Amirkabir Journal of Civil Engineering

Amirkabir J. Civil Eng., 55(6) (2023) 253-256
DOI: 10.22060/ceej.2023.21485.7738

Evaluation of the effects of water intake of Seymareh dam on groundwater level around the site and discharge of downstream springs

Sh. Safavi, Sh. Faghihirad *, H. Kardan Moghaddam, S. M. H. Meshkati, H. Sharifimanesh, H. AmirSoliymani

Department of Hydraulic Engineering and Hydro-Environment, Water Research Institute, Tehran, Iran

ABSTRACT: In this study, the quantitative effects of the construction of Seymareh Dam in the Karst site of this structure on the fluctuations of groundwater level and discharge of springs have been investigated. According to 10-year measurements in the network of observation wells and springs in this area, it was found that there is a direct hydraulic relationship between the water level of the dam reservoir and the water level of the observation wells. The results revealed a significant difference in the amount of water level of the North Edge wells compared to the South Edge wells, especially in the right abutment and the right abutment wells compared to the left abutment can be seen, respectively, the evidence and confirmation of an Asmari core with Low permeability is along the axis of the anticline and also more efficiency of the sealing curtain on the right side is another reason for this difference. Flow changes in most springs are directly related to changes in reservoir water level and there is a high correlation between those. Changes in the total discharge of the total springs measured on both banks (right and left) have a similar trend to the changes in the discharge of the left bank springs, which is due to the more discharge of the left abutment springs. The results showed that with increasing the water level of the reservoir to 660 meters, the amount of discharge of springs in the region reached 1400 liters per second, and with decreasing the level of reservoir water in the next year this amount decreased and again with increasing level to 704 meters, the amount of discharge to 1800 Liters per second has increased.

Review History:

Received: Jun. 11, 2022
Revised: Apr. 24, 2023
Accepted: Apr. 30, 2023
Available Online: May, 23, 2023

Keywords:

Seymareh dam
water level reservoir
groundwater. spring
observed well

1- Introduction

Leakage of water from abutments and foundation of dams is one of the events that are considered during the construction of the dam and during operation. In dams where part or the entire site is on Karst layers, the importance of the issue is doubled. The presence of seams and cracks, especially dissolution cavities, make it possible that when the reservoir is in operation, the water flow is diverted to one or more of those and after penetrating it, it is transferred to areas far from the reservoir of the dam [1].

Seymareh Dam is one of the dams in Iran that has such conditions from the point of view of geological formations and the water leakage process. Cheshmoi et al. in 2014, studied which was at the beginning of the operation period of this dam, and showed that with increasing water surface level of the reservoir, the possibility of leakage in the right edge of the dam site increased [2].

In this paper, using the data measured by the Group of Environment and Field Research of the Water Research Institute of the Ministry of Energy, which was provided during the 10-year period before reservoir operation until 2019, the amount of quantitative changes of discharge in springs, rivers, and water surface elevation in the observation wells with changes in the water level of the reservoir on both the left and right edges of the site was investigated Since the measured data cover the conditions before and after dewatering of the reservoir.

2- Materials and Methods

The location of Seymareh Dam is 30 km northwest of Darehshahr city and 3 km upstream of Talkhab village in Ilam province with coordinates 704550 east longitude and 3686000 north latitude. The volume of the reservoir at the normal level is about 2.8 billion cubic meters, which is one of the largest reservoirs of the dam in Iran.

Figure 1 shows the locations of springs which were measured for long-term statistics, out of a total of 58 springs, 34 springs are on the left abutment and 24 springs are on the right abutment.

The discharge of springs after the operation of the reservoir is measured almost twice a month. To reveal the relationship among the water surface in the reservoir and groundwater water level, in 39 observed wells, of which 25 are on the left abutment and 14 are on the right abutment water level was measured(Figure 2).

*Corresponding author's email: sh.faghihi@wri.ac.ir

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to Amirkabir University Press. The content of this article is subject to the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC 4.0) License. For more information, please visit https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.

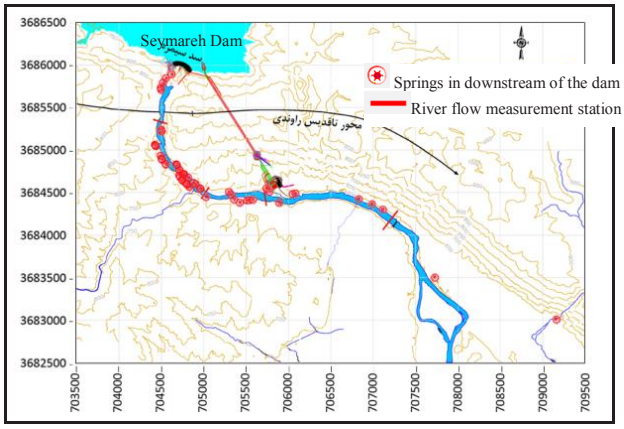


Fig. 1. Location of the main springs in the river downstream of Seymareh Dam

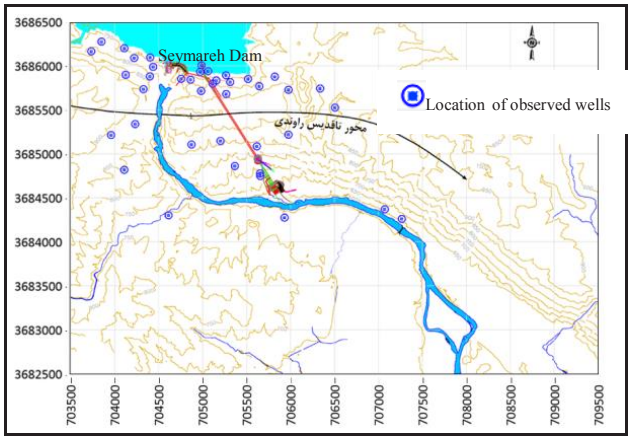


Fig. 2. Location of the observed wells in Seymareh Dam

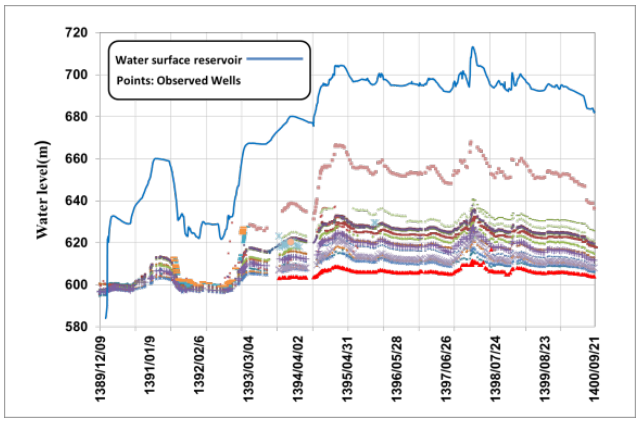


Fig. 3. Changes in water level in observation wells (left abutment) and water surface reservoir

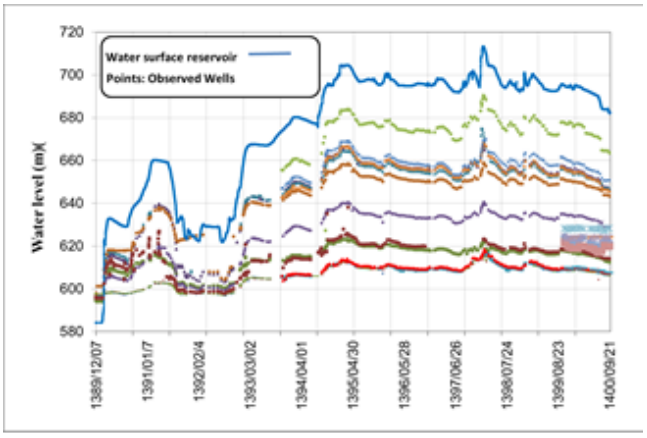


Fig. 4. Changes in water level in observation wells (right abutment) and water surface reservoir

3- Results and Discussion

With the operation of the Seymareh Dam reservoir, the water level of the reservoir gradually increases and due to the increase of hydraulic gradient, it is expected that if there is a clear hydraulic relationship between the reservoir, observation wells, and downstream springs, changes in the water level of wells as well as spring discharge, which are explained as follows.

3- 1- Evaluation of observation wells

Figures 3 and 4 show the close correlation between the fluctuation trend of the reservoir water surface and the water level in the observation wells of both sides of the dam from the beginning of the reservoir water intake until now. In most of the measurements, with increasing or decreasing the reservoir water surface, the water level in the wells has also changed accordingly. Another point is that the water level in the observation wells of the right abutment in the northern edge of the Ravandi anticline is always higher than the wells of the left abutment in this part.

3- 2- Evaluation of downstream springs of the dam

Evaluation of changes in the discharge of springs to changes in the water surface of the Seymareh Dam reservoir according to Figures (5) and (6) on both sides of the site is presented.

4- Conclusions

In this paper, the results of monitoring water resources around the Seymareh dam and power plant were evaluated quantitatively and qualitatively. The key results are as follows:

In most springs, a significant correlation is seen between changes in reservoir water surface level and leakage discharge from them so that with increasing or decreasing reservoir water level, spring discharge also increases or decreases, which indicates the direct relationship between springs and reservoir as source of feed.

Evaluation of the measured data related to water level in

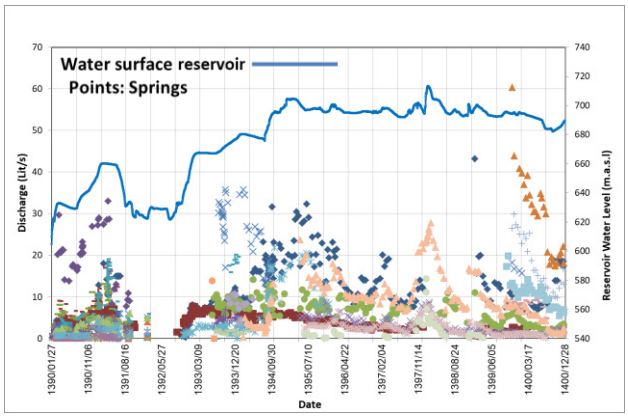


Fig. 5. Changes in measured water discharge of springs in left side and changes in the water surface reservoir over time

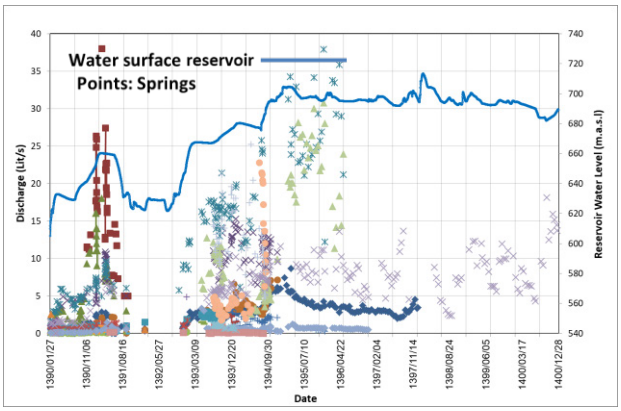


Fig. 6. Changes in measured water discharge of springs on right side and changes water surface reservoir over the time

observation wells, it was found that before the construction of the dam, the water level in the wells of both abutments was almost the same and the differences were not significant, but after the construction of the dam and reservoir operation in the observation wells of the northern edge, the Ravandi anticline in the right abutment is higher than the observation wells of the northern edge of the anticline in the left abutment and sometimes reaches 40 meters. Clear reasons for this can be the presence of a sealing layer in the lower Asmari Formation and also the greater efficiency of the sealing curtain on the right side and the absence of these two features on the left side.

