توسعه مدل ریاضی روندیابی موج سیل ناشی از شکست سد

برای کانال های با مقطع ذوزنقه ای

احمد طاهر شمسی ⁱ; ندا یعقوبیان ⁱⁱ; اتابک فیضی خانکندیⁱⁱⁱ

چکیدہ

سدهای بزرگ معمولا برای اهداف متعددی طراحی وساخته می شوند. از طرفی این سد ها می توانند به دلایل مختلفی شکسته شوند لذا بررسی هیدروگراف سیل حاصله و تخمین دقیق پارامترهای موثر بر استهلاک موج سیل ناشی از فروپاشی سد در طول رودخانه در پائین دست رودخانه ضروری است. در این تحقیق یک مدل تحلیلی جامع برای مقاطع ذوذنقه توسعه یافته است که مقاطع مستطیلی ومثلثی را نیز در بر میگیرد .برای تحقیق یک مدل توسعه مدل پارامتر های هندسی مقطع ذوذنقه در معادلات حاکم(سنت و دنان)منظور شده و نهایتا معادلات حاکم تحلیلی جامع برای مقاطع ذوذنقه توسعه یافته است که مقاطع مستطیلی ومثلثی را نیز در بر میگیرد .برای نوسعه مدل پارامتر های هندسی مقطع ذوذنقه در معادلات حاکم(سنت و نان)منظور شده و نهایتا معادلات حاکم خطی گردیده و حل خطی آن ها بدست آمده است. نتیجتا " ضریب استهلاک موج حاصله برای موج سیل تابعی از شیب کناره نیز می باشد درحالی که در مقاطع مستطیلی این ضریب تنها تابعی از عدد فرود، تناوب موج بدون را غیز می باشد درحالی که در مقاطع مستطیلی این ضریب تنها تابعی از عدد فرود، تناوب موج بدون طعی و عدد موج بدون بود. در این مدل اگر 0=2 شود (شیب کناره قایم) ، برای مقطع مستطیلی صادق است و اگر شیب کناره نیز می باشد درحالی که در مقاطع مستطیلی این ضریب تنها تابعی از عدد فرود، تناوب موج بدون طعن و عدد موج بدون بود. در این مدل اگر 0=2 شود (شیب کناره قایم) ، برای مقطع مستطیلی صادق است و اگر طعرض کف کانال مساوی صفر باشد ضریب مربوط به مقطع مثلثی خواهد بود. برای تایید صحت عملکرد مدل، دنتایج حاصل از مدل با نتایج حاصل از یک مدل عددی مورد مقایسه قرار گرفت . همچنین مشاهدات و اقعی سیل ناشی از شکست سد لورلران و همچنین با نتایج حاصل از مدل عددی مورد مقایسه قرار گرفت . همچنین مشهدان و اقعی سیل مورد مقایسه قرار روندیابی موج سیل می مین سی مقطی می برای روندیابی موج سیل ناشی از شکست می مورد مقایسه قرار گرفت .همچنین مشاهدات و اقعی سیل ناشی از شکست سد لورلران و همچنین با نتایج حاصل از مدل عددی مورد برای روندیابی موج سیل ناشی از شکست مد دورل گرفت. این مقایسه ها نشان می دهد که مدل حاضر برای روندیابی موج سیل ناشی از شکست

كلمات كليدى: شكست سد، مقطع ذوزنقهاى، شيب كناره مقطع، ضريب استهلاك موج

تاریخ دریافت مقاله: ۸۸/۱۲/۱۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۲/۱۵

ⁱ دانشیار دانشکده مهندسی عمران ، دانشگاه صنعتی امیر کبیر ، تهران: tshamsi@aut.ac.ir. ⁱⁱ دانش آموخته دوره کارشناسی ارشد مهندسی عمران– آب ، دانشگاه صنعتی امیر کبیر ، تهران. ⁱⁱⁱ دانشجوی دکتری مهندسی عمران– آب ، دانشگاه صنعتی امیر کبیر ، تهران

۱– مقدمه

احداث سد فوائد زیادی برای جامعه بشری دارد، اما سیلاب ناشی از شکست سدهای بزرگ همراه باخرابی و مصیبتبار همراست. مطالعات شکست سد و روندیابی سیلاب ناشی از آن برای تعیین مناطق بحرانی در پاییندست سد در تحقیقات دانشگاهی، برنامهریزی های دولتی و سرمایهگذاری در پایاب سدها از اهمیت زیادی

