

بررسی ساختار، تراکم و اکولوژی فیتوپلانکتون با تأکید بر خصوصیات گونه‌های غالب در سد مخزنی شهید رجایی (مازندران)

آسیه مخلوق^۱، حسن نصراله‌زاده ساروی^{۲*}، محمود رامین^۳ و مرضیه رضایی^۴

^۱ ساری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، گروه بیولوژی آبزیان

^۲ ساری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، گروه علوم زیستی

^۳ تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، گروه بیولوژی

^۴ ساری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، گروه بیولوژی

تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۱۳

چکیده

سد مخزنی شهید رجایی بر روی رودخانه تجن و در جنوب شهرستان ساری احداث شده است. بالا بودن احتمال وقوع شکوفایی جلبکی در سدها و اثرات منفی آن بر فعالیت‌های اقتصادی، بهداشتی و اجتماعی منطقه، از دلایل اهمیت مطالعه تراکم و ساختار تشکیل دهنده فیتوپلانکتون در این سد محسوب می‌شود. نمونه‌برداری در دریاچه پشت سد در سال ۱۳۹۱ در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد، شهریور، آبان و بهمن انجام شد. در این مطالعه ۱۰۷ گونه فیتوپلانکتون در ۵۳ جنس و ۸ شاخه شناسایی شدند. شاخه‌های باسیلاریوفیتا (Bacillariophyta) و پیروفیتا (Pyrrophyta) در مجموع ۶۸ تا ۹۹ درصد از تراکم فیتوپلانکتون را در ماه‌های مورد بررسی به خود اختصاص دادند. سه گونه *Cyclotella meneghiniana* Kuetzing 1844، *Stein* 1883 و *Goniaulax polyedra* (Mueller) Dujardin 1841 بیشترین میزان از شاخص گونه‌های برتر را طی بررسی بدست آوردند. گونه *C. meneghiniana* Kuetzing در ماه‌های گرم افزایش معنی‌داری نسبت به ماه‌های سرد داشت ولی با کاهش شدید دما در زمستان، تراکم هر سه گونه فوق کاهش یافت ($p < 0.05$). بنابراین بنظر می‌رسد که ورودی رودخانه‌ها، از منابع مهم تأمین و افزایش تراکم برای *C. meneghiniana* Kuetzing در آب پشت سد بود. اما افزایش تراکم *G. polyedra* Stein و *C. hirundinella* (Mueller) Dujardin از رسوبات و لایه زیرین آب در مخزن سد نیز تأثیر پذیرفت. نتیجه اینکه، در ارائه روش‌های کنترل تراکم گونه‌های دارای پتانسیل شکوفایی علاوه بر عوامل خارجی (کیفیت آب رودخانه‌های ورودی) شرایط داخلی حاکم بر این سد (رسوبات، مدت ماندگاری و لایه بندی آب) نیز باید مورد توجه قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: فیتوپلانکتون، تراکم، گونه‌های غالب، سد شهید رجایی، مازندران

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۱۱-۳۳۴۶-۲۵۱۰، پست الکترونیکی: hnsaravi@gmail.com

مقدمه

سد شهید رجایی به‌منظور مدیریت آب در طول سال، کنترل سیل، تأمین آب شرب، مصارف صنعتی و کشاورزی در منطقه احداث شده است (۳۰). اهمیت مطالعه جلبکی در سدها بخصوص بعنوان منابع آب شرب، عمدتاً از بالا

بودن احتمال وقوع شکوفایی جلبکی در آنها ناشی می‌گردد. وقوع این حادثه بر فعالیت‌های گردشگری، دامداری محلی، بهداشت و سلامت جوامع انسانی و تأسیسات تصفیه آب اثر می‌گذارد.

معمولاً گونه‌های دارای نیازهای اکولوژیکی مشابه حتی اگر از شاخه‌های مختلف باشند همزمان در اکوسیستم مشاهده می‌شوند و در صورت مناسب بودن شرایط، تراکم آنها افزایش می‌یابد (۴۳). گفته شده است که سایز [نسبت سطح به حجم (S/V) و حداکثر طول خطی (MLD)] و شکل گونه‌ها از عوامل تأثیرگذار در حضور همزمان گونه‌ها می‌باشد (۲۲). بر این اساس استراتژی دوره زندگی گونه‌های فیتوپلانکتون با توجه به اندازه، شکل و نیز منابع مواد مغذی در دسترس، در یکی از گروه‌های عمده C,R و S تقسیم بندی می‌گردد. در این مقاله گروه‌های C و S استراتژی مورد نظر می‌باشند. گونه‌ها در گروه C استراتژی معمولاً دارای سایز کوچک، S/V زیاد و توانایی رشد تهاجمی در محیط‌های کم استرس (دارای میزان مطلوبی از نور و مواد مغذی) هستند، در حالی که گونه‌ها در گروه S استراتژی دارای سایز بزرگ، S/V کم و توانایی رشد در آب لایه‌بندی شده (حرارتی)، محیط‌های استرس دار و کمبود مواد مغذی ضروری هستند (۳۵).

تاکنون گزارشی در زمینه مطالعات جلبکی در سد شهید رجایی قابل دسترسی نبوده است. بررسی‌ها در این سد عمدتاً در زمینه‌های فنی، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب و مدل‌سازی بعضی از این پارامترها، شدت فرسایش و تولید رسوب، ارزیابی پیامدها و اثرات زیست محیطی احداث سد و اثرات آن بر تنوع گونه‌های ماهیان بومی، انجام شده است (۱، ۲، ۶ و ۱۱). از این‌رو در اینجا به برخی مطالعات جلبکی در سایر سدهای کشور اشاره می‌گردد.

- مطالعه اثر تجمع فیتوپلانکتون بر کیفیت آب سد کرج نشان داد که در این دریاچه تعداد فیتوپلانکتون در ماه‌های

گرم سال با دما نسبت مستقیم دارد و بیشترین تعداد فیتوپلانکتون در سال ۱۳۸۹ مربوط به دیاتومه به ویژه سیکلوتلا بود. (۱۲).

- شناسایی، تراکم و پراکنش فیتوپلانکتون در سد لار نشان داد که دیاتومه‌ها ۷۵ درصد از تراکم فیتوپلانکتون را تشکیل داده و غالبترین جنس از این شاخه که در تمام فصول سال به تعداد زیاد مشاهده شد، "سیکلوتلا" بود. میانگین بدست آمده از پراکنش شاخه‌های فیتوپلانکتون نشان داد که جمعیت فیتوپلانکتون به غیر از دیاتوم‌ها از بهار روند صعودی داشته و در تابستان (در ماه شهریور) به اوج خود می‌رسد. در پائیز با افت دما کلیه شاخه‌های جلبکی روند نزولی را نشان دادند، ولی شاخه دیاتومه‌ها همواره روند صعودی به‌ویژه در ماه آبان را نشان داد. پائین بودن درصد یوگلفیسه شاخصی برای کم بودن میزان آلودگی در این دریاچه شناخته شد (۳).

- در پژوهش‌های طرح جامع هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریاچه سد ارس، بررسی‌های پلانکتونی بعنوان مطالعات پایه در جهت افزایش تولیدات ماهی در این دریاچه در نظر گرفته شد. در مطالعات فیتوپلانکتونی ۴ شاخه (باسیلاریوفیتا، کلروفیتا، سیانوفیتا و یوگلفیته) و ۴۱ جنس شناسایی گردید که غالبیت مربوط به شاخه باسیلاریوفیتا (۷۶ درصد از تراکم کل) و جنس های *Nitzschia*, *Gomphonema* و *Synedra Cyclotella* بود (۵).

- شمس و افشارزاده، به منظور شناسایی و بررسی اکولوژیک جمعیت‌های یوگلفیته و مقایسه تنوع گونه‌ای این شاخه در دریاچه سد زاینده رود مطالعه فصلی را در این اکوسیستم انجام دادند. بیشترین تنوع گونه‌ای و تراکم این شاخه فیتوپلانکتونی در فصل بهار بدلیل شروع افزایش مواد آلی و آلودگی مشاهده شد (۸).