References

[1] A. Cheshomi, Y. Sahbaniya, J. Ashjari, Assessment of water leakage through the right abutment of the Seymareh dam, (2014).

[2] P. Milanovic, Water resources engineering in karst, CRC press, 2004.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Sh. Safavi, Sh. Faghihirad, H. Kardan Moghaddam, S. M. H. Meshkati, H. Sharifimanesh, H. AmirSoliymani, Evaluation of the effects of water intake of Seymareh dam on groundwater level around the site and discharge of downstream springs, Amirkabir J. Civil Eng., 55(6) (2023) 253-256.

DOI: 10.22060/mej.2019.15465.6128

This page intentionally left blank

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر، دوره ۵۵، شماره ۶، سال ۱۴۰۲، صفحات ۱۱۷۹ تا ۱۱۹۴
DOI: 10.22060/ceej.2023.21485.7738

ارزیابی اثرات آبگیری سد سیمره بر تراز آب زیرزمینی پیرامون ساختگاه و آبدهی چشمه‌های پائین‌دست

شهداد صفوی، شروین فقیهی راد*، حمید کاردان مقدم، سید محمد هادی مشکاتی، حسین شریفی منش، حیدر امیر سلیمانی

پژوهشکده، مهندسی هیدرولیک و محیط‌های آبی، موسسه تحقیقات آب، وزارت نیرو، تهران، ایران.

خلاصه: در این پژوهش ارزیابی اثرات کمی احداث سد سیمره در ساختگاه کارستی این سازه بر نوسانات تراز آب زیرزمینی و آبدهی چشمه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به اندازه‌گیری‌های ۱۰ ساله در شبکه چاه‌های مشاهده‌ای و چشمه‌های این منطقه، مشخص گردید که ارتباط هیدرولیکی مستقیمی بین تراز آب مخزن سد و سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای وجود دارد. نتایج نشان داد که اختلاف قابل توجهی در میزان تراز سطح آب چاه‌های یال شمالی نسبت به چاه‌های یال جنوبی به ویژه در تکیه‌گاه راست و چاه‌های تکیه‌گاه راست نسبت به تکیه‌گاه چپ به روشنی دیده می‌شود. این تفاوت تاییدی مبنی بر وجود یک هسته آسماری با نفوذپذیری پایین در امتداد محور تاقدیس است که باعث کارایی بیشتر پرده آب‌بند در جناح راست شده است. تغییرات آبدهی اغلب چشمه‌ها رابطه مستقیمی با تغییرات تراز آب مخزن دارد و همبستگی بالایی وجود دارد. تغییرات مجموع دبی کل چشمه‌های اندازه‌گیری شده در هر دو یال، روند مشابهی با تغییرات دبی چشمه‌های یال چپ دارد که این به دلیل دبی بیشتر چشمه‌های تکیه‌گاه چپ می‌باشد. نتایج نشان داد که با افزایش تراز آب مخزن به ۶۶۰ متر، مقدار آبدهی خروجی چشمه‌های منطقه ۱۴۰۰ لیتر درثانیه رسیده و با کاهش تراز آب مخزن در سال بعدی این مقدار خروجی کاهش و مجدداً با افزایش تراز به ۷۰۴ متر، میزان آبدهی به ۱۸۰۰ لیتر در ثانیه افزایش داشته است.

تاریخچه داوری:
دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۱
بازنگری: ۱۴۰۲/۰۲/۰۴
پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۰
ارائه آنلاین: ۱۴۰۲/۰۳/۰۲

کلمات کلیدی:
سد سیمره
تراز سطح آب مخزن
آب زیرزمینی
چشمه
چاه مشاهده‌ای

۱- مقدمه

فرار آب از تکیه‌گاه‌ها و پی سد یکی از رخدادهایی است که به هنگام ساخت سد و در دوران بهره‌برداری مورد توجه قرار می‌گیرد[۱]. در سدهایی که بخشی از ساختگاه یا همه آن بر روی لایه‌های کارستی قرار دارد، اهمیت موضوع دوچندان می‌شود. کارست از جمله آسیب‌پذیرترین پدیده‌های زمین‌شناسی در طراحی و توسعه پروژه‌های مهندسی از جمله سازه‌های آبی است[۲]. وجود درز و شکاف و به ویژه حفرات انحلالی این امکان را ایجاد می‌کند که به هنگام آبگیری مخزن، جریان آب به سمت یک یا تعدادی از آن ها منحرف شده و پس از نفوذ در آن به نواحی دور از مخزن سد انتقال یابد[۱]. میزان نشت در بسیاری از سدها پس از آبگیری و افزایش سطح آب در مخزن، در نقاط مختلف ساختگاه سد افزایش می‌یابد. این افزایش نشت معمولاً به صورت افزایش آبدهی چشمه‌های موجود یا پدیدار شدن چشمه‌های جدید و همچنین افزایش سطح تراز آب در چاه‌های مشاهده‌ای پایین دست سد مشاهده می‌شود. در سدهایی که بر روی سازندهای کارستی ساخته می‌شوند، نبود اطلاعات و دید کافی به ویژه در شرایط پیش و پس از ساخت سد، موجب فرار حجم قابل ملاحظه‌ای از آب مخزن شده است[۲]. در ایران سازندهای کارستی بالغ بر ۱۱٪ از سطح زمین کشور را پوشانده [۳] و رشته کوه‌های زاگرس از جمله اصلی‌ترین محیط‌های کارستی ایران است که شامل سازندهایی مانند گچساران، آسماری، جهرم (شهبازان)، تربور، سچون، سروک، داریان، فهلیان، هرمز بوده که پراکندگی متفاوتی در زاگرس دارند در بر دارنده هر دو نوع کارست کربناته و تبخیری است.

یکی از سدهایی که در ایران چنین شرایطی از دید سازندهای زمین‌شناسی و فرآیند نشت آب را دارد سد سیمره است. این سد از نوع بتنی دو قوسی و دارای نیروگاه برقابی در مسیر رودخانه سیمره (سرشاخه رودخانه کرخه) بر روی یال شمالی تاقدیس راوندی واقع در بخش جنوب‌غربی زون زاگرس چین خورده احداث شده است. مطالعات چشمی و همکاران در سال ۱۳۹۳ که در ابتدای دوره آبگیری این سد بود نشان داد که با افزایش تراز آبگیری، احتمال افزایش میزان نشتی در یال راست ساختگاه سد افزایش می‌یابد[۴]. مدرسی و همکاران با استفاده از پنج مدل داده مبنا شامل شبکه عصبی مصنوعی، شبکه عصبی رگرسیون تعمیم یافته، رگرسیون بردار پشتیبان،

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: sh.faghihi@wri.ac.ir

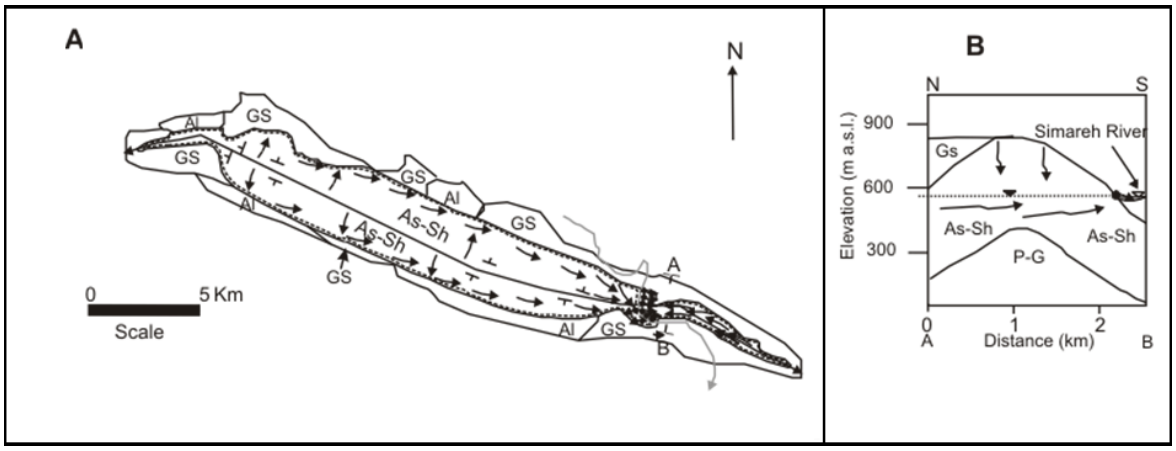
حقوق مؤلفین به نویسندگان و حقوق ناشر به انتشارات دانشگاه امیرکبیر داده شده است. این مقاله تحت لیسانس آفرینندگی مردمی (Creative Commons License) در دسترس شما قرار گرفته است. برای جزئیات این لیسانس، از آدرس https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode دیدن فرمائید.

K نزدیک‌ترین همسایگی و رگرسیون خطی با ساختار بهینه به عنوان مدل‌های منفرد برای پیش‌بینی جریان ورودی به سد سیمره مورد استفاده قرار دادند. با استفاده از استراتژی وزن‌دهی به مدلهای منفرد بر اساس روش Orness Methodشبیه‌سازی انجام گرفت. نتایج نشان می‌دهند که بکارگیری روش Orness Method سبب افزایش قابل ملاحظه‌ای در دقت نتایج پیش‌بینی در مقایسه با دو استراتژی دیگر می‌شود؛ به‌طوری که دقت نتایج پیش‌بینی جریان برای فروردین، اردیبهشت و خردادماه به ترتیب۸۰٪ ، ۳۴٪ و ۲۴٪ نسبت به استراتژی انتخاب بهترین نتایج مدل‌های منفرد و ۶۵٪ ، ۷۵٪ و ۲۴٪ نسبت به استراتژی بکارگیری شبکه عصبی افزایش یافته است[۵]. گودرزی و همکاران در سال ۱۳۹۹میزان جریان ورودی به سد سیمره را در اثر تغییراقلیم با نتایج سناریوهای گزارش پنجم تغییراقلیم مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان دادکه با توجه به افزایش دما در این شرایط، بیشترین میزان افزایش دماهای بیشینه و کمینه مربوط به سناریوی RCP8.5 و به میزان ۱/۲ و ۱/۳ درجه‌ی سانتی‌گراد است. از طرفی نیز نتایج حاکی از کاهش میزان بارش در منطقه بوده که باعث کاهش ۲/۵ تا ۴/۱۳ درصدی جریان ورودی به سد می‌گردد[۶]. کاردان‌مقدم و همکاران در سال ۱۴۰۱ تاثیر آبگیری سد سیمره را بر پارامترهای کیفی منابع آب پائین‌دست این سد مورد بررسی قرار دادند. نتایج ارائه شده نشان داد که سازندهای گچساران و آسماری در افزایش غلظت املاح و انحلال تاثیرگذار است. همچنین چشمه‌های ساحل چپ با توجه به ضخامت و حجم بیشتر سازندهای گچساران و آسماری، روند تغییرپذیری کیفی بالاتری را داشته است. از طرفی نیز همبستگی بین تراز آب مخزن در دوره آبگیری و پارامترهای کیفی نشان داد که آبگیری مخزن سد بیشترین تاثیر را در چشمه‌های ساحل راست داشته و ارتباط بیشتری در تغییرات داشته است[۹].

