

تأثیر عوامل اکوژئومورفولوژیک بر کیفیت شیمیایی آب مطالعه موردی:

رودخانه کر و دریاچه سد درودزن

جمشید جداری عبوسی، دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

ابراهیم مقیمی، دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

مجتبی یمانی، دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

حسین محمدی، دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

احمدرضا عیسانی^{*}، دانشجوی دکتری دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

چکیده

پارامترهای ژئومورفولوژیک از عوامل تعیین کننده و تأثیرگذار بر کیفیت منابع آب، بخصوص آب‌های سطحی، از قبیل رودخانه‌ها و دریاچه‌ها است. کیفیت فیزیکی و شیمیایی این آب‌ها می‌تواند متأثر از لیتولوژی سازندهای موجود در حوضه آبریز، جنس رسوبات حمل شده به رودخانه و عوامل اکولوژیک، نظیر فعالیت‌های انسانی، شامل فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و شهری باشد که تلفیق این موارد تحت عنوان اکوژئومورفولوژی بررسی می‌گردد. در این تحقیق، تأثیر پارامترهای تأثیرگذار بر کیفیت شیمیایی آب رودخانه کر در بالا دست سد درودزن و دریاچه آن بررسی شده است. تنوع سازندهای زمین شناسی، از قبیل سازندهای آهکی و یا فرسایش پذیر در این حوضه و نقش روان آب‌ها در ایجاد و انتقال رسوبات مختلف به رودخانه کر، با توجه به توپوگرافی و شیب حوضه، کیفیت آب دریاچه را تحت تأثیر قرار داده است. همچنین، نقش توسعه، رشد جمعیت و افزایش فاضلاب‌های ناشی از فعالیت‌های کشاورزی، شهری و روستایی در کیفیت آب دریاچه نیز در این تحقیق بررسی شده است.

واژه‌های کلیدی: ژئومورفولوژیک، اکولوژیک، کیفیت شیمیایی آب، رودخانه کر، سد درودزن

مقدمه

پیش نیاز توسعه پایدار منابع آب، در اختیار داشتن اطلاعات مطمئن در مورد کمیت و کیفیت و نیازهای کاربران مختلف است [۱]. به منظور بررسی وضعیت منابع آب، همچنین تهیه طرح‌های توسعه بهره‌برداری و تخصیص آب به مصارف مختلف، لازم است غلظت و

نوع املاح موجود در آب رودخانه‌ها بررسی شود. بدین منظور مطالعات اکوژئومورفولوژیک حوضه آبریز رودخانه‌ها می‌تواند تأثیر پارامترهای مختلف طبیعی و غیرطبیعی را بر این منابع نشان دهد. به طور کلی،

کوژئومورفولوژی^۱ به معنی تلفیق نتایج بررسی‌های زمین‌شناسی، بوم‌شناسی^۲ و زیست‌شناسی است. این متغیرها معمولاً تابع عواملی، نظیر جنس سازندهای زمین‌شناسی حوضه آبریز رودخانه‌ها، ژئومورفولوژی حوضه، رژیم آبدهی رودخانه، پسابهای ناشی از فعالیتهای انسانی و بالاخره حدود تبادل آب‌های سطحی و زیرزمینی در حوضه آبریز آنها است. تولید داده‌ها، جمع‌آوری اطلاعات و همچنین تکنیک آنالیز آنها می‌تواند برای مطالعات آینده و استفاده از آنها در حوضه‌های دیگر مفید واقع شود. دریاچه‌ها به عنوان یکی از مهمترین اکوسیستم‌های طبیعی کشورها محسوب می‌شوند و پایش کیفی آنها در چشم انداز برنامه‌های مدیریت منابع آب هر کشوری باید مورد توجه قرار گیرد. در کشور نیوزیلند دریاچه‌ها را تاج جواهرنمای آن کشور می‌خوانند، زیرا علاوه بر داشتن طبیعت زیبا و جنبه‌های تفریحی، مانند ماهیگیری، شنا و قایق سواری، از آب آنها برای شرب، تولید نیروی برق و کاهش آثار سیل استفاده می‌شود و مجموعه‌ای از تنوع زیستی گیاهان و جانوران را نیز در خود می‌پرورانند. در کشور نیوزیلند ۱۵۳ دریاچه توسط سیزده شرکت مهندسان مشاور از لحاظ میزان مغذی بودن، وضعیت اکولوژیک و کیفیت آب بررسی شده است [۷]. میزان رسوبات تولید و حمل شده توسط رودخانه‌ها نیز از عوامل تأثیرگذار

بر کیفیت آب آنها محسوب می‌شود. مسلماً تنها با شناخت ویژگی‌های کیفی آب است که برای بهره‌برداری هر چه بهتر از منابع آب یک منطقه می‌توان برنامه ریزی نمود. غلظت مواد موجود در آب- هر چند هم کم باشد- نقش زیادی در وضعیت استفاده از آن برای شرب، کشاورزی و صنعت دارد [۲]. مطالعات انجام شده در حوضه سد لتیان نشان می‌دهد که گسترش روزافزون توسعه شهری و ساخت و سازهای بی‌رویه در اطراف رودخانه جاجرود و بالادست حوضه، تأثیراتی منفی را بر روی کیفیت آب ورودی به این سد به جا گذاشته است. بررسی و ارزیابی وضعیت کیفی آب مخزن سد لتیان با توجه به اندازه‌گیری پارامترهای شیمیایی، شامل فسفات، سولفات، نیترات، نیتریت و آمونیاک نشان می‌دهد که آب دریاچه به سمت تغذیه گرای (اوتریفیکاسیون) پیش می‌رود و با توجه به ورود قابل توجه فسفر و نیتروژن، عامل محدود کننده به شمار می‌آید [۳]. در کشور چین سد میون، از مهمترین منابع تأمین کننده آب شرب کلان شهر پکن نیز به دلیل وجود اراضی کشاورزی، بار رسوبی رودخانه و تخلیه روان‌آب‌ها، سبب افزایش نیتروژن و فسفر و کاهش کیفیت آب دریاچه شده است [۸]. در این تحقیق نیز با توجه به کاربری شرب سد درودزن و ژئومورفولوژی و اکولوژی حوضه به بررسی عوامل تأثیرگذار بر کیفیت آب پرداخته و با استانداردهای آب شرب ایران مقایسه شده است.

1- Ecogeomorphology : The combined study of geomorphology, ecology and biology

۲- بوم‌شناسی یا اکولوژی، دانشی است که به مطالعه روابط جانداران با محیطی که در آن زندگی می‌کنند، می‌پردازد.

