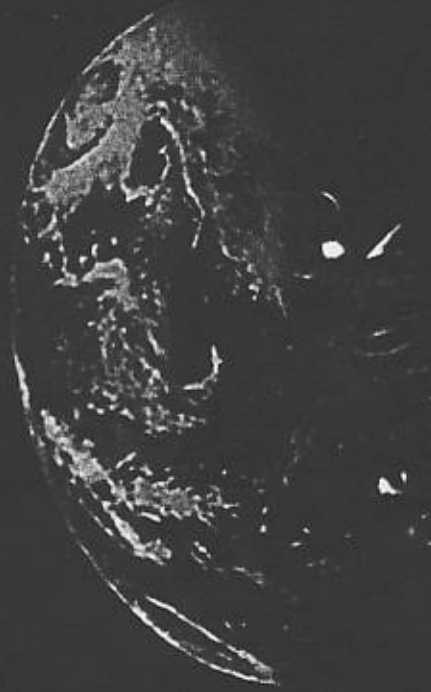




۲

اولین سمپوزیم بین المللی مهندسی محیط زیست



۲۷ - ۲۹ دی ماه ۱۳۷۹

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی



آب ۱۳۰۷

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

مجموعه مقالات

اولین سمپوزیوم بین‌المللی مهندسی محیط زیست

جلد دوم

• آلودگی آب و خاک

• آلودگی هوا

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

۲۷-۲۹ دی ماه ۱۳۷۹

تهران - ایران

بررسی اثرات زیست محیطی سد سفیدرود

احمد طاهر شمسی - استادیار دانشکده عمران - دانشگاه صنعتی امیرکبیر

محمود رضا شاهرودی - مربی گروه عمران - واحد تفرش - دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده

در سه دهه اخیر با طرح و اجرای پروژه‌های آبی بزرگ، مسائل و مشکلات خاصی مطرح شده که تدریجاً به بحث ارزیابی زیست محیطی منجر شده است. بطور کلی مشکل عمده در پیش‌بینی و ارزیابی زیست محیطی طرح‌های آبی، داشتن روش صحیح برای پیش‌بینی و ارزیابی فعالیت‌های صنعتی بطور اعم و پروژه‌های آبی بطور اخص می‌باشد. از اینرو اخیراً استفاده از مدل‌های مفهومی و غیره مرسوم شده است [۱]. علاوه بر مشکل روش، کمبود و یا فقدان اطلاعات در اغلب پروژه‌های آبی کشور نیز وجود دارد. در این مقاله، مورد سد سفیدرود مطالعه شده است. مسلم است که این تحلیل جنبه پیش‌بینی نداشته و جنبه بررسی اثر ساخت سد سفیدرود را با استفاده از آمار و اطلاعات موجود مورد بررسی قرار می‌دهد. قسمتی از این اطلاعات بصورت مکتوب از سازمان‌های ذیربط جمع‌آوری و تحلیل شده و پاره‌ای دیگر نیز از مصاحبه با مسئولین ذیربط نتیجه شده است که مبنای بررسی و تحلیل قرار گرفته‌اند [۳].

واژه‌های کلیدی:

مسائل زیست محیطی، ارزیابی زیست محیطی، محیط زیست، سد، سفیدرود

سدها به عنوان بزرگترین سازه‌های ساخت دست بشر و بزرگترین دریاچه‌های مصنوعی از مهمترین راههای دسترسی به حجم عظیمی از آب شیرین هستند.

پیامدهای احداث سدها بصورت گوناگون از جمله رونق اقتصادی و توسعه و رشد بر مردم یک ناحیه یا یک کشور و در پاره‌ای از موارد، به گستره‌ای وسیع از چند کشور تأثیر می‌گذارد. ایجاد یک سد بزرگ با حجم ذخیره زیاد می‌تواند اثرات همه جانبه و قابل ملاحظه‌ای در برداشته باشد، برای نمونه می‌توان از اثرات اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی و تغییرات در مخزن سد، هیدرولوژی رودخانه، و تغییرات آب و هوایی و تأثیرات بر روی آبهای زیرزمینی، اثرات ژئوفیزیکی و اثرات بر روی حیوانات و گیاهان و مسائل بهداشتی را نام برد.

