

تعیین لایه ی نشتی و بررسی مکانیسم نشت از تکیه گاه چپ سد آغ چای (آذربایجان غربی) با استفاده از مطالعات هیدروژئولوژی

عبدالرضا واعظی هیر^۱، نعیمه اسماعیل نیا^۲

تاریخ ارسال ۱۳۹۴/۱۰/۰۳

تاریخ پذیرش ۱۳۹۶/۰۸/۰۱

چکیده

سد خاکی آغ چای با هسته رسی در استان آذربایجان غربی و ۴۵ کیلومتری شهر خوی با ارتفاع ۱۱۱/۵ متر و حجم مخزن ۱۷۹/۵ میلیون مترمکعب ساخته شده است. ساختگاه سد از آهک های مرجانی، مارن و مارنهای ماسه‌ای سازند قم مربوط به دوره الیگو- میوسن تشکیل شده است. قرار گرفتن گسل آغ چای در مجاورت ساختگاه و نیز وجود توالی رسوبی مربوط به سازند قم در تکیه‌گاههای این سد، نفوذپذیری و نشت را در بخشهایی از تکیه‌گاهها محتمل ساخته است. به طوری که دو سال بعد از آگیری این سد نشت‌هایی در تکیه گاه راست (یک نقطه) و تکیه گاه چپ (۴ نقطه) مشاهده گردید که در مجموع آبدهی متوسط ۱۶ لیتر در ثانیه دارند. در این پژوهش تلاش گردید تا به منظور تعیین لایه نشتی و مکانیسم نشت علاوه بر اطلاعات ژئوتکنیک و زمین شناسی، از مطالعات هیدروژئولوژی استفاده شود. بدین منظور علاوه بر نمونه‌برداری و آنالیز هیدروشیمیایی آب نشتی و آب دریاچه، دبی نشت و EC به مدت یکسال اندازه گیری گردید. نتایج آنالیزهای هیدروشیمیایی نمونه‌ها، ارتباط هیدروشیمیایی بین آب مخزن و چشمه های نشتی را نشان داد. همچنین مشخص گردید محل نشت از حد فاصل یکی از واحدهای کنگلومرا و مارن مربوط به سازند قم می باشد که با عملیات نقشه برداری تراز آن بین ۱۲۵۰ تا ۱۲۷۰ متر تعیین گردید. همچنین بررسی تغییرات تراز مخزن و رفتار نشت نشان داد که تغییرات بار هیدرولیکی ناشی از نوسانات تراز مخزن بر دبی نشت و محل ظهور آن موثر بوده است. غیراشباع بودن آبهای نشتی نسبت به دو کانی هالیت و ژپس احتمال گسترش مجاری انحلالی و افزایش دبی نشت را افزایش می دهد.

واژگان کلیدی: سد آغ چای، مارن، نشت، هیدروژئولوژی

^۱ . دانشیار گروه علوم زمین دانشگاه تبریز، ۰۴۱-۳۳۳۹۳۵۱۸، r.vaezi@tabrizu.ac.ir (نویسنده مسئول)

^۲ . دانشجوی کارشناسی ارشد هیدروژئولوژی، گروه علوم زمین، دانشگاه تبریز، ۰۴۴-۳۳۳۷۲۵۰۲، naimeh_emailnia@yahoo.com

مقدمه

یکی از مهم‌ترین مسائلی که در هنگام احداث و بهره برداری سد حائز اهمیت است مسئله میزان نشت آب از تکیه گاه و پی سد می‌باشد. در سدهای کارستی بخاطر حضور دو سیستم مجرای و ماتریکس، مکانیسم حرکت آب زیرزمینی و نشت پیچیده می‌باشد (سلطانی، ۱۳۹۳). در بسیاری از مخازن سدها ارتباط قابل توجهی بین مخزن با ساحل اطراف آن وجود دارد. آب ذخیره شده در مخزن به علت داشتن اختلاف بار هیدرولیکی زیاد نسبت به پایین دست سد پتانسیل بالایی برای نشت دارد لذا در توده متخلخل پی و بدنه (سدهای خاکی) نفوذ کرده و بطرف پایین دست حرکت می‌کند. در صورت وجود شرایط مناسب از جمله درزها و شکستگی‌ها احتمال فرار آب از مخزن و حتی تهدید پایداری سد افزایش می‌یابد. یکی از واحدهای زمین شناسی که در صورت حضور در محدوده ساختگاه و مخزن سد باعث تشدید فرار آب از سد می‌شود مارن است. این واحد به علت دارا بودن کربنات کلسیم در ترکیب خود می‌تواند دچار انحلال شده و بستری مناسب برای فرار آب از پشت سد ایجاد کند، از طرفی دیگر هرچه مدت زمان تماس آب با این سنگ بیش تر باشد انحلال باعث بزرگتر شدن درزها خواهد شد، که همین مسئله اهمیت مطالعه این واحدها را بیش تر می‌کند.

(Turkmen et al., 2002) از روش ردیابی برای شناسایی نحوه نشت در سد کلسیک (ترکیه) بهره جستند. این سد روی سازندهای آهکی بنا شده است که ضخامت آهک موجود روی کنگلومرا به طرف تکیه‌گاه راست افزایش می‌یابد برای ایمن‌سازی سد پرده تزریقی به طول ۲۰۰ و عمق ۶۰ متر ایجاد شد ولی مدتی بعد از آگیری چشمه‌هایی در پایین دست سد مشاهده شد که نشان از انحلال لایه آهکی و ایجاد مجاری کارستی بود. برای مطالعه دقیق‌تر گمانه‌های جدیدی در محل سد احداث شد تا نوسانات سطح آب مورد مطالعه قرار گیرد. طی همین مطالعات مشخص شد که لایه آهکی تا زیر سازه سرریز ادامه دارد و در صورت افزایش تراز آب مخزن می‌تواند دبی

