



## تحلیل تخریب حوضچه آرامش سدهای انحرافی در اثر خوردگی ناشی از عبور سیلابهای واریزه ای

محمد ابراهیم بنی حبیب

دکترای عمران - مهندسی آب، استادیار دانشگاه تهران، فاکس: ۴۰۲۵۳۶۶ ۰۲۹۲  
پست الکترونیکی: banihabib@ut.ac.ir

مهران ایران پور

کارشناسی ارشد سازه های هیدرولیکی، مربی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لنجان، گروه مهندسی عمران، اصفهان، ایران،  
پست الکترونیکی: Iranpour@iauln.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۲۶

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۷

### چکیده

عبور سیلاب های واریزه ای از روی سرریز و حوضچه آرامش سدهای انحرافی در رودخانه های پر شیب کوهستانی باعث خوردگی آنها می شود این نوع خوردگی سرریز و حوضچه آرامش در کشورهای مختلف از آنجمله در ایران گزارشی گردیده است. هدف از تحقیق حاضر، ارائه روشی برای تحلیل اثر تخریبی عبور جریان واریزه ای از روی سرریز سدهای انحرافی بتنی است. لذا در این تحقیق، رابطه تجربی ارائه شده توسط مولفین مقاله، با استفاده از داده های میدانی مورد ارزیابی قرار گرفته و به منظور محاسبه میزان خوردگی حوضچه آرامش سدهای انحرافی الگوریتمی ارائه شده است. برای ارزیابی توانایی الگوریتم پیشنهادی در برآورد خوردگی اتفاق افتاده ی حوضچه آرامش یک سد انحرافی واقعی، سد انحرافی روزبهان در استان فارس به عنوان بررسی موردی انتخاب گردیده است. سپس با استفاده از الگوریتم ارائه شده در این تحقیق، میزان خوردگی حاصل از سیلاب های سال های ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۸ در سد انحرافی روزبهان محاسبه شده و با مقدار واقعی خوردگی مقایسه گردیده است، به این منظور، سیلاب واریزه ای شبیه سازی شده و سرعت، قطر و انرژی ضربه رسوبات عبوری از روی سد انحرافی روزبهان برآورد گردیده و سپس با استفاده از روابط تجربی، درصد خوردگی حاصل از سیلاب های واریزه ای در دال بتنی حوضچه آرامش این سد بدست آمده است. این تحقیق نشان می دهد که درصد خوردگی برآورد شده توسط الگوریتم پیشنهادی، با درصد رخ داده در سد واقعی تطابق قابل قبولی دارد.

**کلیدواژه ها:** سد انحرافی، سیلاب های واریزه ای، درصد خوردگی، سد انحرافی روزبهان، ضربه رسوب

### مقدمه

حوضچه آرامش سدها بویژه در سدهای انحرافی، سدهای برقابی و تنظیمی خسارت وارد کرده است. بعنوان مثال سدهای برقابی ایچاری و مانری در کوهپایه های هیمالیا در هندوستان ساخته شده و سرریز و حوضچه آنها در اثر عبور رسوبات خورده شده است (Bhargava, et al, 1987). بارگاوا و نارایر ابعاد خوردگی در این سدها را حدود چند ده سانتی متر گزارش کرده اند. موریس و فان خوردگی حوضچه آرامش سدهای انحرافی ساخته شده در فرانسه در کوهپایه های آلپ گزارش نموده اند (Bhargava, et al, 1987, Morris and Fan 1997). حوضچه آرامش

سیلاب های واریزه ای به سیلابهایی گفته می شود که حاوی غلظت بالایی از رسوبات درشت دانه و تنه درختان بوده و غلظت بالای رسوب بر روی زبری هیدرولیکی جریان اثر بگذارد. این نوع سیلابها هنگام عبور از روی سرریز و حوضچه آرامش سدها، با ایجاد ضربه و سایش توسط رسوبات بر روی سرریز و حوضچه های آرامش سدها خوردگی ایجاد می نمایند. گزارش های موجود نشان می دهد که عبور سیلاب های واریزه ای از روی سرریز و

