

«یادداشت تحقیقاتی»

شبیه‌سازی هیدرولیکی پدیده شکست سد دز توسط مدل کامپیوتری MIKE

مهدی کماسی^{1*}، امیر کهزادی²، امیر حسینی²

1- استادیار گروه عمران، آب و سازه‌های هیدرولیکی، دانشگاه آیت‌الله العظمی بروجردی (ره)

2- دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی عمران، آب و سازه‌های هیدرولیکی، دانشگاه آیت‌الله العظمی بروجردی (ره)

* mehdi_komasi@yahoo.com

چکیده - شبیه‌سازی هیدرولیکی پدیده شکست سد، برای برآورد خسارت، برنامه‌ریزی صحیح و تدارک فعالیت‌های امدادی در محدوده ساختگاه اهمیت زیادی دارد. از جمله این شبیه‌سازی‌ها پیش‌بینی دبی اوج سیلاب ناشی از شکست سدهای بتنی است. روابط مختلف با استفاده از مدل‌سازی عددی و مدل‌های فیزیکی در شبیه‌سازی پدیده شکست سد و رها شدن آب موجود در مخازن آن‌ها ارائه گردیده است. در این مقاله به مدل‌سازی پدیده شکست سد پرداخته شده است. در این راستا هیدروگراف خروجی ناشی از شکست سد محاسبه و سپس با توجه به مورفولوژی پایین‌دست روند یابی و پهنه‌بندی سیلاب انجام گردید. این مطالعه به ارزیابی مقایسه نتایج نرم‌افزار Mike11 با نتایج حاصل از حل تحلیلی در خصوص هیدروگراف سیلاب ناشی از شکست سد دز و نتایج حاصل از معادلات تجربی پرداخته است. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که تأثیر اوج سیلاب ناشی از شکست سد دز تنها در 30 کیلومتر پایین‌دست آن و در محدوده سد دز علیا شهر دزفول اهمیت داشته و برای سایر نواحی رودخانه اهمیت چندانی ندارد. همچنین نتایج نشان داد که سد دز به هر صورتی که شکسته شود، سیلابی در حدود 60000 مترمکعب بر ثانیه به شهر دزفول و 11000 مترمکعب به شهر اهواز می‌رسد.

کلیدواژگان: شبیه‌سازی هیدرولیکی، شکست سد دز، Mike11، هیدروگراف سیل.

1- مقدمه

زلزله، ایجاد موج ضربه‌ای در اثر ورود توده لغزشی به داخل مخزن و یا در اثر خراب‌کاری صورت گیرد. در سدهای بتنی شکست معمولاً به صورت ناگهانی اتفاق می‌افتد. شکست سد بالدوین هیلز در سال 1964 نزدیک لوس‌آنجلس کالیفرنیا و شکست سد سن فرناندو در 1971، ایالت کالیفرنیا را وادار به وضع قانون لزوم تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیل در اثر شکست سد توسط متولیان امر کرد. از این‌رو نیاز به توسعه روش‌های تخمین هیدروگراف شکست سد به وجود آمد. پیش از تصویب

شبیه‌سازی هیدرولیکی پدیده شکست سد، برای برآورد خسارت، برنامه‌ریزی صحیح و تدارک فعالیت‌های امدادی در محدوده اثر این واقعه از اهمیت خاصی برخوردار است. احتمال خسارات بسیار زیاد ناشی از شکست سد، به‌ویژه در رابطه با سدهایی که در نزدیکی شهرهای بزرگ احداث می‌شوند، وجود دارد (زرگر و همکاران، 1387). شکست سدهای بتنی می‌تواند به علت پدیده‌های سرریز شدن از روی سد به دلیل ناتوانی ظرفیت تخلیه سرریز، تراوش، اثر

$$\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{V}{g} \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} = S_0 - S_f \quad (2)$$

که در آن S_0 شیب بستر و S_f شیب خط انرژی را نشان می‌دهند. با بیان معادله (2) به صورت (3) مفاهیم هر کدام از عبارات را می‌توان توصیف نمود.

