# ارزیابی عملکرد فنی طرح های کنترل سیل در رودخانه های شهری و ارائه راهکارهای اصلاحی- مطالعه موردی رودخانه تالار در استان مازندران

**محمد مرادی***
دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد صفادشت
**محمد عامل صادقی**
دکترای سازه های آبی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان
**عبدالرسول تلوری**
دکترای مهندسی منابع آب و هیدرولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

مهندسی و مدیریت ساخت
**فصلنامه علمی تخصصی**
**مهندسی و مدیریت ساخت**
**سال اول، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۵**
نویسنده مسئول: **محمد مرادی**

آدرس ایمیل:
**ce.moradi@yahoo.com**

**چکیده:**

سازه های کنترل سیل بدلیل اثرات زیانبار سیل که همه سالها خسارات زیادي را به زمين‌هاي كشاورزي حاشيه رودخانه و تأسيسات جانبي و . . . وارد مي‌سازد، طراحی و احداث می گردند. در اثر وقع سيل ارتفاع آب در رودخانه بالا آمده و سبب خارج شدن آن از مسير اصلي رودخانه مي‌گردد. سيلابدشت‌ها و مناطق مجاور رودخانه‌ها كه به دليل شرايط خاص آن فضاهايي مناسب براي انجام فعاليت‌هاي اقتصادي و اجتماعي محسوب مي‌شوند، همواره در معرض خطرات ناشي از وقوع سيلاب قرار دارند. از اینرو در این مناطق اجرای طرح های ساماندهی بمنظور جلوگیری از اثرات مخرب سیلاب مورد استفاده قرار می گیرد. در رودخانه تالار و محدوده شهر قائمشهر، طرح هایی بعنوان طرح ساماندهی رودخانه اجرا شده که در این تحقیق سعی می شود عملکرد فنی و هیدرولیکی این طرح ها مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهای اصلاحی در صورت بروز مشکلات ناشی از ساماندهی ارائه گردد.

**کلمات کلیدی:** *کنترل سیل، ساماندهی، تالار، مازندران*

# Technical Performance Evaluation Of Flood Control Projects In Urban Rivers And Corrective Solutions-Case Study: Rivers Talar In Mazandaran

**Mohammad Moradi***
M.Sc. Student, University of Safadasht
**Mohammad Aamel Sadeghi**
P. HD. of Hydraulic Structures, University of takestan
**Abdul Rasol Telvari**
P. HD. Hydrology and Water Resources Engineering, Islamic Azad University of Ahvaz

JECM
Journal of Engineering & Construction Management
**V. 01 No. 04 - Winter 2016**

Corresponding author:
**Mohammad Moradi**

Email address:
**ce.moradi@yahoo.com**

## ۱-مقدمه

بسیاري از تعدي ها به حريم رودخانه به طور مستقيم باعث كاهش ظرفيت سيل گيري و افزايش تراز آب و كاهش ظرفيت انتقال جريان سيلابي به پايين دست مي‌گردد كه در هر صورت زمينه بروز سيلاب هاي مخرب را آماده تر مي كند لذا تعيين حريم قانوني رودخانه به نحوي تعيين حريم خطر و محدوده احتمال بروز خسارت است كه از جهت حفظ سازه اهميت دارد. در برخی موارد سازه ها خود باعث افزایش احتمال وقوع سیلاب می گردند..