۱- مواد و روش‌ها

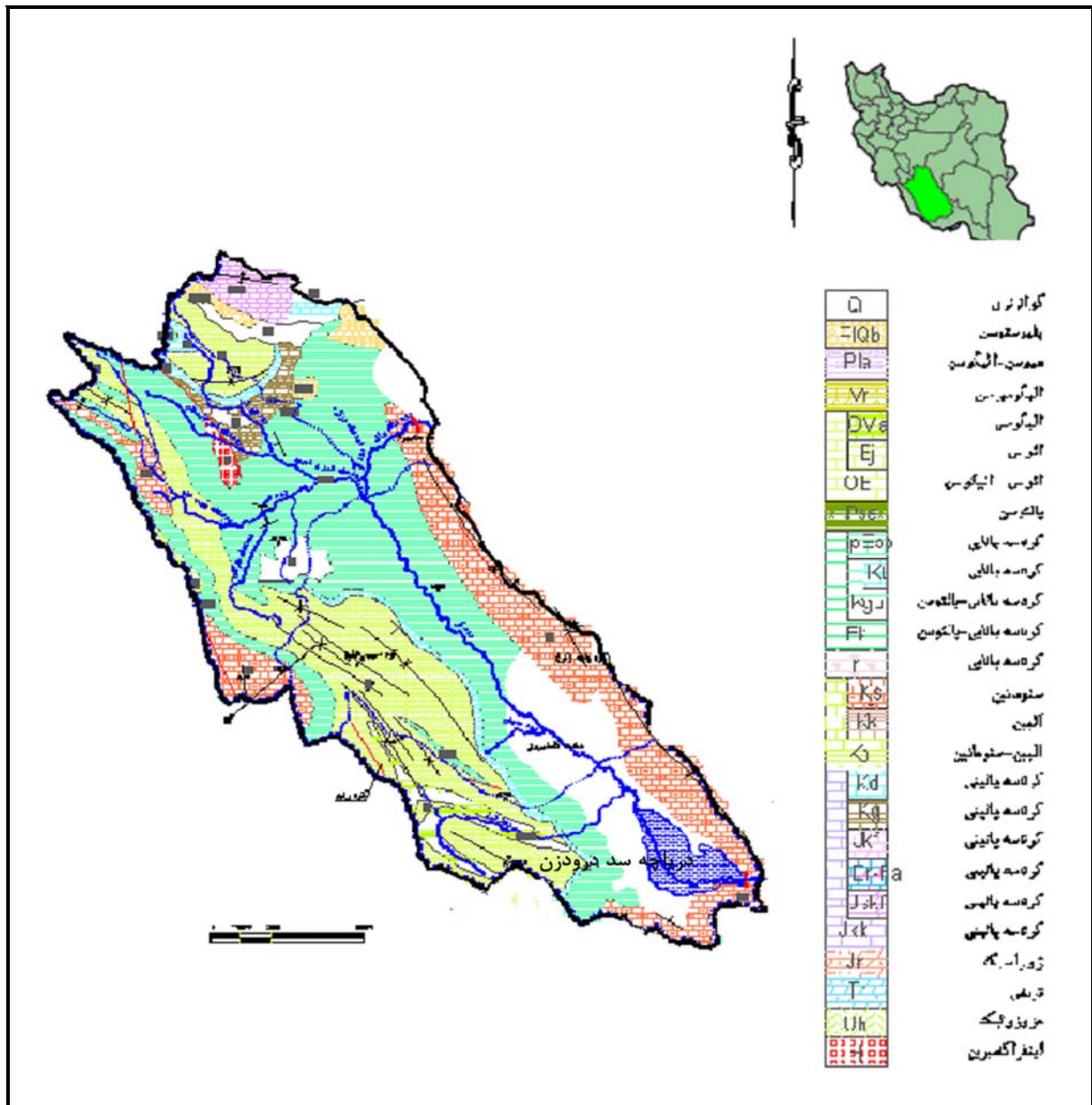
۱-۱- منطقه مورد بررسی

حوضه آبریز دریاچه سد درودزن با مساحت ۴۵۶۵ کیلومتر مربع بین طولهای ۴۰' - ۵۱° تا ۵۵' - ۵۲° شرقی و عرضهای ۰۵' - ۲۵° تا ۰۷' - ۳۰° شمالی واقع شده است. سد درودزن که بر روی رودخانه کر احداث گردیده، سدی مخزنی بوده، حجم ذخیره آن ۹۹۳ میلیون متر مکعب است. رودخانه کر، از جمله رودخانه‌های پر آب استان فارس است که از شمال غربی استان و از بلندیهای سلسله جبال زاگرس، شامل کوه سیاه در شمال، کوه پلنگی در مشرق و کوه رنج در غرب سرچشمه گرفته، به سمت جنوب شرقی جریان پیدا می‌کند (نقشه شماره ۱). طول رودخانه کر از سراب تا محل سد درودزن ۱۸۵ کیلومتر و تا دریاچه بختگان ۳۵۱/۵ کیلومتر است و در نهایت نیز به این دریاچه می‌ریزد. اقلیم حوضه سد درودزن بر اساس روش آمبرژه، در محدوده نیم مرطوب سرد قرار می‌گیرد. هدف از احداث این سد، تأمین آب مورد نیاز کشاورزی و صنعت، تأمین بخشی از آب شرب شهر شیراز و شهرهای بین راه و نیز تولید برق بوده است. در حال حاضر، بالغ بر ۴۵ میلیون متر مکعب در سال، از سد درودزن برای تأمین بخشی از آب شرب شهرهای شیراز و مرودشت استفاده می‌گردد.

۲- روش پژوهش

روش تحقیق مبتنی بر یک روش تحلیلی است که طی آن داده‌های میدانی و نتایج مطالعات حاضر، مقایسه شد، سپس بررسی می‌گردند. با توجه به نقش پارامترهای

اکوژئومورفولوژیک بر هیدروشیمی رودخانه و تعیین شاخص‌های کیفی آب، با استفاده از نرم افزار اکسل، نتایج آنالیز نمونه‌ها تجزیه و تحلیل گردیده و در قالب اشکال و نمودارها بررسی شده است. از آنجایی که مطالعه تغییرات کیفی آب دریاچه سد درودزن در طول یک سال مورد توجه بوده است، دو ایستگاه پایش به عنوان مبادی ورودی و خروجی آب دریاچه سد انتخاب گردیده و نمونه برداری و انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی در طول دوازده ماه انجام شده است. بدین منظور، ایستگاه هیدرومتری پل عباس آباد به عنوان ایستگاه ورودی و ایستگاه هیدرومتری درودزن به عنوان خروجی از سد، انتخاب گردیده است. روش و ابزار جمع آوری اطلاعات مبتنی بر دو روش کتابخانه‌ای و میدانی بوده است. در روش کتابخانه‌ای با بهره‌گیری از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰۰، نقشه‌های زمین شناسی، عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای به بررسی پارامترهای ژئومورفولوژیک مؤثر بر کیفیت آب دریاچه سد درودزن پرداخته شده و در ادامه، انجام بازدیدهای میدانی به منظور شناسایی عوامل طبیعی و انسانی تأثیرگذار بر کیفیت شیمیایی آب، تعیین نقاط نمونه برداری و بررسی سازندهای زمین شناسی انجام شده است. کیفیت آب دریاچه، با آنالیز آزمایشگاهی نمونه‌های آب و با تعیین میزان EC، TDS و کاتیون‌ها و آنیون‌های شاخص، نظیر یون کلر، سدیم، کلسیم، نیترات و فسفات آب، تحلیل گردیده است.



شکل شماره ۱: زمین‌شناسی حوزه سد درودزن

۳- ژئومورفولوژی حوضه

مشخصه اصلی پستی و بلندی حوضه آبریز دریاچه بختگان، رشته کوه زاگرس است. این ارتفاعات دارای امتداد شمال‌غربی- جنوب‌شرقی است. دشت‌های این حوضه نیز که نواحی پست بین ارتفاعات را تشکیل

می‌دهند، غالباً از روند ارتفاعات تبعیت می‌کنند. حداکثر و حداقل ارتفاع حوضه به ترتیب ۳۷۱۱ متر مربوط به کوه سیاه واقع در شمال حوضه و ۱۶۲۵ متر مربوط به حاشیه دریاچه سد درودزن است. بلندترین ارتفاعات زاگرس در این بخش قرار گرفته است.