واریزه ای ارائه شود، بدین منظور مولفین مقاله حاضر در مقاله جداگانه‌ای، روش آزمایش برای تعیین درصد خوردگی ناشی از ضربه رسوب پیشنهاد کرده و سه رابطه تجربی بر اساس نتایج روش آزمایشگاهی جهت تخمین خوردگی پیشنهاد نموده است ( بنی حبیب وایران پور، ۱۳۸۶). در مقاله حاضر الگوریتمی با استفاده از این روابط، برای تخمین خوردگی سدهای انحرافی ارائه شده که در آن روابط تجربی با داده‌های صحرایی سد انحرافی روزبهان مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. و روشی برای تخمین عمر مفید سد انحرافی در مقابل سیلاب‌های واریزه‌ای پیشنهاد می‌شود. بنابراین هدف از تحقیق حاضر ارزیابی اثر عبور سیلاب‌های واریزه‌ای بر میزان خوردگی حوضچه‌های آرامش سدهای انحرافی می‌باشد.

### مواد و روش ها

مواد و داده های مورد استفاده در تحقیق حاضر، شامل مشخصات سد انحرافی روزبهان، داده‌های میزان خوردگی حوضچه آرامش و هیدروگراف سیلاب‌های واریزه‌ای مخرب این سد انحرافی می باشد که در ادامه مقاله حاضر به تفکیک توضیح داده می شود. بند انحرافی روزبهان بر روی رودخانه جره یکی از سرشاخه های اصلی رودخانه دالکی در مختصات جغرافیایی 16°، 29° عرض شمالی و 1°، 52° طول شرقی در استان فارس در سال ۱۳۷۴ احداث گردیده است. شکل (۱) موقعیت سد بر روی نقشه ایران را نشان میدهد.

سد کینزوا در پنسلوانیای امریکا نیز در اثر عبور سیلاب واریزه‌ای خسارت دیده است (Elkem Materials, 1995). چنگ و همکارانش گزارش نمودند که در تایوان نیز سیلاب واریزه‌ای ۲۹ جولای ۲۰۰۱ موجب خسارت به بدنه سدهای بتنی گردیده است (Cheng, 2005). در این گزارش‌ها و مقاله‌ها، نوع خسارت وارده به سازه‌های هیدرولیکی در اثر عبور سیلاب به‌مراه رسوب ارائه شده و بعضاً راهکارهایی برای مقاوم سازی آنها بررسی شده است. ولی روشی برای تخمین میزان خوردگی ارائه نگردیده است. بنی‌حبیب و همکاران علل تخریب حوضچه آرامش سد انحرافی روزبهان در استان فارس بررسی نموده و نشان دادند که سیلاب‌های واریزه‌ای عامل اصلی تخریب سد انحرافی روزبهان در استان فارس بوده ولی رابطه کمی برای تخمین درصد خوردگی حوضچه آرامش آن سد ارائه نکرده‌اند (Banihabib, et al, 2002). ارائه روشی برای تخمین خوردگی ناشی از عبور سیلاب‌های واریزه‌ای می‌تواند به تخمین عمر مفید سازه‌های هیدرولیکی در مقابل ضربات عبور رسوب سیلاب‌های واریزه‌ای بیانجامد و معیاری برای بررسی ضرورت مقاوم سازی آنها باشد. استانداردهای تدوین شده برای آزمایش ضربه رسوبات بر روی بتن، عمدتاً بر روی بخش اثر سایشی رسوبات متمرکز بوده و به اثر ضربه رسوبات بر خوردگی بتن پرداخته نشده است. در آخرین استاندارد ارائه شده بر کیفی بودن نتایج این آزمایش‌ها تاکید شده است (The American society for testing and materials, 1999a & 199b). بنابراین، ضرورت دارد که روشی برای تخمین کمی میزان خوردگی ناشی از ضربات رسوب سیلاب‌های