چشمه های نشتی افزایش یابد، که این افزایش دبی می‌تواند ایمنی سازه سرریز را مورد تهدید قرار دهد. (Raeisi et al., 2005). برای تعیین مسیرهای نشتی در سد سازبن از مطالعات ردیابی استفاده نمودند که در نهایت مشخص گردید که جریان آب برخلاف شیب سازندهای آسماری می‌باشد. در سد شهید عباسپور که یک سد بتنی قوسی با ارتفاع ۲۰۰ متر بوده و دارای پرده آب‌بند به عمق ۱۴۴ متر و طول ۳۰ متر می‌باشد، نشت از تکیه‌گاه راست اتفاق افتاده است که برای پی بردن به نحوه نشت از ردیابی، آزمون XRF و Pinhole استفاده گردید. در تکیه‌گاه راست سد یک زون شکستگی پر شده با رس وجود دارد که موجب برقراری رابطه هیدرولیکی بین بالادست و پایین دست سد شده است. نشت این سد ناشی از سنگ‌های آهک کارستی شده سازند آسماری است و به نظر می‌رسد پرده تزریق نتوانسته به درستی عمل کند (Ghobadi et al., 2005). بنابراین روشهای مختلفی برای تعیین لایه نشتی در سدها وجود دارد که عمدتاً مبتنی بر روشهای مهندسی عمران و ژئوتکنیک است. در این مقاله از یافته‌های هیدروژئولوژیکی برای تعیین لایه نشتی و مکانیسم نشت در تکیه‌گاه چپ سد خاکی آغ‌چای استفاده شده است.

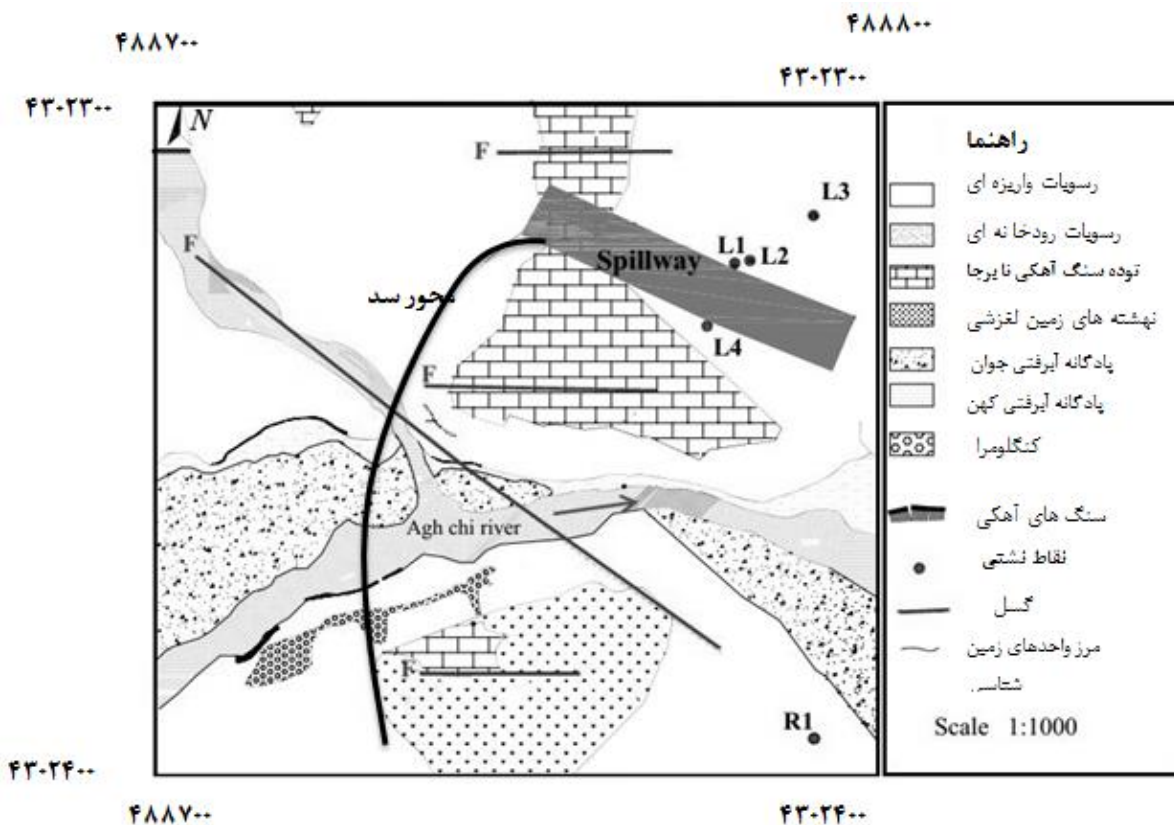
زمین شناسی و موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

سد خاکی آغ‌چای با هسته‌ی رسی و با گنجایش ۱۷۹/۵ میلیون متر مکعب به منظور تامین آب روستاهای پایین دست در دره‌ای کم عرض و نامتقارن در ۴۵ کیلومتر شهر خوی در آذربایجان غربی بر روی رودخانه آغ‌چای احداث شده است. ساختگاه سد آغ‌چای با توجه به بررسیهای سطحی زمین شناسی و اطلاعات حاصله از گمانه‌های اکتشافی، از مجموعه‌ای از سنگهای رسوبی متعلق به ائوسن بالایی، اولیگوسن زیرین و نهشته‌های نسبتاً ضخیم عهد حاضر در بستر رودخانه و در دامنه‌ها تشکیل شده است. ساختگاه سد را عمدتاً تناوب کنگلومرا، ماسه-سنگ، سیلتستون و گل‌سنگ دربرمی‌گیرد. رسوبات

سد آغ چای در سال ۱۳۸۹ به مرحله با دبی متوسط ورودی برابر با ۶/۷ مترمکعب بر ثانیه آگیری گردید. دو سال بعد (۱۳۹۱) نشت هایی در تکیه گاه راست از یک نقطه (R) در فاصله یک کیلومتری از محور و در تکیه گاه چپ از دو طرف سازه سرریز و دره مجاور از چهار نقطه (L1، L2، L3، L4) مشاهده گردید (شکل ۱).

در این پژوهش شناسایی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نشت، لایه های زمین شناسی نشت دهنده و علت نشت در تکیه گاه چپ این سد مورد بررسی قرار گرفت و بدین منظور علاوه بر نقشه برداری، تغییرات دبی و هیدروشیمی آب نشتی در یک دوره زمانی یک ساله مورد پایش قرار گرفت و با استفاده از روشهای هیدروژئولوژیکی اهداف فوق الذکر محقق گردید.