طرح های ساماندهی رودخانه از طریق یک مدل هیدرولیکی قابل ارزیابی فنی هستند، بطوریکه ابعاد و اندازه آن ها در یک مدل هیدرولیکی معرفی شده و مورد بررسی قرار می گیرند. براي مدلسازي هيدروليك رودخانه ابتدا كليه اطلاعات هيدرولوژيكي و هندسه رودخانه جمع آوري مي‌گردد. با بازديد محلي نواحي غيرموثر جريان تعيين و مقاومت آبراهه و سيلابدشت ها در مقابل جريان برآورد مي گردد. تخمين مقاومت آبراهه در مقابل جريان به تخمين ضريب زبري مانينگ منتهي مي‌گردد. بر اساس هندسه رودخانه، مباني هيدروليك جريان رودخانه، نتايج محاسبات هيدرولوژي و بررسي سيستم رودخانه از جهت شيب و عوامل مؤثر بر پروفيل سطح آب، نوع جريان و سپس نرم افزار كامپيوتري مناسب آن انتخاب مي گردد و سپس مشخصات و پروفيل سطح آب رودخانه محاسبه مي‌گردد. در روند مزبور مباني هيدروليك رودخانه، عبور جريان از سازه هاي تقاطعي از اهميت ويژه‌اي برخوردار مي‌باشد. همچنين انتخاب نرم‌افزار مربوط به انجام محاسبات يكي از مهمترين قسمت هاي مطالعات هيدروليك را تشكيل مي دهد. مدل Hec-Ras بعنوان يک مدل شناخته شده به منظور شبيه سازي جريان رودخانه در طرح هاي ساماندهي مورد استفاده قرار مي گيرد. تمامي خصوصيات مسطحاتي و رقومي رودخانه با استفاده از نقشه هاي توپوگرافي رودخانه مورد نظر استخراج شده و بطرق مختلف وارد مدل رياضي Hec-Ras مي گردد. اين مدل با تحليل كلي سيستم رودخانه كليه پارامترهاي هيدروليكي جريان را در قالب جداول و نمودارهاي متعدد در اختيار كاربر قرار مي دهد. بررسي وضعيت رودخانه در شرايط موجود منجر به اتخاذ تصميم در خصوص نابساماني هايي كه ممكنست در طول رودخانه تشخيص داده شوند، مي گردد. در صورتي كه ساماندهي رودخانه بروش سازه اي مدنظر باشد، بررسي اثرات سازه هاي ساماندهي بر هيدروليک و ريخت شناسي رودخانه بسيار حائز اهميت بوده و مي بايست جهت تصميم گيري مناسب در خصوص احداث سازه هاي ساماندهي، اثرات آن ها بطور دقيق بررسي گردد، در غير اين صورت ممكنست اين سازه ها در آينده مشكلات جبران ناپذيري به بار آورده و اثري غير قابل تصور و در جهت نابساماني رودخانه داشته باشند. همچنين مقرون به صرفه بودن سازه ها نيز از اولويت هاي اصلي اجرايي بشمار مي رود كه ابعاد سازه و احجام آن در اين امر دخيل است. ذكر اين نكته كه اكثر سازه هاي ساماندهي رودخانه مانند ديوار سيل بند، دايک، آبشكن و حتي اصلاح مقطع رودخانه در طول رودخانه بكار مي روند، ضروريست. با توجه به وضعيت موجود رودخانه تمامی طرح های ساماندهی در محدوده مطالعاتی در مدل هیدرولیکی معرفی گردیده و مورد بررسی هیدرولیکی قرار می گیرند.

## ۲- مواد و روش ها

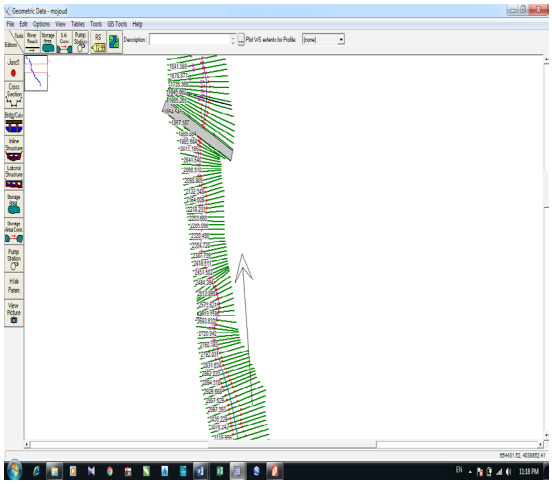
رودخانه‌هاي شرق مازندران در حد فاصل شهرهاي نكا تا آمل قرار داشته و تقريباً تمامي‌آنها داراي جهت شمالي - جنوبي بوده و از ارتفاعات البرز سرچشمه گرفته و به درياي خزر مي‌ريزند. با بررسي انجام شده بر روي نقشه‌هاي موجود، مجموع طول‌اين رودخانه‌ها حدود ۱۰۹۰ كيلومتر است كه بخشي ازاين طول در محدوده كوهستاني بوده و قسمت عمده آن در محدوده دشت مركزي و شرقي مازندران قرار دارد. خاطر نشان مي‌گردد كه رودخانه تالار از بين آن ها به طول ۹۰ كيلومتر در اين تحقيق مد نظر قرار مي‌گيرد.

