشت ماه ۱۳۸۴ به طور ماهیانه انجام شد. معیار انتخاب ایستگاه‌های نمونه برداری، فاصله آنها از هم، شرایط یکسان اکولوژیک در پیرامون، امکان دسترسی در تمام فصول و ارتباط با منابع آلوده کننده بود. به طور کلی غیر از ایستگاه یک، بقیه ایستگاه‌ها هر یک در نزدیکی یک منبع آلاینده محیطی قرار داشتند که عبارتند از : ایستگاه ۲ در نزدیکی کشتارگاه لشگرک، ایستگاه۳ در نزدیکی پادگان لشگرک، ایستگاه ۴ در نزدیکی مرکز دفع زباله تهران، ایستگاه ۵ در نزدیکی ماهی سرای جاجرود و ایستگاه ۶ در نزدیکی مجتمع صنایع پارچین (شکل۱) .

### تثبیت و آماده سازی نمونه‌ها

نمونه برداری دیاتومه‌های اپی لیتون توسط تراشیدن مربعی به مساحت ۱۶ سانتیمتر مربع از سطوح سنگ‌ها توسط کاردک انجام شد. پس از نمونه برداری، نمونه‌ها در محلول فرمالدئید۴ درصد تثبیت شدند ( ۱۱ ). جهت مشاهده بهتر دیاتومه‌های اپی لیتون در زیر میکروسکوپ، نمونه‌ها با مخلوط ۱۰ میلی لیتر آب اکسیژنه و ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک به مدت ۳۰ دقیقه در زیر هود جوشانده شدند و سپس دو بار با آب مقطر ( دور ۱۵۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه) سانتریفوژ شدند. شناسایی دیاتومه‌ها توسط میکروسکوپ نوری مجهز به اکولر مدرج که با لام میکرومتری مدرج شده بود صورت گرفت.تشخیص و شناسایی دیاتومه‌ها با استفاده از کلیدهای شناسایی موجود در این زمینه انجام شد (۷، ۹، ۲۳).

### اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی

در هر ایستگاه خصوصیات فیزیکوشیمیایی مانند دما، اکسیژن محلول و قابلیت هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه Multimeter درهنگام نمونه برداری، اندازه‌گیری شد.

### روش‌های آماری

جهت بررسی پراکنش و تنوع دیاتومه‌ها از هر تکرار ۳۰۰ کفه دیاتومه اپی لیتون شمارش شده و برای آنالیز نهایی از برنامه‌های کامپیوتری SPSS و Excel استفاده شد. همچنین برای این گروه از دیاتومه‌ها شاخص تنوع شانن - واینر از طریق رابطه -۱ محاسبه گردید.

رابطه - ۱

$$H' = -\Sigma \; p_i \log_2 p_i$$

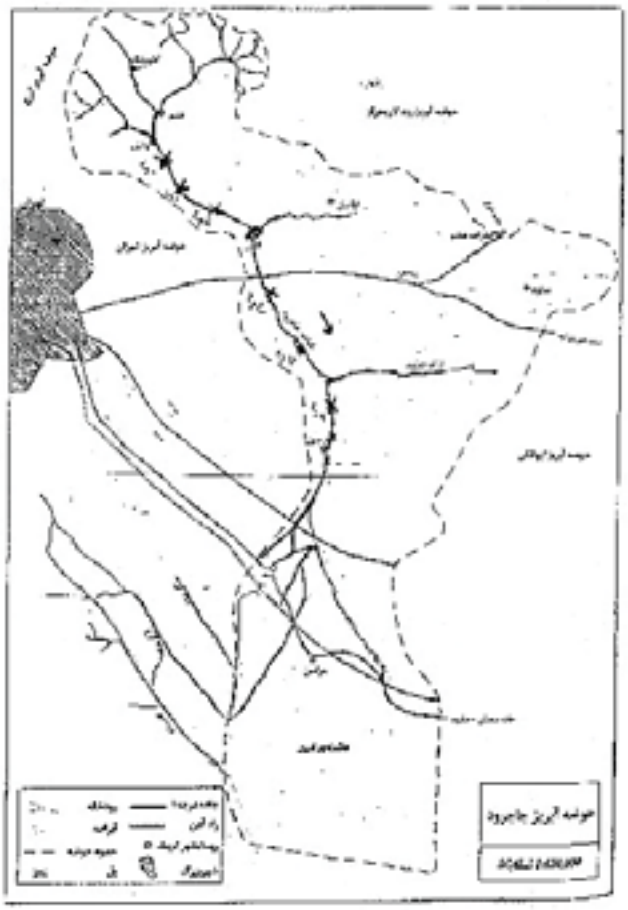
Pi از نسبت ni/N به دست می‌آید که ni میانگین فراوانی افراد گونه و N تعداد کل افراد می‌باشد. با بدست آمدن Pi مقدار $Log_2 p_i$ سپس مقدار $P_i$ به دست می‌آید و بالاخره مقدار محاسبه $H'$ که مقدار منفی مجموع $p_i \log_2 p_i$ می‌باشد، صورت می‌گیرد( ۱۵).

## نتایج

### عوامل فیزیکی و شیمیایی آب

#### دما

یکی از عوامل موثر در دمای آب رودخانه‌ها آلودگی گرمایی است که در نتیجه ورود آب‌های حاصل از فعالیت های صنعتی می‌باشد که دمایی حدود ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتیگراد بیشتر از آب رودخانه‌ها دارند . دما از جنبه‌های مختلف بر زندگی دیاتومه‌ها تأثیر می‌گذارد، بالا رفتن دما میزان حلالیت اکسیژن را در آب تغییر می‌دهد(۳۰). در رودخانه جاجرود بیشترین دما ۲۲ درجه سانتیگراد در مردادماه ۱۳۸۳در ایستگاه



شکل ۱: حدود حوزه آبریز جاجرود و موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری S۱ ایستگاه ۱: S۲ ایستگاه ۲: S۳ ایستگاه ۳: S۴ ایستگاه ۴:S۵ ایستگاه ۵، S۶: ایستگاه ۶

۶ و کمترین دما۰/۷ درجه سانتی‌گراد در اسفندماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۱ اندازه‌گیری شد (جدول ۱). برعکس، بررسی تنوع دیاتومه‌های اپی لیتون و فاکتور دما نشان داد که تنوع دراسفندماه در ایستگاه ۱ بیشتر از تنوع در مرداد ماه در ایستگاه ۶ است ( شکل۲).

