Archive of SID

پژوهش های آبخیزداری شماره ۸۴، پاییز ۱۳۸۸
(پژوهش و سازندگی)

# کنترل چاله فرسایشی در محل تلاقی رودخانه ها با استفاده از صفحات مستغرق

• مهدی زینی وند
عضو هیات علمی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز (نویسنده مسئول)
• محمود شفاعی بجستان
استاد دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز
تاریخ دریافت:فروردین ماه ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۱۳۸۸
تلفن تماس نویسنده مسئول:۰۹۱۸۳۴۲۰۷۱۲
Email:m_Zinivand@yahoo.com

## چکیده

هرچند در خصوص شناخت پدیده آبشستگی مطالعاتی در چند سال اخیر صورت گرفته است ولی در رابطه با نحوه ی کنترل آن مطالعه ای انجام نشده است . Odgaard و همکاران پس از مطالعات گسترده بر روی صفحات مستغرق به منظور کنترل فرسایش و یا به منظور کنترل رسوب ورودی به آبگیرها ، ایده استفاده از این صفحات را برای کنترل فرسایش در محل تلاقی رودخانه ها به صورت شماتیک بیان کرده اند ولی در خصوص ابعاد آن و میزان کارایی صفحات پیشنهادی ارائه نکرده اند . از این رو هدف اصلی این تحقیق ، بررسی کارایی صفحات مستغرق و تعیین بهترین موقعیت و آرایش آنها در محل محل تلاقی رودخانه ها می باشد . برای رسیدن به این هدف ، آزمایشاتی در فلوم آزمایشگاهی انجام گردید. ابتدا شرایط هیدرولیکی برای حداکثر عمق چاله فرسایشی در حالت بدون صفحات تعیین و سپس برای این شرایط هیدرولیکی ، تاثیر ده موقعیت مختلف و زاویه قرارگیری صفحات مستغرق بر حداکثر عمق چاله فرسایشی بررسی و نتایج بدست آمده با نتایج بدون صفحات مقایسه گردید و در انتها مناسب ترین موقعیت و نحوه قرارگیری صفحات ارائه شده است . نتایج این مطالعه نشان می دهد که در صورت طراحی صفحات مستغرق با زاویه ۳۰ درجه و با ابعادی که در این مطالعه بدست آمد و در صورت قرارگیری در موقعیت مناسب می توانند به طور موثری ابعاد چاله فرسایشی را کاهش دهند .

کلمات کلیدی: تلاقی رودخانه ها ، چاله فرسایشی ، آبشستگی ، کنترل فرسایش موضعی ، صفحات مستغرق

www.SID.ir

Archive of SID



Watershed Management Researches (Pajouhesh & Sazandegi) No 84 pp: 81-91

**Optimum location and performance of submerged vanes to control scour depth at river confluence**

*By: M. Zeinivand, Faculty Member , College of Water Science & Engineering , Shahid Chamran University , Ahwaz , Iran (Corresponding Author,Tel:0989183420712)*

*M. Shafai Bejestan, Professor , College of Water Science & Engineering , Shahid Chamran University , Ahwaz , Iran*

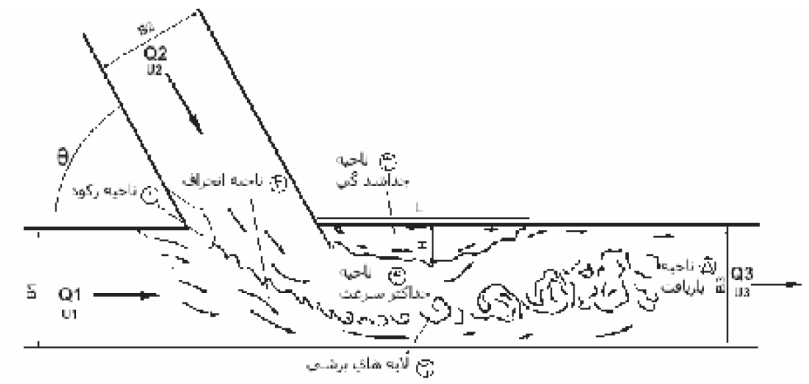
The location where two rivers are joint, is defined as river channel confluence. Due to three dimensional flow structure at channel confluence especially on the downstream mixing of flow, a deep scour hole is developed. At the separation zone downstream of junction corner, a point bar is developed. The scour hole and point bar can cause change in river morphology and can be the main reason for bank instability or failure of the structures near the confluence area. Submerged vanes are those structures which have been developed to control bank erosion. These vanes also have been used to prevent sediment to enter the intakes. However the submerged vanes have not been studied to control scour depth at the river confluence, therefore it is the main purpose of this study to conduct experimental tests to determine the best location and the optimum size and performance of vanes for the purpose of controlling scour at river confluence. To reach the objective of this study, an extensive experimental study was conducted in the hydraulic laboratory of Shahid Chamran University. Tests were conducted in three series of A, B, and C. In series of A the best location was found. In series of B the best hydraulic performance was found and in series of C the best dimensions of vanes were obtained.

From the experimental results, it was found that the best location of the submerged vanes is the downstream left bank of the lateral channel. The vane should be installed at angle of 30 degree. Relations for the height, width and spacing of the vanes are presented.

**Key words:**Submerged vanes , River confluence , Scour depth , Control bank erosion

## مقدمه

فرسـایش بستر در محل تلاقی و تشکیل تپه رسـوب گذاری در پایین دسـت آن ارتباط مسـتقیم به دینامیـک جریان از جملـه تغییرات عمق و سـرعت جریان و همچنیـن ابعاد ناحیه جداشـدگی در این محـل دارند . دینامیک جریان در محل تلاقی رودخانه ها را می توان به صورت شـماتیک مطابق شـکل ۱ نشـان داد. در محدوده تلاقی شـش ناحیه مختلف شامل : (۱) ناحیه رکود (۲) ناحیه انحراف جریان (۳) ناحیه جداشـدگی (۴) ناحیه حداکثر سـرعت (۵) ناحیه بازیافت جریان و (۶) ناحیه لایه های برشی قابل تشخیص می باشد (Best ۱۹۸۷).




