

## مطالعه پراکنش و فروانی پریتون‌های رودخانه بهشت‌آباد در استان چهارمحال و بختیاری

### چکیده

جوامع پریتونی به‌عنوان جزء اساسی اکوسیستم آب‌های جاری عمل می‌کنند و تولیدکنندگان اصلی اکوسیستم رودخانه آبی هستند. پریتون‌ها به‌عنوان شاخص‌های بیولوژیک کیفیت آب مفید هستند. تنوع تاکسونومیک و فراوانی پریتون‌ها به عوامل مختلفی مثل دما، اکسیژن محلول و مواد مغذی قابل‌دسترس بستگی دارد. تاکنون هیچ مطالعه‌ای در مورد پارامترهای فیزیکوشیمیایی و تأثیر آن‌ها بر ترکیب جوامع پریتون رودخانه بهشت‌آباد صورت نگرفته است. هدف از این مطالعه بررسی وجود رابطه بین تنوع و تراکم جوامع پریتونی با خواص فیزیکوشیمیایی آب رودخانه بهشت‌آباد است. نمونه‌برداری از هفت ایستگاه در طول رودخانه بهشت‌آباد برای شناسایی و شمارش پریتون‌ها و تغییرات جمعیت آن‌ها در طی ماه‌های مختلف در هر ایستگاه طی یک دوره یک‌ساله از مهرماه ۱۳۹۴ تا آبان ماه ۱۳۹۵ انجام گرفت. بر اساس نتایج حاصل در فصل تابستان بیشترین و در فصل زمستان کمترین تراکم جوامع پریتونی مشاهده گردید. به‌طور کلی بر اساس نتایج تحقیق حاضر جنس‌های رده دیاتومه در طول سال غالب بودند و جنس *Naviculla* بیش‌ترین پراکنش را نشان داد به‌گونه‌ای که در تمام ایستگاه‌ها و در تمام مراحل نمونه‌برداری حضور داشته و تراکم غالب را به خود اختصاص داد. در کل می‌توان این‌گونه بیان داشت که ترکیب اصلی جمعیت پریتون در رودخانه بهشت‌آباد با دیاتومه‌ها است.

**واژگان کلیدی:** حوضه کارون شمالی، چهارمحال و بختیاری، پریتون.

وحید رضوانی<sup>۱\*</sup>

فردین شالویی<sup>۲</sup>

فرزانه نیکخواه<sup>۳</sup>

رسول زمانی احمدمحمودی<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد بوم‌شناسی آبریان، گروه شیلات و محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
- ۲، ۳. استادیار گروه شیلات و محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
۴. دانشیار گروه شیلات و محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

\*مسئول مکاتبات:

vrezvani77@gmail.com

کد مقاله: ۱۴۰۰۱۰۸۳۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۲۳

این مقاله پژوهشی و برگرفته از پایان‌نامه

کارشناسی ارشد است.

### مقدمه

رودخانه‌ها از نظر بیولوژیک اکوسیستم‌های غنی هستند که به‌واسطه تفاوت در ساختار فیزیکی و ماهیت شیمیایی آبی‌شان تفکیک می‌شوند. جوامع زیستی از طریق نقش مربوط به آشیان (nich) اکولوژیک‌شان و تعامل با فاکتورهای غیرزنده محیطی، تمامیت اکولوژیک و سلامت این اکوسیستم‌های رودخانه‌ای را حفظ می‌کنند (Gulzar et al., ۲۰۱۷). به‌طور کلی در یک بوم‌سازگان آبی تغییر در پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، تأثیر قابل‌توجهی در پویایی و ساختار گونه‌های موجود در آن دارد. تغییرات فصلی در این پارامترها نقش مهمی در توزیع، تناوبی و ترکیب کمی و کیفی زیست‌توده آب شیرین دارند (Angeli et al., ۲۰۱۰). تنوع یک موضوع مهم در پویایی جمعیت و تغییرات آن می‌باشد. محاسبه شاخص تنوع پریتون‌های کف زی یک ویژگی مهم ساختار اکوسیستم برای شناخت سلامت زیستی آن می‌باشد (Washington, ۲۰۰۳). پریتون‌ها



مهم‌ترین تولیدکنندگان اولیه در اکوسیستم‌های آبی رودخانه‌ای هستند (Baluni et al., ۲۰۲۰; Piano et al., ۲۰۱۶). پریفیتون‌ها مجموعه‌ای از باکتری‌ها و میکرو جلبک‌ها هستند که هر دو با زمان تولید نسل کوتاه، متمایز می‌شوند؛ بنابراین، ممکن است آن‌ها نسبت به سایر موجودات با زمان تولید طولانی‌تر نسبت به تغییر شرایط محیطی سریع‌تر واکنش نشان دهند (Dorigo et al., ۲۰۱۰). ساختار جوامع پریفیتون، ترکیب و توالی گونه‌ای آن‌ها در پاسخ به شرایط محیطی تغییر می‌کند بنابراین، می‌توان از آن‌ها برای طبقه‌بندی کیفیت آب‌ها استفاده کرد (Baluni, ۲۰۱۸). آن‌ها به‌طور قابل توجهی در فرآیندهای هیدرولوژیکی، فیزیکی و بیوژئوشیمیایی در آب‌های جاری دخالت دارند، نقش مهمی در تأمین زیستگاه برای بی‌مهرگان کوچک بازی کرده و در تبدیل مواد آلی محلول شرکت می‌کنند (Barthès et al., ۲۰۱۵). رشد و توسعه پریفیتون‌ها در رودخانه‌ها و نه‌رها به‌وسیله یک سری واکنش‌های پیچیده بین عوامل هیدرولوژیکی، کیفیت آب و فاکتورهای زنده کنترل می‌شود (Peterson, ۲۰۰۷). تنوع و تراکم پریفیتون‌ها علاوه بر این‌که به موقعیت جغرافیایی محل و توپوگرافی منطقه بستگی دارد، بر اساس شرایط فیزیکیوشیمیایی آب و همچنین تغییرات فصلی تغییر می‌کند (Dodds, ۲۰۰۴). از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر بیومس پریفیتون‌ها در رودخانه‌ها مواد مغذی، نور و درجه حرارت، سرعت جریان، آشفتگی‌های فیزیکی، نوع بستر، ترکیب و ساختار و بی‌مهرگان چرا کننده می‌باشد (Villeneuve et al., ۲۰۱۰). نرخ رشد پریفیتون‌ها به‌عنوان فرایند کلیدی که منجر به یوتریفیکاسیون رودخانه‌ها می‌شود، شناخته شده است (McCall et al., ۲۰۱۷). برخلاف پلانکتون‌ها که غالباً به‌طور کامل به اثرات آلودگی بعد از عبور از کنار منشأ آلودگی رودخانه‌ها حتی بعد از طی مسافت طولانی نیز پاسخ نمی‌دهند، پریفیتون بلافاصله بعد از منشأ آلودگی واکنش شدیدی از خود بروز می‌دهند؛ بنابراین فراوانی پریفیتون‌ها در یک محل مشخص با کیفیت آب در آن محل رابطه نزدیکی دارد، از این‌رو هرگونه تغییر یا تعدیل در این فاکتورها خواه با منشأ طبیعی و یا انسانی می‌تواند موجب تخریب و عدم عملکرد نقش اصلی بیوفیلم‌ها در این اکوسیستم‌های آبی گردد (Villeneuve et al., ۲۰۱۱). در این زمینه مطالعات مشابه نیز در برخی مناطق جغرافیایی و لیمنولوژیک روی چشمه‌های کوه‌های کشمیر توسط Bhat و Pandit (۲۰۱۰)، در منطقه Uttarakhand توسط Komar و همکاران (۲۰۱۶) و Baluni و همکاران (۲۰۱۸) انجام شده است. McCall و همکاران (۲۰۱۷) نیز تأثیر غلظت فسفر و شدت نور بر زیست‌توده و ساختار جوامع پریفیتونی رودخانه Lambourn انگلستان بررسی کردند.

رودخانه بهشت‌آباد یکی از بزرگ‌ترین و مه‌ترین رودخانه جاری در استان چهارمحال و بختیاری است. در حال حاضر در منطقه مطالعاتی سد بهشت‌آباد کانون‌های مختلف آلودگی‌های آلی و کشاورزی وجود دارد که بیشتر به‌صورت لحظه‌ای بروز کرده و سریع از بین می‌روند. فعالیت‌های شهری و آلودگی‌های آن به‌ویژه در منطقه، بیشتر با تفاوت‌های روزهای هفته، شبانه‌روزی و حتی فصلی روبرو است و کشاورزی نیز به‌صورت فصلی دچار تغییر می‌شود. لذا در این تحقیق با بررسی کلی تنوع و تراکم پریفیتون‌ها در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری ارتباط آن‌ها با برخی از فاکتورهای مؤثر فیزیکیوشیمیایی آب سنجیده خواهد شد.

در مطالعه حاضر پریفیتون برای ارزیابی کیفیت آب رودخانه بهشت‌آباد و کوه‌رنگ در حوضه کارون شمالی مورد استفاده قرار گرفته است. در حال حاضر در این منطقه منابع مختلف آلودگی‌های آلی و کشاورزی وجود دارد که بیشتر به‌صورت موقت بروز کرده و خیلی زود از بین می‌رود. فعالیت‌های شهری و آلودگی‌های آن بیشتر با نوسانات روزانه، هفتگی و حتی فصلی روبرو است و کشاورزی نیز به‌صورت فصلی دچار تغییر می‌شود. تاکنون مطالعه‌ای در مورد ترکیب جامعه فیتوپلانکتونی این رودخانه صورت نگرفته است. لذا به نظر می‌رسد این مطالعه بتواند برای ارزیابی کیفیت بوم سامانه رودخانه روش مناسبی ارائه دهد.

