

## بررسی آزمایشگاهی کاربرد دیوار جداکننده (skimming wall) در محل دو شاخه شدن رودخانه ها

امیر مرادی نژاد<sup>۱</sup>، مجتبی صانعی<sup>۲</sup>

۱- استادیار بخش آبخیزداری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

Amir\_24619@yahoo.com

۲- دانشیار بخش مهندسی رودخانه پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

MojtabaSaneie@yahoo.com

### چکیده

آبگیری و انشعاب از رودخانه یکی از مباحثی است که همواره مورد توجه متخصصین علوم آب قرار گرفته است. محل جدایی رودخانه ها از جمله مکانهایی است که به علت شرایط خاص الگوی جریان، چاله فرسایشی در پایین دست دهانه آبگیر تشکیل می گردد. پیشرفت این چاله بخصوص در شرایط جریان سیلابی باعث تشدید فرسایش سواحل می شود که خسارات فراوانی را به ابنیه مجاور وارد خواهد کرد. از این رو کنترل چاله فرسایش می تواند از خسارات آتی جلوگیری نماید. دیوار جداکننده از جمله سازه هایی هستند که به منظور اصلاح الگوی جریان در قوسهای خارجی بکار رفته و باعث کنترل فرسایش در این مکانها گردیده است. مطالعه حاضر نیز با هدف بررسی میزان کارایی دیوار جداکننده در کاهش عمق چاله فرسایشی در محل دو شاخه شدن رودخانه ها انجام شده است. برای رسیدن به اهداف این مطالعه ابتدا فلوام احداث و آزمایش های متعددی با دیوار جداکننده انجام گرفت و نتایج این آزمایشها مبین موثر بودن دیوار جداکننده در کنترل چاله فرسایشی می باشد.

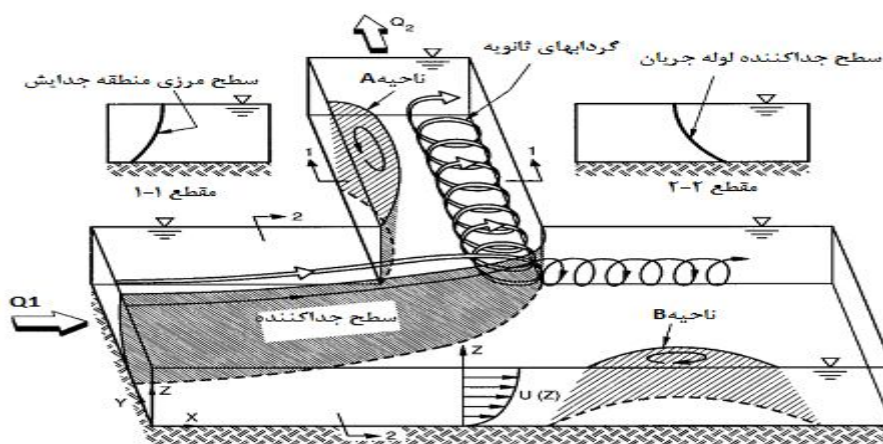
**واژه های کلیدی:** تلاقی رودخانه، چاله فرسایشی، دیوار جداکننده، الگوی جریان

مقدمه

لازمه بررسی مسئله رسوب در آبخیز، شناخت کافی از الگوی جریان انحرافی است. جریان های انحرافی اساساً سه بعدی هستند. بعضی از مشخصات جریان در شکل (۱) نشان داده شده است. این خصوصیات شامل یک منطقه جدادشدگی در دیواره داخلی کانال انحرافی (منطقه A)، یک منطقه جریان فشرده در کانال انحرافی، یک جریان حلزونی یا ثانویه در کنار دیواره خارجی کانال انحرافی و یک نقطه ایستایی نزدیک به گوشه پایین دست تقاطع آبخیز و کانال اصلی (منطقه C). جریان چرخشی مخصوصاً در قسمت مرکزی ناحیه جدادشدگی کاملاً آرام است. سطح جدادشدگی جریان در کف بیشتر از سطح است. در پایین دست تقاطع، در دیواره مقابل به خاطر توسعه و انبساط جریان ممکن است جدادشدگی ایجاد شود (منطقه B).

