نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۱، فروردین - اردیبهشت ۱۳۸۹، ص. ۸۳-۷۵

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 1, Mar- Apr 2010, p. 75-83

مدل سازی آزمایشگاهی همزمانی شکست هیدرولیکی سد با ورود سیلاب سریع به مخزن

بهرام عباسی[۱*]- کاظم اسماعیلی[۲]- جلیل ابریشمی[۳]

تاریخ دریافت: ۸۸/۱/۲۴
تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۰/۲۶

چکیده

پدیده شکست سد از جمله حوادثی است که بدلیل خطرات جانی برای بشر علیرغم پژوهش‌های فراوان هنوز بعنوان یکی از مباحث مهم و قابل توجه در زمینه‌های تحقیقات مهندسی مد نظر می‌باشد. پیش بینی شرایط بوجود آمده در مواقع بحرانی همچون وقوع سیل واحتمال همزمانی شکست سد، ضرورت بررسی‌های بیشتر را فراهم نموده است. در این پژوهش از طریق شبیه سازی آزمایشگاهی به بررسی اثر متقابل جریان همزمان سیلاب سریع و موج منفی حاصل از شکست سد در شرایط متفاوت ارتفاع ذخیره آب مخزن پرداخته شده است. همچنین تلاش شد تا اثر شیب و تأثیر حضور رسوبات در مخزن و تغییر دبی و زمان پایه سیلاب‌های ورودی مورد مطالعه قرار گیرد. به منظور برداشت پارامترهای هیدرولیکی همچون عمق جریان و سرعت حرکت موج و... با توجه به ماهیت غیر دائمی جریان برای ثبت نتایج از روش تصویر برداری بوسیله دو دوربین دیجیتال استفاده شده است. نتایج نشان داد با افزایش عمق اولیه ذخیره شده در مخزن و افزایش شیب کانال زمان تخلیه مخزن کاهش می‌یابد. از سوی دیگر وجود رسوبات در مخزن که همچون یک پله در مسیر جریان ایفای نقش می‌کنند سرعت حرکت موج مثبت به سمت پایین دست را افزایش می‌دهند. با افزایش زمان پایه و حداکثر دبی هیدروگراف ها، افزایش عمق در پایین دست سد پس از شکست مشاهده شد.

واژه های کلیدی: جریان غیر ماندگار، شکست سد، سیلاب ناگهانی، شبیه سازی آزمایشگاه

مقدمه

اهمیت مسئله شکست سد از آنجا ناشی می‌شود که خطرات احتمالی حوادث بوجود آمده در این مورد بطور قابل توجهی متوجه جوامع بشری است. از اینرو برای احداث سدها معمولاً سیلاب‌های با دوره برگشت طولانی درنظر گرفته می‌شود. پیش بینی شرایط مخاطره آمیز در مواقع بحرانی امکان تدابیر لازم برای جلوگیری از افزایش خطرات ممکن را فراهم می‌نماید. در این راستا طراحان سازه‌های آبی همچون سدها که با امنیت جوامع بشری سروکار دارند، سعی در مدل سازی شرایط بحرانی به‌طریق آزمایشگاهی یا کامپیوتری داشته تا اطلاعات بیشتری را برای مقابله با وضعیت بحرانی کسب نمایند. در بیشتر مطالعات انجام گرفته در زمینه شکست سد سعی شده تعدادی از پارامترهای موثر در این مسئله مورد بررسی قرار گیرند. از جمله می‌توان به مطالعه صورت گرفته توسط Soulis Bellos and اشاره کرد که با استفاده از یک تبدیل تنگ شونده در محل دریچه و باز شونده در محل پایین دست اثرات این شرایط را بر روی موج شکست بررسی کردند. مطالعه بر روی دو بستر خشک و مرطوب در یک کانال مستطیلی انجام گرفت و نتایج با استفاده از سنسورهای الکترنیکی برداشت شده و با نتایج مدل عددی کنترل شدند (۱)، از سوی دیگر الیت و چودری تلاش هایی نیز در زمینه مطالعه شکست یک بعدی و دوبعدی سد با بکار گیری یک کانال با یک خم۱۸۰ درجه به منظور بررسی شکست دو بعدی سد و تولید داده آزمایشگاهی انجام دادند و نتایج آزمایشگاهی را برای حالت‌های گوناگون به دست آوردند (۴)، در کنار این محققین فراچارولو و تورو به بررسی شکست دو بعدی سد به کمک روش عددی و آزمایشگاهی اقدام کردند و نتایج آزمایشگاهی را با مدل عددی مقایسه کردند (۳)، هدف این محققین در ابتدا بیشتر تولید داده آزمایشگاهی و بررسی دو بعدی شکست سد بوده است. پس از این محققین عزیز خان و همکاران (۲) شکست سد همراه با مواد معلق و اثر این ذرات معلق بر روی موج شکست و سرعت آن را به وسیله ذرات هگزا هدرون مطالعه کردند و از دوربین متحرک در طول کانال برای برداشت نتایج استفاده کردند، در این میان پژوهشی توسط سوارس و زچ (۱۰) در بررسی شکست سد در خم ها که در آن از یک خم ۹۰ درجه و یک بستر

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد سازه‌های هیدرولیکی، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: bahram_abbasy@yahoo.com)
۲- استادیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشیار، گروه عمران دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