شکل۱- الگوی جریان در محل تلاقی کانال های روباز

توسعه مناطق ۱ و ۳ باعث حجیم تر شدن رسوب انباشته شده و افزایش سـرعت در منطقه ۴ باعث عمیق تر شـده چاله فرسایشی و فرسایش شدید سـواحل می شـود که بتدریج ایجاد مئاندر و جابجایی موقعیت سه شاخه را بـه همراه دارد . ضمن اینکه ورود جریان گردابی مشـکلات فراوانی را برای کشـتیرانی ایجاد می کند از اینرو در سال های اخیر مطالعات آزمایشگاهی و صحرایی البته محدودی برای شـناخت بیشـتر الگـوی جریان و وضعیت رسوب گذاری در محل تلاقی انجام شده است که آخرین مطالعه انجام شده در این زمینه به مطالعه شـفاعی بجستان و قبادیان (۱۳۸۶) اشاره کرد . در


www.SID.ir

Archive of SID


این مطالعه تاثیر پارامترهای مختلفی چون نسبت دبی ، عدد فرود و زاویه تلاقی بر شرایط هیدرولیکی جریان و همچنین بر عمق چاله فرسایشی مورد مطالعه آزمایشگاهی قرار گرفته است .

با وجود مطالعات برای شناخت الگوی جریان و فرسایش در محل تلاقی، مطالعاتی برای کنترل آبشستگی انجام نشده است. Odgaard و همکاران (۱۹۹۱) که پدید آورندگان ایده استفاده از صفحات مستغرق هستند ، کاربرد این صفحات را در محل تلاقی رودخانه ها را به صورت شماتیک نیز ارائه کرده اند ولی تاکنون کارایی این صفحات مورد مطالعه آزمایشگاهی یا صحرایی قرار نگرفته است. صفحات مستغرق ، پره های مستغرقی هستند که کاربرد موثر آنها تاکنون در تغییر الگوی جریان و تنش برشی بستر به منظور کنترل فرسایش موضعی قوس های خارجی و در تغییر الگوی حرکت رسوب به منظور کنترل رسوب ورودی به آبگیرها مورد مطالعه بسیاری از محققین قرار گرفته است که از آن جمله می توان به مطالعات ادگارد و وانگOdgaard و Wang (۱۹۹۱) ، وویژن و تاوندسون Voisin و Townsend (۲۰۰۲) ، اداره منابع طبیعی Iowa(۲۰۰۶) ، شفاعی بجستان و فروغی (۱۳۷۰) ، شفاعی بجستان و همکاران (۱۳۸۰) ، اسدی (۱۳۸۰) و ساجدی سابق و همکاران ( ۱۳۸۱) در خصوص کنترل فرسایش سواحل رودخانه ها و به مطالعاتMichell و همکاران (۲۰۰۵) ، Barkdoll و همکاران (۱۹۹۱) ، شفاعی بجستان و بهزادی پور (۱۳۷۹) و خانجانی و همکاران(۱۳۸۱) در رابطه با کنترل رسوب ورودی به آبگیرها اشاره کرد. اهم نتایج اتخاذ شده از این تحقیقات در جدول ۱ ارائه شده است .

**جدول۱- چکیده نتایج مطالعات در خصوص صفحات مستغرق**

| ردیف | نویسندگان | موضوع تحقیق | نوع کار | نتایج مهم |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | Wang و Odgaard | مدیریت رسوب با استفاده از صفحات مستغرق | تئوری | - زاویه قرارگیری صفحات بین ۱۵ تا ۲۵ درجه باشد.<br>- چرخش ایجاد شده توسط پره ها باعث تغییر در مقدار و جهت تنش برشی بستر و در نتیجه پراکندگی توزیع سرعت و عمق و در نتیجه انتقال رسوب می گردد. |
| ۲ | Odgaard (۱۹۹۱) وWang | مدیریت رسوب با استفاده از صفحات مستغرق | کاربردی | - نسبت ارتفاع پره به عمق جریان بین ۰,۲تا ۰,۴ باشد.<br>- نسبت طول به ارتفاع پره بین ۲ تا ۳ باشد .<br>- نسبت فاصله عرضی به ارتفاع پره بین ۲ تا ۳ باشد.<br>- نسبت فاصله طولی به ارتفاع پره بین ۱۵ تا ۳۰ باشد.<br>- نسبت فاصله پره تا ساحل به ارتفاع پره کمتر از ۴ باشد. |
| ۳ | وVoising Townsend (۲۰۰۲) | بررسی آزمایشگاهی صفحات مستغرق در قوس های باریک | آزمایشگاهی | - صفحات مستغرق با کم کردن فرسایش باعث تثبیت کف کانال می شوند.<br>-اگرنسبت ارتفاع پره به عمق جریان کمتر از ۰,۳۵ باشد ، نتیجه رضایتبخش است.<br>-اگر نسبت عرض پره به عرض کانال ۰,۳۳ باشد نتیجه رضایتبخش است. |
| ۴ | Jowa Department of Natural resources (۲۰۰۶) | چگونه فرسایش را کنترل کنیم | صحرایی | - روش های متنوع و ارزان قیمتی برای کنترل فرسایش وجود دارد که با توجه به مصالح در دسترس موجود ، روش لازم انتخاب می شود.<br>- کاربرد صفحات با استفاده از الگوی ادگارد نتیجه بسیار خوبی جهت کنترل فرسایش در محل قوس رودخانه ها دارد. |
| ۵ | شفاعی بجستان و فروغی و بنی رفی و بنی حبیب و ساجدی سابق(۱۳۸۰) | کاربرد صفحات مستغرق جهت ساماندهی و تثبیت رودخانه های فصلی | آزمایشگاهی | - اگر صفحات با زاویه ۲۰ درجه نصب شوند بهترین نتیجه بدست خواهد آمد.<br>- جهت بدست آمدن نتیجه بهتر ، نسبت ارتفاع پره به عمق جریان بین ۰,۳ تا ۰۴۱ انتخاب شود.<br>- اگر نسبت طول به ارتفاع پره برابر ۳ انتخاب گردد ، نتیجه بهتری بدست می آید.<br>- نسبت فاصله طولی به ارتفاع صفحات ، اگر برابر ۳۰ باشد راندمان بالاتر است. |