## pH آب

pH آب‌ها تحت تأثیر پساب‌های صنعتی، فاضلاب‌های تیمار نشده و باران‌های اسیدی تغییر می‌یابد. تغییرات ناگهانی و شدید pH در محیط‌های آبی نشانه تأثیر عوامل خارجی در اکوسیستم است. چنین تغییراتی می‌تواند منجر به حذف گونه‌های حساس و نابردبار شود و تنوع اجتماعات دیاتومه‌ای را کاهش می‌دهد(۳۱). بیشترین مقدار pH=۸/۹ در خرداد ماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۲ و کمترین مقدار pH ۷/۰۱= در ایستگاه ۲ در مردادماه ۱۳۸۳ می‌باشد. دامنه تغییرات pH حاکی از قلیایی بودن آب رودخانه جاجرود می‌باشد (جدول ۲). همچنین بررسی تنوع دیاتومه‌های اپی لیتون و فاکتور pH نشان داد که تنوع دیاتومه‌ها در خرداد ماه در ایستگاه ۲ بیشتر از مرداد ماه در همان ایستگاه می‌باشد( شکل ۳).

## هدایت الکتریکی آب (Electrical Conductivity)

هدایت الکتریکی به موازات تغییرات مقدار کل مواد جامد محلول که نشان دهنده میزان جامدات محلول در آب است تغییر می‌یابد و در واقع هر یک از اینها را می‌توان نماینده دیگری دانست که وضعیت یون‌های محلول در آب مثل نمک، بازها و اسیدها را نشان می‌دهند. تحقیقات در این زمینه نشان می‌دهند که هدایت الکتریکی بر فراوانی دیاتومه‌ها تأثیر می‌گذارد(۲۸). بیشترین مقدار هدایت الکتریکی ۱۰۳۰ µ S/cm در آبان ماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۶ و کمترین مقدار آن ۲۱۳ µ S/cm در خرداد ماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۱ اندازه‌گیری شد (جدول ۳). برعکس، تنوع دیاتومه‌های اپی لیتون درخرداد ماه درایستگاه۱ بیشتر از تنوع دیاتومه‌های اپی لیتون در آبان ماه در ایستگاه ۶ می‌باشد (شکل۴).

## اکسیژن محلول آب (Dissolved Oxygen)

در آلودگی شدید آب‌ها به موادآلی، فعالیت باکتری‌های هوازی افزایش یافته و میزان DO به شدت کاهش می‌یابد. به طور کلی ترکیب گونه‌ای در آب‌های غنی از اکسیژن با آب‌های فقیر از اکسیژن متفاوت است و تنوع گونه‌ای در حضور اکسیژن افزایش می‌یابد (۱۴). بیشترین مقدار DO ۱۹mg/l در دی ماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۱ و کمترین مقدار آن ۴/۶ mg/l در آذرماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۶ اندازه‌گیری شد (جدول ۴). همچنین تنوع دیاتومه‌های اپی لیتون در دی ماه در ایستگاه ۱ بیشتر از تنوع دیاتومه‌های اپی لیتون در آذر ماه در ایستگاه ۶ می‌باشد ( شکل۵).

## نتایج بررسی تاکسونومیک دیاتومه‌های اپی لیتون

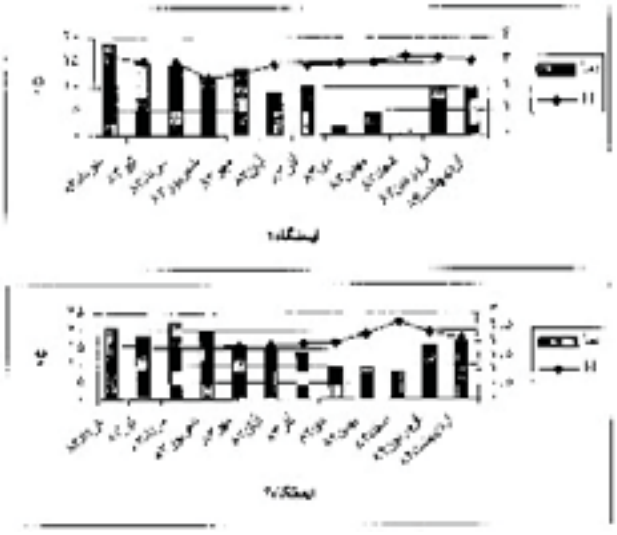
در این تحقیق در مجموع ۵۱ گونه دیاتومه اپی لیتون متعلق به ۱۷ جنس شناسایی گردید (جدول۵ و شکل ۶). جنس‌های Navicula Grnn. ،Cymbella Kutz. ،Nitzschia Hantz. به ترتیب با داشتن ۹، ۸ و ۶ گونه از تنوع زیادی در طول رودخانه برخوردار بودند. جنس‌های Diatoma Ehr. ،Gomphonema Kutz. و Achnanthes Grun. هر کدام دارای ۴ گونه بودند. جنس‌های،

Peronia Part.، Melosira Hust. Hantzschia، Kutz. Diploneis. Kutz, Bacillaria Gmelin. ،Asterionella Smith و Synedra Ehr.

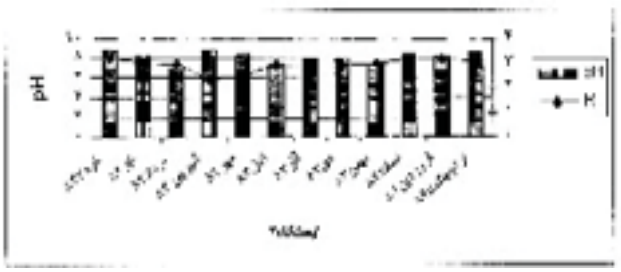
هر کدام دارای یک گونه بودند.کمترین تعداددیاتومه‌های اپی لیتون در دوره مطالعه cell/cm$^2$ ۳۳ در بهمن و اسفند ماه ۱۳۸۳ مربوط به جمعیت‌های *Achnanthes pseudowazi* carter و *Nitzschia flexa* Schum در ایستگاه ۵ و جمعیت‌های *Asterionella ralfsii* W. Sm و *Bacillaria paradoxa* Gmelin. در ایستگاه ۶ بود. بیشترین تعداد شمارش شده cell/cm$^2$ ۵۱۷ در خردادماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۱، گونه *Cymbella affinis* Kutz. بود(جدول ۶). جمع کل تعداد گونه‌های دیاتومه‌ای اپی لیتون شمارش شده در دوره مطالعه از cell/cm$^2$ ۹/۶ × ۱۰$^3$ در اسفند ماه ۱۳۸۳ درایستگاه۱تا cell/cm$^2$ ۳۸/۸×۱۰$^3$ در اردیبهشت ماه ۱۳۸۴ در ایستگاه ۳ در نوسان بود ( جدول۷ و شکل۷) .

