دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی کاربرد شیمی در محیط زیست

سال پانزدهم، شماره‌ی ۵۷
بهار ۱۴۰۳، صفحات ۱۴-۱

"مقاله پژوهشی"

ارزیابی آثار زیست محیطی احداث سد بر منابع آب زیرزمینی(مطالعه موردی سد گرده بن، آذربایجان غربی)

ادریس وهابی[۱]، سمیه بهارلوئی یانچشمه[۲*]

۱. کارشناس ارشد، گروه زمین شناسی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران
Email: edrisvahabi@yahoo.com
۲. استادیار گروه زمین شناسی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران
Email: somayehbaharluie@gmail.com

(دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵ پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۱۱/۳۰)

چکیده

اگر چه سدها با تأمین آب شرب برای بشر، آبیاری و زهکشی، تأمین انرژی برق آبی و توسعه اقتصادی و اجتماعی برای زندگی بشر سودمند می‌باشند ولیکن آثار جبران ناپذیر زیست محیطی نیز بر اکوسیستم پیرامون خود وارد می‌سازند که از جمله مخرب‌ترین این آثار، افت سطح آب‌های زیرزمینی در منطقه است که به طور معمول به علت ممانعت از عبور جریان طبیعی رودخانه، در پایین دست سد اتفاق می‌افتد. در این پژوهش، به صورت موردی وضعیت سطح آب‌های زیرزمینی در منطقه ساختگاه سد گرده بن، دشت پیرانشهر مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعه وضعیت هیدروژئولوژی، نوسانات سالیانه سطح لایه آبدار و همچنین بررسی نقشه هم پتانسیل تراز آب زیرزمینی منطقه نشان دهنده روند کاهشی سطح تراز آب از شمال به سمت جنوب دشت می‌باشد و پیش‌بینی می‌شود با آبگیری سد، سطح آب‌های زیرزمینی در پایین دست سد به علت ممانعت از جریان معمول آب رودخانه چم اوجار، در تراز پایین‌تری قرار گیرد که در صورت عدم تغذیه آبخوان، فرونشست زمین را در پی خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: اثرات زیست محیطی، منابع آب زیرزمینی، سد، گرده بن، آذربایجان غربی

مقدمه

در حال حاضر بحران آب در کشور ایران و پیامدهای مختلف آن بر کسی پوشیده نیست. وقوع کم آبی‌ها و خشکسالی‌ها، افزایش مصارف، از بین رفتن زیست بوم‌های آبی و تبعات زیست محیطی، همگی از ابعاد مختلف بحران آب هستند که در دهه‌های قبل کم تر از آن‌ها سخن به میان می‌آمد. این موارد همگی سبب شده است که مقوله احداث سد و سدها بسیار مورد توجه قرار گیرد. کشور ایران با متوسط بارندگی برابر با یک سوم متوسط جهانی، جزء کشورهای خشک و نیمه خشک جهان است و علاوه بر این امر شاید مهم‌ترین علت تأسیس سدها در ایران پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارندگی باشد. اما لازم به ذکر است اگر چه سدها با تأمین آب شرب برای بشر، آبیاری و زهکشی، تأمین انرژی برق آبی و توسعه اقتصادی و اجتماعی برای زندگی بشر سودمند می باشند ولیکن آثار جبران ناپذیر زیست محیطی که بر اکوسیستم پیرامون خود وارد می‌سازند را نمی‌توان منکر شد. بنابراین ضروری است که قبل از طراحی پروژه سد، مطالعات کافی و لازم از جهات محیط زیستی در منطقه صورت پذیرد. در این خصوص، کمیسیون جهانی سد (WCD) مجموعه‌ای از اشتباهات بحران آفرین در زمینه سد سازی را مشخص کرده است که از آن جمله می‌توان به انتخاب رودخانه اشتباه برای ساخت سد، بی‌توجهی به تغییرات جریان آب پایین دست، غفلت از تنوع زیستی و از بین بردن زنجیره اتصال غذایی موجودات آب‌زی و حیوانات اطراف آن، سیاست‌ها و محاسبات اقتصادی اشتباه، ناتوانی در جلب رضایت عمومی مردم منطقه، سوء مدیریت در خطرات و تأثیرات و نهایتا ساخت و ساز بی‌رویه سد، اشاره داشت [۱]. بنابراین می‌توان گفت متاسفانه در اغلب سدهای موجود، مباحث پیرامون آثار زیست محیطی سدها نقش بسیار کم و محدودی در طراحی و عملکرد ایفا می‌کند. هر چند در سه دهه اخیر تلاش مضاعفی برای توسعه دیدگاه‌ها به منظور توجه به آثار زیست محیطی در پروژه‌های سدسازی در حال انجام است [۲]. امروزه همان طور که مسائل اقتصادی و تکنیکی مورد توجه قرار می‌گیرند، ارزش‌های زیست محیطی نیز باید در سدسازی مورد توجه قرار گیرند [۳]. بارزترین اثر سدها، تغییر رژیم هیدرولیکی مناطق پایین دست خود است که از جمله این تغییرات می توان به تأمین دبی پایه دائمی و تغییر در سطح آب خوان پایین دست اشاره نمود. ارزیابی روند تغییرات سطح آب زیرزمینی همواره یک مسأله مهم در تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی هیدروژئولوژیکی آبخوان‌ها بوده است [٤]. یکی از منابع مهم تغذیه کننده مخازن آب زیرزمینی، رودخانه‌ها هستند، با احداث سد وکاهش حجم جریان رود، حجم آب‌های زیرزمینی پایین دست منطقه نیز کاهش می‌یابد [۵]. از سویی دیگر، تغییر سطح آب زیرزمینی و افزایش آن در بالادست سد سبب شور شدن خاک‌ها و نهایتا برهم خوردن نظام هیدرولوژیکی رودخانه و ... می‌گردد [٦]. هدف از انجام این پژوهش، بررسی روند تغییرات سطح آب زیرزمینی آبخوان‌ها و آثار زیست محیطی آن ها، قبل و بعد از احداث سد و به طور موردی بررسی وضعیت آبخوان و نظام هیدرولوژیکی دشت پیرانشهر و ساختگاه سد گرده بن و همچنین پیش‌بینی وضعیت آن بعد از تکمیل پروژه و آب‌گیری آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