۴- نتایج

۴-۱- نقش عوامل ژئومورفولوژیک بر کیفیت شیمیایی آب دریاچه سد درودزن

فرایندهای ژئومورفولوژیک در شبکه رودها نقش مهمی را ایفا می‌کنند و می‌توانند در کیفیت منابع آب مؤثر باشند [۹]. با توجه به مورفولوژی و لیتولوژی سازندهای حوضه دریاچه سد درودزن و وجود طاقدیس‌های آهکی مجاور رودخانه و همچنین واریزه‌ها و رسوبات شیلی و مارنی فرسایش پذیر که در دامنه‌ها قرار دارند، رسوبات حاوی کربنات، بیکربنات و سولفات کلسیم و منیزیم، کلورهای سدیم و پتاسیم و املاح دیگر به صورت محلول بر اثر شسته شدن توسط نزولات جوی وارد رودخانه کر و در نهایت دریاچه سد می‌شوند [۴]. عوامل اکولوژیک نیز نقش مهمی در تغییر کیفیت شیمیایی منابع آب دارند. نفوذ فاضلاب‌های شهری و روستایی و همچنین ورود پساب‌های کشاورزی، حاوی مواد آلاینده ناشی از استفاده کودهای آلی و شیمیایی، سموم دفع آفات و علف‌کشها، سبب افزایش بار آلودگی رودخانه می‌گردد. از طرف دیگر، وجود رسوبات ریزدانه سطحی و غنی از جنبه کشاورزی، حاشیه رودخانه کر را در این قسمت، به عنوان یکی از قطب‌های مهم شالیکاری در منطقه در آورده است. وسعت قابل ملاحظه سیلاب دشت و مناسب بودن رسوبات آن جهت کشاورزی، سبب شده است که در این محدوده از رودخانه در بسیاری از سیلاب دشتهای، اقدام به کشت غلات، به خصوص برنج

چین خوردگی‌های باریک و فشرده، گسل‌ها و شکستگی‌های فراوان و به هم ریختگی طبقات و گسل‌های تراستی متعدد، از خصوصیات بارز این ناحیه است. در حوضه بالا دست سد درودزن، سازندهای آهکی گسترش غالب داشته و اغلب پرتگاه‌ها و ستیغ کوه‌های بلند را تشکیل داده است. درکنار طاقدیس‌های بلند و مرتفع حوضه، ناودیس‌های کشیده و عریضی نیز وجود دارند که به وسیله رسوبات حاصل از فرسایش ارتفاعات اطراف پر شده و دشت‌های این حوضه را به وجود آورده‌اند. رسوبات سازند هرمز در منطقه مورد مطالعه به صورت گنبد نمکی در منطقه کاکان به نام گنبد نمکی مذاب ظاهر شده‌اند. سد درودزن در حوضه بالا دست رودخانه کر احداث شده است. تراکم شبکه آبراهه‌ها نیز در سطح حوضه آبریز مورد مطالعه بسیار متفاوت است. در رسوبات نرم و فرسایش‌پذیر، مثل سازندهای گروه فارس، پابده و گورپی تراکم آبراهه‌ها بیشتر، ولی در سطح سازندهای سخت از تراکم کمتری برخوردار هستند. توسعه و تراکم فشرده شبکه آبراهه‌ها در سرشاخه‌های شمال‌غربی و غرب رودخانه کر در حد فاصل تنگ براق و دشت درودزن به علت گسترش رسوبات نرم و فرسایش سازندگورپی، سبب ایجاد ناحیه‌ای بسیار ناهموار شده، موجب انتقال حجم زیادی از رسوبات به دریاچه سد درودزن می‌گردد. رودخانه کر از محل الصاق سر شاخه‌ها تا سد درودزن بر روی شیل و مارن‌های فرسایش پذیر سازند پابده-گورپی جریان دارد.

به‌خصوص در زمان سیلاب‌های زمستانی است. در دریاچه سد درودزن به دلیل زمان ماند بالا و کم شدن سرعت آب ورودی به آن، کدورت آب خروجی از سد نسبت به آب ورودی، بشدت کاهش می‌یابد؛ به طوری که با توجه به جدول (۱) در بعضی موارد، از جمله در ماه‌های دی، بهمن و اسفند ۸۵ کدورت آب بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ درصد تقلیل یافته است.

۵-۱-۲-pH آب: میزان pH یا اسیدیته آب متأثر از وجود یون‌های اسیدی و یا بازی محلول در آن است. بررسی ویژگی‌های ژئومورفولوژیک حوضه نشان می‌دهد که با توجه به وسعت سازندهای آهکی در منطقه و به تبع آن ورود رسوبات حاوی کربنات کلسیم به آب رودخانه کر، می‌توان انتظار داشت که آب رودخانه دارای pH بالاتر از ۷ و قلیایی باشد. نتایج آنالیز نمونه‌ها نشان می‌دهد که آب ورودی و خروجی از دریاچه سد در طول ماه‌های مختلف سال با توجه به جداول شماره (۱) و (۲) دارای pH بین ۷/۲ تا ۸/۱ است.

۵-۱-۳- قابلیت هدایت الکتریکی (EC): هدایت الکتریکی، معیاری است برای سنجش توانایی یک محلول برای انتقال جریان الکتریکی و نشانگر خوبی در مورد کل مواد محلول در آب به شمار می‌آید. با توجه به این که قسمت اعظم دبی پایه رودخانه کر از طریق تخلیه چشمه‌های کارستی حوضه تأمین می‌شود، لذا مواد محلول موجود در آب رودخانه غلظت کمتری داشته و به این دلیل میزان هدایت الکتریکی آب ورودی به دریاچه با توجه به جداول (۱) و (۲) و شکل (۱) در طول ماه‌های مختلف سال از حداقل ۴۵۶ تا حداکثر ۹۷۱ umhos/cm تغییر کرده است این مقادیر در آب خروجی از دریاچه سد به دلیل زمان ماند زیاد، بین ۵۱۰ تا ۷۱۰ umhos/cm

گردد. همین مسأله، اهمیت این بازه از رودخانه را دو چندان کرده است، چرا که بازه مثبت کشت برنج در این ناحیه، به حدی است که علاوه بر تراس‌های رودخانه‌ای، سیلاب‌دشت‌هایی که تقریباً هرساله مستغرق می‌شوند، در فصول خشک سال به زیر کشت برنج می‌روند [۶]. این عوامل در تغییر خواص فیزیکی، شیمیایی و میکروبیولوژی آب نقش مهمی را ایفا می‌کنند. از آنجایی که چشمه‌های کارستی متعدد با کیفیت آب بسیار مناسب به عنوان منابع مهم تغذیه کننده رودخانه کر و سد درودزن محسوب می‌گردند، لذا انتظار می‌رود که کیفیت آب رودخانه در حد مناسب و از تپ بیکربناته باشد.

۵- بررسی، تحلیل و تفسیر یافته‌ها

نوع و میزان خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آب، در واقع تعیین کننده کیفیت آب است [۵]. دریاچه سد درودزن به دلیل کاربری کشاورزی، شرب و صنعت از اهمیت و حساسیت ویژه‌ای برخوردار است، با مقایسه آنالیز آب ورودی به دریاچه سد درودزن در ایستگاه عباس‌آباد و آب خروجی از دریاچه سد که به طور ماهانه در طول سال انجام شده، تغییرات کیفیت فیزیکی و شیمیایی دریاچه سد درودزن به شرح ذیل بررسی شده است:

۵-۱- کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب

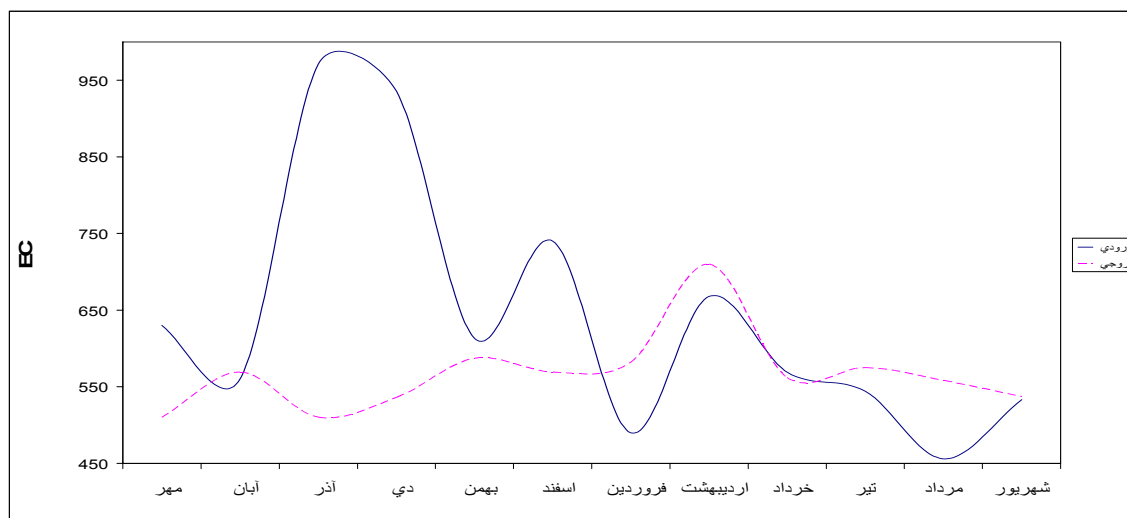
۵-۱-۱- کدورت آب: با توجه به گسترش سازندهای مارنی و رسی پابده-گورپی در حوضه، رسوبات حاصل از این سازندها، از عوامل مؤثر در افزایش کدورت آب،

۱۰۵۳ آب شرب موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مقایسه گردیده است.

متغیر بوده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که تغییر هدایت الکتریکی آب ورودی و خروجی از دریاچه سد، در بعضی موارد مانند دیماه ۸۵، تا ۴۳ درصد کاهش داشته است. EC آب در ماه‌های مختلف در جدول (۱) با استاندارد

جدول شماره ۱: نتایج آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی آب ورودی و خروجی از سد درودزن در سال ۸۶-۸۵

استاندارد آب شرب	۱۳۸۶						۱۳۸۵						ایستگاه	واحد	فاکتورها
	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر			
-	۵۳۳	۴۵۶	۵۴۴	۵۶۹	۶۶۸	۴۹۰	۷۴۰	۶۱۳	۹۳۶	۹۷۱	۵۶۰	۶۳۰	ورودی	μmohs/cm	EC
	۵۳۷	۵۵۸	۵۷۵	۵۶۲	۷۱۰	۵۸۲	۵۶۹	۵۸۷	۵۳۶	۵۱۰	۵۶۹	۵۱۰	خروجی		
۱۵۰۰	۴۰۰	۳۹۶	۳۷۸	۳۷۲	۵۰۲	۳۲۰	۴۷۴	۴۴۲	۷۷۰	۶۴۹	۲۸۶	۴۰۹	ورودی	mg/l	TDS
	۴۲۱	۴۵۶	۴۲۸	۳۵۲	۵۳۲	۴۳۳	۴۷۹	۳۷۹	۴۷۳	۴۱۳	۴۶۹	۴۴۳	خروجی		
۵	۷	۸	۴۰	۱۸	۶	۵۵	۶۰	۶۲	۵۰	۱۵	۱.۵	۲	ورودی	mg/lcaco3	کدورت
	۱.۲	۱.۳	۱.۲	۱.۲	۱.۶	۲.۲	۱.۲	۲.۱	۱.۳۵	۱.۲	۱.۲۵	۱.۲	خروجی		
۹-۶.۵	۷.۷	۸	۷.۶	۷.۵	۷.۴	۷.۹	۷.۷	۷.۲	۷.۸	۷.۷	۸.۱	۷.۶	ورودی	NTU	PH
	۸	۷.۵	۷.۶	۷.۵	۷.۲	۷.۷	۷.۸	۷.۸	۷.۶	۷.۷	۷.۸	۷.۶	خروجی		
۵۰۰	۱۹۰	۲۰۵	۲۰۰	۱۷۰	۲۵۰	۲۸۰	۲۴۵	۱۶۵	۲۴۰	۲۳۷	۱۸۴	۱۹۲	ورودی	mg/lcaco3	TH
	۲۰۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۷۵	۲۵۰	۲۰۰	۳۰۰	۱۷۵	۲۲۵	۲۰۵	۲۱۰	۲۰۰	خروجی		
۴۰۰	۳۴	۳۴	۶۰	۴۸	۸۲	۶۳	۵۳	۱۰۶.۵	۲۷۷	۲۱۶.۵	۷۵	۷۸	ورودی	mg/l	کلرور
	۷۱	۱۴.۲	۴۴	۶۷	۱۰.۱	۴۴	۱۸	۳۹	۱۰.۳	۷۸	۷۶	۷۴.۵	خروجی		
۴۰۰	۲۱.۶	۷۲	۲۳	۶۲	۶۲	۵۳	۹۶	۲۴	۱۷	۳۶	۱۷	۱۳.۵	ورودی	mg/l	سولفات
	۱۵	۱۴	۶	۳۴	۶۰	۵۰	۱۲	۷	۹	۱۷	۱۹	۱۹	خروجی		
۴۰۰	۲۴۴	۱۸۳	۱۸۳	۱۶۵	۲۱۳	۲۰۷	۲۰۱	۱۸۳	۲۳۵	۱۹۲	۲۰۷	۲۰۴	ورودی	mg/l	بیکربنات
	۲۱۳	۱۸۳	۲۶۸	۱۷۱	۲۱۳	۲۲۰	۲۱۴	۲۳۲	۲۳۲	۲۰۷	۲۴۴	۲۲۹	خروجی		
۵۰	۴	۴	۹	۸	۹	۹	۱۲	۱۰	۹	۵	۴	۸	ورودی	mg/l	نترات
	۳	۳	۷	۷	۸	۴	۱۰	۷	۸	۴	۳	۲	خروجی		
۳	۰.۰۳	۰.۰۸	۰.۲	۰.۰۴	۰.۰۶	۰.۰۲	۰.۵	۰.۰۲۵	۰.۰۱۵	۰.۰۲۱	۰.۰۲	۰.۰۲	ورودی	mg/l	نیتريت
	۰.۰۲	۰.۰۴۰	۰.۰۸	۰.۰۳	۰.۰۱۸	۰.۰۱۶	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۰۱۵	۰.۰۲۲	۰.۰۲۲	۰.۰۲۴	خروجی		
۷	۰.۱۶	۰.۴	۰.۴	۰.۴۵	۰.۰۴	۰.۰۳	۰.۰۳	۰.۰۴	۰.۰۴	۰.۰۸	۰.۰۷	۰.۰۷	ورودی	mg/l	فسفات
	۰.۳	۰.۲۵	۰.۲۲	۰.۲	۰.۱۷	۰.۲	۰.۰۱۶	۰.۰۲	۰.۲۱	۰.۰۸	۰.۰۷۵	۰.۳	خروجی		



شکل شماره ۱: مقایسه تغییرات EC آب ورودی و خروجی دریاچه سد درودزن ۸۶-۸۵

جدول شماره ۲: میانگین سالانه، بیشینه، کمینه و درصد تغییرات نتایج آزمایشات ایستگاه‌های ورودی و خروجی سد درودزن در سال

