

## بررسی تاثیر ساختگاه سد زیرزمینی بر کیفیت آب زیرسطحی در سد زیرزمینی سنگانه کلات

علی باقریان کلات<sup>۱\*</sup>، علی اکبر عباسی<sup>۲</sup>، غلامرضا لشکری پور<sup>۳</sup> و محمد غفوری<sup>۳</sup>

۱- کارشناس ارشد پژوهشی و استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

۳- اساتید گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

Email: Alibagheriankhalat@yahoo.com

### چکیده

بررسی‌هایی که در این تحقیق صورت گرفت نشان داد که بر اساس اطلاعات حاصل از بررسی کیفیت نمونه های آب چاه مطالعاتی در زمان قبل و بعد از احداث سد زیرزمینی، میانگین EC آب در محل ساختگاه سد زیرزمینی در قبل و بعد از اجرای سد به ترتیب برابر ۵۸۰۰ و ۶۷۰۰ میکروموس بر سانتیمتر می‌باشد. آماربرداریهایی که به صورت ماهانه از کیفیت آب و به صورت روزانه از تغییرات سطح آب چاه مطالعاتی واقع در مخزن سد زیرزمینی سنگانه به عمل آمد نشان داد که این سد در هر نوبت آبیگری تا حدود ۸۰۰۰ مترمکعب قابلیت ذخیره آب زیرسطحی را دارا می‌باشد. کاهش کیفیت آب استحصالی نیز در اثر ماندگاری در مخزن سد، حداکثر ۱۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر است که در شرایط کمبود شدید آب شرب دام در منطقه، مشکل خاصی را ایجاد نکرده است. این بررسی نشان داد که عوامل زمین شناسی و هیدروژئولوژیکی باعث افت کیفی آبها گردیده است. وجود تشکیلات مارنی و شیل‌های مارنی و تماس آنها با آبهای سطحی و زیرسطحی باعث تخریب کیفیت آبهای زیر زمینی منطقه می‌گردد. این تشکیلات در قسمتهای پایین دست حوزه، سنگ کف و تکیه گاههای سد زیرزمینی را تشکیل می‌دهد. لذا اثر این سازند در قسمتهای پایین دست منطقه بر روی کیفیت آبهای زیر سطحی بیشتر بوده و در اثر ماندگاری آب در مخزن سد زیرزمینی موجب افزایش EC و غلظت آبها می‌گردد.

کلمات کلیدی: سد زیرزمینی سنگانه، کیفیت آب

### ۱- مقدمه

در دهه اخیر در اثر رشد جمعیت، مصرف جهانی آب افزایش یافته است به طوری که از آغاز قرن بیستم تاکنون مصرف آب شیرین در جهان هفت برابر شده و به ۳۰۰۰ کیلومتر مکعب در سال رسیده است. پیش بینی می‌شود که این مقدار در ۳۰ سال آینده حدود ۵۰ درصد افزایش یابد. کمبود و آلودگی آبها تا آنجا پیش رفته است که روزانه حدود ۵۹۰۰۰ نفر در جهان در اثر آن جان خود را از دست می‌دهند که این موضوع یک معضل بزرگ جهانی است (ولایتی، ۱۳۸۳).

در مقیاس جهانی، برای مناطق خشکی که دسترسی به منابع معمول آب نظیر چاه و رودخانه دائمی ندارند یکی از راه‌حل‌هایی که برای تأمین آب (معمولاً در مقیاس کوچک) پیشنهاد شده است استفاده از سدهای زیرزمینی است. سد زیرزمینی جریان آب زیرزمینی (زیرقشری) را مسدود کرده و آب را در زیر سطح ذخیره می‌نماید. سد زیرزمینی همچنین می‌تواند به عنوان سازه ای جهت انحراف آب زیرزمینی مورد استفاده قرار گیرد (سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۷۲). سد زیرزمینی سازه ای است که آبرفت طبیعی را به صورت مصنوعی تغذیه می‌کند (JGRC, 2004). آبخوان‌های مسدود شده به وسیله سدهای زیرزمینی معمولاً از نوع کم عمق هستند و این نشان می‌دهد که نوع سفره آزاد است (نیلسون، ۱۳۸۲). فن احداث و استفاده از سدهای زیرزمینی در کشور ما دارای قدمتی نظیر حفر قنوات است (داودی و همکاران، ۱۳۸۰) که به خاطر بی‌توجهی و عدم استفاده از تکنولوژی نوین جهت