## مواد و روش‌ها

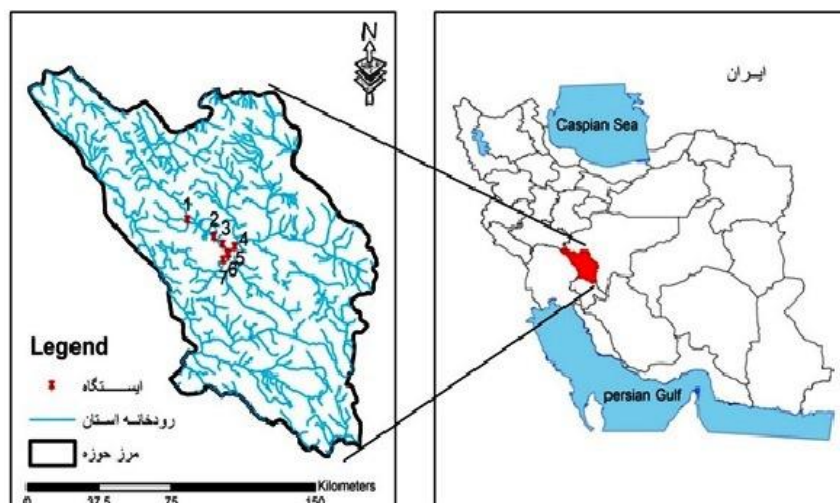
محدوده مورد مطالعه شامل حوضه‌های آبریز کوه‌رنگ و بهشت‌آباد در موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۳۵ دقیقه در عرض شمالی و ۵۰ درجه تا ۵۱ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی است. این حوضه‌ها تماماً در محدوده استان چهارمحال و بختیاری واقع شده‌اند.

حوضه بهشت‌آباد با ۳۸۶۰ کیلومترمربع وسعت، وسیع‌ترین زیر حوضه در حوضه آبخیز کارون شمالی است (شالوئی و شاهینی، ۱۳۹۵). به‌منظور ارزیابی، تعداد ۷ ایستگاه از منطقه انتهایی پیش‌بینی‌شده دریاچه سد (پل فخرآباد) تا چند کیلومتر بعد از مخزن سد (پل دوازده امام) در نظر گرفته شد و موقعیت آن‌ها با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت گردید که در جدول ۱ قابل‌مشاهده است. نمونه‌برداری از ایستگاه‌ها برای شناسایی و شمارش پرفیتون‌ها و تغییرات جمعیت آن‌ها در هر ایستگاه طی یک دوره یک‌ساله از مهرماه ۱۳۹۴ تا آبان ماه ۱۳۹۵ انجام گرفت. موقعیت منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌ها در شکل شماره ۱ قابل‌مشاهده است. به‌طور کلی انتخاب ایستگاه‌ها تصادفی نبوده و با در نظر گرفتن پارامترهایی از جمله قابلیت دسترسی، تأثیر جریان‌های فرعی بر جریان اصلی رودخانه، کمیت و کیفیت آب، شرایط منطقه و عوامل محیطی تأثیرگذار بر کیفیت آب رودخانه صورت پذیرفت. تعداد ۷ ایستگاه مطالعاتی به‌گونه‌ای انتخاب شدند که هر ایستگاه وضعیت زیستی آن نقطه را با توجه به تأثیر وجود یا عدم وجود ورود پساب و در نتیجه میزان این آلودگی به‌خوبی نشان دهد.

رودخانه کاج قبل از پیوستن شاخه موسوم به شاخه شهریار کوه‌رنگ که بین ایستگاه ۱ و ۲ قرار می‌گیرد از بالادست، آب دو چشمه دزداران و کوفی را در خود جاری می‌نماید. این شاخه قبل از ایستگاه دوم پذیرنده پساب واحدهای پرورش ماهی بالادست خود است. ایستگاه ۲ در رودخانه کاج ایستگاه در محل نمونه‌برداری، پذیرنده بار آلودگی و پساب پرورش ماهی از مجتمع‌های پرورش ماهی در بالادست است، قبل از ایستگاه نمونه‌برداری ۲، رودخانه آب چشمه سرداب رستم‌آباد که بزرگ‌ترین چشمه استان می‌باشد را دریافت می‌کند. ایستگاه ۳ زیردست شهر کاج است و بنا به موقعیت، بعد از ایستگاه ۲ علاوه بر دریافت پساب مزارع پرورش ماهی میان مسیر از ایستگاه ۲ تا شهر کاج، پذیرای آلودگی و پساب شهری کاج نیز هست. ایستگاه ۴ شاخه‌ای از رودخانه موسوم به جوققان و تنگ درکش را در برمی‌گیرد. فواصل مزارع پرورش ماهی با این ایستگاه زیاد، ولی منشأ دریافت پساب‌های کشاورزی مناطق شلمزار و جوققان در منطقه است و در بسیاری از ماه‌های سال، پساب سکونتگاه‌های منطقه را با خود به آن حمل می‌کند. ایستگاه انتخابی ۵ در ادامه مسیر شاخه رودخانه جوققان و بلافاصله حدود ۴ کیلومتر از ایستگاه ۴ نام رودخانه بهشت‌آباد را می‌گیرد و پذیرنده پساب ۱۱ مزرعه پرورش ماهی مجاز و غیرمجاز است و دبی رودخانه در اکثر مواقع از شدت بالایی برخوردار است. ایستگاه ۶ و ۷ دو ایستگاه انتخاب‌شده در مسیر پیوستن آب دوشاخه پرآب رودخانه در چهارمحال و بختیاری یعنی رودخانه کاج و رودخانه بهشت‌آباد است. یکی بعد از پیوستن رودخانه‌ها به هم و در موقعیت با آب تند و بسترهای قلوه‌سنگی و جمع‌کننده همه فعالیت‌های آلوده‌کننده سکونتگاه‌های کوچک روستایی و فعالیت‌های مزارع پرورش ماهی میان دو ایستگاه می‌باشد.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه بهشت‌آباد در زمان بررسی (۱۳۹۵-۱۳۹۴).

| نام ایستگاه | موقعیت ایستگاه |           |
|-------------|----------------|-----------|
|             | Y              | X         |
| ۱           | ۳۵۵۵۳۰۶/۳۲     | ۴۴۹۰۰۲/۰۳ |
| ۲           | ۳۵۴۶۶۴۱/۹۰     | ۴۵۹۶۲۱/۳۱ |
| ۳           | ۳۵۴۵۹۹۴/۰۰     | ۴۶۰۷۷۶/۶۱ |
| ۴           | ۳۵۴۹۴۹۹/۷۳     | ۴۶۸۲۲۳/۰۱ |
| ۵           | ۳۵۴۱۹۶۸/۶۰     | ۴۶۳۵۲۹/۷۶ |
| ۶           | ۳۵۴۰۲۱۳/۵۰     | ۴۶۳۶۵۰/۴۱ |
| ۷           | ۳۵۳۸۹۸۵/۱۱     | ۴۶۰۰۵۸/۷۲ |



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد بررسی نسبت به کشور و استان.

از هر ایستگاه تعدادی سنگریزه با اندازه‌های تقریباً یکسان از کف رودخانه برداشت شد. نمونه‌ها پس از تثبیت با فرمالین به آزمایشگاه منتقل شدند، سپس از هر ایستگاه سطح مقطع ۳ سنگریزه به میزان ۱ سانتی‌متر مربع برش داده شد و در ظرف‌های درب دار به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسید. نمونه‌ها پس از آماده‌سازی با استفاده از لام سدویک با میکروسکوپ شناسایی، شمارش و عکس‌برداری شدند. در نهایت تعداد پریفیتون‌های شمارش شده در ۱ سانتی‌متر مربع (Greenberg, ۱۹۹۲) محاسبه شدند. شناسایی جلبک‌ها با استفاده از فلورها و کلیدهای شناسایی جلبک‌ها صورت گرفت (Landis and Gyr, ۱۹۷۸; Davis, ۱۹۸۵; Round and Cranded, ۱۹۹۰).

شاخص تنوع شانون-وینر مرسوم‌ترین شاخص ترکیبی تنوع است که غنا، یکنواختی و فراوانی ساختار جمعیت نیز مورد نظر است و فرض می‌کند که افراد به‌طور تصادفی از جمعیت بی‌نهایت بزرگی نمونه‌برداری شده‌اند (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۵). کل تعداد آرایه (S) غنای گونه‌ای بیشتر اوقات به راحتی و با تعیین تعداد کل گونه‌ها مشخص می‌شود. مشکل اصلی این شاخص این است که میزان S به اندازه نمونه بستگی دارد و هرچه اندازه نمونه بزرگ‌تر باشد تعداد گونه‌های بیشتری وجود خواهد داشت. شاخص مارگالف (d): این شاخص از اثر اندازه با وارد کردن تعداد افراد (N) در نمونه جلوگیری می‌کند. از این رو، این شاخص تعداد گونه‌ها را نسبت به اندازه کلی نمونه بررسی می‌کند (رابطه ۱) (ملکی و همکاران، ۱۳۹۶):

$$d = \frac{(S - 1)}{\log_e N} \quad \text{رابطه ۱}$$

یکنواختی یا غالبیت گونه‌ای شاخص مهمی در تنوع زیستی است. نمونه‌ای یکنواختی بیشتری در حضور گونه‌ها دارد که غالبیت گونه‌ای کمتری دارد. غالبیت با استفاده از شاخص سیمپسون (D) محاسبه می‌شود که تعداد افراد هرگونه ( $n_i$ ) نسبت به تعداد کل افراد در نمونه (N) بررسی می‌شود (رابطه ۲) (ملکی و همکاران، ۱۳۹۶):

$$D = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2 \quad \text{رابطه ۲}$$

شاخص تنوع شانون-وینر مرسوم‌ترین شاخص ترکیبی تنوع است که غنا، یکنواختی و فراوانی ساختار جمعیت نیز مورد نظر است (رابطه ۳) و فرض می‌کند که افراد به‌طور تصادفی از جمعیت بی‌نهایت بزرگی نمونه‌برداری شده‌اند (Mason, ۱۹۹۶).

$$H' = \sum P_i (\log_n P_i) \quad \text{رابطه ۳:}$$

H': تنوع و  $P_i$ : فراوانی نسبی افراد است.

### جدول ۱: طبقه‌بندی کیفی آب بر اساس شاخص شانون-وینر (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۵)

| طبقه‌بندی کیفی آب | مقدار عددی شاخص تنوع شانون-وینر |
|-------------------|---------------------------------|
| آب تمیز           | ۵-۳                             |
| آلودگی متوسط      | ۳-۱                             |
| آلودگی اساسی      | ۱ >                             |

محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی با استفاده از نرم‌افزار PAST محاسبه شد. بررسی آماری داده‌ها در ایستگاه‌ها و در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد.

