

تغییر شکل رودخانه بر اثر حمل رسوبات

سمیر رضا خدائیان

استادیار گروه آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

با استفاده همزمان از یک مدل هیدرولیکی یک بعدی و یک مدل توزیع تنش برشی یک رودخانه، تغییر شکل چند مقطع عرضی محاسبه شد. در این مدل فرض بر آن است که فرسایش و رسوبگذاری با تنش برشی رابطه مستقیم دارند. با استفاده از یک روش جدید محاسبه توزیع تنش برشی موسوم به روش عمودهای تا هم ترکیب شده (M.P.M) یا (M.P.M) یا (Merged Perpendicular Method) تنش برشی در تمام نقاط مقطع عرضی محاسبه شد. مقایسه با داده‌های آزمایشگاهی نشان دادند که روش جدید محاسبه تنش برشی نسبت به دیگر روشهای هندسی دارای دقت بیشتری است. مقطع عرضی پایدار تپایی نیز با مقطع پایدار که از روشهای تئوری دیگر و با روشهای آزمایشگاهی بدست می‌آیند مقایسه خوبی داشت. این روش همچنین برای یک قفله کامل از رودخانه بکار برده شد.

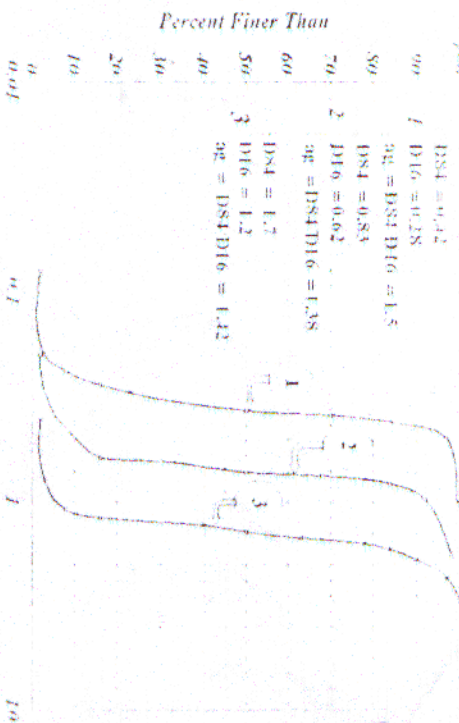
واژه‌های کلیدی: تنش برشی - هیدرولیک رودخانه - حمل رسوبات - کانال پایدار - مودل‌سازی

مقدمه

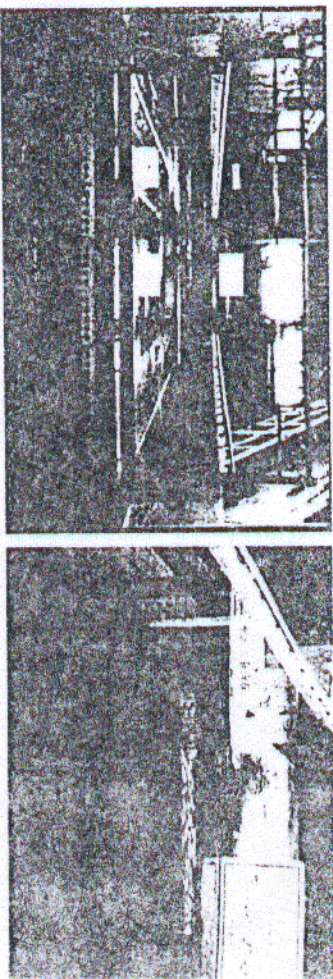
اگر نرم افزارهایی که در دهه‌های گذشته توسعه داده شده‌اند مسائل را به صورت یک بعدی حل می‌نمایند، شبیه سازی یک بعدی تغییر شکل تک رودخانه به اندازه کافی کامل نیست. نرم افزارهای چند بعدی اغلب برای حل مسائل خاص توسعه داده شده‌اند و زمان محاسبات آنها بطور قابل توجهی زیاد می‌باشد. از طرفی آنها به اطلاعات وسیعی در مورد شرایط اولیه و مرزی وابسته هستند که در اغلب مواقع در دسترس نمی‌باشد. بنابراین با فقدان داده‌های لازم، برای استفاده از آنها فرضیات ساده شونده‌ای بکار می‌رود که جواب‌ها را از واقعیت دور می‌نمایند. یکی از روشهای محاسبه تغییر شکل کانالهای فرسایشی استفاده از تنش برشی می‌باشد. برای محاسبه، پارامترهای رسوب بقاء شناخته شده نیستند. بنابراین تنش برشی باید بوسیله یک روش ساده و سریع و با دقت مناسب بدست آید. اهداف این مقاله عبارتند از: ۱- توسعه یک روش محاسبه تغییر شکل که در هر مقطع عرضی دلتاه قابلیت استفاده را داشته باشد. ۲- این روش قابلیت پیوستگی با اکثر مدل‌های یک بعدی تغییر شکل کانالهای فرسایشی را دارا باشد.