امروزه اکثر متخصصان ضرورت ایجاد یک سازه سد را منوط به تحقق اهداف و منظورهای در جهت توسعه و رشد جوامع و عدم وجود خسارات جمعی همراه با توجیه اقتصادی اجتماعی و فرهنگی و زیست محیطی می‌دانند.

اثرات زیست محیطی سدها ممکن است به دو صورت اثرات متقابل زیست محیطی مفید و اثرات متقابل زیست محیطی زیانبخش ظاهر گردند [۳].

در این مقاله پس از ارائه مشخصات کلی رودخانه و سد سفیدرود آثار حاصله از احداث سد سفیدرود مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱ - مشخصات رودخانه سفیدرود و سد سفیدرود

رودخانه سفیدرود از دو شاخه اصلی شاهرود و قزل اوزن تشکیل شده است شاخه قزل اوزن با حوزه آبریزی به مساحت ۵۰۰۰۰ کیلومتر مربع از ارتفاعات کردستان و همدان و آذربایجان سرچشمه می‌گیرد شاخه شاهرود با وسعت ۶۰۰۰ کیلومتر مربع از کوههای البرز تغذیه می‌شود.

سد سفیدرود در نزدیکی محل تلاقی دو رودخانه قزل اوزن و شاهرود احداث گردیده، این سد از نوع بتونی پایه‌دار بوده و از سی پایه تشکیل شده است ارتفاع بلندترین پایه ۱۰۶ متر از پی است طول تاج سد

۴۲۵ متر و گنجایش مخزن ۱۷۶۰ میلیون متر مکعب در شروع بهره‌برداری بوده است.

این سد برای آبیاری مطمئن متجاوز از ۲۴۰ هزار هکتار از اراضی دشت گیلان و نیز مشروب نمودن و بهبود کشاورزی منطقه فومنات و جلوگیری از بهدر رفتن ۲/۲ میلیارد متر مکعب آب ساخته شده است. از اهداف دیگر این سد تخفیف خسارات سیل و تولید برق است سیلاب طرح محاسبه شده برای سفیدرود را ۶۰۰۰ متر مکعب در ثانیه برآورد کرده‌اند که توسط تخلیه‌کننده‌ها و سرریزهای مختلف از این سد خارج می‌شود.

در پایین دست سد سفیدرود (حدود ۴۰ کیلومتر) سد تاریک با ظرفیت مخزن پنج میلیون متر مکعب احداث گردیده و منظور از احداث آن بالا آوردن آب رودخانه سفیدرود و هدایت مقداری از آن به تونل بزرگ آب برفومن جهت آبیاری اراضی فومنات است در فاصله ۲۰ کیلومتری پایاب سد تاریک سد انحرافی سنگر احداث شده و رکن اساسی شبکه آبیاری سفلاهی سفیدرود است. [۳،۴،۵]

۲ - اثرات اجتماعی و اقتصادی سد سفیدرود

قبل از احداث سد سفیدرود ۶۰۰۰۰ هکتار اراضی قابل شرب از آب سفیدرود بهره می‌بردند اما با احداث سد و ایجاد شبکه‌های آبیاری آن اراضی قابل شرب از رودخانه سفیدرود بیشتر از ۱۵۰۰۰۰ هکتار افزایش یافت و امروزه ۲۳۴۱۵۰ هکتار از اراضی زراعی آب سفیدرود بهره‌مند می‌شوند. بروز طغیان در رودخانه سفیدرود موجب خسارات متنوعی می‌شود، احداث سد سفیدرود از یکسو تأثیر بسزایی در تخفیف خسارات سیل داشته و از سویی دیگر با تأمین آب به کمک دو سد انحرافی تاریک و سنگر و شبکه‌های آبیاری مربوطه کشت برنج در سرتاسر گیلان عمومیت یافته و بعنوان تنها کشت آبی هر روز سطح بیشتری از اراضی زراعی را به خود اختصاص می‌دهد تحت چنین شرایطی سطح وسیعی از زمینهایی که سالیان دراز محل رویش بوته‌های هرز بود احیا گردیده و جهت کشت انواع محصولات کشاورزی مورد بهره‌برداری قرار گرفته است.

