Archive of SID

یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
توسعه مشارکتی در مدیریت حوزه‌های آبخیز
11th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Participatory Development in Watershed Management
۳۱ فروردین لغایت ۲ اردیبهشت ۱۳۹۵
April 19-21, 2016

بررسی وضعیت رسوب‌گذاری در مخزن سد کارده طی یک دوره ۷ ساله

مریم یزدان‌پرست[۱]، ابوالفضل مساعدی*[۲]، سعیدرضا خداشناس[۳]، علی گلکاریان[۴]، محمدحسین محمودی قرائی[۵]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه فردوسی مشهد

۲ و ۴- استاد و استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد

۵- دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

* آدرس پست الکترونیکی مولف مسئول: mosaedi@um.ac.ir

چکیده

سدها به عنوان یک مانع در برابر عبور جریان آب رودخانه، باعث تله‌اندازی رسوبات رودخانه‌ها شده و از انتقال رسوب به پایین‌دست رودخانه جلوگیری می‌کنند. افزایش مقدار رسوبات در مخزن، باعث کاهش عمر مفید سدها و کاهش کارآیی آن‌ها به مرور زمان می‌گردد. بنابراین لزوم بررسی وضعیت رسوب‌گذاری در مخازن سدها در پژوژه‌های آبی، برنامه‌ریزی برای بهره‌برداری بهینه از مخازن سدها، ساماندهی رودخانه‌ها و هشدار سیل کاملا احساس می‌شود. این مشکل در سدهای مخزنی که تقریبا دارای راندمان تله‌اندازی بالاتر از ۹۵ درصد می‌باشند جدی‌تر است. سد کارده نیز یک سد مخزنی است که امروزه به عنوان یکی از منابع تامین آب شرب شهر مشهد مد نظر قرار گرفته‌است. از این‌رو، بررسی وضعیت رسوب‌گذاری در این سد بسیار مهم می‌باشد. در این تحقیق با مغزه‌برداری از رسوبات کف مخزن سد کارده، پروفیل نحوه توزیع رسوبات با توجه به دانه‌بندی آنها در مخزن سد ترسیم شد. سپس با توجه به نتایج داده‌های هیدروگرافی و عمق‌یابی عمق رسوب‌گذاری در محل نمونه‌برداری‌ها در طی یک دوره ۷ ساله محاسبه گردید. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین ارتفاع رسوب‌گذاری در طی ۷ سال رسوب‌گذاری در مخزن به میزان ۴ متر و در نزدیک‌ترین نقطه نمونه‌برداری به محل به دیواره سد اتفاق افتاده‌است.

کلمات کلیدی: رسوب‌گذاری، مغزه‌برداری رسوب، کاهش حجم مخزن، سد کارده

مقدمه

با توجه به موضوع کمبود آب در کشور و مشکلات جدی در تامین نیازهای آبی به ویژه از لحاظ توزیع زمانی و مکانی، حفظ و حراست از منابع آب موجود یک مساله حیاتی است. در این راستا بررسی و شناخت مسائل مربوط به مقوله رسوب‌گذاری در مخازن سدها به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده ذخایر آبی، از اهمیت خاصی برخوردار است (منصوری و عمادی، ۱۳۸۸). رسوبات عمدتاً محصول فرسایش مواد تشکیل دهنده پوسته جامد زمین می‌باشند که در اثر عواملی چون نیروهای هیدرودینامیکی از محل تولید دور شده و در محل دیگری ته‌نشین می‌یابند. از لحظه‌ای که ذرات رسوبی ته‌نشین می‌شوند، نظم و ترتیبی در آن‌ها حاصل می‌شود؛ این نظم دانه‌ای به‌صورت ایجاد یک ساختمان مشخص در آن‌ها است و هراندازه نیروهای مؤثر در این زمینه متفاوت و متغیر باشند، این ساختمان نیز پیچیده و با تغییرات همراه است. رسوبات دریاچه‌ای بسته به نوع سازندهای زمین شناسی، شرایط اقلیمی و