- در مطالعه سد ارس، ۵ شاخه فیتوپلانکتونی با غالبیت باسیلاریوفیتا شناسایی شد. بالا بودن تراکم سیانوفیتا و نیز

نظر دارد که با بررسی تراکم و ساختار تشکیل دهنده فیتوپلانکتون با تأکید بر اکولوژی گونه‌های غالب، در جهت شناخت این اکوسیستم و گونه‌های دارای پتانسیل شکوفایی گام بردارد.

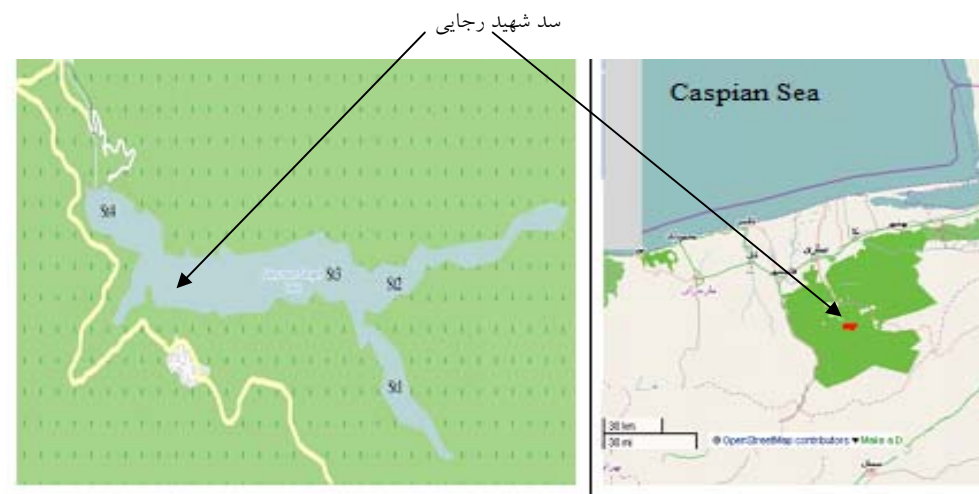
مواد و روشها

سد مخزنی شهید رجایی بر روی رودخانه تجن (حوضه آبریز دریای خزر) در محل سلیمان‌تنگه واقع در 41 کیلومتری جنوب شهرستان ساری قرار دارد (شکل ۱). این مطالعه، در سال ۱۳۹۱ در دریاچه پشت سد شهید رجایی و ۴ ایستگاه انجام شد (شکل ۱ و جدول ۱). نمونه‌برداری در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد، شهریور، آبان و بهمن انجام گردید.

تعدادی از یوگلنوفیتا در تابستان نشانه‌ای از ورود مواد آلی به سد بیان شد (۹).

- بدلیل اهمیت شناسایی فیتوپلانکتون در اکولوژی و نیز استفاده انسان از منابع طبیعی، بررسی پراکنش، فراوانی و تنوع تجمع فیتوپلانکتونی در دریاچه سد حنا واقع در استان اصفهان انجام شد. در این مطالعه بیشترین تنوع زیستی در بهار و تابستان بدست آمد. دیاتومه‌ها در کلیه فصول غالب بودند. از فصل بهار تا پاییز *Cyclotella* و در زمستان *Cocconeis* بعنوان جنس غالب در شاخه باسیلاریوفیتا شناسایی شدند (۱۰).

با توجه به اهمیت مطالعات جلبکی در سدها و نیز اهمیت سد شهیدرجایی در منطقه و نیز عدم وجود اطلاعات جلبکی تخصصی و جامع در این منبع آبی، این مقاله در



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و ایستگاه‌های نمونه‌برداری در سد شهید رجایی (سال ۱۳۹۱)

جدول ۱- طول و عرض جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در سد شهید رجایی (سال ۱۳۹۱)

ایستگاه	شماره ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
ورودی شیرین رود به سد	۱	E۵۳° ۱۷' ۱۲''	N۳۶° ۱۳' ۳۰''
ورودی سفیدرود به سد	۲	E۵۳° ۱۸' ۱۶''	N۳۶° ۱۴' ۵۱''
تلاقی دو سر شاخه	۳	E۵۳° ۱۶' ۱۱''	N۳۶° ۱۴' ۲۸''
نزدیک به تاج	۴	E۵۳° ۱۴' ۱۴''	N۳۶° ۱۴' ۳۹''

انتقال به آزمایشگاه بمنظور رسوب‌دهی کامل فیتوپلانکتون، بمدت حداقل دو هفته در جای تاریک و ساکن نگهداری شدند. سپس آب رویی (فاقد فیتوپلانکتون) سیفون و

حجمی برابر ۵۰۰ میلی لیتر از آب لایه سطحی به صورت مستقیم در بطری جمع‌آوری شد و با فرمالین تا حجم نهایی ۰/۵ تا ۲ درصد تثبیت گردید. نمونه‌های آب پس از

$$ISI = (f_i) \times (D_i)$$

f_i = درصد فراوانی گونه
 D_i = تراکم نسبی گونه

آنالیز آماری

بر اساس یکی از فرایندهای لگاریتم طبیعی / پایه ۱۰ و رتبه‌بندی انتقال داده انجام شد و بعد با رسم نمودار Q-Q و همچنین آزمون شاپیرو-ویلک نرمال بودن آن تأیید گردید (۳۷). برای تجزیه و تحلیل آماری از آزمون‌های پارامتریک (ANOVA) بر روی داده‌های نرمال شده استفاده شد. در ضمن آزمون‌های آماری در سطح ۵ و ۱ درصد انجام گردید (۱۴). ثبت اطلاعات، رسم نمودارها و تجزیه و تحلیل داده‌ها به ترتیب در برنامه‌های Excel نسخه ۲۰۱۰ و SPSS نسخه ۱۱/۵ انجام شد.

نتایج

در بررسی‌های میکروسکوپی نمونه‌های آب، در مجموع تعداد ۱۰۷ گونه فیتوپلانکتون مشاهده شد که در ۵۳ جنس و ۸ شاخه باسیلاریوفیتا (Bacillariophyta)، پیروفیتا (Pyrrophyta)، سیانوفیتا (Cyanophyta)، کلروفیتا (Chlorophyta)، یوگلنوفیتا (Euglenophyta)، کریزوفیتا (Chrysophyta)، زانتوفیتا (Xantophyta) و کریپتوفیتا (Cryptophyta) طبقه‌بندی گردیدند. تعداد گونه‌ها در شاخه‌های کلروفیتا (۲۶ گونه)، باسیلاریوفیتا (۲۷ گونه)، پیروفیتا (۲۲ گونه) سیانوفیتا (۱۷ گونه) و یوگلنوفیتا (۱۰ گونه) بود. سایر شاخه‌ها از ۱ تا ۳ گونه را شامل شدند (جدول ۲). در شاخه باسیلاریوفیتا، جنس *Nitzschia* بیشترین گونه (۸ گونه) را دارا بود. در شاخه‌های پیروفیتا، سیانوفیتا، کلروفیتا و یوگلنوفیتا به ترتیب جنس‌های *Euglena*، *Dactylocoopsis*، *Peridinium* و *Oocystis* با ۶، ۳، ۶ و ۵ گونه بیشترین تنوع گونه‌ای را نشان دادند. در شاخه پیروفیتا *Goniaulax* و *Glenodinium* نیز با ۵ و ۴ گونه در لیست گونه‌ای حضور داشتند.