شکل (۱): ساختگاه سد انحرافی روزبهان بر روی نقشه ایران

شیب تندتر در جناح چپ موجب عبور واریزه‌هایی با قطر ۲۰ الی ۳۰ سانتی متر در این جناح سرریز سد گردیده است (Banihabib, et al, 2002). عبور رسوبات سیلابهای واریزه‌ای موجب خوردگی دال حوضچه آرامش شده و خوردگی حوضچه آرامش در پایان سال ۱۳۷۸ بر اساس مشاهدات میدانی برآورد شده است. بر اساس این مشاهدات میدانی ابعاد خوردگی به طول ۱۰ متر و عرض ۶۰ متر و ضخامت متوسط ۱۵ سانتی متر می‌باشد. شکل (۴) بخش خورده شده دال و آرماتورهای بدون پوشش را نشان می‌دهد.

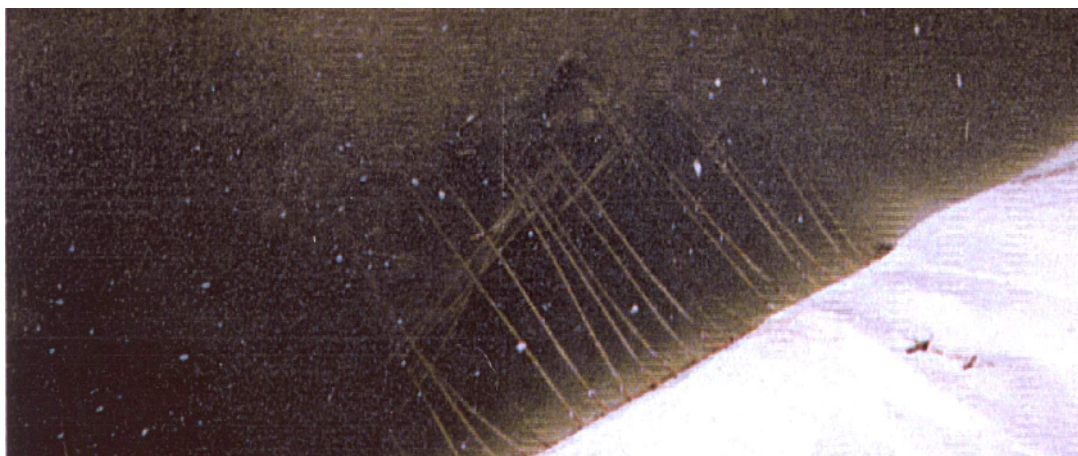
سرریز اوجی بتنی سد انحرافی روزبهان، ۲۹۰ متر طول و ۵ متر ارتفاع دارد. شکل (۲) نمایی از این سد انحرافی را نشان می‌دهد. آثار رسوباتی که از روی سرریز این سد عبور نموده در شکل دیده می‌شود. قطر رسوبات عبور کرده از روی سرریز که در تخریب سمت راست حوضچه آرامش نقش دارند بین ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر می‌باشد. رودخانه در این بازه شریانی بوده و عکس هوایی با مقیاس ۱:۶۵۰۰ که در شکل (۳) ارائه شده، مؤید این امر است. شیب رودخانه در بالادست سد انحرافی به ترتیب در جناح راست، میانه و جناح چپ رودخانه ۰/۰۰۸، ۰/۰۰۹ و ۰/۰۱۲ می‌باشد.



