بررسی رسوبات خارج شده از اولین گشودگی کالورتهای سد مخزنی کرخه

علی مکوندی[۱]
مصطفی نکوئیان فر[۲]
سهام الدین محمودی کردستانی[۳]
روح اله مهربانی[۴]

چکیده

سد مخزنی کرخه با حجم ۷/۳ میلیارد متر مکعب بزرگترین سد مخزنی در کشور از نظر حجم مخزن می باشد. این سد در ۲۵ کیلومتری جنوب غربی شهرستان اندیمشک واقع گردیده است. با توجه به کاهش بارندگی در سال های ۸۶ و ۸۷ و بروز خشکسالی که کاهش شدید دبی را در رودخانه های کشور از جمله رودخانه کرخه در پی داشته است کارشناسان را برآن داشت تا با باز کردن کالورت های تحتانی سد کرخه میزان عملکرد دریچه های آنها را مورد بررسی قرار دهند تا در مواقع لزوم و هنگامی که سطح آب مخزن پایین می آید بتوان از این کالورتها به منظور تامین نیاز کشاورزی پایین دست آب تخلیه نمود و برای اولین بار رسوبات پشت دریچه ها تخلیه گردد. به همین منظور دریچه های کالورت های شماره ۲ و ۳ سد گشوده گردید که طی آن ۱۱۲۳۲۰ متر مکعب آب به همراه رسوب از این کالورتها خارج شد. از رسوبات خارج شده برای اولین بار در دو نقطه نمونه برداری و آزمایشات غلطت سنجی و دانه سنجی بر روی آنها انجام گردید.

واژه های کلیدی کالورت، تخلیه کننده تحتانی، غلطت سنج، دانه سنجی،خشکسالی،سد مخزنی

مقدمه

حوضه آبریز رودخانه کرخه در جنوب غربی کشور و در حد فاصل طول جغرافیایی "۵۷ و ۰ ۴۶ تا "۱۰ و ۰ ۴۹ شرقی و عرض جغرافیایی تا "۴۸ و۰ ۳۱ تا "۵۸ و۰ ۳۴ شمالی واقع می باشد . در حد شمالی و شرقی این حوضه سلسله جبال زاگرس قرار گرفته که در جنوب به دشت خوزستان و خلیج فارس و در غرب به کشور عراق محدود می گردد . رودخانه کرخه از سلسله جبال زاگرس سرچشمه گرفته و طی مسیر ۹۰۰ کیلومتری خود از ۵ استان کشور عبور می نماید و در انتها به مرداب هورالعظیم در مرز ایران و عراق وارد می شود . رودخانه کرخه با حوضه آبریزی در حدود ۵۰۰۰۰ کیلومتر مربع پس از رودخانه های کارون و دز از نظر آبدهی سالانه ، سومین رودخانه بزرگ ایران محسوب می شود .

۱-رییس قسمت رسوب سنجی و رسوب شناسی - سازمان آب و برق خوزستان –makvandi.ali@gmail.com
۲- مدیر امور مطالعات میدانی– سازمان آب و برق خوزستان –neko_1351@yahoo.com
۳- مدیریت مطالعات رسوب- سازمان آب و برق خوزستان –saham_mhd@yahoo.com
4-رییس قسمت مدل های فیزیکی – سازمان آب و برق خوزستان – rm_mehrabani@yahoo.com