Archive of SID
www.SID.ir

خشک و کانال مستطیلی به منظور اندازه گیری سرعت و سطح آب در حالت شکست سد استفاده شده بود، صورت گرفت، همچنین تحلیل جریان دو بعدی شکست سد توسط میری و آکایاما (۹) به کمک یک کانال سه بعدی برای بررسی اثرات نیروهای هیدرو دینامیکی در زمان شکست سد بر سازهای موجود در پایین دست، از جمله مطالعات انجام گرفته در این زمینه می‌باشد، در سال‌های اخیر نیز ایکت و همکاران (۵) روش جدیدی برای برداشت نتایج حاصل از شکست سد به روش فیلم برداری وتبدیل آن به عکس و برداشت نتایج از روی آن به منظور تعیین پروفیل سطح آب(۹)، ارائه دادند که در این پژوهش نیز از این روش استفاده شده است. با مرور منابع استنباط می‌شود که در هیچ یک از مطالعات انجام شده به بررسی اثر روگذری (افزایش جریان ورودی بیش از حد ظرفیت ذخیره سازی، ناشی از رواناب حاصل از رگبارهای ناگهانی) بعنوان یکی از مهمترین دلایل شکست سد پرداخته نشده است.

این تحقیق با هدف بررسی اثر پارامترهای عمق اولیه (ارتفاع آب ذخیره شده در مخزن)، وجود و یا عدم وجود پله (ناشی از وجود رسوبات در مخزن)، دبی و زمان پایه هیدروگراف سیلاب‌های ورودی و شیب بستر، تغییرات سطح آب در مخزن و میزان جریان خروجی ناشی از شکست سد بصورت مدل سازی آزمایشگاهی انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

آزمایشات در آزمایشگاه هیدرولیک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در کانالی مستطیلی به طول ۱۰ متر، عرض۳۰ سانتی متر و ارتفاع ۵۰ سانتی متر انجام گرفت (شکل۲). از یک دریچه مستطیلی فلزی به ارتفاع (P=۵۰ cm) که حرکت سریع آن برای شبیه سازی سد و شرایط شکست آن استفاده شده است. شبیه سازی سیلاب ها به کمک یک هد تانک که بدین منظور طراحی گردیده بود صورت گرفت (۵) . با نصب یک صفحه فلزی که سطح آن توسط مواد شنی درشت دانه زبر شده بود مدل بستر رسوب گذاری شده مخزن حاصل گشت، و برای اعمال اثر افزایش ارتفاع کف مخزن ناشی از رسوب گذاری طی سالهای متمادی صفحه مورد نظر در تراز ۴۵ میلیمتر بالاتر از کف کانال نصب گردید. با ایجاد شرایط لازم ضریب زبری بستر (n) با بکار گیری رابطه مانینگ $Q = \frac{A}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$ و از طریق آزمایش اندازه گیری و مقدار آن n=۰/۰۱۹۲۴ بهدست آمد. برای دستیابی به مخزنی با ابعاد کافی در بالا دست، دریچه (سد) در فاصله ۵/۴۷ متر از ابتدای کانال قرارداده شد. سیستم مکانیکی بازکننده امکان آنرا بگونه ای فراهم می‌نمود که دریچه در مدت زمان بسیار کوتاه بطور کامل باز شده و شرایط را برای بوجود آمدن جریان غیر ماندگار سریع (موج سیلاب) فراهم سازد. آزمایشات در دو حالت با و بدون رسوب در مخزن انجام گردید. از یک سیستم مکانیکی نصب شده در بالا دست برای تولید هیدروگراف استفاده شد.

در این تحقیق، شیب کانال (S_0) در دو حالت صفر و ۰/۰۰۹۷، عمق آب در محل دریچه در مخزن (h) برابر ۵، ۱۰ و ۲۰ سانتیمتر، دبی حداکثر هیدروگراف در چند حالت بین۷-۱۳ لیتر بر ثانیه، زمان پایه هیدروگراف‌ها بین ۲۰-۶۰ ثانیه و ارتفاع کف مخزن در حالات مختلف برای دو وضعیت کلی با رسوب و بدون رسوب در مخزن انتخاب شده است (جدول ۱ خلاصه حالات آزمایشی را که برگرفته از مجموعه آزمایشات می‌باشند نشان می‌دهد (۷). شکل ۱ تصویری از هیدروگراف‌های تولیدی و شکل ۲ نمای ساده ای از نحوه ورود جریان به مخزن و قرارگیری دریچه کشویی را نشان می‌دهد. برای ثبت نتایج از روش فیلم برداری دیجیتال استفاده شد. بدین منظور دو دوربین فیلم برداری در کنار کانال چنان نصب گردید که قابلیت پوشش دادن تمامی مسیر حرکت جریان از محل دریچه تا مخزن را داشته باشند (شکل۲). تصاویراز طریق نرم افزار Adobe Premier مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و تبدیل به عکس گردیدند (هر ثانیه ۲۵ عکس)، آنگاه از روی عکس‌های بدست آمده توسط نرم افزار Plot Digitizer مقادیر عددی پارامترهای هیدرولیکی جریان استخراج گردید (۷و۸).

نتایج و بحث

در این مطالعه اثر عوامل مختلف ذکر شده در قسمتهای قبل بر پدیده موج حاصل از شکست سد مورد بررسی قرار خواهد گرفت. لازم به یاد آوری است که در اشکال رسم شده ابتدای مخزن در فاصله ۵/۵ متری از دریچه قرار دارد.