روش‌شناسی این پژوهش مبتنی بر مطالعات کتابخانه ای، میدانی و آماری بوده است. در این پژوهش جهت بررسی روند تغییرات سطح آب زیرزمینی و بررسی اثرات منفی احداث سد بر مخازن آب زیرزمینی، داده های مربوط به سطح ایستابی در چاه‌های پیزومتری دشت پیرانشهر، دبی چاه‌ها و چشمه‌ها و میزان بارش منطقه جمع‌آوری و سپس جهت ترسیم نقشه هم پتانسیل حوضه و ترسیم هیدروگراف واحد منطقه مورد پردازش قرار گرفت. نهایتا با استفاده از تحلیل هیدروگراف چاه‌های موجود در محدوده‌ی مطالعاتی، وضعیت آبخوان‌های منطقه بعد از اتمام پروژه و آب گیری سد پیش‌بینی گردید. برای پیش‌برد این هدف، پس از پیمایش صحرایی، اطلاعات مربوط به تعداد چشمه‌ها و چاه‌ها در منطقه و میزان تخلیه سالیانه آن ها ارزیابی گردید. سپس، آمار مشاهده‌ای موجود (۲۲ چاهک مشاهده‌ای) مربوط به سطح تراز آب زیرزمینی برای دو سال پیاپی ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در دشت پیرانشهر مورد بررسی قرار گرفت. پس از مرتب‌سازی آمار، ابتدا جهت تعمیم ارزش‌های اندازه‌گیری شده به سطح منطقه از تابع تیسن[1] استفاده شد و سپس هیدروگراف واحد منطقه در پایه زمانی دو سال در محیط نرم افزاری Excel ترسیم گردید. هدف از ترسیم هیدروگراف آبخوان، به دست آوردن دید کلی از روند تغییرات سطح آب زیرزمینی است. به دلیل آن که چاه‌های پیزومتری موجود نمی‌توانند تمامی سطح آبخوان را پوشش دهند، به کمک مدل تیسن، برای هر چاه با توجه به موقعیت و تراکم چاه‌های اطراف، سطحی در نظر گرفته می‌شود. این مساحت‌ها باید به گونه‌ای باشند که جمع آن‌ها برابر با سطح کل آبخوان گردد. رابطه ۱ بیانگر این مطلب می‌باشد؛

$$A=\sum ai \qquad (۱)$$

در این رابطه a_i= مساحت پلی گون i ام و A= مساحت آب‌خوان

ترسیم هیدروگراف بر اساس مدل تیسن، یک عمل میانگین گیری وزنی است. در این فرایند، وزن اختصاص داده شده به هر پیزومتر، برابر با حاصل تقسیم سطح به دست آمده از روش تیسن به مساحت کل آبخوان می‌باشد. بنابراین در رابطه ۲ خواهیم داشت:

$$W_i=\frac{ai}{A} \qquad (۲)$$

برای به دست آوردن ارزش عددی هیدروگراف آبخوان، باید وزن به دست آمده (از رابطه ۲) را در تراز آب زیرزمینی هر چاه در ماه های مختلف (h_{ij}) ضرب و سپس تمامی اعداد به دست آمده در J های برابر جمع کرده، در نتیجه تراز آب زیرزمینی آبخوان در ماه J ام طبق رابطه ۳ به دست می آید.

$$\sum(hij \times wi) \qquad (۳)$$

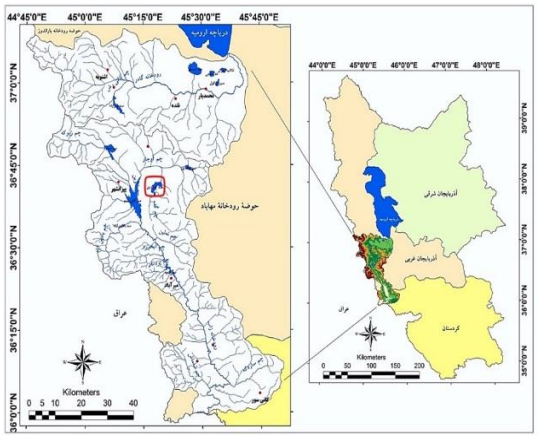
نهایتا، با رسم نموداری که محور X آن ماه های سال و محور Y آن تراز آب زیرزمینی است، هیدروگراف آبخوان ترسیم خواهد شد.

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

سد مخزنی گرده بن به ارتفاع ۵۵ متر و حجم مخزن نرمال ۱۱۰ میلیون متر مکعب با طول تاج سد ۸۱۹ متر و عرض تاج سد ۱۰ متر می‌باشد. این سد از نوع سد خاکی غیر همگن با هسته رسی در استان آذربایجان غربی، ۲۵ کیلومتری شرق شهرستان پیرانشهر با

[1] Thissen

مختصات ٤٥ درجه، ١٩ دقیقه و ١٨ ثانیه طول شرقی و ٣٦ درجه و ٤٢ دقیقه عرض شمالی واقع شده است (شکل۱). محور سد در کنار روستای گرده بن و بر روی رودخانه چم اوجار قرار دارد. عملیات اجرایی این پروژه از سال ١٣٩٠ آغاز گردیده اما هنوز به مرحله بهره‌برداری نرسیده است. منطقه مورد بررسی بخشی از حوضه آبریز رودخانه زاب کوچک در غرب کشور است که دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های معتدل می‌باشد. میانگین دمای سالانه منطقه، حدود ١٠ تا ١١ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداکثر دما در تیرماه برابر با ٢٣/٥ درجه و حداقل دما در دی ماه با میانگین ٤- درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. میانگین تعداد روزهای یخبندان در محدوده منطقه مورد مطالعه حدود ١٠٠ روز در سال است و دوره یخبندان از اوایل آبان ماه شروع و تا اوایل فروردین ماه ادامه دارد. میانگین بارندگی سالانه منطقه بالغ بر ٥٠٠ میلی‌متر است.



شکل (١): موقعیت منطقه مورد مطالعه در شهرستان پیرانشهر، استان آذربایجان غربی

زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

از دیدگاه تقسیمات واحدهای ساختمانی – رسوبی ایران، حوضه‌ی مورد مطالعه در محدوده کمربند دگرگونی و افیولیتی زون سنندج – سیرجان می‌باشد. این زون یکی از فعال‌ترین و ناآرام‌ترین واحدهای ساختمانی ایران می‌باشد و مراحل مهم دگرگونی را تحمل کرده است [٧]. رخنمون‌های منطقه را سنگ های گوناگونی از لحاظ ترکیب و سن پدید آورده است که به طور عمده در برگیرنده سنگ‌های آذرین، رسوبی، دگرگونی از پرکامبرین تا عهد حاضر است [٨]. در گستره حوضه آبریز لاوین چای و گرده بن نیز سنگ های دگرگونی، آذرین و رسوبی رخنمون دارند. سنگ های دگرگون شده در منطقه غیرقابل نفوذ بوده و دارای تراوایی اندک می‌باشند که در این رابطه می‌توان چشمه های کم آبی همچون چشمه معدنی کانی پا در شمال غرب گردکاولان با آبدهی ١ لیتر بر ثانیه که در بخش سیلوه پیرانشهر قرار دارد را متعلق به این سنگ‌ها دانست. سنگ‌های دولومیتی سازند باروت از جمله سنگ‌های رسوبی هستند که دارای نفوذپذیری متوسط بوده و به طور متناوب با شیل‌ها قرار دارند. این سنگ ها را نیز می‌توان تقریبا غیر قابل نفوذ به شمار آورد. چشمه چرچره با دبی لحظه‌ای ١ لیتر بر ثانیه که در روستای خالدار در بخش سیلوانای پیرانشهر واقع شده است، مربوط به این طبقات سنگی است. واحد سنگی آهکی از دیگر سنگ‌های رسوبی منطقه است که از نظر سنگ شناسی از آهک های هوازده می‌باشند و دارای نفوذپذیری مناسبی هستند. اکثر چشمه‌های مورد مطالعه در این تحقیق مربوط به این طبقه سنگی می باشند. چشمه‌های پرآب برده میش، کانی پیاوان، کهنه خانه، کانی رش و کیلکه آسیاب در دشت پیرانشهر در این واحد سنگی تشکیل شده اند. پادگانه‌های آبرفتی نیز که از تناوب کنگلومرای نیمه سخت و ماسه سنگ های دانه درشت و سخت نشده با میان لایه‌هایی از