### نتایج

این تحقیق در چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان انجام شد، در تمام مراحل نمونه‌برداری شاخه Bacillariophyta غالب بود. شاخه‌های دیگر با مساعد شدن شرایط محیطی به تدریج حضور گسترده‌تری را نشان دادند. حضور و عدم حضور آرایه‌های شناسایی شده در مراحل مختلف نمونه‌برداری در جدول ۳ گزارش شده است. در این مطالعه در مجموع ۵۸ جنس متعلق به ۸ شاخه از فیتوپلانکتون شناسایی گردید (جدول ۳). شاخه Bacillariophyta با داشتن ۲۷ جنس و شاخه‌های Chlorophyta و Cyanobacteria به ترتیب با داشتن ۱۲ و ۱۰ جنس بیش‌ترین از نظر تنوع در گروه‌های بعدی قرار داشتند. شاخه‌های Rhodophyta و Chrysophyta هر کدام با ۱ جنس کم‌تنوع‌ترین شاخه شناسایی شده بودند.

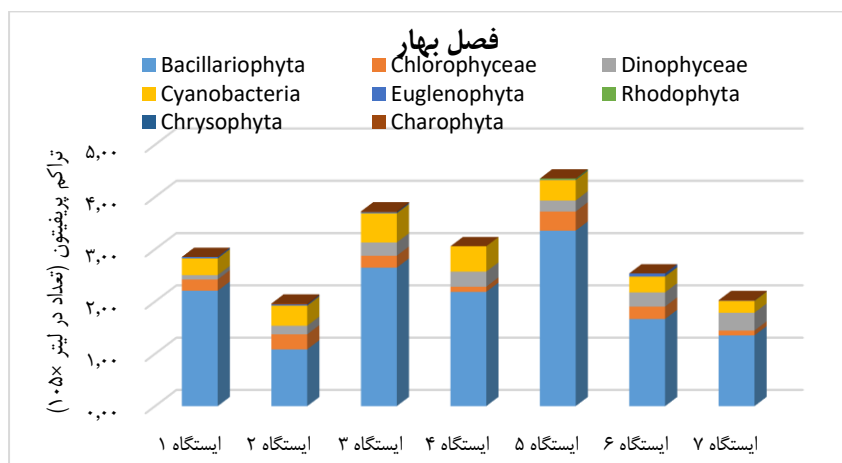
### جدول ۳: فهرست حضور (\*) و عدم حضور (-) پرفیتون مشاهده‌شده در رودخانه بهشت‌آباد در طول دوره نمونه‌برداری (۱۳۹۵-۱۳۹۴).

| ایستگاه ۷ | ایستگاه ۶ | ایستگاه ۵ | ایستگاه ۴ | ایستگاه ۳ | ایستگاه ۲ | ایستگاه ۱ | شاخه‌ها و جنس‌های فیتوپلانکتونی |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------------------|
|           |           |           |           |           |           |           | Bacillariophyta                 |
| .         | *         | .         | .         | .         | .         | .         | Achnanthes                      |
|           |           |           | *         | *         |           | *         | Actinella                       |
| *         | *         | *         | *         | *         | *         | *         | Amphora                         |
| *         | *         | *         | *         | *         | *         | *         | Eunotia                         |
| *         | *         | *         | *         | *         | *         | *         | Cocconeis                       |
|           |           |           |           | *         |           |           | Cyclostephanos                  |
| .         | .         | .         | *         | *         | .         | *         | Cymatopleura                    |
| *         | *         | *         | *         | *         | *         | *         | Cymbella                        |
| *         | *         | *         | *         | *         | *         | *         | Diatoma                         |
| .         | *         | .         | .         | *         | .         | *         | Didymosphenia                   |
| *         | *         | *         | *         | *         | *         | *         | Encyonema                       |

| ایستگاه ۷     | ایستگاه ۶ | ایستگاه ۵ | ایستگاه ۴ | ایستگاه ۳ | ایستگاه ۲ | ایستگاه ۱ | شاخه‌ها و جنس‌های فیتوپلانکتونی |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------------------|
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Fragilaria</i>               |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Frustulia</i>                |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Gomphoneis</i>               |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Gomphonema</i>               |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Gyrosigma</i>                |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Melosira</i>                 |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Meridion</i>                 |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Navicula</i>                 |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Neidium</i>                  |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Nitzschia</i>                |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Pinnularia</i>               |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Rhoicosphenia</i>            |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Surirella</i>                |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Synedra</i>                  |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Tabellaria</i>               |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Triceratium</i>              |
| Chlorophyceae |           |           |           |           |           |           |                                 |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Ankistrodesmus</i>           |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Cladophora</i>               |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Chlorella</i>                |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Dimorphococcus</i>           |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Gloeococcus</i>              |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Microspore</i>               |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Pandorina</i>                |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Quadrigula</i>               |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Scenedesmus</i>              |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Tetraspora</i>               |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Selenastrum</i>              |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Ulthrix</i>                  |
| Dinophyceae   |           |           |           |           |           |           |                                 |
| *             | *         | *         | —         | *         | *         | *         | <i>Ceratium</i>                 |
| —             | —         | —         | *         | *         | —         | —         | <i>prorocentrum</i>             |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Peridinium</i>               |
| Cyanobacteria |           |           |           |           |           |           |                                 |
| *             | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Aphanocapsa</i>              |
| *             | —         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Calothrix</i>                |
| *             | *         | —         | —         | —         | —         | —         | <i>Coleodesmium</i>             |
| —             | —         | —         | —         | —         | —         | *         | <i>Cylindrospermopsis</i>       |

| ایستگاه ۷           | ایستگاه ۶ | ایستگاه ۵ | ایستگاه ۴ | ایستگاه ۳ | ایستگاه ۲ | ایستگاه ۱ | شاخه ها و جنس های فیتوپلانکتونی |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------------------|
| -                   | -         | -         | -         | -         | -         | *         | <i>Merismopedia</i>             |
| *                   | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Oscillatoria</i>             |
| *                   | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Phormidium</i>               |
| -                   | -         | *         | -         | -         | *         | *         | <i>Stigonema</i>                |
| -                   | -         | -         | -         | -         | -         | *         | <i>Tolypothrix</i>              |
| *                   | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Rivularia</i>                |
| <b>Euglenophyta</b> |           |           |           |           |           |           |                                 |
| *                   | *         | *         | -         | *         | -         | *         | <i>Colacium</i>                 |
| *                   | *         | *         | *         | *         | *         | *         | <i>Euglena</i>                  |
| *                   | -         | -         | -         | -         | *         | *         | <i>Phacus</i>                   |
| <b>Rhodophyta</b>   |           |           |           |           |           |           |                                 |
| -                   | *         | *         | -         | -         | -         | -         | <i>Audouinella</i>              |
| <b>Chrysophyta</b>  |           |           |           |           |           |           |                                 |
| -                   | -         | -         | *         | *         | -         | -         | <i>Dinobryon</i>                |
| <b>Charophyta</b>   |           |           |           |           |           |           |                                 |
| *                   | *         | *         | -         | *         | *         | *         | <i>Cosmarium</i>                |
| *                   | -         | -         | -         | *         | -         | *         | <i>Klebsormidium</i>            |

در فصل بهار تراکم پریفیتون ها در ایستگاه های مختلف بسیار متفاوت بود. در این فصل جنس های پریفیتونی شناسایی شده متعلق به ۸ شاخه بودند. به طور کلی، بیشترین تراکم پریفیتون ها مربوط به ایستگاه های ۵ و سپس ۳ بود و کمترین تراکم آن ها در ایستگاه های ۲ و ۷ ثبت شد. تراکم بیشتر پریفیتون ها مربوط به شاخه Bacillariophyceae در ایستگاه ۵ بود. شاخه Rhodophyta تنها در ایستگاه ۵، شاخه Chrysophyta در ایستگاه ۳، شاخه Charophyta در ایستگاه های ۲، ۳ و ۷ حضور داشتند (شکل ۲). همان طور که نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها در جدول ۴ نشان می دهد، از نظر آماری میانگین شاخه های غالب پریفیتونی شناسایی شده و تراکم کل آن ها در ایستگاه های مختلف در فصل بهار دارای اختلاف معنی دار نبودند ( $P > 0.05$ ).



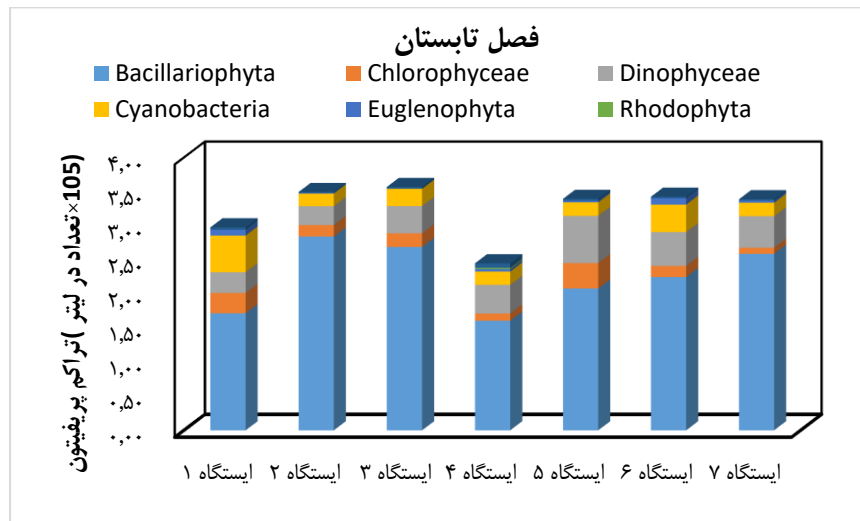
شکل ۲: میانگین فراوانی شاخه‌های پرفیتونی در فصل بهار در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه بهشت‌آباد در زمان مورد بررسی (۱۳۹۵-۱۳۹۴).