روش‌های کلاسیک توزیع تنش برشی

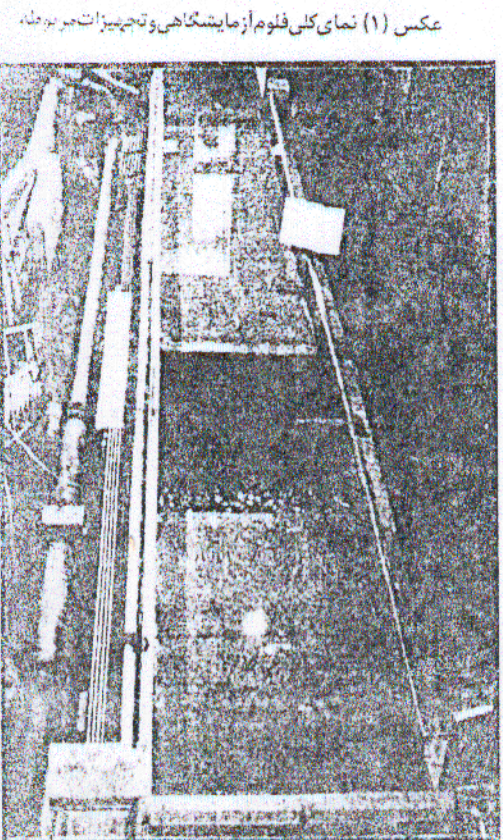
وجود جزئیاتی عرضی و اثر شکل مقطع و همچنین غیر یکدخت بودن توزیع زوری در طول محیطه خیس شده تضمین تنش برشی را حتی برای حالت‌های ساده بسیار مشکل می‌سازد. بنابراین اغلب محققین ترجیح می‌دهند از روشهای تجربی (empirical methods) استفاده نمایند. چهار روش تجربی ساده برای تخمین توزیع تنش برشی عبارتند از: روش عمق قائم (V.D.M) یا (Vertical Depth Method) روش مساحت قائم (V.A.M) یا (Vertical Area Method) روش عمق عمودی (N.D.M) یا (Normal Depth Method) و روش مساحت عمودی (N.P.M) یا (Normal Area Method) (شکل ۱). اما اگر مقطع عرضی خیلی عمیق باشد و با شیب طرفین خیلی زیاد باشد، این روشهای ساده جواب‌های رضایتبخشی نمی‌دهند. البته روشهای پیچیده‌تری هم برای کانالهای عمیق موجود است ولی اکثر آنها بخاطر پیچیدگیشان از نظر کاربردی استفاده محدودی دارند.



شکل (۱) منحنی دانه بندی مصالح بستن با قطر متوسط ۰.۳۵ تا ۰.۷۵ میلیمتر



شکل (۲) نمای کلی فلوم آزمایشگاهی و تجهیزات آن (۱) و نمای فلوم آزمایشگاهی و تجهیزات آن (۲) عکس (۳) نمای فلوم آزمایشگاهی و تجهیزات آن (۳)



عکس (۱) نمای کلی فلوم آزمایشگاهی و تجهیزات آن (۲) و تجهیزات آن (۳)

اگر $\tau_j^* < \tau_c^*$ یا $\tau_j^* > \tau_c^*$ بنابراین $|\Delta Z_1| = |\Delta Z_2|$ رسوبگذاری انجام می‌شود. اگر $\tau_j^* > \tau_c^*$ یا $\tau_j^* < \tau_c^*$ فرسایش بوجود می‌آید.