www.SID.ir

Archive of SID



ادامه جدول شماره ۱

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ۶ | اسدی(۱۳۸۰) | بررسی اثر فاصله عرضی بین صفحات مستغرق روی توزیع سرعت عرضی ایجاد شده در نزدیکی بستر رودخانه | آزمایشگاهی | چنانچه فاصله عرضی بین صفحات از طرف مرکز به سمت جداره کاهش پیدا کنند ، مقدار سرعت عرضی و تنش برشی افزایش می یابد و راندمان کارایی صفحات بالا می رود. |
| ۷ | یونسی و امید و ساجدی سابق(۱۳۸۱) | تاثیر آرایش طولی صفحات مستغرق بر روی تغییر مورفولوژی بستر رودخانه در مجاورت آبگیرهای ثقلی | آزمایشگاهی | - آرایش طولی صفحات در فواصل ۳ تا ۶ برابر ارتفاع صفحات ، باعث تغییر مسیر خط القعر رودخانه می شود و نتایج راندمان بهتری در فصول کم آبی بدست می آید . |
| ۸ | شفاعی بجستان و فروغی(۱۳۷۰) | استفاده از صفحات مستغرق در حفاظت و تثبیت سواحل رودخانه | صحرایی | - جریان های ثانویه ناشی از آرایش منظم قویتر از جریان های ثانویه ناشی از آرایش زیگزاگ بوده و تاثیر صفحات مستغرق با آرایش منظم بر تغییر تغییر مورفولوژی بستر رودخانه ، در مقایسه با آرایش زیگزاگ ، بیشتر است . |
| ۹ | Michell و Muste و Ettema (۲۰۰۵) | کنترل رسوب در آبگیر یک ایستگاه حرارتی در محل یک رودخانه کوچک | صحرایی و آزمایشگاهی | - نسبت فاصله طولی به ارتفاع صفحات اگر برابر ۴ انتخاب شود ، نتیجه بهتری در مقایسه با نتایج حاصل از ۳ و ۶ می دهد. |
| ۱۰ | Barkdoll و Ettema و Odgaard(۱۹۹۱) | کنترل رسوب جلوی آبگیر با استفاده از پره های مستغرق | آزمایشگاهی | استفاده از صفحات مستغرق ، که با الگوی طراحی Odgaard ساخته شوند ، نتایج بسیار خوبی در تثبیت سواحل رودخانه کرخه داشته است. |
| ۱۱ | خانجانی و مونسی سرخه (۱۳۸۱) | میکرومدل در مطالعه روند رسوب گذاری آبگیر رودخانه با استفاده از صفحات مستغرق | آزمایشگاهی | اگر آرایش صفحات مطابق الگوی طراحی Odgaard باشند، استفاده از پره های مستغرق کمک شایانی به کنترل رسوب ورودی به دهانه آبگیر می کند. |

همان طور که از جدول ۱ استنباط می گردد ، موقعیت صفحات مستغرق ، زاویه قرارگیری آنها ، ابعاد صفحات و فاصله بین صفحات از جمله پارامترهای مهمی بوده است که مورد توجه محققین قرار داشته است و این نشان می دهد که این پارامترها نقش موثری در کارایی صفحات مستغرق دارند. از این رو ضروری است تا قبل از کاربردی کردن ایده استفاده از صفحات مستغرق در کنترل چاله فرسایشی در محل تلاقی رودخانه ها ، این صفحات در محل تلاقی ، مورد مطالعه آزمایشگاهی قرار گیرند و پارامترهای طراحی مورد نیاز استخراج گردند که هدف اصلی این تحقیق می باشد .

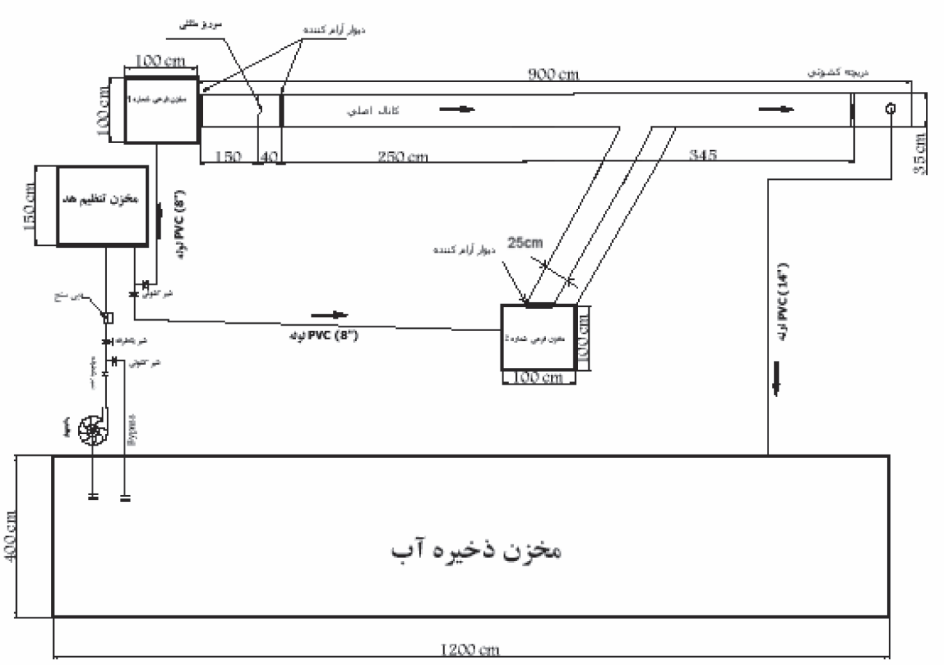
## مواد و روش‌ها

ر برای رسیدن به اهداف این تحقیق نیاز به امکانات آزمایشگاهی می باشد که ابتدا این امکانات ارائه و سپس نحوه انجام آزمایشات بیان می شود . تجهیزات آزمایشگاهی که در این تحقیق بکار رفته است شامل مخزن ذخیره , ایستگاه پمپاژ و متعلقات , مخزن تامین هد , مخازن فرعی , وسایل اندازه گیری دبی و عمق جریان و نهایتا وسایل تنظیم دبی و عمق جریان می باشد. بخشی از این تجهیزات در شکل ۲ ارائه شده است.


www.SID.ir

Archive of SID






**شکل۲- شماتیک تجهیزات ازمایشگاهی مورد استفاده**

برای ساخت صفحات مستغرق از ورقه های آلومینیوم به ضخامت ۱ میلی متر استفاده گردید. این ورقه ها در ابعاد مورد نظر برش داده و درون شیارهایی که در ورقه پلکسی گلاس ایجاد شده بود قرار می گرفتند تا در حین آزمایش جابجا یا تغییر زاویه ندهند . شیارها با توجه به زاویه قرارگیری و موقعیت صفحات ایجاد می شدند . سپس صفحه پلکسی گلاس همراه با صفحات مستغرق آلومینیومی در بستر فلوم و در مکان مورد نظر قرار می گرفت و روی آن با رسوبات بستر پوشیده می شد . در این مطالعه از رسوب یکنواخت با اندازه ثابت۱/۹۵ میلیمتر و ضخامت ۱۲ سانتی متر استفاده گردید .