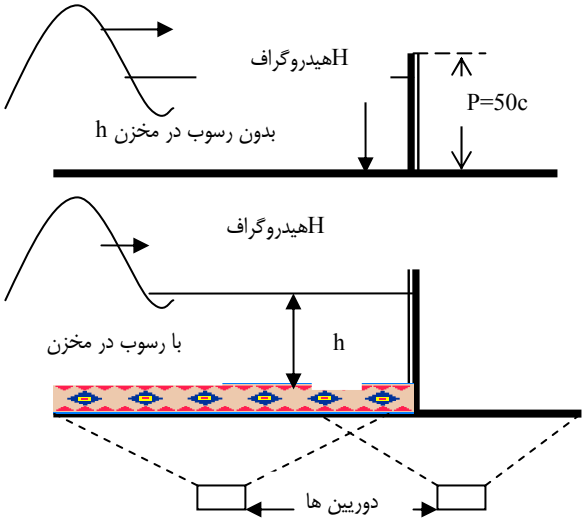
بررسی شکست سد بدون هیدروگراف

اثرعمق اولیه درحالت بدون رسوب در مخزن

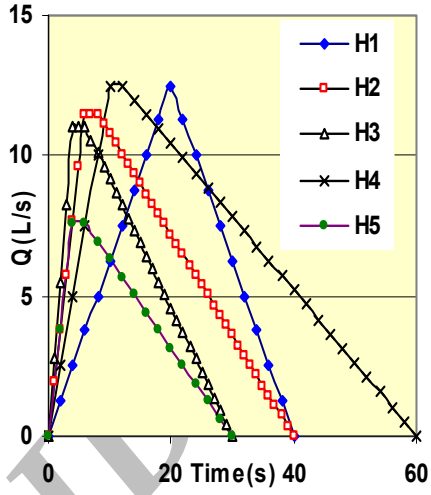
عمق آب در مخزن از عوامل بسیار مهم بر سرعت موج حاصل از شکست سد و میزان خسارات وارده بر تاسیسات در پایین دست می‌باشد. تراز بالای آب در مخزن افزایش قدرت موج انتقال یافته به بالا دست و پایین دست را در پی داشته زمان لازم برای انجام تمهیدات لازم جهت جلوگیری از خسارات را کاهش می‌دهد. برای بررسی چنین شرایطی آزمایشاتی بر روی مدل فیزیکی طراحی شده انجام گرفت. نسبت عمق جریان (h) در مخزن به ارتفاع دریچه (p) در دو حالت $\frac{h}{p}=0.2$ $(h=10cm)$ و $\frac{h}{p}=0.4$ $(h=20cm)$ در زمان‌های مختلف پس از شکست سد انتخاب گردید.

Archive of SID

www.SID.ir



(شکل ۱)- نمونه هیدروگرافهای تولیدی

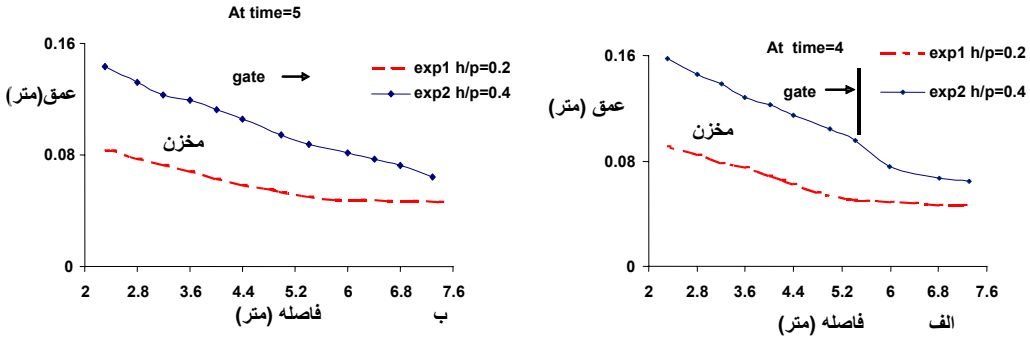


(شکل۲)- ورود هیدروگراف به کانال و موقعیت دوربین ها

(جدول ۱)- جزئیات آزمایشات (مرجع ۸)

شماره	وضعیت پله	عمق اولیه آب (cm)	وضعیت هیدرو گراف	شیب	شماره	وضعیت پله	عمق اولیه آب (cm)	وضعیت هیدرو گراف	شیب
۱	NO	۱۰	NO	صفر	۱۴	NO	۱۰	H_3	۰/۰۰۹۷
۲	NO	۲۰	NO	صفر	۱۵	NO	**۲۰**	H_3	صفر
۳	NO	۱۰	NO	۰/۰۰۹۷	۱۷	NO	**۱۰**	H_4	صفر
۹	NO	۱۰	H_2	صفر	۲۱	NO	**۱۰**	H_5	صفر
۱۰	NO	۱۰	H_2	۰/۰۰۹۷	۲۷	YES	**۱۰**	NO	صفر
۱۱	NO	۲۰	H_2	صفر	۳۹	YES	**۱۰**	H_2	صفر
۱۳	NO	۱۰	H_3	صفر					

NO و YES به ترتیب به معنی بدون و با وجود می‌باشد.



(شکل ۳)- تراز سطح آب در حالت بدون هیدروگراف و بدون رسوب در زمان‌های ٤ و ٥ ثانیه بعد از شکست