در این فرمول $\tau_j^* = \tau_c^*$ تنش برشی بدون بعد در نقطه $z = 0$ یا $\tau_c^* = \tau_c^*$ تنش برشی بحرانی در نقطه z که بوسیله رابطه (1982) Ikeda محاسبه می‌شود.

اثبات اعتبار مدل بوسیله مقایسه با کانال پایدار

در شرایط مسائلی و یکساخت، در عدم وجود اثرات خارجی، یک کانال بتدریج به شکل پایدار خود می‌رسد (1992) Diplas and Vigilar بر روی هندسه یک کانال پایدار مطالعه کردند. آنها پروفیل مناسب برای یک کانال پایدار را بدست آوردند که یک منحنی از درجه 5 بود. شکل 4 نشان می‌دهد که روش توسعه داده شده در این مقاله به مقطع پایبندی که بوسیله Diplas بدست آمد نزدیک می‌باشد. این شکل مربوط به یک کانال غیر منظم (یا حداکثر عمق آب $h = 9m$ و $S = 30 \text{ m}^3/k$ شیب طولی $S = 0.0001$) می‌باشد.

مدل توسعه داده شده با داده‌های آزمایشگاهی هم مقایسه شد. برای این منظور از داده‌های (1963) Stebbing که در یک آزمایشگاهی بدست آمد استفاده شد. Stebbing سه پارامتر اساسی را که عبارتند از عرض سطح آب، مساحت و عمق کانال پایدار، برای دبی‌های مختلف بدست آورد. مقایسه با داده‌های وی نشان داد که مقادیر مدل نتایج خوبی می‌دهند. شکل 5 این مقایسه را در مورد عرض سطح آب مقطع پایدار نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه یک روش جدید محاسبه توزیع تنش برشی بنام روش عمودهای با هم ترکیب شده (M.P.M) توسعه داده شد. مقایسه با داده‌های آزمایشگاهی و تئوری نشان داد که بنظر می‌رسد که روش جدید دقت بیشتری نسبت به سایر روشها دارد. تغییر شکل مقطع مختلف عرضی با این فرض که فرسایش و رسوبگذاری رابطه مستقیم با تنش برشی دارند محاسبه شد. مقطع پایدار نهایی با مقاطع پایدار تئوری و آزمایشگاهی مطابقت رضایت‌بخشی داشتند.

مراجع

[1] Ghosh, S.N. and Roy, N. (1970). "Boundary shear distribution in open channel flow." *Journal of the Hydraulics Division*, 96, No. 4, pp. 967-994

[2] Knight, D. W. et al. (1984). "Boundary shear in smooth rectangular channels." *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol. 110, No. 4, pp. 405-422

[3] Ghosh, S. N. and Mehta, P. J. (1974). "Boundary shear distribution in compound channel with varying roughness distribution." *Proceeding of the Institution of Civil Engineering*, London, England, March 1974, Vol. 57, Tech. Note, 91, pp. 159-164

[4] Graf, W. H. and Altinakar, M. S. (1996). "Hydraulique fluviale, Tome 2. Presses Polytechniques et Universitaires ROMANDES, Lausanne.

[5] Ikeda, S. (1982). "Incipient motion of sand particles on sand slopes." *Journal of the Hydraulics Division*, Vol. 108, No. HY1, pp. 95-114, Jan. 1982

توسعه یک روش جدید برای محاسبه توزیع تنش برشی

بعد از توسعه محیط محاسبه شده به قطعات کوچکتر، عمود منصف هر نقطه رسم می‌شود. هر عمود منصف که عمود منصف قطعی را قطع می‌نماید، با آن متصل شده و دو عمود منصف یکی می‌شوند و یک خط از مرتبه 3 را تشکیل می‌دهند. این شکل 3 توجه کنید. برای یافتن جهت زاویه خط جدید از میانه وزنی زوایای خطوطی که هم را قطع کرده‌اند استفاده می‌شود. سپس خطوط جدید می‌توانند خطوط دیگر را قطع کنند و خطوطی از مرتبه بالاتر را بوجود آورند. این فرایند تا سطح آب ادامه می‌یابد. مساحت بین خطوط نهایی محاسبه شده و تنش برشی هر نقطه بوسیله معادله (1) بدست می‌آید.

$$\tau = \gamma \cdot R_h \cdot S_f$$

که در آن $\gamma = \text{وزن حجمی آب}$ ، $R_h = \text{شیعاع هیدرولیکی که از نسبت مساحت به است عمود منصف موزن قطر بدست می‌آید و}$ $S_f = \text{شیب خط انرژی است}$.