نتایج شمارش گونه‌ها نشان داد که گونه *Cymbella affinis* در ایستگاه۱، گونه *Cymbella lanceolata* در ایستگاه ۳ و گونه *Diatoma vulgaris* در ایستگاه ۴ به عنوان گونه‌های غالب شناسایی شدند ( شکل ۸).

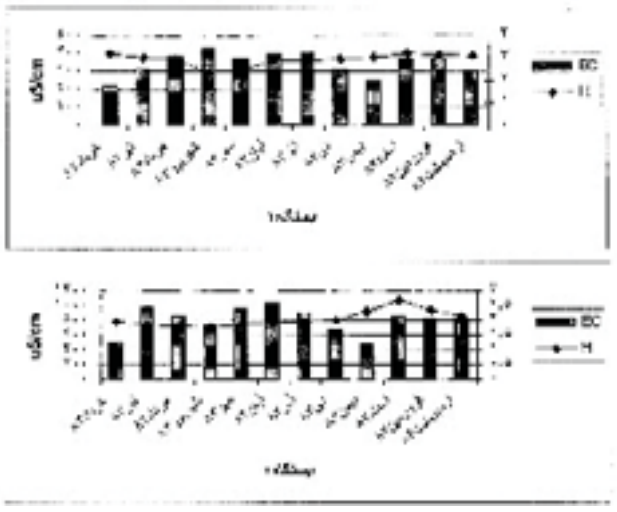
لازم به ذکر است که تنوع دیاتومه‌ها لزوماً نشان دهنده تعداد دیاتومه‌ها نمی‌باشد. به طوریکه در بهمن ماه و اسفند ماه در ایستگاه ۶ که تعداد



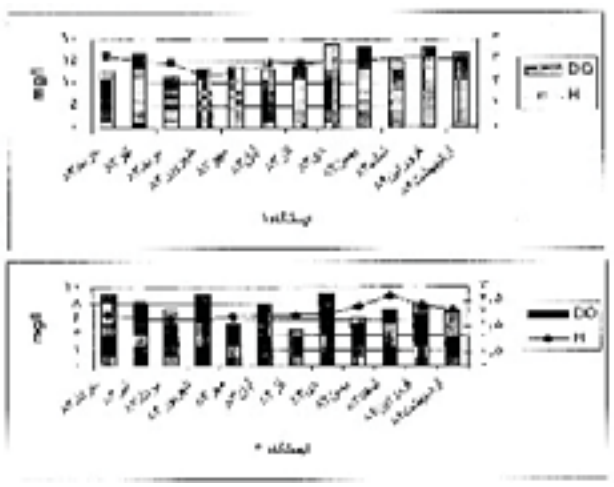
شکل ۲: دمای آب و تنوع دیاتومه‌های اپی لیتون در ایستگاه‌های ۱ و ۶ در دوره مطالعه



شکل ۳: pH آب و تنوع دیاتومه‌های اپی لیتون در ایستگاه ۲ در دوره مطالعه



شکل ۴: EC آب و تنوع دیاتومه‌های اپی لیتون در ایستگاههای ۱ و ۶ در دوره مطالعه



شکل ۵: DO آب و تنوع دیاتومه‌های اپی لیتون در ایستگاه‌های ۱ و ۶ در دوره مطالعه

دیاتومه‌ها حداقل می‌باشد، تنوع دیاتومه‌ها بیشتر از خردادماه در ایستگاه ۶ می‌باشد، همچنین تنوع دیاتومه‌ها در اسفند ماه۱۳۸۳ در ایستگاه ۱ بیشتر از اردیبهشت ماه ۱۳۸۴ در ایستگاه ۳ می‌باشد در حالی که تعداد کل دیاتومه‌ها دراردیبهشت ماه ۱۳۸۳ در ایستگاه ۳ بیشتر از تعداد کل دیاتومه‌ها در اسفند ماه۱۳۸۳ در ایستگاه ۱ می‌باشد (شکل ۹).