بررسی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که لزوم رفتارشناسی ساختگاه‌های سد تحت تاثیر عوارض کارستی با توجه به عدم یکسان‌بودن رفتار با توجه به توسعه کارست بسیار ضروری است. در این پژوهش تلاش شده تا با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده توسط گروه محیط‌زیست موسسه تحقیقات آب وزارت نیرو که در طی یک دوره ۱۰ ساله پیش از آبگیری مخزن (آبگیری در انتهای سال ۱۳۹۰ انجام گرفت) تا سال ۱۳۹۸ پس از آبگیری، تغییرات کمی آبدهی چشمه‌ها، رودخانه و همچنین تراز سطح آب در چاه‌های مشاهده‌ای با تغییرات تراز سطح آب مخزن در هر دو یال چپ و راست ساختگاه بررسی شود. ساختگاه و تکیه‌گاه‌های طرفین این سد بر سازندهای کارستی واقع شده که علاوه بر نوع سازندها، عوارض کارستی نیز در تغییرات کمی و کیفی این منطقه تاثیرگذار است. این موضوع سبب می‌شود تا رفتارشناسی ساختگاه سدهای کارستی و مطالعه آن حائز اهمیت باشد. این مطالعه بدنبال ارزیابی کمی منابع آب، تاثیر سازندهای کارستی و عوارض موجود بر رفتار و مدیریت بهره‌برداری از سد تمرکز داشته باشد. مهمترین هدف این مطالعه ارزیابی و رفتارسنجی شبکه پایش کمی تحت تاثیر تراز آب مخزن سازندهای کارستی و عوارض نیز گسل منطقه است. از آنجا که داده‌های اندازه‌گیری شده شرایط پیش و پس از آبگیری مخزن را پوشش داده و همچنین با توجه به وجود داده‌های اندازه‌گیری شده در یک بازه زمانی قابل توجه از ساختگاه سد سیمره، نتایج این پژوهش می‌تواند برای کارشناسان پایش و بهره‌برداران مخزن سد سیمره و همچنین پروژه‌های مشابه مفید باشد.

۲- معرفی متدولوژی پژوهش

موقعیت سد سیمره در ۳۰ کیلومتری شمال‌غربی شهرستان دره‌شهر و ۳ کیلومتری بالادست روستای تلخاب در استان ایلام با مختصات ۷۰۴۵۵۰ طول شرقی و ۳۶۸۶۰۰۰ عرض شمالی است. ساختگاه سد در دره‌ای U شکل با دیواره‌های با شیب تند قرار داشته و ارتفاع سد از بستر رودخانه ۱۳۰ متر (حدود ۱۷۹ متر از سنگ بستر) است. تراز تاج سد و تراز نرمال بهره‌برداری به ترتیب ۷۳۰ و ۷۲۳ متر از سطح دریا بوده که حجم مخزن در تراز نرمال حدود ۲/۸ میلیارد متر مکعب است که از جمله بزرگترین مخازن سد در ایران است. این سد با اهدافی از جمله تولید انرژی برقابی و افزایش قدرت تنظیم سدهای پایین دست و همچنین مهار سیلاب‌های رودخانه سیمره ساخته شده و آبگیری آن از فروردین سال ۱۳۹۰ آغاز گردید. محدوده مورد مطالعه براساس تقسیمات زمین شناسی ناحیه‌ای در زون زاگرس چین‌خورده و در بخش جنوب‌غربی آن واقع شده است. روند عمومی تاقدیس‌های منطقه از امتداد کلی سلسله کوه‌های زاگرس، یعنی شمال غرب.جنوب شرق پیروی می‌کند. اما محور تاقدیس راوندی در محدودهٔ سد مقداری چرخیده و روند آن شرقی.غربی شده است[۷]. چین‌خوردگی تشکیلات آهکی آسماری در نتیجه عملکرد رخداد الیگوسن پسین.پیشین یعنی ساوین باعث تشکیل تاقدیس راوندی در منطقه شده است. مهمترین مشخصه است تاقدیس، چین‌خوردگی سازند آسماری به همراه سنگ‌های جوانتر و قدیمی‌تر است.توالی سنگ‌چین‌های منطقهٔ مورد مطالعه شامل سازندهای آسماری، گچساران و به صورت پراکنده سازند بختیاری می‌باشد. سازند آسماری در محدوده مورد مطالعه به سه واحد بالایی، میانی و پایینی



شکل ۱. نقشه هیدروژئولوژی، جریان منطقه ای آب زیرزمینی و برش زمینشناسی در تاقدیس راوندی[۸]

Fig. 1. Hydrogeological map, regional flow of ground water and geological section in Raw-andi anticline

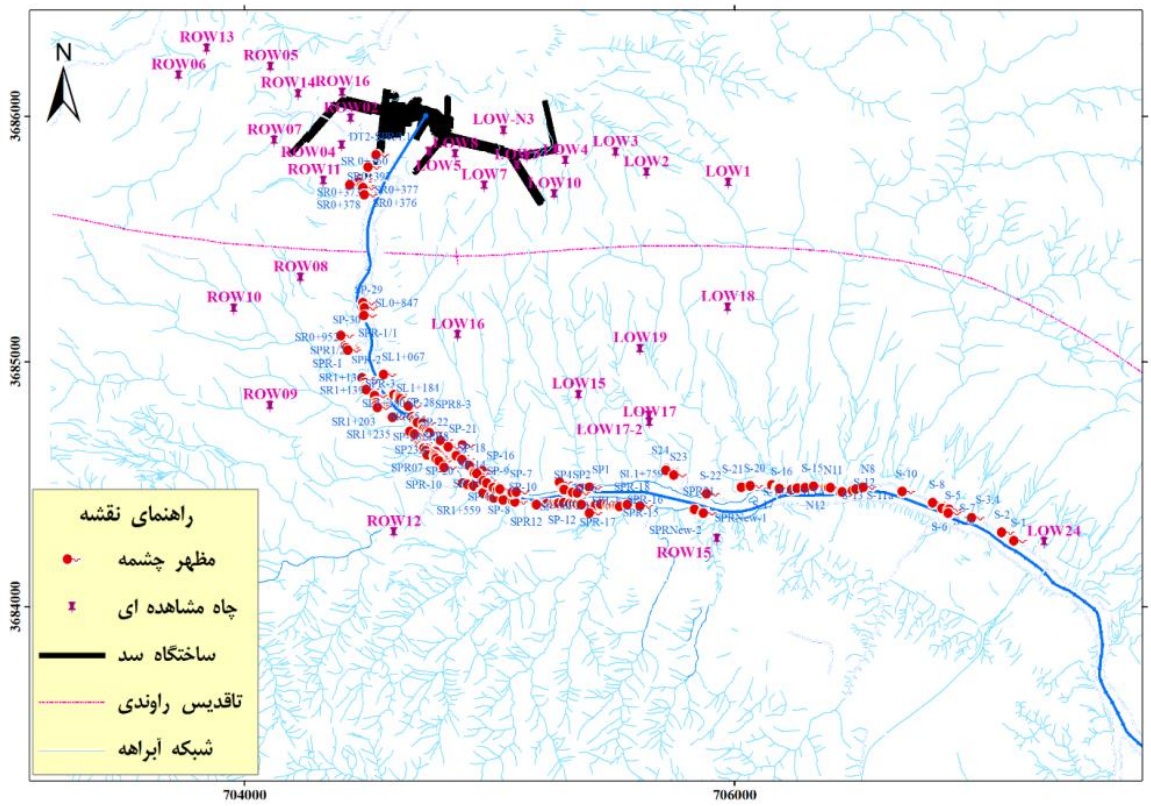
تقسیم شده است، که سنگ بستر محل سد وتکیه‌گاه‌ها که پرده آب بند در آن ایجاد شده است شامل واحد آسماری میانی و به مقدار کمی واحد آسماری بالایی می‌گردد. محدوده مخزن و بخشی از ارتفاعات هر دو تکیه‌گاه محل سد از سازند گچساران تشکیل شده است. همچنین گستره مورد مطالعه شامل، رسوبات آبرفتی درشت‌دانه، رسوبات دریاچه‌ای ریزدانه، رسوبات واریزه‌ای(سنگ ریزش‌ها) و رسوبات آبرفت قدیمی رودخانه سیمره می‌باشد.

تمام چشمه‌های تخلیه کننده تاقدیس راوندی پیش از آبگیری در یال جنوبی تاقدیس قرار دارند. با توجه به شسته شدن سازند گچساران بر روی سازند آسماری در تکیه‌گاه راست، احتمال پرشدگی درزه و شکستگی‌ها در این تکیه‌گاه نیز وجود دارد اما مقدار آن کمتر از تکیه‌گاه چپ است. در شکل (۱) که مربوط به شرایط پیش از آبگیری مخزن است مشخص است که راستای عمومی جریان آب زیرزمینی در هر دو یال به طرف خروجی تاقدیس در محل رودخانه است. بر پایه داده‌های حاصل از پایش، عمده سرریز آب زیرزمینی در یال جنوبی از محدوده سطح محوری تاقدیس در تنگه محل سد تا پل روستای رماوند است.

در این پژوهش به منظور ارزیابی میزان تاثیر تراز سطح آب مخزن سد سیمره در دوران بهره‌برداری بر میزان تغییر آبدهی چشمه‌ها از چشمه‌های شاخص که دارای دبی قابل اندازه‌گیری و دائمی هستند استفاده شد. همچنین برای ارزیابی تاثیر افزایش تراز آب مخزن بر وضعیت منابع آب زیرزمینی، تغییرات تراز سطح آب در چاه‌های مشاهده‌ای در دو جناح سد و در بالادست و پایین‌دست پرده آب‌بند استفاده شد.

در ساختگاه سد سیمره، تراز آب زیرزمینی در ۳۹ حلقه چاه مشاهده‌ای اندازه‌گیری می‌شود که با توجه به شرایط ژئوتکنیکی در موقعیت‌های مختلف تکیه‌گاه چپ و راست قرار دارند. ۲۵ حلقه در تکیه‌گاه چپ و ۱۴ حلقه در تکیه‌گاه راست و در تقسیم‌بندی دیگر ۲۵ حلقه در یال شمالی و ۱۴ حلقه در یال جنوبی تاقدیس راوندی قرار دارد. در شکل (۲) نام و موقعیت چاه‌ها نسبت به بدنه سد و همچنین نسبت به تاقدیس راوندی نشان داده شده است. چاه‌های ROW2 و ROW4 در تکیه‌گاه راست و چاه‌های LOW5، LOW7 و LOW8 در تکیه‌گاه چپ در حریم پرده آب‌بند قرار دارند. چاه‌های LOW21 و LOW22 در فاصله ۱۰۰۰ متری و ۸۰۰ متری مرز تراز نرمال آبگیری در یال شمالی تاقدیس راوندی قرار دارد. همچنین چاه‌های LOW9 و LOW23 در داخل گالری و چاه LOW.N3 در کنار سازه آبگیر قرار داشته و در شرایطی که تراز مخزن بالا باشد، قابل اندازه‌گیری نمی‌باشند. در چاه LOW.17 نیز به دلیل آلودگی، اندازه‌گیری انجام نمی‌شود و به جای آن چاه جدید LOW17.2 حفر شده است که از بهمن‌ماه سال ۹۳ ترازسنجی آن انجام می‌شود.

در شکل (۲) نام و موقعیت چشمه‌های شاخص در پایین‌دست بدنه سد آورده شده است.آبدهی چشمه‌ها پس از آبگیری مخزن تقریباً دو بار در هر ماه اندازه‌گیری شده است. در چشمه‌های ساختگاه سد سیمره، اندازه‌گیری دبی به پنج روش حجمی، جت جریان، جریان سنجی با مولینه، سرریز لبه‌تیز



شکل ۲. موقعیت شبکه پایش آب زیرزمینی و چشمه ها در پایین‌دست سد سیمره

Fig. 2. The location of the ground water monitoring network and springs downstream of the Seymareh dam

و پارشال فلوم انجام می‌شود که هر کدام از این روش‌ها با توجه به دبی چشمه، نحوه رخنمون چشمه، توپوگرافی، شرایط محیطی و پوشش گیاهی در محل چشمه‌ها انتخاب می‌شوند.