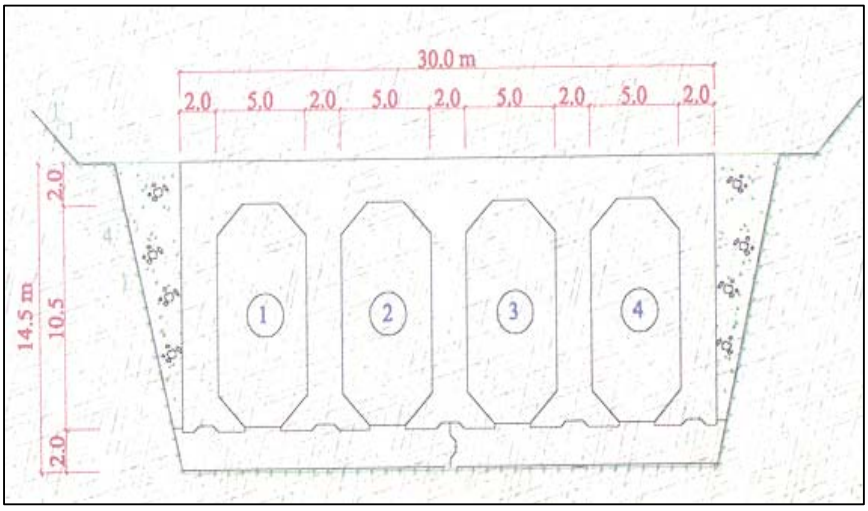
موقعیت جغرافیایی سد کرخه

سد کرخه که در ۲۵ کیلومتری جنوب غربی شهرستان اندیمشک واقع گردیده است از نوع خاکی بوده و طول تاج آن ۳۰۳۰ متر می باشد که از نظر طول تاج نیز بزرگترین سد در خاورمیانه می باشد.

شکل(۱)نمایی از سد کرخه

مشخصات کالورت های سد کرخه

سد کرخه در قسمت تحتانی دارای ۴ کالورت به عرض ۵ متر و ارتفاع ۱۰/۵ متر می باشد که در زمان ساخت سد به عنوان تونل انحراف و پس از ساخت در زمان بهره برداری به منظور تخلیه رسوب مورد استفاده قرار گرفته اند. اما در حال حاضر به دلیل پایین بودن سطح آب در مخزن مانند زمان کنونی که به دلیل پایین بودن سطح آب نیروگاه تولیدی تدارد و از مدار خارج می باشد و نمی تواند خروجی آب داشته باشد لذا از این کالورت ها برای تامین نیاز آب کشاورزی پایین دست استفاده می شوند.۴ خاژج شدن توربین های نیروگاه از مدار به عنوان مسیر انتقال آب به پایین دست سد مورد استفاده قرار می گیرند.