ماسه، در کناره راست رودخانه لاوین دیده می‌شوند، دارای ضخامت نسبتا زیاد بوده و نفوذپذیری زیادی نیز دارند. از تشکیلات زمین شناسی مؤثر در هیدروژئولوژی منطقه می‌توان به واحدهای سنگی سازند باروت اشاره کرد که بعضی از آن‌ها نظیر سنگ های آهکی و کنگلومرا می‌تواند اثر مثبت و بعضی همچون شیست و شیل اثر منفی بر پتانسیل آب‌های زیرزمینی داشته باشند. در مورد گسترش رسوبات آبرفتی در دشت پیرانشهر، باید گفت که ضخامت رسوبات آبرفتی بین ۲۷ تا ۱۸۵ متر تخمین زده شده است که حداکثر ضخامت آبرفت در شرق پیرانشهر مشاهده شده است. بررسی نقشه‌های هم پتانسیل نشان می‌دهد که حداکثر رقم تراز آب ۱۵۲۱/۷۷ متر در ورودی شمال غرب دشت (منطقه جلدیان) و حداقل تراز آب ۱۳۶۷/۴۷ متر در جنوب شرق دشت (روستای کاسه گران) است. بخش شمالی دشت توسط رودخانه چم اوجار و قسمت جنوب توسط رودخانه لاوین چای زهکشی می‌شود [۹]. تنوع واحدهای سنگ شناسی منطقه در جدول ۱ آورده شده است.

آثار زیست محیطی سدها

طبق بررسی‌های صورت گرفته، احداث سدها بر روی رودخانه منجر به انفصال در یکپارچگی رودخانه می‌گردد [۱۱]. آبگیری سد اثرات بی‌شماری بر فرایندهای طبیعی رودخانه داشته و در نهایت باعث تغییر ساختار اکولوژیکی اکوسیستم‌ها می‌شود. برخی از این اثرات به عنوان آثار مستقیم شناخته می‌شوند که گاهی تا چند صد کیلومتر در پایین دست سد نیز قابل مشاهده است، همانند تغییر رژیم جریان و آورد رسوب که طی آن به دلیل فقدان رسوب در پایین دست و کاهش تراز کف کانال، شرایط طبیعی رودخانه تغییر کرده و همین امر موجب تغییر در شرایط زندگی گیاهان و جانوران آبزی می‌شود [۱۲].

جدول (۱): واحدهای سنگ شناسی حوضه آبخیز پیرانشهر [۱۰]

واحد	توضیحات	سن	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
pCmt1	سنگ دگرگونی(آم فیبولیت) سنگ	پرکامبرین	۸۳۵/٤	۱/۹٦
Pr	آهک(سازند روته)	پرمین	٤۷۱۵/۷	۱۱/۰۵
db	دیاباز سنگ آهک با پلمه سنگ	کرتاسه	۹۸٦۳	۲۳/۱۱
Cm	سیاه زیرین(سازند مبارک)	کربونیفر	٤٦۷٦/۲	۱۰/۹٦
pCam	آمفیبولیت	پرکامبرین	۹٤۵۳/۸	۲۲/۱٦
pCmb	سنگ مرمر	پرکامبرین	۹۹۷/۵	۲/۳٤
Qft2	مخروط افکنه و رسوب های پادگانه	کواترنر	۲۸۲۲/۲	٦/٦۱
pd	پریدوتیت	تریاس-کرتاسه	۲۲۲۳/۹	۵/۲۱
Klsm	سنگ آهک و دولومیت	کرتاسه	۲۷۷۲/٤	٦/۵
Kfsh	پلمه سنگ خاکستری	کرتاسه	٤۳۱۰/٦	۱۰/۱

مورد دیگر تغییر درجه حرارت و دمای آب و تأثیر آن بر رفتار تغذیه‌ای و جذب غذای ماهی‌های ساکن آب شیرین است. با باز شدن دریچه تحتانی سد و رها شدن آب سرد موجود در مخزن، آثار منفی زیادی بر آبزیان به خصوص بی مهرگان در پایین دست سد خواهد داشت [۱۳]. تغییر کیفیت آب در مخازن سد یکی دیگر