شکل 3 نشان دهنده مقایسه بین روشهای مختلف توزیع تنش برشی و داده‌های (1970) Ghosh and Roy می‌باشد. ملاحظه می‌شود که نتایج M.P.M. بهتر از دیگر روشهای محاسبه تنش برشی می‌باشد. در این شکل $\tau_c^* = \text{تنش برشی بدون بعد در مقطع عرضی که در آن } R_{h1} = \text{شیعاع هیدرولیکی کل مقطع و } P = \text{محیط خاص شده کل می‌باشد}$.

اشکال 4 و 5 نیز مقایسه‌ای بین توزیع تنش برشی محاسبه شده بوسیله M.P.M. و داده‌های (1984) Ghosh and Knight and Metha (1974) را بر تریب نشان می‌دهند. نتایج روش M.P.M. رضایت‌بخش می‌باشد.

شیب سازی تغییر شکل یک مقطع عرضی

از تنش برشی بدست آمده بوسیله M.P.M تغییر شکل مقطع عرضی را می‌توان محاسبه کرد. برای این منظور از دو مقطع (دو نقطه‌ای و غیر منظم) استفاده شد. فرض می‌شود که در تمام زمانها جریان دائمی و یکساخت می‌باشد. از طرفی اندازه ذرات رسوبی یکساخت و ضریب زبری مانینگ ثابت فرض می‌شوند. برای محاسبه تغییر شکل یک بعدی و یا عبارتی متوسط تغییر شکل کف $\Delta Z/D$ می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\Delta Z/D = \frac{\Delta \tau_c \cdot q_k}{(1-p)\Delta X} \quad (3)$$

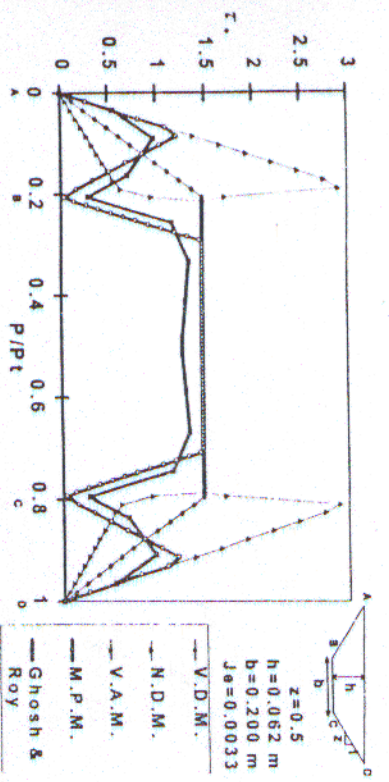
که در آن $\Delta X = \text{طول مقطع کانال}$ ، $\Delta \tau_c = \text{فاضله زمانی}$ ، $p = \text{تفاضل ذرات}$ ، $q_k = \text{دبی رسوبات می‌باشد که می‌تواند از روش Meyer-Peter & Müller بدست آید [4]}$