وجود مخزن سد و دسترسی به آب در بالادست و پایین دست، اثر مخزن در تغذیه سفره آبهای زیرزمینی و تغذیه چاههایی که از گذشته حفر شده بودند به توسعه کشت زیتون نیز کمک فراوانی نمود.

احداث سد سفیدرود و مهار آب رودخانه‌های قزل اوزن و شاهرود به توسعه استخرهای پرورش ماهی در پایین دست نیز کمک فراوان نموده است، پرورش ماهی در پشت سد نیز یکی دیگر از کارهایی است که انجام گرفته است.

باتوجه به نقش سد در تولید برق به اهمیت دیگر ایجاد سد سفیدرود در منطقه پی می‌بریم یک برآورد در سال ۱۳۴۰ نشان می‌دهد که با ایجاد سد سفیدرود و شبکه آبیاری و توزیع برق آن سالانه قریب ۱۶۴۵ میلیون ریال (ارقام مربوط به سال ۱۳۴۰) از توسعه زمینهای زیرکشت و بهبود وضع آبیاری و تولید برق به درآمد کشور افزوده می‌شود.

از دریاچه پشت سد نیز برای مقاصد ورزشی و تفریحی نیز استفاده می‌شود [۳].

۳ - اثرات مختلف ایجاد سد سفیدرود بر منطقه

۳-۱ - مغذی شدن مخزن

باتوجه به توسعه فعالیتهای کشاورزی و اسکان جمعیت در بالادست، ورود فاضلابها و سموم نباتی به دریاچه سد آنرا مغذی می‌سازد اما تجمع مواد غذایی از اواخر دیماه هر سال که عملیات تخلیه رسوب پایان می‌یابد و آبیگری مخزن شروع می‌شود آغاز شده و تا اوایل مهر سال بعد ادامه می‌یابد و چون مجدداً از این تاریخ عملیات شناس شروع شده و مخزن کاملاً خالی می‌گردد به این ترتیب فسفات و نترات در مخزن تجمع نکرده و مسئله مغذی شدن و کاهش اکسیژن مخزن مشکلی بوجود نمی‌آورد اما احتمالاً کم شدن مقدار فسفات و نترات در زمان آبیگری مخزن در پایین دست و رهاسازی آن در طول عملیات تخلیه رسوب تأثیراتی در زیستگاههای جانوران و گیاهان پایین دست دارد. [۳ و ۶]

۳-۲ - رسوب و تأثیرات آن بر بستر و دلتای سفیدرود

برای شناخت تکامل دلتای سفیدرود در سال ۱۳۴۳ از عکسهای هوایی همان سال به مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ می‌توان بهره‌گرفت (شکل ۲) مقایسه شکلهای ۱ و ۲ تکامل دلتا را طی ۹ سال بخوبی نشان می‌دهد در این مرحله مسیر سفیدرود، دوباره از سمت خاور به باختر تغییر مسید داده و شاخه‌های قدیمی آن

مسدود گشته‌اند. به سبب عقب نشینی دریا رسوبات دلتایی جدیدی تشکیل شده است (واحد شماره ۶ در شکل ۲) گسترش این رسوبات به سوی جنوب خاوری بصورت زیانه‌های ساحلی کم‌کم سبب محدود شدن خلیج موجود در بخش خاوری دلتا (بخش عقابی شکل دلتا) گردیده است. موادیکه در گذشته در بخش انتهایی سفیدرود در مدخل خاوری (شکل ۱) تشکیل شده‌اند پس از مسدود شدن سفیدرود بوسیله امواج و جریان ساحلی به سمت جنوب خاوری حرکت داده شده و در قسمت ورودی خلیج رسوب نموده و کم‌کم به سبب افزایش رسوبات به ساحل پیوسته است.