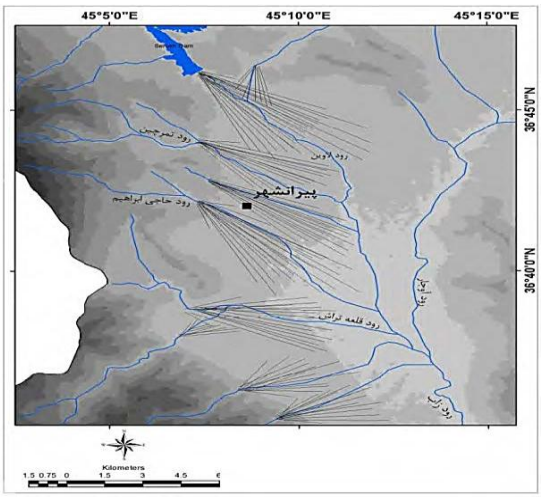
از آثار مخرب سدها بر اکوسیستم طبیعی است. تجزیه زیستی مواد موجود در مخزن می‌تواند باعث تبدیل جیوه ارگانیک به متیل جیوه شود. تجمع زیستی متیل جیوه در بافت ماهی‌ها که در بالای زنجیره غذایی هستند چندین برابر بیش‌تر از ارگانیسم‌های موجود در پایین زنجیره غذایی است که این امر می‌تواند پیامدهای قابل توجهی بر مردمی که برای تأمین غذای خود وابسته به ماهی‌ها هستند، داشته باشد [١٤]. از آثار غیر مستقیم احداث سد بر محیط زیست نیز می توان به اثر منفی تنظیم جریان رودخانه در پایین دست سد بر زندگی پرندگان و پستانداران اشاره داشت که طی قطع رژیم سیلاب‌های فصلی در طول رودخانه ایجاد می‌شود [١٥]. در بلندمدت نیز کاهش سیلاب منجر به تغییر پوشش گیاهی شده که ممکن است این پدیده برای بسیاری از پرندگان و پستانداران حائز اهمیت باشد. تبدیل رودخانه به مخزن نیز یکی دیگر از آثار مخرب سدها می‌باشد که اغلب موجب نابودی گونه‌های ساکن رودخانه می‌شود. در پایین دست سدها به واسطه تغییرات در رژیم جریان و شرایط فیزیکوشیمیایی (دما، کدورت و اکسیژن محلول) تغییرات قابل توجهی در جمعیت ماهی‌ها رخ می‌دهد. اگرچه احداث سدها تنها عامل تهدید کننده حیات ماهی‌ها نیست اما یکی از فاکتورهای اساسی در این زمینه است و تخمین زده شده است که در قرن گذشته نیمی از ماهی‌های بومی ساکن اقیانوس آرام در سواحل امریکا در اثر احداث سد از بین رفته‌اند [١٦]. سدها همچنین می‌توانند بر پوشش گیاهی اطراف رودخانه و دشت سیلابی که متأثر از اندرکنش پویای سیلاب و رسوب هستند، نیز مؤثر باشند. سدها با تغییر مقدار و گستره زیر آب رفتن دشت سیلابی و تعامل زمین و آب، باعث بهم زدن فرایند تولیدمثل گیاهان و تجاوز به زمین های مرتفع بالادستی می‌شوند که در حالت عادی مصون از سیلاب بودند. مطالعاتی در نروژ صورت گرفته که حاکی از کاهش قابل ملاحظه تنوع گیاهان ساحلی در نتیجه احداث سد می‌باشد [١٧]. وقوع سیلاب‌های زیاد ناشی از رهاسازی آب سرریزها و تخلیه کننده‌ها که موجب تغییرات عمده فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی در پایین دست سدها می‌گردد، تراوش آب از سرریزهای سد که باعث فوق اشباع شدن آب از گازهای موجود در هوا می‌شود و نهایتا جذب این حباب‌های گاز در داخل بافت ماهی‌ها که باعث بیماری و در نهایت مرگ ماهی می‌شود، از جمله آثار زیان بخش سدسازی می‌باشد. همچنین، سدها باعث کاهش غلظت مواد غذایی در پایین دست می شود و اثرات نامطلوبی بر جامعه نباتی و حیوانی آن ناحیه می‌گذارند. از سویی دیگر، دریاچه سد در بالادست سد موجب نابودی و زیر آب رفتن پوشش گیاهی و جنگلی می‌گردد و همچنین باعث از بین رفتن گونه‌های جانوری و جایگزینی با گونه‌های سازگارتر می‌شود. در دریاچه کم عمق سد، رشد و نمو گیاهان آبی موجب وارد آمدن خسارت به ماهی‌ها شده و محیط مناسبی برای تخم‌ریزی حشرات نیز فراهم می کنند و نهایتا شاید بتوان گفت از مهمترین آثار مخرب سدسازی، تغییرات سطح آب زیرزمینی است که طی آن سطح آب زیرزمینی در پایین دست سد به علت ممانعت از جریان طبیعی آب رودخانه کاهش می‌یابد. همان طور که مطرح گردید، احداث سدهای بزرگ از جنبه‌های زیست محیطی پیامدهای گوناگونی دارد که در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. اما به تاثیرگذاری آن‌ها روی آب‌های زیرزمینی کم‌تر

اشاره شده است. آب‌های زیرزمینی به‌عنوان یکی از منابع تامین کننده آب از اهمیت بالایی برخوردار هستند. کیفیت آب‌های زیرزمینی تحت تاثیر عوامل مختلفی شامل موقعیت جغرافیایی، عوامل هیدروژئولوژیکی، لیتولوژی، ترکیب شیمیایی برف و باران و خاک و گیاه منطقه می‌باشد. سدها با تاثیر بر روی این عوامل باعث تغییراتی در کمیت و کیفیت آب زیرزمینی می‌شوند. بالا آمدن سطح آب زیرزمینی سبب مشکلاتی نظیر اشباع شدن سنگ‌های زیر سطح ، ایجاد مرداب‌های راکد و تخریب بستر رودخانه‌ها در پایین دست و پدیده روان گرایی می‌شود. از سویی دیگر افت سطح تراز نیز جوانبی نظیر فرونشست زمین، خشک شدن چشمه‌ها و افزایش خطر وقوع سیل را به همراه خواهد داشت. از تاثیرات سد بر روی کیفیت آب زیرزمینی می‌توان به افزایش شوری و تغییر TDS و EC آن اشاره نمود.

تحلیل وضعیت حوضه آبریز

حوضه رودخانه زاب زیر بخشی از حوضه آبریز رودخانه‌های مرزی غرب کشور با مساحت ۵۰۰۵ کیلومتر مربع است که ۸۲ درصد آن را مناطق کوهستانی و بقیه را دره‌ها و مناطق ماهوری تشکیل داده است [۱۸]. رودخانه زاب از ارتفاعات سیاه کوه واقع در مرز ایران و عراق به نام رود لاوین سرچشمه می‌گیرد و با دریافت شاخه‌های زیوکه، تمرچین، قلعه تراش، آوجار، بادین آباد، نعلین، آبخورده، پردانان در مرز ایران و عراق در نزدیکی آبادی هرزنه، پس از دریافت شاخه پرآب چومان، وارد خاک عراق می‌شود. حداکثر جریان ماهانه رودخانه زاب به میزان ۱۳۳/۶ مترمکعب بر ثانیه و معادل ۳۵۷/۸۳۴ میلیون مترمکعب در اردیبهشت ماه و حداقل جریان ماهانه ۸/۱ مترمکعب در ثانیه و معادل ۵۶/۷۶۵ میلیون مترمکعب در شهریور ماه در ایستگاه هیدرومتری گرژال ثبت شده است. بیش‌ترین جریان سالانه رود زاب در همین ایستگاه ۴۵/۱ مترمکعب بر ثانیه و برابر ۱۴۲۲/۲۷۴ میلیون مترمکعب و کم‌ترین جریان سالانه ۸/۴ مترمکعب بر ثانیه و معادل ۲۶۴/۹۰۲ میلیون مترمکعب در سال است [۱۹]. از نظر اقلیمی این منطقه، یکی از بیشینه‌های بارشی در غرب ایران با میزان بارش سالانه ۷۰۱/۵ میلی‌متر و میانگین دمای ۱۱/۹ درجه سلسیوس می‌باشد. دشت پیرانشهر با مساحتی در حدود ۳۶۰ کیلومتر مربع در این حوضه واقع شده است که از سرشاخه‌های مهم رود زاب محسوب می‌شود. ارتفاع متوسط این دشت ۱۵۰۰ متر از سطح دریا و از نظر اقلیمی، یکی از بیشینه‌های بارشی در غرب ایران است. آب‌های زیرزمینی منطقه‌ی پیرانشهر به لحاظ تقسیمات هیدرولوژی جزو حوضه آبریز زاب محسوب می‌شوند. از آن جایی که جهت جریان آب زیرزمینی عمدتا از جهت جریان‌های سطحی و شیب توپوگرافی منطقه تبعیت می‌کند، بر همین اساس با در نظر گرفتن اینکه دشت پیرانشهر به لحاظ توپوگرافی نامتقارن است و رودخانه زاب در کناره‌های شرقی دشت جریان دارد، جهت جریان آب زیرزمینی در دشت پیرانشهر از شمال و شمال غرب به سمت جنوب و شرق و در نهایت رودخانه زاب می‌باشد. دشت پیرانشهر بر روی رسوبات آبرفتی کواترنر قرار گرفته است. این رسوبات به شکل رسوبات رودخانه‌ای و پادگانه‌های آبرفتی بوده و از قطعات گراول و ماسه در حاشیه دشت و در محل تماس با کوهستان تا سیلت و رس در قاعده مخروط افکنه‌ها تشکیل شده‌اند که جنس قطعات آن‌ها از تمام واحدهای سنگی موجود در ارتفاعات منطقه