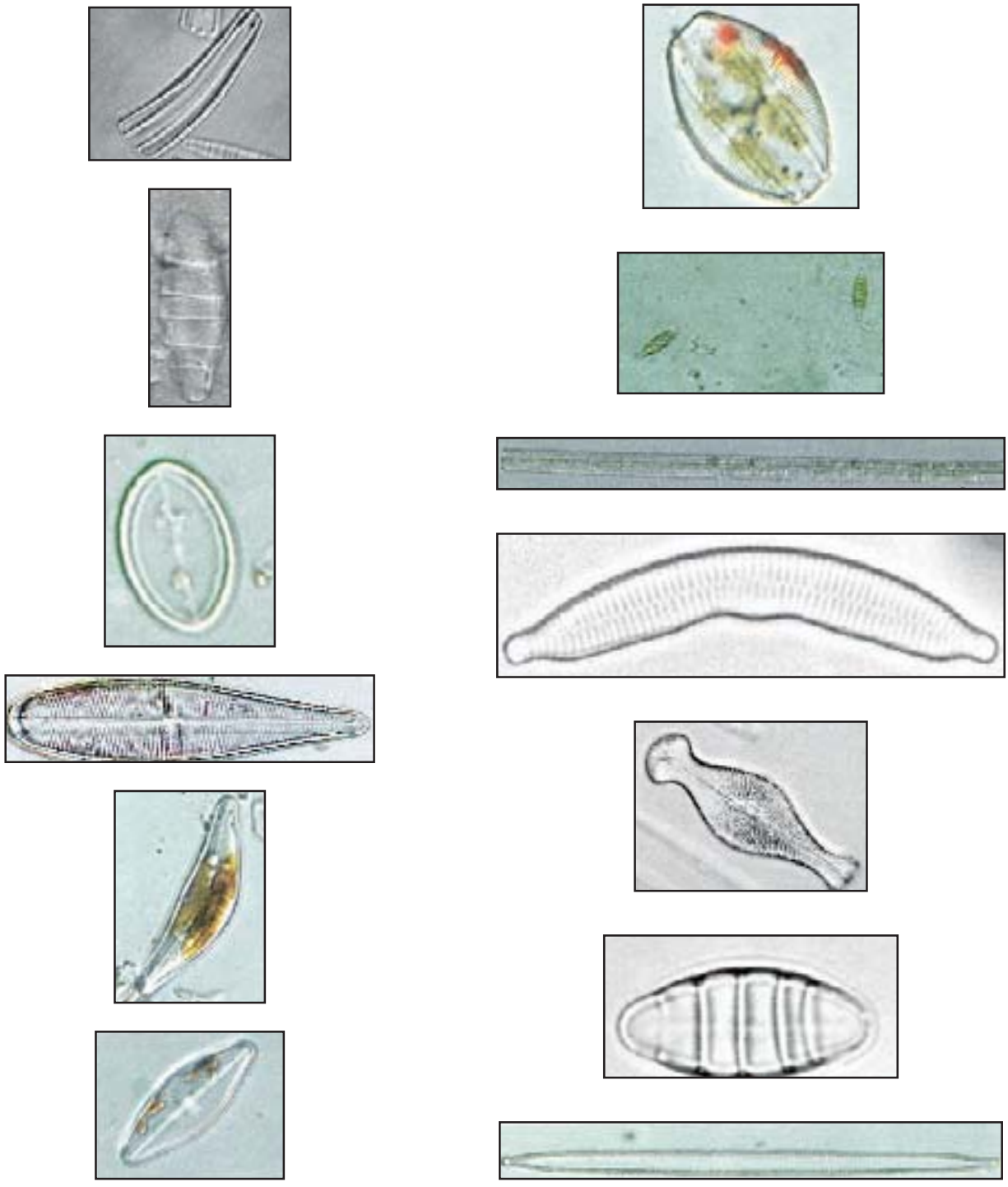
## بحث

pH دراکوسیستم رودخانه جاجرود قلیایی است و به تدریج به سمت پایین دست افزایش می‌یابد. مقدار اکسیژن محلول به سمت پایین دست کاهش می‌یابد و مقدار هدایت الکتریکی به سمت پایین دست افزایش می‌یابد، همانگونه که اشاره شد کاهش DO و افزایش EC حاکی از ورود آلاینده‌ها به داخل آب می‌باشد. بررسی تنوع دیاتومه‌ها نشان داد که با کاهش دما تنوع دیاتومه‌ها افزایش می‌یابد . تغییرات EC و تنوع دیاتومه‌ها ارتباط معکوس با هم دارند، به طوریکه با افزایش EC، شاخص تنوع دیاتومه‌ها کاهش نشان می‌دهد. DO ارتباط مستقیم با شاخص تنوع دیاتومه‌ها نشان می‌دهد، به طوریکه با افزایش مقدار DO، شاخص تنوع دیاتومه‌ها افزایش می‌یابد.

## بحث تاکسونومیک

برطبق نتایج این مطالعه که از خرداد ۸۳ تا اردیبهشت ۸۴ در ایستگاه‌های انتخابی در طول مسیر رودخانه جاجرود انجام گرفت، ۵۱ گونه دیاتومه اپی لیتون متعلق به ۱۷ جنس شناسایی گردید که جنس‌های Ehr. Diatoma Ehr. Cymbella Kutz. Nitzschia Hantz. Navicula Grun Gomphonema Kutz, Cocconeis

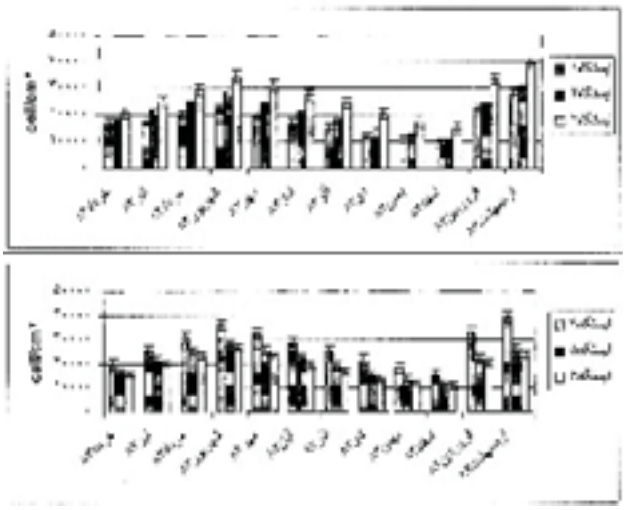
به ترتیب با داشتن ۹، ۸، ۶، ۴، ۴ و۳ گونه حضور بیشتری در ایستگاه‌های مختلف نسبت به سایر جنس‌ها داشتند. در بیشتر بررسی‌های فلوریستیکی انجام شده در رودخانه‌های دنیا چنین وضعیتی مشاهده شده است ( ۱۲، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۲، ۳۲). همچنین گونه‌هایی مانند *Cocconeis fluviatilis* Wall. *Cymbella cistula* Kirch. *Cymbella affinis* Kutz. Salinarum Grun. *Achnanthidium inutissima* Kutz. *Diatoma vulgaris* Bory. *Gomphonema angustatum* Rabh.



شکل ۶: تصویر میکروسکوپ نوری برخی از جنس‌های شناسایی شده (۱۰۰×)

1- Achnan thes 2- Achnanthidium 3- Amphora 4- bacillaria

5- Cocconeis 6- Cymbella 7- Diatoma 8- Diploneis 9- Gomphonema 10- Melosira 11- Navicula



**شکل ۷: تعداد کل گونه‌های دیاتومه‌ای اپی لیتون**
**در ایستگاه‌های مختلف در دوره مطالعه ۳ = n و ± SE $\bar{X}$**

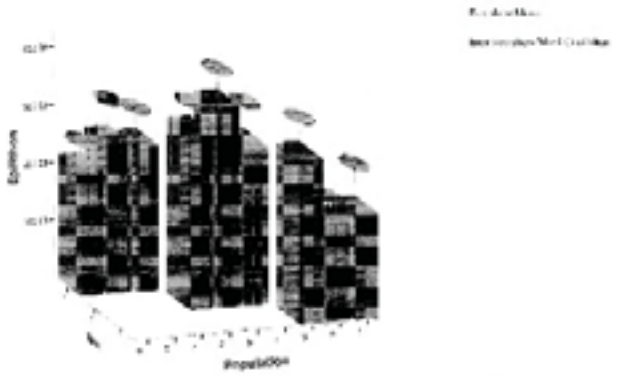
از انتشار وسیعی برخوردار بودند که با فلور اکثر رودخانه‌های دنیا مشابهت دارد ( ۲۱، ۲۵، ۲۷،۲۹ ). بـه عنـوان مثـال Brock و Rushforth (۲۷) گونـه *Achnanthidium minutissima* Kutz را به عنـوان جلبکی که در ناحیه غیر آلوده رودخانه رشد می‌نماید معرفی نمودند. در رودخانه زاینده رود نیز این جلبک فراوانی بیشـتری در مناطق غیر آلوده رودخانه داشـت (۱ ). Roemer و همکارانش (۲۶) دیاتومه‌های *Cymbella affinis* Kutz. و *Achnanthidium minutissima* Kutz. را بـه عنـوان عوامل اصلی ایجاد سـاختار اجتماع اپی فیتونی که بر روی گیاهان عالی موجود در رودخانه رشد می‌کننـد معرفی نمودند. این جلبک‌ها با اتصال از طریق پایه‌های موسـیلاژی ایجاد فضای بیشـتری برای اتصال سـایر جلبک‌های اپی لیتونی می‌نمایند. در ایسـتگاه‌های مختلف نمونه برداری تعداد سـلول‌های اپی لیتـون در ماه‌های مختلف متفاوت بود. در میان گونه‌های مختلف جنس .Nitzschia Hantz، گونه *Nitzschia dissipata Grun*. بیشتر در آب‌های تمیز رودخانه مشاهده شدند، این نتایج بـا یافته‌های Cox (۷)،Brock و Rushforth (۲۷) افشـارزاده (۱) توافق دارد. دیاتومه‌های اپی لیتون به عنوان یک گروه شـاخص نشـان دهنده کیفیت آب و تغییرات حاصل در رودخانه می‌باشند.جدول ANOVA با استفاده از فراوانی آنها در ایسـتگاه‌ها در ارتباط با عامل زمان و مکان محاسـبه گردید (جدول ۸). بر طبق این جدول، اختلاف بین میانگین تعداد سلول دیاتومه‌های اپی لیتون در تاریخ‌های نمونه‌برداری و ایستگاه‌ها معنی‌دار است