جدول ۴: میانگین تراکم شاخه‌های پرفیتونی شناسایی شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری  $\pm$  انحراف معیار (تعداد در لیتر  $\times 10^5$ ) در فصل بهار در رودخانه بهشت‌آباد در زمان مورد بررسی (۱۳۹۵-۱۳۹۴).

| ایستگاه | شاخه پرفیتونی         |                     |                      |                     |
|---------|-----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|         | Bacillariophyta       | Chlorophyceae       | Dinophyceae          | Cyanobacteria       |
| ۱       | $2/0.458 \pm 1/1948$  | $0/0.11767/0.36880$ | $0/0.81056/0.11505$  | $0/0.26494/0.16638$ |
| ۲       | $0/0.97265/26381$     | $0/0.15594/0.49165$ | $0/0.15063/0.35788$  | $0/0.37817/0.11961$ |
| ۳       | $2/5431 \pm 1/1747$   | $0/0.14159/0.65030$ | $0/0.24437/0.55916$  | $0/0.44537/0.18568$ |
| ۴       | $2/0.673 \pm 7/0.911$ | $0/0.53574/0.13240$ | $0/0.28335/0.88091$  | $0/0.32744/0.95508$ |
| ۵       | $3/0.2794/86446$      | $0/0.21491/10.517$  | $0/0.20706/0.13177$  | $0/0.32401/0.16750$ |
| ۶       | $1/0.5509/31520$      | $0/0.8874/0.48170$  | $0/0.262504/0.13038$ | $0/0.19423/0.16001$ |
| ۷       | $1/0.2534/36539$      | $0/0.46464/0.38963$ | $0/0.33900/0.19358$  | $0/0.22137/0.67205$ |

در فصل تابستان ۷ شاخه از پرفیتون‌ها شناسایی شد. شاخه Bacillariophyta بیش‌ترین تراکم را در همه ایستگاه‌ها و به‌ویژه در ایستگاه‌های ۲ و ۳ داشت. بعداز آن شاخه Dinophyta دومین گروه با تراکم بیشتر بود که تقریباً تراکم آن در همه ایستگاه‌ها یکسان بود ولی بیش‌ترین تراکم این شاخه در ایستگاه ۵ مشاهده شد. بیش‌ترین فراوانی Cyanobacteria در ایستگاه ۱ و سپس در ایستگاه ۶ به ثبت رسید. Chlorophyta نیز بیش‌ترین تراکم را در ایستگاه ۵ داشتند. شاخه Euglenophyta بیش‌ترین تراکم را در ایستگاه‌های ۱ و ۶ داشت. شاخه Rhodophyta تنها در ایستگاه ۴ مشاهده شد (شکل ۳). مطابق با جدول ۵، میانگین تراکم شاخه Bacillariophyta بین ایستگاه‌های ۲ و ۴ و میانگین تراکم شاخه Cyanobacteria بین ایستگاه ۱ با سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ( $P < 0.05$ ).



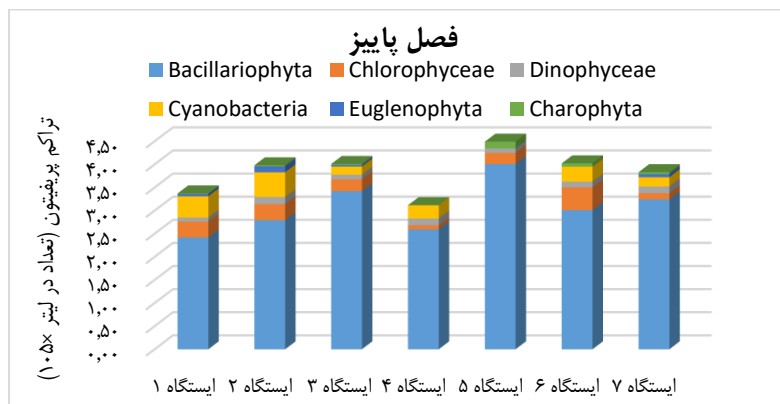


شکل ۳: میانگین فراوانی شاخه‌های پرفیتونی در فصل تابستان در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه بهشت آباد در زمان مورد بررسی (۱۳۹۵-۱۳۹۴).

جدول ۵: میانگین تراکم شاخه‌های پرفیتونی شناسایی شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری  $\pm$  انحراف معیار (تعداد در لیتر  $\times 10^5$ ) در فصل تابستان در رودخانه بهشت آباد در زمان مورد بررسی (۱۳۹۵-۱۳۹۴).

| Cyanobacteria        | Dinophyceae         | Chlorophyceae        | Bacillariophyta    | شاخه پرفیتونی |  |
|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------|--|
|                      |                     |                      |                    | ایستگاه       |  |
| b./0.±4769.7/146914  | ./0.±292213/0.70603 | ./0.±1064720/0.51477 | ab1/6546 ± 0/34551 | ۱             |  |
| a./0.±123926/0.31468 | ./0.±275704/0.4073  | ./0.±152111/0.11362  | b2/0.±7500/27711   | ۲             |  |
| a./0.±168444/0.52686 | ./0.±398733/175132  | ./0.±182511/0.53087  | ab2/5704 ± 0/35980 | ۳             |  |
| a./0.±064722/0.32673 | ./0.±420611/11666   | ./0.±098019/0.3106   | a1/4892 ± 0/40278  | ۴             |  |
| a./0.±161778/0.43496 | ./0.±69117/184157   | ./0.±245407/120491   | ab2/0.±0.85/29411  | ۵             |  |
| a./0.±1768/0.92578   | ./0.±495679/10591   | ./0.±13332/0.18418   | ab2/0.±0.791/42096 | ۶             |  |
| a./0.±131115/0.19841 | ./0.±46237/10219    | ./0.±073704/0.17545  | ab2/0.±5240/22581  | ۷             |  |

در فصل پاییز ۶ شاخه از پرفیتون‌ها شناسایی شد. در این فصل بیش‌ترین فراوانی پرفیتون‌ها مربوط به شاخه Bacillariophyta است و پس‌از آن شاخه Chlorophyta قرار دارد. بیش‌ترین فراوانی Bacillariophyta در ایستگاه ۵ و کم‌ترین مقدار فراوانی در ایستگاه ۱ وجود دارد (شکل ۴). کم‌تنوع‌ترین شاخه‌های شناسایی شده در این فصل مربوط به Charophyta و Euglenophyta بودند. Cyanobacteria در ایستگاه ۱ و ۲ به نسبت سایر ایستگاه‌ها تراکم بیشتری دارند، در ایستگاه ۳ و ۴ تا حدودی از تراکم آن‌ها کم شده و در ایستگاه ۵ دیده نمی‌شوند. برخلاف این، شاخه Charophyta در این ایستگاه تراکم بالاتری دارد. شاخه Dinophyta نیز در همه ایستگاه‌ها تراکم نسبتاً یکسانی دارد. تراکم این شاخه نسبت به فصل پاییز بسیار کم‌تر شده است. از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های پرفیتونی شناسایی شده بین ایستگاه‌ها دیده نشد ( $P > 0.05$ ) (جدول ۶).

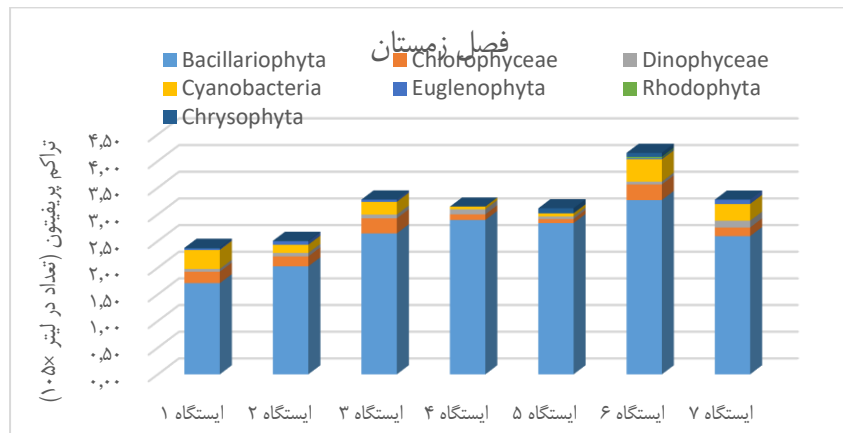


شکل ۴: میانگین فراوانی شاخه‌های پریفیتونی در فصل پاییز در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه بهشت‌آباد در زمان مورد بررسی (۱۳۹۵-۱۳۹۴).

جدول ۶: میانگین تراکم شاخه‌های پریفیتونی شناسایی شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری  $\pm$  انحراف معیار (تعداد در لیتر  $\times 10^5$ ) در فصل پاییز در رودخانه بهشت‌آباد در زمان مورد بررسی (۱۳۹۵-۱۳۹۴).

| ایستگاه | شاخه پریفیتونی | Bacillariophyta       | Chlorophyceae           | Dinophyceae             | Cyanobacteria           |
|---------|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ۱       |                | ۲/۱۱۱۷ $\pm$ ۰/۵۱۲۷۶۶ | ۰/۰ $\pm$ ۱۷۹۵۹۳/۰۷۱۹۳۳ | ۰/۰ $\pm$ ۰۷۹۳۸۹/۰۲۹۱۰۸ | ۰/۰ $\pm$ ۱۵۲۹۶۳/۰۷۸۵۶۱ |
| ۲       |                | ۲/۰ $\pm$ ۵۵۸۳/۴۹۳۱۷۵ | ۰/۰ $\pm$ ۱۷۱۸۵۲/۰۹۶۰۳۵ | ۰/۰ $\pm$ ۱۱۴۷۲۲/۰۲۰۸۴  | ۰/۰ $\pm$ ۳۱۹۲۰۴/۱۰۶۲۷۴ |
| ۳       |                | ۲/۸۸۷۴ $\pm$ ۰/۶۹۹۰۳۳ | ۰/۰ $\pm$ ۱۶۵۱۹۳/۰۹۰۲۵۲ | ۰/۰ $\pm$ ۱۰۰۵۹۳/۰۱۰۸۷۱ | ۰/۰ $\pm$ ۱۷۷۹۴۴/۱۳۲۳۸۹ |
| ۴       |                | ۲/۰۴۴۰ $\pm$ ۰/۵۹۳۳۵۶ | ۰/۰ $\pm$ ۳۳۰۳۷/۰۱۶۷۸   | ۰/۰ $\pm$ ۱۴۴۵۹۳/۰۰۸۰۰۷ | ۰/۰ $\pm$ ۲۹۰۵۸۹/۱۱۹۵۸۹ |
| ۵       |                | ۳/۰ $\pm$ ۸۷۰۷/۶۸۷۱۶  | ۰/۰ $\pm$ ۱۲۷۷۰۴/۰۵۹۹۷۵ | ۰/۰ $\pm$ ۰۹۵۸۱۵/۰۳۸۱۴۳ | ۰ $\pm$ ۰               |
| ۶       |                | ۲/۰ $\pm$ ۷۹۰۴/۷۱۰۴۴۷ | ۰/۰ $\pm$ ۱۷۵۰۷۴/۱۴۴۲۸۲ | ۰/۰ $\pm$ ۱۲۱۰۵۶/۰۶۳۳۱  | ۰/۰ $\pm$ ۲۹۴۲۸۹/۰۶۸۰۶۷ |
| ۷       |                | ۲/۰ $\pm$ ۲۵۷۵/۰۴۰۸۰۶ | ۰/۰ $\pm$ ۰۲۶۵/۰۰۱۲۷۸   | ۰/۰ $\pm$ ۱۵۸۱۹۴/۱۲۶۵۲۸ | ۰/۰ $\pm$ ۲۰۲۱۶۷/۱۶۹۷۲۲ |