www.SID.ir

سرعت حرکت موج با افزایش عمق اولیه بیشتر شده و زودتر به انتهای مخزن می‌رسد و شکل پروفیل سطح آب با سرعت بیشتری به حالت افقی نزدیک می‌گردد. شکل ۳ بصورت نمونه نتایج مربوط به حالات مذکور را در دو زمان ۴ و ۵ ثانیه پس از شروع شکست نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود در شرایطی که هنوز مخزن تخلیه نشده است، موج منفی حاصله در تمام سطح مخزن گسترش یافته و موجب کاهش سطح آب نسبت به حالت اولیه، شده است. از طرفی فاصله نیمرخ‌های سطح آب در هر دو تصویر مربوط به شکل ۳ (زمان‌های ۴ و ۵ ثانیه پس از شکست) به تدریج که به سمت دریچه (سد) و موج مثبت پیش می‌رویم نسبت به یکدیگر کاهش یافته که حاکی از اختلاف سرعت توسعه موج و کاهش تخلیه آب در حالتهای انتخابی است. همچنین مقایسه تراز سطح آب برای نسبت $\frac{h}{p}=0.4$ در زمان‌های ۴و۵ ثانیه در هر دو تصویر نسبت به تراز سطح آب برای نسبت $\frac{h}{p}=0.2$ حاکی از آن است که سرعت افت سطح آب در حالت اول به‌مراتب بیشتر است چنانکه تراز سطح آب در زمان ۴ ثانیه در شکل (الف) برای نسبت $\frac{h}{p}=0.4$ در موقعیت ۲ متر از ابتدای کانال($x=2m$) مقدار ۰/۱۷ و در شکل (ب) در زمان ۵ ثانیه مقدار ۰/۱۴ قابل استخراج است. اما برای نسبت $\frac{h}{p}=0.2$ مقادیر فوق به ترتیب ۰/۱۰ و ۰/۰۹ بوده که حاکی از سرعت تخلیه بالا درشرایط بیشتر بودن سطح آب در مخزن می‌باشد.

اثر عمق اولیه همراه با رسوبات

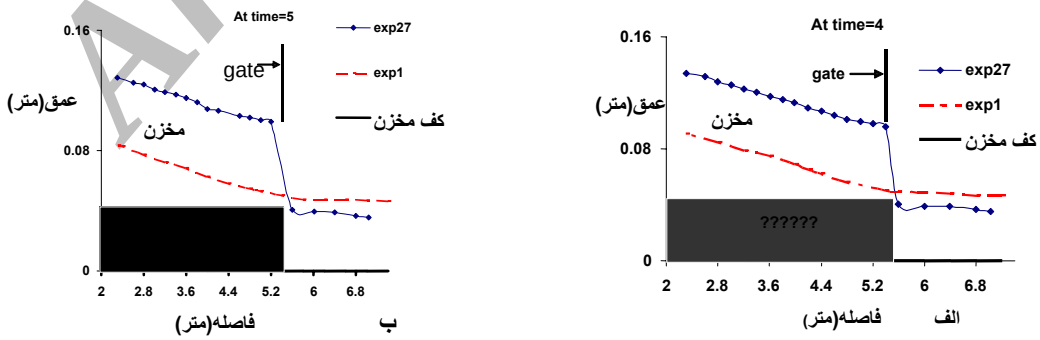
برای بررسی اثر رسوبات بر حرکت موج انتقالی به پایین دست و بالادست آزمایشاتی در حالات مختلف $\frac{h}{s}$(s عمق رسوبات و h عمق جریان در مخزن) انجام گردید. نتایج حاصل با شرایط بدون رسوب در زمان‌های مشابه مطابق شکل ۴ مورد مقایسه قرارگرفت. مشاهده می‌شود پس از شکست، عمق جریان در شرایط وجود رسوبات، در پایین دست همواره کمتر از مقدار آن نسبت به حالت بدون رسوب بوده که حاکی از افزایش نسبی سرعت در حالت وجود رسوب، در اثر ریزش به سمت پایین می‌باشد.

می توان گفت بالاآمدن سطح آب در مخزن به علت انباشت رسوبات (در این آزمایشات به صورت یک کف از پیش ساخته شده مدل سازی شده) سرعت انتقال موج مثبت به سمت پایین دست را افزایش می‌دهد. برای بررسی این اثر، نتایج آزمایشات در شکل ۴ آورده شده است. در این شکل نسبت عمق آب در مخزن (h) به عمق رسوبات (s) $\frac{h}{s}=2.22$ انتخاب گردیده است و نتایج با نتایج مشابه حالت عدم وجود رسوبات مقایسه شده است.

اثر عمق اولیه همراه با تغییرات شیب کانال

شیب نیز یکی از عوامل تأثیر گذار بر اثرات تخریبی موج شکست سد می‌باشد. وجود شیب در محدوده ساختگاه سد به علت افزایش سرعت حرکت موج مثبت به سمت پایین دست از اهمیت زیادی برخوردار است.

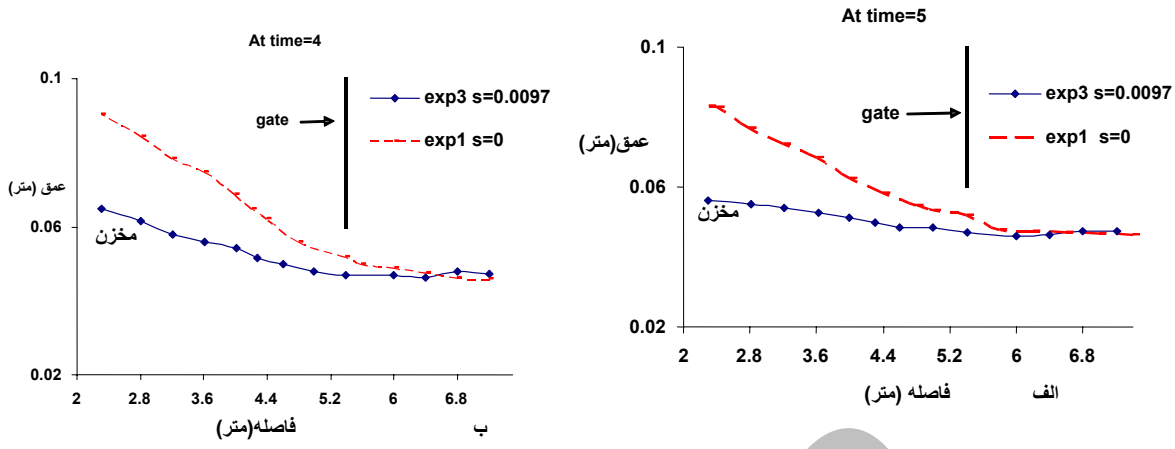
کف کانال در این حالت(شیب۰/۰۰۹۷) در هر نقطه به میزان فاصله این نقطه از انتهای کانال ضربدر شیب کانال ، بالاتر از حالت شیب صفر می‌باشد. به عبارتی در شرایط شیب ۰/۰۰۹۷در محل در یچه کف کانال به میزان ($(10-5.47)\times 0.0097=0.0439m$) بالاتر است و این میزان بالا آمدگی کف که در نتایج به دست آمده از آزمایشات لحاظ گردیده از آن ها کسر شده است.