$$q_k = \sqrt{g \tau_c^3 (S_s - 1)} \cdot (\tau_c^* - \tau_c) \quad (3)$$

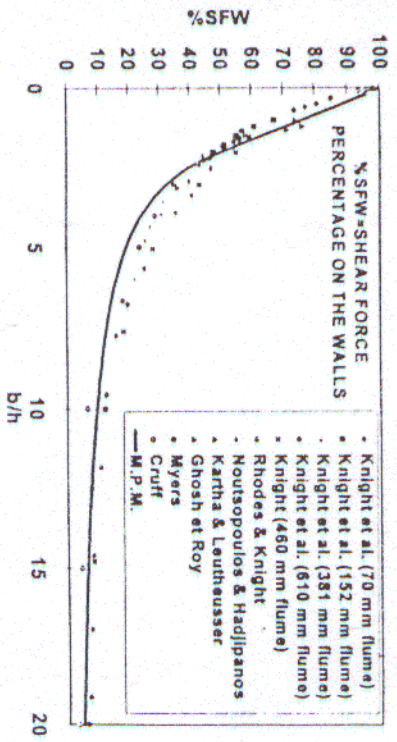
که در آن $d = \text{اندازه متوسط ذرات}$ ، $S_s = \text{دانشنامه متوسط ذرات}$ ، $g = \text{شتاب جاذبه}$ ، $K_s = \text{ضریب زبری مانینگ}$ ، $K_s^* = \text{ضریب زبری مانینگ استریککلر ذره می‌باشد}$ ، $\tau_c^* = \text{تنش برشی ضریب زبری مانینگ}$ - استریککلر، $167/10 \cdot K_s^* = 21/10 \cdot K_s^*$ ، $\tau_c = \text{تنش برشی بحرانی بی بعد است}$.

برای تبدیل تغییر شکل متوسط کف به توزیع تغییر شکل روی مقطع عرضی، یک تابع بدون بعد تعریف می‌شود.

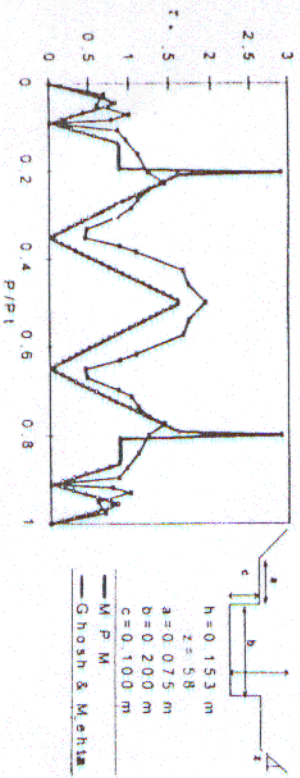
$$|\Delta Z_1| = \left| \frac{\tau_j^* - \tau_c^*}{\tau_c^* - \tau_c} \right|^m |\Delta Z_{ID}| \quad 1 < m < 1/5$$



شکل ۳- مقایسه روش M.P.M. با داده‌های آزمایشگاهی (Chosh and Roy (1970))



شکل ۴- مقایسه روش M.P.M. با داده‌های آزمایشگاهی (Knight et al. (1984))



شکل ۵- مقایسه روش M.P.M. با داده‌های آزمایشگاهی (Ghosh and Mehta (1974))

[6] Diplas, P. and Vigiari, G. (1992). "Hydraulic geometry of threshold channels." *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol. 118, No. 4, April 1992

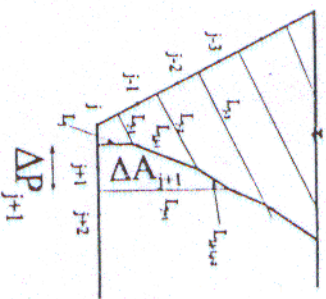
[7] Stebbing, J. (1963). "The shape of self - formed model alluvial channels." *Proceeding of the Institute of Civil Engineering*, London, England, 1963, Paper No. 6642, pp. 485-511



شکل ۱- روشهای هندسی ساده برای محاسبه توزیع تنش برشی (a) روش عمق قائم (V.D.M.) (b) روش عمق عمودی (N.A.M.) (c) روش مساحت عمودی (N.D.M.) (d) روش مساحت عمودی (M.P.M.)

$$\hat{L}_{j+1} = \frac{1}{2}(\hat{L}_j + \hat{L}_{j-1})$$

$$\hat{L}_{j+1/2} = \frac{1}{3}(2\hat{L}_{j+1} + \hat{L}_{j-2})$$



شکل ۲- روش عمودهای باهم ترکیب شده (M.P.M.)