شکل (۲): سد انحرافی و آثار عبور سنگ‌های سیلاب واریزه‌ای



شکل (۳): عکس هوایی بازه شریانی رودخانه جره در ساختگاه سد انحرافی روزبهان



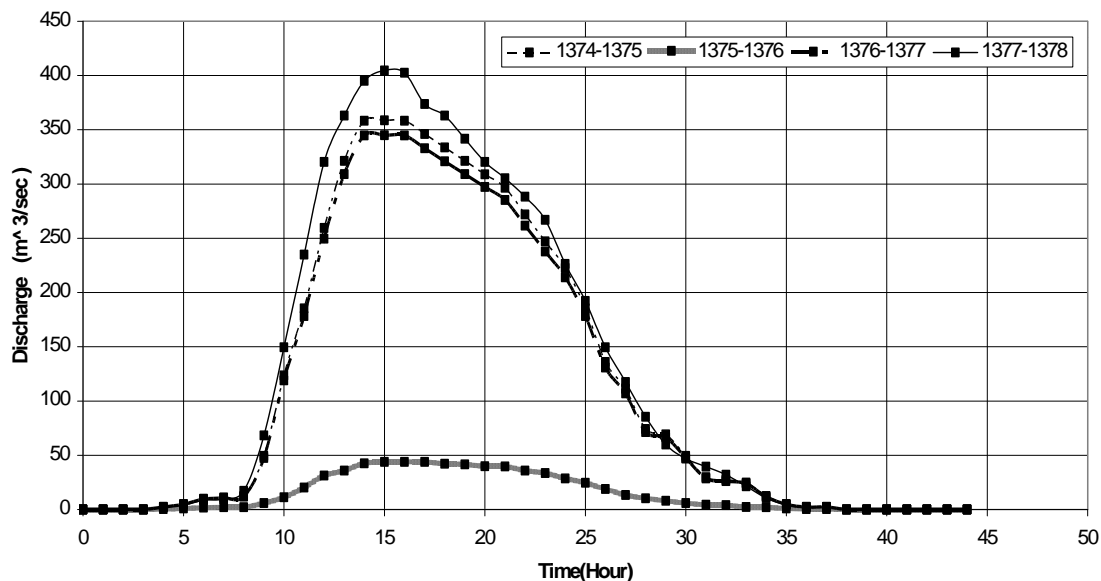
شکل(۴): بخش خورده شده دال حوضچه آرامش و آرماتورهای بدون پوشش

$W_0$  و  $W_n$  وزن دال بتنی به ترتیب قبل و بعد از خوردگی و  $A$  درصد خوردگی و  $\gamma_c$  وزن مخصوص بتن می باشد. براساس داده های موجود، سد انحرافی از سال احداث تا پایان سال ۱۳۷۸ چهار سیلاب با ویژه گی سیلاب واریزه ای را حداکثر سالانه را تجربه نموده است. در شکل (۵) هیدروگراف این سیلاب ها ارائه گردیده است.

با عنایت به اینکه ضخامت اولیه دال حوضچه آرامش ۱/۵ متر بوده است، درصد تخریب از رابطه زیر تعیین می شود:

$$A = \frac{W_0 - W_n}{W_0} = \frac{(60 \times 10 \times 1.5 - 60 \times 10 \times 1.35) \gamma_c}{60 \times 10 \times 1.5 \gamma_c} = 10\%$$

### Flood Hydrograph



شکل(۵): هیدروگراف های واریزه ای از سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۸

- برآورد میزان تخریب در مقابل سیلاب های واریزه‌ای با دوره بازگشت مختلف در طول عمر سد انحرافی

الگوریتم مورد استفاده در این تحقیق مشتمل بر دو بخش است:

- برآورد درصد خوردگی در طول یک سیلاب واریزه‌ای

$$q_s = kq^{1.43} S^{0.78} \quad ( )$$

که در این رابطه:

$$k = \frac{k_d}{\phi^{1.43} g^{0.72}} \quad ( )$$

$$k_d = \frac{0.8\sqrt{g}}{sd^{0.65}} \quad ( )$$

و  $q$  دبی در واحد عرض برحسب  $m^3/s/m$ ،  $g$  شتاب ثقل برحسب  $m/s^2$ ،  $S$  چگالی مستغرق رسوب بدون بعد،  $d$  قطر رسوبات حمل شده بر حسب  $m$  و  $\phi$  ضریب سرعت بدون بعد بوده تابعی از غلظت جریان می‌باشد (بنی حبیب، ۱۳۷۶).