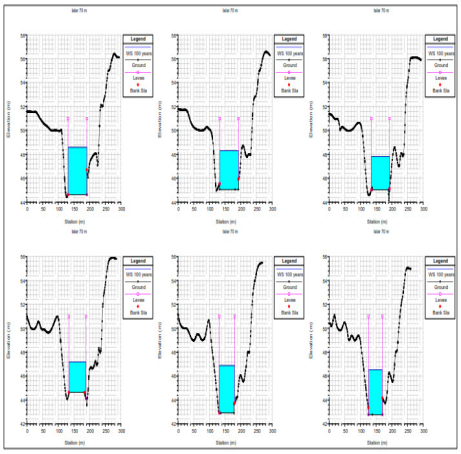
رودخانه تالار از بخش‌هاي شمالي رشته كوههاي البرز ( مناطق كوهستاني سوادكوه،عباس آباد، ورسك، گدوك و كوه چاشم) سرچشمه مي‌گيرد و از شاخه‌هاي متعددي چون كبير ، سرخاب ،بزلا، چرال، شش رودبار،كسيليان، تجون و توجي تشكيل شده و جهت جريان عمومي‌آن از جنوب به شمال مي‌باشد كه پس از گذر از غرب قائم‌شهر و روستاي عرب خيل به درياي خزر مي‌ريزد.

در شكل ۱ محدوده بازه مطالعاتی از رودخانه تالار نشان داده شده است.

شكل ۱ - موقعيت محدوده مطالعاتي رودخانه تالار

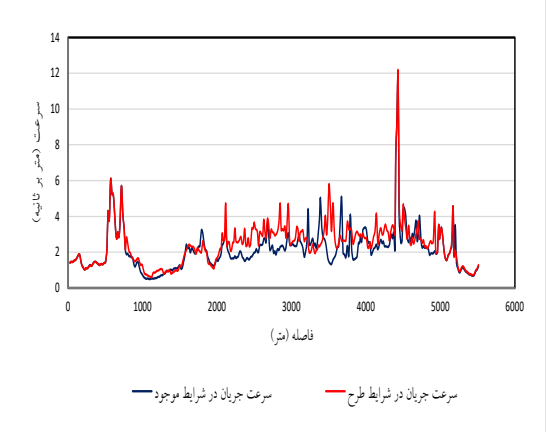
بمنظور تهيه مدل هيدروليكي رودخانه تالار، محدوده مورد نظر با استفاده از نقشه هاي توپوگرافي موجود از منطقه طرح و تهيه مقاطع عرضي وارد مدل Hec-Ras گرديد. سپس شرايط مرزي جريان در سيلاب با دوره بازگشت هاي مختلف به مدل معرفي و پارامترهاي هيدروليكي مورد نظر در شرايط موجود از مدل استخراج شد. سپس با استفاده از نتايج حاصل از بازديد و نقشه های برداشت شده، سازه های ساماندهی به مدل هیدرولیکی معرفی می گردد. پلان و مقاطع عرضي مدل هيدروليكي در اشكال ۲ و ۳ ارائه شده است.



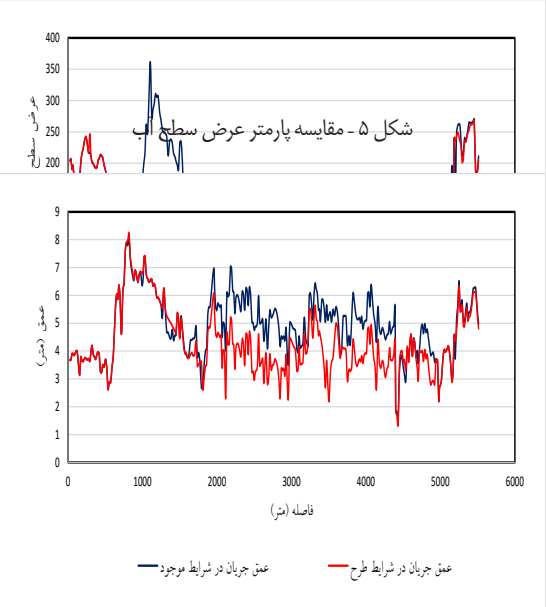


شكل ۳ - نمونه مقاطع عرضي در مدل هيدروليكي در شرايط موجود و طرح هاي ساماندهي

پس از معرفی کلیه سازه های طولی و تقاطعی ساماندهی به مدل نتایج مدل در قالب پارامترهای هیدرولیکی سرعت جریان، عرض سطح آب، عمق جریان و تنش برشی از مدل هیدرولیکی استخراج می گردد. بمنظور معرفی طرح ساماندهی در مدل هیدرولیکی Hec-Ras از ابزار Levee استفاده شده است. اشکال ۴ تا ۷ مقایسه پارامترهای هیدرولیکی در شرایط وجود یا عدم وجود طرح های ساماندهی را نشان می دهند.