۸۶-۸۵

درصد تغییر از میانگین	MIN	MAX	MEAN	ایستگاه	واحد	فاکتورها	درصد تغییر از میانگین	MIN	MAX	MEAN	ایستگاه	واحد	فاکتورها
-47.3	14	96	41	ورودی	mg/l	سولفات	-11.7	456	971	643	ورودی	mohs/cm	EC
	6	60	22	خروجی				510	710	567	خروجی		
8.6	165	244	201	ورودی	mg/l	بیکربنات	-2.2	286	770	450	ورودی	mg/l	TDS
	171	268	219	خروجی				352	532	440	خروجی		
-27.5	4	12	8	ورودی	mg/l	نیترات	-94.8	1.5	62.0	27.0	ورودی	NTU	کدورت
	2	10	6	خروجی				1.2	2.2	1.4	خروجی		
3.0	0.02	0.50	0.09	ورودی	mg/l	نیتریت	-0.4	7.2	8.1	7.7	ورودی	-	PH
	0.02	0.08	0.03	خروجی				7.2	8.0	7.7	خروجی		
12.8	0.030	0.450	0.151	ورودی	mg/l	فسفات	1.3	165	280	213	ورودی	mg/lcaco3	سختی کل
	0.016	0.300	0.170	خروجی				175	300	216	خروجی		
							-35.3	34.0	277.0	93.9	ورودی	mg/l	کلرور
								14.2	103.0	60.8	خروجی		

روندکاهشی را نشان می‌دهد. میزان تغییرات TDS آب

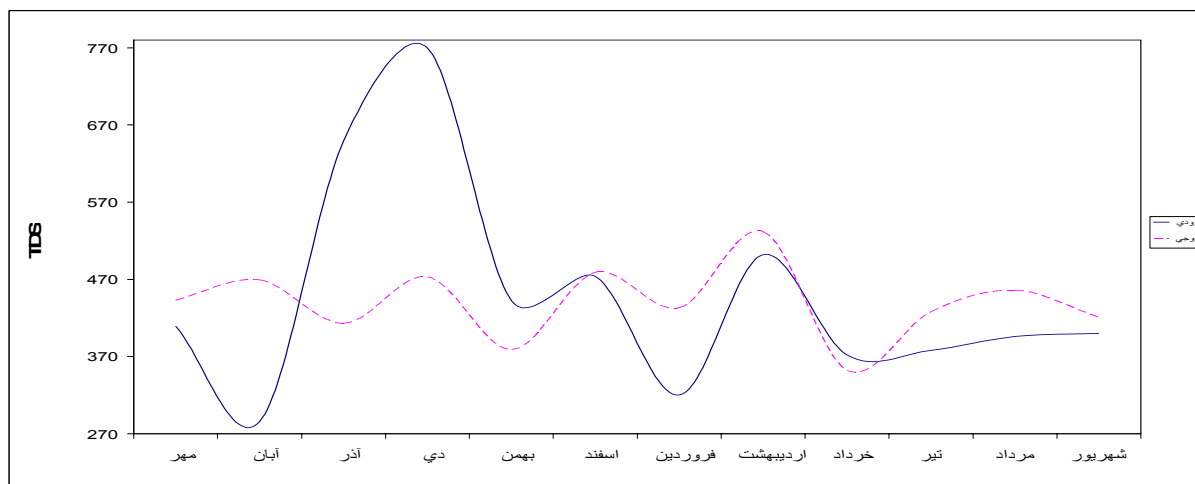
ورودی به دریاچه سد در طول ماه‌های مختلف سال، با

۵-۱-۴- مجموع املاح محلول (TDS): با توجه به رابطه

TDS با EC تغییرات املاح محلول نیز در این بازه

دریاچه سد بین ۳۵۲ تا 532 mg/l متغیر بوده است. حداکثر استاندارد مجاز TDS در آب آشامیدنی 1500 mg/l است.

توجه به جداول (۱) و (۲) و شکل (۲) از حداقل ۲۸۶ تا حداکثر 770 mg/l بوده است. این مقادیر در آب خروجی از



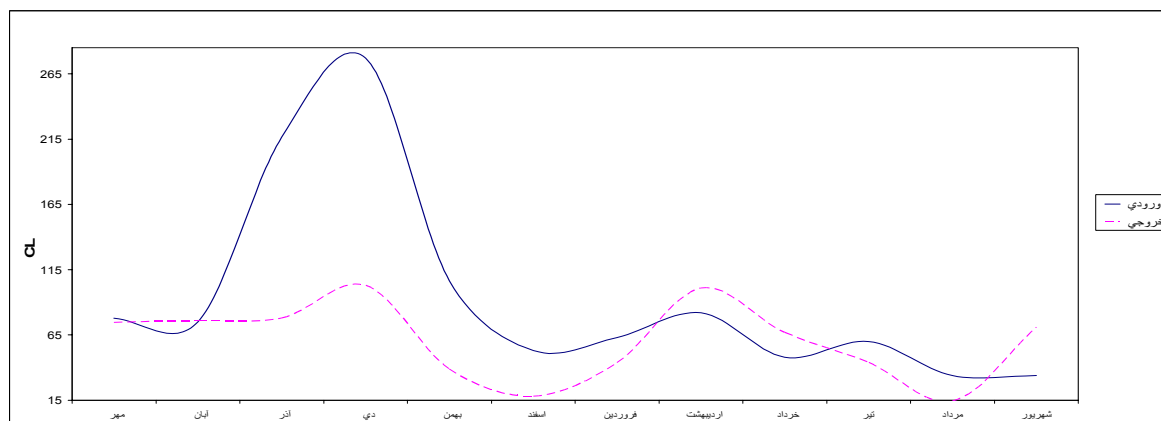
شکل شماره ۲: مقایسه تغییرات TDS آب ورودی و خروجی دریاچه سد درودزن ۸۶-۸۵

(۲) میزان تغییرات سختی کل در آب خروجی از سد درودزن نسبت به آب ورودی را نشان می‌دهد. ۵-۱-۶-کلرور (Cl): بررسی‌های ژئومورفولوژیک نشان می‌دهد که به‌علت توسعه کم سازند هرمز و گنبد‌های نمکی در حوضه بالا دست سد درودزن، آب رودخانه کر از لحاظ وجود یون‌های کلرور و سدیم در این حوضه، دارای غلظت پایینی است. تنها رسوبات سازند هرمز در منطقه مورد مطالعه به صورت گنبد نمکی در منطقه کاکان به نام گنبد نمکی مذاب ظاهر شده‌اند. روان‌آب‌های مربوط به گنبد نمکی مذاب کاکان که توسط شاخه شور خارستان وارد رودخانه کر می‌گردد، با توجه به حجم کم آن تأثیر چندانی در تغییر کیفیت آب رودخانه کر ندارد. با توجه به جداول (۱) و (۲) و شکل (۳)، میزان کلرور آب ورودی به دریاچه در طول ماه‌های سال از حداقل 34 mg/l تا حداکثر 277 mg/l

۵-۱-۵- سختی کل (TH): مجموع غلظت یون‌های کلسیم و منیزیم بر حسب میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم را در آب اصطلاحاً سختی کل گویند (تقی زاده، ۱۳۸۴). با توجه به وجود سازندهای آهکی و ورود رسوبات آن به رودخانه چه به صورت جامد و چه به صورت محلول، افزایش غلظت یون‌های مذکور در طول رودخانه دور از انتظار نیست. مقایسه نتایج آزمایش‌های انجام شده، نشان می‌دهد سختی کل آب خروجی از سد نسبت به آب ورودی، افزایش داشته است که ناشی از افزایش غلظت کلسیم و منیزیم محلول در آب است. افزایش غلظت یون کلسیم با توجه به جدول (۱) تاییدی بر این مطلب است. سختی کل در طول ماه‌های سال از $175 \text{ CaCO}_3 \text{ mg/l}$ تا $300 \text{ CaCO}_3 \text{ mg/l}$ در ایستگاه خروجی از سد درودزن تغییر کرده است. جداول (۱) و

کلی، در اکثر ماه‌های سال غلظت یون کلرور در بیشتر موارد در آب خروجی کاهش یافته است.