تکامل باندهای در بخش خاوری دلتا برکه‌ای (خلیج ۲۲ بهمن) را با وسعتی نزدیک به ۱۸ کیلومتر مربع بوجود آورده است. ژرفای این برکه به سبب افزایش رسوبات واحد شماره ۶ به تدریج کم شده به طوری که در حال حاضر بیشترین ژرفای آن کمتر از ۳ متر می‌باشد.

ورود رسوبات به دریاچه سد سفیدرود توسط رودخانه قزل اوزن و شاهرود صورت می‌گیرد. مقدار ۴۶ میلیون متر مکعب از ۵۸ میلیون متر مکعب مواد جامد ورودی دریاچه سفیدرود یعنی ۸۳٪ مواد جامد ورودی دریاچه بوسیله رودخانه قزل اوزن حمل می‌گردد رودخانه شاهرود ساله ۱۲ میلیون متر مکعب مواد جامد (حدود ۱۷٪) حجم کل مواد رسوبی سد را تشکیل می‌دهد.

باتوجه به حجم زیاد رسوب در مخزن سد از سال ۱۳۵۹ بنا به وضعیت بحرانی مخزن که در مدت کوتاه بهره‌برداری ظرفیت مفید مخزن بیش از حد تصور و پیش‌بینی‌ها با انباشته شدن رسوبات از دست رفته بود مسئولین امر را بر آن داشت که شیوه تخلیه رسوبات به روش هیدرولیکی که یکی از قدیمیترین روش‌ها می‌باشد را بمورد اجرا گذارند.

به سبب حجم زیاد از رسوبات شناور در رودخانه (ناشی از تخلیه رسوب) آب با چگالی بیشتری جریان داشته و در نتیجه با نیروی قویتری به کندوکاو بستر رودخانه و تغییر شکل مسیر فعال آن پرداخته است.

[۷، ۶ و ۳]

۳-۳ - اثرات سد سفیدرود و تخلیه رسوبات آن بر ماهیان

قبل از اینکه سد مخزنی سفیدرود و سد‌های انحرافی تاریک و سنگر در مسیر رودخانه سفیدرود احداث

گردند کلیه مواد رسوبی همراه با طغیانهای رودخانه در مسافت حدود ۱۱۰ کیلومتر حمل می‌گردید که به تناسب درستی و ریزی در بستر رودخانه ته‌نشین شده و بخش زیادی از مواد معلق در مصب رودخانه توده‌ عظیم رسوبات دلتایی را بوجود می‌آوردند. رودخانه سفیدرود یکی از مهمترین رودخانه‌های شمالی ایران است که به قسمت جنوبی دریای خزر ارتباط دارد، بدلیل همین شرایط طبیعی که مقدار زیادی مواد معلق را می‌توانست به اعماق دریا منتقل سازد مناسبترین و تقریباً تنها رودخانه شمالی ایران بود که از نظر اکولوژیکی محیط طبیعی مساعدی جهت مهاجرت ماهیان خاویاری و انجام عملیات تکثیر طبیعی برای این نوع ماهیان پرارزش در دریای خزر محسوب می‌شد.

دگرگونیهای ناشی از احداث سدهای مخزنی و انحرافی در بستر رودخانه سفیدرود موجب بروز تغییرات ناگهانی در اکوسیستم این رودخانه گردید و بدین ترتیب استعداد طبیعی این رودخانه را در جهت مهاجرت ماهیان مولد خاویاری کاهش داد.