www.SID.ir

Archive of SID

فرایندهای فرسایشی مسلط در حوضه آبریز و همچنین وضعیت توپوگرافی از تنوع زیادی برخوردار می‌باشند. فاصله کم حوضه آبریز تا دریاچه موجبات حمل رسوبات درشت دانه به منطقه ساحلی را فراهم کرده و موجب تراکم ریگ و قلوه سنگ در این ناحیه می‌شود. اما در مواردی که فاصله مذکور زیاد باشد معمولاً رسوبات ریزدانه همچون ماسه، رس و سیلت در دریاچه یافت می‌شود و مقادیر زیادی از رسوبات نیز به شکل محلول به اعماق و قسمت‌های مرکزی آن وارد می‌شوند (علمی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳).

پیش‌بینی مقدار و نحوه توزیع رسوب برای طراحان سدها، به منظور تعیین حجم مفید مخزن، تعیین رقوم آستانه تاسیسات خروج آب، بررسی تعادل و پایداری سد، تسهیلات تفریحی و تأثیری که رسوبات نهشته شده در ورودی به مخزن بر اراضی بالادست می‌گذارند (به دلیل پس زدگی آب) اهمیت فراوان دارد (تونیولو، ۲۰۰۳). اهمیت مطالعات رسوب‌گذاری در مخازن با بالا رفتن مصرف سرانه آب (چه به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم) بیشتر مورد تاکید قرار می‌گیرد. اختلاف بین مقادیر برآورد شده عمر مفید بهره‌برداری در طراحی اولیه و عمر مفید واقعی سدها و همچنین مقدار تبخیر از سد، لزوم بررسی و برآورد مقدار رسوب ته‌نشین شده، نحوه توزیع رسوبات، تعیین دقیق‌تر گنجایش موجود مخزن و میزان تبخیر از آن را برای برنامه‌ریزی‌های منطبق با واقعیت و چاره‌جویی‌های لازم جهت افزایش بازدهی طرح‌های منابع آب ایجاد می‌نماید.

پدیده رسوب‌گذاری در مخازن سدها به عنوان یک عامل گریز ناپذیر از مسایل بسیار مهم در طراحی، ساخت و بهره‌برداری از سدها می‌باشد که در آن شرایط آب و هوایی، زمین‌شناسی، پوشش شیب‌های ناحیه‌ای، مدیریت حوضه آبخیز، نحوه کاربری و بهره‌برداری از سطح حوضه و اراضی بالادست مخزن و عواملی از این قبیل به عنوان پارامترهای موثر در میزان رسوب انتقالی به مخازن سدها به شمار می‌رود. همچنین در تحقیقات انجام شده تغییرات رسوب‌گذاری در مخزن به پارامترهایی از جمله مقدار رسوبات تولید شده در سطح حوضه و رودخانه، نرخ انتقال رسوب، نوع رسوب، نحوه رسوب‌گذاری، عملکرد مخزن، ویژگی‌های هندسی مخزن و جریان در حال انتقال از رودخانه بستگی دارد. ضمن آن‌که یکی از سایر عوارض جانبی رسوب‌گذاری در مخزن سد، رسوب‌گذاری در رودخانه‌های منتهی به مخزن و بالاآمدن کف رودخانه در بالادست سد و گود شدن پائین‌دست می‌باشد. با در نظر گرفتن این واقعیت که سدسازی از جمله پروژه‌های بسیار پرهزینه است، باید راهکارهایی نیز برای حفظ، نگهداری و افزایش کارایی آن‌ها در نظر گرفت.