شکل(۲)نمای شماتیک کالورت های سد کرخه

شکل(۳)کالورت های تحتانی سد کرخه

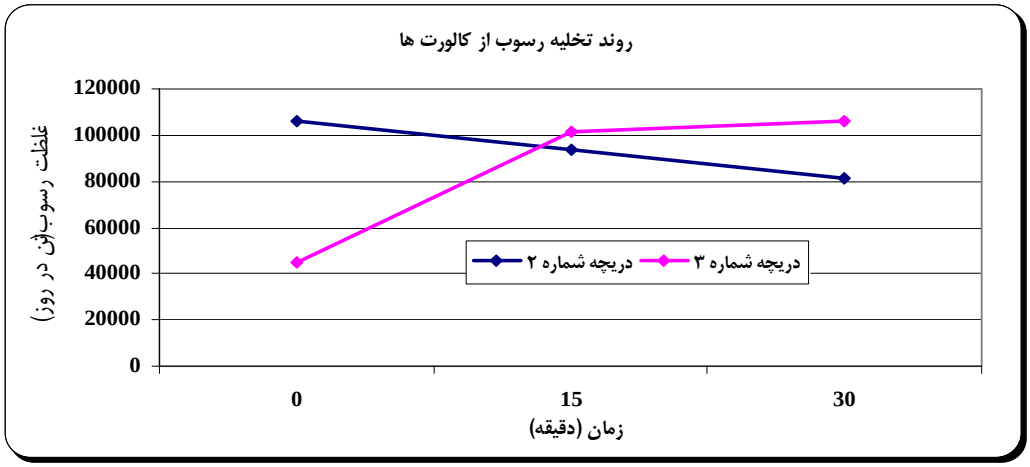
روش برداشت نمونه ها و انجام آزمایشات

در تاریخ ۸۶/۱۲/۲۱ دریچه های کالورت های شماره ۲ و ۳ سد کرخه به منظور بررسی عملکرد دریچه ها گشوده گردیدند. طی این گشودگی ۱۱۲۳۲۰ متر مکعب آب به همراه رسوب از دو کالورت خارج گردید. هر یک از دیچه ها به طول ۵ متـر و ارتفـاع ۱۰/۵ متر می باشند که در تاریخ مذکور هر کدام به اندازه ۳۰ درصد گشوده شدند. دریچه شماره ۲ به مدت ۳۹ دقیقه و شماره ۳ به مدت ۲۰ دقیقه باز بودند و در این مدت عملیات نمونه برداری از رسوبات در دهانه کالورت ها و همچنین در فاصله ۲۰۰ متـر پایین تر از کالورت ها (انتهای سد و ابتدای رودخانه) انجام گردید. روش نمونه برداری بدین ترتیب بوده کـه در محـل خروجـی کالورتها با استفاده از دستگاه نمونه برداری بار معلق US-DH-59 از وسط مسیر جریان یک نمونه (به دلیل کـم عـرض بـودن مسیر جریان) و در فاصله ۲۰۰ متری در پایین دست نیز تعداد سه نمونه (به دلیـل عـریض تـر شـدن مسـیر جریـان)در عـرض برداشت گردید که در آزمایشگاه عملیات غلظت سنجی و دانه سنجی بر روی این نمونه ها انجام گردید. عملیات نمونه بـرداری در محل کالورت ها با فاصله زمانی ۱۵ دقیقه تا ۳۰ دقیقه و در قاصله ۲۰۰ متری با فواصل زمانی ۱۰ دقیقه انجـام گردیـد کـه نتایج آن در جداول ذیل قابل ملاحظه می باشد.