با توجه به اینکه تاکنون هیچ مطالعه ای در زمینه کنترل فرسایش در محل تلاقی رودخانه ها با استفاده از صفحات مستغرق انجام نگرفته است و هیچ گونه ایده ای از مکان نصب صفحات وجود نداشت ، سری اول آزمایش های این مطالعه به پیدا کردن بهترین مکان جهت نصب صفحات اختصاص

| نام آزمایش | Q۲ دبی شاخه فرعی ( لیتر در ثانیه ) | Q۱ دبی شاخه اصلی ( لیتر در ثانیه ) | Fn عدد فرود پایین دست | H عمق جریان ( سانتی متر ) | ds حداکثر عمق آبشستگی ( سانتی متر ) |
|---|---|---|---|---|---|
| N۱ | ۱۳/۳۳ | ۶/۶۶ | ۰/۴ | ۱۲/۷ | ۴/۱ |
| N۲ | ۱۰ | ۱۰ | ۰/۴ | ۱۲/۷ | ۵/۲ |
| N۳ | ۶/۶۶ | ۱۳/۳۳ | ۰/۴ | ۱۲/۷ | ۷/۲ |
| N۴ | ۱۰ | ۱۰ | ۰/۵۸ | ۹/۹ | ۸/۶ |
| N۵ | ۱۰ | ۱۰ | ۰/۷ | ۸/۸ | ۸/۷ |

**جدول۲- شرایط هیدرولیکی آزمایشات بدون صفحات مستغرق (شفاعی بجستان و قبادیان ، ۱۳۸۶)**


www.SID.ir

Archive of SID



داده شـد. همچنین چون بهینه کردن پارامترهای صفحات مستغرق ( زاویه قـرار گیـری ، طول و فاصله طولـی صفحات) باید در شـرایط هیدرولیکی یکسـان صورت گیرد ، سـری دوم آزمایش ها به پیدا کردن بهترین و موثر ترین شرایط هیدرولیکی اختصاص داده شد. در آزمایش های سری سوم با ثابت نگاه داشـتن مکان نصب صفحات و همچنین ثابت نگاه داشتن شرایط هیدرولیکی ، پارامترهای زاویه نصب صفحات ، طول و فاصله طولی صفحات تغییر داده شد .

از آنجاییکه پارامتر اصلی در طراحی صفحات مطابق الگوی ادگارد ، شـرایط هیدرولیکی جریان می باشـد لذا از آزمایشـات انجام شـده توسط شفاعی بجسـتان و قبادیان (۷) ، که در شرایط بدون صفحات اجرا شدند ، تعداد ۵ آزمایش ،که در زاویه تلاقی ۶۰ درجه انجام گرفته ، انتخاب گردید. آزمایشات انتخاب شـده دارای امتیازات مناسبی بودند. از جمله اینکه دامنه مناسبی از عدد فرود پایین دست و همچنین نسبت دبی شاخه فرعی به دبی کل را در بر داشتند. مشخصات این آزمایش ها در جدول۲ ارائه شده است .

همانطور که از جدول۲ مشـاهده می گردد ، بیشـترین عمق فرسـایش در آزمایـش N۵ رخ می دهد. لذا شـرایط هیدرولیکی حاکـم برآزمایش N۵ جهت شروع آزمایشات سری اول این مطالعه انتخاب گردید .

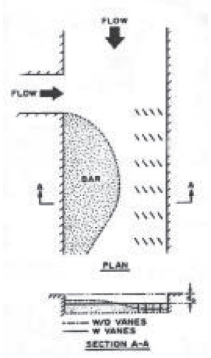
برای شـروع آزمایش ها لازم بود تا ابتدا ابعاد صفحات تعیین گردد که برای این منظور از توصیه های سـایر محققین استفاده شد. هرچند این توصیه ها برای اهداف دیگری همچون کنترل فرسـایش سـواحل و یا کنترل رسـوب ورودی به آبگیر بوده است ولی به دلیل نداشتن ایده ای و بنا به ضرورت این تصمیم اتخاذ گردید . بدیهی است در طول آزمایش ها ابعاد دیگری آزمایش شـده اند. با توجـه به این توضیح ابعاد صفحات مسـتغرق با در نظر گرفتن نسبت های زیر انتخاب شدند :

$$\alpha = 20^{\circ}$$

$H/y=۰/۳۰$ $L/H=۰/۳$ $S/H=۸$

در ایـن روابط ،y بیانگرعمق جریان ، H ارتفاع صفحات ، L طول صفحات ، زاویه قرار گیری صفحات و S بیانگر فاصله طولی صفحات می باشـد. در ایـن مطالعه با توجه بـه اینکه عمق جریان در پایین دسـت محل تلاقی ۹ سانتی متر می باشد لذا ارتفاع صفحات برابر۲/۷ سانتی متر و طول صفحات ۸ سانتی متر و فاصله طولی ۲۰ سانتی متر انتخاب گردید.

موقعیـت اولیه قرارگیری صفحات نیز با توجـه به توصیه هایodgaard و



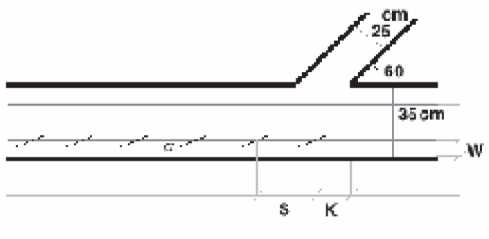

شکل۳- مکان پیشنهادی جهت نصب صفحات (۱۲)

همکاران(۱۲) به صورت آنچه که در شکل ۳ نشان داده شده است ، انتخاب گردید .

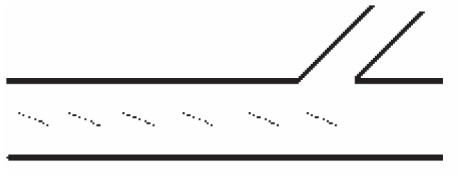
همچنین تعداد صفحات برای شروع آزمایشات ، ۶ عدد و در یک ردیف در نظر گرفته شد.