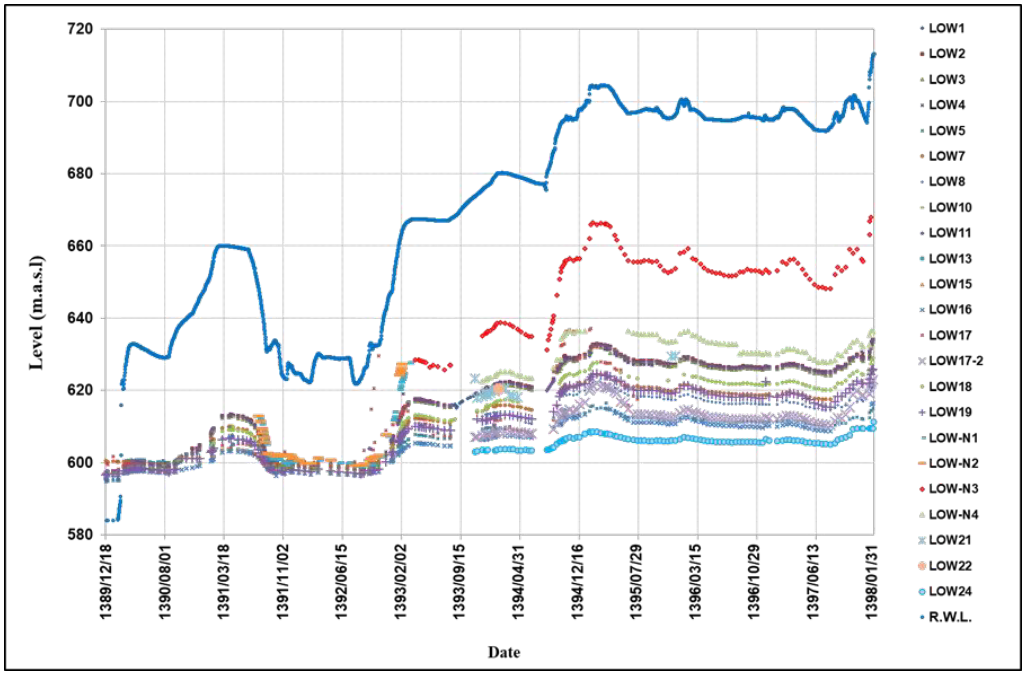
۳- نتایج و بحث

با آبگیری مخزن سد سیمره ، تراز سطح آب مخزن به تدریج افزایش یافته و با توجه به افزایش گرادیان هیدرولیکی، انتظار می‌رود در صورت وجود ارتباط هیدرولیکی مشخص بین مخزن، چاه‌های مشاهده‌ای و چشمه‌های پایین‌دست، تغییراتی در تراز سطح چاه‌ها و همچنین آبدهی چشمه‌ها دیده شود که در زیر مورد تفسیر قرار گرفته است.

۳- ۱- ارزیابی چاه‌های مشاهده‌ای

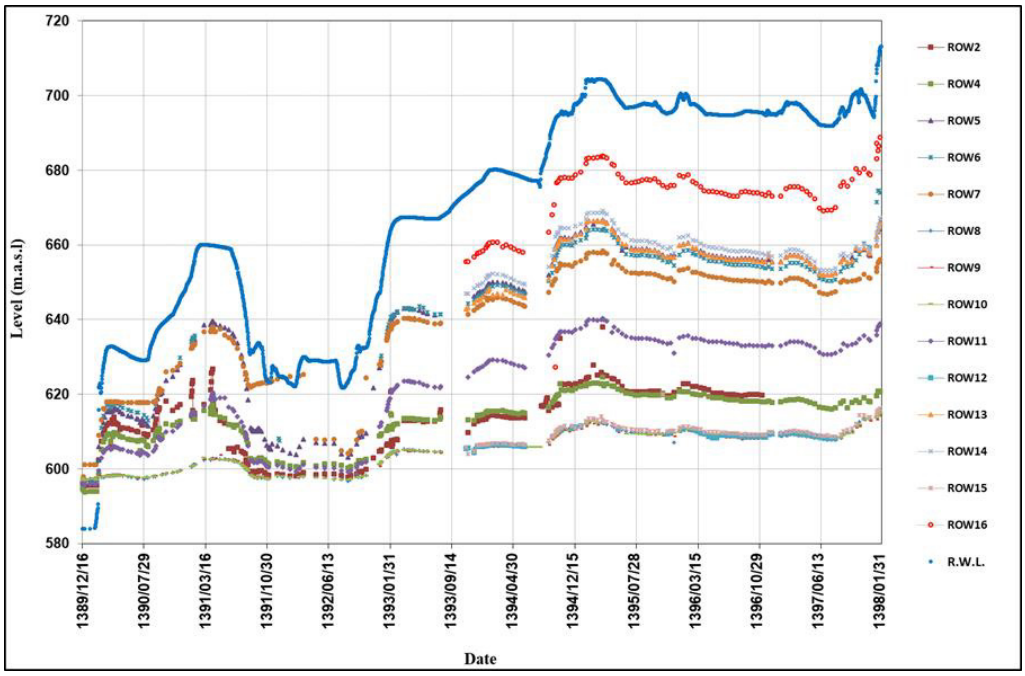
با اندازه‌گیری عمق آب در چاه‌های مشاهده‌ای در دو تکیه‌گاه ساختگاه سد، مطابق شکل (۳) و (۴)، تغییرات تراز سطح آب در چاه‌های مشاهده‌ای مورد آنالیز قرار گرفت.

نتایج به دست آمده در شبکه پایش کمی چاه‌های مشاهده‌ای حاکی از وجود رابطه مستقیم بین روند نوسان تراز سطح آب مخزن با تراز سطح آب در چاه‌های مشاهده‌ای در هر دو جناح سد از آغاز آبگیری مخزن تا پایان این دوره است. در بیشتر اندازه‌گیری‌های انجام شده، با افزایش یا کاهش تراز سطح آب مخزن، تراز آب در چاه‌ها نیز متناسباً با افزایش یا افت روبرو بوده که این نتیجه ارتباط بین مخزن و چاه‌های مشاهده‌ای و تاثیرپذیری مستقیم از مخزن را نشان می‌دهد. نکته دیگر اینکه تراز سطح آب در چاه‌های مشاهده‌ای جناح راست در یال شمالی تاقدیس راوندی همواره بالاتر از چاه‌های جناح چپ در این قسمت است. تراز سطح آب در این چاه‌ها، غیر از تراوایی توده سنگ به کارایی پرده آب‌بند و موقعیت قرارگیری چاه در بالادست یا پایین‌دست پرده آب‌بند و همچنین دوری و نزدیکی از مخزن بستگی دارد. یکی از دلایل مطمئن در این مورد این است که با توجه به اتصال عمقی پرده آب‌بند به آسماری زیرین در تکیه‌گاه راست و بالا بودن



شکل ۳. نمودار نوسان تراز آب در چاههای مشاهدهای جناح چپ و همچنین تغییرات تراز سطح آب مخزن نسبت به زمان

Fig. 3. Changes in water level in observation wells (left abutment) and water surface reservoir



شکل ۴. نمودار نوسان تراز آب در چاههای مشاهدهای جناح راست و همچنین تغییرات تراز سطح آب مخزن نسبت به زمان

Fig. 4. Changes in water level in observation wells (right abutment) and water surface reservoir

جدول ۱. همبستگی بین تراز آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای ساحل راست و تراز آب مخزن

Table 1. Correlation between the ground water level in the observation wells of the right side and water surface reservoir

	مخزن سد	ROW2	ROW4	ROW5	ROW6	ROW7	ROW8	ROW9	ROW10	ROW11	ROW12	ROW13	ROW14	ROW15	ROW16
مخزن سد	1														
ROW2	0.80	1													
ROW4	0.94	0.93	1												
ROW5	0.98	0.83	0.96	1											
ROW6	0.99	0.81	0.95	0.99	1										
ROW7	0.97	0.79	0.94	0.98	0.99	1									
ROW8	0.96	0.82	0.91	0.97	0.97	0.95	1								
ROW9	0.96	0.77	0.89	0.96	0.96	0.94	1.00	1							
ROW10	0.96	0.81	0.91	0.97	0.97	0.95	1.00	1.00	1						
ROW11	0.98	0.81	0.94	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	1					
ROW12	0.94	0.90	0.95	0.97	0.96	0.96	0.98	0.98	0.98	0.97	1				
ROW13	0.94	0.88	0.96	0.99	0.92	0.99	0.89	0.89	0.89	0.99	0.97	1			
ROW14	0.89	0.88	0.98	0.99	0.91	0.99	0.86	0.85	0.86	0.99	0.95	0.99	1		
ROW15	0.87	0.78	0.77	0.82	0.88	0.81	0.91	0.91	0.91	0.84	0.98	0.84	0.81	1	
ROW16	0.86	0.77	0.76	0.79	0.79	0.81	0.79	0.80	0.79	0.81	0.96	0.82	0.78	0.78	1

این سازند در ساحل راست که تا حدودی باعث کاهش نشت در راستای شمالی.جنوبی در تاقدیس می‌شود، سبب بالاتر قرار گرفتن سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای تکیه‌گاه راست می‌شود. همچنین بر مبنای حفاری‌های اکتشافی انجام گرفته در واحد پایینی سازند آسماری، هیچ‌گونه شواهدی مبنی بر توسعه کارست دیده نشده است و نفوذپذیری در حد کم تا خیلی کم ارزیابی شده است. در تکیه‌گاه چپ قاعده کارستی شدن پایین‌تر و سطح آبگذر بزرگتر است. همچنین پرده آب‌بند در جناح راست پیش از ساخت سد و با کیفیت بالایی اجرا شده است در حالیکه درجناح چپ به هنگام آبگیری و در شرایط دیگری اجرا شده است و از این رو کارایی پرده آب‌بند در جناح راست بالاتر از جناح چپ می باشد.

بیشترین افزایش تراز آب زیرزمینی مربوط به چاه مشاهده‌ای LOW.N3 بوده که در نزدیکی مخزن سد سیمره بر ساحل چپ حفر شده است. سایر چاه‌های مشاهده‌ای در بخش ساحل چپ دارای روند یکسانی از نظر تغییرات تراز آب زیرزمینی است. در ساحل راست بیشترین افزایش تراز آب زیرزمینی مربوط به چاه مشاهده‌ای ROW.16 است که این چاه مشاهده‌ای نیز در نزدیکی مخزن سد در ساحل راست قرار دارد. عملاً افزایش تراز آب زیرزمینی در دو چاه مشاهده‌ای LOW.N3 و ROW.16 حاکی از تغذیه و جریان یافتن آب از طرف مخزن به دو تکیه‌گاه سد سیمره را نشان می‌دهد. میزان سرعت جریان و تغذیه در این دو منطقه تابع شرایط زمین‌شناسی و توسعه سازندهای کارستی است. در جدول (۱) همبستگی بین تراز آب زیرمینی در چاه‌های مشاهده‌ای در ساحل راست با تراز آب مخزن و در جدول (۲) همبستگی بین تراز آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای در ساحل چپ با تراز مخزن نشان داده شده است.