## سپاسگزاری

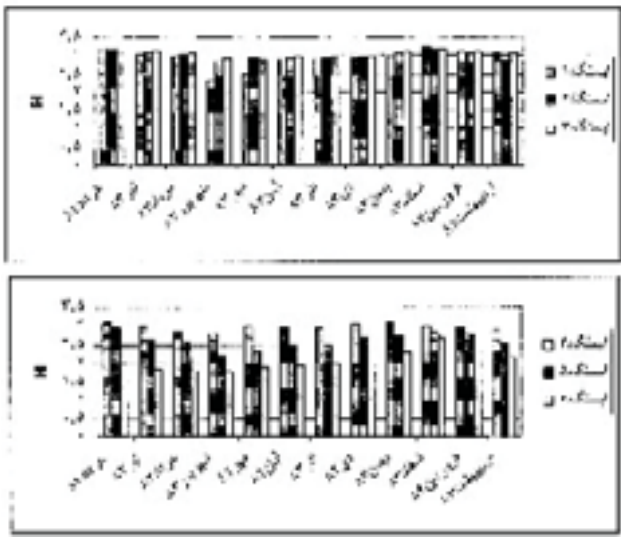
بدین ترتیب از جناب آقای دکتر طاهر نژاد ستاری و جناب آقای دکتر فتح اله فلاحیان، اساتید محترم واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی و مجتمع آزمایشگاهی دانشگاه، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

## منابع مورد استفاده

۱ - افشـار زاده، س.۱۳۸۲؛ بررسـی فلور جلبکی رودخانه زاینـده رود، پایان نامه دکتری، گروه زیست شناسی دانشگاه اصفهان.



**شکل ۸- تغییرات تراکم جمعیت گونه‌های غالب دیاتومه‌های اپی لیتون**
**۱-۳: *Cymbella affinis* ۴-۶: *Cymbella lanceolata* ۷-۹: *Diatoma***
**$\bar{X}$ SE ± و n = ۳ *Vulgaris***



**شکل ۹- شاخص تنوع دیاتومه‌های اپی‌لیتون در ایستگاه‌های مختلف در دوره مطالعه**

۲ - خوشـبخت، ف. ۱۳۷۶؛ مطالعه اکولوژی و فلـور جلبکی دریاچه بزنگان، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه زیست شناسی دانشگاه فردوسی مشهد.
۳ - شـجاعی، س. ۱۳۸۱؛ مطالعه الگوی توزیع عمقی و فراوانی جلبک‌های اپی پل در رسوبات تالاب انزلی، گروه زیست شناسی دانشگاه تهران.
۴ - فرهنگ دره شـوری، آ. ۱۳۸۰؛ مطالعـه اکولوژیکی فلور جلبکی دریاچه طرق، گروه زیست شناسی دانشگاه فردوسی مشهد.
۵ - نوروزی، م. ۱۳۸۱؛ مطالعه جلبک‌های اپی فیت تالاب انزلی و اختصاصی بودن میزبان آنها، گروه زیست شناسی دانشگاه تهران.
6-APHA. 1985; Standard method for the examination of water and wastewater. Baltimore, Maryland. 1268pp.7-Cox, E. J. 1996; Identification of freshwater diatoms from live material. Chapman & Hall.London,158pp.

جدول۱: دمای آب در ایستگاه ها ی مختلف در دوره مطالعه (درجه سانتی‌گراد)

| | خرداد ۸۳ | تیر ۸۳ | مرداد ۸۳ | شهریور ۸۳ | مهر ۸۳ | آبان ۸۳ | آذر ۸۳ | دی ۸۳ | بهمن ۸۳ | اسفند ۸۳ | فروردین ۸۴ | اردیبهشت ۸۴ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ایستگاه ۱ | ۱۸/۸ | ۱۴/۵ | ۱۴/۳ | ۱۲ | ۱۳/۵ | ۸/۶ | ۹/۸ | ۱/۶ | ۴/۳ | ۰/۷ | ۹/۸ | ۹/۳ |
| ایستگاه ۲ | ۱۵/۷ | ۱۶/۱ | ۱۵/۵ | ۱۷ | ۱۰/۶ | ۹/۴ | ۶/۴ | ۳/۱ | ۵/۶ | ۱/۸ | ۱۰/۱ | ۱۱/۵ |
| ایستگاه ۳ | ۱۷/۶ | ۱۵/۷ | ۱۷ | ۱۹/۳ | ۹/۴ | ۷/۴ | ۱۱/۵ | ۴/۲ | ۷/۲ | ۳/۴ | ۱۰/۵ | ۱۳ |
| ایستگاه ۴ | ۱۵ | ۱۷ | ۱۹/۵ | ۱۸/۳ | ۸/۷ | ۱۱/۳ | ۷ | ۶/۷ | ۷/۸ | ۶ | ۱۲/۵ | ۱۴/۳ |
| ایستگاه ۵ | ۱۹/۶ | ۱۹/۱ | ۲۱ | ۱۵/۵ | ۱۱/۲ | ۱۲/۲ | ۹/۷ | ۸/۵ | ۸/۱ | ۷/۵ | ۱۵/۵ | ۱۶ |
| ایستگاه ۶ | ۲۰/۸ | ۱۸/۶ | ۲۲ | ۲۰ | ۱۵/۸ | ۱۴/۲ | ۱۳/۸ | ۹/۳ | ۹/۱ | ۸/۲ | ۱۵/۹ | ۱۶/۸ |


8- Guasch, H., Ivorra, N., Lehmann, V., Paulsson, M., Real, M., and Sabater, S., 1998; Community composition and sensitivity of periphyton to atrazine in flowing water: The role of environmental factors. J. of Appl. Phycol. 10, 203-213.