۴ تعیین حجم رسوب عبوری از سرریز سد در هر یک ساعت برحسب  $m^3$  از رابطه (۱۰):

$$V_s = q_s \times 3600 \times \text{طول سد} \quad ( )$$

۵ تعیین وزن رسوب عبوری از سرریز سد انحرافی برحسب  $kg_f$ :

$$W_s = V_s \times \gamma_s \quad ( )$$

که در این رابطه  $\gamma_s$  وزن مخصوص دانه های رسوب برحسب  $kg_f/m^3$  است.

۶ تعیین وزن دانه رسوب نماینده بر حسب  $kg_f$ :

$$WSG = \frac{1}{6} \pi d_{50}^3 \times 2650 \quad ( )$$

۷ تعیین نسبت انرژی پتانسیل هر دانه رسوب در وزن واحد دال حوضچه:

$$\frac{E}{W_0} = \frac{\text{ارتفاع سد} \times WSG}{\text{وزن اولیه بتن دال حوضچه}} \quad ( )$$

A تعیین تعداد دانه‌های رسوب عبوری از سرریز در گام زمانی یک ساعت:

• روش برآورد درصد خوردگی در طول یک سیلاب واریزه‌ای

روش برآورد درصد خوردگی با استفاده از سه رابطه زیر

( ) نپذیر می‌باشد این روابط با داده های آزمایشگاهی

- مت یابی شده اند ( بنی حبیب وایران پور، ۱۳۸۶). در

( ) یق حاضر این روابط تجربی با داده‌های حاصل از

تخریب سد روزبهان ارزیابی گردیده‌اند:

$$A = 0.0234 (E/W_0) + 0.0178 \quad ( )$$

$$A = 0.0391 (E/W_0)^{0.7874} \quad ( )$$

$$A = 0.0412 e^{(E/W_0)^{0.2049}} \quad ( )$$

این روابط: A درصد خوردگی، E انرژی تجمعی ضربات

( ) بات واریزه ای و  $W_0$  وزن دال بتن حوضچه آرامش

می باشد. الگوریتم پیشنهادی شامل ۱۱ مرحله بشرح زیر

می باشد که برای دبی های هیدروگراف سیل با گام‌های

زمانی یک ساعت و در ۹ مرحله محاسبه می شود و نیز

انرژی تجمعی در مرحله ۱۰ و درصد خوردگی در مرحله

۱۱ محاسبه می گردد. مراحل این الگوریتم عبارتند از:

۱- تهیه داده های مورد نیازشامل:

- هیدروگرافهای سیلاب

- منحنی دبی - اشل در بالادست سد

۴ تعیین تنش برشی از رابطه (۵) و اندازه رسوبات

عبوری از روی سرریز با استفاده از رابطه (۶) (Julien, P.Y. 1995)

$$\tau_{cr} = \gamma RS \quad ( )$$

$$\tau_{cr} = 0.785 d_{50} \quad ( )$$

که در آن  $\tau_{cr}$  تنش برشی آستانه حرکت رسوب برحسب

$N/m^2$ ، شعاع هیدرولیکی برحسب  $m$ ،  $S$  شیب بستر

( ) نه در بالادست بدون بعد،  $\gamma$  وزن مخصوص آب

بر حسب  $N/m^3$  و  $d_{50}$  قطر متوسط رسوب برحسب  $mm$

می باشد.