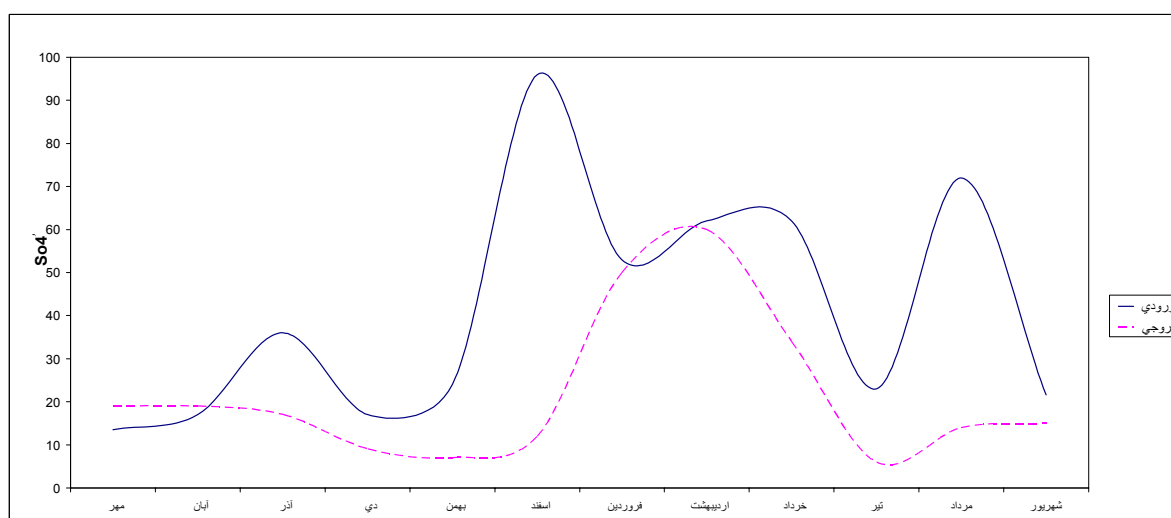
تغییر کرده است. این مقادیر در آب خروجی از دریاچه سد بین $14/2 \text{ mg/l}$ تا 103 mg/l متغیر بوده است. به طور



شکل شماره ۳: مقایسه تغییرات کلرور آب ورودی و خروجی دریاچه سد درودزن ۸۵-۸۶

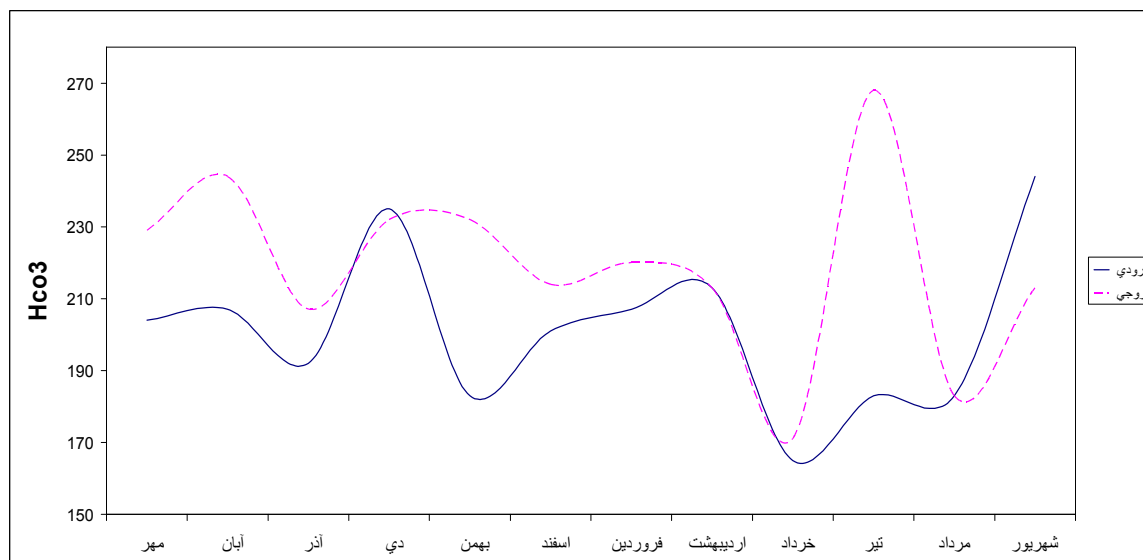
آب خروجی از دریاچه سد این مقادیر بین 6 mg/l تا 60 mg/l متغیر بوده است. لذا میزان سولفات آب دریاچه در مقایسه با استاندارد مجاز آب شرب که 400 میلی گرم در لیتر است، بسیار کم است.

۷-۱-۵- سولفات آب: وجود میان لایه‌های گچی (سولفات کلسیم) در بین سازندهای مارنی و آهکی و ورود رسوبات ناشی از این سازندها به رودخانه باعث افزایش غلظت یون سولفات در آن می‌گردد. با توجه به جداول (۱) و (۲) و شکل (۴)، میزان یون سولفات موجود در آب ورودی دریاچه سد در طول ماه‌های سال از حداقل 14 mg/l تا حداکثر 96 mg/l متغیر بوده است. در



شکل شماره ۴: مقایسه تغییرات سولفات آب ورودی و خروجی دریاچه سد درودزن ۸۵-۸۶

(۲) و شکل (۵)، در آب ورودی دریاچه سد در طول ماه‌های مختلف سال از حداقل 165 mg/l تا حداکثر 244 mg/l تغییر کرده است. این مقادیر در آب خروجی از دریاچه سد بین 171 mg/l تا 268 mg/l متغیر بوده است.



شکل شماره ۵: مقایسه تغییرات بیکربنات آب ورودی و خروجی دریاچه سد در روزن ۸۶-۸۵

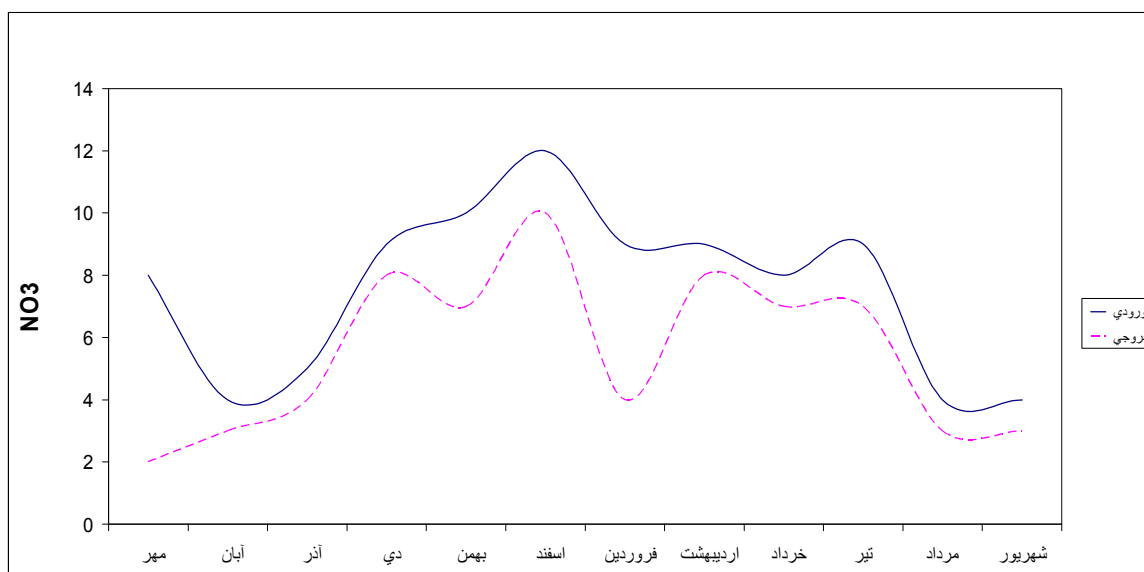
فاکتورهای شیمیایی بسیار مهم در آب که هم از نظر بهداشتی و هم از نظر زیست-محیطی حایز اهمیت است، وجود ترکیبات نیتراته است. کل ازت اکسید شده برابر با مجموع نیترات و نیتريت است. مواد از ته می‌تواند نشان دهنده تداخل فاضلاب و انواع کودهای حیوانی و شیمیایی در آب باشد. بررسی‌ها نشان داده است که افزایش نیترات زیاد در آب دریاچه سیرکل (Circle) در آمریکا، ناشی از نفوذ فاضلاب‌های انسانی و حیوانی به آب‌های سطحی است [۱۰]. در محدوده مورد مطالعه، به‌علت وسعت زمین‌های کشاورزی، استفاده بی‌رویه از انواع کودهای نیتراته و