برخوردار است. برای مدیریت ایمنی مسایل مربوط به شکست سدها، تخمین دقیق پارامترهای موثر بر استهلاک امواج ناشی از فروپاشی سدها و روندیابی سیلاب آنها ضروری میباشد. اطلاع قبلی از چگونگی سیلاب حاصل از شکست سد میتواند نواحی دره پاییندست را که در معرض خطر سیلاب قرار دارند مشخص کند و به آمادهسازی موسسات مسئول قبل از وقوع این فاجعه کمک نماید.

برای جابجایی و انتشار موج سیل (روندیابی) معمولا از محاسبات یک بعدی به صورت مدل تحلیلی واغلب به صورت مدل های عددی یک بعدی وشبه دو بعدی استفاده مى شود [1]. محاسبات تحليلى و كامل و دقيق مربوط به چگونگی و نحوه انتشار امواج سیل از طریق حل معادلات سنت ونان بدست میآید [۲]، اما در بعضی موارد ازمعادلات ساده شده ای نظیر موج سینماتیک استفاده میشود وگاهی این تحلیل ها به صورت نمودارهای بی بعد ارائه شده وبرای حل مسائل پیشنهاد شده اند [۲،۳]. در موارد ساده، مثلا" روندیابی هیدروگراف سیل از یک سد کوچک در یک دره مشخص بدون وجود منطقه مسکونی در پاییندست، توصیه میشود که از روشهای با فرضیات ساده کننده و کمهزینه استفاده شود. گزارشات نشان میدهند که روشهای ساده در این موارد تاکنون نتایج معتبری داشتهاند. و این در حالی است که استفاده از روشهای ساده شده در موارد پیچیده و برای اهداف مهندسی به اندازه کافی مناسب نیستند و استفاده از مدلهایی که به حل نسبتا"کامل معادلات سنت ونان می انجامد بايد استفاده كرد [1].

۱–۱– پیشزمینههای تئوری

Simons و Ponce و ۱۹۷۷) یک مدل ریاضی برای انتشار موج در مجاری باز بر اساس فرم خطی شده معادلات سنت ونان ارائه دادند که منجر به یک سیستم از معادلات خطی همگن می شود. این حل خطی مبنا و شروع این تحقیق بوده است .

Ponce و همکاران در سال (۲۰۰۳) مدل ریاضی استهلاک موج سیل در رودخانه های مستطیلی و عریض را بر اساس تحلیل ارائه شده توسط Ponce و Simons (۱۹۷۷) توسعه دادند. برای مطالعه حساسیت موجهای سیل ناشی از شکست سد به محدوده مشخصی از هیدروگرافهای جریان خروجی از شکستگی در مجاری با مقطع مستطیل به کار بردند. تحقیق حاضر با استفاده از قانون نمایی استهلاک موج سیل و منظور کردن مشخصات مقطع نوننقه از جمله ^۲ شیب کناره مقطع ،فرم کلی معادله استهلاک موج دراین مجاری توسعه یافت.

۲– بسط مدل

معادلات حاکم بر جریان غیر دائم یک بعدی در مجاری منشوری باز عبارتند از[۵،۶]: معادله پیوستگی

$$A\frac{\partial u}{\partial x} + u\frac{\partial A}{\partial x} + T\frac{\partial d}{\partial t} = 0 \qquad (1)$$

و معادله مومنتوم

$$\frac{1}{g}\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{u}{g}\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial d}{\partial x} + S_{f} - S_{0} = 0$$
 (7)