خارج گردید و بخش زیرین آب (دارای فیتوپلانکتون) سانتریفوژ شد (در ۱۰۰۰ g بمدت ۲۰ دقیقه). بدین ترتیب پس از دور ریزی آب رویی، آب زیرین (محتوی فیتوپلانکتون) با حجم نهایی ۵۰-۴۰ میلی‌لیتر بدست آمد. پس از آن، نمونه‌ها برای بررسی کیفی حداقل به مدت ۲۴ ساعت در جای ساکن نگهداری شدند. در بررسی کیفی آب رویی (فاقد فیتوپلانکتون) به ظرف دیگری انتقال یافته و ۱-۲ قطره از آب زیرین با لام و لامل و میکروسکوپ دو چشمی مورد بررسی قرار گرفت (۱۵ و ۴۴). در بررسی کیفی، بر اساس شکل و اندازه (مورفولوژی) و به کمک کلیدهای شناسایی معتبر شناسایی گونه‌ای انجام شد (۲۳، ۲۴، ۳۳، ۴۱، ۴۲). در طی بررسی کیفی حدود تراکم (کم، متوسط و زیاد) فیتوپلانکتون نیز تعیین گردید. پس از حداقل ۲۴ ساعت از انجام بررسی کیفی، نمونه‌ها مورد بررسی "کمی" قرار گرفتند. به این ترتیب که بر اساس نتایج تراکم در بررسی کیفی (کم، متوسط و زیاد) آب زیرین (حاوی فیتوپلانکتون) را به حجم معینی رسانیده و بوسیله پی‌پت پیستونی شیاردار، ۰/۱ میلی‌لیتر از آن برداشته شد و با لام و لامل ۲۲×۲۲ و میکروسکوپ دو چشمی نیکون (Nikon) با بزرگنمایی ۱۰۰×، ۲۰۰× و ۴۰۰× مورد بررسی قرار گرفت. در این مرحله، تراکم هر یک از گونه‌ها به تفکیک ثبت شد. در نهایت با توجه به ضریب رقت، تراکم در مترمکعب هریک از گونه‌ها محاسبه گردید (۱۵ و ۴۴). تراکم هر شاخه نیز از مجموع تراکم گونه‌های طبقه‌بندی شده در آن شاخه بدست آمد. در نهایت تراکم فیتوپلانکتون کل از مجموع تراکم شاخه‌ها و یا کل گونه‌ها محاسبه شد. شایان ذکر است که کلیه مراحل فوق (از نمونه‌برداری تا شمارش) مطابق با روش کار موجود در آزمایشگاه استاندارد شده پلانکتون (ISO ۱۷۰۲۵) در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر انجام شد.

تعیین گونه‌های غالب طبق فرمول زیر با محاسبه ISI (Important Species Index) انجام شد (۳۶).

جدول ۲- تراکم نسبی گونه‌های فیتوپلانکتون مشاهده شده در سد شهید رجایی (سال ۱۳۹۱). (-) = عدم حضور، (+) = نادر (>۳۱ درصد)، (++) = رایج و معمولی (۳۱-۶۰ درصد)، (+++) = فراوان (<۶۰ درصد).

ردیف	گروه	ماه				
		خرداد	تیر	مرداد	شهریور	آبان
Bacillariophyta						
۱		+	-	-	-	-
۲		+	++	+++	++	+
۳		+	-	-	-	+
۴		+	-	-	-	+
۵		+	-	-	-	-
۶		+	-	-	-	-
۷		+	-	-	+	-
۸		+	-	-	-	-
۹		+	-	-	-	-
۱۰		-	-	-	-	-
۱۱		-	-	-	+	-
۱۲		+	-	-	-	-
۱۳		+	-	+	+	+
۱۴		-	-	-	-	-
۱۵		+	-	+	-	-
۱۶		+	+	+	+	+
۱۷		-	-	-	+	-
۱۸		-	+	+	+	-
۱۹		+	-	-	-	-
۲۰		-	-	-	-	+
۲۱		+	-	-	-	-
۲۲		+	+	+	+	+
۲۳		-	-	+	+	+
۲۴		-	-	-	+	+
۲۵		-	-	-	+	-
۲۶		+	-	-	-	+
۲۷		-	-	+	-	+
Pyrrophyta						
۲۸		+	+	+	+	+
۲۹		+	+	+	-	-
۳۰		+	-	-	-	-
۳۱		+	+	+	-	+
۳۲		-	-	+	+	-
۳۳		-	-	+	-	-
۳۴		-	-	-	+	-

-	+	+	+	+	+	<i>Goniaulax digitale</i> (Pouchet) Kofoid, 1911	۳۵
+	++	+	+	++	+	<i>Goniaulax polyedra</i> Stein, 1883	۳۶
-	-	+	-	-	-	<i>Goniaulax</i> sp.	۳۷
+	+	+	+	-	-	<i>Goniaulax spinifera</i> (Claparède & Lachmann) Diesing 1866	۳۸
+	+	+	-	+	+	<i>Gymnodinium</i> sp.	۳۹
+	-	-	-	-	-	<i>Gymnodinium</i> sp.2	۴۰
-	-	+	+	-	-	<i>Gymnodinium variabile</i> Herdman 1924	۴۱
+	+	+	+	+	+	<i>Peridinium achromaticum</i> Levander 1902	۴۲
-	-	-	+	-	-	<i>Peridinium aciculiferum</i> Lemmermann 1900	۴۳
-	-	-	-	+	-	<i>Peridinium inconspicuum</i> Lemmermann 1899	۴۴
-	-	+	+	+	-	<i>Peridinium latum</i> Paulsen 1908	۴۵
-	-	-	-	+	-	<i>Peridinium</i> sp.	۴۶
+	+	+	+	+	-	<i>Peridinium trochoideum</i> (Stein) Loeblich III 1976.	۴۷
+	-	-	+	-	-	<i>Prorocentrum proximum</i> Makarova 1967	۴۸
-	-	-	+	-	-	<i>Prorocentrum</i> sp.	۴۹
Cyanophyta							
-	-	-	+	-	-	<i>Anabaena spiroides</i> Klebahn 1895	۵۰
-	-	-	-	-	+	<i>Aphanotece elabens</i> (Breb.) Elenk. 1838	۵۱
-	-	-	-	-	+	<i>Aphanotece</i> sp.	۵۲
+	-	-	-	-	-	<i>Chroococcus</i> sp.	۵۳
+	-	-	+	-	+	<i>Dactylococcopsis acicularis</i> Lemmermann 1900	۵۴
+	-	-	+	-	-	<i>Dactylococcopsis linearis</i> Geitler 1935	۵۵
-	-	-	-	-	+	<i>Dactylococcopsis raphidioides</i> Hansgirg 1888.	۵۶
-	+	-	-	+	+	<i>Dactylococcopsis smithii</i> Chodat & Chodat 1925	۵۷
-	-	-	-	-	+	<i>Gloeocapsa</i> sp.	۵۸
+	+	+	+	-	+	<i>Lyngbya</i> sp.	۵۹
+	-	-	-	-	-	<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kuetzing 1845	۶۰
-	-	-	+	-	-	<i>Merismopedia minima</i> Beck 1897	۶۱
-	-	+	-	-	-	<i>Oscillatoria limosa</i> Agardh ex Gomont 1892	۶۲
+	+	+	-	-	+	<i>Oscillatoria</i> sp.	۶۳
-	+	+	+	-	-	<i>Spirulina laxissima</i> West 1907	۶۴
-	-	+	+	-	-	<i>Spirulina</i> sp.	۶۵
+	-	-	+	-	+	<i>Synechococcus</i> sp.	۶۶
Chlorophyta							
+	-	-	-	-	-	<i>Ankistrodesmus convolutes</i> Corda 1839	۶۷
-	-	+	-	-	-	<i>Carteria</i> sp.	۶۸
-	+	+	+	+	-	<i>Chlamydomonas</i> sp.	۶۹
-	-	+	+	-	-	<i>Chlorella</i> sp.	۷۰
+	-	-	-	-	-	<i>Closteriopsis longissima</i> Lemmermann, 1899	۷۱
-	-	+	-	-	-	<i>Coelastrum sphaericum</i> Naegeli 1849	۷۲