هنگامی که جریان به آبخیز نزدیک می شود، به خاطر فشار مکش انتهای آبخیز، جریان شتاب جانبی می گیرد. این شتاب باعث تقسیم جریان به دو قسمت می شود. یک قسمت به داخل آبخیز و مابقی به پایین دست کانال اصلی ادامه پیدا می کند. قسمتی که به داخل آبخیز وارد می شود به وسیله یک سطح که سطح تقسیم جریان<sup>۱</sup> نامیده می شود در شکل (۱) نشان داده شده است. همان گونه که در مقطع ۲-۲ مشاهده می گردد، در کانال های اصلی با مقطع مستطیلی، مقدار عرض جریان انحرافی در کف ( $B_b$ ) بیشتر از مقدار عرض جریان انحرافی در سطح ( $B_s$ ) است که با توجه به غلظت زیاد رسوب در کف، این مسئله باعث ورود رسوب زیاد به آبخیز خواهد شد. انحناء دار بودن سطح تقسیم جریان باعث عدم تعادل و موازنه جریان انحرافی بین گرادیان فشار جانبی و نیروی گریز از مرکز و نیروی برشی شده که باعث تشکیل یک جریان ثانویه در جهت عقربه های ساعت می شود. چنین جریانی در کنار دیواره کانال اصلی نیز شکل می گیرد. با پیشروی به سوی پایین دست به خاطر ویسکوزیته جریان قدرت این جریان ثانویه کاهش می یابد. این جریان ثانویه همراه با ناحیه جدادشدگی در طول دیواره داخلی آبخیز (منطقه A) منجر به یک جریان بسیار پیچیده سه بعدی می شود.

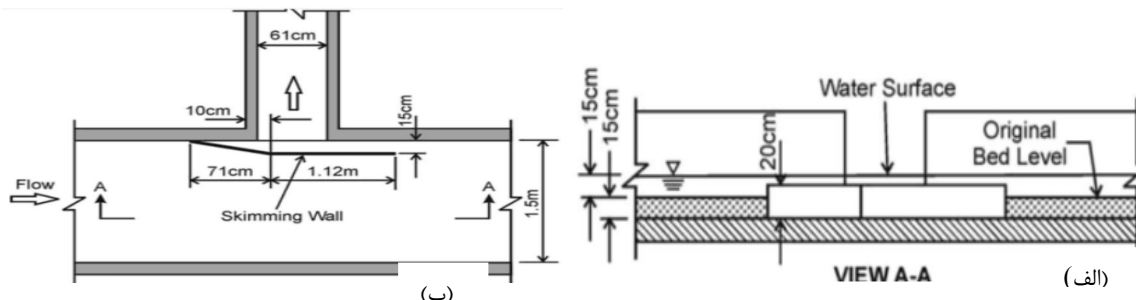
اندازه سطح تقسیم جریان در کانال اصلی میزان دبی انتقالی به کانال فرعی را تعیین می کند. عرض جریان انحرافی یا لوله جریان<sup>۲</sup> در هر سطح جریان، فاصله دیواره کانال اصلی طرف آبخیز تا خط جریان منتهی به نقطه ایستایی نزدیک به گوشه پایین دست تقاطع آبخیز و کانال اصلی تعریف می شود. هنگامی که آب وارد دهانه آبخیز می شود، سرعت در دهانه پایین دست حداکثر و در دهانه بالادست حداقل است، این تفاوت سرعت باعث ایجاد جریان های ثانویه و گردابی می گردد. در ناحیه جدادشدگی، جریان در جهت ساعت گرد به دور خود می چرخد و این چرخش مانع عبور جریان از این قسمت می شود، این مسئله باعث کاهش دبی ورودی، ته نشینی رسوبات در این ناحیه و در نتیجه بسته شدن آبخیز می شود. در طول چند دهه اخیر همواره سعی بر آن بوده است که از اندازه ناحیه جدادشدگی کاسته شود تا آبخیزی مناسب تر و مطمئن تری از نظر رسوب گذاری صورت گیرد.