که در آنها u سرعت متوسط ، A سطح مقطع جریان ، T عرض سطح جریان ، b عمق جریان ، g شتاب ثقل ، S_1 شیب اصطکاکی ، S_0 شیب بستر ، X مکان و t زمان می باشد. در روش معمول محاسبات پایداری ، معاد لات (۱) و (۲) باید جریان دارای اختلال (perturbation) را که در آن 'u + $u_0 = u = u_0$ ، $(r_0 + u' = u_0 + u')$ دارای اختلال (perturbation) را که در آن 'u + $u_0 = u = u_0$, h' + h = b و $r + \tau_0 = r_0$ می باشد ، همانند جریان بدون اختلال $u = u_0$ و $(r + u - \tau_0 + \tau_0)$ ارضا کنند. جریان یکنواخت دائم است. بنابراین به منظور پایداری عبارات 'u ، 'b و 'r بیان کننده یک اختلال کوچک در جریان یکنواخت دائم است. بنابراین به منظور پایداری مقایسه با یک اندازه قابل استد لال ،قابل حذف می باشند [7] مقایسه با یک اندازه قابل استد (۱) ، (۲) بعد از خطی کردن (یعنی حذف عبارات مرتبه دوم و بالاتر) و با توجه به نوزنقه ای شکل بودن سطح مقطع جریان و فرموله ای (۳) و (۲) را می دهد.

$$A = (B_w + zd)d \tag{(7)}$$

$$T = (B_w + 2zd)$$
 (٤)

$$A_0 \frac{\partial u'}{\partial x} + u_0 T_0 \frac{\partial d'}{\partial x} + T_0 \frac{\partial d'}{\partial t} = 0 \qquad (\circ)$$

$$\frac{1}{g}\frac{\partial u'}{\partial t} + \frac{u_0}{g}\frac{\partial u'}{\partial x} + \frac{\partial d'}{\partial x} + S_0\left(\frac{\tau'}{\tau_0} - \frac{d'}{d_0}\right) = 0$$
(7)

که در آن $S_0 = \tau_0/\gamma d_0$ است. به منظور ساده سازی با استفاده از رابطه $r = \frac{1}{8} \, f \rho \, u^2$ که در آن f ضریب دارسی-وایسباخ و ρ جرم مخصوص آب است ، معادله

(۲) را میتوان چنین نوشت [۷،٦] :

$$\frac{1}{g} \frac{\partial u'}{\partial t} + \frac{u_0}{g} \frac{\partial u'}{\partial x} + \frac{\partial d'}{\partial x} + S_0 \left(2 \frac{u'}{u_0} - \frac{d'}{d_0} \right) = 0$$
(۷)

$$\frac{\mathbf{u}'}{\mathbf{u}_0} = \hat{\mathbf{u}} \exp\left[i\left(\hat{\sigma}\hat{\mathbf{x}} - \hat{\beta}\,\hat{\mathbf{t}}\right)\right] \tag{A}$$

$$\frac{d'}{d_0} = \hat{d} \exp\left[i\left(\hat{\sigma}\hat{x} - \hat{\beta}\,\hat{t}\right)\right] \tag{9}$$

 d_0 و u_0 یک اختلال کوچک وارد بر u_0 و d_0 و میباشند، \hat{u} و \hat{d} توابع نوسانی بدون بعد سرعت و عمق، $\hat{\sigma}$ یک عدد موج بدون بعد، $\hat{\beta}$ ضریب انتشار بدون بعد مختلط و $i = \sqrt{-1}$ و

$$c = \frac{L}{T_t}$$
(1.)

$$\hat{\sigma} = \left(\frac{2\pi}{L}\right) L_0 \tag{11}$$

$$L_0 = \frac{d_0}{S_0} \tag{17}$$

$$\hat{\mathbf{x}} = \frac{\mathbf{x}}{\mathbf{L}_0} \tag{17}$$

$$\hat{\mathbf{t}} = \frac{\mathbf{t}\,\mathbf{u}_0}{\mathbf{L}_0} \tag{12}$$

که T_t مسرعت موج، L طول موج آشفتگی، T_t دوره L_0 مختصات مکان و زمان بی بعد و L_0 طول افقی که در آن جریان یکنواخت دائم، به بلندائی معادل عمق d_0 میرسد [۲،۷] . جایگذاری (۸)و(۹) در (۵)و(۷) برای مقاطع ذوزنقهای به ترتیب چنین نتیجه میدهد:

$$(\mathbf{B}_{\mathrm{W}} + z\mathbf{d}_{0})\hat{\mathbf{u}}\hat{\sigma} + (\hat{\sigma} - \hat{\beta})\mathbf{\Gamma}_{0}\hat{\mathbf{d}} = 0$$
 (10)

$$\left[2+iF_0^2\left(\hat{\sigma}-\hat{\beta}\right)\right]\hat{u}+\left(i\hat{\sigma}-1\right)\hat{d}=0 \tag{17}$$