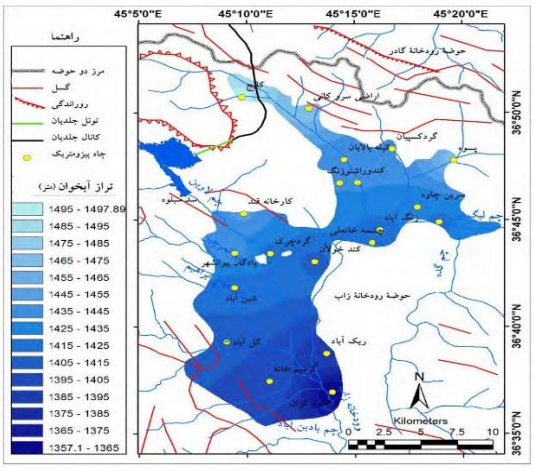
می‌باشد [۲۰]. به طور کلی این دشت مشتمل بر تعداد زیادی مخروط افکنه است که در محل خروج رودهای آوجار، لاوین، تمرچین، حاج ابراهیم، قلعه تراش و سوغانلو از کوهستان و ورود آن‌ها به دشت پیرانشهر به وجود آمده‌اند. شکل ۲ موقعیت این مخروط افکنه‌ها را در دشت پیرانشهر نشان می‌دهد.



شکل (۲): موقعیت مخروط افکنه ها در دشت پیرانشهر [۲۱]

در محدوده مورد بررسی رسوبات کف رودخانه و تراس‌های آبرفتی حاشیه رودخانه تشکیل منابع آب زیرزمینی غنی‌ای را داده‌اند. از سویی دیگر در رخنمون‌های آهکی و در میزانی کم‌تر در رخنمون‌های آذرین که بخش عمده از حوضه آبریز را پوشانده، حجم قابل توجهی آب ذخیره شده است. با توجه به اینکه بخش زیادی از نزولات جوی منطقه را برف تشکیل می‌دهد و با ذوب آن‌ها، میزان نفوذ آب در درز و شکاف سنگ‌ها زیاد است، بخشی از آب موجود در درز و شکاف و حفرات انحلالی به صورت چشمه خارج شده و بخشی توسط رودخانه زهکشی می‌شود. منابع آب زیرزمینی حوضه سد سیلوه و گرده بن اغلب منحصر به چشمه‌سارهای زیادی است که مظهر آن‌ها را در کوه‌ها و ارتفاعات اطراف حوضه شاهد هستیم.

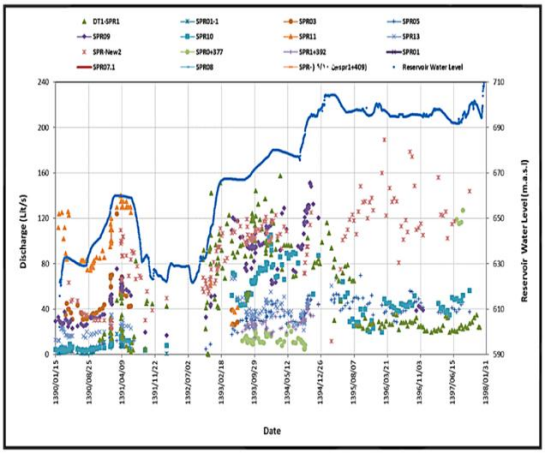
سنگ مخزن این چشمه‌ها را اغلب سنگ‌های آهکی تا آهک دولومیتی مربوط به دوره پرمین تشکیل داده است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که لایه‌های سنگی، پستی و بلندی‌ها [۲۲]، ارتفاع و شیب [۲۳] به ترتیب مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر پتانسیل آب زیرزمینی منطقه می‌باشند. در مطالعات انجام شده در منطقه، جهت شمال شرق به علت دریافت بارش بیش‌تر، نقش بیش‌تری در توان آب زیرزمینی دارد و بیش‌ترین تعداد چشمه‌ها نیز در این جهت بوده است و از جهت ویژگی‌های لیتولوژی، تناوب سنگ آهک و دولومیت و سنگ مرمر بیش‌ترین میزان تأثیر را در توان آب زیرزمینی منطقه دارا می‌باشند [۱۰]. تیموری و اسدی [۱۰]، توان آب زیرزمینی بقیه سازندها و سنگ‌های حوضه را نیز بیش از ۸۰ درصد دانسته‌اند و بیان می‌دارند که حضور پراکنده سنگ‌های دگرگونی و پلمه سنگ‌ها در منطقه، توان ذخیره آب زیرزمینی را کاهش می‌دهند. در شکل ۳، سطح تراز آب زیرزمینی در نقاط مختلف دشت پیرانشهر نمایش داده شده است.



شکل (۳): نقشه سطوح ارتفاعی آب زیرزمینی دشت پیرانشهر [۲۱]

اثر اجرای سد بر منابع آب زیرزمینی

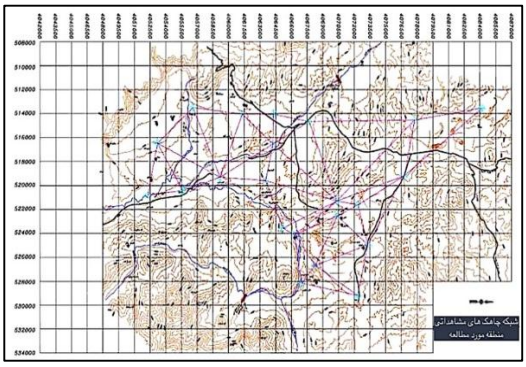
صفوی و همکاران [۲۴]، با مطالعه بر روی چشمه-های پایین دست سد سیمره بیان می‌دارند که با آبگیری مخزن سد، تراز سطح آب مخزن به تدریج افزایش می‌یابد و با توجه به افزایش گرادیان هیدرولیکی، انتظار می‌رود در صورت وجود ارتباط هیدرولیکی مشخص بین مخزن، چاه‌های مشاهده‌ای و چشمه‌های پایین دست، تغییراتی نیز در تراز سطح چاه‌ها و همچنین آبدهی چشمه‌ها مشاهده شود و به نظر می-رسد که رابطه مستقیمی میان تغییرات آبدهی چشمه‌ها با تغییرات تراز مخزن وجود دارد به طوری که با کاهش و افزایش تراز مخزن، دبی اغلب چشمه‌ها نیز کاهش و یا افزایش می‌یابد (شکل ٤). بنابراین همخوانی تغییرات دبی اغلب چشمه‌های اندازه‌گیری شده با تغییرات تراز مخزن نشان می‌دهد که این چشمه‌ها به مخزن راه داشته و از مخزن تغذیه می-نمایند.