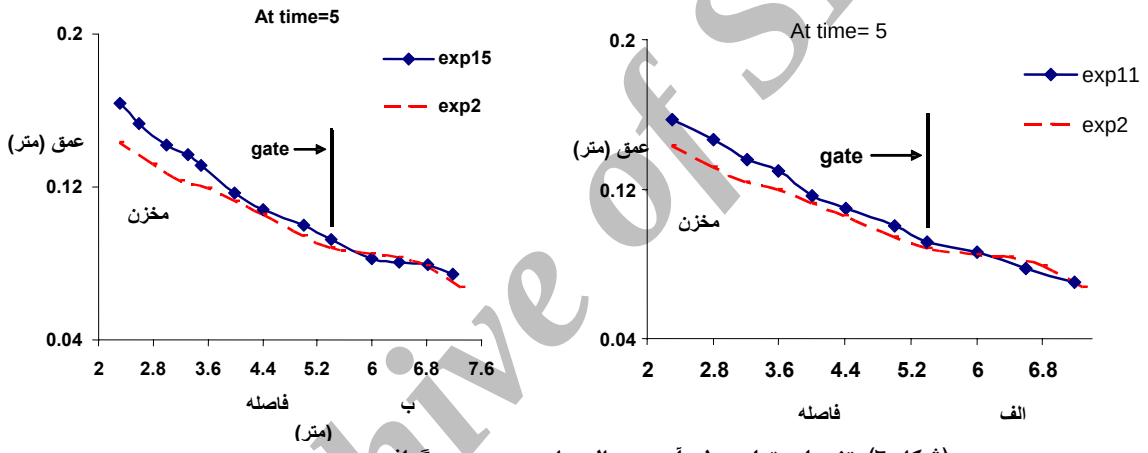
(شکل ٤)-تغییرات تراز سطح آب در حالت بدون هیدروگراف با وبدون رسوب در دو زمان انتخابی ٥و٤ برای $\frac{h}{p}=0.2$

Archive of SID

www.SID.ir



(شکل ۵)- تراز سطح آب در حالت بدون هیدروگراف بدون رسوب برای دو شیب در دو زمان انتخابی ۵ و ٤ برای $\frac{h}{p}=0.2$



(شکل ٦)-تغییرات تراز سطح آب در حالت با و بدون هیدروگراف بدون رسوب

(S_0=0, T=5 s, $\frac{h}{p}=0.2$)

نمودارهای شکل ۵ برای زمان‌های ۴ و ۵ ثانیه بعداز شکست تغییرات عمق جریان در مخزن را در دو حالت شیب صفر و شیب ۰/۰۰۹۷ نشان می‌دهند. چنانچه که مشاهده می‌شود سطح آب در شیب بیشتر از صفر سریعتر افت می‌کند و توسعه کاهش سطح آب در مخزن در زمان کوتاهتری به وقوع می‌پیوندد به عبارتی مخزن سریعتر تخلیه شده و احتمالا بر شدت خسارات وارده بر پایین دست می‌افزاید. بگونه ای که افزایش شیب از صفر به۰/۰۰۹۷، عمق آب در مخزن را در یک زمان ثابت به میزان ۷ الی ۱۰ درصد در محل دریچه نسبت به حالت شیب صفر کاهش داده است (این مقدار از مقایسه عمق در دو حالت در محل دریچه قابل استنتاج است).

شکست سد درشرایط ورود هیدروگراف به مخزن

اثر هیدرو گراف ورودی

در شرایط سیلابی انتظار می‌رود بخش عمده ای از جریان سیل توسط مخزن ذخیره شود در مواقعی که ظرفیت مخزن امکان چنین حالتی را فراهم نیاورد سیلاب ورودی باید توسط سیستم‌های تخلیه اضطراری از مخزن خارج گردد، در غیر اینصورت شرایط روگذری بدلیل محدود بودن حجم مخزن بوجود خواهد آمد، که ممکن است موجب شکست سد و افزایش خسارات بوجود آمده شود. برای بررسی شرایط فوق، آزمایشاتی برروی مدل طراحی شده انجام گرفت. نتایج به دست آمده از شرایط تراز سطح آب در مخزن و حرکت موج منفی در حالت بدون هیدروگراف (آزمایش ۲) و حالتهای با هیدروگراف

Archive of SID

www.SID.ir

(آزمایش ۱۵و ۱۱) در شکل ۶ (الف و ب)ترسیم شده است.