توسعه و بهره‌برداری از آن دچار رکود و فراموشی گردیده است (صفی نژاد و دادرس، ۱۳۷۹). حدود نیمی از سدهای زیرزمینی دنیا در قاره آفریقا احداث شده و تعداد زیادی از این سدها در نواحی نیمه خشک واقعند (JGRC, 2001). بی‌تردید سدهای زیرزمینی در مناطق روستایی کشورهای در حال توسعه که شرایط آب و هوایی خشکی دارند، از محاسن بیشتری نسبت به سدهای سطحی برخوردارند، به ویژه آن که ریسک آلودگی محتمل و تبخیر آب را کاهش می‌دهند (Hanson & Nilsson, 1986). آب‌ها عمدتاً برای شرب، مصارف کشاورزی و صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند لذا معیارهای کیفی تابع نوع استفاده از آب بر مبنای استانداردهای آن است. معیارهای کیفی آب، مقادیری از مواد محلول در آب بوده که معنای زیست محیطی دارند (Fetter, 1999). مقدار سدیم و املاح موجود در آب مهم ترین معیارهای کیفی در طبقه بندی آب از نظر کشاورزی می‌باشند (علیزاده، ۱۳۸۳). کیفیت آب زیرسطحی که در مخزن سد زیرزمینی ذخیره می‌شود تا حدود زیادی به واکنشهای شیمیایی وابسته است که آب زیرسطحی با سنگ بستر و نهشته‌های آبرفتی مخزن سد زیرزمینی انجام می‌دهد (Yadav and Chakrapani, 2006). در اغلب موارد مخزن سدهای زیرزمینی نسبتاً کوچک بوده و برای شرب انسان، دام و کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع در شمال غرب و نیز مناطق شمالی تبت در کشور چین با بارندگی متوسط سالانه حدود ۲۰۰ میلی‌متر و توزیع نامناسب فصلی دچار کم‌آبی شدید می‌باشند. احداث سدهای زیرزمینی با هدف کنترل و بالا آوردن سطح سفره‌های آب زیرزمینی و نگهداری آن در داخل لایه آبرفتی به طوری که در زمان مورد نیاز بتواند برای آبیاری اراضی مورد استفاده قرار گیرد از روش‌های معمول تأمین آب در این مناطق می‌باشد. اجزای این طرح شامل یک پرده دیافراگم به عنوان مانع عبور جریان و تعدادی چاهک و یا گالری برای بهره‌برداری از مخازن می‌باشد (Luo, 1992).

منطقه سنگانه کلات در استان خراسان رضوی در فاصله چند کیلومتری مرز واقع شده و علیرغم نیاز شدید به آب، بخشی از آب زیرسطحی منطقه بدلیل شیب و شرایط توپوگرافی از کشور خارج شده و وارد کویر ترکمنستان می‌شد. جهت رفع بحران شدید آب در منطقه و تأمین منبع آب پایدار برای شرب دام عشایر با انجام بررسیهای لازم مشخص گردید که در این منطقه از نظر فنی امکان تأمین آب مورد نیاز عشایر از طریق احداث سد زیرزمینی امکانپذیر است. آب زیرسطحی در محل ساختگاه سد زیرزمینی از نظر کیفی و کمی برای شرب مناسب است لذا در سال ۱۳۸۹ سد زیرزمینی سنگانه احداث و به بهره‌برداری رسید. در این مقاله به اختصار ویژگیهای کیفی آب زیرسطحی موجود در مخزن سد و علل تغییرات کیفی آن مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه

حوزه آبریز سد زیرزمینی سنگانه با دارا بودن مساحت ۶۰۰ هکتار، در استان خراسان رضوی و در فاصله ۹۵ کیلومتری شمال شرقی مشهد و در ۵ کیلومتری شمال غرب روستای سنگانه کلات قرار دارد. این حوزه در محدوده ۳۵° ۱۱' تا ۶۰° ۵۲' ۱۳" و ۶۰° طول شرقی و ۲۹° ۴۳' تا ۳۶° ۰۲' ۴۵" عرض شمالی واقع است. این آبخیز در ۷۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان کلات نادری واقع است. مناسبترین راه دسترسی به منطقه استفاده از جاده آسفالتی مشهد-کلات است. در کیلومتر ۷۵ این جاده، جاده فرعی روستای سنگانه به طرف شمال شرق جدا می‌شود. از این نقطه تا منطقه مورد مطالعه، بایستی جاده شوسه ای به طول ۱۸ کیلومتر طی شود که پس از گذر از روستای سنگانه، حدود ۴ کیلومتر نیز در مسیر جاده شوسه سنگانه- قره تیکان به طرف غرب امتداد می‌یابد.

شرایط اقلیمی منطقه به دلیل واقع بودن در مجاورت صحرای ترکمنستان با سایر بخشهای استان تفاوت بارزی را دارد. تفاوت دمای بین شب و روز و همچنین بین گرمترین و سردترین روزهای سال نسبت به مناطق همجوار بیشتر است. متوسط بارندگی سالانه منطقه حدود ۱۹۰ میلیمتر بوده و میزان تبخیر سالانه حدود ۲۲۰۰ میلیمتر است. با استفاده از اقلیم‌نمای دوما رتن منطقه مورد مطالعه دارای اقلیم نیمه خشک نزدیک به خشک می‌باشد.

## ۲-۲- روش تحقیق

جهت بررسی تاثیر احداث سد زیرزمینی بر وضعیت کیفی آب زیرسطحی در محل ساختگاه سد، از چاه مطالعاتی موجود در ساختگاه سد زیرزمینی، در سالهای قبل و بعد از احداث سد در دفعات متعدد نمونه برداری آب انجام گرفت. برخی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب زیرسطحی مربوط به زمان قبل و بعد از احداث سد زیرزمینی به دقت مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

## ۲-۲-۱- بررسی‌های کمی و کیفی ساختگاه سد قبل از احداث آن

آبراهه اصلی در حوزه مورد مطالعه در محدوده ساختگاه سد فاقد دبی پایه و یا حتی فصلی است. تنها در مواقعی که (غالباً در اواخر زمستان و در اوایل فصل بهار) در منطقه بارشهایی با شدت زیاد می‌بارد بخش قابل توجهی از روانابهای حاصل بصورت سیلاب از حوزه خارج می‌شود. لذا آبراهه اصلی در محل ساختگاه سد یک مسیل می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی آبدهی چاه‌ها و چشمه موجود در منطقه در جدول (۱) ارائه شده است. این بررسی نشان داد که در منطقه یک دهنه چشمه وجود دارد. دبی متوسط چشمه حدود ۰/۵ لیتر در ثانیه است. این چشمه در سال‌های پرباران تقریباً در کل سال آب دارد اما در سال‌هایی که میزان بارندگی کم می‌باشد در فصل تابستان بشدت کم آب شده و در بعضی سالها نیز خشک می‌شود. میزان تخلیه سالانه منابع آب حوزه حدود ۷۸۸۴۰ متر مکعب است. از این مقدار حدود ۱۵۷۶۸ متر مکعب از چشمه تخلیه شده و مابقی آن یعنی حدود ۶۳۰۷۲ متر مکعب از چاه‌های دامداری استحصال می‌شود.

جدول ۱- مشخصات منابع آب منطقه.

تخلیه سالیانه (متر مکعب)	دبی (lit/s)	علامت اختصاری	نوع منبع آب
۱۲۶۱۴/۴	۰/۴	W1	چاه دستی
۱۲۶۱۴/۴	۰/۴	W2	چاه دستی مطالعاتی
۹۴۶۰/۸	۰/۳	W3	چاه دستی
۶۳۰۷/۲	۰/۲	W4	چاه دستی
۱۲۶۱۴/۴	۰/۴	W5	چاه دستی
۹۴۶۰/۸	۰/۳	W6	چاه دستی
۱۵۷۶۸	۰/۵	S1	چشمه
۷۸۸۴۰	۲/۵	مجموع	