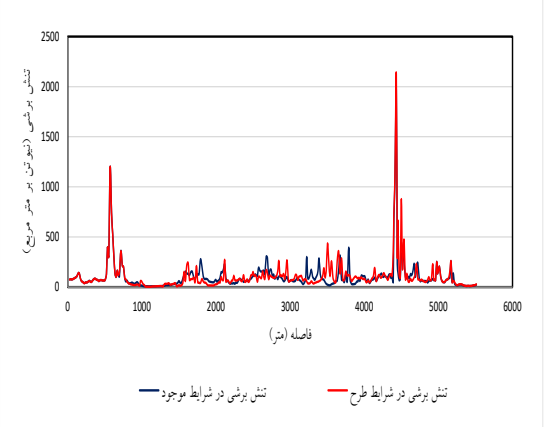



شکل ۴ - مقایسه پارمتر سرعت جریان




شکل ۵ - مقایسه پارمتر عرض سطح آب

شکل ۶ - مقایسه پارمتر عمق جریان




شکل ۷ - مقایسه پارمتر تنش برشی جریان

همانگونه که در اشکال فوق مشاهده می گردد طرح های ساماندهی بخوبی اثر خود را بر پارامترهای هیدرولیکی نشان می دهند، در خصوص سرعت جریان می توان اینگونه اظهار نظر نمود که در طول زیادی از بازه مطالعاتی پس از اجرای طرح افزایش یافته است. عرض سطح آب کاهش قابل ملاحظه ای بعد از اجرای طرح دارد، همچنین تنش برشی بدلیل افزایش سرعت، افزایش قابل توجهی را نشان می دهد. بنابراین با در نظر گرفتن اثرات بلند مدت این طرح ها که فرسایش ناشی از افزایش سرعت و تنش برشی یکی از آن هاست. می بایست راهکارهای اصلاحی برای جلوگیری از اثرات تخریبی ناشی از این سازه ها در نظر گرفت. در ذیل به سازه های مورد نظر در جهت راهکارهای اصلاحی اشاره می گردد.

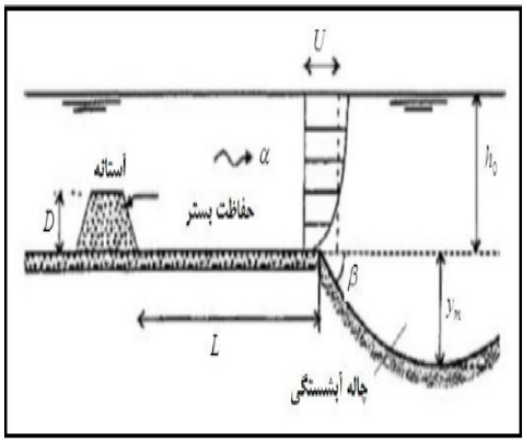
کف بندها

کف بندها، سازه هايي هستند در عرض بستر رودخانه، هم سطح کف بستر ساخته ميشوند. اين سازه بستر آبراهـه را از فرسايش حفاظت مي کند. اين سازه ها در حدود تراز کف طبيعي رودخانه جهت حفاظت بستر رودخانـه، در مقابـل تنش برشي جريان ساخته مي شوند. در شرايطي که سرعت آب به دليل شتاب ايجاد شـده، بـيشتـر شـود، ايـن سـازه از تماس آب با مواد بستر جلوگيري ميکند. به طور کلي دو نوع کف بند وجود دارد: کف بند افقي و شيبدار. از کـف بنـدهاي افقي در جايي که شيب بستر خيلي کم است، استفاده ميشود. اين در حالي است کـه کـف بنـدها ي شـيب دار مخصـوص بسترهاي پرشيب مي باشند. از طرف ديگر کف بندها با اسـتفاده از مصـالحي چـون سـنگ، سـنگ و سـيمان، تـوري سنگي و بتن ساخته ميشوند. بر اين اساس انواع مختلف آن شامل کف بند تورسنگي تشکي، جعبهاي، سنگچـين ، بتنـي، بلوکهاي بتني، بلوکهاي بتني به هم بافته شده، لحاف بتني و کيسههـاي ماسـه اي را مـي تـوان نـام بـرد. شـکل ۸ نمونهاي از کف بند توري سنگي در بستر رودخانه را نشان مي دهد.