**آزمایش های سری اول :**

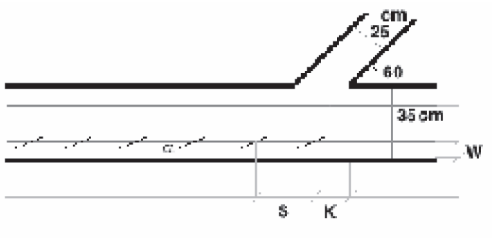
در سـری اول تعـداد ده آزمایش با نـام های R۱ تا R۱۰ و تحت شـرایط هیدرولیکی یکسـان منطبق بر آزمایش N۵ جـدول۲ انجام گرفت . هدف اصلـی از انجام این آزمایش ها تعیین بهترین موقعیت صفحات بود . شـکل ۴ موقعیت های هر آزمایش را نشـان می دهد . نحـوه انجام آزمایش بدین صورت بود که پس از آماده کردن صفحات بنحوی که قبلا اشـاره شد و قرار گیری رسـوب در بسـتر فلوم ها ، پمپ روشن و جریان آب به آرامی به فلوم وارد گردید . در این زمان دریچه پایین دسـت بسـته بود . با افزایش عمق جریان در فلوم بطور همزمان شـیر ورودی به آهسـتگی باز و دریچه پایین دسـت نیز باز می گردید تا اینکه هم دبی ورودی و هم عمق پایین دسـت در حـد مورد نظر قرار می گرفت . این شـرایط برای مدت یک سـاعت نگه داشـته می شد . زمان یک ساعت بر اساس نتایج شفاعی بجستان و قبادیان (۱۳۸۶) انتخـاب گردید. آنها در مطالعـات خود آزمایش هایی با زمان های




الف ) آزمایش R۱



ب) آزمایش R۲

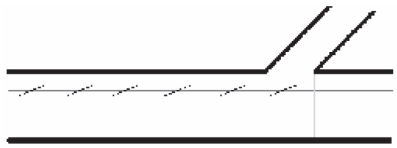



ج ) آزمایش R۳


پژوهش های آبخیزداری www.SID.ir

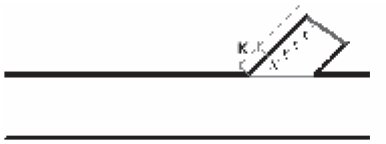
Archive of SID



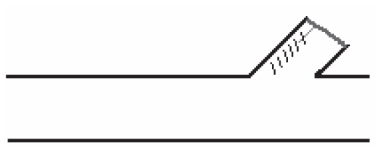


د ) آزمایش R۴

ه ) ازمایش R۵

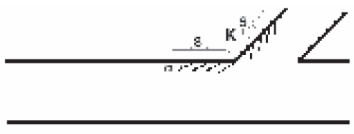


و ) آزمایش R۶

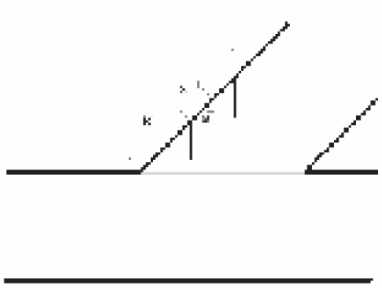


ز ) ازمایش R۷

ح ) آزمایش R۸



ط ) آزمایش R۹



ی ) آزمایش R۱۰

**شکل ۴- موقعیت قرارگیری صفحات در آزمایش های سری اول**

متعـدد انجـام دادند و نتیجه گرفتند که ۹۸ درصد عمق فرسـایش در یک ساعت اولیه حاصل می گردد .

**آزمایش های سری دوم** در این سری تعداد ۵ آزمایش به منظور تعیین بهترین شـرایط هیدرولیکی که بیشـترین کارایی را دارد انجام شـد . کلیه آزمایش ها در موقعیتی که از نظر فرسایش ، کمترین عمق فرسایش را ایجاد کرده بودند ولی برای شرایط هیدرولیکی متفاوت انجام گرفت . این موقعیت با توجه به نتایج سری اول بدست آمد .

**آزمایش های سـری سوم** در این مرحله از مطالعه ، با ثابت نگاه داشتن مکان قرارگیری صفحات ، که از آزمایشـات سـری اول تعیین گردید و ثابت نگاه داشـتن شرایط هیدرولیکی ، که از آزمایشـات سری دوم بدست آمد ، پارامترهـای زاویه قرارگیری صفحات ، طـول و فاصله طولی صفحات بهینه گردید . کلیه آزمایش های این سری دو بار تکرار شدند و از میانگین نتایج آنها استفاده شد . در این مرحله برای بهینه سازی زاویه قرارگیری صفحات تعداد هشـت آزمایش با زوایـای ۱۵ و ۳۰ و ۴۵ و ۶۰ درجه انجام گردید . برای بهینه سـازی پارامتر طول صفحات تعداد شش آزمایش و برای بهینه سازی پارامتر فاصله طولی صفحات تعداد چهار آزمایش انجام گرفت .