عهد حاضر و زمین لغزش های موضعی نیز گسترش نسبتا زیادی داشته که قسمتی از سنگ بستر ساختگاه را پوشانده اند. در پای دامنه چپ پادگانه های جوان به صورت باریکه ای به ضخامت ۳ تا ۵ متر از بستر رودخانه نمایان است. تکیه گاه راست و چپ از سازند قم با سن الیگومیوسن تشکیل شده است که این سازند تناوبی از کنگلومرا، آهک و مارن می باشد. کنگلومرای مزبور حاوی لایه و عدسیه هایی از ماسه سنگ، مارن و گل سنگ می باشد. تکیه گاه های محل سد را یالهای تاق دیسی تشکیل می دهند که محور آن کم و بیش بر مسیر رودخانه منطبق بوده است. چین خوردگی در آهک های محل سد به خوبی قابل مشاهده بوده و گسله های فرعی زیادی آهکها را بریده و زونهای برشی زیادی در آهک های مزبور بر اثر عملکرد گسله ها ایجاد شده است (مهتاب قدس، ۱۳۸۰).



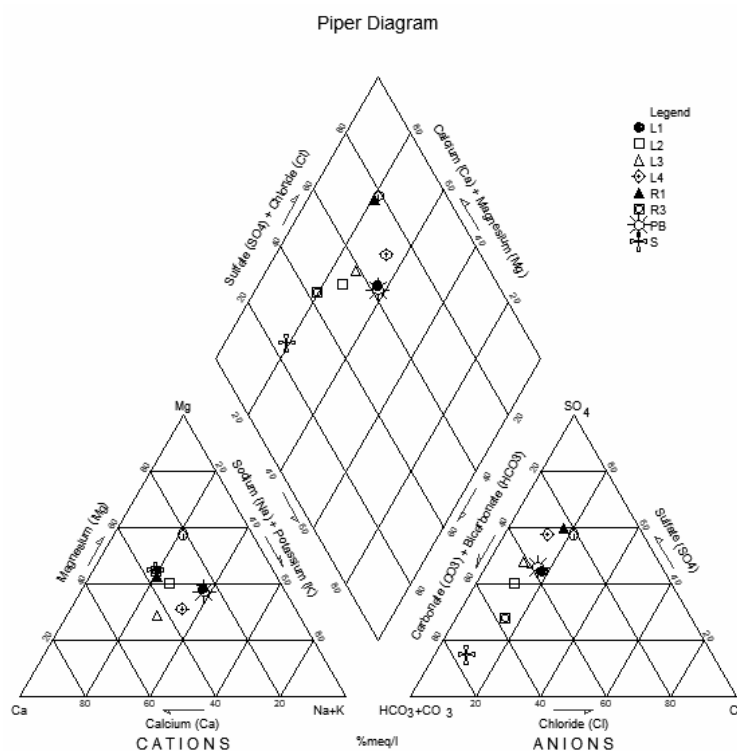
شکل ۱: نقشه زمین شناسی منطقه و موقعیت نقاط نشتی در دو تکیه گاه

نتایج و بحث

به منظور تعیین خصوصیات نشست و یافتن لایه نشستی علاوه بر مطالعات هیدروشیمی، تغییرات دبی چشمه ها و موقعیت تراز ارتفاعی مناطق نشست مورد ارزیابی قرار گرفت:

جهت بررسی ارتباط آب چشمه‌ها با آب پشت مخزن نمونه‌برداری از آبهای نشستی و آب مخزن انجام و مورد آنالیزهای هیدروشیمیایی (اندازه‌گیری آنیون‌ها

و کاتیون‌های اصلی، EC، TDS و pH) قرار گرفت. بر اساس نمودار پایپر (شکل ۲)، تیپ آب برای نمونه‌های L1 و R1، سولفات منیزیک، نمونه L2 بی-کربناته منیزیک، نمونه L3 و L4 سولفات کلسیک و S (مخزن) بی‌کربناته منیزیک می‌باشد. تغییر تیپ آب از بی‌کربناته مخزن به سولفات در چشمه‌ها به علت در تماس بودن آب نشستی با لایه‌های مارنی سازند قم در مسیر نشست است.



شکل ۲: نمودار پایپر برای تعیین تیپ آبهای نشستی و نمونه آب مخزن

در چشمه‌ی L4 تغییر می‌کند.

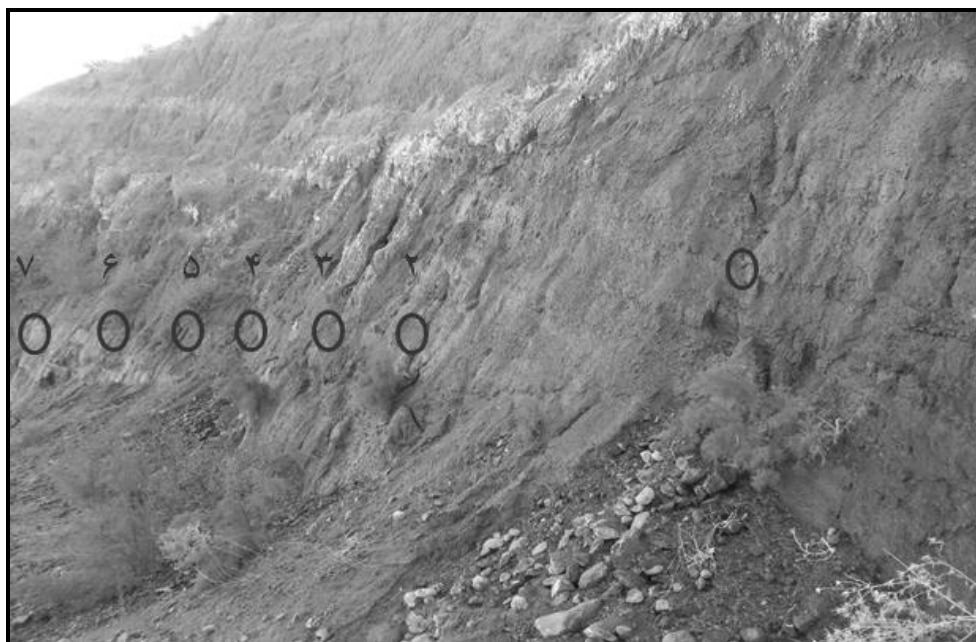
همان‌طور که اشاره شد در جناح راست سرریز یک صفحه نشستی وجود دارد که در امتداد این صفحه تعداد ۷ چشمه به فاصله کم از یکدیگر ظاهر شده‌اند. جهت بررسی تغییرات EC در امتداد این صفحه نشستی و تغییرات زمانی آن از چشمه‌ی ۱ تا ۷ مقدار EC در سه فصل مختلف اندازه‌گیری شد و مشخص گردید که از سمت مخزن به پایین دست، میزان EC افزایش می‌یابد به طوری که از ۱۳۰۷ میکروزیمنس در چشمه ۱ به میزان ۱۹۰۱ میکروزیمنس بر سانتیمتر