بررسی نتایج همبستگی بین تراز آب زیرزمینی چاه‌های مشاهده‌ای ساحل چپ و تراز مخزن سد سیمره نشان می‌دهد که همبستگی بالایی بین افزایش تراز آب مخزن و افزایش تراز آب زیرزمینی وجود دارد. این موضوع

جدول ۲. همبستگی بین تراز آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای ساحل چپ و تراز آب مخزن

Table 2. Correlation between the ground water level in the observation wells of the left side and water surface reservoir

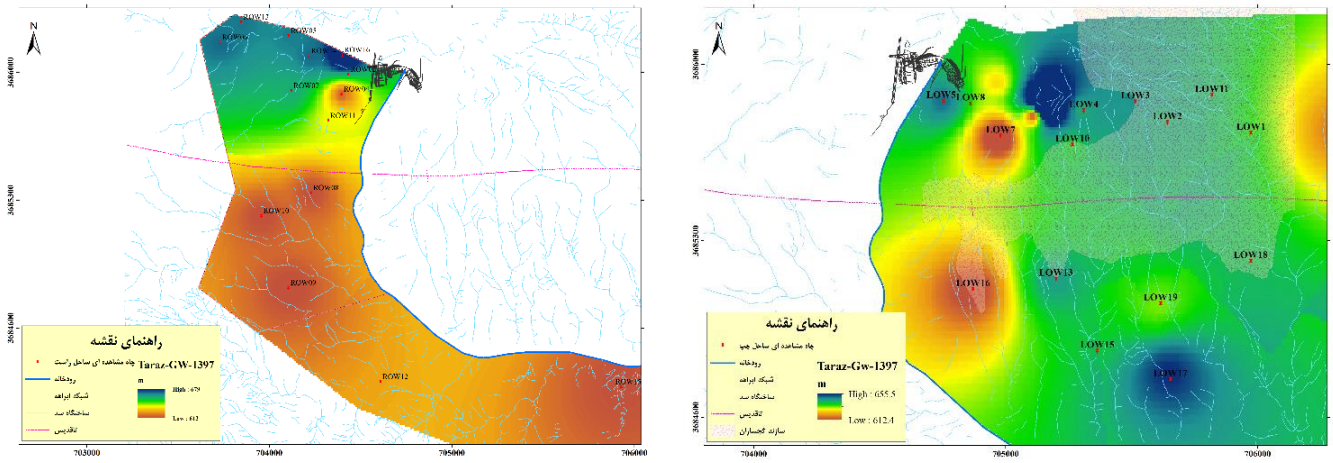
	مخزن سد	LOW1	LOW2	LOW3	LOW4	LOW5	LOW7	LOW8	LOW9	LOW10	LOW11	LOW13	LOW15
مخزن سد	1												
LOW1	0.98	1											
LOW2	0.98	1	1										
LOW3	0.98	1	1	1									
LOW4	0.98	1	1	1	1								
LOW5	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1							
LOW7	0.98	1	1	1	1	0.99	1						
LOW8	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1					
LOW9	0.92	0.99	0.99	0.99	0.97	0.96	0.98	0.92	1				
LOW10	0.98	1	1	1	1	0.99	1	0.99	0.99	1			
LOW11	0.98	1	1	1	1	0.99	1	0.99	0.99	1	1		
LOW13	0.84	0.99	0.99	0.99	0.99	0.91	0.98	0.97		0.99	0.98	1	
LOW15	0.97	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.98	0.98	0.99	0.99	1	1

	مخزن سد	LOW16	LOW17	LOW18	LOW19	LOW.N1	LOW.N2	LOW.N3	LOW.N4	LOW17.2	LOW21	LOW22	LOW23	LOW24
LOW16	0.98	1												
LOW17	0.84	0.86	1											
LOW18	0.98	1	0.87	1										
LOW19	0.98	1	0.88	1	1									
LOW.N1	0.98	0.98	0.47	1	1	1								
LOW.N2	0.96	0.96	0.40	0.99	0.99	1	1							
LOW.N3	0.98	0.98	0.85	0.99	0.99			1						
LOW.N4	0.87	0.93	0.79	0.94	0.93			0.91	1					
LOW17.2	0.88	0.98	0.72	0.93	0.94			0.92	0.79	1				
LOW21	0.88	0.96	0.48	0.61	0.97			0.99	0.97	0.88	1			
LOW23	0.95	0.98	0.81	0.99	0.98			0.97	0.96	0.92	0.09		1	
LOW24	0.93	0.98	0.83	0.93	0.94			0.93	0.79	0.95	0.90		0.91	1

در شرایطی است که حداکثر میزان همبستگی بین تراز آب مخزن و چاه مشاهده‌ای LOW5 به میزان ۹۹درصد ثبت شده است. همچنین پراکنش مکانی همبستگی نیز حاکی از این موضوع است که چاه‌های مشاهده‌ای نزدیک به مخزن سد دارای همبستگی بالاتری بوده و اغلب دارای همبستگی بالای ۹۵درصد است.

بررسی همبستگی بین تراز آب زیرزمینی چاه‌های مشاهده‌ای ساحل راست و تراز آب مخزن نیز دارای همبستگی بالای را نشان می‌دهد. بیشترین میزان همبستگی تراز آب مخزن با چاه مشاهده‌ای ROW6 به میزان ۹۹ درصد ثبت شده است. بطورکلی در چاه‌های مشاهده‌ای نزدیک ساختگاه سد میزان همبستگی بالایی محاسبه شده است.

با توجه به نتایج اندازه‌گیری شده تراز آب در شبکه چاه‌های مشاهده‌ای، منحنی‌های تراز آب پیش از آبگیری مخزن (شکل ۵)، در یال شمالی تاقدیس



ساحل چپ ساحل راست

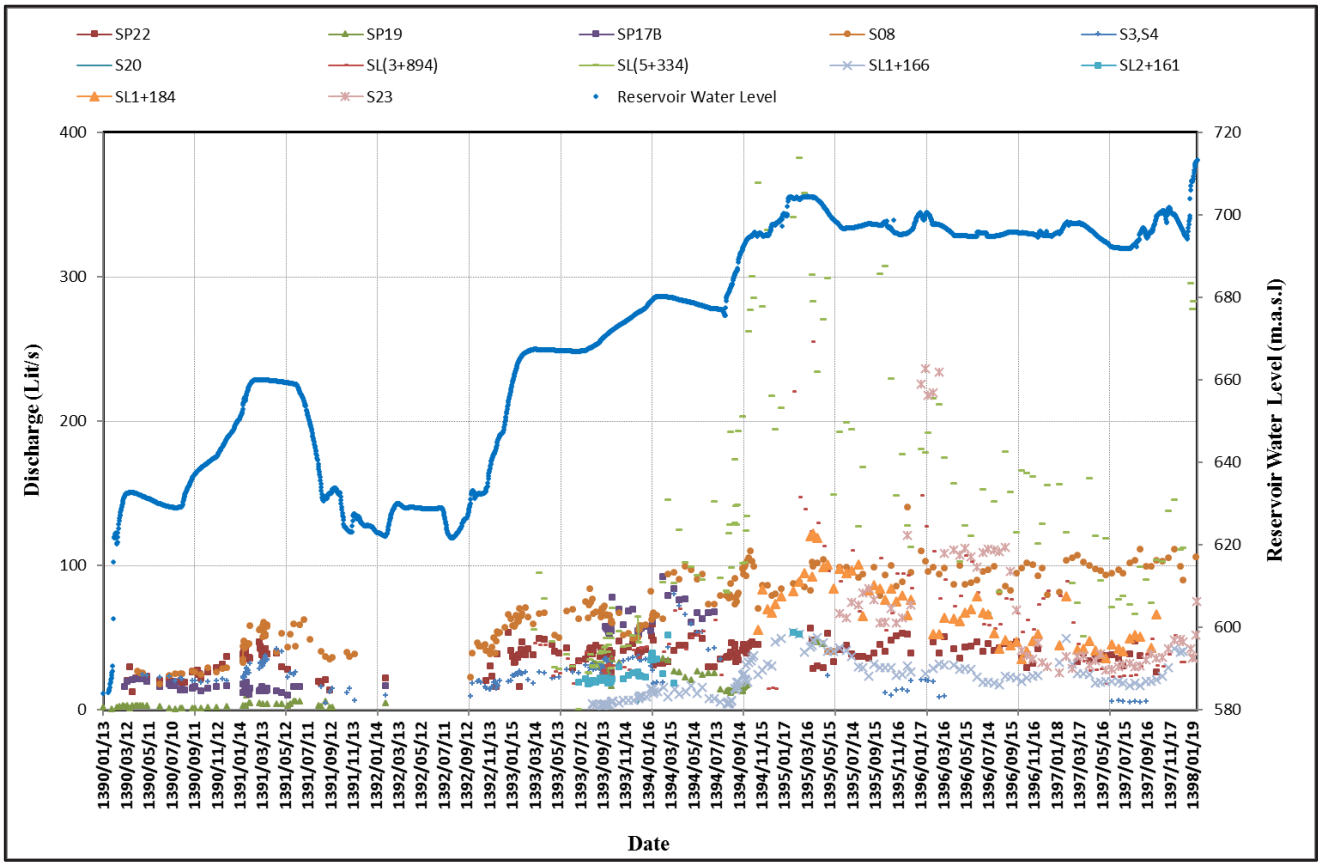
شکل ۵. وضعیت جریان آب زیرزمینی ساختگاه سد سیمره در فروردین ۹۸

Fig. 5. The condition of the ground water flow of the Seymareh dam construction in April 2019

راوندی حاکی از روند حرکت آب زیرزمینی از شمال به جنوب و تا حدی از شمال‌غربی به جنوب‌شرقی بوده که در محل دره تاقدیس، تمایلی به سمت سواحل چپ و راست نیز دیده می‌شود.

در یال جنوبی تاقدیس، جهت جریان از جنوب به شمال است که نشان می‌دهد از یال شمالی تاقدیس کبیرکوه تغذیه می‌شود. پس از آبگیری مخزن در مهرماه سال ۱۳۹۰ که تراز مخزن ۶۲۹/۲۵ متر از سطح دریا است، راستای کلی جریان در جناح راست یال شمالی تاقدیس از شمال‌غربی به جنوب‌شرقی است و در جناح چپ تقریباً شمالی.جنوبی است. در یال جنوبی تاقدیس در هر دو جناح تمایل جریان به سمت سواحل رودخانه وجود دارد که در ساحل راست زاویه تمایل نسبت به رودخانه تندتر بوده و به سمت غربی. شرقی پیش می‌رود. همچنین در این شرایط با بالارفتن تراز ایستابی محدوده ساختگاه سد، تاثیری از تغذیه یال شمالی تاقدیس کبیرکوه در جنوب تاقدیس دیده نمی‌شود. در سال‌های پس از آن و به ویژه با افزایش تراز مخزن، سطح ایستابی بالاتر رفته و جهت جریان آب زیرزمینی در جناح راست یال شمالی تاقدیس همچنان شمال‌غربی.جنوب‌شرقی با شیب تند می‌باشد که در یال جنوبی تاقدیس از گرادیان هیدرولیکی آن کاسته می‌شود (شکل ۵). در جناح چپ با افزایش تراز مخزن، در هر دو یال شمالی و جنوبی تاقدیس، جهت جریان هر چه بیشتر شمالی.جنوبی شده که در جنوب تاقدیس شیب کمتری دارد ولی افزایش گرادیان در این جناح غالب بوده و راستای حرکت آب زیرزمینی به سمت ساحل راست متمایل می‌شود. همچنین با افزایش تراز مخزن و بنابراین افزایش گرادیان هیدرولیکی هر دو جناح نسبت به دره ساختگاه، جریان‌های موضعی از هر دو جناح به سمت سواحل رودخانه همواره وجود دارد. تحلیل وضعیت نشت از ساختگاه سد سیمره نشان می‌دهد که اگرچه در تمامی سدها صرف نظر از نوع مصالح به کار رفته در بدنه و یا روش طراحی، احتمال این رخداد وجود دارد و حجم این نشت می‌تواند از مقادیر بسیار ناچیز تا احجام قابل توجه تغییر نماید اما در سازند کارستی ساختگاه سیمره، جریان آب پیچیده و متاثر از دوگانگی این نوع محیطها که متشکل از یک محیط پیوسته یا ماتریکسی و یک محیط گسسته یا مجاری بزرگ در ترکیب با یکدیگر است و به دلیل این تخلخل دوگانه، محیطهای کارستی دارای هتروژنی شدیدی هستند[۹]. بر اساس تقسیم‌بندی که توسط کوینلان و اورز بر اساس ویژگی‌های هیدرولیکی انجام شده است[۱۰]، در ساختگاه سد سیمره تعداد زیادی چشمه با آبدهی کم وجود دارد و وجود چنین وضعیتی در چشمه‌ها نشان دهنده نوعی جریان پراکنده یا بنا بر برخی منابع، افشان[1] در محدوده پایین‌دست سد به ویژه در جناح چپ می‌باشد. البته در این میان دبی قابل توجه تعداد کمی از چشمه‌ها نیز می‌تواند نشان دهنده یک سامانه جریان ترکیبی[2] در سیستم کارستی سیمره باشد.