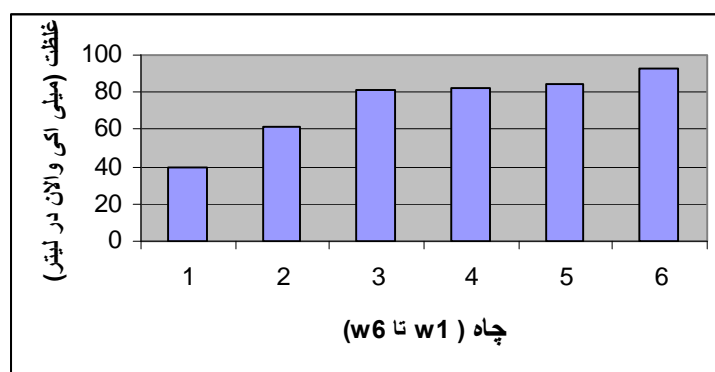
بررسی وضعیت آب زیرزمینی در محل ساختگاه سد زیرزمینی که بر روی یک حلقه چاهک مطالعاتی و همچنین چاههای بهره برداری آب شرب دام عشایر انجام شد نشان داد که آب زیرسطحی در این محل در عمق ۱۱ متری از سطح زمین قرار دارد. با استفاده از توپوگرافی بستر رودخانه و سنگ کف، نقشه هم ضخامت آبرفت و با بهره گیری از نرم افزار Sufer حجم مخزن

سدزیرزمینی برابر ۱۱۶۴۶۸ متر مکعب (با فرض ساخت سد تا ارتفاع ۲- متری از سطح زمین) محاسبه گردید. با در نظر گرفتن ضریب ذخیره ۷ درصد، میزان ۸۱۵۳ متر مکعب قابلیت ذخیره سازی آب در رسوبات بالادست سد وجود دارد. اطلاعات مربوط به آنالیز نمونه های آب چاه مطالعاتی (W2) در زمان قبل و بعد از احداث سدزیرزمینی در جدول (۲) ارائه شده است. میانگین EC آب در این نقطه در قبل و بعد از اجرای سد به ترتیب برابر ۵۸۰۰ و ۶۷۰۰ میکروموس بر سانتیمتر می باشد. با توجه به کمبود آب شرب دام و خرید آبهایی با شوری تا ۱۱۵۰۰ میکروموس بر سانتیمتر، آب موجود در ساختگاه سد برای شرب دام مناسب می باشد. به دلیل رخداد خشکسالیهای متمادی، میزان جریان آب زیرسطحی در دهه اخیر کاهش زیادی داشته و به کمتر از ۱ لیتر در ثانیه رسیده و این موضوع موجب خشک شدن اغلب چاههای دامداری منطقه شده است. با پمپاژ آب زیر سطحی در اواسط تابستان سال ۱۳۸۸، دبی جریان آب زیرسطحی حدود ۰/۷۳ لیتر بر ثانیه تعیین شد (شکل ۱). البته در فصول پاییز و زمستان که فصول ترسالی حوزه بشمار می رود و زمان حضور عشاير در منطقه می باشد بدلیل بروز بارندگی و ایجاد رواناب، دبی آب زیرسطحی افزایش قابل ملاحظه ای یافته و به ویژه در ایام بارندگیها افزایش جریان زیرسطحی کاملاً مشهود می باشد.



شکل ۱ - تصویری از پمپاژ آب زیرسطحی به منظور تعیین دبی جریان زیرسطحی در ساختگاه سدزیرزمینی

بررسی کیفیت شیمیایی آب زیر سطحی برای مصارف مختلف قبل از احداث سدزیرزمینی نتایج آنالیز نمونه های آب شش حلقه چاه دستی در منطقه (شکل ۲) نشان می دهد که نمونه آب چاه شماره ۱ (W1) با دارا بودن غلظت ۳۹/۳ میلی اکی در لیتر دارای کمترین غلظت بوده و چاه شماره ۶ (W6) با غلظت ۹۳/۲ میلی اکی والان در لیتر دارای بیشترین غلظت می باشد.