نتایج آنالیز هیدروشیمیایی نمونه‌های نشست نشان داد که میزان هدایت الکتریکی با افزایش فاصله و افزایش طول جریان افزایش می‌یابد. به طوری که مقدار این پارامتر در مخزن در حدود ۴۲۰ تا ۴۵۰ است در حالی که در محل نشست R1 که دورترین نقطه نشست است به ۳۴۷۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر می‌رسد. این در حالی است که EC نمونه‌های L1، L2، L3 و L4 که فاصله کمتری از مخزن دارند در حد بینابین بوده و از ۹۳۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در چشمه‌ی L2 تا ۱۹۸۹ میکروزیمنس بر سانتی‌متر

در چشمه ۷ می رسد. (شکل ۴ و جدول ۱).

جدول ۱: تغییرات EC و TDS در تکیه‌گاه چپ سد در جناح راست سرریز (NM: اندازه گیری نشده اند)

زمان نمونه‌برداری		چشمه ۱	چشمه ۲	چشمه ۳	چشمه ۴	چشمه ۵	چشمه ۶	چشمه ۷
بهار ۹۳	EC	۱۳۰۷	۱۴۰۶	۱۴۲۴	۱۶۷۰	۱۶۸۰	۱۸۰۹	۱۹۰۱
	TDS	۶۵۴	۷۱۲	۷۲۳	۸۳۵	۸۴۲	۹۰۵	۹۵۲
تابستان ۹۳	EC	۱۵۱۹	NM	NM	۱۵۲۳	NM	NM	۱۶۹۰
	TDS	۷۶۸	NM	NM	۷۷۵	NM	NM	۸۵۰
پاییز ۹۳	EC	۹۹۶	۱۰۸۰	۱۱۱۵	۱۲۲۳	۱۲۵۵	۱۳۳۵	۱۳۹۳
	TDS	۴۹۸	۵۴۰	۵۵۸	۶۱۱	۶۲۸	۶۶۸	۶۹۶



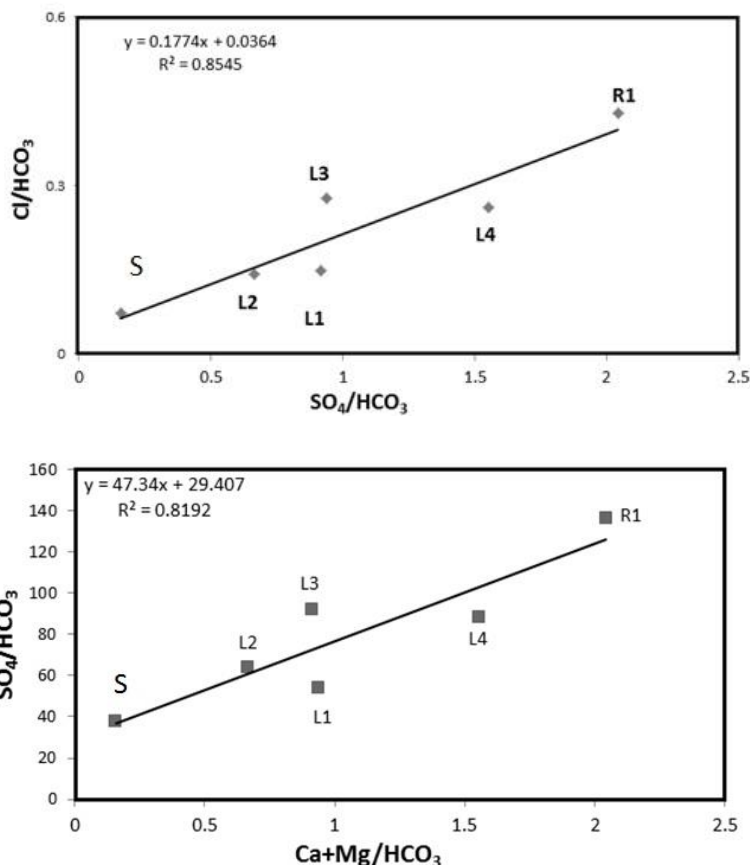
شکل ۵: نقاط نشستی در L4 (از نقطه ۱ به ۷ فاصله از مخزن دور تر می‌شود)

دارای منشاء یکسان بوده و انتظار می‌رود بین نسبت‌های یونی چشمه‌های نشستی و مخزن همبستگی وجود داشته باشد. براین اساس ضریب همبستگی برای نسبت $Ca+Mg/HCO_3$ با SO_4/HCO_3 برابر با $0/81$ می‌باشد که نشان می‌دهد بین آب مخزن و چشمه‌ها همبستگی خوبی وجود دارد. مشابه همین ضریب همبستگی $R=0/85$ برای نسبت SO_4/HCO_3 با Cl/HCO_3 بدست آمد که باز نشان‌دهنده‌ی ارتباط

جهت بررسی ارتباط آب چشمه‌ها با آب پشت مخزن تغییرات نسبت‌های یونی محاسبه و تحلیل شد. از بهترین نسبت‌های یونی جهت بررسی ارتباط یا عدم ارتباط نمونه‌های آب با یکدیگر، تغییرات نسبت‌های $Ca+Mg/HCO_3$ با SO_4/HCO_3 ، SO_4/HCO_3 با Na/HCO_3 ، Cl/HCO_3 با K/HCO_3 می‌باشد (شکل ۵).