## نتایج و بحث

### بهترین موقعیت قرارگیری صفحات

آزمایش R۱ بـا توجه به موقعیت پیشـنهادی Odgaard و همکاران

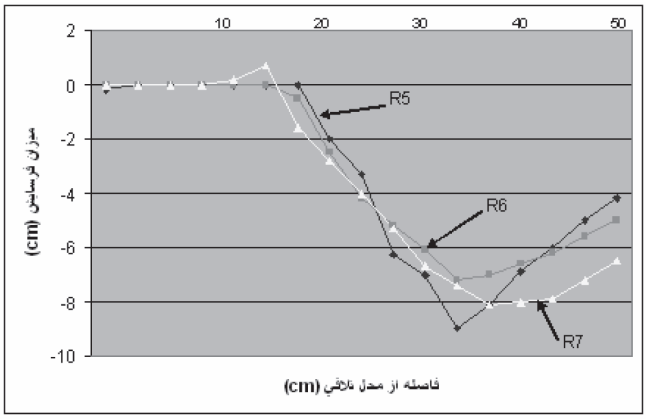


www.SID.ir

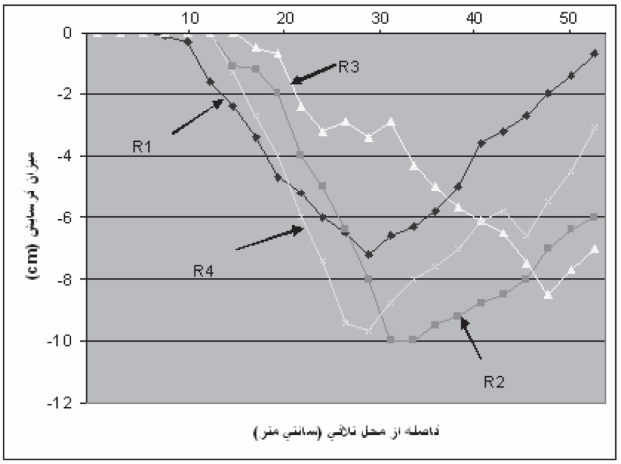
Archive of SID



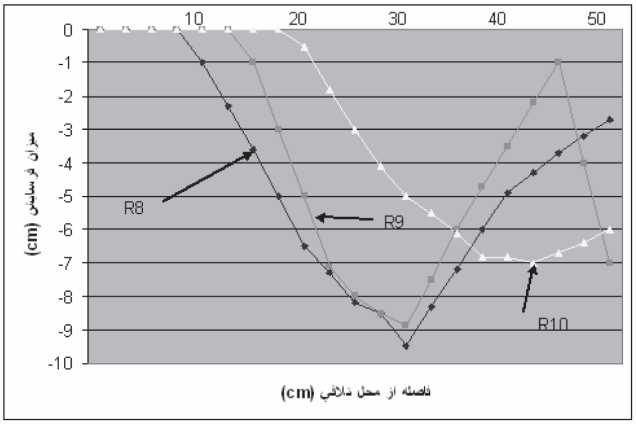
اولین آزمایشی بود که نتایج حاصل از آن نشان می دهد که عمق آبشستگی ۱۷/۲ درصد کاهش داشته اســت (جدول ۳) وجود صفحات مستغرق باعث می شد تا گرداب قوی در اطراف صفحات ایجاد شود و عمق آبشستگی زیادی را ایجاد نماید . همچنین باعث می شد تا طول حفره آبشستگی افزایش یابد . شکل (۵ – الف ) پروفیل طولی چاله فرسایشی را نشان می دهد برای این منظور گزینه های دیگری مورد بررســی قرار گرفتند . در تمام گزینه هایی که صفحات در کانال اصلی قرار داشــتند تقریبا نتایج مشابهی اتخاذ شد . از طرفی از آنجا که چاله فرسایشــی ایجاد شــده به دلیل تشکیل گرداب های قوی در ناحیه ۴ و بدلیل فشــردگی جریان در ناحیه ۳ از شکل ۱ می باشد. لذا تصمیم گرفته شــد تا صفحات در انتهای فلوم فرعی و در ســاحل سمت راســت قرار گیرند تا با انحراف جریان به ســمت مرکز فلوم از شدت گرداب




ب ) پروفیل طولی چاله آبشستگی از R۵ تا R۷




الف ) پروفیل طولی چاله آبشستگی از R۱ تا R۴




ج) پروفیل طولی چاله آبشستگی از R۸ تا R۱۰

شکل ۵ – پروفیل طولی چاله آبشستگی

جدول۳ – نتایج آزمایشات فاز اول

| | R۱ | R۲ | R۳ | R۴ | R۵ | R۶ | R۷ | R۸ | R۹ | R۱۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ | --- | ۹/۷ | ۱۳/۵ | ۴/۶ | ۶/۸ | ۶/۸ |
| S | ۲۰ | ۲۰ | ۲۰ | ۲۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۵ | ۵ | ۲/۵ | ۲/۵ |
| W | ۸/۷ | ۱۷/۵ | ۱۷/۵ | ۲۶/۲ | ۲۶ | ۶/۲ | ۶/۲ | -- | -- | -- |
| a | ۲۰ | -۲۰ | ۲۰ | ۲۰ | ۲۰ | ۴۰ | ۴۰ | ۹۰ | ۴۵ | ۴۵ |
| L | ۸ | ۸ | ۸ | ۸ | ۴ | ۴ | ۸ | ۴ | ۴ | ۴ |
| N | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ | ۴ | ۶ | ۸ | ۸ | ۴ |
| ds | ۷/۲ | ۱۰ | ۸/۵ | ۹/۷ | ۹ | ۷/۲ | ۸/۱ | ۹/۵ | ۸/۹ | ۷ |
| □R | ۱۷/۲ | -۱۴/۹ | ۲/۳ | -۱۱/۵ | -۳/۴ | ۱۷/۲ | ۶/۹ | -۹/۲ | -۲/۳ | ۱۹/۵ |


www.SID.ir

Archive of SID



هـای منطقه ۴ بکاهد . از این رو آزمایش های R۵ الی R۱۰ انجام گردید . نتایج این آزمایشات در جدول۳ ارائه شده است . متغیرهای موجود در شکل ۴ در جدول ۳ نشان داده شده اند . N عبارتست از تعداد صفحات و ds نیز حداکثر عمق فرسایش ( بر حسب سانتی متر ) مشاهده شده در محل تلاقی می باشـد . مقدار R٪ عبارتسـت از درصد کاهش یا افزایش عمق آبشستگی در مقایسه با حالت بدون صفحات می باشد

با توجه به مشاهدات انجام شده و مقایسه پروفیل طولی چاله آبشستگی در آزمایشهای مختلف و همچنین مقادیر درصد کاهش عمق چاله فرسایشی یا مقادیر R٪ در جدول ۳ ، موقعیت نشـان داده شـده در شـکل (۴- ی) کـه آزمایش R۱۰ می باشـد ، مناسـبترین موقعیت می باشـد . همچنین پارامترهای K و S و W و در شـکل (۴ – الف ) نشـان داده شـده اند . پارامترهای K و S و W بر حسب سانتی متر و L نیز طول صفحات بر حسب سانتی متر می باشد .

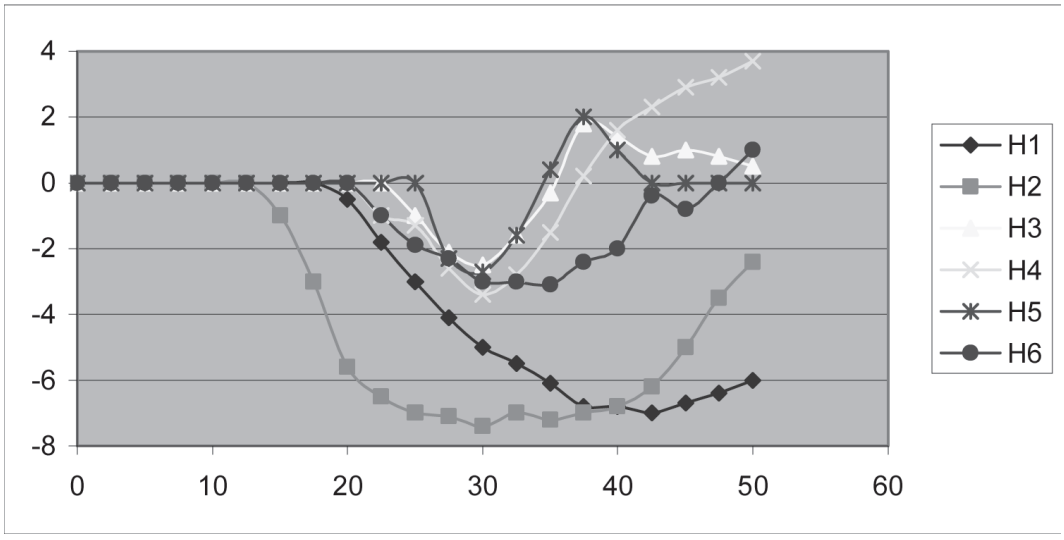
پـس از تعییـن موقعیت مناسـب صفحات ، آزمایشـهایی با شـرایط هیدرولیکی متفاوت ، سه نسبت دبی و سه عدد فرود متفاوت ، انجام گردید و حداکثر عمق چاله فرسایشی نیز محاسبه گردید . همچنین درصد کاهش عمق آبشستگی مشخص شد که نتایج در جدول ۴ ارائه شده اند .