همانطور که در شکل۶ مشاهده می‌شود از مقایسه حالت شکست ساده (بدون هیدوگراف) با شرایط شکست به همراه هیدروگراف کمی اختلاف در عمق جریان در قسمت‌های ابتدایی مخزن دیده می‌شود که این اختلاف عمق در نتیجه آب آزاد شده به وسیله هیدروگراف ها می‌باشد. این جریان آزاد شده به صورت یک موج بر روی موج منفی به وجود آمده در مخزن حرکت کرده و در شکل آن تغییراتی ایجاد می‌نماید. این تغییرات با توجه به حرکت جریان آزاد شده در مخزن به سمت پایین دست، به تدریج و با گذشت زمان در تمام نواحی مخزن و پایین دست توسعه پیدا کرده و افزایش عمق را در پی خواهد داشت. میزان افزایش عمق بر حسب زمان پایه هیدروگراف و دبی اوج آن متفاوت است.

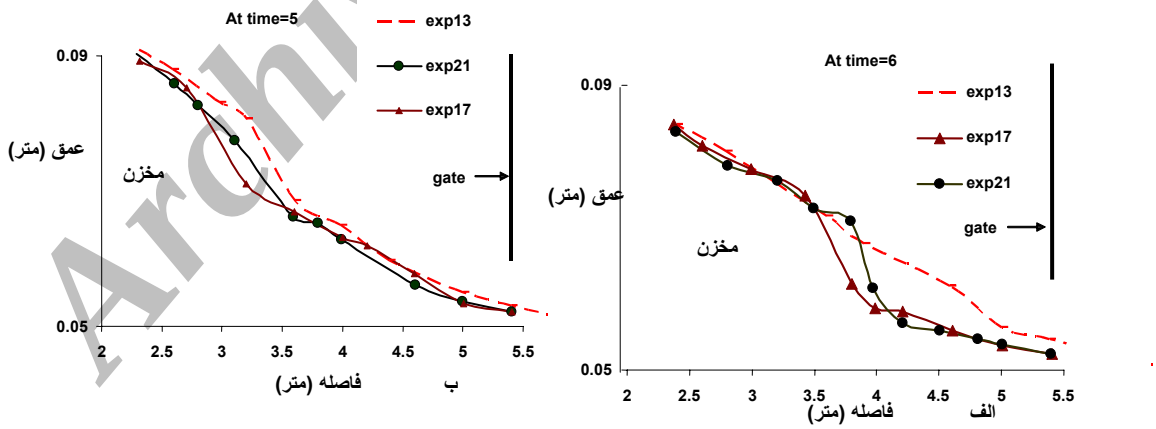
اثرزمان پایه و دبی اوج هیدروگراف

جریان سیلابی در هنگام شکست از مواردی است که تشدید کننده اثرات تخریبی موج شکست سد می‌باشد. از این رو برای بررسی شدت تأثیر این شرایط از ۵ هیدروگراف متفاوت با دبی‌های اوج و زمان‌های پایه مختلف استفاده گردید تا درک بهتری از تأثیر خصوصیات سیلاب‌های ورودی به مخزن به دست آید. به این ترتیب ۳ هیدروگراف از میان ۵ هیدروگراف انتخاب شده و با یکدیگر مقایسه گردیدند تا درک بهتری از این مسئله به دست آید.

بر اساس مقادیر ذکر شده در جدول۲ و همچنین دقت در شکل ۷ استنباط می‌شود هر یک از هیدروگراف ها که شیب بالارونده بیشتری داشته باشد حجم معینی از جریان را در زمان کوتاهتری به مخزن وارد می‌نمایند و هیدروگراف خصوصیات جریان سیلابی سریع را بهتر نشان می‌دهد. از این رو چون شیب هیدروگراف ۳ از سایر هیدروگراف ها بیشتر است جریان آزاد شده با سرعت بیشتری به سمت پایین دست حرکت می‌کند و سایر هیدروگراف ها (۲، ۵، ۴ و ۱) به ترتیب بر حسب شیب شاخه بالارونده سرعت حرکتشان به پایین دست متفاوت است.

(جدول ۲)- خصوصیات هیدروگراف‌های انتخابی(مرجع٤)

شماره هیدروگراف	زمان پایه هیدروگراف	شیب شاخه بالارونده(هیدروگراف)	شیب شاخه پایین رونده(هیدروگراف)
۱	۴۰	۰/۶	۰/۶
۲	۴۰	۲	۰/۳۶
۳	۳۰	۲/۴	۰/۴۵۸
۴	۶۰	۱/۳۸	۰/۲۶
۵	۳۰	۱/۹۵	۰/۳۱۶



(شکل ۷)- تراز سطح آب با هیدروگراف‌های مختلف بدون رسوب

(S_0=0, T=5, 6 s, h=10cm, $\frac{h}{p}=0.2$)