1 - Matrix
2 - Hybrid System



شکل ۶. تغییرات دبی‌های اندازه‌گیری شده چشمه‌های جناح چپ و تغییرات تراز سطح مخزن نسبت به زمان

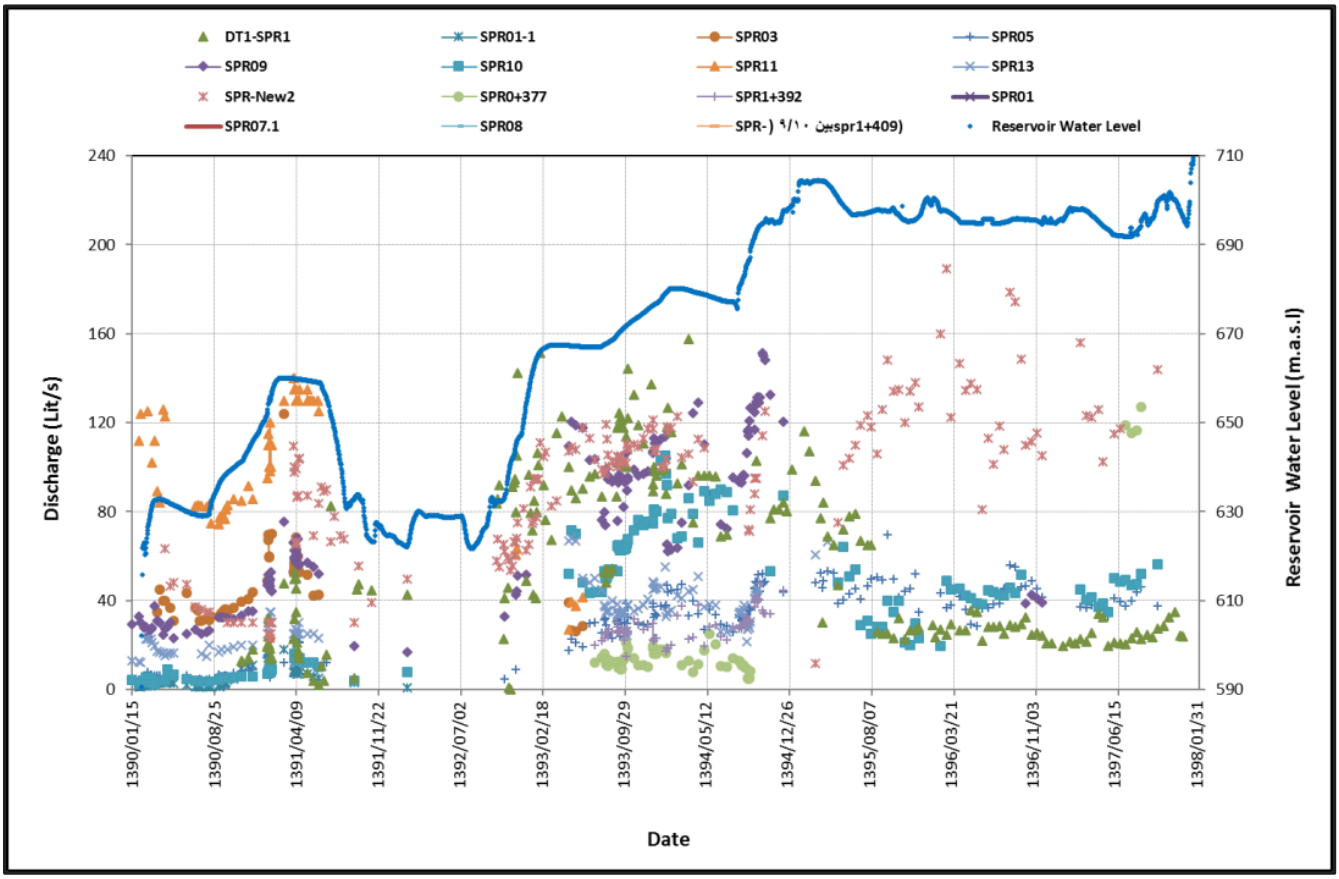
Fig. 6. Changes in measured water discharge of springs in left side and changes water surface reservoir over the time

۳- ۲- ارزیابی چشمه‌های پایین‌دست سد

ارزیابی تغییرات آبدهی چشمه‌ها نسبت به تغییرات تراز آب مخزن سد سیمره مطابق شکل (۶) و (۷) در دو طرف ساختگاه ارائه شده است. بررسی اجمالی نتایج نشان می‌دهد که رابطه مسقیمی میان تغییرات آبدهی چشمه‌ها در هر دو تکیه‌گاه چپ و راست با تغییرات تراز مخزن وجود دارد به طوری که با کاهش و افزایش تراز مخزن، دبی اغلب چشمه‌ها نیز کاهش یا افزایش یافته است.

در بین چشمه‌های مورد آنالیز در منطقه، چشمه S24 به عنوان پرآب‌ترین چشمه در پایین‌دست سد به عنوان چشمه شاخص انتخاب و مطابق شکل (۸) مورد آنالیز قرار گرفت. نتایج ارائه شده حاکی از این موضوع است که نوسان دبی اندازه‌گیری شده از این چشمه، همخوانی بسیار زیادی با نوسان تراز آب مخزن سد دارد. همخوانی تغییرات دبی این چشمه با تراز مخزن تقریباً همزمان بوده و تاخیر زمانی ندارد به طوری که در نقاط فرود و اوج تغییرات تراز مخزن، تغییرات کاملاً مشابهی در دبی این چشمه رخ می‌دهد. براساس نتایج به دست آمده در تراز مخزن ۶۰۰ متر از سطح دریا، آبدهی این چشمه حدود ۱۰۰ لیتر در ثانیه و در تراز ۷۱۳/۲۳ متر از سطح دریا که در فروردین ۹۸ بوده و سرریزی رخ داده است، مقدار آبدهی به ۸۳۸ لیتر در ثانیه افزایش یافته است.

در شکل (۹) ارتباط بین تغییرات تراز مخزن سد با مجموع دبی‌های اندازه‌گیری شده از چشمه‌های هر دو طرف تکیه‌گاه مورد آنالیز قرار گرفته است. تغییرات مجموع دبی چشمه‌های ساحل چپ و راست و همچنین مجموع دبی کلیه چشمه‌ها نیز همخوانی بسیاری با تغییرات تراز مخزن دارد. کاهش دبی مجموع کل چشمه‌های هر دو ساحل در سال‌های ۹۷ و ۹۸ به دلیل عدم اندازه‌گیری دبی برخی از چشمه‌ها به دلیل نبود سازه اندازه‌گیری مناسب و یا باز بودن تخلیه‌کننده‌های عمقی، نیروگاه و وجود شرایط سیلابی در فروردین ماه ۹۸ در پایین‌دست سد است.

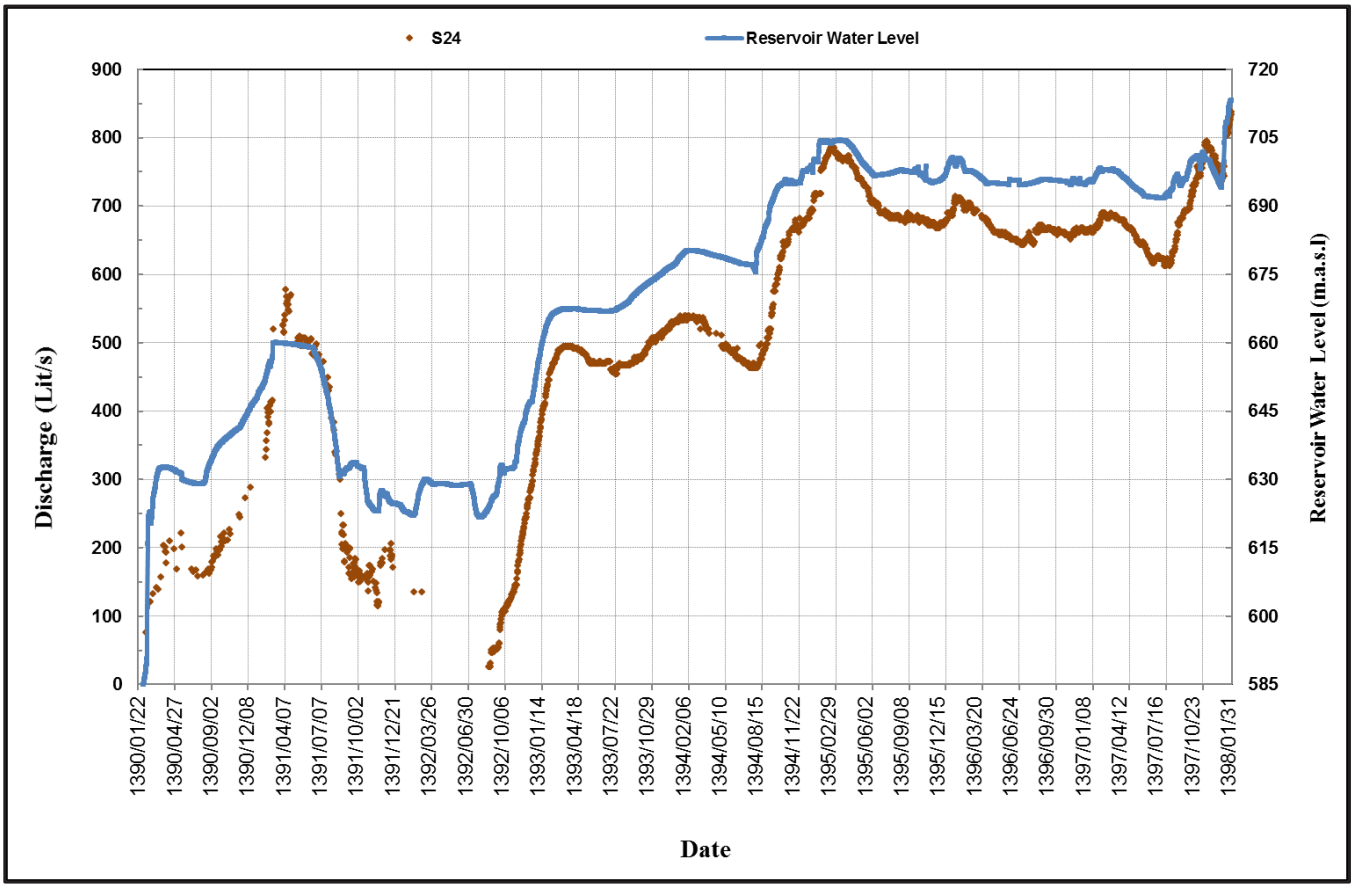


شکل ۷. تغییرات دبی‌های اندازه‌گیری شده چشمه‌های جناح راست و تغییرات تراز سطح مخزن نسبت به زمان

Fig. 7. Changes in measured water discharge of springs in right side and changes water surface reservoir over the time

به منظور ارزیابی میزان تاثیرپذیری دبی چشمه‌ها از تغییرات تراز سطح آب مخزن، تغییرات دبی چشمه‌های S24 و SL(5+334) در جناح چپ و چشمه‌های SPR09 و SPR.NEW2 در جناح راست که دارای جامعه آماری کامل‌تری نسبت به دیگر چشمه‌ها دارند ترسیم گردید (شکل ۱۰). با توجه به این نتایج به خوبی دیده می‌شود که رابطه مستقیمی میان دبی چشمه‌ها و تراز مخزن وجود دارد و پایین و بالا رفتن تراز مخزن، مستقیماً موجب کاهش و افزایش دبی اغلب چشمه‌ها می‌شود. در دیگر چشمه‌ها نیز این روال وجود دارد اگرچه در برخی از آنها به دلیل کافی نبودن تعداد داده‌ها ممکن است این روند مانند دیگر چشمه‌ها واضح نباشد. همخوانی تغییرات دبی اغلب چشمه‌های اندازه‌گیری شده با تغییرات تراز مخزن نشان می‌دهد که این چشمه‌ها به مخزن راه داشته و از مخزن تغذیه می‌نمایند.