در روز اول ماه مه ۱۹۲۷ میلادی (۱۳۰۶ شمسی) در حدود ۲۰۰۰ عدد ماهی ماده در مصب رودخانه سفیدرود صید شده که مقدار ۷۳۳۵ کیلو خاویار از آن بدست آمده است در حالیکه در تمام طول سال بهره‌برداری ۱۹۶۱ میلادی (۱۳۴۰ شمسی سال آبیگیری مخزن) فقط ۱۵۰۰ عدد ماهی آنهم از نوع نر و ماده در این محل صید شد که میزان خاویار بدست آمده از ۲۵۲۰ کیلو تجاوز نکرده است و در سال ۷۶ تنها کمتر از ۲۰۰ عدد ماهی مولد صید گردیده است.

هماهنگی و پیوستگی عوامل محیطی با نیازمندیهای بیولوژیکی ماهیان قبل از احداث سد موجب می‌گردید هجوم ماهیان در فصل بهار به رودخانه سفیدرود انجام گیرد که باتوجه به طول مدت تخم ریزی و دوره انکوباسیون تخم‌ها که تا اواخر بهار ادامه می‌یابد. حجم زیاد آب رودخانه و گل‌آلود بودن آن در این فصل مناسبترین شرایط مهاجرت و تخم‌ریزی ماهیان خاویاری را فراهم می‌ساخت و پس از دوره تکثیر که مصادف با فصل کم آبی این رودخانه است فرصت مناسبی را جهت ادامه زندگی در طول مسیر رودخانه برای بچه ماهیان نارس و جوان فراهم می‌ساخت که ضمن تغذیه مناسب از مواد غذایی طبیعی قدرت شناوری بچه ماهیان افزایش یافته همزمان با اولین سیلاب رودخانه که در اثر ریزشهای جوی شمال البرز در اوائل پاییز صورت می‌گرفت بچه ماهیان جوان به قسمت سفالی رودخانه منتقل

می شوند. در فصل پاییز گسترش وسیع سیلاب رودخانه سفیدرود در پهنه ساحلی دریا، کمک مؤثری به نقل و انتقال بچه ماهیان به دریا نموده، در شرایط مساعدی که اعتدال طبیعی اختلاط بین آب شیرین رودخانه و شور دریا بوجود می آید بچه ماهیان به محیط اصلی پرورش خود یعنی دریا وارد می شوند. ورود مواد بیوژن همراه با طغیانهای رودخانه به منطقه کم عمق و ساحل دریا تولیدات مواد غذایی را در کرانه های مصب این رودخانه افزایش داده بدین ترتیب بچه ماهیان فرصت مناسبی را جهت تغذیه از مواد غذایی خویش بدست می آورند.

کلیه پدیده های فوق در شرایط طبیعی رودخانه موجب پیدایش اکوسیستم مطلوبی جهت تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری می گردد که هم اکنون با احداث سدهای مخزنی و انحرافی و ورود فاضلابهای صنعتی و سایر فعالیتهای مؤثر در تغییر و تخریب محیط زیست زنجیره بقاء حیات ماهیان خاویاری گسسته شده، مسئله مهاجرت و تکثیر طبیعی در رودخانه سفیدرود بطور کلی از بین رفته است. صد درصد محل طبیعی تخم ریزی فیل ماهی و شصت درصد محل طبیعی تخم ریزی تاسماهی و اوزن برون در بالادست محل فعلی سد سفیدرود بود. با احداث سد سفیدرود و سپس سد تاریک و سد سنگر ۱۰۰٪ محل طبیعی تخم ریزی فیل ماهی و ۶۰٪ محل طبیعی تخم ریزی تاسماهی و اوزن برون از بین رفته است. گذشته از آن فیل ماهی به حداقل ۱۵۰ متر مکعب در ثانیه و تاسماهی و اوزن برون به حداقل ۱۰۰ متر مکعب در ثانیه دبی برای مهاجرت احتیاج دارند فصل مهاجرت این ماهیان از اواخر اسفند تا اواخر خرداد است یعنی فصلی که آب و سیلابهای بهاری در مخزن ذخیره می شود حداکثر دبی ای که در این ایام از سد به پایین دست سد رها می شود ۲۰ متر مکعب در ثانیه است که بسیاری مواقع این هم رعایت نشده و دبی به حدود ۸ متر مکعب در ثانیه تنزل می کند.