Archive of SID

www.SID.ir

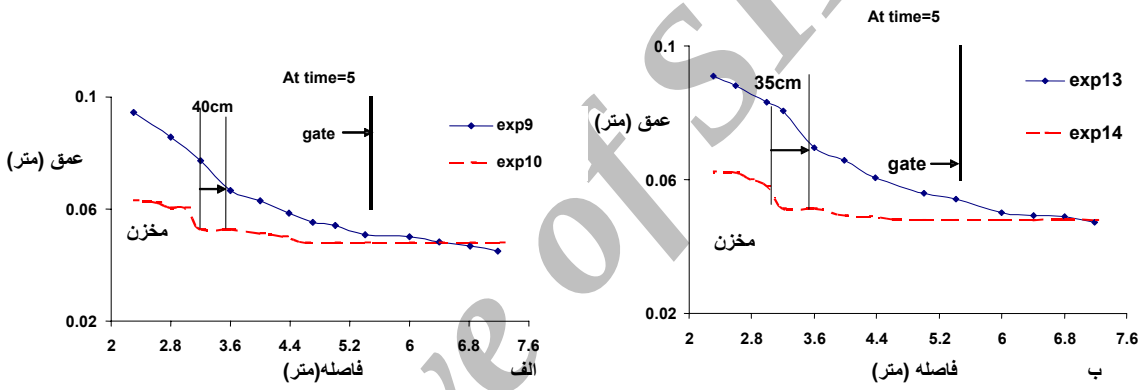
تأثیر شیب کف بر جریان هیدروگراف ها

عامل دیگری که می‌تواند علاوه بر شدت دادن سیلاب شکست سد، باعث تشدید یا کاهش اثر سیلاب ناگهانی روی موج حاصل از شکست گردد و از اثرات تخریبی آن بکاهد یا آن را افزایش دهد، شیب در محدوده ساختگاه سد می‌باشد. از اینرو نتایج آزمایشات مربوط به دو نوع شیب متفاوت استخراج و برای ارزیابی با یکدیگر مقایسه شده اند.

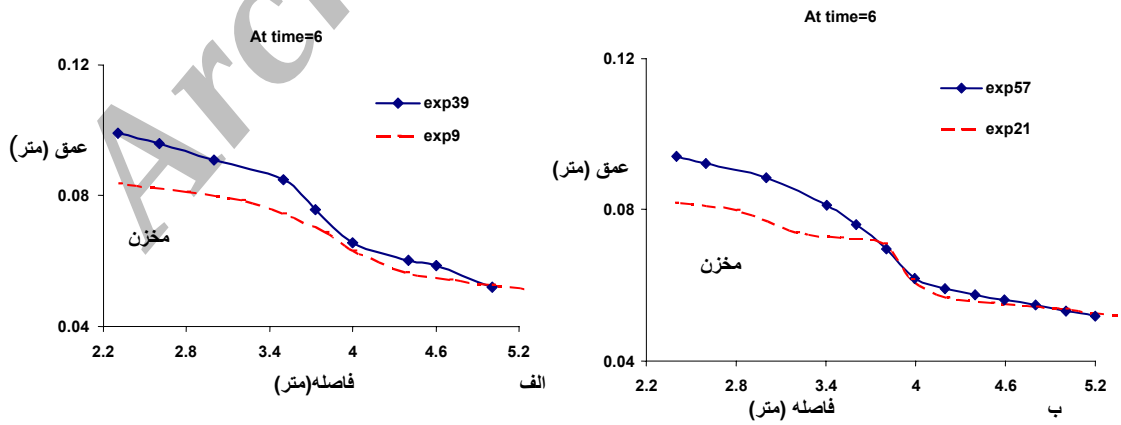
افزایش شیب کانال از صفر به ۰/۰۰۹۷ موجب کاهش سرعت حرکت موج منفی پس از شکست سد به سمت بالادست شده و بطور کلی زمان دوام موج منفی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر افزایش شیب بستر موجب افزایش سرعت جریان سیلاب ناشی از هیدروگراف ورودی خواهد شد. نتایج آزمایشات برای بررسی تقابل موج منفی و جریان سیلاب ورودی مطابق شکل ۸، (الف) برای هیدروگراف ۲ و (ب) برای هیدروگراف ۳ در مقایسه با حرکت موج منفی در حالت شیب صفر آورده شده است. چنانچه که از اشکال فوق ملاحظه می‌شود اثر دوام بیشتر موج منفی بر جریان سیلاب آزاد شده موجب کاهش سرعت آن در حدود ۱۰ الی ۱۵ درصد خواهد گردید(این مقدار از مقایسه موقعیت موج سیلاب در شکل ۸ (الف وب) قابل استنتاج است). با توسعه موج منفی در تمامی سطح مخزن مجدداً جریان سیلاب آزاد شده توسط هیدروگراف با سرعت بیشتری به سمت پایین دست حرکت خواهد کرد.

تأثیر رسوبات زبر بر روی هیدروگراف ها

سطح بستر در ناحیه مخزن بدلیل رسوب ذرات همراه جریان معمولا از فرم و زبری یکنواخت برخوردار نیست به این دلیل چنانچه عمق جریان در مخزن کاهش یابد اثر زبری‌های موجود می‌تواند بر سیستم جریان تأثیر گذار باشد. بدین منظور نتایج در محدوده مخزن برای دو حالت کف معمولی و کف زبر با هم مقایسه شده اند.



(شکل ۸)- تراز سطح آب با هیدروگراف و شیب‌های مختلف بدون رسوب، عمق اولیه ۱۰(سانتیمتر)، زمان ۵ (ثانیه) و $\frac{h}{p}=0.2$



(شکل ۹)- تراز سطح آب در حالت با هیدروگراف و شیب افقی، کف با زبری متفاوت برای عمق اولیه ۱۰ (سانتیمتر) در زمان انتخابی ٦ (ثانیه) برای $\frac{h}{p}=0.2$

Archive of SID

www.SID.ir

مطابق شکل ۹ مقایسه برای هیدروگراف‌های مختلف در حالت بستر معمولی و بستر زبر انجام گردیده است. در حالت وجود رسوبات، کف در نظر گرفته شده دارای زبری بیشتر نسبت به کف معمولی کانال است. بیشتر بودن زبری بر حرکت جریان آزاد شده توسط هیدروگراف ها موثراست. نحوه این تأثیر همانگونه که در شکل ۹ مشاهده می‌شود، حرکت کند تر جریان آزاد شده در مخزن نسبت به حالت بدون رسوب می‌باشد. کندی حرکت به مفهوم کاهش سرعت جریان بر روی بستر زبرتر خواهد بود. بنابراین با توجه به جریان آزاد شده یکسان توسط هیدروگراف ها در حالت وجود و عدم وجود رسوبات عمق بیشتر در مخزن برای حالت وجود رسوبات کف، نسبت به حالتی که کف مخزن فاقد رسوب است، مشاهده می‌شود .

