بررسی اثر سد زاینده رود بر تغییرت دما و اکسیژن، pH و EC آب رودخانه زاینده رود

هاجر ابراهیمی دستگردی*[۱]، عیسی ابراهیمی، سیمافاخران اصفهانی[۳]

۱*. –دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان (Email: hajar.ebrahimi@na.iut.ac.ir)

۲- دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

بیش از نیمی از سیستم‌های رودخانه‌ای بزرگ جهان متأثر از سد سازی هستند. ساخت و ساز سدها و بهره برداری از نیروگاه‌های برق‌آبی، تغییرات عمده‌ای را در خصوصیات فیزیکوشیمیایی سیستم‌های موجزی ایجاد می‌کند. در این مطالعه به منظور بررسی و ارزیابی اثر سد زاینده رود بر تغییرت دما و اکسیژن، pH و EC آب رودخانه زاینده رود، تعداد ۶ ایستگاه نمونه برداری انتخاب و از طریق نمونه برداری در هر ایستگاه، پارامترهای مورد نظر بررسی شدند. در مجموع مشاهده تغییرات ایجاد شده در مقادیر پارامترهای مورد بررسی در امتداد مسیر رودخانه بین ایستگاه‌های نمونه برداری را می‌توان ناشی از تأثیر سد و فعالیت‌های انسانی بر این پارامترها دانست. ساختار شیمیایی آب ذخیره شده در مخزن پشت سدها از خواص حوزه آبخیز مانند آب و هوا، میزان بارش، بافت زمین شناسی منطقه و حوزه، جنس و نوع خاک و ترکیبات آن، پوشش گیاهی، شیب زمین، نوع و میزان فرسایش، فعالیت¬های کشاورزی و در نتیجه کود مورد استفاده و فعالیت‌های انسانی تبعیت می‌کند.

کلیدواژه‌ها: سد زاینده‌رود، اکسیژن، درجه حرارت، EC، pH، رودخانه زاینده‌رود.

مقدمه

آب‌های جاری که به عنوان یکی از مهمترین منابع آبی نقش مهمی در تأمین آب مورد نیاز فعالیت‌های مختلف کشاورزی، صنعت، شرب و تولید برق دارند، نسبت به دخالت‌های انسانی بسیار آسیب پذیر هستند [۱۱]. بهره گیری از منابع طبیعی تا حد تحمل محیط زیست آسیب جبران ناپذیری بر اکوسیستم وارد نمی‌کند اما منجر به تغییرات حتمی در آن می‌شود[۱۰]. ساخت مخازن یکی از قدیمی‌ترین اشکال دخالت انسان در اکوسیستم‌های طبیعی است [۱۱]. ساخت و ساز و بهره‌برداری از نیروگاه‌های برق آبی، تغییرات عمده‌ای را در خصوصیات فیزیکوشیمیایی سیستم‌های موج‌زی ایجاد می‌کند. میزان این تغییرات فیزیکی و شیمیایی به چند ویژگی رودخانه، طراحی سد و استفاده از آن بستگی دارد [۱۹].

انتظار می‌رود که ساخت و ساز سدها از طریق تأثیر بر رژیم آبی و بستر جریان در پایین دست سد تغییرات مهمی را در غلظت مواد مغذی، بار مواد آلی و معدنی حمل شده به وسیله رودخانه، مورفولوژی کانال، درجه حرارت آب، اکسیژن و سایر شرایط شیمیایی ایجاد کند [۸، ۱۵]. تغییر کیفیت آب ممکن است بسته به زمان توقف آب در مخزن سد و خروج آن از سطح یا عمق، اندک یا قابل توجه باشد. مخازنی که دارای عمق و زمان توقف کافی هستند در ماه‌های گرم دارای لایه بندی حرارتی می‌شوند، در نتیجه الگوی فصلی آب در پایین دست در تابستان خنک‌تر، در زمستان گرم‌تر و در مجموع میزان نوسان فصلی آن کم می‌شود [۲]. این گرم و سرد شدن آب رودخانه در پایین دست اثر چشمگیری بر اکسیژن محلول و مواد معلق آب گذاشته و فعل و انفعالات شیمیایی را متأثر می‌کند [۱۰]. شفافیت آب به علت رسوب گذاری در سد افزایش می‌یابد. همان گونه که سدها رسوبات رودخانه را در خود نگه می‌دارند، بسیاری از مواد غذایی حمل شده به وسیله رودخانه را نیز در خود ذخیره می‌کنند. گاه رشد توده‌های جلبکی در آب‌های کم عمق و راکد، آب این سدها را برای شرب و صنعت نامناسب می‌سازد [۶].