که در آن
$$D_0 = A_0/T_0$$
 و $F_0^2 = u_0^2/gD_0$ میباشد
که $D_0 = A_0/T_0$ و لولیه ، D_0 محطع اولیه
که D_0 عمق هیدرولیکی اولیه ، A_0 سطح مقطع اولیه
مجله مهندسی عمران دانشکاه آزاد اسلامی / سال سوم/ شماره دو/ بهار ۱۳۸۹
www.SID.ir

و T_0 عرض سطح مقطع A_0 تعریف میشوند. T_0

معادلات $(0)_{e}(1)$ یک سیستم همگن از معادلات خطی را بر حسب مجهولات \hat{u} و \hat{b} تشکیل میدهند. برای حل غیر جزئی این سیستم، دترمینان ماتریس ضرایب این دو معادله باید برابر صفر گردد[٦] که حاصل آن برای مقطع ذوزنقه چنین است :

$$T_{0}F_{0}^{2}\hat{\beta}^{2} - 2T_{0}(\hat{\sigma}F_{0}^{2} - i)\hat{\beta} - [\hat{\sigma}^{2}[(B_{w} + zd_{0}) - T_{0}F_{0}^{2}] + (i\hat{\sigma}[(B_{w} + zd_{0}) + 2T_{0}]] = 0$$

معادله (۱۷) در واقع بیان کننده مدل موج دینامیک در مقاطع ذوزنقه ای است، چنانچه z = 0 باشد مدل موج دینامیک در مقاطع مستطیلی به دست خواهد آمد:

$$F_0^2 \hat{\beta}^2 - 2 \left(\hat{\sigma} F_0^2 - i \right) \hat{\beta} - \left[\hat{\sigma}^2 \left(1 - F_0^2 \right) + 3 \hat{\sigma} i \right] = 0 \qquad (1\Lambda)$$

و چنانچه $\mathbf{B}_{\mathbf{W}} = \mathbf{0}$ باشد، مدل موج دینامیک در مقاطع مثلثی بدست می آید :

$$2F_0^2\hat{\beta}^2 - 4(\hat{\sigma}F_0^2 - i)\hat{\beta} - \left[\hat{\sigma}^2(1 - 2F_0^2) + 5\hat{\sigma}i\right] = 0$$
 (19)

معادلات (۱۷)، (۱۸) و (۱۹) از درجه دوم هستند، بنابراین دارای دو ریشه میباشند. این مسئله از نظر فیزیکی بدین معنا است که موجهای دینامیک در طول دو مسیر مشخص انتشار مییابند که میتواند به صورت : (۱) یکی بالادست و دیگری پایین دست ،یا به صورت : (۲) هر دو پایین دست باشد [٦]. حل معادله (۱۷) برای موج اولیه در مقاطع ذوزنقه ای به صورت زیر میباشد :

$$\begin{split} \hat{\beta} &= \hat{\sigma} \big(1 - i\zeta \big) + \hat{\sigma} \Bigg[i\zeta \bigg(\frac{\mathbf{B}_{\mathbf{w}} + zd_0}{T_0} \bigg) + \\ & \frac{\left(\mathbf{B}_{\mathbf{w}} + zd_0\right)}{T_0 F_0^2} - \zeta^2 \Bigg]^{0.5} \end{split} \tag{Y}$$

$$\zeta = \frac{1}{\hat{\sigma} F_0^2} \tag{(Y1)}$$

به طور کلی $\hat{\beta}$ یک عدد مختلط است، بنابراین دارای دو جزء موهومی $\beta_{\rm I}$ و حقیقی $\beta_{\rm R}$ میباشد $(\hat{\beta} = \beta_{\rm R} + i\beta_{\rm I})$:

$$\beta_{R} = \hat{\sigma} \left[1 \pm \left(\frac{C+A}{2} \right)^{\frac{1}{2}} \right]$$
 (YY)

$$\beta_{I} = -\hat{\sigma} \left[\zeta \mp \left(\frac{C - A}{2} \right)^{\frac{1}{2}} \right]$$
(rr)

$$A = \frac{\left(B_{w} + zd_{0}\right)}{T_{0}F_{0}^{2}} - \zeta^{2}$$
(72)

$$C = \left[\left(\frac{(B_{w} + zd_{0})}{T_{0}F_{0}^{2}} - \zeta^{2} \right)^{2} + \left(\frac{(B_{w} + zd_{0})}{T_{0}} \zeta \right)^{2} \right]^{\frac{1}{2}}$$
 (Yo)