۳ بدست آوردن دبی جریان غلیظ رودخانه در واحد

عرض با استفاده از فرمول زیر (بنی حبیب، ۱۳۷۶):

$$R_i = T - (1 - \frac{1}{T})^n \quad ( )$$

خوردگی حاصل از خطر رخداد سیلاب با دوره‌های بازگشت مختلف از فرمول امید ریاضی خوردگی با وزن  $R_i$  بدست می‌آید.

$$A_n = \sum_{i=1}^m (1 - (1 - \frac{1}{T_i})^n) A_i \quad ( )$$

که در این فرمول  $T_i$  دوره بازگشت،  $n$  عمر طرح،  $A_i$  خوردگی سیلاب با دوره بازگشت  $T_i$ ،  $m$  تعداد دوره بازگشت مورد محاسبه و  $A_n$  خسارت سیلاب‌های مختلف در دوره طرح مورد نظر می‌باشد.

### نتایج و بحث:

همانطور که پیشتر اشاره گردید درصد خوردگی مشاهده شده در سد انحرافی روزبهان حدود ۱۰ درصد می‌باشد. انرژی پتانسیل تجمعی در واحد وزن دال بتنی حوضچه آرامش در طول چهار سیلاب واریزه‌ای رخ داده، در فاصله زمانی ساخت سد تا برآورد خوردگی یاد شده، براساس ده مرحله الگوریتم پیشنهادی معادل  $851 \text{ kgf/m/kg}$  می‌باشد. جدول (۱) درصد خوردگی دال بتنی حوضچه آرامش را بر اساس روابط خطی، توانی و نمایی پیشنهادی، نشان می‌دهد.

$$N = \frac{W_s}{WSG} \quad ( )$$

۹ تعیین انرژی پتانسیل رسوب در هر گام زمانی یک ساعت در وزن واحد بتن دال حوضچه آرامش:

$$\frac{E}{W_i} N \times (\frac{E}{W_0})_{ii} = \quad ( )$$

۱۰ محاسبه انرژی پتانسیل تجمعی رسوب حمل شده در وزن واحد بتن دال حوضچه آرامش در طول یک سیلاب از رابطه زیر:

$$E^*_i = \sum_{i=1}^n (\frac{E}{W_0})_{ii}$$

$n$  تعداد گام‌های زمانی هیدروگراف سیل می‌باشد که معادل زمان هیدروگراف سیل بر حسب ساعت می‌باشد.  
۱۱ بدست آوردن درصد تخریب ایجاد شده در حوضچه آرامش بر اثر ضربه رسوبات عبوری توسط سیلاب واریزه‌ای توسط روابط تجربی (۲) تا (۴).

### • روش برآورد میزان تخریب در مقابل سیلاب‌های واریزه‌ای با دوره بازگشت مختلف در طول عمر سد انحرافی

در یک رخداد هر سیلاب با دوره بازگشت  $T_i$  در  $n$  سال عمر سد از رابطه ریسک بصورت زیر خواهد بود.

جدول (۱): مقایسه تخمین درصد خوردگی با روابط پیشنهادی و مشاهداتی

شماره رابطه	نوع رابطه	خوردگی (%)	RE (%)
۲	رابطه خطی	۱۹/۹۳۶	۹۹
۳	رابطه توانی	۷/۹۳	۲۰/۷
۴	رابطه نمایی	$20.3 \times 10.74$	$10.75$

$$RE(\%) = 100 \frac{|A_0 - A_c|}{A_0} \quad ( )$$

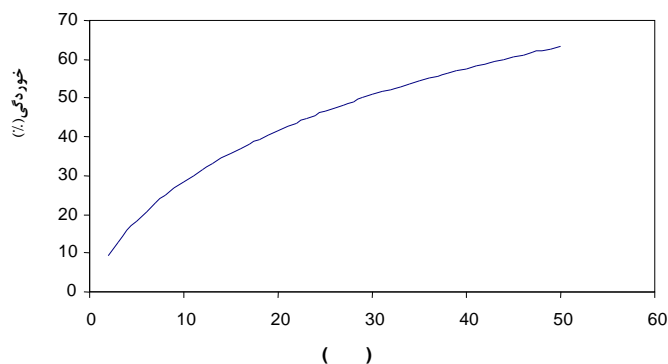
( ) ، جدول درصد خطای نسبی روابط پیشنهادی نسبت به مشاهداتی نیز از رابطه زیر محاسبه شده است:

مجموع با توجه به خطای نسبی کم رابطه توانی، می‌توان از این رابطه برای تخمین خوردگی حوضچه سد های انحرافی در اثر عبور سیلابهای واریزه‌ای استفاده نمود. جدول (۲) درصد خوردگی سیلاب های با دوره بازگشت مختلف را نشان می دهد. این جدول نشان می دهد که یک سیلاب با دوره بازگشت ۲۰ سال به تنهایی می تواند بیش از ۱۰ درصد حوضچه آرامش را تخریب نماید. درصد خوردگی حوضچه آرامش نسبت به عمر سد با استفاده از رابطه (۱۸) تعیین شده و در شکل (۶) ارائه شده است. این شکل نشان می دهد که خوردگی ۱۰ درصد در کمتر از ۴ سال رخ می دهد و در ۳۰ سال ۵۰ درصد حوضچه تخریب خواهد شد.

که در این رابطه  $RE$  خطای نسبی هر رابطه برحسب درصد،  $A_0$  درصد خوردگی مشاهداتی و  $A_c$  درصد خوردگی محاسباتی می‌باشد. نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد که رابطه توانی خطای نسبی کمتری با نسبت به دو رابطه دیگر در مقایسه با خوردگی مشاهداتی داشته و مناسبترین رابطه بین سه رابطه پیشنهادی است. رابطه نمایی خطای نسبی خیلی زیادی داشته و غیر قابل استفاده می باشد. خطای نسبی رابطه خطی حدود ۱۰۰ درصد بوده و ممکن است مقدار خوردگی با این رابطه، دو برابر مقدار واقعی تخمین زده شود. خطای نسبی رابطه توانی حدود ۲۰ درصد بوده این مقدار خطا علاوه بر خطای رابطه پیشنهادی، می‌تواند ناشی از خطای اندازه گیری دبی و سایر پارامترهای صحرائی نیز باشد. در

جدول(۲): درصد خوردگی سیلاب ها با دوره‌های بازگشت مختلف

دوره بازگشت (سال)	دبی اوج سیلاب ( $m^3/sec$ )	درصد تخریب حوضچه (%)
۲	۲۲۳	۳/۵
۵	۳۲۹	۵/۷
۱۰	۴۳۱	۷/۸
۲۰	۵۵۳	۱۰/۵
۲۵	۵۹۹	۱۱/۷
۵۰	۷۶۰	۱۵/۵
۱۰۰	۹۵۱	۲۰/۶
۲۰۰	۱۱۷۴	۲۵/۷
۱۰۰۰	۱۸۴۳	۴۵/۷
۱۰۰۰۰	۳۲۸۳	۹۶/۱



شکل (۶): درصد خوردگی در عمر طرح



## نتیجه گیری:

بر مبنای روش پیشنهادی خوردگی حوضچه آرامش در عمرهای مختلف طرح برآورد شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که

- رابطه توانی خوردگی بتن در اثر ضربه رسوبات و انرژی پتانسیل ضربه در واحد وزن دال بتنی، تطبیق بهتری با مشاهداتی میدانی نسبت به سایر روابط نشان می‌دهد.
- الگوریتم ارائه شده می‌تواند عمر سدهای انحرافی در مقابل ضربات رسوب را برآورد نماید و این الگوریتم نشان می‌دهد که ۵۰ درصد حوضچه آرامش سد روزبهان در عرض سی سال تخریب خواهد شد.

در تحقیق حاضر روشی برای محاسبه خسارت حوضچه های آرامش سدهای انحرافی در اثر عبور سیلاب واریزه ای ارائه شده است. این روش بر مبنای تحلیل نتایج آزمایشگاهی اثر ضربه بر روی دال های بتنی حوضچه آرامش بنا شده است. روش پیشنهادی برای تحلیل خسارت ایجاد شده در حوضچه آرامش سد روزبهان بکار برده شده و نتایج روش و میزان خسارت موجود مقایسه شده است.