-	-	+	-	-	-	<i>Cosmocladium saxonicum</i> De Bary 1865	۷۳
-	-	+	-	-	-	<i>Dictyosphaerium</i> sp.	۷۴
-	+	-	-	-	-	<i>Euastrum</i> sp.	۷۵
-	-	-	-	-	+	<i>Gonium</i> sp.	۷۶
-	+	+	-	-	-	<i>Oocystis borgei</i> Snow 1903	۷۷
-	+	-	+	-	-	<i>Oocystis ermosphaeria</i> Smith 1920	۷۸
+	+	+	-	-	-	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat 1897	۷۹
+	+	+	+	-	+	<i>Oocystis parva</i> W. & West 1898	۸۰
-	+	-	+	-	+	<i>Oocystis</i> sp.	۸۱
-	+	+	-	+	+	<i>Oocystis solitaria</i> Wittrock in Wittrock & Nordstedt 1879	۸۲
+	+	+	+	-	-	<i>Scenedesmus acuminatum</i> Chodat 1902	۸۳
+	+	+	+	-	+	<i>Scenedesmus bijuga</i> (Turpin) Kuetzing 1833	۸۴
-	-	+	-	-	-	<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turp.) Kützing 1833	۸۵
-	+	+	+	-	-	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Brébisson 1835	۸۶
+	+	+	-	+	+	<i>Schroederia setigera</i> (Schroeder) Lemmermann 1898	۸۷
-	-	-	+	-	-	<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat 1897	۸۸
-	-	+	-	-	+	<i>Sphaerocystis</i> sp.	۸۹
+	-	-	-	-	-	<i>Staurastrum natator</i> West 1892	۹۰
+	-	-	-	-	-	<i>Staurastrum</i> sp.	۹۱
+	-	+	+	-	+	<i>Tetraedron tumidulum</i> (Reinsch) Hansgirg 1889	۹۲
						Euglenophyta	۹۳
-	+	+	+	-	-	<i>Euglena caudata</i> Hübner 1886	۹۴
-	-	-	-	+	-	<i>Euglena gracilis</i> Klebs 1883	۹۵
-	+	-	-	-	-	<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda 1846	۹۶
-	-	-	-	+	+	<i>Euglena variable</i> Klebs 1883	۹۷
+	+	-	-	-	-	<i>Euglena wangi</i> Chu 1947	
-	-	-	+	+	-	<i>Phacus longicaudatus</i> (Ehrenberg) Dujardin 1841	۹۸
-	+	-	+	+	+	<i>Phacus</i> sp.	۹۹
-	-	-	+	-	-	<i>Phacus</i> sp.2	۱۰۰
+	+	+	+	-	+	<i>Tracholeamonas</i> sp.	۱۰۱
-	-	-	+	-	+	<i>Trachelomonas spiculifera</i> Palmer 1902	۱۰۲
						Xantophyta	
-	-	-	-	-	+	<i>Tribonema viride</i> Pascher 1925	۱۰۳
						Chrysophyta	
-	-	+	+	-	-	<i>Dinobryon divergens</i> Imhof 1887	۱۰۴
-	-	-	-	+	+	<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg 1834	۱۰۵
+	-	-	+	-	-	<i>Mallomonas</i> sp.	۱۰۶
						Cryptophyta	
-	+	+	-	-	-	<i>Cryptomonas obovata</i> Czosnowski 1948	۱۰۷

کریزوفیتا، زانتوفیتا و کریپتوفیتا سهم چندانی در ایجاد تراکم فیتوپلانکتون نداشت.

حداکثر درصد تراکم باسیلاریوفیتا در ماه مرداد (۹۰ درصد) بود و درصد تراکم آن در ماه‌های خرداد، مرداد و شهریور بیش از سایر شاخه‌ها شد. پیروفیتا حداکثر درصد تراکم را در تیر (۶۲ درصد) نشان داد و درصد تراکم آن در ماه‌های تیر، آبان و بهمن از سایر شاخه‌ها بیشتر بود. درصد تراکم کلروفیتا نیز در ماه‌های خرداد، شهریور و بهمن قابل توجه بوده و به ترتیب به ۱۴، ۱۵ و ۱۷ درصد رسید. درصد تراکم در سایر شاخه‌ها بطور قابل توجهی کمتر از دو شاخه عمده یعنی باسیلاریوفیتا و پیروفیتا بدست آمد. درصد تراکم باسیلاریوفیتا در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور بطور چشمگیری بیش از ماه‌های آبان و بهمن بود (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین ماهانه درجه حرارت آب (°C)، تراکم فیتوپلانکتون (میلیون سلول در مترمکعب \pm SE) و درصد تراکم شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتون در سد شهید رجایی (سال ۱۳۹۱)

ماه	Mean \pm SE				
	تراکم	بسیلاریوفیتا	پیروفیتا	کلروفیتا	سایر شاخه‌ها
خرداد	۳۱ \pm ۸	۳۸	۳۰	۱۴	۱۸
تیر	۶۶۱ \pm ۲۸۶	۳۸	۶۲	<۱	<۱
مرداد	۳۰۸ \pm ۱۳۰	۹۰	۹	۱	<۱
شهریور	۴۳ \pm ۱۱	۴۸	۳۴	۱۵	۴
آبان	۷۰ \pm ۲۹	۱۱	۷۹	۶	۴
بهمن	۱۰ \pm ۲	۲۴	۴۹	۱۷	۱۰
کل دوره	۱۸۷ \pm ۶۸	۵۱	۴۶	۲	۱

۷۰ درصد) نقش داشتند. همانطور که جدول ۴ نشان می‌دهد ۹ گونه دارای مقادیر ISI بیش از ۱ بوده‌اند و در بین آنها گونه‌های *Cyclotella meneghiniana* Kuetzing (Mueller) Dujardin و *Goniaulax polyedra* Stein شامل *Ceratium hirundinella* حدود ۷۰ درصد از ISI را شامل شدند و سه گونه غالب و برتر را تشکیل دادند (شکل ۲).

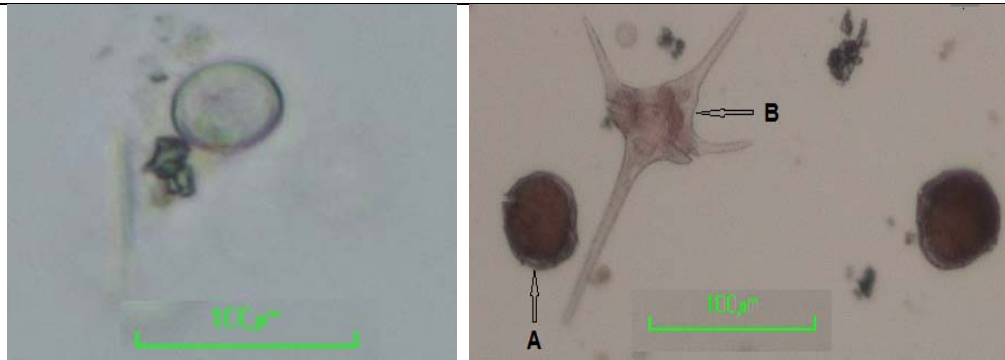
بر اساس جدول ۳، حداکثر و حداقل میانگین تراکم فیتوپلانکتون در ماه‌های تیر و بهمن بترتیب به میزان ۶۶۱ (± 286) و ۱۰ (± 2) میلیون سلول در متر مکعب دیده شد. ضمن آنکه تراکم فیتوپلانکتون در بین ماه‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری نشان داد (ANOVA, $p < 0.05$).

بررسی درصد تراکم شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتون نسبت به فیتوپلانکتون کل در طی دوره مطالعاتی نشان داد که درصد تراکم باسیلاریوفیتا به پیروفیتا نزدیک بوده و در مجموع این دو شاخه (باسیلاریوفیتا و پیروفیتا) ۹۷ درصد از تراکم فیتوپلانکتونی را بخود اختصاص دادند. در صورتی‌که کلروفیتا تنها ۲ درصد از تراکم فیتوپلانکتون را شامل شد. اما شاخه سیانوفیتا مشابه شاخه‌های یوگنوفیتا،

در طی ماه‌های نمونه‌برداری، در مجموع ۱۱ گونه بیشترین اهمیت (گونه‌های غالب) را از نظر میزان تراکم دارا بودند (جدول ۴). در ماه مرداد تنها یک گونه، عمده تراکم فیتوپلانکتون (حدود ۷۰ درصد) را تشکیل داد. درحالیکه در ماه‌های خرداد و بهمن تعداد بیشتری گونه (۷ گونه) در تشکیل بخش عمده تراکم فیتوپلانکتون (بیش از

جدول ۴- میانگین تراکم (صد هزار سلول در متر مکعب \pm SE)، درصد فراوانی حضور (f_i) و ISI (Important Species Index) گونه‌های غالب فیتوپلانکتون در سد شهید رجایی (سال ۱۳۹۱)