در نتیجه معادله (۲۰) تبدیل میشود به :

$$\hat{\beta} = \hat{\sigma}(1 - i\zeta) \pm \hat{\sigma}\left[\left(\frac{C + A}{2}\right)^{\frac{1}{2}} + i\left(\frac{C - A}{2}\right)^{\frac{1}{2}}\right]$$
(77)

بر طبق (۸)و(۹) تغییر مشخصات موج سیل از قانون نمائی پیروی میکند[٦] ،بطوریکه :

$$Q_{p} = Q_{p0} \ e^{\hat{\beta}_{I} \ \hat{t}} \tag{YV}$$

 Q_{p0} مقدار پیک در یک زمان معین t و Q_p مقدار پیک در یک زمان معین t و \hat{q}_p مقدار پیک در زمان t_0 t $(t_0 - t_0) u_0 / L_0$ معادله در واقع بیانگر پوش گذرا از نقطه پیک موج سیل از لحظه شکست سد تا تضعیف نهائی آن میباشد .با توجه به (۲۳) ،میتوان (۲۷) را چنین نوشت :

$$\frac{Q_{p}}{Q_{p0}} = \exp\left[-\hat{\sigma}\left[\zeta - \left(\frac{C-A}{2}\right)^{\frac{1}{2}}\right]\hat{t}\right] \qquad (YA)$$

که در آن A و C طبق روابط (۲۵)و(۲۵) بدست می آیند . به طور کلی سرعت موج سینماتیک در کانالهای طبیعی از رابطه $\left(\frac{dQ}{dy}\right) = C_k = C_k$ و سرعت موج دینامیک از رابطه $T\left(\frac{dQ}{dy}\right) = C_k$ ا (۱۰۸) و سرعت می آید. رابطه $T_d = \sqrt{gh}$ بدست می آید.

در صورتی که 0 = 0 باشد ، L_0/L_0 می شود، که در آن X = X/c ، که 2 برابر سرعت موج و X فاصله در طول رودخانه از محل شکست سد تا نقطه مورد نظر میباشد، در این صورت با فرض موج سینماتیک و با در نظر گرفتن فرمول $(\hat{X} \hat{n} - Q_{p0} = \exp[-\hat{\alpha} X]$ [۷] ،ضریب استهلاک دبی $\hat{\alpha}$ برابر خواهد بود با :

$$\hat{\alpha} = \frac{2\pi u_0^2}{\hat{\tau} C_k^2} \left[\zeta - \left(\frac{C-A}{2}\right)^{\frac{1}{2}} \right]$$
(Y9)

و با فرض موج دینامیک \hat{lpha} برابر است با :

$$\hat{\alpha} = \frac{2\pi F_0^2}{\hat{\tau}} \left[\zeta - \left(\frac{C-A}{2}\right)^{\frac{1}{2}} \right]$$
(r.)

و $\frac{X}{L_0} = \hat{X}$ ، فاصله بدون بعد میباشد [7]. همانطور که از روابط(۲٤)، (۲۵)، (۲۹)و(۳۰) برمی آید، $\hat{\alpha}$ ،علاوه بر عدد فرود، عدد موج بدون بعد و تناوب موج بدون بعد که در تحقیقات گذشته بدست آمده بود، تابعی از مشخصات کانال از جمله شیب کناره مقطع نیز میباشد

۳- مطالعه موردی

به منظور بررسی صحت، اعتبار و کارایی مدل تحلیلی ارائه شده، ابتدا با استفاده از مدل توسعه یافته در این تحقیق، سیل ناشی از شکست سد Run مدلسازی شده و سپس با اطلاعات مربوط به برداشتهای صحرائی و نتایج بدست آمده توسط Chen و Armbruster در یک مدل عددی برای همین سد، مقایسه گردیده است.