## منابع:

۱. بنی حبیب م. ا. ۱۳۷۶. عامل طغیان رودخانه‌ای با غلظت بالای رسوب، مجموعه مقالات چهارمین سمینار مهندسی رودخانه، اهواز.
۲. بنی حبیب م. ا. و م. ایران پور. ۱۳۸۶. « بررسی آزمایشگاهی ضربه‌های دانه‌های رسوب بر حوضچه آرامش سدها»، مجموعه مقالات سومین کنگره ملی مهندسی عمران، تبریز، دانشگاه تبریز.
3. Banihabib, M. E., H. Shantia and S. Ghotbi. 2002. Measures for problems of hydraulic structures in rivers transporting debris flow. Proceeding of international conference on fluvial hydraulics. Sept. 4-6. 2002. Louvain- La-Neuve, Belgium.
4. Bhargava, D.N. L., Narair, S.S. Tiagai, and P.P. Gupta. 1987. Sedimentation problems at low dams in the Himalayas. Water power & Dam Construction.
5. Cheng, J. D., Y. C. Huang, H. L. Wa, J. L. Yehc, and H. Chang. 2005. Hyrometeorological and land use attributes of debris flows and debris floods during typhoon Toragi July 29-30, 2001 in central Taiwan. Journal of hydrology 306 (2005), ELSEVIER. 161-173.
6. Elkem Materials. 1995. Hydroelectric Dams in India , C4-34 Reference project report.
7. Julien, P.Y. 1995. Erosion and sedimentation. Cambridge university press carntoridge, U.K.
8. Morris, G. and J. Fan. 1997. Reservoir sedimentation handbook. Mc Graw –Hill.
9. The American society for testing and materials, Standard test method for abrasion resistance of concrete or mortar surface by the rotating-cutter method, ASTM Designation C944. Philadelphia. 1999.
10. The American society for testing and materials, Standard test method for abrasion resistance of concrete (under water method), ASTM Designation C1138. Philadelphia. 1999.

## **Destruction Analysis of stilling basin of the Diversion Dams due to Abrasion Caused by Passing Debris Floods**

Mohammad Ebrahim Banihabib,  
PhD of Civil Engineering, Water Engineering, Assistant professor, University of Tehran, Iran.  
Email: [banihabib@ut.ac.ir](mailto:banihabib@ut.ac.ir), Fax: 0292-3040906

Mehran Iranpoor,  
M.Sc. Hydraulic structures, Instructor of Islamic Azad University-Lenjan, Civil Engineering Dept.  
Esfahan, Iran, Email: [Iranpoor@iauln.ac.ir](mailto:Iranpoor@iauln.ac.ir)

### **Abstract:**

Passing of debris floods over spillways and stilling basins of the diversion dams in steep channel of the mountainous rivers causes abrasion of spillways and stilling basins. This type of spillways and stilling basins abrasion has been reported in different countries including Iran. The purpose of this research provides a method for analyzing the destructive effects of debris floods passing over concrete diversion dams' weirs. Thus, in this research the proposed empirical equations by the authors are evaluated using field data and an algorithm is provided for estimation of the abrasion of diversion dams' stilling basins. Roozbahan Diversion Dam in Fars Province is selected as case study to evaluate the ability of proposed algorithm for estimation of abrasion of a real case. Then, abrasion of Roozbahan Diversion Dam by floods 1995 to 1999 is calculated and compared with real abrasion percentage. For this propose, debris flood is simulated and velocity, sediment size, and impact energy of passing sediment over Roozbahan Diversion Dam are estimated. Then, the abrasion of the concrete slab of stilling basin of the dam is provided by using the empirical equations. This research shows that the estimated abrasion percentage by proposed algorithm has acceptable agreement with real case

**Keywords:** diversion dams, debris floods, abrasion percentage, Roozbahan Diversion Dam, sediment impact.