**جدول۴ - آزمایشات تعیین شرایط هیدرولیکی**

| نام آزمایش | شرایط هیدرولیکی | | ds | R٪ |
|---|---|---|---|---|
| | Qr | Fn | | |
| H۱ | ۱ | ۰/۷ | ۷ | ۱۹/۵ |
| H۲ | ۱ | ۰/۵۸ | ۷/۴ | ۱۳/۹ |
| H۳ | ۱ | ۰/۴ | ۲/۵ | ۵۱/۹ |
| H۴ | ۰/۵ | ۰/۴ | ۳/۴ | ۵۲/۷ |
| H۵ | ۲ | ۰/۴ | ۲/۷ | ۳۴/۱ |
| H۶ | ۰/۵ | ۰/۴ | ۳/۱ | ۵۶/۹ |

آزمایش H۶ تکرار آزمایش H۳ می باشد .

نیمرخ طولی بسـتر برای آزمایشـات H۱ الی H۶ در شـکل (۶) نشان




**شکل۶ - نیمرخ طولی چاله آبشستگی در آزمایش های سری دوم**


www.SID.ir

Archive of SID



داده شده است .

هرگاه نسبت دبی شـاخه اصلی دبی شاخه فرعی برابر ۰،۵ و عدد فرود پایین دسـت۰/۴ باشد صفحات مستغرق بیشترین کارایی را در کنترل چاله فرسایشی دارند . بطوریکه در این شرایط عمق چاله فرسایشی ۵۲/۷ و ۵۶/۹ درصد و یا بطور میانگین ۵۴/۸ درصد کاهش داشته است . توجه شود که با افزایش عدد فرود ، کارایی صفحات مسـتغرق کاهش می یابد و این به دلیل انتقال تپه رسوب گذاری در اثر افزایش سرعت جریان در پایین دست محل تلاقی می باشـد که باعث افزایش عمق چاله فرسایشـی می شود . از این رو آزمایشهای سری سوم در این شرایط هیدرولیکی انجام خواهد گرفت .

### تعیین زاویه قرارگیری صفحات

بـه منظور تعین زاویه مناسـب تعـداد چهار آزمایش انجام شـد و هر آزمایـش دو بار تکـرار گردید . همچنین جدول۵ مقدار عمق آبشسـتگی و نیز درصد کاهش عمق آبشسـتگی در هر زاویه را نشان می دهد . همانگونه کـه ملاحظـه می گردد در زاویـه ۳۰ درجه کمترین عمق آبشسـتگی و یا بیشـترین کاهش در عمق آبشستگی ایجاد شده اسـت . البته در مقایسه با نتایج محققین دیگر که در خصوص کاربرد صفحات برای کنترل فرسـایش و یا کنترل رسوب ورودی به دهانه آبگیر این زاویه کمی ( ۵ درجه ) بیشتر است . در زوایای بیشتر به دلیل انحراف جریان به مرکز کانال اصلی ، قدرت گرداب های منطقه ۴ از شـکل۱ ، افزایش و در نتیجه عمق چاله فرسایشی هرچند که نسبت به حالت بدون صفحات کاهش می یابد ولی میزان کاهش

جدول۵ – نتیجه آزمایشات تعیین زاویه قرارگیری صفحات

| $\alpha^{\circ}$ | ds | R% |
|---|---|---|
| ۱۵ | ۵/۵ | ۴۰/۲ |
| ۳۰ | ۶/۶ | ۵۰/۰ |
| ۴۵ | ۴/۸ | ۳۴/۷ |
| ۶۰ | ۵/۹ | ۱۸ |

کمتر از زاویه ۳۰ درجه است .

در نتیجه همان گونه که اشـاره شد درصد راندمان کارایی صفحات ، در زاویه ۳۰ درجه از همه بیشتر است و این زاویه به عنوان زاویه بهینه انتخاب می شـود و از این پس ، در آزمایشـات باقی مانده ، زاویـه ۳۰ درجه مورد استفاده قرار می گیرد.

### تعیین طول صفحات

در این بخش پارامتر طول صفحات ، با ثابت نگاه داشـتن نسـبت طول بـه فاصلـه طولی صفحات برابر واحـد ، بهینه می گردد. جـدول زیر بیانگر

جدول۶ – نتایج حاصل از آزمایش های تعیین طول

| L | S | $\frac{L}{S}$ | $\frac{L}{H}$ | $\frac{S}{H}$ | ds | R% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۳ | ۳ | ۱ | ۱/۱ | ۱/۱ | ۳/۸ | ۴۷/۲ |
| ۴ | ۴ | ۱ | ۱/۴۸ | ۱/۴۸ | ۳/۶ | ۵۰ |
| ۵ | ۵ | ۱ | ۱/۸۵ | ۱/۸۵ | ۴ | ۴/۴۴ |

آزمایشات صورت گرفته و نتایج حاصله می باشد.

ملاحظه می گردد که در شـرایط اجرای این آزمایشـات ، در نسـبت $\frac{S}{H}$=۱/۴۸ و $\frac{L}{H}$=۱/۴۸ صفحات بیشترین راندمان را دارند .

### تعیین فاصله بین صفحات

در ایـن مرحلـه بـا اسـتفاده از نتایج آزمایـش های قبلی کـه در آن $\frac{L}{H}$=۱/۴۸ بدست آمد ، با تغییر پارامتر نسبت طول به فاصله طولی صفحات ، به بهینه سـازی پارامتر فاصله طولی پرداخته شده است. جدول زیر بیانگر

جدول۷ –نتایج حاصل از آزمایشهای تعیین فاصله بین صفحات

| L | S | $\frac{L}{S}$ | $\frac{L}{H}$ | $\frac{S}{H}$ | ds | R% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۴ | ۲ | ۲ | ۱/۴۸ | ۰/۷۴ | ۲/۶ | ۶۳/۸ |
| ۴ | ۴ | ۱ | ۱/۴۸ | ۱/۴۸ | ۳/۶ | ۵۰ |
| ۴ | ۶ | ۰/۶۶ | ۱/۴۸ | ۲/۲۲ | ۳ | ۵۸/۳ |
| ۴ | ۸ | ۰/۵ | ۱/۴۸ | ۲/۹۶ | ۴/۱ | ۴۳ |

این سری از آزمایشات و نتایج حاصله می باشد .