۳–۱– سیل ناشی از شکست سد لورال ران

در ۱۹ و ۲۰ July سال ۱۹۷۷ طوفان شدیدی باعث ایجاد سیل عظیمی در بسیاری از مناطق نزدیک جانستون (Johnstown) گردید. سیل ناشی از این بارندگی سهمگین با شکست سد لورل ران (Laurel Run Reservoir)

همراه شد. شکست سد باعث رها شدن ناگهانی حدود m^3 همراه شد. شکست سد باعث رها شدن ناگهانی حدود m^3 روز 11 July (1). در صبح روز 10 July (1) نقاط مناسب مخزن و دره عکسهای هوائی تهیه گردیده است و نقاط مناسب و مهم با استفاده از عکسهای هوائی و بررسیهای محلی تعیین شدهاند. بررسیها نشان میدهند که مقاطع رودخانه تقریبا به شکل ذوزنقه و نامتقارن بوده و خط داغآب تقریبا در البه تمام مقاطع نقشهبرداری شده قرار داشتهاند. اطلاعات مربوط به موقعیتهای مکانی ارتفاع پیک سطح آب با استفاده از گرافها و اطلاعات موجود در مرجع [1] به مربع [1] شش مورد میباشد که در جدول (۱) به مرجع [1] شش مورد میباشد که در جدول (۱) به میستر زیر ارائه میشود. بر اساس نتایج نقشهبرداری، سیستم فیزیکی دره به کمک مشخصات هندسی رودخانه مین سیستم فیزیکی دره به کمک مشخصات هندسی رودخانه مین و دراز بستر آن قابل توصیف است. که نتیجتا همین

اطلاعات مستقیما در مدل ریاضی مورد استفاده قرار گرفته است. این اطلاعات به همراه عدد مانینگ مربوط به ۱٦ مقطع ذوزنقهای نامتقارن از لورل ران (Laurel Run) در جدول شماره (۲) آمده است. بعلاوه این جدول شامل شیب بستر بین هر دو مقطع مجاور نیز میباشد.

[١	ناط مشاهدهای [۱	سطح آب نا	ارتفاع يبك	جدول (۱): مشخصات
		• •		() = • •

ارتفاع پیک (متر)	فاصله از سد (متر)
٤٣٣/٩٨	370
٤ ١ ٣/٣٩	١٠٦٥
٤٠٣/٨٦	١٤٣٣
۳۸٩/۲۳	٢٠٦٤
۳۷۷/۳٤	۲۷۷۱
٣0٩/٣٦	* ٦٦V

دول(۲): اطلاعات هندسی، ارتفاع بستر، شیب و عدد مانینگ مربوط به ۱۶ مقطع ذوزنقهای	÷
نامتقارن در در م Laurel Run	

محل مقطع (متر)	ارتفاع سيتر (متر)	شىب سىتر	عرض کف (متر)	شىب كنارە چپ	شىپ كنارە راست	مانىنگ
•	٤٢٩/٧٧ ٤٢٩/٧٧	·/···VV£	۱۹/٥	۲/۲۸٦	١/١٤٣	•/•٦•
٥١٢	٤٢٩/٣٧	•/•••VV£	٩٩/١	٣/٠٣٥	0/091	•/•٣•
٦٤٣	٤ ٢٧/٣٣	·/· ١٦٨	NYV/N	١/٤٤٧	٤/٨٩٥	•/•٣•
۷۰۱	٤٣٤/٤٣	•/• ٤٣٢	۹/۸	۱/۳۰ ۰	۲/٥٤٧	·/·YA
۷٦٨	٤٣٤/٤٠	•/•••٤٥٥	117/7	٣/٩١٠	٤/٧٤٤	•/• ٤ •
١٠٣٦	٤١٩/٤٧	۰/۰ ۱ ۸٤	۳0/۱	١/٣٩٢	۲/۵۳۲	•/• ٤ •
1777	٤٠٨/٣٧	•/•١٥٢	۲۸/۰	١/٢٦٨	۳۳/٤٥١	•/•••
۲۰٤۲	٤··/٩٣	·/· YV·	٨/٥	٨/١٥٥	١/٤٠٨	•/•٤0
٢١٣٤	۳۹۸/۱٦	•/•٣•٣	۱۰/۷	۲/۱۰۱	١/٥١٨	•/• ٤ •
٢٣٤٢	345/27	·/· \٦\	۲٥/٣	۰/٦٤٠	٦/٦٩٧	•/•٤0
۲۷٦٥	۳۸٥/۲۱	•/• ٣٢•	۱۹/۸	۲۰/۰۷۰	11/778	•/•٤0
۲۲۲۱	۳۷٥/٦٤	•/•19٣	١٤/٠	١/٣٣٧	٣/٦٠٥	• / • £ •
٣٤٧٢	۳۷۳/۰۸	•/•١٢١	۱۸/۰	۲/۱۲٥	٤/٨١٣	•/•٤0
۳۷٤٩	۳٦٧/٩٥	۰/۰۱۸٦	۱۸/۰	١/٣٥١	٤/٥٢٧	•/• 5 •
٤٣٦٨	٣٥٤/٣٦	•/• ٣٢•	۲۰/۷	۲ ٤/00۲	۰/٦٧٢	٠/٠٤٨
٤٧٨٥	٣٤٩/٦١	•/••٤•٩	۲۲/۹	0/	0/•••	٠/٠٤٨