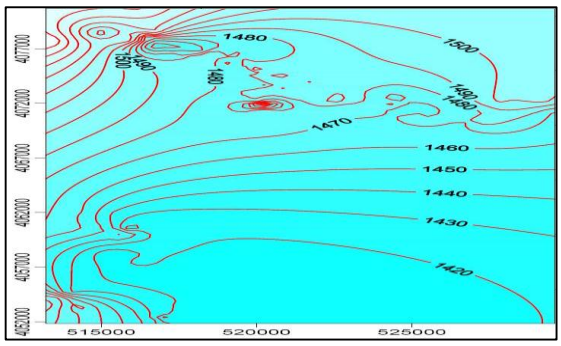
شکل (٤): تغییرات دبی‌های اندازه‌گیری شده چشمه‌های منطقه و تغییرات تراز سطح مخزن نسبت به زمان [۲۴]

در محدوده مورد مطالعه نیز بر اساس آمار سال ۱۳۸۱، تعداد ٤٥ چشمه با تخلیه سالیانه ۲۸۳۵۸۷٤۸ مترمکعب شناسایی شده است که آب آن-ها علاوه بر شرب عمدتا در کشاورزی مصرف می‌شود و این چشمه‌ها را می توان به سه گروه اصلی تقسیم نمود که عبارتند از؛ چشمه‌های بزرگ، که این چشمه-ها دائمی و به نسبت پرآب بوده و دارای شبکه سنتی می‌باشند. همانند چشمه‌های سروکانی، کهنه خانه و برده میش. آب چشمه سروکانی و برده میش فقط در کشاورزی مصرف می‌شود ولی آب چشمه کهنه خانه علاوه بر کشاورزی به مصارف شهری نیز می‌رسد. از این رو، بخشی از اراضی تحت پوشش این چشمه که سابقا به صورت زراعت آبی بودند اکنون به صورت زراعت دیم می‌باشند. آبدهی متوسط این چشمه‌ها در حدود ۱٤٥ لیتر بر ثانیه است. گروه دیگر؛ چشمه‌های متوسط هستند که این چشمه‌ها به تعداد زیاد در منطقه مشاهده می شوند و آبدهی آن‌ها عمدتا از حدود یک لیتر تا حداکثر حدود ۱٥ لیتر در ثانیه است. چشمه‌های متوسط در موقعیت‌های متفاوتی مشاهده می‌شوند. برخی از آن‌ها در دامنه تپه‌های مشرف به دشت ظاهر شده که مستقیما اراضی پایین دست خود را آبیاری می‌کنند و برخی دیگر در حاشیه دره‌های داخل دشت ظاهر شده و وارد آبراهه‌ها و رودخانه‌ها می‌شوند که در پایین دست مورد بهره برداری قرار می‌گیرند و با ظهور درکف رودخانه به رودخانه‌های منطقه، حالت زاینده می‌دهند. چشمه‌های متوسط بعضی دائمی و بعضی فصلی‌اند و نهایتا چشمه‌های کوچک که این چشمه‌ها نیز به تعداد فراوان در منطقه وجود دارند. آبدهی این قبیل چشمه‌ها خیلی کم بوده و حداکثر چند لیتر در ثانیه می‌باشد. چشمه‌های کوچک به صورت دائمی و فصلی مشاهده می‌شوند و در منطقه مورد مطالعه، موچه نام دارند و به صورت خصوصی بهره

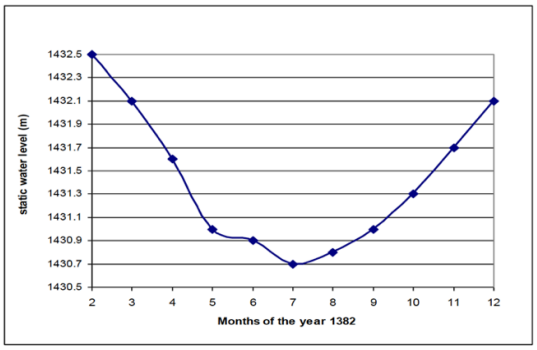
برداری می‌شوند. بر اساس آمار و اطلاعات اخذ شده از مجموع ۱۹۰ حلقه چاه حفر شده در این دشت تعداد ۲۲ حلقه چاه عمیق با تخلیه سالیانه ۵۸۶۷۳۹ مترمکعب و ۱٦۸ حلقه چاه کم عمق با تخلیه سالیانه ۱٤۷۸۰٤ مترمکعب وجود دارد که همگی در لایه آبدار آزاد حفر شده‌اند. تعدادی از چاه‌های نیمه عمیق منطقه بهره برداری نمی‌شوند و به علت عدم وجود رسوبات غیرقابل نفوذ در دشت پیرانشهر، لایه آبدار تحت فشار نیز در منطقه وجود ندارد. بنابراین، مجموع تخلیه‌ی سالیانه دشت پیرانشهر ۲۹۰۹۳۲۹۱ مترمکعب می‌باشد که از این میزان در حدود ۲۹ MCM در بخش شرب و کشاورزی به مصرف می‌رسد و بقیه آب مصرفی، در قسمت بهداشت و صنعت می‌باشد. به منظور مطالعه تغییرات سطح آب زیرزمینی و ترسیم نقشه هم پتانسیل آبخوان در منطقه، از مجموع حلقه چاه‌ها ، تعداد ۲۲ چاهک مشاهداتی مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۵). بر اساس نتایج به دست آمده متوسط تغییرات سطح آب زیرزمینی منطقه، حدود ۰/۵۰۱ متر تخمین زده شد که این سطح تراز از شمال به سمت جنوب دشت روند کاهشی را نشان می‌دهد(شکل ٦). همچنین هیدروگراف مربوط به تغییرات متوسط ماهانه ارتفاع سطح آب‌های زیرزمینی برای سال های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ نیز ترسیم گردید (شکل ۷، الف و ب) که بر طبق آن روند تغییرات سطح تراز آب زیرزمینی از اوایل اردیبهشت تا اواخر شهریورماه سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ به علت تخلیه بیش‌تر از منابع آب زیرزمینی، نزولی بوده و از مهر تا اسفندماه با تغذیه دوباره لایه آبدار منطقه، سطح تراز آب بالا می‌آید. بر اساس نمودار ذکر شده، در سال ۱۳۸۲ سطح لایه آبدار منطقه به اندازه ۰/٤ متر افت پیدا کرده است و به دنبال آن در سال ۱۳۸۳ سطح لایه آبدار منطقه مجددا به اندازه ۰/۹ متر بالا آمده است و نتیجه اینکه طی دو سال متوالی سطح تراز لایه آبدار به اندازه ۰/۵ متر افزایش یافته که بیانگر نفوذ جریانات سطحی و آب برگشتی کشاورزی به لایه آبدار مذکور است. با توجه به اینکه مساحت لایه آبدار دشت گرده بن برابر ۲۱۲ کیلومتر مربع بوده و ضریب ذخیره متوسط منطقه برابر ۳/٦ درصد پیش بینی شده است. افزایش حجم آبخوان برای دو سال متوالی در دشت گرده بن برابر ۳/۸۲ MCM می باشد.