پیش از احداث سد حجم زیاد آب رودخانه و گل آلود بودن آن در این فصل مناسبترین شرایط مهاجرت و تخم ریزی ماهیان خاویاری را فراهم می ساخت در حالیکه اکنون در این فاصله زمانی هم دبی کم و هم اغلب آب از گل آلودگی کافی برخوردار نیست. از سوی دیگر تخلیه رسوبات فراوان در فصل پاییز بخش بزرگی از موجودات کفزی یعنی لاروها که مهمترین غذای بچه ماهیان هستند را از بین می برد به این ترتیب به زنجیره غذایی در رودخانه سفیدرود صدمه فراوانی وارد می شود [۷ و ۳]

۳-۴ - اثر بر آبهای زیرزمینی

در حد فاصل سد سفیدرود تا امامزاده هاشم بجز حوالی رستم آباد و مخروط افکنه رودخانه تنکابن اصولاً محلی برای تشکیل سفره آب زیرزمینی بدلیل شیب تند و وجود سنگهای کم نفوذ و نفوذناپذیر وجود ندارد.

در پایین دست پیش از احداث سد حداقل سطح آب زیرزمینی در مرداد ماه اتفاق می افتاد اما پس از احداث سد حداقل سطح آب زیرزمینی در آبان ماه رخ می دهد و حداکثر آن در اردیبهشت ماه رخ می دهد. [۳].

۳-۵ - وضعیت آلودگی آب در پایین دست سد

چون از آب در پایین دست سد فقط برای مصارف کشاورزی استفاده می شود مسئله آلودگی از نظر بهداشتی و تأثیر مستقیم آن بر سلامت انسان کمتر مطرح شده است ولی نکته مهم آلودگی حرارتی است که در اثر انباشته شدن آب در پشت سد و نیز نیروگاه لوشان (شهید بهشتی) پدید می آید. آلودگی قابل ملاحظه در پایین دست سد، آلودگی ناشی از تخلیه سد در فصل رسوب زدایی است که در آن هنگام بدلیل بازکردن دریچه های تحتانی سد آب و گل و لای بشدت بخارج پاشیده شده و بر روی محصولات و باغ های زیتون اطراف نیروگاه ریخته می شود و باد شدید منجیل این اثر را تشدید می کند. در اثر گل آلود شدن شدید رودخانه سفیدرود ماهی ها تا مسافت زیادی در پایین دست سد کشته می شوند. در بالادست سد نیز به دلیل تخلیه رسوب، ماهی های فراوانی در گل مانده و تلف می شوند [۷ و ۳].