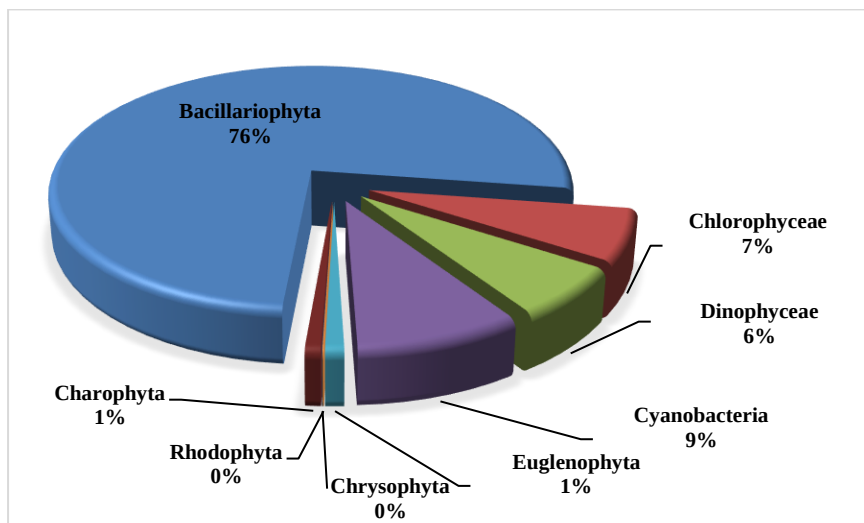
در فصل زمستان ۷ رسته از پریفیتون‌ها مشاهده شد. بالاترین تراکم پریفیتون‌ها در ایستگاه ۶ به ثبت رسید. شاخه Rhodophyta فقط در ایستگاه ۶ دیده شد. تراکم Cyanobacteria در ایستگاه ۴ و ۵ به شدت کاهش یافته و بیشترین تراکم آن‌ها در ایستگاه ۶ و ۷ قابل مشاهده است. شاخه Chlorophyta در همه ایستگاه‌ها تراکم نسبتاً یکسانی دارد به جز در ایستگاه‌های ۴ و ۵ که تراکم آن‌ها کاهش یافته است. Dinophyta نسبت به سایر فصل‌های دیگر، در همه ایستگاه‌ها تراکم بسیار پایینی داشت (شکل ۵). بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۷، بین گروه‌های پریفیتونی شناسایی شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری دیده نشد ( $P > 0.05$ ).



شکل ۵: میانگین فراوانی شاخه‌های پرفیتونی در فصل پاییز در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه بهشت آباد در زمان مورد بررسی (۱۳۹۵-۱۳۹۴).

جدول ۷: میانگین تراکم شاخه‌های پرفیتونی شناسایی شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری  $\pm$  انحراف معیار (تعداد در لیتر  $\times 10^5$ ) در فصل زمستان در رودخانه بهشت آباد در زمان مورد بررسی (۱۳۹۵-۱۳۹۴).

| ایستگاه | شاخه پرفیتونی | Bacillariophyta       | Chlorophyceae           | Dinophyceae             | Cyanobacteria           |
|---------|---------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ۱       |               | ۱/۶۷۹۷ $\pm$ ۰/۵۵۹۱۸۸ | ۰/۰ $\pm$ ۱۱۶۷۶۷/۰۶۸۵۲۴ | ۰/۰ $\pm$ ۵۲۹۰۷/۰۱۱۸۴۱  | ۰/۰ $\pm$ ۲۹۸۷۰۴/۰۳۴۹۵۴ |
| ۲       |               | ۱/۰ $\pm$ ۹۱۶۷/۷۱۳۷۶۲ | ۰/۰ $\pm$ ۱۲۲۰۳۷/۰۶۶۴۰۸ | ۰/۰ $\pm$ ۶۴۵۳۷/۰۱۲۳۸۴  | ۰/۰ $\pm$ ۱۳۴۲۵۹/۰۷۴۶۴۵ |
| ۳       |               | ۲/۵۱۰۴ $\pm$ ۰/۶۵۹۳۸۷ | ۰/۰ $\pm$ ۲۱۹۸۱۵/۰۴۱۳۱۹ | ۰/۰ $\pm$ ۶۹۳۵۲/۰۲۴۳۹۶  | ۰/۰ $\pm$ ۱۸۱۴۸۱/۱۸۱۴۸۱ |
| ۴       |               | ۲/۸۹۴۴ $\pm$ ۰/۳۴۲۹۶۲ | ۰/۰ $\pm$ ۹۸۲۴۱/۰۵۴۵۲۸  | ۰/۰ $\pm$ ۹۳۶۱۱/۰۰۹۹۸۶  | ۰/۰ $\pm$ ۴۶۶۶۷/۰۴۶۶۶۷  |
| ۵       |               | ۲/۰ $\pm$ ۸۳۷۲/۵۹۵۹۸۷ | ۰/۰ $\pm$ ۷۳۳۳۳/۰۱۸۳۳۳  | ۰/۰ $\pm$ ۴۷۶۸۵/۰۱۱۸۵۵  | ۰/۰ $\pm$ ۵۴۹۰۷/۰۴۶۶۶۷  |
| ۶       |               | ۳/۰ $\pm$ ۲۶۸۶/۶۱۲۷۲۵ | ۰/۰ $\pm$ ۲۱۸۳۳۳/۰۶۹۴۹۴ | ۰/۰ $\pm$ ۵۱۶۶۷/۰۳۲۷۶۶  | ۰/۰ $\pm$ ۱۴/۱۴         |
| ۷       |               | ۲/۰ $\pm$ ۵۹۲۳/۶۶۲۱۸۱ | ۰/۰ $\pm$ ۱۲۳۱۶۷/۰۱۱۵۹۳ | ۰/۰ $\pm$ ۱۲۸۰۹۳/۰۴۷۳۵۵ | ۰/۰ $\pm$ ۱۰۴۴۴۴/۱۰۴۴۴۴ |



شکل ۶: درصد فراوانی شاخه‌های پریفیتونی شناسایی شده در رودخانه بهشت‌آباد در زمان بررسی (۱۳۹۵-۱۳۹۴).

با وجود این که بیشترین تعداد تاکسون‌های شناسایی شده در ایستگاه‌های ۳ (۳۳)، ۵ (۳۳) و سپس ایستگاه ۴ (۲۹) ثبت شده است، اما بیشترین میزان شاخص‌های تنوع در ایستگاه ۲ (شاخص شانون: ۲/۶۱ و شاخص سیمپسون: ۰/۸۹۶) و ایستگاه ۵ (شاخص شانون: ۲/۵۴ و شاخص سیمپسون: ۰/۸۸) بوده است (جدول ۳). این موضوع می‌تواند مرتبط با غالب بودن برخی تاکسون‌های شناسایی شده در این ایستگاه‌ها مرتبط باشد، چنانچه در جدول ۸ مشاهده می‌شود که بیشترین مقدار شاخص غالبیت مربوط به این ایستگاه‌ها (ایستگاه‌های ۳ و ۴) است.

جدول ۸: شاخص‌های تنوع اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در فصل بهار در رودخانه بهشت‌آباد در زمان مورد بررسی (۱۳۹۵-۱۳۹۴).

| شاخص        | ایستگاه ۱ | ایستگاه ۲ | ایستگاه ۳ | ایستگاه ۴ | ایستگاه ۵ | ایستگاه ۶ | ایستگاه ۷ |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Taxa_S      | ۲۷        | ۲۵        | ۳۳        | ۲۹        | ۳۳        | ۲۶        | ۱۹        |
| Dominance_D | ۰/۱۴۳۹    | ۰/۱۰۳۵    | ۰/۱۵۰۴    | ۰/۱۳۲۸    | ۰/۱۵۶۱    | ۰/۱۱۹     | ۰/۱۳۵۴    |
| Simpson_۱-D | ۰/۸۵۶۱    | ۰/۸۹۶۵    | ۰/۸۴۹۶    | ۰/۸۶۷۲    | ۰/۸۴۳۹    | ۰/۸۸۱     | ۰/۸۶۴۶    |
| Shannon_H   | ۲/۴۶۳     | ۲/۶۱۶     | ۲/۴۶۲     | ۲/۴۶۱     | ۲/۴۵۴     | ۲/۵۴      | ۲/۲۴۱     |

مطابق با جدول ۹ بیشترین تاکسون‌های شناسایی شده در ایستگاه‌های ۵ و ۶ به تعداد ۲۵ عدد و سپس در ایستگاه ۱ به تعداد ۲۴ عدد بوده است. بیشترین مقادیر شاخص شانون در ایستگاه‌های ۱ (۲/۵۹) و ۶ (۲/۵۱) به دست آمد. همچنین مقادیر محاسبه شده برای شاخص سیمپسون به ترتیب در ایستگاه‌های ۱ (۰/۸۹۴)، ۴ (۰/۸۸۵) و ۵ (۰/۸۷۹) به عنوان بیشترین مقادیر گزارش شد. حداکثر شاخص غالبیت برای ایستگاه ۵ و ۳ محاسبه شد.