9- Hustedt, F. 1930; Bacillariophyta ( Diatomeae ). In: Die Susswaser-Flora Mitteleuropas (ed. Pascher, A. ) Vol.10. Gustar Fisher verlag, 466pp.

10- Ibelings, B., Admiraal, W., Bijkerk, R., Ietswaart, T. and Prins, H., 1998 ; Monitoring of algae in Dutch rivers: Does it meet its goals? J. of Appl. Phycol. 10, 171-181.

11- Izaguirre, I., and Vinocur, A., 1994; Algal assemblages from shallow lakes of the Salado river Basin (Argentina). Hydrobiologia, 289, 57-64.

12-Kolayli, S., and Baysal, A., 1998; A study on the epipelic and epilithic algae of Sana river(Trabzon/Turkey), Turk. J. Bot. 22, 163-170.

13-Kwandrans, J., Eloranta, P., Kawecka, B., and Wojtan, K., 1998; Use of benthic diatom communities to evaluate water quality in rivers of southern Poland.J. of Appl. Phycol. 10: 193-201.

14 -Lee, J. 1989; Phycology (2nd ed.). Cambridge University Press. New York. 645pp

15- Magurran, A. E. 1996. Ecological diversity and its measurement. Chapman & Hall. 197pp.

16 - McCormick, P. V. and Carins, Jr., J. 1994; Algae as indicators of environmental change. J. of Appl. Phycol. 6, 509-526.

17 - McCormick, P. V. and Steveson, R., J., 1998; Periphyton as a tool for ecological assessment and management in the Florida Everglades. J. Phycol. 34, 726-733.

18-Moore, J. W. 1974; The benthic algae of southern Baffin Island. I. Epipelic communities in rivers. J. Phycol. 10, 50-57.

19 -Moore, J. W. 1976; Seasonal succession of algae in rivers. I. Examples from the Avon, a large slow-flowing river. J. Phycol. 12, 342-349.

20 -Moore, J. W. 1977; Ecology of algae in a subarctic stream. Can. J. Bot. 55, 1838-1847.

21- Nather Khan, I. S. A. 1991; Effect of urban and industrial wastes on species diversity of the diatom community in a tropical river, Malaysia. Hydrobiologia. 224, 175-184.

22- O , Farrell, 1993 I. Phytoplankton ecology and limnology of the Salado river (Buenos Aires, Argentina). Hydrobiologia 271, 169-178.

23-Patrick, R. and Reimer, C. W. 1966; The diatom of the United States. Vol. I. Academy of Natural Sciences Philadelphia, Monograph, 13.688 pp.

24-Patrick, R. 1976; The formation and maintenance of benthic diatom communities. Proc. Am. Soc.6, 475-484.

25- Peterson, C. G. and Steveson, R. J. 1990; Post-stape development of epilithic algal communities in different current environments. Can. J. Bot. 68, 2092-2102.

26 - Roemer, S. C., Hoagland, K. D. and Rosowski, J. R. 1984; Development of a freshwater periphyton community as influenced by diatom mucilages. Can. J. Bot. 62, 1799-1813.

27 -Rushforth, S. R. and Brock, J. T. 1991; Attached diatom communities from the lower Truckee River, summer and fall, 1986 Hydrobiologia 224, 49-64.

28 - Sheath, R. G. and Cole, K. M. 1992; Biogeography of stream macroalgae in North America. J. Phycol. 28: 448-460.

29 - Sobczak, W. V. and Burton, T. M. 1996; Epilithic bacterial and algal collnization in a stream run, riffle, and pool: A test of biomass covariation. Hydrobiologia 332, 159-166.

30 - South, G. R. and Whittick, A. 1987; Introduction to phycology. Blackwell scientific Pub. UK. 341pp.

31 -Weitzel, R. L. 1979; Periphyton measurements and applications. In: Methods and measurement of periphyton communities: A review. ASTM STP 690. (ed Weitzel, R. L. ) American Society for Testing and Materiales. 77-89pp.C

32 - Wujek, D. E., Rupp, P. M., Lenon, H. L., King, R. H. and Bailey, R. E., 1980; Phytoplankton of the Tittabawassee River, Midland, Michigan. Phytologia. 45, 255-269.

جدول۲: pH آب در ایستگاه‌های مختلف در دوره مطالعه

| | خرداد ۸۳ | تیر ۸۳ | مرداد ۸۳ | شهریور ۸۳ | مهر ۸۳ | آبان ۸۳ | آذر ۸۳ | دی ۸۳ | بهمن ۸۳ | اسفند ۸۳ | فروردین ۸۴ | اردیبهشت ۸۴ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ایستگاه۱ | ۸/۳ | ۸/۸ | ۷/۹ | ۷/۳۴ | ۸/۰۳ | ۷/۱۲ | ۸/۴۶ | ۷/۹ | ۷/۹ | ۷/۱۴ | ۸/۳۳ | ۸/۱۳ |
| ایستگاه۲ | ۸/۹ | ۸/۳ | ۷/۰۱ | ۸/۷۳ | ۸/۲۸ | ۷/۴۳ | ۸/۰۴ | ۸ | ۷/۴۳ | ۸/۳۳ | ۸/۱۵ | ۸/۴۸ |
| ایستگاه۳ | ۸/۰۶ | ۷/۳ | ۸/۳۶ | ۸/۸۲ | ۷/۹۶ | ۷/۹ | ۷/۵۳ | ۸/۱ | ۷/۴۵ | ۸/۶۹ | ۸/۰۶ | ۷/۹۳ |
| ایستگاه۴ | ۸/۲۳ | ۷/۳ | ۷/۶۹ | ۷/۴۱ | ۷/۳۶ | ۸/۱۴ | ۷/۲۵ | ۸ | ۷/۰۲ | ۷/۱۳ | ۸/۵ | ۸/۶۱ |
| ایستگاه۵ | ۷/۷۱ | ۷/۱ | ۸/۲۱ | ۷/۰۴ | ۸/۳۷ | ۸/۳۱ | ۷/۲ | ۸/۲ | ۷/۲۵ | ۷/۳۵ | ۷/۹۹ | ۷/۳۲ |
| ایستگاه۶ | ۷/۴۳ | ۷/۱ | ۷/۵ | ۷/۹۱ | ۷/۹۳ | ۷/۷۱ | ۷/۴۲ | ۷/۴ | ۷/۱۹ | ۸/۲۲ | ۷/۳۹ | ۷/۲۷ |

جدول۳: هدایت الکتریکی آب (EC) در ایستگاه های مختلف در دوره مطالعه(µs/cm).