بر اساس نتایج داده‌های آماری و نمودارهای ارائه شده، دبی‌های اندازه‌گیری شده بیش از ۱۰۰ لیتر در ثانیه در هر دو تکیه‌گاه چپ و راست در موقعیت پایین‌دست محور تاقدیس به طرف پایین‌دست قرار دارند. همچنین همان گونه که از نتایج پیداست دبی نشتی چشمه‌های جناح چپ بیشتر از چشمه‌های جناح راست است. وجود یک لایه آب‌بند در سازند آسماری پایینی در تکیه‌گاه راست ضمن ارتقاء کارایی پرده آب بند، امکان نشت آب به پایین‌تر از خط محور تاقدیس در این تکیه‌گاه را کمتر می‌کند. در تکیه‌گاه چپ و در چند صد متر انتهایی تونل آب‌بر نیروگاه و بخش عمده مسیر تونل دسترسی به آن، گسل‌ها و مجراهای انتقال دهنده آب زیرزمینی به چشمه‌های ساحل

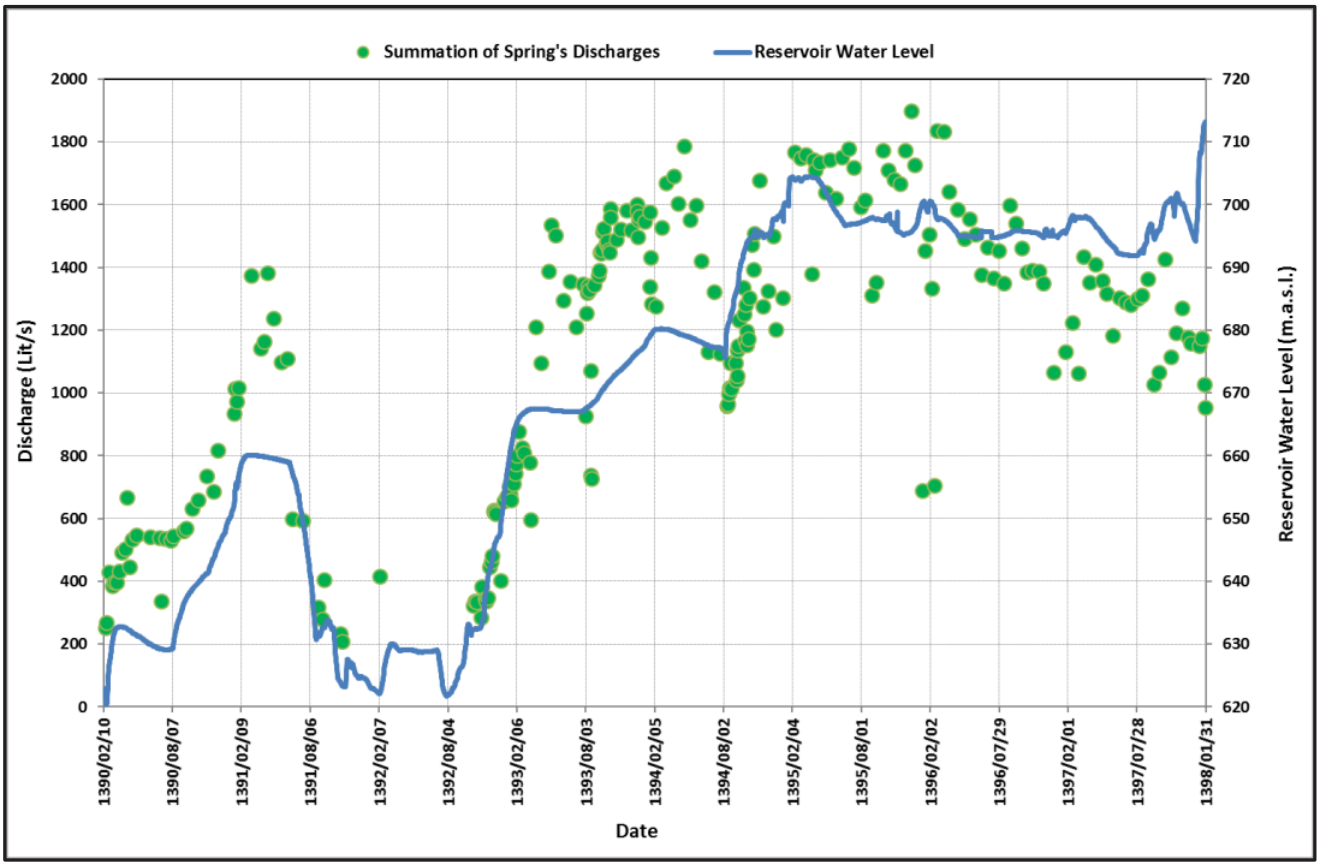


شکل ۸. تغییرات دبی‌های اندازه‌گیری شده چشمه S24 و تغییرات تراز سطح مخزن نسبت به زمان

Fig. 8. Changes in the measured water discharge of the S24 spring and changes water surface reservoir over the time .

چپ را قطع نموده و مخلوطی از آنها را پیش از آبگیری مخزن تخلیه می‌کرده است. پس از آبگیری مخزن، تونل آب‌بر نیروگاه با پوشش بتنی و تزریق آب‌بند شده است اما تونل دسترسی به آن مانند یک زهکش عمل نموده و ضمن تخلیه بخشی از آب چشمه‌های تکیه‌گاه چپ، بخشی از آبهای نشت یافته از مخزن را نیز تخلیه می‌کند. با فرض اندازه‌گیری تمام دبی نشتی و عدم وجود فرار نشتی از سازه‌های اندازه‌گیری، روند و نوسان دبی نشت چشمه‌های S06 و SL1+650 و SL1+728 تقریبا ثابت می‌باشد ولی در ماه‌های پایانی سال ۹۷ و همچنین در فروردین ۹۸ افزایش ناگهانی در دبی این چشمه‌ها دیده می‌شود که می‌تواند ناشی از بارندگی‌های آن دوره و همچنین افزایش تراز آب مخزن باشد. بررسی نتایج بدست آمده با تحلیل وضعیت زمین‌شناسی تاقدیس راوندی نشان می‌دهد که دویال آن نامتقارن بوده و از روند شمال‌غرب.جنوب‌شرق به روند شرقی.غربی تغییر شکل یافته است. این تغییر روند باعث تغییرات در وضعیت شکستگی‌ها شده و باعث شده تا یال جنوبی دارای شکستگی بیشتر و در نتیجه افزایش تعداد چشمه‌ها گردد. همچنین گسل‌های موجود در بخش ساختگاه سد نیز بگونه‌ای بوده که موازی تاقدیس بوده و رفتار مشابهی را در نشت آب از تکیه‌گاه‌ها و افزایش آبدهی در چشمه‌ها را داشته است.

چهارچوب نشت در یال شمالی تاقدیس راوندی متاثر از شرایط ساختاری شرقی.غربی بوده و با توجه به شکل (۱) و پلانژ محور تاقدیس می‌توان گفت که بالاتر بودن تراز سازند آسماری پایینی در تکیه‌گاه راست که کیفیت توده

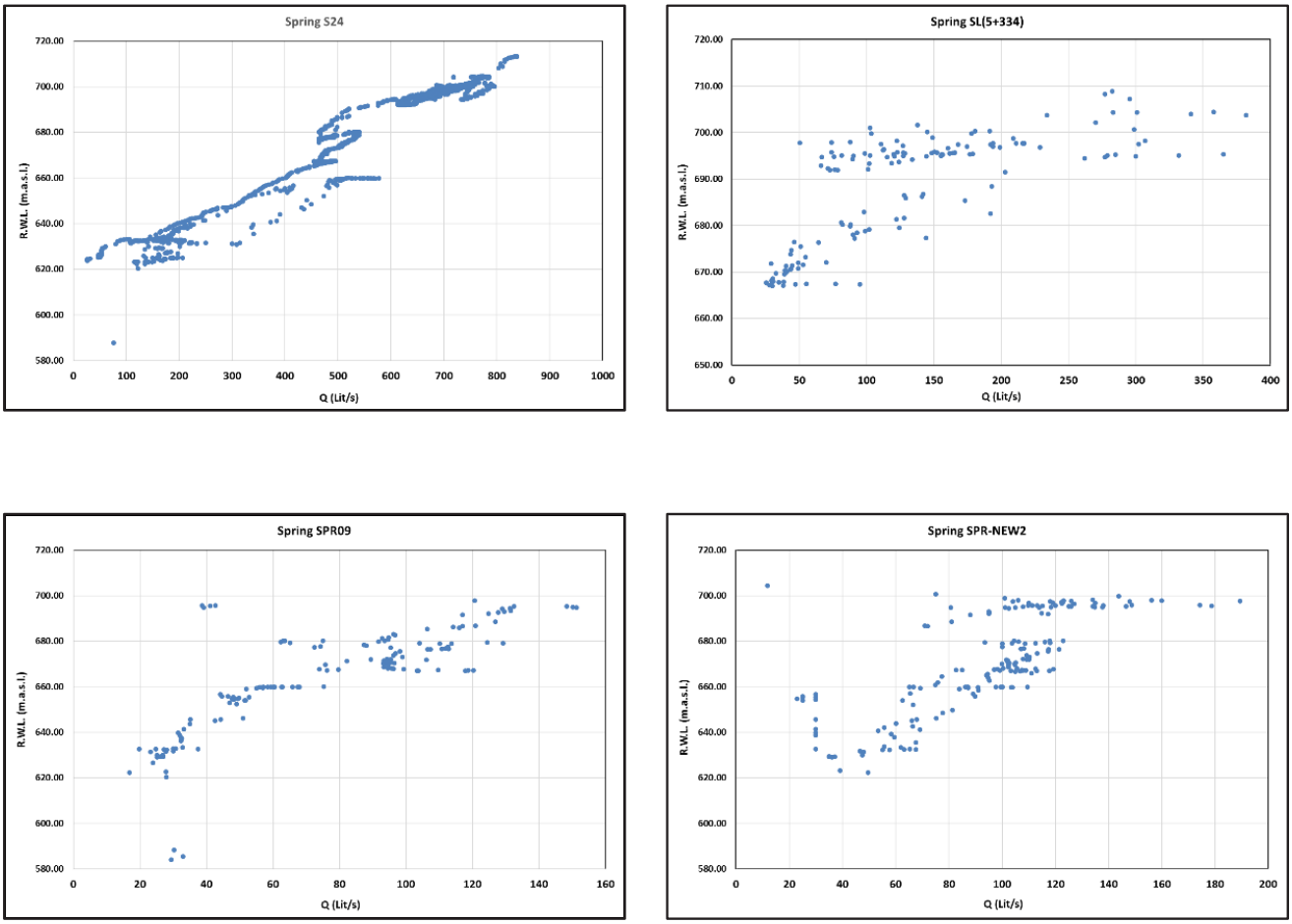


شکل ۹. نمودار مجموع دبی های اندازه گیری شده از چشمه های هر دو تکیه گاه چپ و راست و تغییرات تراز مخزن نسبت به زمان