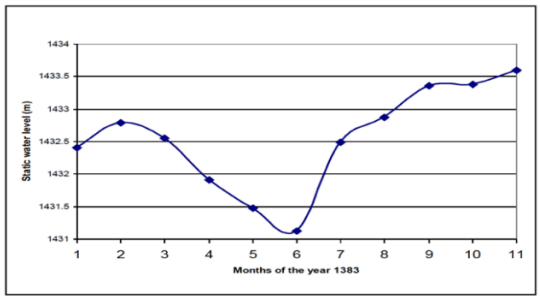
شکل (۵): شبکه چاهک‌های مشاهداتی در منطقه



شکل (٦): خطوط هم پتانسیل تراز آب زیرزمینی منطقه



الف



ب

شکل (۷): تغییرات متوسط ماهانه ارتفاع سطح آب های زیرزمینی حوضه مطالعاتی در چاهک مشاهداتی برای سال ۱۳۸۲ (الف) و ۱۳۸۳(ب)

نتیجه اینکه طبق بررسی های انجام شده بر روی سطح تراز آب‌های زیرزمینی در منطقه، به نظر می‌رسد با احداث سد و آبگیری آن، به علت ممانعت از گذر آب رودخانه اوجار، از سویی سطح لایه آبدار در منطقه بالادست سد افزایش می‌یابد که این روند صعودی سبب افزایش سطح پوشش گیاهی در مناطق بالادست خواهد شد و از سویی دیگر در پایین دست سد، سطح تراز آب زیرزمینی، روندی کاهشی خواهد داشت و از آنجایی که لایه‌های آبدار در اثر نفوذ آب‌های سطحی تغذیه می‌شوند، به دلیل شرایط خاک منطقه و نفوذپذیری کم آن‌ها، آبیاری مزارع نیز تأثیر چندانی بر افزایش سطح آب‌های زیرزمینی در دشت نداشته باشد. این نتیجه تاییدی است بر نتایج پژوهش نوین‌پور و همکاران [٤] که با بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی سد مخزنی شهر چای، دشت ارومیه، بر این باورند که اثر احداث سد در خرداد ماه سال‌های آماری به صورت معنی‌دار به صورت کاهش سطح ایستابی است و از ابتدای سال آماری اختلاف ترازها حداقل ۱/۸۵ متر و حداکثر به ۳ متر رسیده است که نشان دهنده کاهش شیب کلی حوضه به دلیل عدم تغذیه در اثر احداث سد می‌باشد و با توجه به رهاسازی آب از سد در فصول بهره‌برداری نیز همچنان روند افت در آبخوان ادامه داشته است که این موضوع نشان دهنده عدم کافی بودن میزان رهاسازی سد جهت تغذیه آبخوان می‌باشد. از سویی دیگر، افت سطح آب‌های زیرزمینی، شکاف‌های طولی کششی در زمین ایجاد می‌کند که سبب نشست زمین خواهد شد [۲۵] و مقدار این نشست بر اساس شرایط زمین شناسی منطقه و میزان فشار متغیر خواهد بود.

نتیجه گیری و پیشنهادات

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، نتایج زیر قابل پیش بینی است:

احداث سد مخزنی روی رودخانه‌هایی که در پایین دست آن مخروط افکنه وجود دارد، سبب کاهش تغذیه و افت شدید سطح آب آن و به تبع آن افت سطح آب زیرزمینی و نهایتا افزایش املاح آب زیرزمینی می‌شود.

براساس نقشه هم پتانسیل تراز آب زیرزمینی در منطقه، سطح تراز آب از شمال به سمت جنوب دشت کاهش می‌یابد. بنابراین پیش بینی می‌شود با احداث و آبگیری سد به طور معمول سطح آب‌های زیرزمینی در پایین دست سد به علت ممانعت از جریان معمول آب رودخانه، در ترازی پایین‌تری قرار گیرد که در صورت عدم تغذیه آبخوان، نشست زمین را نیز در پی خواهد داشت.

برای جلوگیری و یا کاهش آثار منفی افت سطح تراز آب‌های زیرزمینی ناشی از احداث سد، پیشنهاد می‌شود قبل از احداث سدها، ساختار زمین شناسی و سطح آب‌های زیر زمینی منطقه به خوبی مورد مطالعه قرار گیرد و اجازه داده شود مقداری از آب در طول سال به رودخانه ورود داشته باشد. کاشت گیاهان مقاوم

به شوری و آب شویی اراضی زراعی با شبکه زهکشی مناسب نیز نقش موثری در متعادل نمودن کیفی و کمی آب‌های زیر زمینی خواهد داشت.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از نظرات ارزشمند سردبیر و داوران محترم مجله کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

[۱] عباسی، ح.، ۱٤۰۱، سدسازی، فواید و معایب آن، فصلنامه علمی تخصصی زیست سپهر، دوره ۱۵، شماره ۱.

[2] Bergkamp G., Mc Cartney M., Dugan P., McNeely J. and Acreman M., 2000. Dams ecosystem functions and environmental restoration: Thematic Review II., World Commission on Dams, Cape Town.

[3]Ishida, S., Kotoku, M., Abe, E., Faza, M. A., Tsuchihara, T. and Imaizumi, M., 2003. Construction of subsurface dams and their impact on the environment, RMZ Material. Geoenviron., 50, 149-152.

[٤] عباس نوین پور، ا.، محمد حسین زاده، م.، رضایی، ح.، ۱۳۹۸، اثر احداث سد مخزنی بر نوسانات سطح آب زیرزمینی(مطالعه موردی سد مخزنی شهر چای، دشت ارومیه، ایران)، نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد بیست و ششم، شماره چهارم، ۹۳-۷۵.