$$S_f = S_0 - \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{V}{g} \frac{\partial V}{\partial x} - \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} = \frac{V^2}{C^2 R_H} \quad (3)$$

C ضریب شزی را نشان می‌دهد که می‌توان مقدار آن را به کمک یکی از فرمول‌های مانینگ یا استریکلر محاسبه نمود (حسینی، 1392):

$$\frac{\partial h}{\partial x} \text{ شیب سطح آزاد جریان آب، } \frac{V}{g} \frac{\partial V}{\partial x} \text{ شیب سرعت ناشی از تغییرات سرعت نسبت به مسیر جریان } x, \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} \text{ شیب سرعت ناشی از تغییر سرعت نسبت به زمان } t, S_0 = -\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right), \text{ شیب خط انرژی است}$$

که با استفاده از یکی از فرمول‌های متداول در جریان‌های

$$S_f = f \cdot \frac{1}{4R_H} \frac{V^2}{2g} \text{ یکنواخت نظیر فرمول دارسی - وایسباخ}$$

$$\text{و یا فرمول شزی } S_f = \frac{8g}{C^2} \frac{1}{4R_H} \frac{V^2}{2g} \text{ قابل محاسبه است،}$$

که در آن f ضریب اصطکاک و C ضریب شزی است. با توجه به معادله اندازه حرکت می‌توان نوشت:

$$S_f = S_0 - \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{V}{g} \frac{\partial V}{\partial x} - \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} \quad (4)$$

با استفاده از فرمول شزی، سرعت V و دبی Q در یک جریان غیردائمی به ترتیب به صورت (5) قابل تعریف است (مک کوئن، 2011):

$$V = C \sqrt{R_H S_f} = C \sqrt{R_H \left(S_0 - \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{V}{g} \frac{\partial V}{\partial x} - \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} \right)}$$

$$Q = AC \sqrt{R_H S_f} = AC \sqrt{R_H \left(S_0 - \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{V}{g} \frac{\partial V}{\partial x} - \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} \right)} \quad (5)$$

در حالی که در یک جریان دائمی و یکنواخت سرعت V_n و دبی Q_n به صورت رابطه (6) بیان می‌شوند (حسینی، 1392).

$$V_n = C_n \sqrt{R_{Hn} S_0} \quad (6)$$

$$Q_n = A_n C_n \sqrt{R_{Hn} S_0}$$

قانون کالیفرنیا، روش‌های بسیار کمی درباره تخمین هیدرو گراف خروجی شکست سد منتشر شده بود (تونی و همکاران، 1998). شکست بی‌شمار سدها در میانه دهه 70 میلادی شامل سد بوفالو (1972)، سد تیتون (1976)، سد لورل ران و سد سندی ران (1977) و سد کلی بارنس (1977) منجر به بازبینی گسترده برنامه اصلاح ایمنی سدها شد (تونی و همکاران، 1998). فارغ از بررسی‌ها و مطالعات میدانی گذشته بررسی پدیده هیدرولیکی شکست سدها، نیاز به بررسی دقیق روش‌های توسعه یافته در تخمین هیدرو گراف خروجی ناشی از شکست این سازه‌های آبی را روشن می‌سازد. بنابراین مطالعات جامع و بررسی احتمال شکست سدها می‌تواند موجب کاهش احتمال خطر و نهایتاً کاهش هزینه‌ها شود. با شناخت علل شکست سدها می‌توان به چاره‌جویی مناسب برای اصلاح آن‌ها پرداخت و اقدام به طراحی صحیح کرد.

2- مواد و روش‌ها

1-2- مبانی هیدرولیکی جریان‌های غیردائمی

معادلات حاکم بر مسأله شکست سد را معادلات پیوستگی جریان و دینامیکی در جریان‌های متغیر غیردائمی تشکیل می‌دهند که تحت عنوان معادلات سن و نانت مشهور هستند (صفوی، 1390). این معادلات در غیاب دبی جانبی به شرح زیر بیان می‌شوند.