مخازنی که تنها یک رودخانه ورودی دارند معمولاً رسوب‌گذاری در آن‌ها به صورت یکنواخت می‌باشد ولی حتی رسوب‌گذاری در چنین مخازنی هم متشابه نمی‌باشد و بیشتر تابع شرایط توپوگرافی مخزن، شرایط هیدرولیک مخزن، خصوصیات رسوب و چگونگی بهره‌برداری از مخزن می‌باشد. در مخازنی که با تغییرات زیادی سطح آب در طول سال مواجه هستند، وضعیت رسوب‌گذاری متفاوت است. زیرا بخشی از تپه‌های رسوبی ممکن است مجددا فرسایش یافته و به نقاط پایین‌دست مخزن منتقل شوند (شفاعی بجستان، ۱۳۸۷). عوامل دیگری هم ممکن است برای برخی از مخازن مهم باشد. از این عوامل می توان به پوشش گیاهی در بالا دست سد، چگالی جریان، فرسایش رسوبات تجمع یافته و خروج آن‌ها از طریق سد اشاره نمود (ایمان‌شعار و همکاران، ۲۰۱۴). بنابراین، نحوه رسوب‌گذاری در مخزن بسیار پیچیده است. زیرا، اغلب توسط عوامل مختلف از جمله نوسانات هیدرولوژیکی جریان آب و رسوب، تفاوت در اندازه ذرات رسوب، چرخه عملیات مخزن و کنترل‌های فیزیکی مانند اندازه و شکل مخزن تحت تاثیر قرار می‌گیرد (سالاس و شاین، ۱۹۹۹ و فلمینگ و همکاران، ۲۰۰۲).

یکی از مواردی که باید دقیقا تحت کنترل باشد میزان و نحوه رسوب‌گذاری در دریاچه سدها است. ته‌نشین شدن رسوبات در مخازن سدها علاوه بر آنکه ظرفیت در نظر گرفته‌شده برای دریاچه را تحت تاثیر قرارداده و باعث کاهش حجم مخزن می‌گردد، به طور مستقیم بر حجم آب ذخیره‌شده در مخزن و مقدار تبخیر از مخزن تاثیر داشته و ممکن است کارکرد برخی از تاسیسات سدها (مثل برخی دریچه‌ها) را نیز دچار اختلال کند. بنابراین لازم است که میزان و توزیع رسوب‌گذاری در مخزن سد معین گردد. ضمن آن‌که بر اساس پژوهش‌های انجام شده توسط آراجو و همکاران (۲۰۰۶) در برزیل، کاهش عملکرد مخزن به دلیل کاهش ظرفیت ذخیره‌سازی سه برابر مهم‌تر از کاهش عملکرد مخزن به دلیل افزایش تبخیر می‌باشد. اما با این وجود در مواردی رسوب‌گذاری در مخزن، تاثیرات

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتری بر مورفولوژی مخزن (و افزایش تبخیر ناشی از افزایش سطح مخزن رسوب‌گذاری شده) نسبت به کاهش حجم ذخیره‌سازی داشته‌است. موسوی و محمدزاده هابیلی (۱۳۹۱) از الگوی رسوب سد دز برای پیش‌بینی توزیع رسوب سد کوثر واقع در استان کهگیلویه و بویر احمد استفاده نمودند و به این نتیجه رسیدند که حدود ۶۳۲ سال پس از بهره‌برداری تراز رسوب به تراز دریچه‌های آبگیر سد خواهدرسید و پس از ۱۴۳۷ سال مخزن سد به طور کامل از رسوب پر خواهدشد.

بر اساس نتایج تحقیقات کارگر و صدقی (۱۳۸۷) سد کارده در میان ۴۲ سد بزرگ کشور رتبه اول را در زمینه نرخ کاهش حجم در اثر رسوب‌گذاری دارا است. در تحقیقی دیگر اعلمی و همکاران، (۱۳۸۱) به این نتیجه رسیدند که اگر روند رسوب‌گذاری در مخزن این سد به همین منوال ادامه یابد طی سی سال از بهره‌برداری سد، حدود ۷۰ ٪ حجم مخزن از رسوبات پر شده و عمر مفید آن عملا به پایان خواهد رسید. در حالی که منصوری و عمادی، (۱۳۸۸) در تحقیقی دیگر عمرمفید مخزن این سد را با استفاده از روش تجربی افزایش سطح حدود ۵۰ سال تخمین زده‌اند. مساعدی و وردی پورآزاد، (۱۳۹۵) هم حجم رسوب انتقالی به مخزن سد را بر اساس روش‌های هیدرولوژیکی برآورد نموده‌اند که با نتایج فوق متفاوت هستند. از طرف دیگر، تا کنون از رسوبات مخزن این سد به صورت مستقیم نمونه‌برداری صورت نگرفته‌است. بنا براین، هدف از انجام این تحقیق بررسی پروفیل نحوه توزیع رسوبات در مخزن سد و تعیین عمق رسوب‌گذاری در محل نمونه‌برداری‌ها در طی یک دوره ۷ ساله می‌باشد.