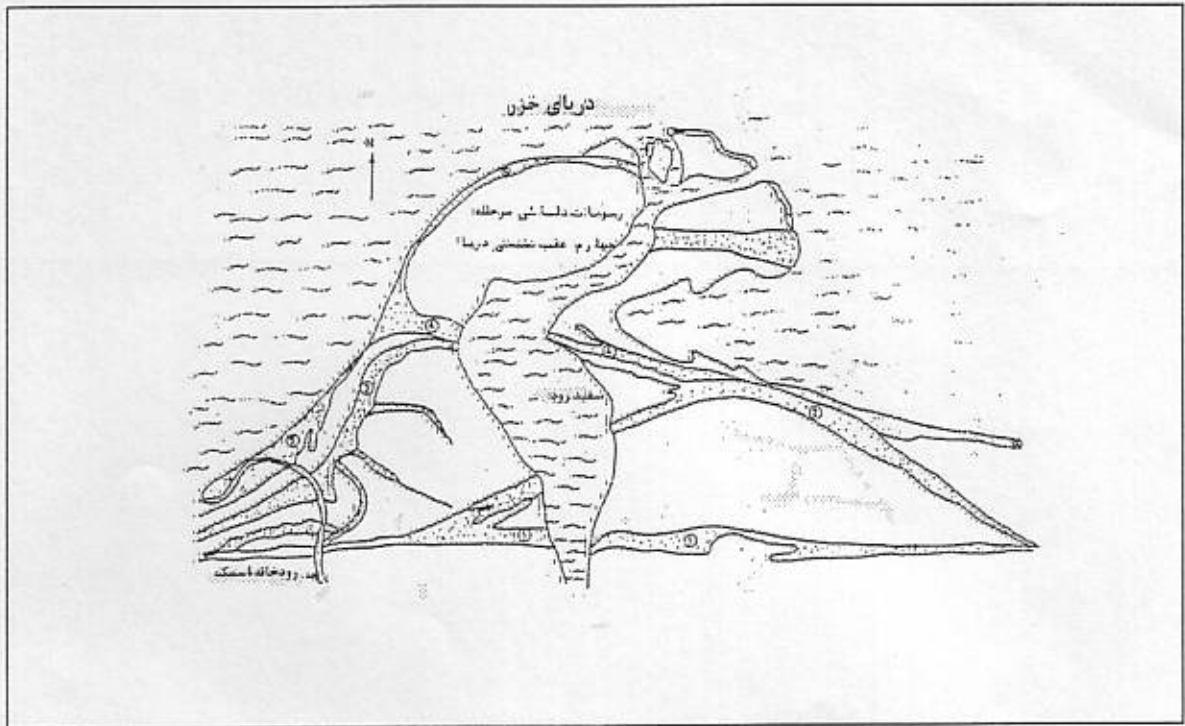
۳-۶ - لرزه خیزی القایی

تحقیقات علمی اخیراً نمایانگر این امر است که برخی از عملکردهای مهندسی سازه های بزرگ و بهره برداری از زمین باعث لرزه خیزی می گردد که این لرزه ها را لرزه خیزی القایی می نامند. اثرات زیست محیطی یا خطرات ناشی از لرزه خیزی القایی بر محیط، غالباً بر مبنای تهدیدات بالفعل بلایای طبیعی بر سلامت، زیست و زیانهای بالقوه اجتماعی اقتصادی تعیین می شوند. نتایج نشان می دهد که بیشترین