نتیجه گیری

مسئله روگذری جریان از موارد بسیار مهم در طراحی و ساخت سدهای مخزنی می‌باشد. در مناطق با اقلیم خشک و نیمه خشک، احداث سدها جهت ذخیره سازی سیلاب ها از رویکردهای مهم تامین آب می‌باشد. وقوع رگبارهای شدید کوتاه مدت گاها منجر به تولید سیلاب‌های شدید (flash floods) گردیده که با ورود آن به مخزن سدهای ساخته شده در مناطق خشک (دارای حجم مخزن کوچک) احتمال روگذری و شکست فراهم می‌آید. لذا بدلیل مسائل ایمنی ناشی از چنین خطراتی مطالعه شرایط وقوع چنین مواردی می‌تواند در پیش بینی شرایط آینده بسیار مهم باشد. نتایج به دست آمده از تحقیقات آزمایشگاهی بر روی مدل یک سد به همراه سیلاب‌های ورودی نشان داد:

۱- افزایش عمق اولیه جریان در مخزن نقش مهمی بر سرعت حرکت موج سیلاب (موج منفی و مثبت) داشته و افزایش آن زمان تخلیه مخزن را کاهش می‌دهد.

۲- وجود رسوبات در مخزن تراز کف مخزن را نسبت به تراز کف رود خانه در پایین دست افزایش داده بر شدت جریان انتقالی ناشی از شکست می‌افزاید.

۳- شیب بستر اگرچه سرعت جریان به سمت پایین دست را افزایش می‌دهد لیکن با کاهش عمق، سرعت حرکت موج منفی به سمت مخزن کاهش یافته و میزان جریان تخلیه شده از مخزن را تا حدودی کند می‌کند.

۴- هیدروگراف‌های ورودی به مخزن در شرایط شکست می‌توانند بر اثرات تخریبی بیفزایند. لیکن سرعت حرکت موج منفی به سمت بالادست می‌تواند بر گسترش جریان سیلاب ورودی در مخزن تأثیر گذاشته تا حدودی در تخلیه سیلاب تاخیر ایجاد نماید.

۵- هر چند که رسوبات تجمع کرده به علت افزایش تراز کف تا حدودی بر میزان سرعت جریان به سمت پایین دست می‌افزایند ولی به علت زبری کف مقاومت بیشتری را در برابر جریان ایجاد می‌نمایند.

منابع

۱- عباسی ب. ۱۳۸۷. بررسی مدل های عددی و آزمایشگاهی شکست هیدرولیکی سد با در نظر گرفتن اثر رگبارها و رسوبات. پایان نامه کارشناسی ارشد عمران. سازه های هیدرولیکی، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد.

2- Aziz khan A. and Steffler P.M. and Gerard R. 2000. Dam break with surges with floating debris. J. Eng. ASCE, 126(5), 375-379.

3- Bell S.W., Elliot R.C. and Chaudhry M.h. 1992. Experimental results of two dimensional dam-break flows. J. Hydraul. Res., 30(1), 47-63.

4- Bellos C.V., Soulis J.V. and Sakkas J.G. 1992. Experimental investigation of two dimensional dam-break induced flows. J. Hydraul. Res., 33(6), 843-864.

5- Eaket J., Hicks F.E. and Peterson A.E. 2005. Use of stereoscopy for dam break flow measurement. J. Eng., ASCE, 131, (1), 24-29.

6- Fraccarollo L. and Toro E.F. ۱۹۹۵. Experimental and numerical assessment of the shallow water model for two dimensional dam-break type problems. J. Hydraul. Res., 33(6), 843-864.

7- Inc A., Adobe Premiere user s guide, Adobe Inc, 2003.

8- Inc D., Plot digitizer user s guide, Digitizer Inc, 2006.

9- Mirei Shige E. and Akiyama J. 2003. Numerical and experimental study of two-dimensional flood flows with and without structures. J. Eng. ASCE, 129, (10) 817-821.

10- Soares Frazao S. and Zech Y. 2002. Dam break in channels with 90 Bend. J. Eng. ASCE, 128, (11), 956-968.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 1, Mar- Apr 2010, p. 75-83

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۱، فروردین - اردیبهشت ۱۳۸۹، ص. ۸۳-۷۵

Experimental modeling hydraculicallydam breaks Considering flash flood event

B. Abbasi[*1] **- K. Esmaili**[2] **- J. Abrishami**[3]

Abstract

Although many studies have been carried out about dam break, this phenomenon still is one of the most important issues in the field of hydraulic engineering due to its hazards to human societies. Predicting the critical conditions including coincidence of flooding and dam break indicates more field studies requirement. In this research the mutual effects of coincidence of negative surge due to dam break and flash flood has been studied using under different stored water levels. In addition, the effects of bed slope, existence of reservoir sediment and different initial reservoir depth have also been studied. Due to unsteady condition of flow, the stereoscopy method was employed to measure the hydraulic parameters such as depth. Using two digital cameras, results showed that by increasing the initial depth in dam's reservoir and channel slope, the reservoir would evacuate faster. Furthermore, sediments in which act like step in the flow direction can cause an increase in speed of the positive surge toward downstream. In addition by increasing the maximum of flow rate and base time of hydrographs, water rise in downstream was monitored as well.

Keywords: Usteady flow, Dam break, Flash flood, Experimental simulation

Archive of SID

1,2,3 – A Contribution from Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding author Email:Esmaili@Ferdowsi.um.ac.ir)

www.SID.ir