مواد و روش ها

محدوده مورد مطالعه

سد کارده در ۴۵ کیلومتری شمال شهر مشهد بر روی رودخانه کارده احداث شده و در سال ۱۳۶۶ به بهره‌برداری رسیده‌است. این سد که از نوع بتنی دو قوسی متقارن می‌باشد، دارای مختصات جغرافیایی به شرح طول شرقی ۵۹ درجه و ۳۹ دقیقه و ۵۳/۳۸ ثانیه و عرض شمالی ۳۶ درجه و ۳۷ دقیقه و ۲۴/۳۸ ثانیه می‌باشد که در ارتفاع ۱۲۵۰متری از سطح دریا واقع شده‌است. ارتفاع سد از پی ۶۷ متر و از کف ۵۰ متر می‌باشد، طول تاج آن ۱۴۴ متر و عرض آن در تاج سد ۳/۲ متر است. این سد دارای ۳ برج آبگیر در ترازهای ۱۲۵۸/۶، ۱۲۶۱/۶ و ۱۲۷۳/۶ نیز می‌باشد. سطح دریاچه در رقوم نرمال ۱۹۰/۷۶ هکتار و حجم مخزن در تراز نرمال ۲۸/۱ میلیون متر مکعب می‌باشد. این سد دارای سرریز نیلوفری با قدرت تخلیه ۷۰۰ متر مکعب در ثانیه می‌باشد. مساحت حوضه آبریز سد کارده ۵۵۷/۸ کیلومتر مربع، بارندگی متوسط سالانه ۲۵۶/۹ میلی‌متر، آبدهی متوسط درازمدت سالیانه رودخانه ۰/۷۹ متر مکعب در ثانیه، حجم متوسط آبدهی رودخانه ۲۴/۹۱ میلیون متر مکعب در سال و تناژ متوسط درازمدت کل مواد رسوبی و میزان بار بستر سالیانه ۳۹۶۹۳۶ تن در سال می‌باشد. (ارزیابی تفضیلی کنترل پایداری سد بتنی دوقوسی کارده، ۱۳۸۴). هدف از احداث این سد تامین قسمتی از نیازهای آبی شهر مشهد و تامین آب کشاورزی محدود اراضی پایاب سد بوده‌است. ولی با توجه به مشکل تامین آب شرب جمعیت ۳ میلیون نفری شهر مشهد و زائران این شهر، امروزه تقریبا تمامی آب ذخیره شده در این سد به شرب اختصاص داده می‌شود. شکل ۱ موقعیت سد کارده را در شمال‌شرقی کشور و همچنین نمایی از مخزن و سد کارده را نشان می‌دهد.

نمونه برداری از رسوبات مخزن سد کارده

نمونه‌برداری از رسوبات مخزن به روش مغزه‌گیری برای جمع‌آوری رسوبات عمقی و در موقعیتی که هدف از نمونه‌برداری تفسیر تغییرات مواد بستر رودخانه یا مخزن (به صورت دست نخورده) در عمق مطرح است، مناسب می‌باشد.

عمده مزایای نمونه‌بردارهای مغزه‌ای به قرار زیر می‌باشد:

- نمونه‌بردارهای مغزه‌ای توانایی نمونه‌برداری عمقی لایه‌های رسوبات ته‌نشین شده را دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

- مقاطع عمودی را با عمق کم و زیاد نمونه‌برداری کرده و ستون چینه‌شناسی لایه‌های رسوبی و طبقه‌بندی مربوط به رسوب را مشخص می‌کنند.
- اغتشاشات کم‌تری در زمان نمونه‌برداری ایجاد می‌شود و درنتیجه محیط نمونه‌برداری اغلب بدون موج و تلاطم است (راهنمای عملیات صحرایی نمونه‌برداری مواد رسوبی رودخانه‌ها و مخازن سدها، ۱۳۸۵).