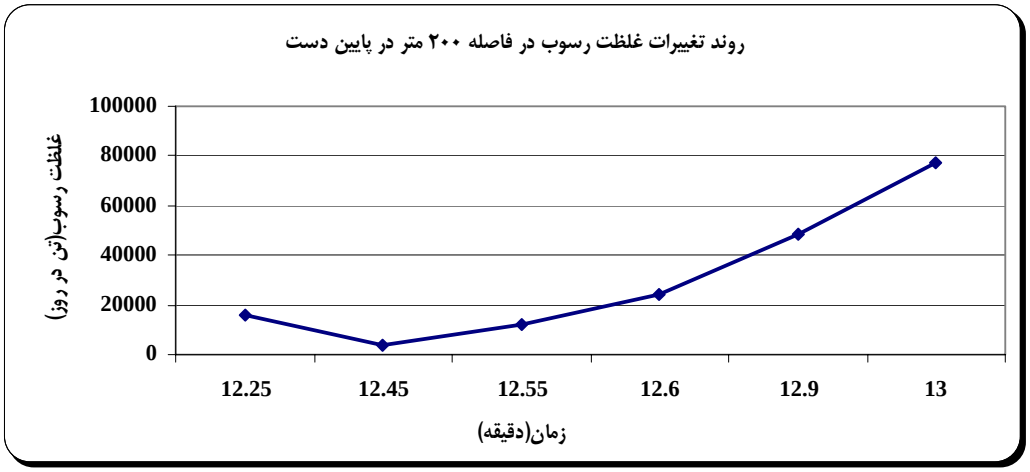
جدول(۱) غلظت نمونه های برداشت شده

محل نمونه برداری	ساعت نمونه برداری	غلظت (mg/lit)	غلظت (Ton/Day)
دریچه شماره ۲	۱۱:۵۰	۵۲۰	۱۰۵۸۳۷/۸
	۱۲:۱۵	۴۶۰	۹۳۶۲۵/۷
	۱۲:۳۰	۴۰۰	۸۱۴۱۳/۶۶
دریچه شماره ۳	۱۱:۵۰	۲۲۰	۴۴۷۷۷/۵۱
	۱۲:۱۵	۵۰۰	۱۰۱۷۶۷/۱
	۱۲:۳۰	۵۲۰	۱۰۵۸۳۷/۸
فاصله ۲۰۰ متری در پایین دست	۱۲:۱۵	۸۰	۱۶۲۸۲/۷۳
	۱۲:۲۵	۲۰	۴۰۷۰/۶۸۳
	۱۲:۳۵	۶۰	۱۲۲۱۲/۰۵
	۱۲:۴۰	۱۲۰	۲۴۴۲۴/۱
	۱۲:۵۰	۲۴۰	۴۸۸۴۸/۲
	۱۳:۰۰	۳۸۰	۷۷۳۴۲/۹۷

با توجه به جدول بالا می توان روند تخلیه رسوب را در هر یک از کالورت ها و همچنین در فاصله ۲۰۰ متری در پـایین دسـت که در واقع انتهای سد و ابتدای رودخانه می باشد مورد بررسی قرار داد.



شکل(۴)روند تغییرات غلظت رسوب در کالورت ها



شکل(۵)روند تغییرات غلظت رسوب در پایین دست

همانگونه که در شکل(۴) ملاحظه می گردد غلظت رسوب در دریچه شماره ۲ روند نزولی و در دریچه شماره ۳ روند افزایش دارد . اما در پایین دست غلظت رسوب ابتدا کاهش یافته و سپس روند افزایش می یابد.

با توجه به ابعاد کالورت ها و میزان گشودگی وهمچنین مدت زمان گشودگی می توان دبی کالورت ها و میزان حجم آب خروجی از آنها را محاسبه نمود. با توجه به اینکه هر کدام از دریچه ها به مدت ۳۹ دقیقه و ۲۰ دقیقه باز بودند در مجموع به مدت ۵۹ دقیقه آب از در دو دریچه تخلیه گردیده است. بنابراین می توان دبی خروجی را که در هر دو دریچه به دلیل اینکه میزان گشودگی یکسان است برابر می باشد محاسبه نمود.

$$Q = \frac{V}{t} \Rightarrow Q = \frac{112320}{59} = 1903.73 m^3 / \min = 31.73 m^3 / s$$

$$Q_{g2} = Q_{g3} = \frac{31.73}{2} = 15.86 m^3 / s$$

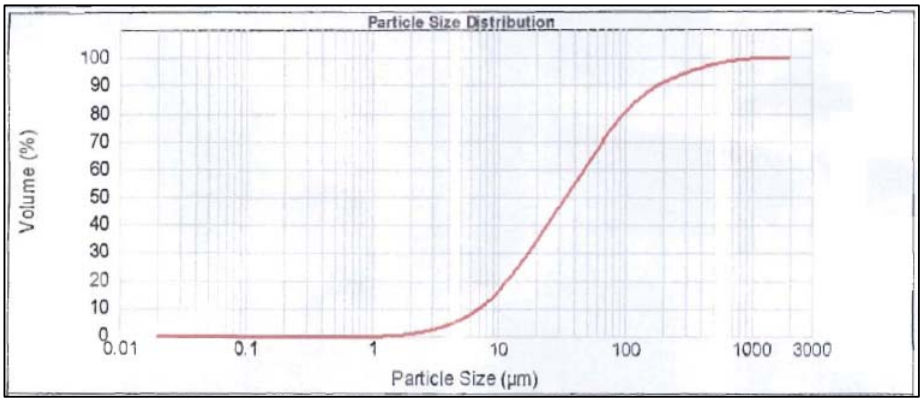
که در این رابطه Q دبی جریان بر حسب متر مکعب بر ثانیه، V حجم مخلوط آب و رسوب، t زمان برحسب دقیقه یا ثانیه، Qg_2 دبی خروجی از دریچه شماره ۲ وQg_3 دبی خروجی از دریچه شماره ۳ می باشد. در واقع دبی خروجی از هر یک از دریچه ها برابر با۸۶ /۱۵ متر مکعب بر ثانیه می باشد. اما با توجه به اینکه مدت زمان خروج آب از دریچه ها متفاوت می باشد حجم آب خروجی از دریچه ها متفاوت خواهد بود. حجم آب خروجی از دریچه ها در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول(۲)حجم آب خروجی از دریچه ها