Fig. 9. The graph of the total water discharge measured from the springs of both the left and right abutments and changes water surface reservoir over the time

سنگ بهتری به لحاظ آب‌بندی نسبت به تکیه‌گاه چپ دارد، حرکت آب به یال جنوبی نسبت به سمت تکیه‌گاه چپ کمتر است. نشت از یال شمالی به یال جنوبی با توجه به پلانژ تاقدیس راوندی و احتمالا گسل‌ها یا سطوح ضعف شمالی.جنوبی و کیفیت پایین توده سنگ صورت می‌گیرد، ضمن اینکه دره پایین‌دست بدنه سد خود در بردارنده شکستگی بوده و احتمالا با افزایش هد آب بالادست و در صورت شسته شدن می‌تواند موثر بر مسیر نشت عمیق محور دره در آینده باشد.

از طرفی نقش تزریق و اجرای آب‌بندی نیز در میزان نشت سد موثر است که بررسی‌ها نشان می‌دهد به هنگام ساخت سد و پیش از اجرای بدنه، پرده آب‌بند در زیر بدنه و تکیه‌گاه راست با کیفیت بالا انجام گرفت ولی در تکیه‌گاه چپ، تکمیل نشده و به هنگام آبگیری پس از سال ۱۳۹۰ انجام شد. پس از آبگیری سد، عملیات تزریق و اجرای آب‌بندی در گالری‌های تکیه‌گاه چپ (GL3 و GL4) انجام شد. همچنین در خلال سال‌های ۹۳ تا ۹۴ با پایین آمدن تراز سطح آب مخزن، عملیات تزریق تکمیلی پرده آب‌بند انجام گرفت.



شکل ۱۰. تغییرات دبی چشمه‌های شاخص نسبت به تغییرات تراز مخزن در دوره آماری موجود

Fig. 10. Changes in the water discharge of the indicator springs compared to changes in the water surface reservoir for exist statistical period

٤- نتیجه‌گیری

با توجه به ساختگاه سد سیمره از نظر زمین‌شناسی و آبگیری این سازه از فروردین سال ۱۳۹۰ پایش کمی و اثرات آن بر وضعیت آب زیرزمینی و آبدهی چشمه‌ها از نظر نشت در دوران بهره‌برداری بسیار حائز اهمیت است. براین اساس در طول یک دوره ۱۰ ساله پایش کمی منابع آب شامل میزان و روند تغییرات سطح آب در چاه‌های مشاهده‌ای در دو جناح بدنه سد و همچنین میزان آبدهی و تغییرات آن نسبت به تغییرات تراز سطح آب مخزن ارزیابی گردید. نتایج به دست آمده از تحلیل نشان داد که ارتباط مستقیم بین تغییرات تراز مخزن و سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای وجود داشته به طوری که در نقاط اوج و فرود تراز مخزن، نقاط مشابهی در سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای دیده می‌شود. اختلاف قابل توجهی در میزان تراز سطح آب چاه‌های یال شمالی نسبت به چاه‌های یال جنوبی به ویژه در تکیه‌گاه راست و چاه‌های تکیه‌گاه راست نسبت به تکیه‌گاه چپ به روشنی دیده می‌شود که به ترتیب شاهد و تاییدی مبنی بر وجود یک هسته آسماری با نفوذپذیری پایین در امتداد محور تاقدیس است که شدت ارتباط هیدرولیکی موجود بین دو یال را کاهش داده است. این موضوع بیانگر رفتار تاقدیس راوندی و تاثیر آن بر افزایش تعداد چشمه‌های یال جنوبی و توسعه کارست منطقه است. همچنین پرده آب بند در جناح راست پیش از ساخت سد و با کیفیت بالایی اجرا شده است در حالیکه درجناح چپ به هنگام آبگیری و در شرایط دیگری اجرا شده است و از این رو کارایی پرده آب بند در جناح راست بالاتر

از جناح چپ می‌باشد. بنابراین وجود لایه آب‌بند در سازند آسماری پایینی و همچنین کارایی بیشتر پرده آب‌بند در جناح راست و عدم وجود این دو ویژگی در جناح چپ عوامل اصلی بالاتر بودن تراز سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای جناح راست نسبت به جناح چپ در یال شمالی تاقدیس راوندی می‌باشند. با توجه به نمودارهای ترسیم شده مشخص شد که تغییرات دبی اغلب چشمه‌ها رابطه مستقیمی با شدت و ضعف متفاوت با تغییرات تراز آب مخزن دارد. میزان این ارتباط به موازات با ارتباط مستقیم میزان دبی با میزان بارش‌ها در محدوده سد است. به طور کلی در دبی‌سنجی چشمه‌های با سازه سالم، دبی اندازه‌گیری شده، عمدتا متاثر از روند افزایش تراز آب در مخزن بوده و همبستگی زیادی دارند. از این میان می‌توان به چشمه‌های شاخص S24 و S(5+334) در کناره سمت چپ و چشمه‌های SPR09 و SPR. NEW2 در کناره سمت راست رودخانه اشاره نمود که تغییرات دبی در آنها همبستگی محسوسی با تغییرات تراز آب مخزن دارد. تغییرات مجموع دبی کل چشمه‌های اندازه‌گیری شده در هر دو ساحل، روند مشابهی با تغییرات دبی چشمه‌های ساحل چپ دارد که این به دلیل دبی بیشتر چشمه‌های تکیه‌گاه چپ می‌باشد. در سال ۹۱ و با افزایش تراز مخزن تا ۶۶۰ متر از سطح دریا، مقدار دبی مجموع حدود ۱۴۰۰ لیتر در ثانیه اندازه‌گیری شده است که با کاهش تراز مخزن در سال ۹۲ کاهش یافته و سپس با بالا رفتن تراز مخزن تا ۷۰۴ متر از سطح دریا در سال ۹۵، مقدار دبی مجموع حدود ۱۸۰۰ لیتر در ثانیه می‌باشد که در سال ۹۷ در محدوده ۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰ لیتر در ثانیه قرار می‌گیرد. یادآوری می‌شود که کاهش دبی مجموع کل چشمه‌های هر دو ساحل در سال‌های اخیر به دلیل عدم اندازه‌گیری دبی برخی از چشمه‌ها به دلیل نبود سازه اندازه‌گیری مناسب و یا باز بودن تخلیه‌کننده‌های عمقی نیروگاه و وجود شرایط سیلابی در پایین‌دست سد می‌باشد.

بررسی نتایج نشان می‌دهد که اهمیت پایش بصورت دوره‌ای در مخازن سد و سایر منابع آبی وابسته حائز اهمیت است . همچنین با توجه به تاثیر این اندازه‌گیری‌ها بر دسته‌بندی آب‌های نشتی، ارتباط شیمیایی، نرخ افزایش دبی و پیدا کردن مسیرهای عمده نشت، می‌توان توصیفی منطقی از شرایط آب زیرزمینی و نحوه تاثیر آن از آبگیری سد استخراج نمود. بنابراین پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های بعدی اندازه‌گیری آنیون‌ها و کاتیون‌ها، حساسیت‌سنجی و درک ارتباط آن‌ها با یکدیگر و نحوه تاثیر آن‌ها از پارامترهای محیطی، انجام و تفسیر گردد تا دید بهتری از پارامترهای زمین‌شناسی، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی در ساختگاه سد سیمره به دست آید.

سپاسگزاری

اعضای این مقاله بر خود واجب می‌دانند از شرکت توسعه منابع آب و نیرو و موسسه تحقیقات آب در جهت تامین و در اختیار گذاشتن آمار و اطلاعات نمونه‌برداری شبکه پایش سد سیمره تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

[1] M. Delchiaro, G. Iacobucci, F. Troiani, M. Della Seta, P. Ballato, L. Aldega, Morphoevolution of the Seymareh landslide.dam lake system (Zagros Mountains, Iran): Implications for Holocene climate and environmental changes, Geomorphology, 413 (2022) 108367.

[2] C. Zeng, C. He, Z. Liu, X. Gong, W. Chen, Y. Zeng, J. Deng, Storage capacity of a karst groundwater reservoir associated with a large dam in a humid subtropical canyon karst area in southwestern China, Hydrogeology Journal, 30(7) (2022) 1989.2012.

[3] P. Milanovic, Water resources engineering in karst, CRC press, 2004.

[4] Z. Mohammadi, E. Raeisi, M. Bakalowicz, Method of leakage study at the karst dam site. A case study: Khersan 3 Dam, Iran, Environmental Geology, 52 (2007) 1053.1065.

[5] E. Raeisi, N. Kowsar, Development of Shahpour Cave, southern Iran, Cave and Karst Science, 24(1) (1997) 27.34.

[6] A. Cheshomi, Y. Sahbaniya, J. Ashjari, Assessment of water leakage through the right abutment of the Seymareh dam, (2014).

[7] F. Modaresi fereshteh, K, Ebrahimi, Improving the Accuracy of Monthly Flow Prediction Using the Orness Method for Combining Models (Case Study: Input Flow Prediction to Seymareh Dam, in irrigation and drainage. (2015).

[8] M. Goodarzi, H. Vagheei, M. Mousavi, The behavior of inflow to the Seimareh Dam in the face of climate change impacts, Journal of Environmental Science and Technology, 22(3) (2020) 169.182.

[9] H. Kardan Moghaddam, S. Safavi, H. Sharifi Manesh, S. Faghihi Rad, H. Amir Soleymani, S.M.H. Meshkati,

Impact of Seymareh Dam on the quality monitoring network of downstream water resources, Iranian journal of Ecohydrology, 9(1) (2022) 1.13.

[10] H. Karimi, G. Kazemi, Hydrogeology of karstic area, Hydrogeology—a global perspective. Intech, Rijeka, (2012) 1.42.

[11] J. Ashjari, E. Raeisi, Influences of anticlinal structure on regional flow, Zagros, Iran, Journal of Cave and Karst studies, 68(3) (2006) 118.129.

[12] D.C. Ford, A.N. Palmer, W.B. White, Landform development; karst, (1988).

[13] J.F. Quinlan, R.O. Ewers, Subsurface drainage in the Mammoth Cave area, Karst hydrology: concepts from the Mammoth Cave area, (1989) 65.103.

چگونه به این مقاله ارجاع دهیم

Sh. Safavi, Sh. Faghihirad, H. Kardan Moghaddam, S. M. H. Meshkati, H. Sharifimanesh, H. AmirSoliymani, Evaluation of the effects of water intake of Seymareh dam on groundwater level around the site and discharge of downstream springs, Amirkabir J. Civil Eng., 55(6) (2023) 1179-1194.

DOI: 10.22060/ceej.2023.21485.7738

این صفحه عمداً خالی است