در این تحقیق ابتدا با استفاده از دستگاه نمونه‌گیر وزنی[۷۸] (شکل ۲) در ۴ نقطه از مخزن که محل آن‌ها در شکل ۳ نشان داده شده‌است، نمونه‌گیری در مهرماه ۱۳۹۴ انجام گرفت. به این طریق ابتدا لوله پلیکا با قطر ۵ اینچ در داخل نمونه‌گیر قرار داده شد. سپس نمونه‌گیر به صورت عمودی به داخل آب پرتاب شد (این نمونه‌گیر تحت تاثیر وزن خود و وزنه‌های اضافی در داخل رسوبات فرو می‌رود). سپس نمونه‌گیر از داخل آب بیرون کشیده شد و بلافاصله پس از خروج لوله پلیکای حاوی مغزه از داخل نمونه‌گیر، انتهای آن نیز با اسفنج پر شد و دو طرف لوله با پلاستیک و چسب کاملا پوشانده شد تا محتوای لوله پلیکا (رسوبات نمونه‌برداری شده) نتواند از داخل لوله نشت یابد. پس از انجام نمونه‌گیری، مغزه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد. لوله‌ها به گونه‌ای برش طولی داده شدند که هیچ تاثیری بر رسوبات داخل نداشته باشند. آنگاه رسوبات داخل لوله هم به دو نیمه طولی برش داده شدند. (شکل ۴).

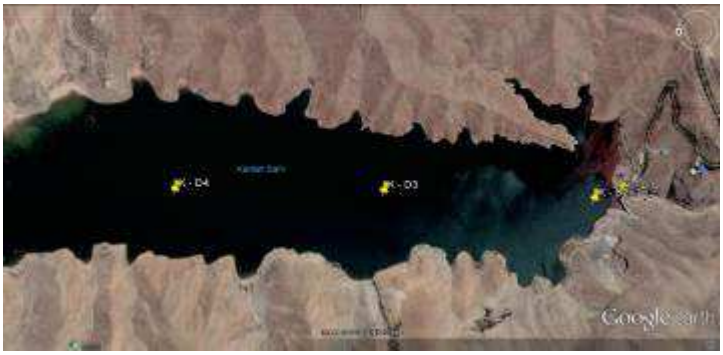
شکل۱-موقعیت سد کارده در کشور و نمایی از مخزن و سد کارده

1-gravity corer

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۲- نمونه مغزه‌گیر رسوبات مخزن سد



شکل ۳- موقعیت نقاط نمونه‌برداری رسوبات در مخزن سد کارده

شکل۴- تصویری از مغزه‌های برداشته شده از رسوبات مخزن سد کارده

پس از برش طولی مغزه‌ها و تقسیم آن‌ها به دو نیم استوانه، با توجه به اندازه‌گیری عمق آب در محل برداشت هر یک از مغزه‌ها، در تصویری به صورت شماتیک از پروفیل مخزن، مغزه‌ها با توجه به عمق آب در پروفیل جای‌گذاری شدند (شکل ۵). آنگاه لایه‌های دارای ویژگی‌های یکسان (از نظر رنگ رسوبات) به یکدیگر متصل شدند. سپس با توجه به منحنی‌های هیدروگرافی سال ۱۳۸۷ (گزارش فنی عملیات هیدروگرافی، نقشه‌برداری و رسوب‌سنجی سدکارده، ۱۳۸۷) و موقعیت نقاط مغزه‌گیری، سطح رسوبات کف مخزن در محل‌های مغزه‌گیری برای سال ۱۳۸۷ استخراج شد. موقعیت ارتفاعی نقاط نمونه‌برداری هم با توجه به سطح تراز آب در مخزن و عمق آب در هر یک از نقاط نمونه‌برداری، تعیین شد. بر این اساس سطح تراز رسوبات کف مخزن درهر یک از نقاط نمونه‌برداری در روز اندازه‌گیری محاسبه شد.