رودخانه‌ها و سیستم‌های زیستی آن‌ها به ویژه برای کشور ایران که در اقلیمی خشک واقع شده بسیار حائز اهمیت است. در ایران نیز توسعه اقتصادی، سدسازی را به عنوان گزینه‌ای برای تنظیم آب در جهت بهره برداری‌های زراعی، صنعتی، شرب و ... مورد توجه قرار داده است [۱۶]. رودخانه زاینده‌رود یکی از بزرگترین رودخانه‌های ایران و مهمترین رودخانه جاری در فلات مرکزی ایران است که رژیم جریان آن تحت تاثیر سد زاینده رود قرار دارد. دریاچه سد زاینده رود در ۱۱۰ کیلومتری غرب شهر اصفهان، بین طول جغرافیایی "۱۸'۴۴°۵۰ تا "۴'۳۶°۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی "۳۴'۴۳°۳۲ تا "۰'۴۳°۳۲ شمالی واقع شده است. این مخزن به دلیل کاربرد چند منظوره، مانند تأمین بخشی از آب شرب، کشاورزی، صنایع و تولید برق اهمیت بسیار زیادی دارد. این تحقیق به منظور بررسی اثر سد زاینده رود بر ویژگی‌های کیفی آب رودخانه زاینده رود در ناحیه بالا دست و پایین دست سد صورت گرفت.

مواد و روش ها

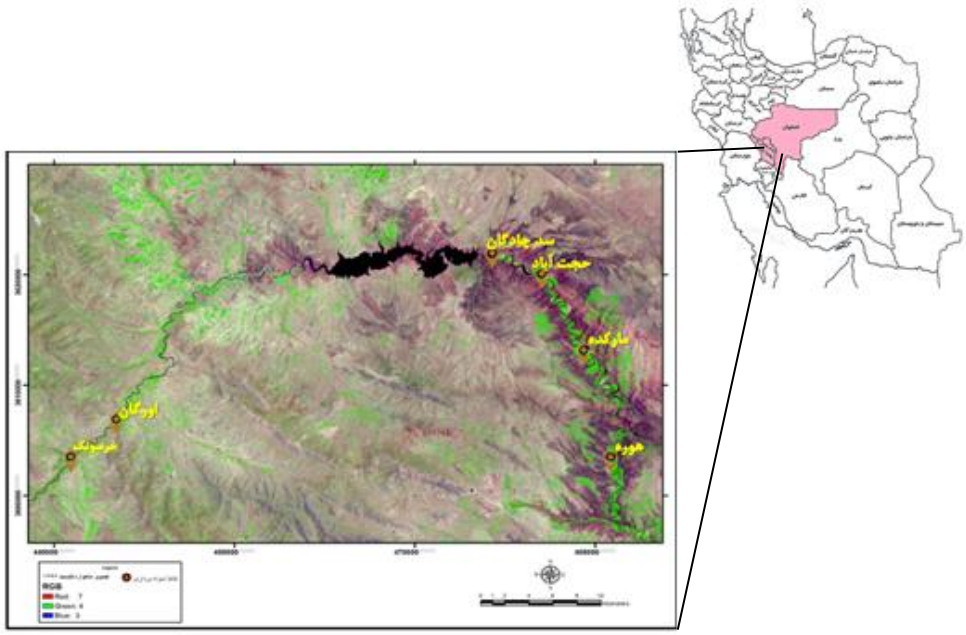
محدوده مورد مطالعه در استان‌های اصفهان و چهارمحال و بختیاری، در ناحیه بالادست و پایین‌دست سد زاینده‌رود قرار دارد (شکل۱). در مسیر رودخانه زاینده‌رود، ۶ ایستگاه به مسافت حدود ۸۰ کیلومتر، شامل ۲ ایستگاه خرسونک و