شکل ۲ - نمایش دیاگرام ستونی کیفیت نمونه های آب چاههای منطقه

### کیفیت آب چاههای منطقه برای شرب انسان

بررسی کیفیت آب چاههای دامداری منطقه نشان می دهد که نمونه آب چاه W1 که در بالادست منطقه واقع است دارای کمترین EC بوده و هدایت الکتریکی آن حدود ۴۵۰۰ میکروموس بر سانتیمتر است. این چاه دارای آب بهتری از نظر کیفی می باشد. در طرف مقابل، چاه W6 که در پایین دست منطقه واقع است با داشتن EC حدود ۸۲۰۰ میکروموس بر سانتیمتر دارای بدترین آب از نظر کیفی می باشد. هدایت الکتریکی سایر چاهها بین این دو چاه قرار می گیرد. قابل ذکر است سنگ بستر شیل مارنی و تماس آب با املاح مختلف مهمترین علت افزایش شوری آب چاهها در پایین دست منطقه می باشد. به طور کلی آب هیچیک از این چاهها برای شرب انسان مناسب نمی باشد.

### کیفیت آب چاههای منطقه برای شرب دام

آکادمی ملی علوم و آکادمی ملی مهندسی در سال ۱۹۷۲ استاندارد را در این زمینه پیشنهاد نموده است. TDS کمتر از ۳۰۰۰ میلیگرم در لیتر، غلظت مس کمتر از ۰/۵ و مجموع یونهای نیتريت و نترات کمتر از ۱۰۰ میلیگرم در لیتر از ویژگی هایی است که می بایست آب مصرفی دامها داشته باشد. بررسی کیفیت آب چاههای منطقه نشان می دهد که چاه دامداری رحمانی که در فاصله حدود یک کیلومتری بالادست محل محور سد واقع است از نظر میزان TDS برای شرب دامها بسیار مناسب بوده و TDS آب سایر چاههای منطقه از ۳۰۰۰ میلی گرم در لیتر بیشتر است. از آنجا که در سالهای قبل از احداث سد زیرزمینی بدلیل کمبود شدید آب جهت شرب دامها، عشایر آبهایی را که شوری حدود ۱۰۰۰۰ تا ۱۱۵۰۰ میکروموس بر سانتیمتر داشته و TDS آنها بیشتر از ۶۰۰۰ میلیگرم در لیتر است را با پرداخت مبالغ گزاف از خارج از حوزه خریداری و استفاده می نمایند لذا با توجه با محدودیت شدید منابع آب در منطقه، استفاده از آبهایی با TDS ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ نیز برای شرب دامها توجیه خواهد داشت. با توجه به افزایش TDS و شوری آب در چاههای واقع در پایین دست منطقه، محل احداث محور سد پیشنهادی لزوماً بایستی در جایی انتخاب شود که علاوه بر وجود آبرفت مناسب، TDS و شوری آب نیز حتی المقدور کم باشد. لذا با بررسی هایی که صورت گرفت مشخص گردید که محل حفر چاه جدید (W2) که دارای شوری حدود ۵۸۰۰ میکروموس بر سانتیمتر بوده و میزان TDS آن نیز کمتر از ۴۰۰۰ میلی گرم در لیتر است برای احداث سد زیرزمینی مناسب می باشد.

### کیفیت آب چاههای منطقه از لحاظ کشاورزی

در بررسی کیفیت آب آبیاری با استفاده از نمودار طبقه بندی آب آبیاری بر اساس استاندارد آزمایشگاه شوری آمریکا (دیاگرام ویلکوکس)، بر اساس میزان دو پارامتر درجه شوری و درصد جذب سدیم نمونه آب، آبهای آبیاری به ۱۲ گروه تقسیم شده است. در این تقسیم بندی گروه C1S1 بهترین آب و گروه C4S4 بدترین آب از نظر کشاورزی می باشد. ضمناً آبهایی که خارج از این گروه های ۱۲ گانه قرار بگیرند به هیچ وجه برای کشاورزی مناسب نیستند. برای تعیین وضعیت آب چاههای منطقه از نظر کشاورزی، نتایج مربوط به آنالیز درجه شوری و درصد جذب سدیم کلیه نمونه های چاههای منطقه (جدول ۲) خارج از گروه های ۱۲ گانه دیاگرام ویلکوکس قرار گرفته و لذا بر اساس طبقه بندی آب آبیاری استاندارد آزمایشگاه شوری آمریکا برای آبیاری مناسب نمی باشد. در این خصوص لازم بذکر است که از آبهایی با همین کیفیت و حتی با کیفیتی به مراتب بدتر در مناطق همجوار برای آبیاری مزارع گندم و پنبه استفاده می شود.