کاربرد توأم طوق و سنگچین در مهار آب شستگی در اطراف پایه های پل

امیررضا زراتی

عضوهیت علمی دانشکده عمران - دانشگاه صنعتی امیرکبیر

هوشنگ غلامی شهریارکی

کارشناس سازمان مدیریت منابع آب ایران

محمد عزیززی

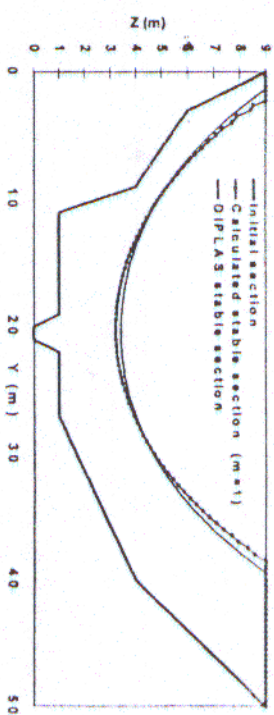
فارع التعمیل رشته سازه های هیدروارکی - دانشکده عمران - دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۱- چکیده

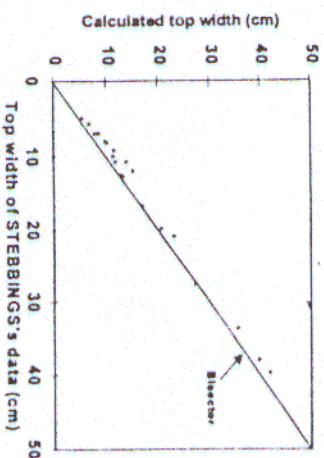
وقوع آب شستگی در اطراف پایه های پل یکی از عمده ترین دلایل تخریب پلها می باشد. روشهای مهار و جلوگیری از آب شستگی براساس مطالباتی که بر روی مکانیزم آب شستگی صورت گرفته بنیاد گذاشته شده است. محققین زیادی در زمینه نصب طوق بر روی پایه و احداث سنگچین در اطراف آن به منظور کاهش عمق آب شستگی اطراف پایه ها تحقیقاتی را به عمل آورده اند. این محققین موفق شدند با نصب طوق تا ۵۰ درصد و با احداث سنگچین در اطراف پایه تا ۱۰۰ درصد آب شستگی را کاهش دهند. در این مقاله با توجه به این مطلب که استفاده توأم از طوق و سنگچین منجر به افزایش کارایی و کاهش ایجاد و پهنای هر دو خواهد گردید، به شرح آزمایشهایی در مورد استفاده توأم طوق و سنگچین پرداخته شده و نهایتاً آب شستگی با طوق کوچکتر و سنگچینی با وسعت کمتر کاملاً مهار شده است.

۲- مقدمه

پلها از جمله مهمترین و پرکاربردترین سازه های رودخانه ای هستند که از دیرباز مورد استفاده قرار می گرفته اند و همه ساله همراه با بروز سیلابهای سالانه در هر رودخانه تعداد زیادی از این پلها نابود می گردند. در زمانی که بیشترین نیاز به آنها وجود دارد تخریب می گردند. یکی از مهمترین و موثرترین عوامل این تخریبها آب شستگی اطراف پایه ها می باشد. به دلیل اهمیت موضوع تحقیقات گسترده و دانشمندی مختلف محققین مختلف بر روی روشهای کاهش و جلوگیری از آب شستگی نظیر استفاده از طوق، سنگچین، شمع کوبی، شیار و ... بعمل آمده است که در این میان طوق و سنگچین بعنوان روشهایی مناسب اقتصادی و اجرایی مورد توجه خاصی قرار گرفته اند [۱، ۲]. با توجه به عملکرد مناسب طوق و سنگچین و محدودیتهایی که در بعضی شرایط در استفاده منحصر نبودن از یکی از روشهای فوق وجود دارد، به نظر می رسد استفاده توأم از طوق و سنگچین می تواند به کارایی هر دو سیستم اضافه کند. وجود طوق می تواند به استفاده از سنگچین با ابعاد کمتر و در محدوده کوچکتری بینجامد و با سنگ می توان از طوق کوچکتری استفاده کرد.



شکل ۶ - مقایسه مقطع پایدار محاسباتی با مقطع پایدار (Diplas and Vignier (1992)



شکل ۷ - مقایسه عرض سطح آب مقطع پایدار