شکل ۱- الگوی جریان در محل آبخیز جانبی.

1. Dividing Stream Surface  
 2. Stream Tube

یکی از مشکلاتی که در اکثر آبگیرها به وجود می آید، تجمع و ورود رسوبات به دهانه آبگیر می باشد. عدم کنترل رسوبات ورودی به آبگیرها موجب انتقال آن به داخل کانال های آبیاری و تأسیسات شده و مشکلات زیادی را در نتیجه حمل رسوبات و یا ته نشین شدن آنها در قسمت های مختلف به وجود می آورد. به دلیل پیچیدگی نحوه انتقال جریان و رسوب در محدوده دهانه آبگیر، نیاز به مطالعات بیشتری در این زمینه می باشد. در این تحقیق به بررسی تغییرات زاویه دیوار جداکننده و نقش آن در کنترل رسوب ورودی به آبگیر پرداخته شده است. دیوار جداکننده سازه ای است که از دو صفحه تشکیل شده و از یک طرف یک صفحه با زاویه ای به ساحل وصل و صفحه دوم به موازات دیوار جانبی ادامه داده می شود. شکل (۲) پلان و مقطع عرضی آن را نشان می دهد.



شکل ۲ - پلان (الف) و مقطع دیوار جداکننده جلوی آبگیر (ب). (Barkdoll et al., 1999).

در سال های اخیر مطالعات آزمایشگاهی و صحرایی البته محدودی برای شناخت بیشتر الگوی جریان و وضعیت فرسایش و رسوب گذاری در محل تلاقی انجام شده است که می توان به مطالعه جامعی که توسط شفافی بجستان و قبادیان (۱۳۸۵) انجام شده است اشاره کرد. آنها در این مطالعه روابطی را برای پیش بینی حداکثر عمق چاله فرسایش و ارتفاع تپه رسوبی ارائه نموده اند. در این مطالعه تاکید شده است برای جلوگیری از خسارات وارده در محل تلاقی رودخانه ها، ضروری است تا با استفاده از روش هایی نسبت به اصلاح الگوی جریان اقدام گردد.