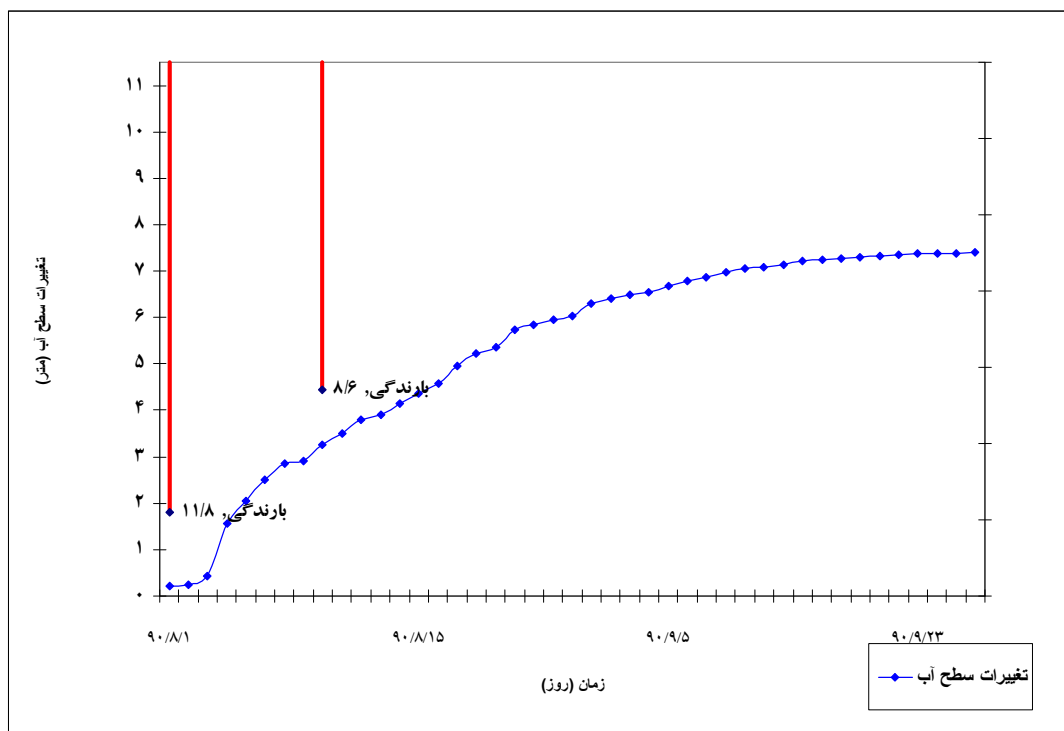
جدول ۲ - میانگین نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های آب در منطقه مورد بررسی

نوع منبع	علامت اختصاری	PH	EC $\mu\text{moh}/\text{Cm}$	SUM of Cations (Meq/lit)	SUM of Anions (Meq/lit)	TDS Meq/lit	SAR
چشمه	S1	۶/۸	۷۰۰	۱۵/۸	۱۶/۵	۴۵۰	۰/۹۷
چاه دامداری (چاه رحمانی)	W1	۶/۷	۴۵۰۰	۳۹/۳	۴۰/۷	۲۸۸۰	۵/۱۵
چاه پیزومتر جدید (قبل از احداث سد)	W2	۷/۲	۵۸۰۰	۶۱/۲	۵۹/۶	۳۸۴۰	۵/۹۶
چاه دامداری (حاج برات رسولی)	W3	۷/۲	۷۴۰۰	۸۱/۱	۸۰/۹	۴۷۴۰	۶/۲۳
چاه دامداری (چاه ادیبان)	W4	۶/۹	۷۵۰۰	۸۲/۵	۸۱/۳	۴۸۰۰	۶/۲۶
چاه دامداری (چاه اقبالی)	W5	۷	۷۹۰۰	۸۴/۸	۸۱/۸	۵۰۶۰	۶/۸۶
چاه دامداری (حاج حیدر حمیدی)	W6	۷	۸۲۰۰	۹۳/۲	۹۴/۷	۵۲۵۰	۷/۵
چاه پیزومتر جدید (بعد از احداث سد)	W2	۷	۶۷۰۰	۶۸/۳	۶۹/۱	۴۲۸۸	۶/۱۶