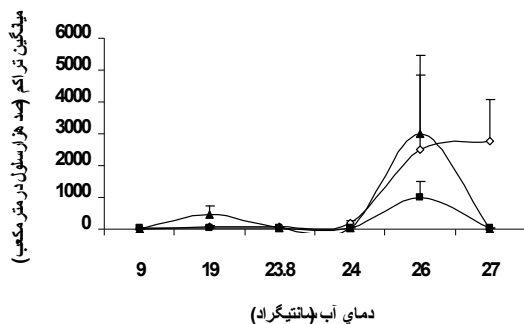
کل دوره	بهمن	آبان	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	گونه
ISI	f_i	Mean \pm SE	Mean \pm SE	Mean \pm SE	Mean \pm SE	Mean \pm SE	
۳۴/۸	۱۰۰	۵ \pm ۲	۶۹ \pm ۳۶	۱۹۷ \pm ۶۹	۲۷۷۷ \pm ۱۳۱۰	۲۵۰۱ \pm ۲۳۴۱	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kuetzing 1844
۰/۳	۳۳	۵ \pm ۲	۰	۰	۰	۰	<i>Fragilaria</i> sp.
۱/۹	۸۳	۸ \pm ۲	۲ \pm ۱	۲ \pm ۱	۰	۱ \pm ۱	<i>Navicula</i> sp.
۱۲/۲	۱۰۰	۲۱ \pm ۵	۴۴ \pm ۱۲	۵۶ \pm ۱۲	۲۳ \pm ۱۴	۹۹۲ \pm ۵۱۰	<i>Ceratum hirundinella</i> (Mueller) Dujardin 1841
۱/۲	۸۳	۰	۲۰ \pm ۱۳	۹ \pm ۶	۵۰ \pm ۴۸	۳۵ \pm ۲۰	<i>Goniaulax digitale</i> (Pouchet) Kofoid 1911
۲۱/۸	۱۰۰	۴ \pm ۳	۴۴۳ \pm ۲۶۹	۴۲ \pm ۱۳	۱۴ \pm ۱۱	۳۰۰۸ \pm ۲۴۳۸	<i>Goniaulax polyedra</i> Stein 1883
۲/۹	۶۶	۲۱ \pm ۲۰	۲۸ \pm ۲۸	۵ \pm ۴	۲۴ \pm ۱۴	۰	<i>Goniaulax spinifera</i> (Claparède & Lachmann) Diesing 1866
۰/۲	۱۷	۰	۰	۰	۰	۰	<i>Gloeocapsa</i> sp.
۱/۹	۶۷	۱۱ \pm ۴	۳ \pm ۲	۲۵ \pm ۱۲	۱ \pm ۱	۰	<i>Scenedesmus bijuga</i> (Turpin) Kuetzing 1833
۱/۴	۸۳	۳ \pm ۳	۴ \pm ۲	۳ \pm ۲	۰	۶ \pm ۲	<i>Schroederia setigera</i> (Schroeder) Lemmermann 1898
۱/۳	۸۳	۲ \pm ۱	۱ \pm ۱	۱۳ \pm ۹	۴ \pm ۴	۰	<i>Oocystis parva</i> W. & West 1898



ب

الف

شکل ۲- گونه‌های غالب فیتوپلانکتون در سد شهید رجایی (سال ۱۳۹۱). الف- *Goniaulax polyedra* Stein (A) و (Mueller) Dujardin *Ceratium hirundinella* (B). ب-



◆- *Cyclotella meneghiniana* ■- *Ceratium hirundinella* ▲- *Goniaulax polyedra*

شکل ۳ چگونگی تغییرات تراکم سه گونه غالب را در دماهای مختلف (آب) نشان می‌دهد. تغییرات بنحوی بود که حداقل و حداکثر میانگین تراکم سه گونه نخست غالب (*C. hirundinella*, *C. meneghiniana* Kuetzing و (Mueller) Dujardin *G. polyedra*) با حداقل و حداکثر دمای آب مقارن گردید.

شکل ۳- مقایسه میانگین تراکم (صد هزار سلول در متر مکعب $\pm SE$) سه گونه نخست غالب فیتوپلانکتون در دماهای مختلف در سد شهید رجایی (سال ۱۳۹۱).

بحث و نتیجه‌گیری

نوع جریان‌های رودخانه‌ای که به سد شهید رجایی وارد می‌شوند ناشی از آب شدن برف و یخ در بالادست هستند و رودخانه‌ها در کل سال جریان دارند و حتی در بهار و اوایل تابستان ممکن است شدت آنها بیشتر شود. از این‌رو در صورت تخلیه آب و کاهش زمان ماندگاری آب و در نتیجه کاهش رشد و تکثیر فیتوپلانکتون در مخزن سد (۱۹)، ورود فیتوپلانکتون همراه با جریانات رودخانه‌ای کاهش تراکم فیتوپلانکتون را جبران خواهند کرد.

در سدهایی که منابع آبی آنها از ارتفاعات سرچشمه می‌گیرند و یا در مسیر رودخانه‌ها قرار دارند باسیلاریوفیتا افزایش می‌یابد (۴)، بررسی تغییرات ماهانه تراکم فیتوپلانکتون در سد شهید رجایی نیز نشان داد که حداکثر مقادیر آن در ماه‌های تیر و مرداد از افزایش شدید تراکم در شاخه‌های باسیلاریوفیتا و پیروفیتا ناشی شده است. پیروفیتا با توجه به توان تغذیه هتروتروفیکی و تشکیل کیست دارای قدرت رقابت بالایی در شرایط دارای استرس مواد مغذی و درجه حرارت هستند (۳۸). وجود اندام حرکتی (تاژک) به پیروفیتا امکان بیشتری برای دسترسی به مواد مغذی از قسمتهای مختلف پیکره آبی را می‌دهد (۳۹). مجموع این عوامل سبب می‌گردد که پیروفیتا در زمان لایه بندی حرارتی و افزایش استرس مواد مغذی بر لایه‌های بالایی (در ماه تیر) و یا در ماه آبان به هنگام کاهش دمای آب، بر باسیلاریوفیتا پیشی بگیرد. افزایش مواد مغذی همراه با افزایش تلاطم معمولاً با افزایش دیاتومه‌ها همراه می‌گردد، در حالی که ورود مواد مغذی همراه با کاهش تلاطمات از مواردی است که موجب برتری موجودات متحرکی همانند پیروفیتا می‌شود (۲۰). تخلیه آب در سد شهید رجایی معمولاً از دریچه‌های خروجی واقع در عمق

۲۵-۳۰ متری از کف صورت می‌گیرد (۶). این امر سبب می‌گردد که لایه‌های بالایی و زیرین آن چندان دچار اختلاط نشوند و لایه نازکی از لایه اختلاط یافته بین دو لایه اختلاط نیافته بالایی و زیرین (غنی از مواد مغذی) قرار گیرد که این وضعیت نیز افزایش پیروفیتا را سبب می‌شود (۴۰). از این‌رو در این مطالعه افزایش همزمان باسیلاریوفیتا و پیروفیتا در ماه تیر احتمالاً بدلیل افزایش همزمان ورودی مواد مغذی به سد از طریق جریانات رودخانه‌ای و لایه‌بندی تعریف شده در ستون عمودی آب رخ می‌دهد.