آورگان در بالادست سد، ایستگاه سد چادگان در ۳ کیلومتری بلافاصله زیر دست سد و ۳ ایستگاه حجت آباد، مارکده و هوره در ناحیه پایین‌دست سد انتخاب شدند. در کنار ایستگاه حجت آباد یک مزرعه پرورش ماهی قزل‌آلا قرار داشت. موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری در جدول ۱ ارائه شده است. عواملی همچون سهولت دسترسی به محل برای نمونه برداری در تمام طول سال و اختلاط کامل آب رودخانه، در انتخاب ایستگاه‌های نمونه برداری دخالت داشتند.

نمونه برداری دو بار در هر فصل (۴۵ روز یکبار) از تیر ماه سال ۱۳۹۲ تا خرداد ماه ۱۳۹۳ صورت گرفت. در هر ایستگاه تقریباً از وسط رودخانه، جایی که آب کاملاً متلاطم و دارای جریان باشد نمونه برداری انجام شد. پس از ۳ بار شستشوی ظرف نمونه برداری با آب رودخانه، یک ظرف آب یک لیتری از عمق ۳۰ سانتی متری بالایی سطح آب برداشته و در شرایط استاندرد به آزمایشگاه منتقل گردید.

در هر نوبت پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل دمای آب، هدایت الکتریکی و pH به ترتیب با استفاده از دماسنج الکلی معمولی، هدایت سنج و pH دیجیتال قابل حمل در ۳ نقطه تصادفی در طول آبراهه در محل ایستگاه اندازه گیری شد. اندازه گیری سایر فاکتورها پس از انتقال نمونه‌ها در آزمایشگاه انجام شد.

بررسی داده‌ها در ایستگاه‌های مختلف، بین زمان‌های مختلف نمونه برداری با استفاده از نرم افزار SPSS21 انجام شد. نرمال بودن داده‌ها با ستفاده از آزمون کلموروف اسمیرنف و یکنواختی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون بررسی شد. پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها برای بررسی اختلاف بین ایستگاه‌ها و همچنین زمان‌های نمونه برداری از آزمون تجزیه واریانس و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.



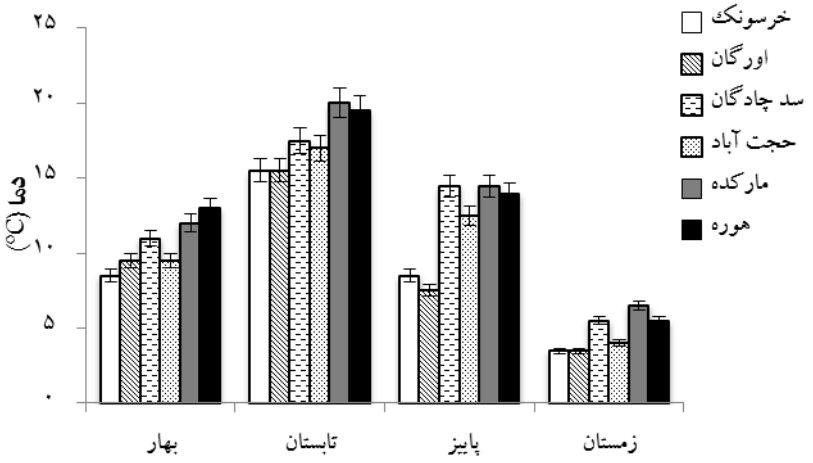
شکل ۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری

جدول ۱. موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری

ایستگاه	موقعیت جغرافیایی (UTM)	عرض رودخانه (m)	عمق آب (cm)
خرسونک	۴۴۱۳۹۰/۱۴E ۳۶۰۳۵۲۳/۳۷N	۵۰	۱۰۰
آورگان	۴۴۵۱۸۶/۷۴E ۳۶۰۶۹۲۸/۲۷N	۶۵	۷۰
سدچادگان	۴۷۶۴۴۰/۷۰E ۳۶۲۱۹۱۵/۱۱N	۷۰	۷۰
حجت آباد	۴۸۰۵۴۰/۸۳ E ۳۶۲۰۰۴۸/۰۶ N	۵۰	۱۰۰
مارکده	۴۸۴۰۴۴/۰۹ E ۳۶۱۳۱۵۹/۷ N	۶۸	۱۰۰
هوره	۴۸۶۳۰۷/۴۱ E ۳۶۰۳۵۰۳/۹۳ N	۴۵	۱۰۰

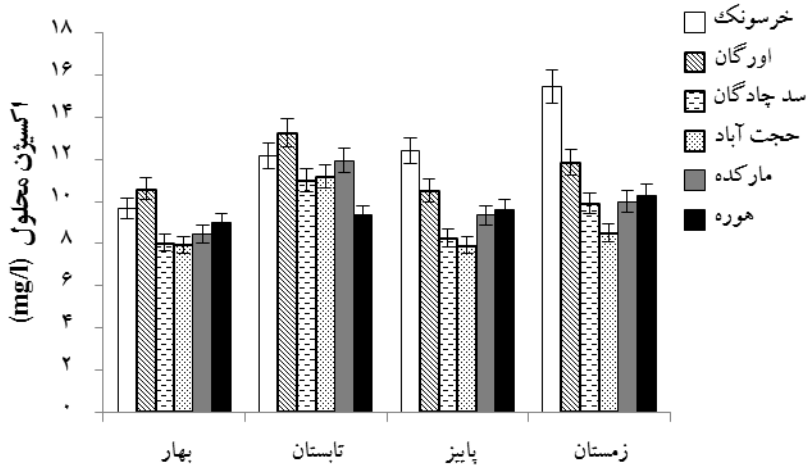
نتایج

دمای آب: روند کلی تغییرات دمای آب در امتداد مسیر رودخانه در تمام فصول سال افزایشی است و در ایستگاه‌های بعد از سد زاینده‌رود از میانگین دمایی بالاتری برخوردار بود. دامنه این تغییرات از نظر آماری در فصل بهار و زمستان دارای اختلاف معنی دار بود ($P< ۰/۰۱$).



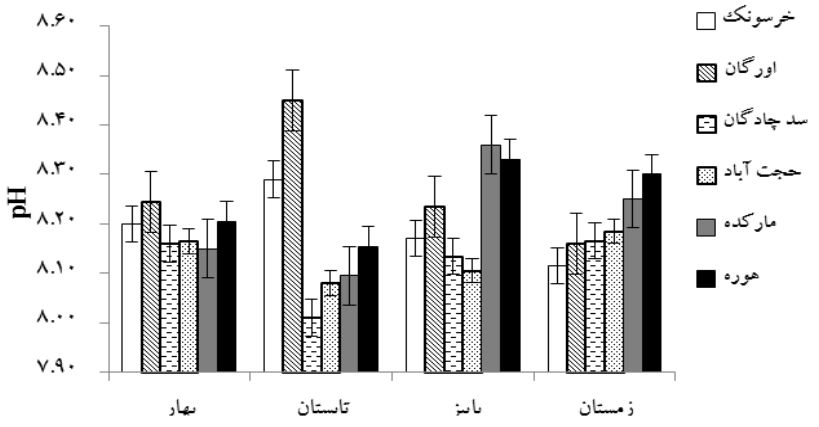
شکل ۲- تغییرات دمای آب رودخانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه در فصول مختلف

اکسیژن محلول: به طور کلی میزان اکسیژن محلول در همه فصول در ایستگاه‌های بالادست سد بیشتر از ایستگاه‌های پایین‌دست سد برآورد گردید. از نظر آماری تنها در فصل بهار در میزان اکسیژن محلول بین ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی دار مشاهده شد (P< ۰/۰۱). پایین‌تر بودن اکسیژن محلول در فصل بهار نسبت به تابستان، با توجه به شرایط دمایی ناشی از گل‌آلودگی آب در ایستگاه‌های بالادست سد در فصل بهار است. میزان اکسیژن محلول در تمام فصول سال در ایستگاه سد چادگان کاهش نشان داد و همچنین در ایستگاه حجت‌آباد کمترین میزان را داشت.