الف - معادله پیوستگی جریان

با در نظر گرفتن $Q = AV$ که در آن Q دبی جریان، V سرعت متوسط جریان و A مساحت تر شده به‌عنوان متغیرهای وابسته و x و t فاصله و زمان به‌عنوان متغیرهای مستقل می‌باشند، می‌توان رابطه (1) را نوشت (حسینی، 1392):

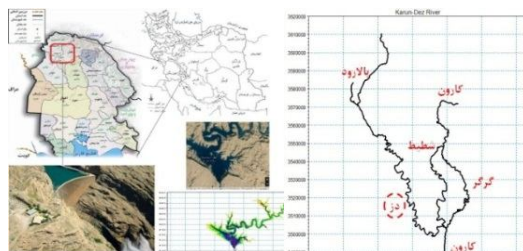
$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \quad (1)$$

ب - معادله اندازه حرکت

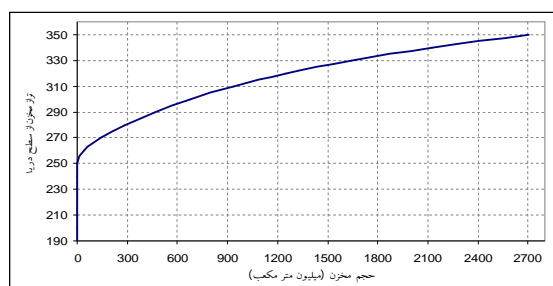
با مفروض داشتن توزیع فشار هیدرو استاتیکی، توزیع یکنواخت سرعت در مقطع و با صرف نظر کردن از مؤلفه قائم شتاب ذرات سیال، معادله اندازه حرکت به شرح رابطه (2) بیان می‌شود (حسینی، 1392):

همچنین بیشترین ارتفاع سطح دریاچه 352 متر از سطح دریا و طول دریاچه مخزن سد در حدود 65 کیلومتر است. سرریزهای سد دز دارای قدرت تخلیه 6000 مترمکعب در ثانیه و طول تونل‌های آن 400 متر است (مؤسسه تحقیقات آب وزارت نیرو، 1387). مشخصات جغرافیایی و محل قرارگیری سد دز در شکل 1 نشان داده شده است. شایان ذکر است که در این پژوهش از مقاطع برداشت شده حد فاصل سد دز تا شهر اهواز استفاده گردید. متأسفانه بازه بین سد مخزنی تا سد تنظیمی دز به طول تقریبی 28 کیلومتر فاقد مقاطع عرضی است؛ بنابراین برای تهیه مقاطع عرضی این بازه از نقشه‌های توپوگرافی 1:25000 و DEM¹ منطقه استفاده گردید. همچنین برای معرفی هندسه مخزن سد دز به مدل نیز از نقشه‌های توپوگرافی 1:5000 مخزن سد استفاده شد.

همچنین نمودارهای حجم - ارتفاع سد دز و دبی - اشل مجموع سرریزهای سد که در این پژوهش برای معرفی به مدل استفاده شده است، در شکل‌های 2 و 3 قابل مشاهده است.



شکل 1 محل قرارگیری، شمای کلی سد، تصویر ماهواره‌ای و مختصات جغرافیایی سرشاخه‌های مرتبط رودخانه و سد دز



شکل 2 منحنی حجم - ارتفاع مخزن سد دز

بنابراین نسبت دبی‌ها به صورت رابطه (7) ارائه می‌شود (حسینی، 1392):