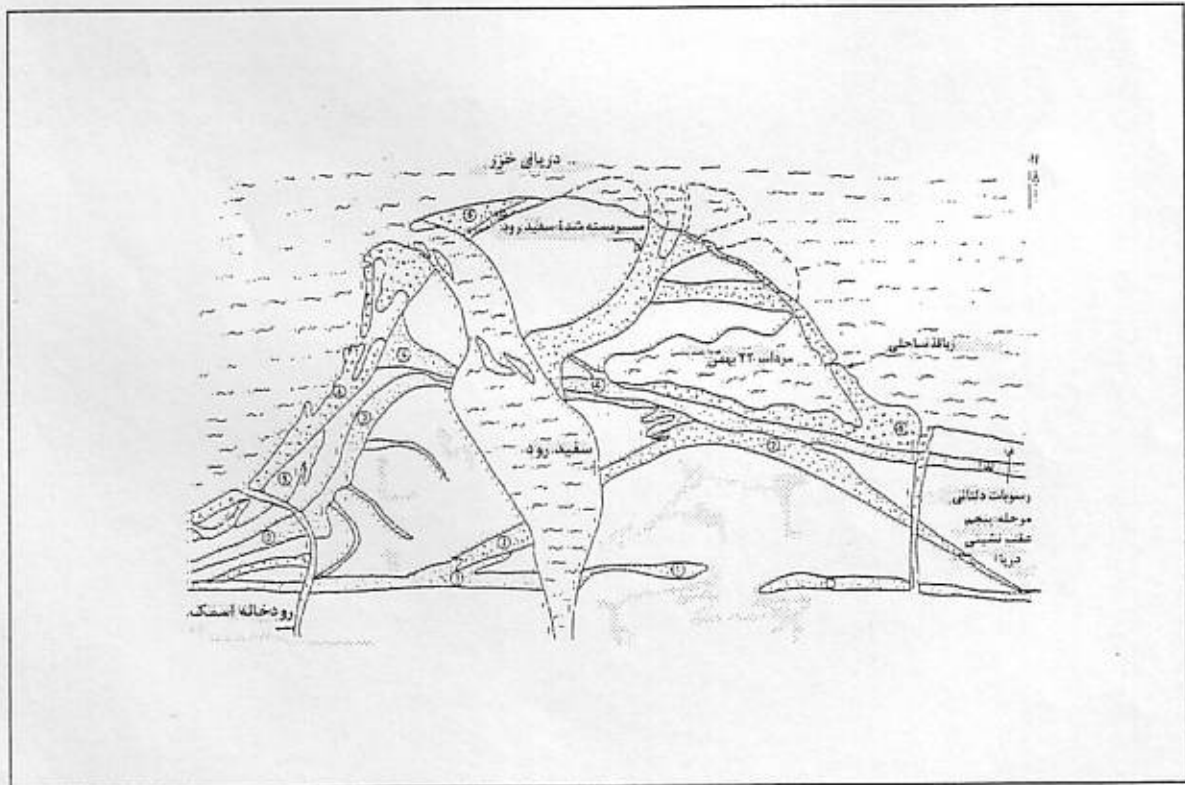
تهدید و خطرات ناشی از لرزه‌خیزی القایی مخازن متوجه آن دسته از سد‌هاست که در محیط‌هایی با امکان بالقوه ایجاد خطر لرزه‌خیزی قرار دارند. در سد سفیدرود از یک سو وجود گسل در محل سد و در مجموع قرار داشتن آن در منطقه زلزله‌خیز و نیز عمل تخلیه رسوبات با پایین آوردن سریع آب مخزن که هر ساله انجام می‌شود مسئله لرزه‌خیزی القایی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. زیرا در محیط‌هایی که بطور طبیعی زلزله خیز هستند لرزه‌خیزی القایی توان افزایش تناوب لرزشها را دارد. بدین جهت برخی پژوهشگران، زلزله موحش سال ۶۹ رودبار و منجیل را بی‌ارتباط با لرزه‌خیزی القایی مخزن سد سفیدرود ندانسته‌اند اگرچه در این باره نیاز به مطالعات گسترده‌تری است [۳].

مراجع

- 1 - Razvan E. , River Intakes and Diversion Dams, Elsevier, 1989.
- 2 - U.S.Dept. of Interior, Design of Small Dams 2nd. Ed. , 1974.
- ۳ - غیرائی، عطاء...، ارزیابی اثرات زیست محیطی سد سفیدرود، پروژه پایان نامه دوره دانشجویی دانشکده عمران، دانشگاه امیرکبیر ۱۳۷۷.
- ۴ - غروی، محمد حسین، تجزیه و تحلیل آمار آب و رسوبات حوزه آبخیز سد سفیدرود، ۱۳۵۷.
- ۵ - مهندسین مشاور زیست‌آب، طرح تثبیت و ساماندهی رودخانه سفیدرود، گزارش مطالعات شناخت ۱۳۶۹.
- ۶ - ملت پرست، عبدالله، تخلیه رسوبات سد سفیدرود و طرح پرورش ماهی، سازمان تحقیقات شیلات ایران، ۱۳۶۰.
- ۷ - گروه محیط زیست، وزارت نیرو، بررسی اثرات زیست محیطی سد سفیدرود، وزارت نیرو، ۱۳۷۵.



شکل شماره ۱ - وضعیت دلتای سفیدرود براساس عکس هوایی (۱۳۳۴ شمسی)



شکل شماره ۲ - وضعیت دلتای سفیدرود براساس عکس هوایی (۱۳۴۳ شمسی)

※ شماره‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ نمایانگر باندهای ماسه‌ای در مراحل مختلف تکامل دلتای سفیدرود است.

※ شکل‌ها بدون مقیاس‌اند.