شکل ۸ - نمونه اي از کف بند توري سنگي در کنار ديواره سنگي

آستانه

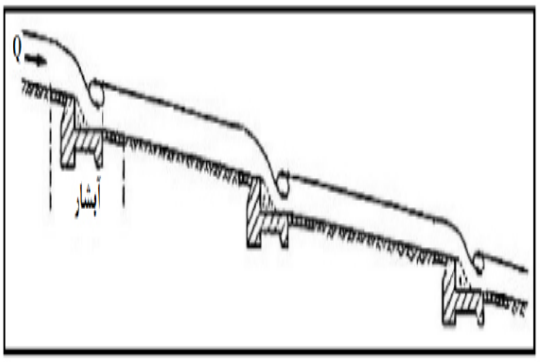
آستانه يكي ديگر از سازههاي تثبيت كننده بستر است و به نحوي در عرض رودخانه ساخته مي شود كه تراز تـاج آن بـا تراز بستر تقريبا يكسان يا بالاتر و كف بستر در بالادست و پايين دست سازه تقريبا يكسان باشد. اين سازه با اسـتفاده از مصالح سنگي، شمعكوبي يا سپري، بتني، گابيون يا توريسنگي و يا به صورت تركيبي از آنها سـاخته مـي شـود. نمونه اي از آستانه نوع شمعكوبي در شكل ۹ نشان داده شده است. اين سازه در كنترل شيب، تراز بستر و تراز سـطح آب و جلوگيري از فرسايش بستر كاربرد فراوان دارد.




شكل ۹ - آستانه نوع شمعكوبي

آبشار يا شيب شكن

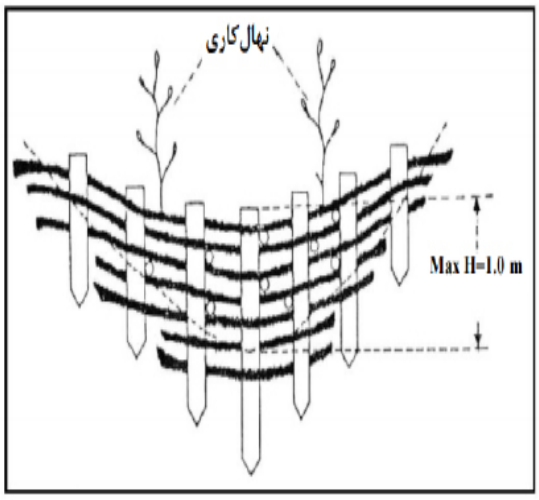
آبشارها سازه هايي هستند كه با ارتفاع كم در عرض رودخانه ساخته مي شوند. اين سازهها معمـولا بـه دو نـوع بـا كف بند و آستانه انتهايي و ديگري با كف بند و بدون آستانه انتهايي تقسيم بندي مـي شـوند. تعـداد آنهـا بـه شـيب رودخانه و ارتفاع سازه بستگي دارد. در شرايطي كه از چند آبشار متوالي استفاده گردد، ارتفاع آنها نسبت به حالـت عادي كاهش مي يابد. از آنجايي كه اين سازهها را با استفاده از بتن، سنگچين، توريسـنگي ، شـمع هـا ي چـوبي و سپرهاي فلزي مي سازند، معمولا عرض مجرا را پوشش ميدهند. براي شيب شكنهاي كوچك و كانالها بـا عـرض كـم، از مصالحي از جنس سنگچين و شمعهاي چـوبي اسـتفاده مـي گـردد. تـوري سـنگي هـا و سـازه هـاي بتنـي معمـولا بـراي شيب شكنهاي بزرگ با عرض جريان زياد به كار مي روند. اين سازهها به منظور كنترل پايين افتادگي بستر و تثبيت تـراز بستر، در مجاري شيبدار استفاده ميگردند. اين سازه ها همچنين به عنوان استهلاك كننده انرژي نيز ساخته ميشـوند و از آبشستگي بستر در بالادست خود جلوگيري مي نمايند. نمونه اي از آبشارهاي متوالي برروي يک سطح شيبدار در شكل ۱۰ نشان داده شده است.