[۵] نادریان‌فر، م.، انصاری، ح.، ضیائی، ع. ن.، داوری، ک.، ۱۳۸۹. بررسی روند تغییرات نوسانات سطح آب زیرزمینی در حوضه آبریز نیشابور تحت شرایط اقلیمی مختلف، فصلنامه مهندسی آبیاری و آب، شماره ۳، ص. ۳۷-۲۲.

[٦] رنجبر، م.، امینی، ت.، ۱۳۹۳، ارزیابی اثرسدها بر منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی سد سلمان فارسی -استان فارس)، جغرافیا، ۱۲،٤۰، ۲۰٦-۱۸۷.

[۷] خضری، س.، روستایی، ش.، رجایی، ع.، ۱۳۸۵، پهنه بندی و تحلیل سلولی ناپایداری دامنه‌ای در بخش مرکزی حوضه آبریز رودخانه زاب، نشریه جغرافیا و برنامه ریزی، ش.۲۲، ص.۱٤۸.

[۸] قهرودی، م.، ثروتی، م.، حسنی قارنایی، ر.، ۱۳۹۲، تحلیل ناپایداری‌های حاصل از نهشته‌های یخچالی در حوضه رود زاب کوچک، فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، ش. ٤۳، ص.٦.

[۹] صمدی، ن.، کریمی، ح.، آقازاده، ن.، ۱۳۹۲، ارزیابی هیدروژئوشیمیایی آب های زیرزمینی منطقه پیرانشهر و تعیین کیفیت آن‌ها برای مصارف مختلف، هفدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه شهید بهشتی.

[۱۰] تیموری، م.، اسدی نلیوان، ا.، ۱۳۹۹، مهم‌ترین عامل های مؤثر بر توان آب زیرزمینی در آبخیز پیرانشهر (آذربایجان غربی) با مدل Max Ent و سامانه ی اطلاعات جغرافیایی. دوره ۳۳، ش.۱، ۷۱-۵٦.

[11] Ward, J., Stanford, J., 1995. Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation. Regulated Rivers: Research & Management, V.11, Issue 1, P. 105-119. https://doi.org/10.1002/rrr.3450110109.

[۱۲] مهاجری، س.ح.، صفرزاده، ا.، صالحی نیشابوری، س. ع.، ا.، ۱۳۹٤، تعیین پروفیل سرعت طولی جریان آشفته در بسترهای زبر به روش متوسط گیری دوبل. نشریه دانش آب و خاک ایران.

[13] Carolli, M., Bruno, M., C., Siviglia, A., Maiolini, B., 2012, Responses ob benthic invertebrates to abrupt changes of temperature in flume simulations. River Research and Applications, 28: 678- 691.

[14] Bodaly, R.A., Hecky, R. E., & Fudge, R. J., P., 1984, Increases in fish mercury levels in lakes flooded by the Churchill River diversion, northern Manitoba. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 41(4), 682-691.

[15] Nilsson, C., & Dynesius, M., 1994, Ecological effects of river regulation on mammals and birds: a review. Regulated Rivers: Research & Management, 9(1), 45-53.

[16] Chaterjee, P., 1997. Dam busting. New Scientist, 2082, 34- 37.

[17] Nilsson , C., Jansson, R. & Zinko, U., 1997, Longterm responses of river – margin vegetation to water – level regulation. Science, 276 (5313), 798-800.

[۱۸] سالنامه آماری آب کشور.، ۱۳۹۰، وزارت نیرو، دفتر برنامه ریزی کلان آب و آبفا.

[۱۹] اولویت‌های تحقیقاتی، ۱۳۹۳، وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب ایران و شرکت‌های زیرمجموعه.

[۲۰] رضازاده، ع.، عباسی، م.، ۱۳۹۲، تونل انتقال آب گلاس جهت احیای دریاچه ارومیه. سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره بین المللی تخصصی علوم زمین. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

[۲۱] قنواتی، ع.، خضری، س.، طالب پور اصل، د.، ۱۳۹٤، ارزیابی اثرات انتقال آب بین حوضه‌ای بر مخازن زیرزمینی و نشست زمین (مطالعه موردی: انتقال آب رودخانه زاب به دریاچه ارومیه). فصلنامه پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۲، ٤٤-۲۹.

[22] Rahmati, O., Golkarian, A., 2018, Use of a maximum entropy model to identify the key factors that influence groundwater availability on the Gonabad Plain, Iran. Environmental Earth Sciences, V. 77, Issue 10. 10.1007/s12665-018-7551-y.

[23] Razavi, V., Mesgari, M., Kazemi, K., 2017, Evaluation and comparison of frequency ratio, statistic index and entropy methods for groundwater potential mapping using GIS (Case Study: Jahrom Township). Journal of EcoHydrology. 4(3): 725–736. (In Persian).

[۲٤] صفوی، ش.، فقیهی راد، ش.، کاردان مقدم، ح.، مشکاتی، س.، م.، ح.، شریفی منش، ح.، امیر سلیمانی، ح.، ۱٤۰۲، ارزیابی اثرات آبگیری سد سیمره بر تراز آب زیرزمینی پیرامون ساختگاه و آبدهی چشمه‌های پائین دست. نشریه مهندسی عمران امیر کبیر. دوره ۵۵، ش. ٦، ۱۱۷۹-۱۱۹٤.

[25] Scott, R.F., 1979, Subsidence- revaluation and prediction of subsidence, Ed. By Saxema, S, K, Proc. Cnof. ASCE, Gainsville, PP. 1-25.

"Research article"

Environmental impacts assessment of dams on groundwater sources (A case study: Gerdeh Bon Dam, West Azerbaijan)

Vahabi E.[1], Baharlouei Yancheshmeh S.[2*]

[1]M.Sc, Dept. of Geology, Ahar Branch, Islamic Azad University, Ahar, Iran.
Email: edrisvahabi@yahoo.com
[2]Assistant Professor, Dept. of Geology, Ahar Branch, Islamic Azad University, Ahar, Iran
Email: somayehbaharluie@gmail.com

Abstract
Although dams are beneficial for human life by providing drinking water, irrigation and drainage, providing hydroelectric energy and economic and social development, but they also cause irreparable environmental effects on the surrounding ecosystem. among the most destructive of these effects are changes in the level of underground water in the region, which usually falls downstream due to the obstruction of the natural flow of the river. in this research, the situation of the groundwater level in the area of Gerdeh Bon Dam site, has been investigated as a case study. the study of the hydrogeological situation, the annual fluctuations of the aquifer level and also the investigation of the isopotential map of the underground water level in the region show the decreasing trend of the water level from the north to the south of the plain and it is expected that after dam impoundment, the underground water level in the downstream reaches a lower level due to the obstruction of the normal flow of Cham Ojar river water. this event will result in land subsidence if the aquifer is not fed.

Keywords: Environmental impacts, Groundwater sources, Dam, Gerdeh Bon, West Azerbaijan