نتایج و بحث

www.SID.ir

Archive of SID

همانگونه که بیان شد، با توجه به منحنی‌های هیدروگرافی سال ۱۳۸۷ (گزارش فنی عملیات هیدروگرافی، نقشه‌برداری و رسوب‌سنجی سدکارده، ۱۳۸۷) و موقعیت نقاط مغزه‌گیری، سطح رسوبات کف مخزن در محل‌های مغزه‌گیری برای سال ۱۳۸۷ و همچنین موقعیت ارتفاعی نقاط نمونه‌برداری تعیین شد. آنگاه با توجه به تفاضل میزان تراز سطح رسوبات در سال ۱۳۸۷ و سال ۱۳۹۴ میزان رسوب‌گذاری در هریک از مغزه‌ها تعیین شد (جدول ۱).

همانطور که در شکل ۵ نیز مشاهده می‌شود ۲ لایه مشترک در مغزه‌های شماره ۲، ۳ و ۴ دیده شد که با رنگ‌های قرمز و سبز تیره مشخص شده‌اند. در حالی‌که فقط منحنی آبی رنگ در هر ۴ مغزه مشاهده شد. منحنی سیاه رنگ نیز بیان‌گر سطح رسوبات مخزن سد در زمان مغزه‌گیری می‌باشد.

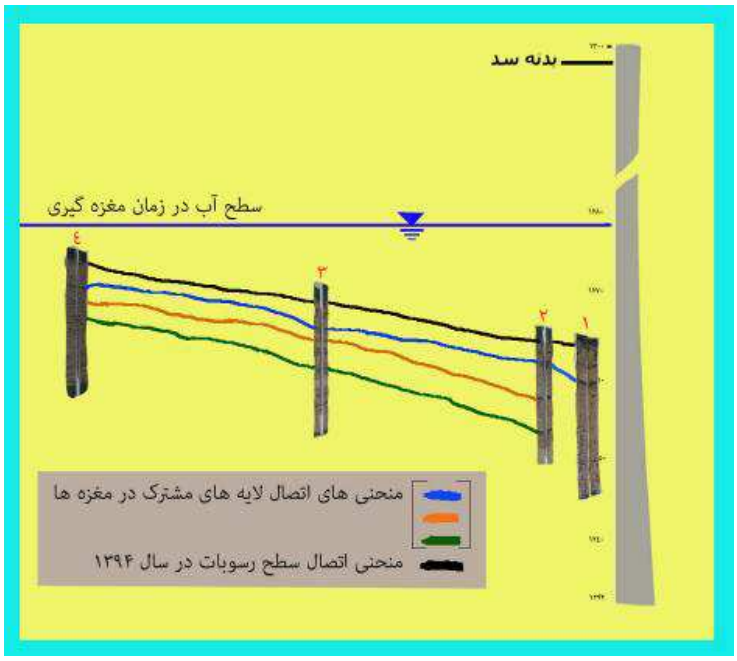
در طی عملیات مغزه‌گیری رسوبات در برخی دیگر از نقاط مخزن که در شکل ۶ نشان داده شده است از آب مخزن نیز نمونه‌گیری به عمل آمد و مقادیر فسفات و نیترات آب نیز در محل‌های نمونه‌برداری تعیین شد که نتایج در جدول ۲ نشان داده شده‌است. ملاحظه می‌شود که به طور کلی با دور شدن از بدنه سد میزان فسفات آب تا حدودی کاهش می‌یابد در حالی که در مورد نیترات تقریبا می توان گفت که با دور شدن از بدنه سد این میزان افزایش می‌یابد. نیترات و فسفات از عواملی هستند که می‌توانند متاثر از نوع رسوبات مخزن باشند. علاوه بر این نیترات و فسفات روی کیفیت آب بسیار موثر می‌باشند و به دلیل اینکه آب ذخیره شده در مخزن سد به مصرف شرب شهر مشهد می‌رسد بررسی میزان این مواد شیمیایی در آب بسیار مهم می‌باشد.