### ۲-۲-۲- وضعیت هیدروژئولوژی حوزه پس از احداث سد زیرزمینی در محل مخزن سد زیرزمینی

بیش از دو سال از احداث سد زیرزمینی و بهره برداری از آن گذشته است. در این مدت به صورت ماهانه از کیفیت آب و به صورت روزانه از تغییرات سطح آب چاه مطالعاتی واقع در مخزن سد آمار برداریهای لازم به عمل آمد. نتایج اندازه گیریها نشان داد که سد زیرزمینی سنگانه در هر نوبت آبیگری تا حدود ۸۰۰۰ مترمکعب قابلیت ذخیره آب زیرسطحی را دارا می باشد. بررسی ها نشان داد که در مدت بررسی، عمق آب در چاههای داخل مخزن سد زیرزمینی از حدود ۰/۳ متر (نزدیکی سنگ بستر) به حدود ۷/۵ متر رسیده است (شکل ۳). به عبارت دیگر قبل از احداث سد، سطح آب زیرسطحی در چاه مطالعاتی واقع در ساختگاه سد در عمق ۱۱ متری از سطح زمین قرار داشت که پس از گذشت چندماه از احداث سد و با پر شدن مخزن سد، سطح آب تا ۳/۵ متری سطح زمین بالا آمد و طی مدت بهره برداری از آب، همواره در چاههای بهره برداری ستونی از آب به عمق حدود ۷/۵ متر برای استفاده جهت شرب دامها در دسترس بود.

مطالعه وضعیت کمی و کیفی آب زیرسطحی نشان داد که پس از احداث سد زیرزمینی، آب شربی با کیفیت مورد قبول برای بیش از ۱۵۰۰۰ راس دام عشایر تامین شده است. در منطقه قبل از احداث سد، دامداران کمبود آب شرب دامهایشان را با پرداخت هزینه زیاد و با استفاده از تانکرهای سیار تامین می کردند. شوری آبهای خریداری شده عمدتاً بین ۱۰۰۰۰ تا ۱۱۵۰۰ میکروموس بر سانتیمتر بود. آنالیز نمونه هایی که به صورت ماهانه از چاههای بهره برداری واقع در مخزن سد زیرزمینی گرفته شد نشان داد که نمونه های آب دارای شوری ۶۰۰۰ تا ۷۵۰۰ میکروموس بر سانتیمتر بوده و برای شرب دام مناسب می باشد. افزایش قابل ملاحظه در شوری آب متاثر از زمان ماندگاری آب و تماس با شیلهای مارنی و نهشته های دارای املاح ژپس و نمک می باشد.