$$Q = Q_n \sqrt{\frac{S_f}{S_0}} \quad (7)$$

2-2- روش تحقیق

با توجه به ویژگی‌های موجود در شبیه‌سازی شکست سد، اعمال اثرات هم‌زمان یک‌بعدی و دوبعدی در این پدیده ضروری است. استفاده از مدل‌های یک‌بعدی به‌تنهایی و عدم اصلاح اطلاعات هندسی آن منجر به خطاهای بسیار زیاد در نتایج خواهد شد، چراکه پدیده انتشار سیل ناشی از شکست سد در مناطقی شبیه دشت خوزستان، رفتار یک‌بعدی ندارد. استفاده از مدل‌های دوبعدی به‌تنهایی نیز با توجه به اهمیت اثرات مقطع رودخانه در سرعت پیشروی، باعث اجباری شدن اعمال مقطع عرضی رودخانه و بالا رفتن زمان محاسبات در مدل دوبعدی خواهد شد. بدین ترتیب استفاده از مدل‌های ترکیبی یک‌بعدی - دوبعدی امروز به‌عنوان یک راهکار قابل قبول مورد توجه قرار گرفته است. البته ذکر این نکته ضروری است که با توجه به وسعت دشت خوزستان استفاده از مدل یک‌بعدی - دوبعدی برای کل دشت نیز میسر نخواهد بود؛ بنابراین در تحقیق حاضر سیلاب ناشی از شکست سد با استفاده از مدل ریاضی یک‌بعدی و مقاطع عرضی گسترش‌یافته در بخش سیلاب شبیه‌سازی و با استفاده از تکنیک‌های خاصی تلاش شده است تا اثر پخش سیلاب در این بازه با مدل یک‌بعدی (MIKE11) شبیه‌سازی شود.

3- مطالعه موردی مدل

3-1- معرفی مطالعه موردی

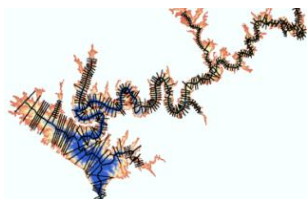
رودخانه دز که سد دز بر روی آن احداث شده است، یکی از بزرگ‌ترین و پرآب‌ترین رودخانه‌های ایران است که در حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان جاری است. سد دز از نوع سد بتنی دو قوسی بوده که در 23 کیلومتری شرقی اندیمشک احداث شده است. این سد دارای 212 متر طول تاج، 203/5 متر ارتفاع از پی، 190 متر ارتفاع از بستر است. حجم مخزن سد در تراز نرمال سد 3465 میلیون مترمکعب و حجم مفید آن 2050 میلیون مترمکعب است.

1. Digital Elevation Map

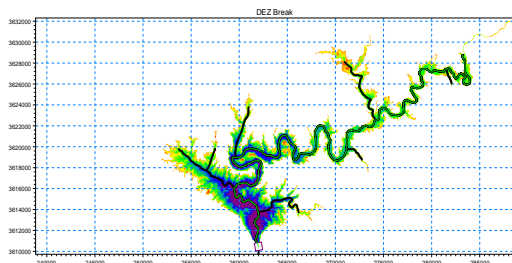
استفاده گردید. برای شرایط اولیه مدل ریاضی از نتایج تحلیل‌های مدل ریاضی (Hot Start) استفاده گردید.

3-5- نتایج و خروجی‌ها

نتایج محاسبات با توجه به مشخصات سد دز در جدول 1 ارائه شده است.



شکل 4 مسیر کل رودخانه‌های کارون و دز به همراه سدهای مخزنی

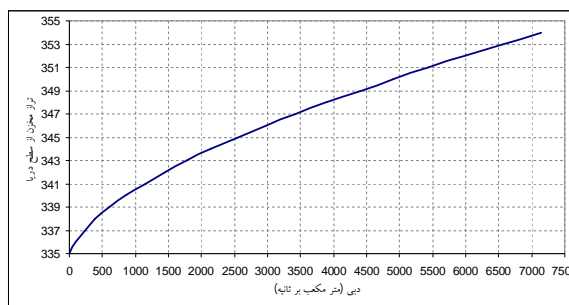


شکل 5 موقعیت شماتیک مقاطع عرضی زده‌شده در مخزن سد

3-6- دبی اوج حاصل از شکست سد

مقادیر دبی اوج ناشی از شکست سد دز در محل سد با استفاده از مدل ریاضی معادل 103722 مترمکعب برآورد گردید. همچنین در جدول 2 نیز مقادیر اوج سیلاب ناشی از شکست سد دز بر اساس روابط تجربی موجود ارائه شده است.