گونه‌های غالب بعنوان گروه‌های عامل، نقش مهمی در قضاوت بر روی وضعیت و عملکرد اکوسیستم دارند. در سد شهید رجایی در طی مطالعه سه گونه *C. meneghiniana* Kuetzing (باسیلاریوفیتا)، *G. polyedra* Stein و *C. hirundinella* (Mueller) Dujardin (پیروفیتا) دارای بیشترین تراکم و گسترش بوده‌اند. *C. meneghiniana* Kuetzing جزو دیاتومه‌های دارای تقارن مرکزی و حداکثر طول خطی حدود ۱۰ میکرون می‌باشد. *C. meneghiniana* Kuetzing در بسیاری از سدها (۳، ۵، ۱۰ و ۱۲) و نیز دریاچه‌های طبیعی از جمله دریاچه زاینده‌رود جزو گونه‌های غالب معرفی شد (۷). مطالعه آزمایشگاهی محققان نشان داده که افزایش تراکم *C. meneghiniana* Kuetzing در دمای بیش از ۱۳ درجه سانتیگراد شروع می‌شود و پس از آن به صورت خطی ادامه می‌یابد، به طوری که در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به حداکثر رشد و تراکم خود می‌رسد. از این‌رو درجه حرارت نقش مهمی را در افزایش تراکم و رسیدن به نقطه حداکثر داراست (۲۹). برای این گونه فیتوپلانکتونی محدودیت مواد مغذی عمدتاً به هنگام وقوع شکوفایی دارای اهمیت می‌باشد (۲۸). در این مطالعه نیز این گونه با ۱۰۰ درصد فراوانی حضور در همه نمونه‌های آب گزارش گردید و حداقل و حداکثر تراکم آن در طی دوره نمونه‌برداری به ترتیب در ماه‌های بهمن (کمتر از یک میلیون در متر مکعب) و تیر و مرداد

محیط پرتراکم و دارای رقابت شدید توان زندگی دارد (۱۷) و پتانسیل افزایش تراکم را در آبهای دارای مواد مغذی متوسط- بالا داراست (۳۸). اما در آبهای ساکن و لایه بندی شده (اواسط تابستان-پاییز) نیز تراکم آن در لایه سطحی بالا می‌رود. نتایج این مطالعه نیز نشان داد که حداکثر تراکم *C. hirundinella* (Mueller) Dujardin (۹۹ میلیون در متر مکعب) همانند *G. polyedra* Stein و سایر پیروفیتا در ماه تیر بود. اما افزایش تراکم *G. polyedra* Stein تقریباً سه برابر *C. hirundinella* (Mueller) Dujardin و سایر گونه‌های موجود در پیروفیتا بود. *C. hirundinella* (Mueller) Dujardin در گستره نسبتاً زیادی از زمان و دما (۲۳°C-۴) دارای توان رشد و بهینه رشد (۲۳°C-۱۲) است (۳۱). چنانکه بر اساس آزمون ANOVA نیز تراکم *C. hirundinella* از نظر زمانی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($p > 0.05$).

از نظر استراتژی زیست، در بین ۳ گونه غالب فوق، گونه *C. meneghiniana* Kuetzing با طول خطی حدود ۱۰ میکرون، S/V: ۱/۵-۲/۴۰ (۱۳)، میزان تقسیمات سلولی ۰/۵۷ divisions/day (۲۹)، در گروه C-استراتژی (۳۴) و دو گونه *G. polyedra* Stein و *C. hirundinella* (Mueller) Dujardin هر یک به ترتیب با طولهای خطی: حدود ۷۰ (۱۳) و ۲۰۰ میکرون (۳۴)، S/V ۰/۴۶ و ۰/۴۹، سرعت رشد: ۰/۱۳-۰/۲۵ divisions/day (۱۶) و ۰/۲۷ - ۰/۱۲ (۳۲)، در گروه S-استراتژی (۱۳، ۳۵) قرار می‌گیرند. از این رو *C. meneghiniana* Kuetzing در مقایسه با دو گونه دیگر با دارا بودن S/V بالاتر، دستیابی بیشتری به مواد مغذی دارد. این گونه فیتوپلانکتونی با سرعت رشد بالاتر دومین امتیاز را نیز نسبت به دو گونه دیگر برای افزایش تراکم داراست. این خصوصیات، عدم برتری این گونه را برای دستیابی به مواد مغذی بدلیل فقدان تاژک بخصوص به هنگام تلاطم می‌پوشاند. بحدی که آن را در گروه گونه-های دارای رشد تهاجمی بهنگام وجود منابع غذایی قرار دهد. در مطالعه Perez and Castillo نیز دلیل احتمالی

(۲۵۰ و ۲۷۸ میلیون در متر مکعب)، مقارن با حداقل (۸/۸) درجه سانتیگراد) و حداکثر (۲۷-۲۶ درجه سانتیگراد) دما بود. *G. polyedra* Stein از شاخه پیروفیتا و جزو گونه‌های درشت سایز (حداکثر طول خطی حدود ۷۰ میکرون) می‌باشد. بررسی آزمایشگاهی توسط سایر محققان در محیط کشت متشکل از *Gymnodinium catenatum* Graham و *G. polyedra* Stein نشان داد که افزایش تراکم گونه‌های فوق از ۱۷ تا ۲۲ درجه شدید بوده و در زیر ۱۷ درجه سانتیگراد به سرعت کاهش می‌یابد، به طوری که در ۱۱ درجه سانتیگراد قابل ملاحظه نمی‌باشد. در مطالعه آنها، اهمیت درجه حرارت بر روی میزان رشد به اندازه ای بود که افزایش دما از ۲۸ درجه تا ۳۰ درجه سبب گردید که سرعت رشد تقریباً صفر شود (۱۸). در این مطالعه نیز حداکثر تراکم *G. polyedra* Stein (۳۰۰ میلیون در متر مکعب) در ماه تیر (میانگین دمای ۲۶/۱ °C) ثبت گردید و در ماه مرداد با وجود افزایش دمای آب (۲۷ °C)، تراکم آن بشدت کاهش یافت. پس از آن دوباره در ماه آبان (دمای آب: ۱۸/۵ °C) تراکم *G. polyedra* Stein افزایش یافت و به ۴۴ میلیون سلول در متر مکعب رسید. سپس در بهمن در دمای ۸/۸ °C به حداقل تراکم (۴ میلیون در متر مکعب) رسید. افزایش تراکم آن در ماه آبان بسیار کمتر از افزایش در ماه‌های گرم سال بود. در مجموع در این اکوسیستم که سطح آب، میزان اختلاط آب و در نتیجه میزان دسترسی به نور و مواد مغذی دائماً با مدیریت انسانی در حال تغییر می‌باشد، توضیح الگوی تغییرات فیتوپلانکتون پیچیده‌تر می‌گردد. به هر حال پایش تراکم *G. polyedra* Stein با توجه به پتانسیل این گونه در تولید سم (۱۶) و همبستگی مثبت با آلودگی مواد مغذی آلی (۲۷)، از اهمیت زیادی برخوردار است. سومین گونه غالب یعنی (Mueller) *C. hirundinella* Dujardin نیز به شاخه پیروفیتا تعلق دارد. از نکات مشهود در شکل ظاهری این موجود، درشتی سایز (حداکثر طول خطی حدود ۲۰۰ میکرون) و شاخک‌های بزرگ رأسی و مقابل به رأس است (۲۵). در

می‌دهد (۲۱). از این‌رو زمینه افزایش تراکم از منابع داخلی بمیزان قویتری در مقایسه با *C. meneghiniana* Kuetzing برای آنها مهیا می‌گردد. در مجموع افزایش دما از ماه خرداد تا تیر بر تراکم هر سه گونه غالب فوق اثر مثبت داشته است. مطالعه محبی و همکاران در سد ارس نیز نشان داد که افزایش دما به‌همراه کاهش سطح آب در تابستان از عوامل مؤثر در شکوفایی جلبکی در این سد بود (۹). مسیر کاهشی دما از مرداد به بعد، تراکم *C. Kuetzing* *meneghiniana* را نیز بشدت در مسیر کاهشی قرار داد و به گونه‌های پیروفیتا بخصوص *G. polyedra* Stein شانس برتری یافتن بر *C. meneghiniana* Kuetzing را داد. بنابراین بنظر می‌رسد که *G. polyedra* Stein در سد شهید رجایی از نظر پتانسیل شکوفایی در رتبه دوم قرار دارد. کاهش شدید دما در ماه بهمن سبب کاهش شدید تراکم در هر سه گونه غالب شد. زیرا حتی خروج و رشد کیست پیروفیتا از رسوب نیز در دمای کم بسیار محدود می‌گردد (۱۸).