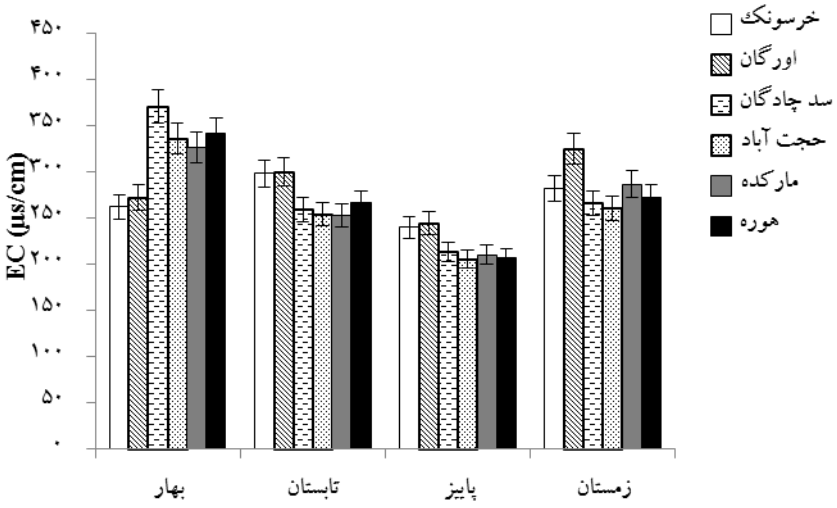
شکل ۳- تغییرات میزان اکسیژن محلول آب رودخانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه در فصول مختلف

pH: مقادیر pH اندازه گیری شده در ایستگاه‌های مورد مطالعه در محدوده آب‌های قلیایی قرار دارد. از ایستگاه سد چادگان تا ایستگاه هوره روند تغییرات pH افزایشی است. اختلاف میانگین pH تنها در فصل تابستان معنی‌دار (P< ۰/۰۱) بود. در این فصل بیشترین مقدار pH مربوط به ایستگاه آورگان (۸/۴۵) و کمترین مقدار در ایستگاه سد چادگان (۸/۰۱) ثبت شده است. کاهش جرئی مشاهده شده در pH آب ایستگاه سد چادگان احتمالاً ناشی از پساب تأسیسات سد (منازل مسکونی و ویلاهای اطراف رودخانه تا رسیدن به ایستگاه) و ورود فاضلاب به آب رودخانه زاینده رود در این مکان می‌باشد.



شکل ٤- تغییرات pH در ایستگاه‌های نمونه برداری در فصول مختلف سال

هدایت الکتریکی: محدوده مقادیر اندازه گیری شده نسبتاً یکنواخت بوده و آزمون تجزیه واریانس در فصول بهار و پاییز بین هدایت الکتریکی در ایستگاه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار نشان داد. میزان هدایت الکتریکی آب رودخانه در فصول مختلف سال در هر یک از ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد.