جدول ۱- تعیین ارتفاع رسوب‌گذاری از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۴

شماره موقعیت نمونه‌بردار	سطح تراز آب (متر)	عمق آب (متر)	سطح رسوب مغزه (متر)	سطح رسوب در سال ۱۳۸۷ (متر)	ارتفاع رسوب‌گذاری از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۴ (متر)
۱	۱۲۷۸/۵	۱۴	۱۲۶۴/۵	۱۲۶۰/۵	۴/۰۰
۲	۱۲۷۸/۵	۱۴	۱۲۶۴/۵	۱۲۶۵/۸	-۱/۳۰
۳	۱۲۷۸/۵	۹	۱۲۶۹/۵	۱۲۶۷/۷	۱/۸۰
۴	۱۲۷۸/۵	۴	۱۲۷۴/۵	۱۲۷۲/۴	۲/۱۰

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- تصویری شماتیک از پروفیل مخزن

شکل ۶- موقعیت نقاط نمونه‌برداری آب در مخزن سد کارده

جدول ۲- مقادیر فسفات و نیترات آب مخزن سد کارده

شماره نمونه	فسفات (میلی گرم بر لیتر)	نیترات (میلی گرم بر لیتر)
۱	۰/۰۵	۰/۶
۲	۰/۰۷	۰/۴
۳	۰/۰۴	۰/۳
۴	۰/۰۴	۰/۸

www.SID.ir

Archive of SID

۵	۰/۰۱	۰/۶
۶	۰/۰۱	۰/۷

نتیجه‌گیری

در این تحقیق با استفاده از دستگاه مغزه‌گیر وزنی از رسوبات مخزن سد کارده در ۴ نقطه نمونه‌گیری انجام شد و سپس با ترسیم منحنی رسوب‌گذاری طی سالهای ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۴ و بررسی‌های انجام شده پیرامون وضعیت رسوب‌گذاری در مخزن سد کارده نتایج زیر حاصل شد.

- مقادیر ارتفاع رسوب‌گذاری نشان می‌دهد که هرچه از دلتا به سمت بدنه سد نزدیک‌تر می‌شویم، ارتفاع رسوب‌گذاری کاهش می‌یابد. اما در نزدیکی بدنه شرایط تغییر نموده است و در نزدیک‌ترین نقطه نمونه‌برداری به بدنه سد (مغزه شماره ۱) عمق رسوب‌گذاری به شدت افزایش یافته‌است. علت آن می‌تواند برداشت و حمل رسوبات از محل مغزه شماره ۲ و انتقال آن‌ها به محل مغزه شماره ۱ باشد. زیرا همانطور که در جدول ۱ نیز مشاهده می‌شود میزان رسوب‌گذاری در محل مغزه شماره ۲ منفی بوده و عملا نه تنها در آن‌جا رسوبی نهشته نشده‌است بلکه در آن محل برداشت رسوبات نیز اتفاق افتاده است.

- با توجه به رقوم آبگیرها و ۴ متر ارتفاع رسوب‌گذاری که در نزدیک‌ترین نقطه مغزه‌گیری نسبت به دیواره سد اتفاق افتاده است، خطر ایجاد اختلال در دریچه‌های آبگیرها وجود دارد.

- بیشترین میزان رسوب‌گذاری در ابتدای مخزن می‌باشد زیرا حجم زیادی از رسوبات حمل شده در رودخانه در محل ورود جریان به مخزن و برخورد با آب ذخیره شده در مخزن به علت کاهش سرعت ناگهانی آب ته‌نشین می‌شود.

- به طور کلی رسوب‌گذاری در مخزن سد کارده با یک شیب یکنواخت تغییر می‌کند و نوسان شدیدی در توزیع رسوبات در مخزن دیده نمی‌شود. هر چند که در نزدیکی بدنه سد شرایط رسوب‌گذاری می تواند تحت تاثیر عمل فلاشیگ و ایجاد سیل مصنوعی و مانور دریچه‌های آبگیری و رسوب تغییر یابد. پر واضح است که این عمل تنها در محدوده نزدیک به دریچه‌ها موثر است و نمی‌تواند بر تخلیه رسوب از مناطق دور دست (نسبت به دریچه‌ها) موثر باشد.