هر یک از چشمه‌ها با مخزن در ارتباط باشند،

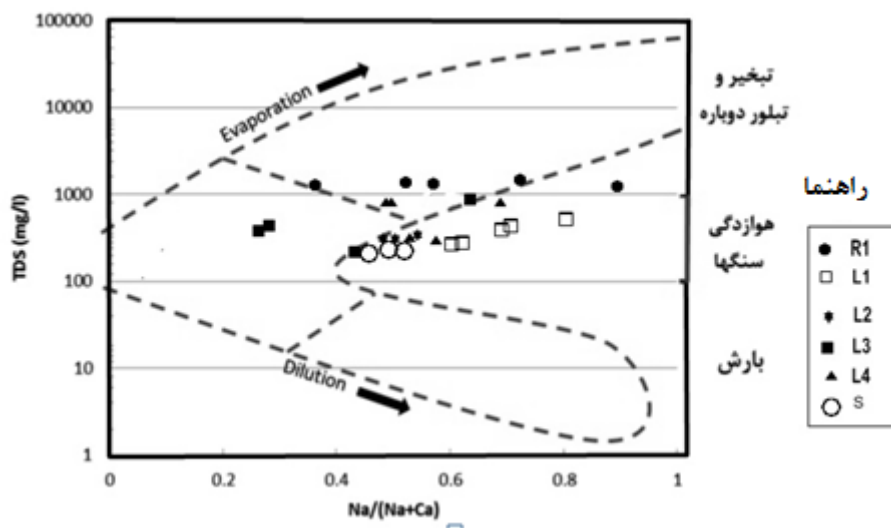
آب مخزن با چشمه‌های نشتی است



شکل ۵: تغییرات نسبت‌های یونی در چشمه‌های نشتی و آب مخزن (نمونه S)

در منطقه تبخیر قرار گیرد. نمونه چشمه‌های L1، L2، L3 در منطقه انحلال و هوازدگی سنگها قرار دارد که منظور از آن ورود یونهای موجود در سنگها به ترکیب آب در اثر فرآیندهای هوازدگی و انحلال است. با توجه به لیتولوژی حوضه و تکیه گاهها، هوازدگی (انحلال) واحدهای مارن و سیلتستون و کنگلومرا عامل اصلی کنترل کننده شیمی آب چشمه‌های نشتی است.

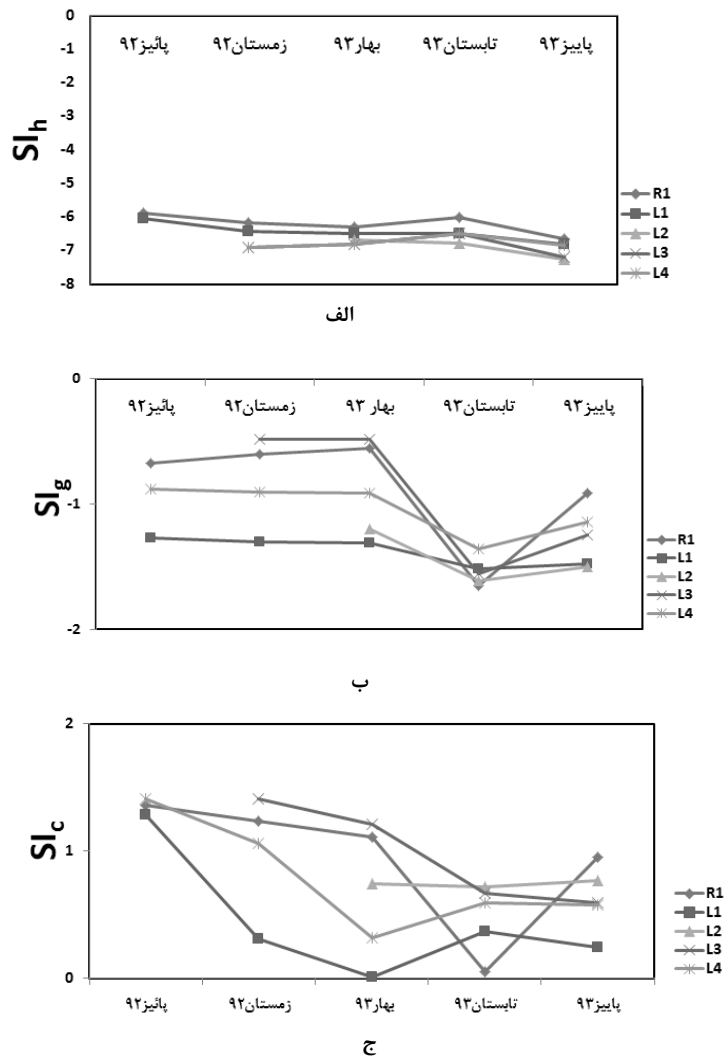
با توجه به نتایج آنالیز یونهای اصلی از چشمه‌ها و انتقال نقاط روی نمودار گیبس (شکل ۶) معلوم شد که نمونه‌ی R1 در منطقه تبخیر و تبلور دوباره قرار دارد که به علت وجود دولومیت در منطقه این موضوع قابل توجیه است. البته به دلیل اینکه محل نشت R1 به صورت یک سطح تراوش است تبخیر رخ داده از آب نشت کرده منجر شده است که در نمودار گیبس



شکل ۶۰: نمودار گیبس برای نمونه های آب نشتی در تکیه گاههای راست و چپ (S نمونه آب مخزن می باشد)

ژیپس و انیدریت را حل کرده است ولی به دلیل مسافت کم (فاصله مخزن از محل نشت در تکیه گاه چپ ۳۰۰ متر می باشد) فرصت برای اشباع از این کانیها میسر نبوده است. اشباع بودن نمونه ها نسبت به کلسیت و دولومیت به دلیل حلالیت کم یونهای کربنات و کلسیم در آب است که باعث می شود، آب نسبت به این یونها زودتر به اشباع برسد. البته بخشی از این انحلال مربوط به حرکت آب در داخل حوضه آبریز آغ چای بوده است و سهم عبور از تکیه گاه در اشباع بودن نسبت به این دو کانی زیاد نبوده است زیرا آب مخزن از نظر کانی های کلسیت و دولومیت نیز اشباع بوده است.