| | خرداد ۸۳ | تیر ۸۳ | مرداد ۸۳ | شهریور ۸۳ | مهر ۸۳ | آبان ۸۳ | آذر ۸۳ | دی ۸۳ | بهمن ۸۳ | اسفند ۸۳ | فروردین ۸۴ | اردیبهشت ۸۴ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ایستگاه۱ | ۲۱۳ | ۳۱۷ | ۳۸۶ | ۴۲۳ | ۳۶۶ | ۳۸۹ | ۳۹۹ | ۳۱۸ | ۲۴۸ | ۳۷۶ | ۳۶۹ | ۲۹۰ |
| ایستگاه۲ | ۳۹۴ | ۲۹۵ | ۳۵۴ | ۵۱۷ | ۴۱۹ | ۴۲۸ | ۴۰۲ | ۲۷۵ | ۳۱۹ | ۴۹۲ | ۴۳۹ | ۳۸۰ |
| ایستگاه۳ | ۳۷۳ | ۳۹۸ | ۴۱۷ | ۳۱۷ | ۴۲۶ | ۵۱۹ | ۶۱۷ | ۳۱۳ | ۲۸۹ | ۵۰۷ | ۷۵۶ | ۴۲۰ |
| ایستگاه۴ | ۳۲۰ | ۴۱۵ | ۶۱۹ | ۶۵۲ | ۵۱۴ | ۶۷۳ | ۸۲۱ | ۴۱۰ | ۳۴۳ | ۶۱۹ | ۸۱۳ | ۳۶۷ |
| ایستگاه۵ | ۴۱۸ | ۵۲۷ | ۷۱۴ | ۷۲۰ | ۷۳۱ | ۸۲۱ | ۸۳۹ | ۳۲۷ | ۴۳۱ | ۷۲۰ | ۷۹۹ | ۹۶۱ |
| ایستگاه۶ | ۵۱۲ | ۹۸۲ | ۸۶۷ | ۷۳۶ | ۹۶۰ | ۱۰۳۰ | ۹۱۷ | ۶۷۹ | ۴۸۰ | ۸۶۰ | ۸۳۲ | ۸۲۷ |

جدول۴: اکسیژن محلول آب (DO) در ایستگاه های مختلف در دوره مطالعه (mg/l).

| | خرداد ۸۳ | تیر ۸۳ | مرداد ۸۳ | شهریور ۸۳ | مهر ۸۳ | آبان ۸۳ | آذر ۸۳ | دی ۸۳ | بهمن ۸۳ | اسفند ۸۳ | فروردین ۸۴ | اردیبهشت ۸۴ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ایستگاه۱ | ۱۲/۶ | ۱۶/۹ | ۱۱/۶ | ۱۳/۳۵ | ۱۴/۱ | ۱۲/۹ | ۱۳/۷ | ۱۹ | ۱۷/۹ | ۱۵/۷ | ۱۷/۹۹ | ۱۶/۹ |
| ایستگاه۲ | ۸/۱۳ | ۱۰/۴ | ۱۰/۱ | ۷/۹۶ | ۱۲ | ۸/۶۱ | ۹/۶۱ | ۸/۱ | ۱۵/۴ | ۹/۶۵ | ۱۵/۷۹ | ۱۰/۳۵ |
| ایستگاه۳ | ۱۰/۱ | ۱۲/۷ | ۹/۳ | ۱۱/۳۲ | ۱۰/۳ | ۷/۳۳ | ۹/۸۸ | ۶/۲۷ | ۱۰/۹ | ۱۰/۱۲ | ۱۷/۱۳ | ۱۲/۷۱ |
| ایستگاه۴ | ۹/۸۵ | ۱۳/۱ | ۸/۳۴ | ۸/۶۴ | ۸/۳ | ۷/۱۹ | ۱۰/۹ | ۵/۹ | ۸/۷ | ۸/۱۳ | ۱۲/۲۵ | ۶/۲۷ |
| ایستگاه۵ | ۷/۷۱ | ۹/۶۶ | ۶/۱۷ | ۷/۲۱ | ۶/۲۳ | ۶/۹۷ | ۷/۴۹ | ۱۰/۷ | ۹/۱۳ | ۸/۰۱ | ۸/۳۵ | ۸/۵ |
| ایستگاه۶ | ۹/۱۲ | ۸/۰۹ | ۷/۳۸ | ۹/۲۱ | ۵/۳ | ۷/۷۹ | ۴/۶ | ۹/۲۸ | ۶/۱ | ۷/۲۹ | ۸/۰۳ | ۷/۲۵ |

جدول۵: فهرست گونه ای دیاتومه های اپی لیتون شناسایی شده در ایستگاه های مختلف در رودخانه جاجرود۱۳۸۳-۱۳۸۴.

| نام گونه | ایستگاه |
|---|---|
| *Achnanthes clevei* Grun | ۱،۲،۳،۵ |
| *A. deflexa* Reim. | ۱،۵،۶ |
| *A. lanceolata Var. dubia* Grun. | ۱،۴،۵ |
| *A. pseadowazi* Carter. | ۵،۶ |
| *Achnanthidium minutissima* Kutz. | ۱،۲،۳ |
| *Amphora ovalis* Kutz. | ۳،۴،۵،۶ |
| *A. ovalis Var. affinis* Kutz. | ۵،۶ |
| *A. ovalis Var. pediculus* Kutz. | ۴،۵،۶ |
| *Astrionella ralfsii W.* Sm. | ۶ |
| *Bacillaria paradoxa* Gmelin. | ۶ |
| *Cocconeis fluviatilis* Wall. | ۱،۲،۳ |
| *Cocconeis rugosa* Sov. | ۲،۳،۴،۵ |
| *Cocconeis placentula* Ehr. | ۱،۳،۵ |
| *Cymbella affinis* Kutz | ۱،۳،۴،۶ |

ادامه جدول - ۵

| | |
|---|---|
| *Cymbella cistula* Kirch | ۲،۳،۴،۵ |
| *Cymbella gibba J. W.* Bail | ۲،۳ |
| *Cymbella lanceolata* Ag | ۱،۴ |
| *Cymbella prostrate* (Berk.) cl | ۴،۶ |
| *Cymbella affinis* Kutz | ۱،۲،۴،۶ |
| *Cocconeis sinuata* Greg | ۳ |
| *Diatoma ehrenbergii* Kutz | ۱،۶ |
| *Diatoma mesodon* Kutz | ۲،۴،۶ |
| *Diatoma vulgare Var. breve* Grun | ۵ |
| *Diatoma vulgaris* Bory | ۲،۴،۵ |
| *Diploneis elliptica* Schm. | ۴،۵،۶ |
| *Gomphonema angustatum* Rabh. | ۲،۳،۴،۵،۶ |
| *Gomphonema olivaceum* Kutz. | ۲،۳ |
| *Gomphonema subclavatum* Grun. | ۱،۵ |
| *Gomphonema tenellum* Kutz. | ۴،۵،۶ |