شکل ۵- تغییرات هدایت الکتریکی در ایستگاه‌های نمونه برداری در فصول مختلف سال

بحث و نتیجه‌گیری

هر اختلالی که در بالا دست سد رخ می‌دهد ناشی از عوامل طبیعی است. هر اختلالی بین مناطق بالادست و پایین‌دست سد، اگر در مکان¬های بالادست مشاهده نشده باشد، تنها می‌تواند یک نتیجه مستقیم یا غیر مستقیم از سد باشد (در صورتی که اثر فعالیت‌های انسانی و کاربری اراضی مشهود نباشد). یک سد باعث بالا رفتن درجه حرارت آب به خاطر کاهش جریان بلافاصله بالای تاج سد می‌شود [۹]. بررسی نتایج نشان می‌دهد که تجمع آب در دریاچه پشت سد، افزایش سطح آب جهت دریافت انرژی تابشی خورشید و بالاتر قرار گرفتن سطح آب از عمق دره‌های مسیر رودخانه باعث افزایش دمای آب در مخزن سد (دریاچه) و ناهمگونی در روند تغییرات دمای آب در مسیر رودخانه شده است [۴]. لذا آب در فاصله کوتاهی از سد (حدود ۳ کیلومتری) از میانگین دمایی بالاتری برخوردار بود. پس از آن جریان رودخانه به دلیل قرار گرفتن در عمق دره مسیر حرکت خود و تبادل حرارتی با محیط اطراف به تدریج به تعادل با محیط اطراف می‌رسد. طبق نتایج، کاهش نسبی دمای آب رودخانه در ایستگاه حجت‌آباد و افزایش نسبی آن در ایستگاه سد چادگان (اولین ایستگاه پایین‌دست سد) در تمام فصول می‌تواند ناشی از تأثیر سد بر میانگین دمای آب در نقاط پایین دست رودخانه باشد. این ناهمگونی در فصل پاییز بیشتر دیده می‌شود زیرا تغییرات فصلی دمای هوا در این منطقه بین تابستان و پاییز شدیدتر است. تغییرات مشاهده شده در دمای آب ایستگاه‌های پایین دست سد در فصل زمستان، ناشی از تشکیل لایه ترموکلاین وارونه بود که باعث شده دمای آب در این ایستگاه‌ها بیشتر از حالت طبیعی رودخانه باشد. درمخازنی که آب از عمق آزاد می‌شود ممکن است دامنه تغییرات دمای فصلی نیز کاهش یابد [۹] و آبی که در تابستان از لایه عمقی آزاد می‌شود خنک‌تر از

حالت عادی باشد [۶، ۱۸]. در این مطالعه عدم وجود اختلاف معنی‌دار در دمای آب ایستگاه‌ها در فصل تابستان و کم بودن دامنه تغییرات آن دلیلی بر این موضوع است .

تأثیر وجودی سدها بر رژیم حرارتی رودخانه‌ها در مطالعات مشابه نیز به اثبات رسیده است [۱۱، ۱۵، ۱۸، ۱۹] اگر چه به دلیل تفاوت در شرایط اقلیمی مناطق مورد بررسی، تغییرات گزارش شده در برخی از آن‌ها مشابه این مطالعه نیست [۱۳، ۱۹].

عوامل مختلف از جمله دمای آب، تلاطم، ساختار بستر رودخانه و ... می‌تواند در میزان اکسیژن محلول آب تأثیر گذار باشد [۷، ۱۱، ۱۸]. با توجه به تغییرات دما در مسیر رودخانه، به نظر می‌رسد افزایش میانگین دمای آب در ایستگاه‌های پایین دست سد نسبت به بالا دست عامل مهم و تأثیر گذار بر کاهش میزان اکسیژن محلول در این ایستگاه‌ها باشد که به صورت غیر مستقیم تأثیر وجودی سد را بر میزان اکسیژن محلول نشان می‌دهد. علاوه بر آن عوامل دیگر از جمله فعالیت‌های انسانی، تأسیسات سد، پساب مزارع پرورش ماهی مجاور رودخانه در محدوده ایستگاه حجت‌آباد، روستاهای اطراف و ... را نیز می‌توان بر میزان اکسیژن محلول در این ناحیه موثر دانست [۹، ۱۷].

تغییرات pH در طی دوره مطالعه از روند مشخصی پیروی نکرده و با وجود تغییرات بیان شده از ثبات بالایی برخوردار بود. معمولاً pHآب رودخانه از سر چشمه تا رسیدن به مناطق پایین دست کاهش می‌یابد. بیشتر رودخانه‌های غیر آلوده pH برابر با ۹/۰- ۶/۰ دارند [۲۰]. به نظر می‌رسد pH آب رودخانه زاینده رود در محدوده مورد مطالعه بیشتر تحت تأثیر ساختار زمین شناسی (آهکی و متامورفیک)حوزه آبخیز بوده [۳] بوده است. ساختار شیمیایی آب ذخیره شده در مخزن پشت سدها از خواص حوزه آبخیز مانند آب و هوا، میزان بارش، بافت زمین شناسی منطقه و حوزه، جنس و نوع خاک و ترکیبات آن، پوشش گیاهی، شیب زمین، نوع و میزان فرسایش، فعالیت‌های کشاورزی و در نتیجه کود مورد استفاده و فعالیت‌های انسانی تبعیت می‌کند [۴] و در دریاچه‌ها و مخازن پشت سدها در اثر ورود مواد مغذی و سایر شرایط مناسب جمعیت ماکروفیت‌ها یا فیتوپلانکتون‌ها افزایش یافته ودر نتیجه متابولیسم سلولی افزایش می‌یابد و چنانچه آب دارای خاصیت بافری باشد تغییرات زیادی در pH ایجاد نمی‌شود .