همان‌طور که در جدول‌های 2 و 3 ملاحظه می‌گردد، مقادیر اوج سیلاب ناشی از شکست سد دز بین 103000 تا 130000 در مدل ریاضی بوده و در روابط تجربی نیز بین 50000 تا 600000 مترمکعب بر ثانیه متغیر است. بعلاوه، بر اساس شبیه‌سازی یک بعدی-دوبعدی انجام شده اوج سیلاب ناشی از شکست سد دز در محل سد در حدود 80000 مترمکعب بر ثانیه است. برای بررسی بیشتر هیدرو گراف ناشی از مدل در رودخانه روند یابی گردید تا تأثیر این عدم قطعیت بر روی روندیابی و پهنه سیلاب پایین‌دست سد بررسی شود. در شکل 6 هیدرو گراف سیلاب ناشی از شکست سد دز مشهود است.



شکل 3 منحنی دبی-ارتفاع (دبی-اشل) مجموع سرریزهای سد دز

3-2- نرم‌افزار Mike11

این نرم‌افزار توسط مؤسسه هیدرولیک دانمارک (DHI)¹ تهیه شده و قادر به شبیه‌سازی یک‌بعدی جریان، انتقال رسوب و کیفیت آب به‌صورت ناپایدار در رودخانه‌ها، مصب‌ها و شبکه‌های آبیاری است. این برنامه از روش اختلاف محدود² برای حل یک‌بعدی معادلات حاکم جریان، انتقال رسوب و کیفیت آب استفاده می‌کند. مدل هیدرودینامیکی در واقع عنصر زیربنایی تمام سیستم‌های مذکور می‌باشد.

3-3- فرایند مدل‌سازی

برای معرفی سیستم رودخانه کارون و دز در بازه مدل‌سازی به مدل از نقشه‌های توپوگرافی 1:25000 و موقعیت خط القعر مقاطع برداشت‌شده استفاده گردید؛ در شکل 4 نیز مسیر رودخانه دز و کارون پس از اضافه کردن هندسه مخزن سد دز نشان داده شده است. همان‌طور که در این شکل‌ها ملاحظه می‌شود، برای مدل‌سازی بهتر و کامل هندسه سد، علاوه بر تعریف یک شاخه اصلی برای مسیر رودخانه در مخازن سدها، شاخه‌های فرعی دیگری که نشان‌دهنده هندسه نامنظم سد می‌باشند به مسیر رودخانه مدل اضافه شده است.

3-4- شرایط مرزی و اولیه

در مدل‌سازی دبی متوسط خروجی از سد دز معادل 300 مترمکعب بر ثانیه منظور گردید. از آمار حداکثر جزر و مد اتفاقی افتاده در ایستگاه‌های آبفای خرمشهر و ایستگاه 11 آبادان به ترتیب برای شرط مرزی پایین‌دست مدل

1. Danish Hydraulic Institute
2. Finite Difference

جدول 1 ابعاد شکاف و زمان شکست سد دز بر اساس روابط مختلف

ردیف	مرجع	عرض متوسط شکاف (متر)	
		مقدار (متر)	عرض کف (متر)
1	Bureau of Reclamation (1988)	540	$B = Bave - hw$
2	Von Thun and Gillette (1990)	505	$Bavg = 2.5 \cdot hw + Cb$
3	Froehlich (1995a)	557	$Bavg = 0.1803 \cdot Ko \cdot Vw^{0.323} \cdot hb^{0.19}$
4	USBR (1982)	540	3 hw
5	NWS (1988)	540	1 to 5 hw
6	COE (1980)	405	0.5 to 4 hw
متوسط	-	506	326