برای بررسی تاثیر انحلال کانی های کلسیت، دولومیت، هالیت، ژیپس و انیدریت بر هیدروشیمی آب چشمه های نشتی و نیز پیش بینی گسترش احتمالی نشت در آینده، شاخص اشباع این کانی ها مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج این مدل آب نشتی از نظر کانی های هالیت، ژیپس و انیدریت در آب مخزن و در تمامی چشمه ها تحت اشباع بوده و کمتر از صفر است (شکل ۷). تفسیر رفتار نمونه ها از نظر شاخص اشباع اینست که با توجه به EC پایین آب مخزن انحلال این سه کانی در حوضه آبریز رودخانه آغ چای کم بوده است ولی در مسیر نشت و در حین عبور آب از تکیه گاه وقتی که از واحدهای مازنی و ژیپس دار قم عبور کرده است، کانیهای هالیت،



شکل ۷: بررسی شاخص اشباع نمونه‌ها نسبت به کانی‌های الف) هالیت (SI_h)، ب) ژیبس (SI_g)، ج) کلسیت (SI_c)

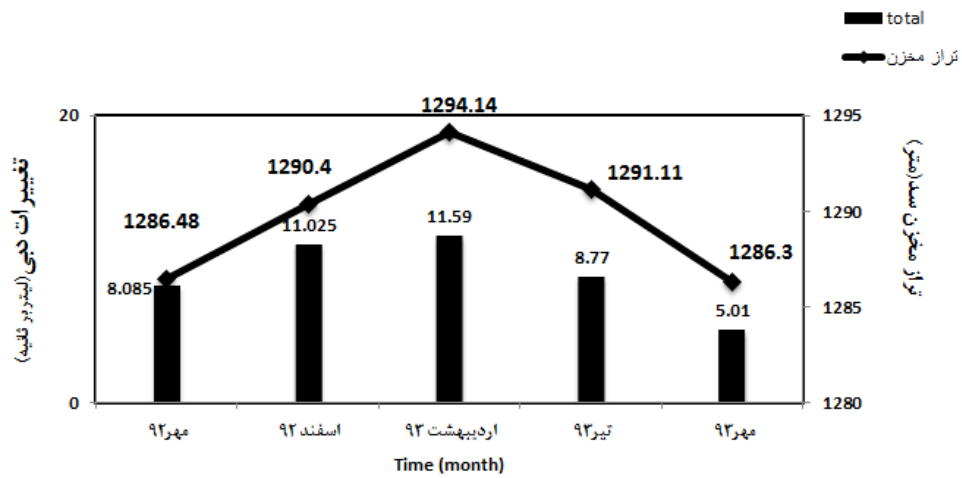
مقدار ۱۱/۵۹ لیتر در ثانیه افزایش یافت. با کاهش تراز مخزن به میزان ۸ متر تا پاییز ۹۳ میزان دبی نیز تقریباً به نصف کاهش یافته و به رقم ۵ لیتر در ثانیه رسیده‌است. شکل ۹ تغییر تراز نشت را همزمان با تغییر تراز مخزن نشان می‌دهد به این ترتیب که وقتی تراز مخزن در فصل بهار حداکثر بوده، آب در چشمه L3 از تراز بالاتری خارج شده ولی با کاهش سطح آب مخزن به ۱۲۸۶/۳ نقطه‌ی نشتی به تراز پایین‌تری انتقال یافته است. تغییرات دبی کل نشت از تکیه‌گاه چپ نسبت به تراز مخزن این فرضیه را در مورد نوسانات تراز مخزن و نشت تأیید می‌کند. کاهش دبی نشت در اثر کاهش تراز مخزن به دو دلیل می‌تواند رخ دهد، اول کاهش بار هیدرولیکی و دوم کاهش سطح تماس آب پشت سد با سازند نشت کننده که به نظر

۱- تحلیل نشت براساس تغییرات دبی

برای بررسی ارتباط هیدرولیکی بین چشمه‌ها و آب مخزن علاوه بر نسبت‌های یونی تغییرات دبی چشمه‌ها نسبت به زمان نیز مورد بررسی قرار گرفت. در منطقه مورد مطالعه همزمان با نمونه برداری ها سطح آب پشت سد قرائت و دبی هر کدام از چشمه‌ها به صورت فصلی از پاییز ۹۲ تا پاییز ۹۳ اندازه‌گیری گردید. با وارد کردن داده‌های تراز مخزن نسبت به دبی کلی چشمه‌ها روی نمودار مشخص گردید که نوسانات تراز مخزن تأثیر مستقیمی روی دبی چشمه‌های نشتی دارد (شکل ۸). به طوری که وقتی در فصل بهار تراز مخزن به میزان حداکثر رسید دبی اندازه‌گیری شده از چشمه‌ها به

چای موثر بوده است.

می‌رسد هر دو عامل فوق در مورد نشت‌های سد آغ-



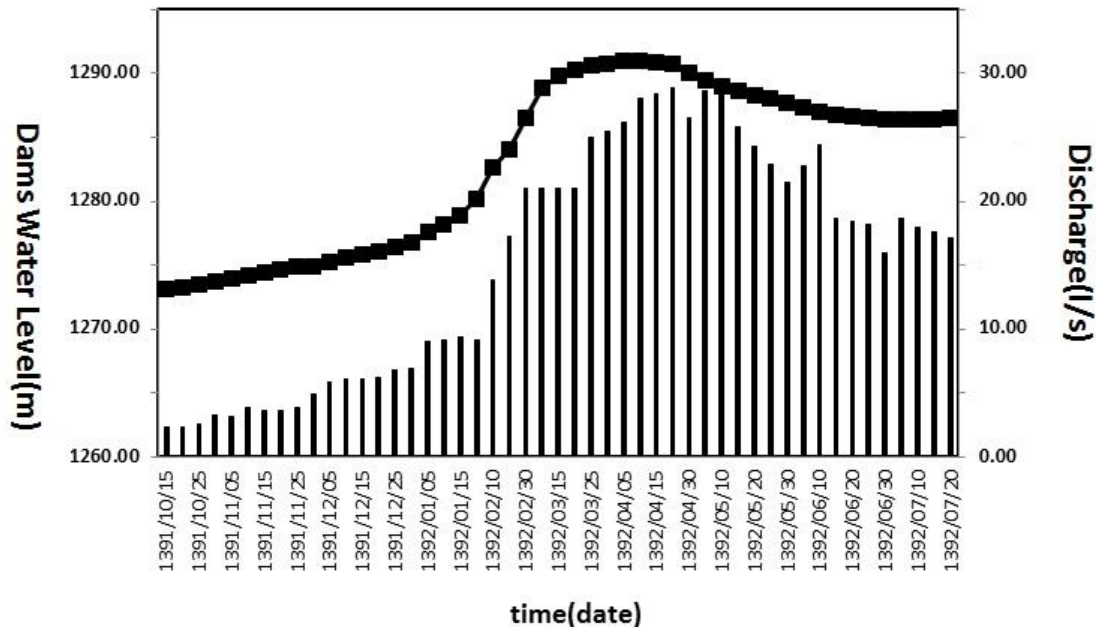
شکل ۸: تغییرات مجموع دبی چشمه‌های نشتی همراه با تغییر تراز مخزن