ادامه جدول - ۵

| | |
|---|---|
| *Hantzschia pseudomarina* Hust. | ۱،۲ |
| *Melosira varians* Ag. | ۴،۵،۶ |
| *Navicula gibbosa* Hust. | ۳ ،۶ |
| *Navicula insignita* Hust. | ۴ |
| *Navicula lanceolata* Kutz. | ۱ ،۳ |
| *Navicula mutica* Kutz. | ۲ |
| *Navicula rhynchocephala* Kutz. | ۵ |
| *Navicula salinarum* Grun. | ۱ ،۲ ،۳ ،۴ ،۵ |
| *Navicula virdula* Kutz. | ۶ |
| *Nitzschia angustata* Grun. | ۴ ،۵ |
| *Nitzschia dissipata* Grun. | ۱ ،۳ ،۴ |
| *Nitzschia flexa* Schum. | ۴ ،۵ |
| *Nitzschia recta Hantz ex* Rabe. | ۶ |
| *Nitzschia sigma* (Kutz.) Smith. | ۴ ،۶ |
| *Nitzschia sigmoidea* (Ehr.) Smith. | ۳ ،۵ ،۶ |
| *Nitzschia sublinearis* Hust. | ۴ ،۵ |
| *Nitzschia vermicularis* (Kutz.) Grun. | ۲ ،۳ |
| *Peronia intermedium* Part. | ۱ ،۲ ،۵ |
| *Surirella angustata* Kutz. | ۲ ،۳ ،۵ |
| *Surirella robusta* Var. splendida Heur. | ۳ ،۴ |
| *Synedra ulna (Nitz.) Ehr.* | ۴ ،۶ |

جـدول۶: مقادیر ماکزیمم، مینیمم و میانگین تعداد دیاتومه های اپی لیتون درایســتگاه های مختلف در دوره مطالعه

| | ماکزیمم | مینیمم | ماکزیمم میانگین | مینیمم میانگین |
|---|---|---|---|---|
| ایستگاه۱ | ۵۱۷ | ۳۹ | ۱۷۹ | ۸۰/۷۸ |
| ایستگاه۲ | ۳۶۹ | ۳۸ | ۱۹۸ | ۸۸/۳۴ |
| ایستگاه۳ | ۴۶۲ | ۳۴ | ۲۵۵/۴۲ | ۱۰۶/۹ |
| ایستگاه۴ | ۴۱۸ | ۳۵ | ۲۵۵/۱۸ | ۱۰۳/۳۴ |
| ایستگاه۵ | ۲۹۹ | ۳۳ | ۱۸۳/۳۹ | ۹۱/۲۷ |
| ایستگاه۶ | ۲۹۷ | ۳۳ | ۱۷۳/۲۷ | ۹۰/۱۷ |

جدول ۷ : تعداد کل گونه های دیاتومه ای اپی لیتون در ایستگاه های مختلف در دوره مطالعه ($cell/cm^2$)

| | خرداد ۸۳ | تیر ۸۳ | مرداد ۸۳ | شهریور ۸۳ | مهر ۸۳ | آبان ۸۳ | آذر ۸۳ | دی ۸۳ | بهمن ۸۳ | اسفند ۸۳ | فروردین ۸۴ | اردیبهشت ۸۴ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ایستگاه ۱ | ۱۷۵۳۳ | ۱۸۲۷۶ | ۲۱۲۳۴ | ۲۳۷۴۵ | ۲۰۱۷۷ | ۱۷۶۹۸ | ۱۵۳۴۴ | ۱۲۷۱۱ | ۱۱۰۹۸ | ۹۶۸۰ | ۲۲۵۲۷ | ۲۷۶۷۸ |
| ایستگاه ۲ | ۱۸۴۸۷ | ۲۱۸۵۵ | ۲۵۴۰۵ | ۲۸۶۴۲ | ۲۴۶۴۸ | ۲۱۳۹۹ | ۱۸۰۶۴ | ۱۵۱۰۲ | ۱۲۵۷۲ | ۱۰۶۸۴ | ۲۴۵۰۷ | ۳۰۱۹۰ |
| ایستگاه ۳ | ۲۰۴۵۳ | ۲۴۷۷۸ | ۲۹۵۲۸ | ۳۴۱۸۷ | ۳۱۰۱۹ | ۲۷۲۸۰ | ۲۴۱۱۵ | ۲۰۲۱۰ | ۱۷۰۱۰ | ۱۴۵۰۹ | ۳۳۱۸۰ | ۳۸۸۰۱ |
| ایستگاه ۴ | ۱۹۷۹۳ | ۲۴۹۵۵ | ۳۰۶۰۰ | ۳۵۷۳۰ | ۳۱۸۹۴ | ۲۸۵۸۰ | ۲۴۸۸۶ | ۲۱۱۶۴ | ۱۸۰۰۳ | ۱۵۳۶۵ | ۳۲۱۶۱ | ۳۸۶۰۱ |
| ایستگاه۵ | ۱۶۲۹۴ | ۲۱۲۸۴ | ۲۵۳۳۶ | ۲۷۷۹۶ | ۲۵۷۸۰ | ۲۲۳۱۹ | ۱۹۳۴۲ | ۱۵۶۸۷ | ۱۳۶۵۲ | ۱۲۰۴۸ | ۲۲۰۴۱ | ۲۶۲۹۸ |
| ایستگاه ۶ | ۱۵۲۰۴ | ۱۸۹۶۰ | ۲۱۹۷۷ | ۲۴۶۹۵ | ۲۱۶۳۲ | ۱۸۷۹۵ | ۱۶۰۳۳ | ۱۳۷۹۳ | ۱۱۹۲۳ | ۱۰۸۵۳ | ۱۹۵۵۶ | ۲۲۹۱۴ |

جدول ۸: آنالیز واریانس تک متغیره دو طرفه (ANOVA دو طرفه) دیاتومه‌های اپی‌لیتون

| Source | Typelll sum of squares | df | Mean squares | F | Sig |
|---|---|---|---|---|---|
| Date | ۱/۲۲ E + ۰۸ | ۱۲ | ۱۰۱۵۲۶۶ | ۸۱۱/۲۶۵ | ۰ |
| Station | ۵/۱۳ E + ۰۷ | ۵ | ۱۰۲۵۴۹۱ | ۴۸۸/۲۶۸ | ۰ |
| Date Station | ۸/۶۰ E + ۰۲ | ۵۴ | ۱۵۹۳۱ | ۱۷۱/۴ | ۰ |
| Error | ۲/۹۷ E + ۰۴ | ۱۰۴۰۶ | ۳۸۱۹ | | |