جدول 2 مقادیر اوج سیلاب ناشی از شکست سد دز بر اساس روابط تجربی موجود

ردیف	مرجع	رابطه	دبی اوج شکست سد (مترمکعب بر ثانیه)
1	Kirkpatrick (1977)	$Qp = 1.268(hw10.3)^{2.5}$	553488
2	SCS (1981)	$Qp = 16.6(hw)^{1.85}$	246810
3	Hagen (1982)	$Qp = 0.54(s \cdot hw)^{0.5}$	396817
4	Bureau of Reclamation (1982)	$Qp = 19.1(hw)^{1.85}$	283980
5	Singh and Snorrason (1982)	$Qp = 13.4(hw)^{1.89}$	245228
6	Singh and Snorrason (1982)	$Qp = 1.776(s)^{0.47}$	50546
7	MacDonald and Langridge-Monopolis (1984)	$Qp = 1.154(Vw \cdot hw)^{0.412}$	78696
8	MacDonald and Langridge-Monopolis (1984)	$Qp = 3.85(Vw \cdot hw)^{0.411}$	255549
9	Costa (1985)	$Qp = 1.122(s)^{0.57}$	283108
10	Costa (1985)	$Qp = 0.981(s \cdot hw)^{0.42}$	83038
11	Costa (1985)	$Qp = 2.634(s \cdot hw)^{0.44}$	382709
12	Evans (1986)	$Qp = 0.72(Vw)^{0.53}$	75894
13	Froehlich (1995 b)	$Qp = 0.607(Vw)^{0.295} (hw)^{1.24}$	237398
14	Webby (1996)	$Qp = 0.0443(g)^{0.5} (Vw)^{0.367} (hw)^{1.4}$	599409
		320565	Qave

جدول 3 مقادیر اوج سیلاب ناشی از شکست سد دز در نواحی مختلف رودخانه دز

حد اکثر سیل (مترمکعب بر ثانیه)	محل	رودخانه
103722	سد دز	دز
59831	شهر دزفول	دز
30741	بند قیر	دز

3-7- روند یابی سیلاب ناشی از شکست سد دز

در جدول 3 مقادیر اوج سیلاب ناشی از شکست سد دز در نواحی مختلف رودخانه دز ارائه و در شکل‌های 7 تا 9 پروفیل سطح آب و هیدرو گراف سیلاب ناشی از شکست

سد دز در این رودخانه نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول 3 ملاحظه می‌گردد، دبی حاصل از شکست سد دز در نقاط دوردست پایین دست حساسیت چندانی نسبت به دبی اوج شکست سد ندارد.

مستهلك شده و مقداری از انرژی خود را از دست می‌دهد. در نتیجه دبی حداکثر سیلاب در پایین‌دست کمتر از بالادست است.

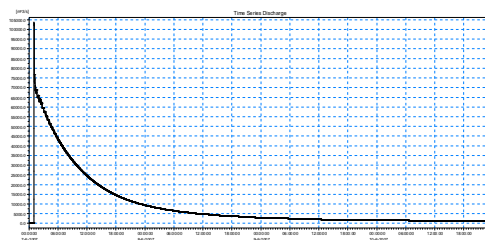
سد دز به هر صورتی که شکسته شود، سیلابی در حدود 60000 مترمکعب بر ثانیه به شهر دزفول و 18000 مترمکعب بر ثانیه به شهر اهواز می‌رسد.

4- نتیجه‌گیری

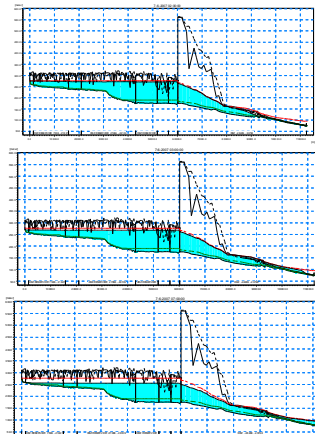
با مقایسه نتایج حاصل از مدل ریاضی با روابط تجربی و تحقیقات سایر محققان می‌توان نتیجه گرفت که دبی اوج ناشی از شکست سد دز در حدود 100000 مترمکعب بر ثانیه بوده و این عدد تطابق خوبی با مدل یک بعدی-دو بعدی و مقادیر اوج سیلاب حاصل از روابط تجربی دارد. همچنین تقاطع عرضی استفاده و اختلاف دبی پیک سیلاب در محل سد دز، پس از شهر دزفول تفاوت چندانی باهم ندارد. لذا در شرایط واقعی شکست سد دبی اوج سیلاب رسیده به شهر اهواز تابع دبی اوج شکست سد دز نبوده و فقط به حجم مخزن و سیلاب خروجی از آن بستگی دارد. نهایتاً آنکه تأثیر اوج سیلاب ناشی از شکست سد دز تنها در 30 کیلومتر پایین‌دست آن (حدفاصل سد دز تا شهر دزفول) اهمیت داشته و برای سایر نواحی رودخانه اهمیت چندانی نخواهد داشت.