۵-۱-۸- بیکربنات آب: شواهد ژئومورفولوژیک نشان می‌دهد سازندهای آهکی حوضه بر اثر فرسایش و انحلال کربنات کلسیم، سبب ورود یون بیکربنات محلول به آب رودخانه شده، باعث افزایش غلظت آن در آب می‌گردد. میزان یون بیکربنات، با توجه به جداول (۱) و

۵-۱-۹- نیترات آب: نیترات موجود در آب‌ها دارای منشأ معدنی یا آلی هستند. در ترکیب شیمیایی سنگ‌ها یون نیترات با منشأ معدنی می‌تواند نقش مهمی در غلظت این یون در آب‌های جاری داشته باشد. منشأ آلی نیترات متأثر از عوامل اکولوژیک، نظیر تداخل انواع فاضلاب‌ها به منابع آب است. بررسی‌های ژئومورفولوژیک نشان می‌دهد که در قسمت شمال غرب حوضه (آبشار مارگون)، میزان غلظت نیترات معدنی موجود در آب‌های زیرزمینی نسبت به بقیه حوضه از درصد بالاتری برخوردار است که این امر می‌تواند به‌علت وجود ترکیبات نیتراته در سازندهای آهکی مجاور آن باشد. از

ورود پس‌آب‌های ناشی از آب‌های برگشتی از زمین‌ها سبب افزایش غلظت این یون در آب می‌گردد. با بررسی جداول (۱) و (۲) و شکل (۶) مشخص می‌گردد که غلظت نیترات موجود در آب خروجی از دریاچه سد، کمتر از میزان ورودی آن است به طوری که نیترات آب در بعضی از ماه‌ها بین ۲۰ تا ۷۰ درصد تقلیل یافته

است. این کاهش به سبب ظرفیت خودپالایی بالای دریاچه سد درودزن است. میزان نیترات آب ورودی دریاچه در طول ماه‌های سال، از حداقل 4 mg/l تا حداکثر 12 mg/l تغییر کرده است. این مقادیر در آب خروجی از دریاچه سد بین 2 mg/l تا 10 mg/l متغیر بوده است.

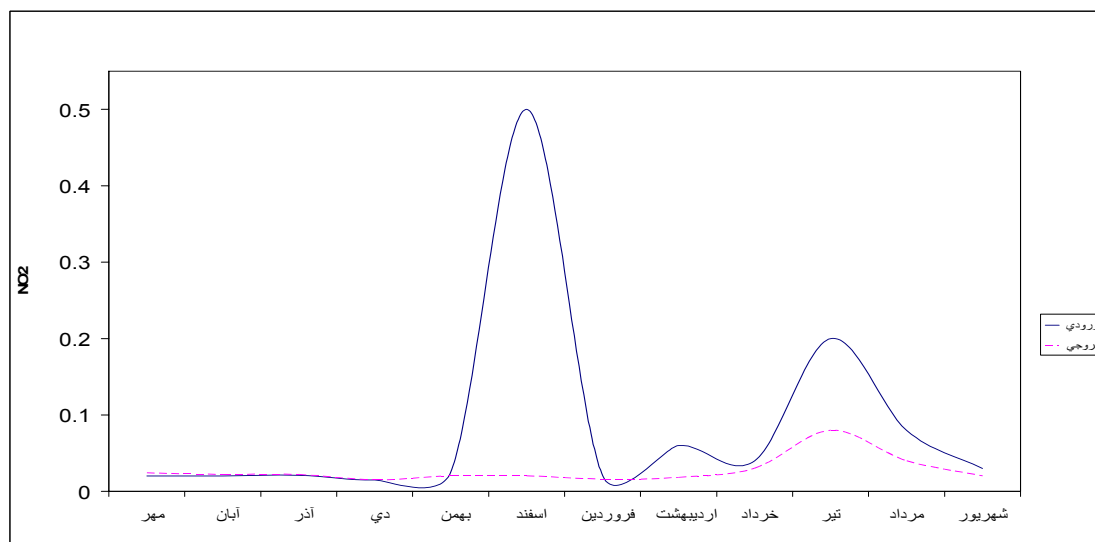


شکل شماره ۶: مقایسه تغییرات نیترات آب ورودی و خروجی دریاچه سد درودزن ۸۵-۸۶

۵-۱-۱- نیتريت آب: از آنجایی که ژئومورفولوژی منطقه به گونه‌ای است که کانون‌های جمعیتی با توجه به توپوگرافی حوضه در پایکوه‌ها و دامنه‌های ارتفاعات متمرکز شده‌اند. لذا حرکت فاضلاب‌ها چه به صورت سطحی و چه زیرزمینی به سمت خط‌القعر یا تالوگ دشت که همان رودخانه کر است، روان می‌گردد. افزایش مقادیر نیتريت آب می‌تواند در ارتباط با نفوذ فاضلاب مراکز صنعتی، شهری و روستایی باشد. بررسی دریاچه

سد کانه مارا^۱ در رودزیا نشان می‌دهد که بیشتر مواد مغذی تخلیه شده به دریاچه، از محل نشت سپتیک تانک‌ها به داخل جریان آب بوده است [۱۱]. از آنجایی که در روستاهای حوضه مورد مطالعه، فاضلاب‌های خانگی در چاه‌های جذبی تخلیه می‌گردند، لذا آلودگی آب‌های زیرزمینی و نفوذ فاضلاب‌ها به سمت دریاچه دور از انتظار نیست. با توجه به جداول (۱) و (۲) و شکل (۷)، میزان نیتريت آب ورودی دریاچه در طول ماه‌های سال، از حداقل 0.16 mg/l تا حداکثر 0.8 mg/l تغییر کرده

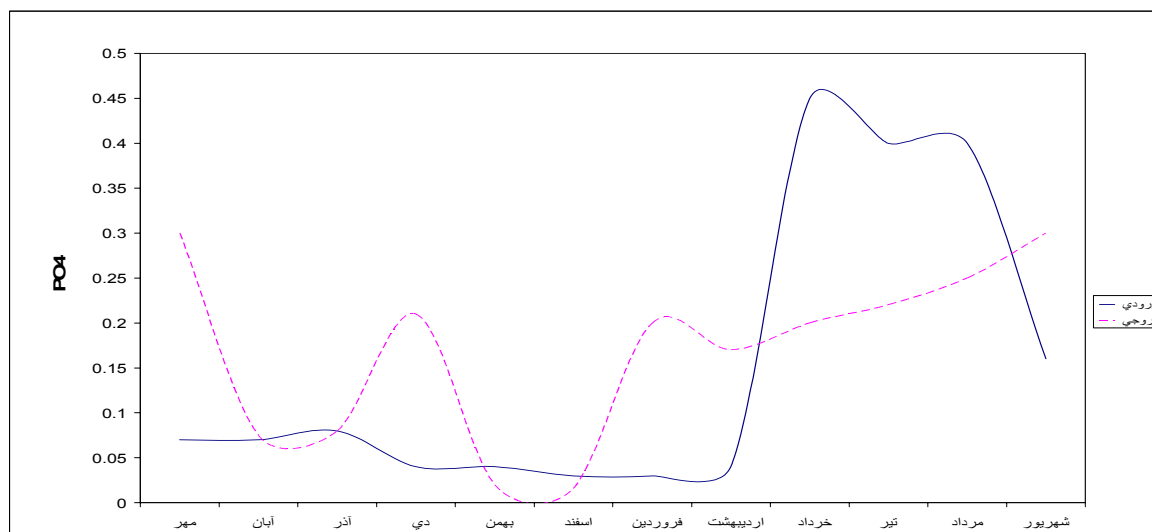
است. این مقادیر در آب خروجی از دریاچه سد به میزان جزئی، یعنی بین $0/01 \text{ mg/l}$ تا $0/08 \text{ mg/l}$ متغیر بوده است.