شکل ۳ - تغییرات سطح آب در مخزن سد زیرزمینی سنگانه کلات پس از آبیگری

### ۳- نتیجه گیری

این بررسی نشان داد که در منطقه مورد مطالعه تشکیلات زمین شناسی منطقه بر روی کیفیت آب منطقه تاثیر گذاشته و باعث افت کیفی آبها گردیده است. وجود تشکیلات مارنی و شیلهای مارنی و تماس آنها با آبهای سطحی و زیرسطحی باعث تخریب کیفیت آبهای زیر زمینی منطقه می گردد. این تشکیلات در قسمتهای پایین دست حوزه، سنگ کف و تکیه گاههای سد زیرزمینی را تشکیل می دهد. لذا اثر این سازند در قسمتهای پایین دست منطقه بر روی کیفیت آبهای زیر سطحی بیشتر بوده و موجب افزایش شوری و غلظت آبها می گردد. علاوه بر عامل زمین شناسی، عامل هیدرو ژئولوژیکی نیز در کنترل و تغییر کیفیت آبهای زیر زمینی منطقه مؤثر می باشد. طبق قوانین هیدروژئولوژیکی در جهت جریان، کیفیت آب از محل تغذیه به طرف محل تخلیه تغییر یافته و شورتر می گردد. به همین دلیل آب چاههای پایین دست حوزه مانند چاه W6 نسبت به آب چاههای بالا دست حوزه مانند چاه W1 شورتر می باشد. در منطقه نهشته ها و رسوبات از قسمتهای بالادست حوزه به طرف قسمتهای پایین دست حوزه دانه ریزتر می شوند. این امر منجر به حرکت کندتر آبهای زیر زمینی در مناطق پایین دست حوزه و در نتیجه زمان ماندگاری بیشتر آب در بین رسوبات شده و در نهایت باعث افزایش غلظت آب می گردد. در مخزن سد زیرزمینی حجم قابل توجهی از آب زیرسطحی مازاد بوده و عملاً در شرایط فعلی مورد استفاده قرار نمی گیرد. در نتیجه به دلیل افزایش قابل ملاحظه در زمان ماندگاری آب، انحلال بخشی از املاح قابل حل و ورود آن به آب موجب افزایش املاح و شوری آب مخزن زیرزمینی شده است. ناگفته نماند که بررسیهایی که به صورت ماهانه بر روی کیفیت آب مخزن سد صورت می گیرد نشان می دهد که نرخ افزایشی در میزان املاح و شوری آب مخزن سد در شرایط کنونی تقریباً به میزان ثابتی درآمده و در چند ماه اخیر میزان EC آب بین ۷۰۰۰ تا ۷۳۰۰ میکروموس بر سانتیمتر در نوسان بوده است. چنانچه بتوان برای آب مازاد موجود در مخزن سد نیز برنامه ریزی مناسبی ارائه داد به

نظر می‌رسد پس از اینکه به تدریج از میزان املاح موجود در سنگ کف و نهشته‌های مخزن سد کاسته شد، به تدریج از میزان املاح آب و شوری آن کاسته شده و یا حداقل در همین میزان باقی بماند.

## منابع

- داودی، م.ه.، جواد طباطبایی یزدی و س. نبی‌پی لشکریان. ۱۳۸۰. مدیریت و استحصال آب به کمک سدهای زیرزمینی. مجموعه مقالات همایش آبخیزداری و مدیریت استحصال آب در حوزه‌های آبخیز. صص ۲۶۳-۲۵۸.
- سازمان برنامه و بودجه. ۱۳۷۲. سدهای زیرزمینی، تکنیکی جدید در توسعه منابع آب زیرزمینی. طرح بررسی مطالعات منابع آب و پژوهش در بهره‌برداری بهینه از تأسیسات آبی موجود. نشریه شماره ۸ ص ۶۵.
- صفی نژاد، ج. و ب. دادرس. ۱۳۷۹. سد زیرزمینی قنات وزوان- میمه اصفهان. مؤسسه گنجینه ملی آب ایران. ص ۲۴۰.
- علیزاده، ا. ۱۳۸۳. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ هفتم، ۷۷۶ صفحه.
- مقیمی، ه. ۱۳۸۵. هیدروژئوشیمی. انتشارات دانشگاه پیام نور. ۲۱۳ صفحه.
- نیلسون، آ.، ترجمه طباطبایی یزدی، ج. و نبی‌پی لشکریان، س. ۱۳۸۲، سدهای آب زیرزمینی جهت تامین آب در مقیاس کوچک، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. ۹۷ صفحه.
- ولایتی، سعدا...، ۱۳۸۳، جغرافیای آبها، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۳۲ صفحه.
- Fetter, C. W., 1999. Contaminant Hydrogeology. (2nd ed) Prentice Hall Inc., New Jersey, 485 p.
- Hanson, G. and A. Nilsson. 1986. Ground water dams for rural water supplies in developing countries. Groundwater, vol.24.No.4.pp:497-506.
- JGRC (Japan Green Resources Corporation), "Subsurface dams for agricultural use in subtropical regions," Japan Green Resources Agency, 2001, p. 6.
- JGRC (Japan Green Resources Corporation), "Technical reference for effective groundwater development," Japan Green Resources Agency, 2004, p. 325.
- Luo, D.1992. The utilization measures of rainwater in the rural areas of China, IRCSA, Regional Conference. 1992. pp:612-614.
- Yadav SK and Chakrapani GJ, "Dissolution kinetics of rock-water interactions and its implications," Current Science, Vol. 90, No. 7, 2006, pp. 932-937.