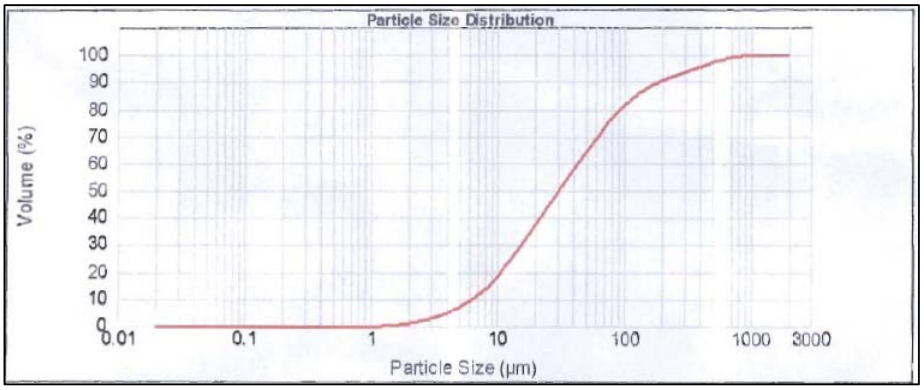
نام دریچه	حجم آب خروجی (متر مکعب)
دریچه شماره ۲	۷۴۲۴۲/۴۲
دریچه شماره ۳	۳۸۰۷۴/۵۸

تحلیل دانه بندی نمونه های رسوبی

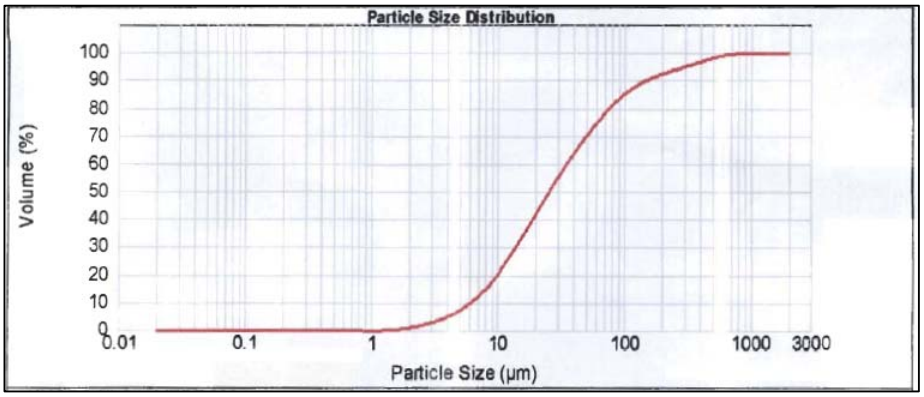
نمونه های رسوب برداشت شده، در آزمایشگاه بوسیله دستگاه Master Sizer دانه سنجی شده و نتایج آن در اشکال ذیل قابل ملاحظه می باشند.



شکل(۶)دانه بندی مواد رسوبی خروجی از دریچه کالورت ۲



شکل(۷)دانه بندی مواد رسوبی خروجی از دریچه کالورت ۳



شکل(۸)دانه بندی مواد رسوبی در پایین دست

یکی از اصلی ترین معیارهای مقایسه اندازه ذرات رسوبی، مقایسهd_{50}ذرات می باشد. موارد دیگری نیز برای مقایسه وجود دارد که از آن جمله می توان به d_{1}. و d_{9}. می باشند. در جدول زیر این قادیر با یکدیگر مقایسه گردیده اند.