در مدل حاضر به هنگام حرکت موج سیل بارندگی، نفوذ و ذخیره صفر در نظر گرفته شده و فرض شده است که هر

سازهای در مسیر موج سیل به طور آنی تخریب گردیده و اتلاف انرژی موج توسط تخریب آن صفر در نظر گرفته

شده است. بعلاوه فرض شده است که کف و دیوارههای مجرای رودخانه در حین حرکت موج سیل دچار هیچگونه تخریبی نشدهاند.همچنین بر اساس یک سری محاسبات مقدماتی در برنامه مشخص شد که فرض Δx برابر ۱۰ cm میتواند دقت مناسبی داشته باشد.

با توجه به اطلاعات ارائه شده مربوط به دره لورل ران (Laurel Run) مشاهده می شود که مسیر رودخانه دارای تنگ شدگی و باز شدگیهای شدیدی می باشد. از آنجا که معادلات جریان غیر ماندگار یک بعدی، حاکم بر مدل حاضر مربوط به مجاری منشوری می باشد، بین اطلاعات مربوط به هر دو مقطع مجاور یک میانیابی صورت گرفته است.

۲-۳- معرفی مدل عددی Chen و Armbruster

Chen و Armbruster در سال ۱۹۸۰ با استفاده از روش یک بعدی خطوط مشخصه، یک مدل عددی برای روندیابی سیل ناشی از شکست سد ارائه دادند. معادلات جریان یک بعدی بکار رفته در این مدل، در واقع معادلات جریانهای سطحی با در نظر گرفتن ترم جریان ورودی انشعابی میباشد.

آنها برای حل عددی معادلات مشخصه بدست آمده از یک روش صریح خطی بر اساس یک شبکهبندی زمانی مشخص استفاده کردند و برای بررسی اعتبار و کارایی مدل عددی حاصل، سیل ناشی از شکست سد Laurel مورد مشاهدهای مورد مقایسه قرار دادند.

۳–۳– مقایسه نتایج حاصل از مدل حاضر و نتایج مدل عددی Chen و Armbruster و مقادیر مشاهدهای

مقادیر مربوط به نتایج بدست آمده توسط Chen و Armbruster در مدل عددی که در سال ۱۹۸۰ بدست آوردهاند، در شکل (۱) توسط دوایر توخالی نشان داده شدهاند. همچنین به منظور مقایسه نتایج، مقادیر مشاهدهای توسط مثلثهای توپر نشان داده شدهاند. شکل (۱) نشان دهنده ارتفاع پیک سطح آب نسبت به فاصله از محل سد می باشد. همانطور که مشاهده می شود نتایج مدل

عددی Chen و Armbruster تقریبا بر روی نمودار محاسباتی مدل ارائه شده قرار گرفته است. همچنین مشاهده می شود که نتایج این دو مدل با مقادیر مشاهدهای نیز تقریبا اختلافی ندارند.