شکل شماره ۷: مقایسه تغییرات نیتريت آب ورودی و خروجی دریاچه سد درودزن ۸۶-۸۵

فعالیت‌های کشاورزی، وارد آب شده، می‌تواند به مقدار درخور توجهی در پدیده اوتریفیکاسیون مخازن آب و دریاچه‌ها دخالت نماید. بررسی جداول (۱) و (۲) و شکل (۸) نشان می‌دهد که غلظت فسفات موجود در آب خروجی نسبت به ورودی به دریاچه، دارای نوسان است؛ به طوری که غلظت فسفات در بعضی از ماه‌ها بشدت کاهش یافته، در برخی ماه‌ها افزایش چشمگیری را نشان می‌دهد.

۵-۱-۱۱- فسفات آب: اهمیت فسفات آب از نظر زیست-محیطی همانند مواد ازته بوده، به عنوان یک ماده غذایی جهت رشد جلبک‌ها مصرف می‌شود. فسفر در طبیعت در سنگ‌های رسوبی و آذرین وجود دارد. کانی آپاتیت از مهمترین کانی فسفات به شمار می‌رود. بیش از ۸۰ درصد فسفات از کانسارهای رسوبی به دست می‌آید. کربناتها مهمترین خاستگاه کانسارهای فسفات محسوب می‌شوند [۵]. وجود فسفات و مواد ازته در حد زیاد، نشان دهنده تداخل آلودگی فاضلاب‌های انسانی و کشاورزی در منابع آب است. فسفات همچنین از طریق فاضلاب‌های خانگی، حاوی پاک‌کننده‌های سینتتیک و همچنین فاضلاب‌های صنعتی و آب‌های برگشتی از



شکل شماره ۸: مقایسه تغییرات فسفات آب ورودی و خروجی دریاچه سد درودزن ۸۶-۸۵

نتیجه گیری

افزایش شیب توپوگرافی، تلاطم و افزایش اکسیژن گیری آب، بیشتر می‌شود در بهبود کیفیت آب رودخانه‌ها بسیار مؤثر است. از آنجایی که رودخانه کر در بالادست حوضه دارای شیب و کیفیت مناسبی است، همچنین به علت وجود چشمه‌های کارستی با تیپ کربناته در سرچشمه رودخانه کر و عدم گسترش زیاد سازندهای شیلی و مارنی، آب دریاچه سد درودزن از لحاظ غلظت ترکیبات شیمیایی از کیفیت مطلوبی برخوردار است، لذا پارامترهای ژئومورفولوژیک حوضه، کیفیت آب دریاچه را دستخوش تغییرات نامطلوبی ننموده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با توجه به استاندارد مجاز کیفیت آب، غلظت یون‌های موجود در آب دریاچه مذکور همگی در حد استاندارد است. به منظور مدیریت

بررسی‌های ژئومورفولوژیک، اکوژئولوژیک و هیدرو شیمی حوضه آبریز دریاچه سد درودزن نشان می‌دهد که لیتولوژی سازندهای در برگیرنده حوضه یکی از عوامل مهم و تأثیر گذار بر کیفیت منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی آن محسوب می‌گردد. فرایندهای فرسایشی، روان‌آب‌های سطحی و حمل و انحلال ترکیبات مختلف این رسوبات توسط آب‌ها، با توجه به جنس سازندهای زمین‌شناسی، از عوامل تعیین کننده میزان غلظت یون‌های محلول در آب هستند. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که پساب‌های ناشی از فعالیت‌های مختلف انسانی با ورود به آب رودخانه‌ها تأثیر منفی در کیفیت آن دارند. از طرف دیگر، قدرت خودپالایی رودها که با

۳- تجریشی، م و همکاران. (۱۳۸۴). وضعیت آب مخزن سد لتیان و ارزیابی گزینه ها برای بهبود کیفیت آن، دانشگاه صنعتی شریف.

۴- مرکز تحقیقات کارست. (۱۳۷۸). مطالعات نیمه تفصیلی پروژه کارست بختگان، وزارت نیرو.

۵- تقی زاده، م و محمدی، ز. (۱۳۸۴). منابع و اثرات آلودگیهای زیست محیطی، شرکت مهندسين مشاور پورآب.

۶- مهندسين مشاور سنگاب زاگرس. (۱۳۸۶). ارزیابی مطالعات زمین شناسی و مورفولوژی رودخانه کر.

7- Keith Hamill. 2006. " Snapshot of Lake Water Quality in New Zealand." Ministry for the Environment, Hamilton, New Zealand

8- Wang Xiaoyan, Wang Yixun, Li Tingfang, He Wei, Hu Qiuju and Zhang Hongfen. 2008. "Characteristics of non-point source pollution in the watershed of Miyun Reservoir." the Ministry of Education and Beijing Municipal Scientific New-starPlan, Beijing, China.

9- Jenifer.L.Bruce, Michelle.M, Green wood and Suzan,Z.Jones. 2004. "Water Resources Investigations In Wisconsin." US Geological Survey.

کیفی منابع آب در بالادست دریاچه سد درودزن لازم است با افزایش طرح‌های آبخیزداری، مدیریت کنترل فرسایش حوضه را بهبود بخشید. همچنین تهیه الگوی کشت مناسب، جلوگیری از احداث و توسعه فعالیت‌های انسانی، به‌خصوص کاربریهای فاضلاب‌زا، احداث شبکه‌های جمع‌آوری و تصفیه خانه‌های فاضلاب، آگاهی رسانی و ترویج فرهنگ مصرف بهینه و اهمیت ارزش ذاتی آب به مردم ساکن در منطقه، از عوامل حیاتی در بهبود کیفیت آب رودخانه کر، افزایش عمر مفید سد درودزن و رسیدن به اهداف توسعه پایدار منابع آب است که باید در رؤوس برنامه‌های توسعه قرار گیرد.

منابع

۱- دانش، م. (۱۳۸۰). منابع آب شیرین، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست.

۲- مهندسين مشاور بوم آباد. (۱۳۸۱). مطالعات مدیریت زیست- محیطی مجموعه بختگان، گزارش زمین شناسی و ژئومورفولوژی، سازمان حفاظت محیط زیست.

productivity of a tropical African montane, lake Little Connemara Dam", University of Rhodesia, Salisbury, Rhodesia.

- 10- Kizzy Charles-Guzman. 2000. "Geomorphology and water quality of The Wolf Creek basin within the Cannon river watershed." Department of Geology, Carleton College, Minnesota.
- 11- W.K. Nduku , Richard D, Roberts. 2008. "The effect of catchment geochemistry and geomorphology on the