**جدول ۹: شاخص‌های تنوع اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در فصل تابستان در رودخانه بهشت آباد در زمان مورد بررسی (۱۳۹۵-۱۳۹۴).**

| شاخص        | ایستگاه ۱ | ایستگاه ۲ | ایستگاه ۳ | ایستگاه ۴ | ایستگاه ۵ | ایستگاه ۶ | ایستگاه ۷ |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Taxa_S      | ۲۴        | ۱۹        | ۲۱        | ۲۰        | ۲۵        | ۲۵        | ۱۹        |
| Dominance_D | ۰/۱۰۵۸    | ۰/۱۷۰۱    | ۰/۱۴۹۳    | ۰/۱۱۴۷    | ۰/۱۴۱۲    | ۰/۱۲۰۳    | ۰/۱۶۷۸    |
| Simpson_۱-D | ۰/۸۹۴۲    | ۰/۸۲۹۹    | ۰/۸۵۰۷    | ۰/۸۸۵۳    | ۰/۸۵۸۸    | ۰/۸۷۹۷    | ۰/۸۳۲۲    |
| Shannon_H   | ۲/۵۹۱     | ۲/۱۴۵     | ۲/۳۱۹     | ۲/۴۸۶     | ۲/۴۰۴     | ۲/۵۱۲     | ۲/۱۶      |

در فصل پاییز بیش‌ترین تعداد تاکسون شناسایی شده در ایستگاه‌های ۵ و ۶ هرکدام ۲۵ عدد و سپس در ایستگاه ۱، ۲۴ عدد بود. شاخص شانون با مقدار ۳/۰۴ در ایستگاه ۱ و سپس ۲/۷۶ در ایستگاه ۲ بیشترین تنوع را از نظر این شاخص بیان می‌کند. برای شاخص تنوع سیمپسون نیز حداکثر مقدار محاسبه شده ۰/۹۲۳ در ایستگاه ۱ و سپس ۰/۹۰۷ و ۰/۹۰۴ در ایستگاه‌های ۲ و ۶ به ثبت رسید. بیش‌ترین میزان شاخص غالبیت در ایستگاه‌های ۷ و ۵ دیده شد (جدول ۱۰).

**جدول ۱۰: شاخص‌های تنوع اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در فصل پاییز در رودخانه بهشت آباد در زمان مورد بررسی (۱۳۹۵-۱۳۹۴).**

| شاخص        | ایستگاه ۱ | ایستگاه ۲ | ایستگاه ۳ | ایستگاه ۴ | ایستگاه ۵ | ایستگاه ۶ | ایستگاه ۷ |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Taxa_S      | ۲۴        | ۱۹        | ۲۱        | ۲۰        | ۲۵        | ۲۵        | ۱۹        |
| Dominance_D | ۰/۰۷۶۳۳   | ۰/۰۹۲۷۲   | ۰/۱۰۰۱    | ۰/۱۰۰۸    | ۰/۱۴۳۶    | ۰/۰۹۵۷۳   | ۰/۱۵۶۶    |
| Simpson_۱-D | ۰/۹۲۲۷    | ۰/۹۰۷۳    | ۰/۸۹۹     | ۰/۸۹۲     | ۰/۸۵۶۴    | ۰/۹۰۴۳    | ۰/۸۴۳۴    |
| Shannon_H   | ۳/۰۴۹     | ۲/۷۶۹     | ۲/۶۵      | ۲/۵۰۹     | ۲/۳۹      | ۲/۶۵۱     | ۲/۳۶۹     |

در فصل زمستان حداکثر تعداد تاکسون شناسایی شده ۳۱ عدد در ایستگاه ۱ و ۲۹ عدد در ایستگاه ۶ بود. حداکثر مقدار شاخص تنوع شانون متعلق به ایستگاه ۱ (۲/۷۸) و بعد از آن در مرتبه دوم مربوط به ایستگاه ۳ (۲/۶۴) بود. برای شاخص تنوع سیمپسون نیز حداکثر مقادیر اندازه‌گیری شده در ایستگاه ۱ (۰/۹۰۸) محاسبه شد. بقیه ایستگاه‌ها به جز ایستگاه ۵ (۰/۸۴) به یک نسبت تقریباً یکسان بودند. بیش‌ترین میزان غالبیت در ایستگاه ۵ وجود دارد (جدول ۱۱).

**جدول ۱۱: شاخص‌های تنوع اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در فصل زمستان در رودخانه بهشت آباد در زمان مورد بررسی (۱۳۹۵-۱۳۹۴).**

| شاخص        | ایستگاه ۱ | ایستگاه ۲ | ایستگاه ۳ | ایستگاه ۴ | ایستگاه ۵ | ایستگاه ۶ | ایستگاه ۷ |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Taxa_S      | ۳۱        | ۲۱        | ۳۱        | ۲۶        | ۲۳        | ۲۹        | ۲۵        |
| Dominance_D | ۰/۰۹۱۴    | ۰/۱۰۷۳    | ۰/۱۲۴۴    | ۰/۱۲۷۱    | ۰/۱۵۹۷    | ۰/۱۱۶۸    | ۰/۱۱      |
| Simpson_۱-D | ۰/۹۰۸۶    | ۰/۸۹۲۷    | ۰/۸۷۵۶    | ۰/۸۷۲۹    | ۰/۸۴۰۳    | ۰/۸۸۳۲    | ۰/۸۹      |
| Shannon_H   | ۲/۷۸۵     | ۲/۵۱۹     | ۲/۶۴۶     | ۲/۴۴۷     | ۲/۲۰۹     | ۲/۵۶۳     | ۲/۵۴۴     |

## بحث و نتیجه‌گیری

جوامع پرفیتون در مطالعات آب‌های جاری توجه نسبتاً کمی را به خود معطوف کرده‌اند. به نظر می‌رسد که این نوع از جلبک‌های بستر زی، اغلب نقش مهمی در چرخه مواد مغذی، جریان انرژی و شبکه غذایی آب‌های جاری دارند (Baluni et al., ۲۰۲۰). بررسی ساختار و عملکرد جوامع فیتوپلانکتونی در مطالعات پویایی اکوسیستم‌های آب‌های جاری دارای بیشترین اهمیت است (Gulzar, ۲۰۱۷). در مجموع با توجه به نتایج به‌دست‌آمده باید در نظر داشت که ترکیب و تراکم جمعیت‌های فیتوپلانکتونی در اکوسیستم‌های آبی بسیار متنوع بوده و تحت تأثیر پارامترهای مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی قرار دارد. در این مطالعه در مجموع ۵۸ جنس متعلق به ۸ شاخه از پرفیتون‌ها شناسایی گردید. شاخه Bacillariophyta با داشتن ۲۷ جنس و شاخه‌های Chlorophyta و Cyanobacteria به ترتیب با داشتن ۱۲ و ۱۰ جنس بیش‌ترین از نظر تنوع در گروه‌های بعدی قرار داشتند. Baluni (۲۰۲۰) غالبیت Chlorophyceae در آب‌های جاری را حاکی از وضعیت سالم اکوسیستم می‌داند و بر این باور است که آن اکوسیستم دارای آب شفاف و عاری از آلودگی است. با توجه به نتایج این مطالعه کم‌ترین تعداد جنس شناسایی‌شده (۱۹ جنس) در فصل تابستان و پاییز در ایستگاه‌های ۲ و ۷ و همچنین در فصل بهار (۱۹ جنس) در ایستگاه ۷ بود. به همین ترتیب بیشترین تعداد جنس شناسایی‌شده در فصل بهار (۳۳ جنس) در ایستگاه ۵ و سپس در فصل زمستان (۳۱ جنس) در ایستگاه‌های ۱ و ۳ ثبت شد. با توجه به نتایج این تحقیق که در یک دوره یک‌ساله صورت گرفته و نتایج به‌صورت فصلی گزارش شده است، در بررسی جمعیت پرفیتون‌ها مشخص شد که غالب‌ترین گروه از نظر تراکم و فراوانی دیاتومه‌ها هستند. در این گروه، جنس‌های *Naviculla*, *Gomphonema*, *Cymbella*, *Nitzschia*, *Diatoma* در مقایسه با سایر جنس‌ها، در تمام دوره نمونه‌برداری و در تمام ایستگاه‌ها جنس‌های غالب بودند. چنین وضعیتی را در مطالعات فلوریستیکی انجام‌شده در اکثر رودخانه‌های دنیا دیده می‌شود (Duong et al., ۲۰۰۷; Morin et al., ۲۰۰۸; Lobo et al., ۲۰۱۰). محققان حضور گسترده جنس‌های *Naviculla*, *Gomphonema* و *Nitzschia* در تمام دوره سالانه را به دلیل مقاوم بودن آن‌ها نسبت به تغییرات دمایی می‌دانند (پور حیدر خشک‌رودی و همکاران، ۱۳۹۳). از سوی دیگر جنس‌های *Tabellaria*, *Ceratium*, *Cocineis*, *Synedra* و *Melosira* پراکنش وسیعی داشتند که با فلور بیشتر رودخانه‌های جهان مطابقت دارد (Potapova and Charles, ۲۰۰۳). (Inthasotti, ۲۰۰۶). مطالعات صورت گرفته بیان داشته‌اند که *Cymbella* روی ماکروفیت‌های موجود در رودخانه رشد و توسعه یافته و آن را عامل اساسی ایجاد اجتماعات اپی‌فیت در این مکان‌ها دانسته‌اند (Roemer et al., ۱۹۸۴). این گروه از جلبک‌ها با ایجاد پایه‌های موسیلاژی، فضای بیشتری را برای سایر جلبک‌های اپی‌لیتونی فراهم می‌کنند. از میان جنس‌های مختلف دیاتومه‌ها، *Naviculla* و *Gomphonema* در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه در رودخانه بهشت‌آباد غالب بودند که با مطالعات صورت گرفته در این زمینه مطابقت دارد (Tien, ۲۰۰۴; Lobo et al., ۲۰۱۰; Atazadeh et al., ۲۰۰۷; Inthasotti, ۲۰۰۶; Kunpradit, ۲۰۰۵). دیاتومه‌های کف زی مثل *Naviculla*, *Gomphonema* و *Nitzschia* هم به‌صورت متحرک هستند و هم قادرند که به‌واسطه مواد موسیلاژی خود را به بستر متصل شده تا با جریان آب شسته نشوند (Chang et al., ۲۰۱۰). Kinross و همکاران (۱۹۹۳) بر این باورند که گونه‌هایی از جلبک‌ها که در شرایط طبیعی اندازه‌های کوچکی دارند و نمی‌توانند با گونه‌های دیگر رقابت کنند، زمانی که به‌واسطه استرس‌های شیمیایی جمعیت‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرند، به گونه‌های غالب تبدیل می‌شوند.