جدول ۲: تغییرات دبی چشمه‌های نشتی در دوره یکساله

چشمه‌های نشتی	دبی (لیتر بر ثانیه)				
	۹۲/۷/۲۰	۹۲/۱۲/۱۶	۹۳/۲/۱۱	۹۳/۴/۲۶	۹۳/۷/۱۸
L1	۱/۹	۱/۹	۲/۶۶	۲	۱/۴۸
L2	۰/۸۸	۱	۰/۹۵	۰/۶۶	۰/۵۴
L3		۲/۲	۲/۵۱	۱/۵۷	۰/۵
L4	۳/۶۸	۴/۵۷	۴/۷	۳/۹۶	۲/۱۴
R1	۱/۶۲	۱/۳۵	۰/۷۷	۰/۵۸	۰/۳۵
مجموع	۸/۰۸	۱۱/۰۲	۱۱/۵۹	۸/۷۷	۵/۰۱
تراز آب مخزن (متر)	۱۲۸۶/۴۸	۱۲۹۰/۴	۱۲۹۴/۱۴	۱۲۹۱/۱۱	۱۲۸۶/۳

نشان داده شده است. لازم به ذکر است که در داده‌های سازمان آب دبی خروجی از فیلیپ باکت نیز لحاظ شده و دبی خروجی از تکیه‌گاه راست اندازه‌گیری نشده است. براساس این نمودار تغییرات دبی نشت به تراز مخزن کاملاً واضح است.

نتایج داده‌برداری دبی و تراز مخزن که از تاریخ ۱۳۹۱/۱۰/۱۵ توسط سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان غربی برای کل نشت (شامل زیر فیلیپ باکت) صورت گرفته است تفسیرهای مشابهی را نشان می‌دهد. در شکل ۱۰ تغییرات دبی کل نشت نسبت به تراز مخزن

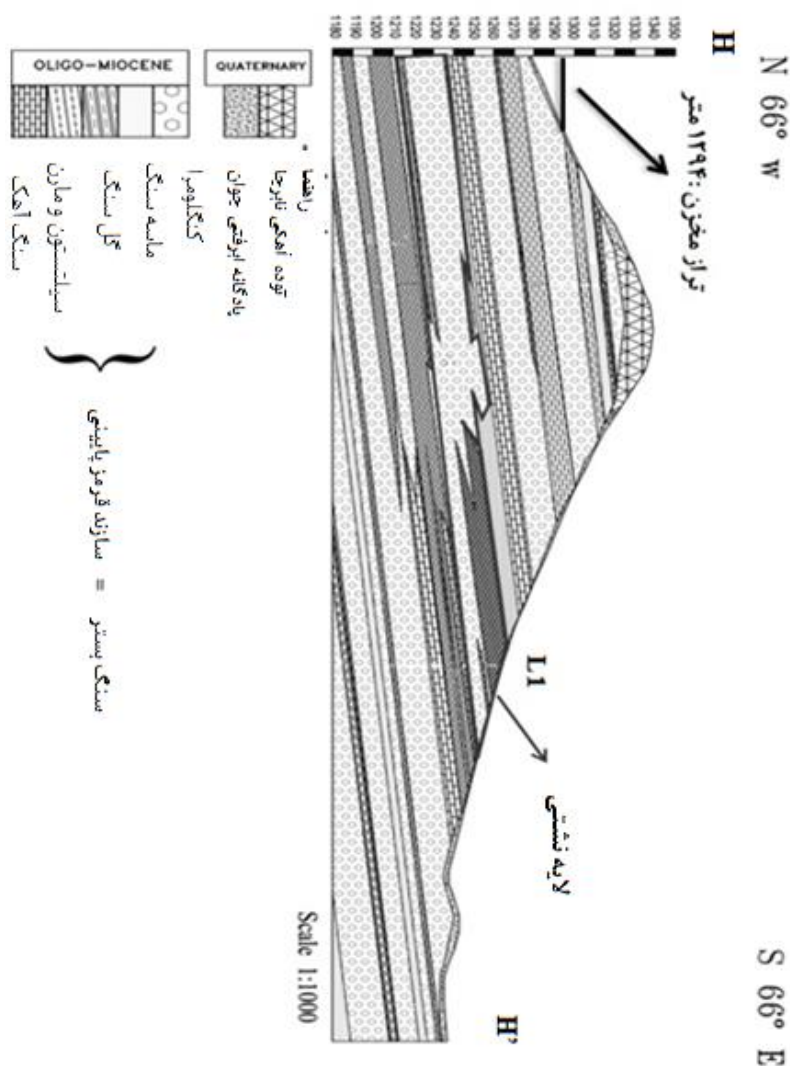


شکل ۱: تغییرات دبی کل نشت نسبت به نوسانات تراز مخزن

زمین‌شناسی تکیه‌گاه چپ، مشخص شد که این نقاط در رقوم ۱۲۵۰ تا ۱۲۷۰ متر و در حد فاصل یک لایه-ی کنگلومرای و مارنی قرار می‌گیرد که با یافته‌های هیدروشیمیایی همخوانی دارد. هرچند که در مشاهدات میدانی نیز در برخی نقاط نشت، این لایه مارن و کنگلومرا قابل مشاهده است. شکل ۱۱ موقعیت لایه‌ی نشتی مورد نظر را بر روی پروفیل زمین‌شناسی نشان می‌دهد.