5- فهرست علائم

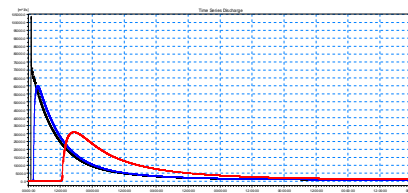
A	مساحت تر شده به‌عنوان متغیر وابسته
B	عرض کف
B_{ave}	عرض متوسط شکاف
C	ضریب شزی
hw	ارتفاع سطح آب
Q	دبی جریان
Q_p	دبی اوج
R_h	شعاع هیدرولیکی
S_0	شیب بستر
S_f	شیب خط انرژی
t	زمان



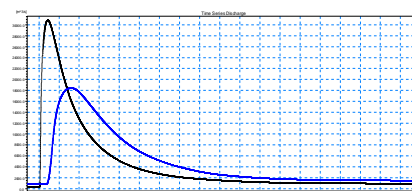
شکل 6 هیدروگراف ناشی از شکست سد دز



شکل 7 پروفیل سطح آب سد دز و پایین‌دست آن 2.1 و 6 و 10 ساعت بعد از شکست



شکل 8 هیدروگراف سیلاب ناشی از شکست سد دز در محدوده رودخانه دز



شکل 9 هیدروگراف سیلاب ناشی از شکست سد دز در محدوده رودخانه کارون
(خط مشکی سد دز - خط آبی شهر دزفول - خط قرمز بند قیر) (خط مشکی ملاتانی - خط آبی شهر اهواز)

با توجه به شکل‌های 8 و 9 ملاحظه می‌گردد، که موج سیل به‌مرورزمان و در اثر حرکت خود در مسیر رودخانه

کنگره بین‌المللی مهندسی عمران. "ARC VIEW, BREACH, HEC RAS, MIKE11", هفتمین

مؤسسه تحقیقات آب وزارت نیرو (1387). "مطالعات شکست سد در حوضه‌های کارون، کرخه و دز"، شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران.

Costa, John E., (1985). "Floods from dam failures", U.S. Geological Survey Open-File Report 85-560, Denver, Colorado, 54, p. 45.

Evans, Steven G., (1986). "The maximum discharge of outburst floods caused by the breaching of man-made and natural dams", Canadian Geotechnical Journal, Vol. 23.

MacDonald, Thomas C., and Jennifer Langridge-Monopolis, (1984). "Breaching characteristics of dam failures", Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 110, No. 5, pp. 567-586.

McCuen, R.H., (2011). "Hydrologic analysis and design", Prentic-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, p. 814.

MIKE 11, (2004). *A modeling system for rivers and channels*, User's Manual, 11 4.10.

Tony L. Wahl, (1998). "Prediction of embankment dam breach parameters", U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation Dam Safety Office.

سرعت متوسط جریان
فاصله
 V
 x

6- مراجع

حسن‌زاده، ی. (1383) هیدرولیک شکست سد، انتشارات کمیته ملی سدهای بزرگ ایران، وزارت نیرو.

حسینی، سید محمود (1392). هیدرولیک کانالهای باز، دانشگاه امام رضا.

زرگر م، نکوئیان فر م. و محمودی کردستانی، س. (1387). "مدل‌سازی هیدرولیکی شکست سد مارون با استفاده از نرم‌افزار MIKE11"، دومین کنفرانس ملی سد و نیروگاه برقایی، شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران.

شرکت مهندسی مشاور دز آب اهواز (1385). "مطالعات تعیین حد و حریم بستر رودخانه کارون"، شرکت سهامی سازمان آب و برق خوزستان، 1385.

صفوی ح. (1390). هیدرولوژی مهندسی، چاپ سوم، دانشگاه اصفهان، ایران، ص. 724.

طالب بیدختی ن، قدم‌پور ز. و میرباقری ا. (1385). "شکست سد و پهنه‌بندی سیلاب ناشی از آن با استفاده از نرم‌افزارهای