یکی از جنس‌های دیگر با فراوانی بالا در این مطالعه *Cymbella* است. در مطالعه‌ای که در رودخانه جاجرود انجام شده است، جمعیت دیاتومه‌های کوچک در ابتدای رودخانه غالب بودند، سپس جلبک‌های سبز-آبی نیز جمعیت قابل توجهی کسب کرده و همراه با دیاتومه‌ها ترکیب اصلی را تشکیل دادند. ایشان گزارش کردند که رشد پرفیتون‌ها در طول ماه‌های تابستان که مصادف با زمان کم‌آبی رودخانه بود، افزایش داشته است. Rasti و همکاران (۲۰۰۸) نیز بیشترین تراکم پرفیتون‌ها در رودخانه گرگر را در ماه‌های گرم و کمترین مربوط به ماه‌های سرد سال ثبت کردند که با مطالعه حاضر مطابقت دارد. مطابق با مطالعات انجام‌شده توسط Chauhan و Sharma (۲۰۱۵) جامعه پرفیتون حداکثر رشد را در

طول پاییز و تابستان نشان داده است. این نسبتاً قابل پیش‌بینی است زیرا دمای بهینه، تولیدمثل موجود زنده در هر بیوتوپ آبی را افزایش می‌دهد. دمای زیاد آب در طول تابستان می‌تواند عامل احتمالی تراکم بالای پرفیتون‌ها باشد (Bhatt and Pandit, ۲۰۱۰; Lone et.al, ۲۰۱۳). در کل می‌توان این‌گونه بیان داشت که ترکیب اصلی جمعیت پرفیتون در رودخانه بهشت‌آباد با دیاتومه‌ها و سپس با جلبک‌های سبز است و در نهایت جلبک‌های سبز-آبی در رتبه سوم قرار دارند اما فراوانی آن‌ها بازهم قابل مقایسه با دیاتومه‌ها نیست. مشابه نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه حاضر، Baluni و همکاران (۲۰۲۰) نیز سهم عمده را به ترتیب مربوط به گروه‌های Bacillariophyta (۵۴ درصد)، Chlorophyta (۳۶ درصد) و Myxophyta (۱۰ درصد) گزارش کردند. Bacillariophyta دیاتومه‌های مخاطی، در مقایسه با گونه‌های جلبکی رشته‌ای طویل که در سرعت جریان‌های خیلی کم می‌توانند رشد کنند، در برابر شسته شدن مقاوم هستند (Baluni, ۲۰۲۰). این امر می‌تواند دلیلی بر تراکم بالای گونه‌های متعلق به Bacillariophyta باشد. ثبات در الگوی غالبیت برخی از تاکسون‌ها ناشی از ثبات شرایط فیزیکی و شیمیایی آب است، موضوعی که به‌خوبی توسط Lone و همکاران (۲۰۱۳) تأیید شده است.

بین شاخص‌های مختلف (شانون، سیمپسون) در مراحل مختلف نمونه‌برداری اختلافی مشاهده نمی‌شود. تنها مقدار عددی این شاخص‌ها در فصل پاییز نسبت به سایر فصول مقداری بیش‌تر است. مطابق با مقدار عددی شاخص شانون-وینر (جدول ۱)، زمانی که مقادیر محاسبه‌شده این شاخص بین ۱ تا ۳ باشند، آب از نظر وضعیت آلودگی متوسط ارزیابی می‌شود. لذا در مطالعه حاضر وضعیت آب رودخانه بهشت‌آباد در محدوده متوسط روبه تمیز قرار می‌گیرد. آنچه در محاسبه این شاخص تأثیر می‌گذارد، یکنواختی آرایه‌های شناسایی‌شده و هم‌چنین فراوانی آن‌ها است. به‌عنوان مثال در ارزیابی حاضر با استفاده از شاخص‌های تنوع زیستی، در فصل بهار ایستگاه‌های ۳ و ۵ تعداد جنس‌های شناسایی‌شده نسبت به سایر ایستگاه‌ها بیشتر بوده است اما به دلیل این‌که شاخص غالبیت محاسبه‌شده نیز بالا بوده، پس شاخص تنوع شانون نیز نسبت به آنچه انتظار می‌رود کاهش نشان داده است. در تابستان ایستگاه‌های ۱ و ۶ با داشتن تعداد آرایه شناسایی‌شده بیشتر و غالبیت کمتر، از تنوع زیستی بالاتری برخوردار بودند، هم‌چنین در این فصل ایستگاه‌های ۲ و ۷ هم تعداد آرایه شناسایی‌شده کمتر بود و هم غالبیت بیشتر، لذا مشاهده می‌شود که تنوع زیستی در این ایستگاه‌ها نسبت به سایرین کمتر است. بالاترین مقدار تنوع زیستی در طول دوره مطالعه در فصل پاییز مرتبط با ایستگاه ۱ (۳/۰۴) بود. در فصل پاییز بیشترین تعداد آرایه در ایستگاه ۵ و ۶ (۲۵ جنس) شناسایی شد، اما از آنجایی‌که غالبیت در ایستگاه ۵ وجود دارد، تنوع زیستی در این ایستگاه نسبت به ایستگاه ۶ کاهش دارد. در ایستگاه ۲ علی‌رغم این‌که نسبت به همه ایستگاه‌ها تعداد آرایه کمتری شناسایی‌شده است (۱۹ جنس)، به علت یکنواختی بیشتر یا غالبیت کمتر، تنوع بیشتری دیده می‌شود. در فصل زمستان نیز در ایستگاه‌های ۱ و ۳ با داشتن ۳۱ جنس و غالبیت کم‌تر، تنوع زیستی بیشتری به‌دست‌آمده آمد. هم‌چنین در ایستگاه ۵ با وجود تعداد کمتر آرایه شناسایی‌شده و غالبیت بیشتر، شاهد کاهش تنوع زیستی نسبت به سایر ایستگاه‌ها هستیم. مطالعات صورت گرفته اذعان دارند که مرحله توالی یک اکوسیستم از جمله عوامل مؤثر در ایجاد خطا هنگام اندازه‌گیری کیفیت آب با استفاده از شاخص شانون-وینر است. تنوع پایین به دلیل جوان بودن سیستم باشد ممکن است توسط این سنجش رودخانه جزء آب‌های آلوده طبقه‌بندی شود که نیاز به دید اکولوژیک در تفسیر این نوع بررسی‌ها و استفاده از سایر پارامترها را بیشتر نمایان می‌کند. خلیفه نیل‌ساز و همکاران (۱۳۸۷) بیان کردند که عدم یکنواختی در توزیع درصد فراوانی جنس‌های مختلف باعث کاهش در مقدار عددی شاخص می‌شود. در این رابطه Hillebrand و Blenckner (۲۰۰۲) بیان داشته‌اند که عوامل مرتبط با محل (رقابت و شرایط غیر زیستی) و پارامترهای منطقه‌ای (تغییرات اقلیمی، ارتفاع از سطح دریا و مهاجرت) می‌توانند بر تنوع زیستی جمعیت‌ها و ساختار آن‌ها تأثیر گذاشته و آن‌ها را تنظیم یا کنترل نماید. فاکتورهای مختلفی بر رشد و نمو دیاتومه‌ها در تأثیرگذار هستند که متعاقباً با تأثیر بر ساختار و جمعیت آن‌ها، فراوانی و تنوع‌شان را دستخوش تغییر می‌کنند.

Baba و همکاران (۲۰۱۱) بیان داشتند که در برخی از گروه‌های پرفیتونی، با افزایش دمای آب، قلیائیت کمتر، هدایت و سختی، روند افزایش در رشد آن‌ها مشاهده می‌شود. به‌علاوه، پتانسیل هیدروژن آب با استفاده از استرس فیزیولوژیکی مستقیم بر روی آن‌ها، ساختار جلبک‌ها را تعیین می‌کند و هم‌چنین سایر متغیرهای شیمی آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد. لذا با توجه به این امر، روند کلی غالبیت جلبک‌های پرفیتون در آب‌های

جاری به صورت  $\text{cyanophycaea} > \text{chlorophycaea} > \text{bacillarophycaea}$  ذکر شده است. به طور کلی دیاتومه‌ها به عنوان شاخص‌هایی برای نشان دادن تغییرات ایجاد شده در شیمی آب سیستم‌های رودخانه‌ای، معرفی شده‌اند. با توجه به این که آب‌های جاری محیط‌هایی هستند که به سرعت دچار دگرگونی می‌شوند، لذا می‌توانند زیستگاه‌های متنوعی را برای موجودات میکروسکوپی ایجاد نمایند.

## سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است و با حمایت مالی دانشگاه شهرکرد انجام شده است.

## منابع

- ابراهیمی ه.، ابراهیمی ع. و فاخران س.، ۱۳۹۵. اثر سد زاینده‌رود بر جوامع بزرگ بی‌مهرگان کف زی و کیفیت آب رودخانه زاینده‌رود با استفاده از شاخص‌های زیستی BMWP و ASPT. بوم‌شناسی کاربردی، جلد ۶، صفحات ۵۵-۶۶.
- پورحیدر خشکرودی، ب.، جعفری، ن. و نقی‌نژاد، ع.، ۱۳۹۳. شناسایی و اکولوژی دیاتومه‌های رودخانه بابل رود. زیست‌شناسی گیاهان ایران. سال ششم، شماره نوزدهم، صفحات ۴۳-۵۶.
- شالوئی، ف. و شاهینی، ز.، ۱۳۹۵. بررسی تنوع و پراکنش جمعیت پرفیتون‌های رودخانه بهشت‌آباد در فصل بهار. اولین همایش ملی منابع طبیعی و توسعه پایدار در زاگرس مرکزی. دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد. صفحات ۱-۸.
- ملکی، م.، شالوئی، ف. و زمانی احمد محمودی، ر.، ۱۳۹۶. بررسی ارتباط بین برخی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب با تنوع و تراکم جوامع فیتوپلانکتونی در حوضه کارون شمالی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین. دانشگاه شهرکرد. ۶۷ صفحه.
- Angeli, N., Cantonati, M. and Spitale H. L., ۲۰۱۰. A comparison between diatom assemblages in two groups of carbonate, lowland springs with different levels of anthropogenic disturbances. *Fottea*. ۱۰(۱): ۱۱۵-۱۲۸.
- Atazadeh, I., Sharifi, M. and Kelly, M. G., ۲۰۰۷. Evaluation of the Trophic Diatom Index for assessing water quality in River Gharasou, Western Iran. *Hydrobiologia*. ۵۸۹: ۱۶۵-۱۷۳.
- Baba, A. I., Sofi, A. H., Bhat, S. U. and Pandita, A. K., ۲۰۱۱. Periphytic Algae of River Sindh in the Sonamarg Area of Kashmir Valley. *Journal of Phytology*. ۳(۲): ۷۸-۸۴.
- Baluni, P., ۲۰۲۰. Ecological Perspective on the Density and Diversity of Periphytons from Ragda Gad Stream from Garhwal Himalaya, India. *Applied Ecology and Environmental Sciences*. ۸(۵): ۱۹۲-۱۹۸.
- Baluni, P., Kumar, R. and Chamoli, K., ۲۰۱۸. Studies on the periphyton density, diversity and physico-chemical parameters of Laster Gad stream in district Rudraprayag from India. *Journal of Mountain Research*. ۱۲: ۷۳-۷۹.
- Baluni, P., Kumar, R. and Josh, H. K., ۲۰۲۰. Ecology, Distribution Pattern, Density and Diversity of Periphyton in Khankra Spring Fed Stream of Garhwal Himalaya, India. *Journal of Mountain Research*. ۱۳: ۹۵-۹۹. ISSN: ۰۹۷۴-۳۰۳۰.
- Barthès, A., Ten-Hage, L., Lamy, A., Rols, J. L. and Leflaive, J., ۲۰۱۵. Resilience of aggregated microbial communities subjected to drought - Small-scale studies. *Microbial Ecology*. ۷۰(۱): ۹-۲۰.
- Bhat, S. U. and Pandit, A. K., ۲۰۱۰. Limnochemistry of three freshwater springs of Kashmir Himalaya. *Hydro Nepal Journal of Water Energy and Environment*. ۷: ۵۴-۵۹.
- Chang, P. C., Ya-Hui, G. and Peng, L., ۲۰۱۰. Geographical and seasonal patterns of epiphytic diatoms on a subtropical mangrove (*Kandelia candel*) in southern China. *Ecological Indicators* ۱۰: ۱۴۳-۱۴۷.
- Chauhanand, A. and Sharma, R. C., ۲۰۱۵. Seasonal Variation in Periphytonic Community in Mountain Springs of Sahashradhara, Garhwal Himalayas. *International Journal of Recent Scientific Research*. ۶(۳): ۳۱۰۹-۳۱۱۲.
- Davis, C. C., ۱۹۸۵. Marine and fresh water plankton. michigan state university press. ۲۳۲-۲۴۱ PP.
- Dodds, W. K. and Whiles, M. R., ۲۰۰۴. Quality and quantity of suspended particles in rivers: continentscale patterns in the United States. *Environmental Management*. ۳۳: ۳۵۵-۳۶۷.



- Dorigo, U., Berard, A., Rimet, F., Bouchez, A. and Montuelle, B., ۲۰۱۰.** In situ assessment of periphyton recovery in a river contaminated by pesticides. *Aquatic Toxicology*, ۹۸: ۳۹۶-۴۰۶
- Duong, T. T., Feurtet-Mazal, A., Coste, M., Dang, D. K. and Boudou, A., ۲۰۰۷.** Dynamics of diatom colonization processes in some rivers influenced by urban pollution (Hanoi, Vietnam). *Ecological Indicators*, ۷: ۸۳۹-۸۵۱.
- Duong, T. T., Morin, S., Coste, M., Herlory, O., Feurtet-Mazal, A. and Boudou, A., ۲۰۱۰.** Experimental toxicity and bioaccumulation of cadmium in freshwater periphytic diatoms in relation with biofilm maturity. *Science of the Total Environment*, ۴۰۸: ۵۵۲-۵۶۲.
- Gulzar, A., Mehmood, M. A. and Chaudhary, R., ۲۰۱۷.** Stream Periphyton Community: a Brief Review on Ecological Importance and Regulation. *International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture*, ۳(۹): ۶۴-۶۸.
- Greenberg, A. E., Clesceri, I. S. and Trussell, R. R., ۱۹۹۲.** Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington D.C. Part ۱۰۰۰, ۵۴۱ PP.
- Hillebrand, H. and Blenckner, T., ۲۰۰۲.** Regional and local impact on species diversity: from pattern to processes. *Oecologia*, ۱۳۲: ۴۷۹-۴۹۱.
- Inthasotti, T., ۲۰۰۶.** Diversity of Macroalgae and Benthic Diatoms in Kham Watershed, Chiang Rai Province. M.Sc. Thesis, Biology Department, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai.
- Kinross, J. H., Christofi, N., Read, P. A. and Harriman, R. A., ۱۹۹۳.** Filamentous algal communities related to pH in streams in Trossachs, Scotland. *Freshwater Biology*, ۳۰: ۳۰۱-۳۱۷.
- Kumar, K., Rana, A. R. and Kotnala, C. B., ۲۰۱۶.** Water Quality and Pollution Status of Rawasan Stream in Garhwal Himalaya, Uttarakhand, India. *Journal of Mountain Research*, ۱۱: ۹-۱۴. ISSN-۰۹۷۴-۳۰۳۰
- Kunpradid, T., ۲۰۰۵.** Diversity of Macroalgae and Benthic Diatoms and Their Relationships with Nutrients Compounds in the Ping and Nan Rivers. Ph.D. Thesis, Biology Department, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai.
- Landis, G. Y. R., ۱۹۷۸.** The key of phytoplankton, China. P. ۲۰۰
- Lobo, E. A., Wetzel, C. E., Ector, L., Katoh, K., Blanco, S. and Mayama, S., ۲۰۱۰.** Response of epilithic diatom communities to environmental gradients in subtropical temperate Brazilian rivers. *Limnetica*, ۲۹ (۲): ۳۲۳-۳۴۰.
- Lone, S. A., Pandit, A. K. and Bhat, S. U., ۲۰۱۳.** Dynamics of periphytic algae in some crenic habitats of district Anantnag, Kashmir. *Journal of Himalayan Ecology and Sustainable Development*, ۷: ۲۸-۳۴.
- Mason, C.F., ۱۹۹۶.** Biology of Freshwater Pollution. Harlow U.K, Longman.
- McCall, S. J., Hale, M. S., Smith, J. T., Read, D. S. and Bowes, M. J., ۲۰۱۷.** Impacts of phosphorus concentration and light intensity on river periphyton biomass and community structure. *Hydrobiologia*, ۷۹۲: ۳۱۵-۳۳۰.
- Morin, S., Duong, T. T., Dabrin, A., Coynel, A., Herlory, O., Baudrimont, M., Delmas, F., Durrieu, G., Schafer, J., Winterton, P., Blanc, G. and Coste, M., ۲۰۰۸a.** Long-term survey of heavy-metal pollution, biofilm contamination and diatom community structure in the Riou Mort watershed, South-West France. *Environmental Pollution*, ۱۵۱: ۵۳۲-۵۴۲.
- Peterson, C. G., ۲۰۰۷.** Ecology of non-marine algae: streams. In 'Algae of Australia'. (Eds P. M. McCarthy and A. E. Orchard) pp. ۴۳۴-۴۵۸. (CSIRO Publishing: Melbourne).
- Piano, E., Falasco, E. and Bona, F., ۲۰۱۶.** Mediterranean rivers: consequences of water scarcity on benthic algal chlorophyll *a* content. *Journal of Limnology*. DBIOS, Università di Torino, Via Accademia Albertina ۱۳, ۱۰۱۲۳ Torino, Italy DOI: ۱۰.۴۰۸۱/jlimnol.۲۰۱۶.۱۵۰۳
- Potapova, M. and Charles, D. F., ۲۰۰۳.** Distribution of benthic diatoms in U.S. Rivers in relation to conductivity and ionic composition. *Freshwater Biology*, ۴۸: ۱۳۱۱-۱۳۲۸.
- Rasti, M., Nabavi, S. M. B., Jafarzadeh, H. N. and Moubed, P., ۲۰۰۸.** Study on algal flora of Periphyton communities and in relationship to type of substrate in Gargar River. *Journal of Environmental Studies*, ۳۴(۴۶): ۷۳-۸۰ (in Persian).

**Roemer, S. C., Hoagland, K. D. and Rosowski, J. R., ۱۹۸۴.** Development of a freshwater periphyton community as influenced by diatom mucilages. *Canadian Journal of Botany*. ۶۲: ۱۷۹۹-۱۸۱۳.

**Round, F. E., Crawford. R. M. and Mann. D. G., ۱۹۹۰.** The Diatoms, biology and morphology of the Genera. Cambridge university press, ۷۶۰ PP.

**Tien, C. J., ۲۰۰۴.** Some aspects of water quality in a polluted lowland river in relation to the intracellular chemical levels in planktonic and epilithic diatoms. *Water Research*. ۳۸: ۱۷۷۹-۱۷۹۰.

**Villeneuve, A., Montueelle, B. and Bouchez, A., ۲۰۱۰.** Influence of slight differences in environmental conditions (light, hydrodynamics) on the structure and function of periphyton. *Aquatic Sciences*. ۷۲: ۳۳-۴۴.

**Villeneuve, A., Montueelle, B. and Bouchez, A., ۲۰۱۱.** Effects of flow regime and pesticides on periphytic communities: Evolution and role of biodiversity. *Aquatic Toxicology*. ۱۰۲: (۲۰۱۱) ۱۲۳-۱۳۳.

**Washington, H. G., ۲۰۰۳.** Diversity, biotic, similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Research*. ۱۸: ۶۵۳-۶۹۴.