شكل ۱۰ - آبشارهاي متوالي بر روي سطح شيبدار

سدهاي اصلاحي

سدهاي اصلاحي يكي از روشهاي سازهاي براي كنترل فرسايش سطحي بستر رودخانه و تثبيـت آن مـي باشـند. ايـن سدها بر حسب نوع مصالح به كار گرفته شده به انواع مختلفي چون سدهاي چپري، فلـزي سـبک، چـوبي، خشـكه چـين ، سنگ و سيمان و توريسنگي طبقه بندي مي شوند. در شكل ۱۱ نمونه اي از سد اصلاحي چپري نشان داده شده اسـت. اين سدها در آبراهه هاي نواحي كوهستاني به دليل وجود فرسايش زياد و در نتيجه توليد رسوب زياد، كاربرد فراوان دارنـد. با احداث سدهاي اصلاحي مي توان شيب رودخانه را اصلاح نمود و فرسايش كف و جداره رودخانه را مهار كرد. گـاهي اوقات نيز با برداشت شن و ماسه منجر به تغيير شيب و در نهايت كف كني در بالادست مي گردند. لذا احـداث ايـن سـدها در اين نواحي، در مهار فرسايش كف و جداره رودخانه و حفاظت از سازه هـايي مثـل پـل، زمـين هـا و جـاده هـاي حاشـيه رودخانه موثر مي باشد.




شكل ۱۱ - نماي جلويي سد اصلاحي چپري

پوشش ها

پوشش ها از جمله سازه هايي هستند كه جهت حفاظت و تثبيت بستر و كناره رودخانه ها در مقابل فرسايش ناشي از جريـان، بارش باران، موج و تراوش زه آب زيرزميني ساخته مي شوند. اصولا پوشش ها براي حفاظت از هر سطحي كه در معرض فرسـايش رودخانه اي است (نظير شيب كناره، بدنه سازه هاي رودخانه اي و سطوح كف)، مـي تواننـد كـاربرد داشـته باشـند. بـه طـور كلـي پوشش ها به دو دسته نفوذپذير و نفوذناپذير تقسيم مي شوند. در پوشش هاي نفوذپذير دولايـه وجـود دارد. لايـه رويـي كـه لايـه سپر نام دارد و لايه زيرين كه لايه فيلتر ناميده ميشود. اين در حالي است كه در پوشش هاي نفوذناپذير، معمولا نيـازي بـه لايـه فيلتر نيست.

## ۳-نتيجه گيري و پيشنهادات

با توجه با اثرات ناشی از طرح های کنترل سیل که خود به ایجاد فرسایش می انجامد می بایست طرح های اصلاحی ارائه می شد که در فوق به آن ها اشاره گردید. در صورت مشخص شدن نوع فرسایش می بایست نوع و جانمایی سازه بطور دقیق مشخص گردد و بر اساس همان مورد طراحی لازم صورت پذیرد.

## مراجع

[۱] شركت مهندسين مشاور يكم، گزارش‌هاي طرح‌هاي مطالعات مراحل ۱ و ۲ رودخانه هاي شرق مازندران.
[۲] شفاعي بجستان، محمود (۱۳۷۳)، « هيدروليك رسوب».
[۳] حسيني، سيد محمود (۱۳۸۲)، « هيدروليك كانال‌هاي باز».
[۴] ياسي مهدي (۱۳۷۱)، « اصلاح مسير و حفاظت ديوار رودخانه‌هاي سيلابي با روش‌هاي مناسب ساختماني- بيولوژيكي».
[۵] انجمن هيدروليك ايران (۱۳۷۴)، مجموعه مقالات كارگاه كنترل فرسايش در رودخانه‌ها.
[۶] انجمن هيدروليك ايران (۱۳۷۶)، مجموعه مقالات كارگاه مهار سيلاب رودخانه‌ها.

[7] Hemphill, R.W. and Bramley, M.E., (1989), " Protection of river and canal banks ", Ciria.
[8] Chow, V.T., (1959), " Open channel hydraulics ", MC Graw-Hill.
[9] Peterson, M.S., (1986), " River engineering ", Prentice-Hall.
[10] U.S. army/corps of engineers, (1978), Engineer Manual 1110-2-1913, " Design and construction of levees ".
[11] U.S. army/corps of engineers, (1970), Engineer Manual 1110-2-1601, " Hydraulic design of flood control channel ".
[12] U.S. army corps of engineers, (2004), HEC-Ras water surface profiles user manual.