نتیجه اینکه، این مطالعه ضرورت بررسی جلبکی در سطح گونه‌ای و ایجاد بانک اطلاعاتی بمنظور مدیریت صحیح سد را نشان می‌دهد. این اطلاعات محققان و مدیران اجرایی سد را برای شناسایی بیولوژی و اکولوژی گونه‌های جلبکی و در نهایت انتخاب روش مناسب برای کنترل شکوفایی کمک خواهد کرد. از این‌رو تلاش در این جهت گامی مؤثر در راستای حفظ اکوسیستم آبی و ارائه آبی با کیفیت مناسب برای اهداف مختلف (بخصوص آب شرب) محسوب می‌شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور که زمینه علمی و آزمایشگاهی و نیز سازمان آب منطقه ای استان مازندران که پشتیبانی مالی و اجرایی این تحقیق را فراهم کرده‌اند، کمال سپاسگزاری را داریم. همچنین از نمونه‌برداران و کلیه همکاران محترم بخش اکولوژی، در

کاهش *C. hirundinella* (Mueller) Dujardin در فصل بهار بدلیل توان رقابت *C. meneghiniana* Kuetzing برای جذب مواد مغذی، توانایی رشد سریع و در نهایت شکوفایی بیان گردید (۳۱).

بالا بودن همزمان تراکم *C. meneghiniana* Kuetzing بعنوان گونه‌ای با الگوی C-استراتژی و گونه‌های S-استراتژی (*G. polyedra* Stein و *C. hirundinella* (Mueller) Dujardin) در ماه تیر احتمالاً بر تأمین و منشأ این گونه‌ها از منابع مختلف دلالت دارد. زیرا همانطور که گفته شد *C. meneghiniana* Kuetzing دارای اندام حرکتی نیست تا بتواند برای تأمین مواد مغذی در آب لایه بندی شده فصل تابستان به لایه زیرین برود و بعد برای دریافت نور مورد نیاز به لایه سطحی برگردد. از این‌رو افزایش تراکم این موجود احتمالاً تا حد زیادی تحت تأثیر جابجایی و ورود از محوطه خارج از سد از طریق جریان‌های رودخانه‌ای بود. ولی کاهش دما بشدت بر تراکم *C. meneghiniana* Kuetzing اثر منفی داشت، چنانکه آزمون ANOVA و آزمون تکمیلی دانکن نیز اختلاف معنی داری را بین تراکم این گونه در ماه بهمن و ماه‌های فصل گرم سال (تیر، مرداد و شهریور) نشان دادند ($p < 0.05$). در حالی که دو گونه غالب مربوط به پیروفیتا (*G. polyedra* Stein و *C. hirundinella* (Mueller) Dujardin) با آن که در مقایسه با گونه غالب (*C. meneghiniana* Kuetzing) دارای اندازه درشت و سرعت رشد کمتر هستند ولی با دارا بودن مزیت مهاجرت و حرکت در ستون عمودی آب، قابلیت افزایش تراکم را برای بدست آوردن مواد مغذی بخصوص در هوای گرم و لایه بندی شده تابستان و اوایل پاییز (۲۱، ۲۶) نشان دادند. از این‌رو، این گونه‌ها در صورت کاهش طولانی مدت مواد مغذی معدنی قادر به حفظ تراکم خود در سطح بالایی می‌باشند. ضمن آنکه استفاده از مواد آلی در دمای مناسب، حتی در میزان کم از نور قابل دسترس، به کیست‌های موجود در رسوب نیز فرصت ورود به مرحله رویشی و ورود به ستون آب را

پژوهش‌کننده اکولوژی دریای خزر و سد شهیدرجایی و نیز
دانشجوی مقطع دکترای خانم مریم قاسمی قدردانی فراوان

منابع

- ۱- انوری فر، ح.، فرحمند، ح.، نعمت‌اللهی، م.ع.، رحمانی، ح.، کرمی، م.، خلیلی، ب. ۱۳۸۹. اثر سد شهید رجایی بر تنوع و تمایز ژنتیکی سیاه ماهی (*Capoeta capoeta gracilis*) در رودخانه تجن ساری با استفاده از انگشت‌نگاری RAPD. نشریه محیط زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۳ (۳)، صفحات ۲۲۳-۲۱۱.
- ۲- ایاز، ق.، وطن دوست، ص.، بابازاده، م. ۱۳۸۶. ارزیابی آثار زیست محیطی سد مخزن شهید رجایی (سلیمان تنگه) ساری و تاسیسات وابسته، اولین کارگاه تخصصی سد و محیط زیست، تهران، مرکز مدیریت بهسازی و بهره‌وری تاسیسات و ابنیه آبی ایران. <http://www.civilica.com/Paper-WSRET01>
- ۳- بلوچی نظامی، ش.، عبدالله پور بی‌ریا، ح.، صلواتیان، س.م.، مکارمی، م.، پورغلامی مقدم، ا. ۱۳۸۹. ترکیب گونه‌ای و تعیین تراکم فیتوپلانکتونی در دریاچه پشت سد لار. مجله علمی - تخصصی تالاب - دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۲(۳)، صفحات ۳۸-۲۶.
- ۴- زارعی، د.ب. ۱۳۹۰. جلبک‌های اکوسیستم‌های آبی ایران. دانشگاه اصفهان، پیام علوی، ۳۲۳، صفحه.
- ۵- سبک آرا، ج.، مکارمی، م. ۱۳۹۲. پراکنش و فراوانی پلانکتونی و نقش آنها در پرورش ماهی در دریاچه سد ارس. مجله توسعه آبرزی پروری، ۷(۲)، صفحات ۵۹-۴۱.
- ۶- سعیدی، پ.، مهرداد، ن.، اردستانی، م.، باغوند، ا. ۱۳۹۲. شبیه‌سازی لایه بندی حرارتی و اکسیژن محلول با استفاده از مدل Ce-Qual-W2 (مطالعه موردی: مخزن سد شهید رجایی). محیط‌شناسی، ۳۹(۶۸)، صفحات ۱۸۰-۱۷۱.
- ۷- شمس، م. و افشارزاده، س. ۱۳۸۷. مطالعه تغییرات فصلی فیتوپلانکتونهای دریاچه زاینده رود، مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۱ (۴)، صفحات ۷۹۴-۷۸۴.
- ۸- شمس، م.، افشارزاده، س. ۱۳۸۹. مطالعه اکولوژیک و تنوع گونه‌ای اوگنوفیتای دریاچه سد زاینده رود. مجله تاکسونومی و بیوسستماتیک، ۲(۳)، صفحات ۱۰-۱.
- ۹- محبی، ف.، آذری پور، م.ع. و عاصم، ع. ۱۳۹۱. بررسی جمعیت فیتوپلانکتونی و شاخصهای جمعیتی در دریاچه سد ارس. مجله زیست‌شناسی ایران، ۲(۲۵)، صفحات ۳۲۸-۳۱۶.
- ۱۰- فرهادیان، ا.، حیدری، ص.، صداقت، ر.، محبوبی صوفیانی، ن.، ابراهیمی، ع.، اسداله، س.، متقی، ا. ۱۳۹۲. پراکنش، فراوانی و تنوع زیستی فیتوپلانکتون‌های دریاچه سد حنا، ایران. مجله بوم‌شناسی کاربردی، ۲ (۳)، صفحات ۷۹-۶۵.
- ۱۱- قادری، ع. ۱۳۸۱. ارزیابی و تحلیل شدت فرسایش و تولید رسوب در حوضه آبریز سد شهید رجایی با استفاد از سنجش ازدور (RS) و GIS و مدل MPSIAC. فصلنامه محیط‌شناسی، دانشگاه تهران، ۲۸ (۳۰)، صفحات ۱۸-۹.
- ۱۲- منوری، م.، نوذی، ج.، سهراب‌نیا، ن. ۱۳۹۲. اثر تجمع فیتوپلانکتون بر کیفیت آب سد کرج. مجله آب و فاضلاب، ۲، صفحات ۳۰-۱۹.
- ۱۳- نصراله زاده، س.ح.، مخلوق، آ.، پورغلام، ر.، رحمتی، ر. ۱۳۹۱. استراتژی گونه‌های غالب فیتوپلانکتون با تاکید بر طبقه‌بندی اندازه آنها در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر. مجله اقیانوس‌شناسی، ۱۰ (۱۳)، صفحات ۵۷-۴۵.
- ۱۴- نصیری، ر. ۱۳۸۸. آموزش گام به گام SPSS17. تهران: مرکز فرهنگی نشر گستر. ۳۴۴ صفحه.
- 15- APHA (American Public Health Association). 2005. Standard method for examination of water and wastewater. 18th edition, Washington. USA: American public health association publisher. 1113 pp.
- 16- Armstrong, M. and Kudela, R. 2006. Evaluation of California isolates of *Lingulodinium polyedrum* for the production of yessotoxin. African Journal of Marine Science, 28(2):399-401.
- 17- Bellinger, E.G. and Sigeo, D.C. 2010. Freshwater algae-Identification and use as bioindicators. Wiley-Blacwell. 271 pp.
- 18- Bravo, I. and Anderson, D.M. 1994. The effects of temperature, growth medium and darkness on excystment and growth of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* from