۳- تعیین رقوم ارتفاعی نقاط نشت

به منظور تعیین دقیق لایه‌ای که نشت از آن روی داده است بایستی تراز ارتفاعی نقاط نشت تعیین می‌گردید که بدین منظور یک عملیات ترازبایی انجام گردید. ترازبایی به کمک دوربین تئودولیت و شاخص صورت گرفت. با پلات کردن داده‌های ارتفاعی چشمه-های نشتی تکیه‌گاه چپ سد بر روی نقشه مقطع



شکل ۱۱۰: لایه نشستی تکیه گاه چپ از حد فاصل کنگلومرا و مارن (چشمه L1)

نتیجه گیری

حداقل ۴ نقطه نشستی در تکیه گاه چپ و یک نقطه در تکیه گاه راست سد آغ چای تشخیص داده شد که در مجموع آبدهی متوسط ۱۶ لیتر در ثانیه دارند. نمونه های آب این نقاط نشستی مورد نمونه برداری و آنالیز هیدروشیمیایی قرار گرفت. نتایج این آنالیزها نشان داد که آب چشمه های موجود در تکیه گاههای سد، قرابت هیدروشیمیایی بسیار نزدیکی با آب مخزن دارد و تغییرات دبی آنها با تراز آب مخزن

رابطه مستقیم دارد که نشان می دهد اولاً چشمه ها مربوط به نشت از تکیه گاهها بوده و ثانیاً تغییرات بارهیدرولیکی ناشی از تغییرات تراز مخزن بر دبی نشت و محل ظهور آن موثر می باشد. بر اساس نتایج آنالیز هیدروشیمیایی، تیپ آب برای نمونه های L1 سولفات منیزیک، نمونه L2 بی کربناته منیزیک، نمونه L3 و L4 سولفات کلسیک و S (مخزن) بی کربناته منیزیک می باشد. هر چه فاصله نقاط نشت از مخزن بیش تر می شود میزان EC بیش تر می شود بطوریکه

نظر هالیت و ژیبس زیر اشباع می باشد که می تواند در مورد توسعه آینده مجاری نشتی نگران کننده باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله مراتب تشکر عمیق خود را از آقای عباس حاجی پور از شرکت آب منطقه ای استان آذربایجان غربی و آقای محمد علی زریاب از شرکت مهاب قدس برای در اختیار گزاردن اطلاعات لازم و همکاری در مطالعات میدانی ابراز می دارند.

از ۱۳۰۷ تا ۱۹۰۱ میکروزیمنس بر سانتی متر در یک فاصله ۲۰ متری تغییر می کند. این افزایش شدید شوری آب در حین عبور از تکیه گاه نشان دهنده نشت از طریق یک لایه زمین شناسی شور کننده دارد. واحدهای مارنی عامل اصلی افزایش شوری آب در حین عبور از تکیه گاه می باشد. براساس عملیات ترازیبی محل نشت از حدفاصل یکی از واحدهای کنگلومرا و مارن مربوط به سازند قم در تراز بین ۱۲۵۰ تا ۱۲۷۰ متر تعیین گردید. در بررسی شاخص اشباع کانی ها مشخص گردید که آب نشتی از نظر کانی های کلسیت و دولومیت به حد فوق اشباع و از

منابع

- سلطانی، ف. ۱۳۹۳. مطالعه پتانسیل و امکان افزایش فرار آب از تکیه گاههای سد کارون ۴، دانشکده علوم زمین، دانشگاه تربیت معلم
- صداقت، م. ۱۳۸۵. زمین و منابع آب (آبهای زیرزمینی). انتشارات دانشگاه پیام نور.
- گزارش زمین شناسی مهندسی سد آغ چای (جلد چهارم). ۱۳۸۰. شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس.
- Ghobadi, M.H., Khanlari, G.R. Djalali, H.. 2005. Seepage problems in the right abutment of the Shahid Abbaspour dam, southern Iran. Engineering Geology 82 : 119-126.
- Gibbs, R.J. 1970. Mechanisms controlling world water chemistry. Science 17: 1088-1090.
- Raeisi, E., Aghdam, J., Zare, M., Karimi, H. 2005. Study of karst development and possible leakage from the Sazbon Dam, Iran. Proceeding of 14th International Congress of Speleology, Athens.
- Turkmen, S., Özgüler, E., Taga, H., Karaogullarindan, T. 2002. Seepage problems in the karstic limestone foundation of the Kalecik Dam (south Turkey). Engineering geology, 63: 247-257.

Seepage layer determination and investigation on seepage mechanism in the left abutment of Aghchai dam (West Azarbaijan) using hydrogeological studies

Abdorreza Vaezihir¹, Naimeh Esmailnia²

Abstract

Aghchay earthfill dam with clay core is located in West Azarbaijan province, 45km far from Khoy city with 111.5 m height from foundation and 179.5 million cubic meters of reservoir capacity. It was constructed on the coral limestone, marl and sandy marls of the Oligo-Miocene Qom Formation. Presence of a fault at the vicinity of the site and outcrop of Qom Formation in the abatements of the dam has been posed a risk of seepage. Two years after the construction and opening of the dam some seepage were observed at the left (one pint) and right abutments (4 points) with the overall discharge of 16 L/S. In this research besides geotechnical and geological findings, hydrogeological studies are employed to determine seepage route and mechanism. So, some samples were collected from the seeped water and dam reservoir water and were sent to laboratory for analysis of major ions. Also, the seepage discharge and its EC were monitored for one year. The results of hydrochemical analysis showed a close relationship between the water of the reservoir and the seeped water, expectedly. Hydrogeological findings and benchmarking of the seeping points revealed that the seepage has been occurred through the interface of a conglomerate and marl layer at the level of 1250 to 1270 meters above sea level. Monitoring of seepage behaviour related to the reservoir level showed that the reservoir level fluctuations changes the hydraulic head and also the seepage discharge and exposure elevation. Because that the seeped water is in under saturation condition related to halite and gypsum minerals, so increasing of seepage in the future due to solution of the marl unit is completely probable.

Key words: Aghchai dam, Marl, Seepage, Hydrogeology

1. Associate professor, Department of Earth Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran, email: r.vaezi@tabrizu.ac.ir.

2. Msc student in Hydrogeology, Department of Earth Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran, email: naimeh_esmailnia@yahoo.com