- با توجه به وضعیت توپوگرافی مخزن و هندسه باز بودن آن، می توان انتظار داشت که با افزایش رسوبگذاری در مخزن سطح دریاچه مخزن هم افزایش یافته و تبخیر از سطح آب مخزن نیز افزایش یابد.

منابع

اعلمی، م. ت.، حسن‌زاده، ی.، و فاخری‌فرد، ا.، (۱۳۸۱)، شبیه‌سازی رسوب‌گذاری در مخازن سدهای ذخیره‌ای با استفاده از مدل لوله جریان مطالعه موردی مخزن سد کارده، نشریه دانشکده فنی دانشگاه تبریز، ۲۸(۳)، ۱-۹.

شفاعی بجستان، م.، (۱۳۸۷)، "مبانی نظری و عملی هیدرولیک انتقال رسوب"، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۵۴۹ صفحه.

شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان‌رضوی، (۱۳۸۷) گزارش فنی عملیات هیدروگرافی، نقشه‌برداری و رسوب‌سنجی سدکارده.

علمی‌زاده، ه.، فرهادی، س.، و رزمی، م.، (۱۳۹۴)، تجزیه و تحلیل گرانولومتری رسوبات دریاچه پریشان، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، (۴)، ۳۰ - ۴۳.

کارگر، ا. ع.، و صدقی، ح.، (۱۳۸۷)، معرفی و بررسی متداول‌ترین روش‌های تخمین رسوب‌گذاری در مخازن سدها (مطالعه موردی: سد سفیدرود)، چهاردهمین کنفرانس دانشجویان مهندسی عمران سراسر کشور، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران، ۵ شهریور.

www.SID.ir

Archive of SID

مساعدی، ا.، و وردی پورآزاد، آ.، (۱۳۹۵)، تعیین مناسب‌ترین معادلات سنجه انتقال رسوب و برآورد حجم رسوب‌گذاری در مخزن سد کارده. (منتشر نشده، در مرحله داوری)

معاونت حفاظت و بهره‌برداری شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان رضوی، (۱۳۸۴)، ارزیابی تفضیلی کنترل پایداری سد بتنی دو قوسی کارده.

منصوری، م.، و عمادی، ع.، (۱۳۸۸)، بررسی نحوه توزیع رسوب در مخزن سد کارده با استفاده از روشهای تجربی افزایش و کاهش سطح، هشتمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه تهران، تهران، ایران، ۲۴ تا ۲۶ آذر.

موسوی، س. ف.، و محمدزاده هابیلی، ج.، (۱۳۹۱)، شبیه سازی توزیع رسوب در مخزن سد کوثر با استفاده از الگوی توزیع رسوب مخزن سد دز، پژوهش آب ایران(۱۰)، ۲۰۹.

وزارت نیرو شرکت مدیریت منابع آب ایران دفتر استانداردها و معیارهای فنی، (۱۳۸۵)، "راهنمای عملیات صحرایی نمونه‌برداری مواد رسوبی رودخانه‌ها و مخازن سدها"، نشریه شماره ۳۴۹، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۹۰صفحه.

Araujo, J., Guntner,A.and Bronstert, A., (2006), Loss of reservoir volume by sediment deposition and its impact on water availability in semiarid Brazil, Hydrological Sciences Journal, 51(1), pp. 157-170.

Toniolo, H., and Parker, G., (2003), 1D numerical modeling of reservoir edimentation, Proc. IAHR Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics, Barcelona, Spain, pp. 457-468

Salas, J. D., and Shin, H., (1999), Uncertainty analysis of reservoir sedimentation, Journal of Hydraulic Engineering, 125(4), pp. 339–350.

Fleming, S. W., Marsh Lavenue, A., Aly, A. H., and Adams, A., (2002), Practical applications of spectral analysis of hydrologic time series, Hydrological Processes, 16(2), pp. 565–574.

Imanshoar, F., Jahangirzade, A., Basser, H., Akib, SH., Kamali, B., Tabatabaei, M. R., and Kakouei, M., (2014), Reservoir Sedimentation Based on Uncertainty Analysis, Journal of Abstract and Applied Analysis, 6 pages, doi: 10.1155/2014/367627.

www.SID.ir