همان گونه که مشاهده می گردد هر گاه طول صفحات دو برابر فاصله طولی صفحات باشد ، شاهد بیشترین راندمان کارایی صفحات می باشیم.

## نتیجه‌گیری

صفحات مستغرق تاکنون جهت کنترل فرسایش در محل قوس خارجی رودخانه ها و همچنین در محل آبگیرها جهت کنترل رسوب ورودی به دهانه آبگیر مورد اسـتفاده قرار گرفته اند. در این مطالعه برای اولین بار ، صفحات در محل تلاقی رودخانه ، جهت کنترل چاله فرسایشـی مورد اسـتفاده قرار گرفتنـد. کارایی صفحات در محـل قوس خارجی رودخانه ها و همچنین در محل آبگیرها مربوط به چرخش جریان در محل صفحات و پایین دست آنها می باشـد . اما در این مطالعه از کارایی دیگر صفحات استفاده گردید که در واقع انحراف جریان می باشد. در واقع صفحات با انحراف جریان و استهلاک انرژی جریان فرعی ورودی به شـاخه اصلی ، در محل تلاقی رودخانه ها ، از میزان تنش های برشی در بستر رودخانه کاسته می کاهند و عمق فرسایش در محل تلاقی را کاهش می دهند. بطور خلاصه نتایج زیر را می توان از این مطالعه استخاج کرد :

– مناسـبترین موقعیت قرارگیری صفحات ، قرارگیـری آنها در انتهای کانال فرعی ساحل سمت راست می باشد .

– مناسبترین زاویه نصب صفحات برابر ۳۰ درجه می باشد .

– طول مناسـب صفحات در شـرایطی که نسبت طول پره به ارتفاع پره ۱/۴۸ باشد تعیین گردید .

– در رابطـه با فاصله طولی صفحات ملاحظه شـد هر گاه فاصله طولی


www.SID.ir

Archive of SID


صفحات ، نصف طول صفحات باشد کارایی بیشتری دارند .
با توجه به اینکه عمق جریان در محل نصب صفحات تقریبا ۹,۵ سانتی

جدول۸ - خلاصه نتایج این تحقیق

| پارامتر | الگوی طراحی |
|---|---|
| زاویه قرارگیری صفحات ($\alpha^\circ$) | ۳۰ |
| ارتفاع صفحات (H) | $\frac{H}{y}=\frac{2.7}{9.5}=0.28$ |
| طول صفحات (L) | $\frac{L}{H}=\frac{4}{2.7}=1.48$ |
| فاصله طولی صفحات (S) | $\frac{S}{H}=\frac{2}{2.7}=0.74$ |

متر می باشد ، جدول ۸ خلاصه نتایج این تحقیق را نشان می دهد .
مشاهده می گردد که با توجه به شرایط هیدرولیکی خاصی که در منطقه تلاقی وجود دارد تنها زاویه قرارگیری صفحات و ارتفاع صفحات تقریبا مشابه الگوی ادگارد بدست آمد و طول و فاصله طولی صفحات متفاوت از آن بدست آمد .

## تشکر و قدردانی

بدینوسیله از سازمان آب و برق خوزستان ، دفتر تحقیقات و استاندارد شبکه های آبیاری و زهکشی بخاطر تامین بخشی از هزینه های این مطالعه تشکر و قدردانی می گردد

## منابع مورد استفاده

۱- اسدی،مهرداد(۱۳۸۰)بررسی اثر فاصل عرضی بین صفحات مستغرق روی توزیع سرعت عرضی ایجاد شده در نزدیکی بستر رودخانه"، کنفرانس بین المللی سازه های هیدرولیکی ،دانشگاه شهید باهنر کرمان.
۲- خانجانی، محمدجواد، مونسی سرخه ، محمود (۱۳۸۱) میکرو مدل در مطالعه روند رسوب گذاری آبگیر رودخانه با صفحات مستغرق"، ششمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۳- ساجدی سابق، مسعود، امید ، محمدحسین، یونسی، حجت ا... (۱۳۸۱) تاثیر آرایش طولی صفحات مستغرق بر تغییر مورفولوژی بستر رودخانه در مجاورت آبگیرهای ثقلی"، ششمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز
۴- شفاعی بجستان، محمود و فروغی، عبدالمجید(۱۳۷۰) استفاده از صفحات مستغرق در حفاظت و تثبیت سواحل رودخانه " ، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، گروه تاسیسات آبیاری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس
۵- شفاعی بجستان ، محمود و ع. بهزادی پور(۱۳۷۹) بررسی رسوب گذاری در ایستگاه پمپاژ طرح امیرکبیر و میرزا کوچک خان " گزارش نهایی طرح تحقیقاتی شورای پژوهشهای علمی کشور، کمیسیون آب
۶- شفاعی بجستان، محمود، فروغی، عبدالمجید، بنی رضی ، محمد ، ساجدی سابق ، مسعود(۱۳۸۰)کاربرد صفحات مستغرق جهت ساماندهی و تثبیت رودخانه ای فصلی"سومین کنفرانس هیدرولیک ایران،دانشکده فنی مهندسی دانشگاه تهران
۷- شفاعی بجستان ، محمود و قبادیان ، رسول(۱۳۸۶) بررسی شرایط هیدرولیک جریان و رسوب در محل تلاقی رودخانه ها با تاکید بر تلاقی بند قیر "، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی ارائه شده به سازمان آب و برق خوزستان
8-Barkdol,B.D.,Ettema,R.,Odgaard,A.J.(1991)Sediment control at lateral diversions:Limits and enhancements to vane use,*Asce*,Vol.125,No.8,pp.862-870
9-Iowa department of natural resources(2006)*Natural resources conservation services*,U.S.Department of Agriculture,How to control stream bank erosion.
10-Michell,F.,Ettemma,R.,Muste,M.(2005)Case steady:Sediment control at water intake for large thermal – power station on a small river.*Asce*,Vol.132,No.5,p.p.:440-449
11-Odgaard,A.J.,Wang,Y.(1991)sediment management with submerged vanes.I:Teory., *Asce*,Vol.117,No.3,p.p.267-283.
12-Odgaard,A.J.,Wang,Y.(1991)sediment management with submerged vanes.II:Applications. *Asce*,Vol.117,No.3,pp.284-302
13-Voisin,A.,Townsend,R.D.,(2002) Model testing of submerged vanes in strongly curved narrow channel bend,N.R.C. Research,*Can.J.Civ.Eng*.29,pp.37-49


www.SID.ir