جدول(3) مقایسه اندازه ذرات در محل های نمونه برداری

محل نمونه برداری	d_{10}(میکرون)	d_{50}(میکرون)	d_{90}(میکرون)
دریچه شماره ۲	۷/۰۵۹	۳۳/۸۰۸	۱۸۱/۷۳۶
دریچه شماره ۳	۶/۳۲۹	۳۰/۴۷۹	۱۸۹/۷۵۳
پایین دست	۶/۱۱۴	۲۵/۶۰۷	۱۵۰/۱۴۸

همان گونه که ملاحظه می گردد اندازه ذرات در محل دریچه ۲ بزرگتر از دریچه ۳ بوده و در پایین دست نیز کمترین مقدار d_{50} را شاهد هستیم که این می تواند به دلیل ته نشینی رسوبات درشت دانه تر در طول مسیر ۲۰۰ متری باشد.

نتیجه گیری

۱- همانگونه که در شکل(۴) ملاحظه می گردد غلظت رسوبات خروجی از دریچه ۲ دارای روند نزولی می باشد که نشان دهنده ابتدا باز شدن دریچه شماره ۲ کالورت می باشد زیرا با باز شدن این دریچه ابتدا حجم زیادی از رسوبات تله اندازی شده پشت دریچه از دهانه خارج گردیده و با گذست زمان از این حجم کاسته شده تا میزان آن به حد اقل می رسد.

۲- دریچه شماره ۳ با تاخیر زمانی حدودا ۱۵ دقیقه ای پس از دریچه شماره ۲ گشوده شده است و بهمین دلیل مقداری از رسوباتی را که در مجاورت هر دو دهانه انباشته شده است ابتدا از دریچه شماره ۲ به خاطر مکش اولیه حاصله از گشودگی این دریچه با غلظت کم آغاز شده و در ادامه تخلیه غلظت روند افزایشی را طی می نماید.

۳- طبق جدول شماره ۳، d_{50} نمونه های برداشتی از محل کالورت ها به سمت پایین دست کاهش یافته که خود نشاندهنده ته نشینی ذرات درشت دانه تر در طول مسیر و حمل ذرات ریزدانه تر به سمت پایین دست می باشد.

منابع

[۱] سایت www.iranhydrography.org وابسته به سازمان نقشه برداری کشور

[۲] مکوندی علی(۱۳۸۴)، "تکنیک ها و وسایل اندازه گیری رسوب"

[۳]مکوندی علی، نکوییان فر مصطفی (۱۳۸۵)،" گزارش نتایج دانه بندی نمونه های رسوب دریاچه سد شهید عباسپور"

[۴]مکوندی علی، نکوییان فر مصطفی(۱۳۸۷)،" بررسی رسوبات خارج شده از اولین گشودگی کالورتهای سد مخزنی کرخه"

[۵]سازمان آب و برق خوزستان، آلبوم نقشه های ازبیلت سد کرخه

Analysis of Sediment of Karkheh reservoir dam was emptied from the first opening of the callverts

A. Makvandi
Head of Sedimentation and Sedimentology Group, Khozestan Water and Power Authority, Ahwaz
M.Nekouyanfar
Field studying Manager, Khozestan Water and Power Authority, Ahwaz
R. Mehrabani
Head of Construction and Calibration of Physical Models Group, Khozestan Water and Power Authority, Ahwaz

ABSTRACT

Karkheh dam contains a reservoir about 7300Mm^3 and it is the largest reservoir dam in Iran. This dam is situated in 25 Km at the southwest of Andimeshk. At the bottom outlet there are four Callverts. In 1386(2008) Callverts No. 2 and 3 where opened for checking the operation of the gates. In this opening 112320m^3 of mixed water and sediment was emptied from the gates. Sediment samples where analised in Concentration and sediment particle size in the laboratory.

Keywords: Callvert, Gate, Concentration, Sediment size