- northwest Spain. *Journal of Plankton Research*, 16(5):513-525.
- 19-Chapman, D. 1996. *Water Quality Assessments- A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. 2nd edition, Published on Behalf of United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization World Health Organization, United Nations Environment Programme, Published by E&FN Spon an imprint of Chapman & Hall, UNESCO/WHO/UNEP, Great Britain at the University Press, Cambridge, 64 pp.
- 20-Estrada, M. and Blasco, D. 1979. Two phases of the phytoplankton community in the Baja California upwelling. *Limnology and Oceanography*, 24(6):1065-1080.
- 21-Gil, C.B., Restrepo, R. J.J., Boltovskoy, A. and Vallejo, A. 2012. Spatial and temporal change characterization of *Ceratium furcoides* (Dinophyta) in the equatorial reservoir Riogrande II, Colombia. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 24(2):207-219
- 22-Greisberger, S., Dokulil, M.T. and Teubner, K.A. 2007. Comparison of phytoplankton size-fractions in Mondsee, an alpine lake in Austria: distribution, pigment composition and primary production rates. *Aquatic Ecology*. 43(6):1108-1119.
- 23-Habit, R.N. and Pankow, H. 1976. *Algenflora der Ostsee II, Plankton*. Gustav Fischer Verlag. Germany: Jena University Rostock Publication, 385 pp.
- 24-Hartley, B.H.G., Barber, J.R.C. and Sims, P. 1996. *An Atlas of British Diatoms*. UK: Biopress Limited, Bristol, 601 pp.
- 25-Hasle, G.R., Syvertsen, E.E., Steidinger, K.A., Tanger, K. and Tomas, R.C.R., 1996. *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*, Academic Press, 598 pp.
- 26-Hutchinson, G.E. 1967. *A Treatise on Limnology. II. Introduction to lake Biology and the Limnoplankton*. New York: John Wiley and Sons. 1115 pp.
- 27-Leroy, S.A.G., Lahijani, H.A.K., Reyss, J.L., Chalie, F., Haghani, S., Shah-Hosseini, M., Shahkarami, S., Tudryn, A., Arpe, K., Habibi, P., Nasrollahzadeh, H.S. and Makhloogh, A. 2013. A two-step expansion of the dinocyst *Lingulodinium machaerophorum* in the Caspian Sea: the role of changing environment. *Quaternary Science Reviews*, 77:31-45.
- 28-Mitrovic, S. M., Chessman, B. C., Davie, A. 2008. Development of blooms of *Cyclotella meneghiniana* and *Nitzschia* spp. (Bacillariophyceae) in a shallow river and estimation of effective suppression flows. *Hydrobiology*, 596:173-185.
- 29-Mitrovic, S.M., Hitchcock, J.N., Davie, A.W. and Ryan, D.A. 2010. Growth responses of *Cyclotella meneghiniana* (Bacillariophyceae) to various temperatures, Short communication. *Journal of Plankton Research*, 32 (8):1217-1221
- 30-Najihamodi, J. and Khadir, H. 2004. Shahid Rajaee and its effects on water resources of Tajan valley, Chapter 76, In: *New development in dam engineering*, Proceeding of the International Conference on Dam Engineering, 18-20 October 2003, China, Taylor and Francis, Edited by Martin Wieland, Oingwen Ren and John S. Y. Tan., p. 643-646.
- 31-Perez, M.G. and Castillo, S.P. 2002. Winter dominance of *Ceratium hirundinella* in a southern north-temperate reservoir. *Journal of Plankton Research*, 24(2):89-96.
- 32-Pollinger, U. 1988. Freshwater armored dinoflagellates: Growth, reproduction, strategies, and population dynamics. In SANDGREN, CD., ed. *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 134-174.
- 33-Proshkina-Lavrenko, A.E. 1951. *The Identifying of freshwater phytoplankton*. Moscow. 620 pp.
- 34-Reynolds, C.S. 2006. *The ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press. UK. 551 pp.
- 35-Reynolds, C.S., Huszar, V., Kruk, C., Flores, L.N. and Melo, S. 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of plankton Research*, 24(5):417-428.
- 36-Rushforth, S.R. and Brock, J.T. 1991. *Attached diatom communities from the lower Thomas, C. R. 1997. Identifying marine phytoplankton*. London: Publication Harcourt Brace Company, 858 pp.
- 37-Siapatis, A., Giannoulaki, M. Valavanis, V.D. Palialexis, A. Schismenou, E. Machias A. and Somarakis, S. 2008. Modelling potential habitat of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in Aegean Sea. *Hydrobiologia*, 612:281-295.
- 38-Sigee, D.C. 2005. *Freshwater microbiology: biodiversity and dynamic interactions of microorganisms in the freshwater Environment*.

- UK: University of Manchester, John Wiley & Sons Inc. 524 pp.
- 39-Sorokin, Y. 1999. Aquatic microbial ecology, a textbook for students in environmental sciences. Netherlands: Backhuys publishers, Leiden. 252 pp.
- 40-Sverdrup, H.V. and Allen, W.E. 1939. Distribution of diatoms in relation to the character of water mass and currents off southern California in 1938. *Journal of Marine Research*, 2:131-144.
- 41-Tiffany, H. and Britton, M.E. 1971. The algae of Illinois. New York, USA: Hafner Publishing Company. 407 pp.
- 42-Wehr, J.D. and Sheath. R.G. 2003. *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*. USA: Academic Press. 950 pp.
- 43-Wetzel, R.G., 2001. *Limnology, Lake and River Ecosystems*, 3th Edition, Academic Press, A HorcourtScience andTechnologyCampony, San Diego San Francisco New York Boston London Sydney Tokyo, 1006 pp.
- 44-Wetzel, R.G. and Likens, G.E. 2000. *Limnological Analyses*. New York: Springer-Verlag. 429 pp.

Study on Structure, Abundance and Ecology of Phytoplankton with Emphasis on Characteristics of Dominant Species in Shahid Rajae Reservoir (Mazandaran)

Makhlough A.¹, Nasrollahzadeh Saravi H.², Ramin M.³ and Rezaei M.⁴

¹ Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, I.R. of Iran

² Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, I.R. of Iran

³ Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. of Iran

⁴ Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, I.R. of Iran

Abstract

The Shahid Rajae dam has been constructed on Tajan River in the south of Sari city. High probability of algal bloom occurrence in the dams and its negative effects on economic, social activities and human health in the area indicate to the importance of algal studies (determination of abundance and structural community of phytoplankton) in this dam. Sampling was carried out in May, June, July, August, September, November and February at the reservoir in 2011-2012. Result showed that 107 species identified in 53 genus and 8 divisions of phytoplankton. Bacillariophyt and Pyrrophyta formed more than %90 of phytoplankton abundance. Three species namely *Cyclotella meneghiniana* Kuetzing, 1844, *Ceratium hirundinella* (Mueller) Dujardin, 1841 and *Goniaulax polyedra* Stein, 1883 showed tendency to form mass density and showed higher bloom potential with compare to the other species in this area. Abundance of *C. meneghiniana* Kuetzing in warm months was significantly higher than cold months ($p < 0.05$). But sharp reduction of the temperature in the cold months decreased all the three dominant species. It seems that the rivers input are the main sources of supply and increased density of the *C. meneghinia* in the reservoir. But density of *G. polyedra* Stein and *C. hirundinella* (Mueller) Dujardin were also supported by sediments and bottom water of the reservoir. So, in the bloom controlling procedure besides to external cause (input rivers), internal factors (retention time and stratifying of water and sediments of the reservoir) are necessary to be considering.

Key words: Phytoplankton; Dominant species; Abundance; Shahid Rajae Reservoir; Mazandaran