۳-٤- مقایسه زمان رسیدن پیک موج به انتہای درہ

اطلاعات موجود در مرجع [۱۱] نشان میدهد که زمان رسیدن پیک موج سیل به نقطه انتهائی دره برابر ۱۲ دقیقه و ۵۶ ثانیه بوده است. محاسبه این زمان در تحلیل حاضر با استفاده از سرعت دینامیک موج در هر بازه مکانی صورت گرفته و برابر ۱۶ دقیقه و ۳۶ ثانیه میباشد که حدود ۱ دقیقه و ۶۶ ثانیه بیش از مقدار گزارش شده است.

٤– نتیجهگیری

در این مطالعه با منظور کردن پارامتر ⁷ (شیب کناره مقاطع) و با استفاده از قانون نمائی استهلاک امواج سیل، نحوه انتقال و استهلاک امواج سیل ناشی از شکست سد در مجاری ذوزنقه ای توسعه یافته که قابل استفاده برای مقاطع مثلث و مستطیل نیز میباشد. بعلاوه مدل موج دینامیک در مقاطع ذوزنقه ای با استفاده از فرم خطی شده معادلات سنت ونان و بکارگیری تئوری پایداری خطی در مجموعه معادلات حاکم بر جریان در مجاری باز و حل آنها به فرم سینوسی که منجر به یک سیستم خطی همگن میشود، بدست آمده که در صورت صفر بودن شیب کناره مقطع، مدل موج دینامیک در مقاطع مستطیلی و در صورت صفر بودن عرض کف، مدل موج دینامیک در مقاطع مثلثی بدست میآید.

بعلاوه با توجه به فرمولهای ضریب استهلاک موج سیل در دو حالت امواج دینامیک و سینماتیک، چنین برمیآید که این ضریب علاوه بر عدد فرود، تناوب موج بدون بعد و عدد موج بدون بعد که در تحقیقات گذشته به دست آمده بود، تابعی از مشخصات کانال از جمله شیب کناره مقطع نیز میباشد. همچنین با استفاده از مقایسههای انجام شده چنین برمیآید که مدل حاضر برای روندیابی موج سیل ناشی از شکست سد دارای دقت قابل قبولی میباشد.



شکل (۱) :تراز پیک سطح آب در مقابل فاصله در طول کانال از محل سد

[A]

[٩]

 $[\mathbf{N}]$

[11]

Ponce V. M.; Simons D. B. Shallow wave propagation in open channel flow J. Hydraul. Div. Vol. 103 No. HY12 P.P. 1461-1476 1977.

Ponce V. M.; Tahershamsi A.; Shetty V. Sh. ("Dam-breach flood wave propagation using dimensionless parameters" J. Hydraul. Eng. (Vol. 129 (No. 10 P.P. 777-782 (2003.

Sakkas J. G. ; Strelkoff T. "Dimensionless solution of dam-break flood waves" J. Hydraul. Division ASCE Vol. 102 No. 2 · 1976.

Wu⁴ C.M.⁴ A comparative study on att-kin and dynamic-wave dam-breaching flood routing models⁴ Proc.⁴ 4th Congr.-Asian and pacific Div. of IAHR⁴ 53-66 (1994.

۵– مراجع

Chaudhry	Μ.	Н.'	Applie	ed hy	drauli	c [\]
transients Van Nostrand Reinhold NewYork.						
Chen C.;	Armb	ruster	J.T. '	"Dam-b	reak	W: [٢]
model:	formu	lation	and	ve	rifica	tio
J.Hydraul.Division Vol.106 No. HY5 pp. 7						
767, 1980.						

Chow V. T. Open-channel hydraulics [r] McGraw-Hill NewYork 1959.

French R. H. Open-channel hydraulics [٤] McGraw-Hill NewYork 1987.

Henderson⁽ F. M.⁽ Open channel flow⁽ [^o] Macmillan⁽ NewYork⁽ 1966.

Paquier A.; Robin O. ("CASTOR:Simplified dam-break wave model" J.Hydraul.Eng. Vol. 123 · No.8 · p.p. 724-727 · 1997.

Ponce: V. M.: "The kinematic wave [V] controversy": J. Hydraul. Eng.: Vol. 117: No. 4: P.P. 511-525: 1991.