افزایش ناگهانی و معنی‌دار هدایت الکتریکی در ایستگاه‌های پایین دست سد، به خصوص در ایستگاه‌های حجت‌آباد و هوره (۰/۰۱ >P) در فصل بهار تحت تأثیر غلظت نیترات و ناشی از تخلیه حجم قابل توجهی پساب حاوی ترکیبات ازته از فعالیت‌های کشاورزی و یا منابع انسانی است [۵].

بیشتر تغییرات مشاهده شده در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب به جز دما متأثر از تغییرات فصلی بود. عدم وجود تفاوت معنی دار در متغیرهای فیزیکی وشیمیایی اندازه گیری شده در امتداد مسیر جریان آب در مطالعات مشابه به ارتباط نزدیک بین توده‌ی آزاد آب رودخانه و ناحیه‌یhyporheic نسبت داده شده است [۱۴] که در خصوص نتایج تحقیق حاضر نیازمند بررسی دقیق‌تر می¬باشد. علاوه بر این مشابه بودن عوامل محیطی تأثیر گذار بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آب به خصوص یکنواختی شرایط اقلیمی در منطقه‌ی مورد مطالعه می‌تواند باعث ایجاد ثبات نسبی در مقادیر پارامترهای مورد ارزیابی باشد. به طوری که مطالعات انجام شده روی رودخانه سانتاکروز در سال ۲۰۱۳ ثبات نسبی در پارامترهایی اندازه گیری شده در امتداد مسیر جریان را ناشی از یکنواختی شرایط اقلیمی در منطقه‌ی مورد مطالعه گزارش کرده و بر آن تأکید نموده است [۱۲، ۱۸]. در مجموع بر اساس مطالعات انجام شده و همچنین یکنواختی شرایط اقلیمی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بستر جریان در محدوده مورد مطالعه، مشاهده‌ی تغییرات ایجاد شده در مقادیر پارامترهای مورد بررسی در امتداد مسیر رودخانه بین ایستگاه‌های نمونه برداری را می‌توان ناشی از

تأثیر سد و فعالیت‌های انسانی بر این پارامترها دانست. افزایش اثر فعالیت‌های انسانی از جمله باغداری، تفرج، تعداد روستاهای اطراف رودخانه و نوع فعالیت‌های آن-ها می‌تواند علاوه بر سازه سد عامل تغییر برخی از پارامترها مانند اکسیژن محلول و یا غلظت مواد مغذی در امتداد مسیر رودخانه باشد [۱، ۴، ۵].

منابع

[۱] استوان، ه. ۱۳۸۸. "برآورد شاخص زیستی و کیفیت آب رودخانه‌ی کر در فصل پاییز با استفاده از فون حشرات آبزی". فصلنامه‌ی گیاه پزشکی. گروه حشره شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات فارس. شماره ۱(۱). ص‌ص ۱- ۱۱.

[۲] آلن، دی .۱۹۹۵ . اکولوژی رودخانه :ساختار و عمل آب های جاری .ترجمه ابراهیم نژاد، م .دانشگاه اصفهان. ۶۹۶ ص.

[۳] امیری، ب. ۳۱۹۶ . طرح جامع احیاء و توسعه کشاورزی و منابع طبیعی حوزه‌های آبخیز زاینده رود. اردستان. مهندسین مشاوریکم. تهران. جنگل و بیشه زار.جلددهم.

[٤] شکوهی، ر. حسین زاده، ا. روشنایی، ق. علیپور، م. و حسین زده، س. ۱۳۹۰. "بررسی کیفیت آب دریاچه سد آیدغموش با استفاده از شاخص کیفیت آب () و بیلان مواد مغذی". مجله سلامت و محیط. فصلنامه علمی پژوهشی. انجمن علمی بهداشت محیط ایران. شماره ۴(۴). ص‌ص ۴۵۰- ۴۳۹.

[٥] صباحی، ح. فیضی، م. ویسی، ه. و اسیلان، ک. ۱۳۸۹. "بررسی تأثیر فعالیت‌های کشاورزی بر کیفیت آب رودخانه‌ی سیلکان". *علوم محیطی*. شماره ۴(۵). ص‌ص ۳۰- ۲۳.

[٦] مک کالی، پ. ۴۶۶۳ . پیامدهای زیست محیطی سدهای بزرگ: رودهای خامو ش ترجمه ظفرنژاد، ف. موسسه چاپ وانتشارات دانشگاه تهران. ۲۲۲ ص.

[7] Almeida, E. F. Oliveira, R. B. Mugnai, R. Nessimian, J. L. and Baptista, D. F. 2009. "Effect of small dam on the benthic community of stream in an Atlantic forest area of Southeastern Brazil". Hydrobiology. Vol 94. pp: 179- 193.

[8] Bain, M. B., J. T. Finn & H. E. Booke, 1988. Streamflow regulationand fish community structure. Ecology 69: 382–392.

[9] Brebenhand, E. and Samways, M. J. 2009. "Impact of a dam on benthic macroinvertebrates in a small river in a biodiversity hotspot: Cape Floristic Region. South Africa". Insect Conservation. Vol 13. pp: 297- 307.

[10] Brookes, A. 1988. Channelized rivers: perspectives for environmental management. Chichester: Wiley. 326 p.

[11] Callisto, M. Tupinambas, T. Castro, D. and Maroneze, D. 2012. "Minimum flow effects on benthic macroinvertebrates as bioindicators downstream of hydroelectric dams". *Belo Horizonte*. 30161- 970, Brazil. 9th ISE, Vienna.

[12] Dudgeon, D. Arthington, A.H. Gessner, M.O. Kawabata, Z.I. Knowler, D.J. Lévêque, C. Naiman, R.J.Prieur-Richard, A.H. Soto. D. Stiassny, M.L.J. Sullivan, C.A. 2006. "Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges". *Biological Reviews*. Vol 81.pp: 163-182.

[13] Fraley, J. J. 1979. "Effects of elevated stream temperatures below a shallow reservoir on cold- water macroinvertebrate fauna". Plenum: New York. pp: 257- 272.

[14] Fleituch, T. 2003: "Structure and functional organization of benthic invertebrates in a regulated stream". Hydrobiol. Vol 88. pp: 332–344.

[15] Lessard, J. L. and Hayes, D. B. 2003. "Effects of elevated water temperature on fish and macroinvertebrate communities below small dams". Wiley, 10. 713.

[16] Poff, N. Olden, J. D. Merritt, D. M. and Pepin, D. M. 2007. "Homogenization of regional river dynamics by dams and global biodiversity implication". Proceedings of the National Academy of Sciences. Vol 14. pp. 5732-5737.

[17] Sukhmani, K.M. Denis, A.H. and Nikite, WJ. M.2010."Ecological impacts of small dams on south African rivers Part 1: Drivers of change – water quantity and quality". Water South Africa . Vol 36. pp: 351-360.

[18] Tagliaferro M, Miserendinob M. L, Liberoff, A. Quiroga, A. and Pascuala, M. 2013. "Dams in the last large free-flowing rivers of Patagonia, the Santa Cruz River, environmental features, and macroinvertebrate community". Limnologica- Ecology and Management of Inland Water. Vol 43. pp: 500–509.

[19] Viana, J. P. 2002. "Physical and chemical post- dam alterations in the Jamari River, a hydroelectric-developed river of the Brazilian Amazon". *Hydrobiologia*.Vol 472. pp: 235–247.

[20] Ward JV (1992) Aquatic insect ecology: biology and habitat. Wiley ,New York