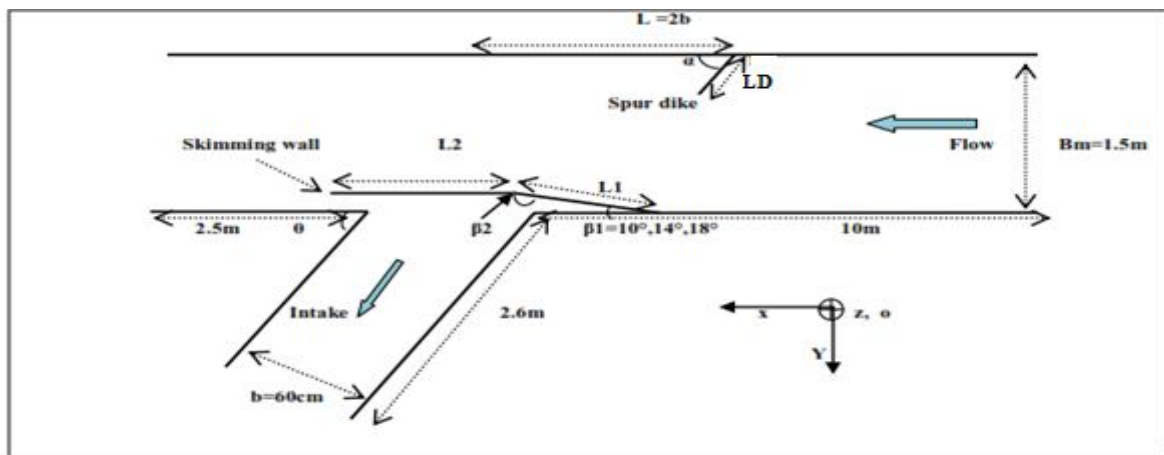
صفحات مستغرق از جمله سازه هایی هستند که در دو دهه اخیر و به منظور تغییر الگوی جریان مورد توجه قرار گرفته اند. از جمله می توان به مطالعات ادگارد و همکاران (۱۹۹۱) اشاره کرد. نتایج این مطالعه نشان داد که نصب صفحات مستغرق می تواند به طور موثری الگوی جریان ثانویه را تغییر و نه تنها از فرسایش در خم خارجی قوس ها جلوگیری کند بلکه باعث رسوب گذاری در این منطقه نیز می گردد. شفافی بجستان و فروغی (۱۳۷۵)، نشان دادند که نصب صفحات مستغرق، بطور موثری از فرسایش سواحل در رودخانه کرخه جلوگیری می کند. صفحات مستغرق همچنین می توانند باعث تغییر الگوی جریان در محل دهانه آبگیرهای جانبی گردد که نتیجه آن کاهش چشم گیر ورود رسوب به دهانه آبگیر می باشد. از جمله می توان به مطالعات ادگارد و همکاران (۱۹۹۱)، بارکدول و همکاران (۱۹۹۹)، میشل و همکاران (۲۰۰۶)، شفافی بجستان و بهزادی پور (۱۳۷۷) اشاره کرد.

مروری بر منابع نشان می دهد که در رابطه با کاربرد دیوار جداکننده در محل دو شاخه شدن رودخانه ها تاکنون مطالعه ای انجام نشده است و تنها می توان به مقاله بارکدول (۱۹۹۹) اشاره کرد که در آن به کاربرد دیوار جداکننده برای کنترل رسوب ورودی اشاره کرده است. از کاربردهای دیگر دیوار جداکننده، که بطور کلی بیان شده است، نصب آنها در محل دو شاخه شدن رودخانه ها است. ولی در خصوص مبانی طراحی آن از جمله موقعیت قرارگیری این صفحات مطلبی ارائه نشده است. از این رو به مطالعه بیشتری نیاز می باشد که هدف اصلی این تحقیق می باشد.

## مواد و روش ها

برای رسیدن به اهداف این مطالعه نیاز به انجام آزمایشات مختلفی می باشد. برای انجام این آزمایشها از فلومی به طول ۱۲ متر و عرض ۱/۵ و ارتفاع ۰/۹ متر و دارای سیستم گردش آب و رسوب انجام استفاده شد. آبگیری توسط کانال جانبی به عرض ۰/۶ متر و طول ۲/۵ و با زاویه ۶۰ درجه نسبت به جهت جریان در کانال اصلی انجام می شود. سیستم گردش آب فلوم به صورت مدار بسته بوده و

آب مورد نیاز از طریق مخازن زیرزمینی مرتبط به هم که در زیر فلوم تعبیه شده است تأمین می‌گردد. دبی ورودی نیز در محل ایستگاه پمپاژ توسط شیرهای قابل تنظیم کنترل می‌شود. عمق جریان توسط دریچه‌هایی که در انتهای هر یک از کانال‌های اصلی و آبگیر قرار دارد تنظیم می‌گردد (شکل ۳). برای اندازه‌گیری جریان در کانال‌های اصلی و آبگیر از سرریزهای لبه تیز مستطیلی و مثلثی، برای اندازه‌گیری سرعت و جهت جریان از سرعت‌سنج الکترومغناطیس دو بعدی ساخت مؤسسه هیدرولیک دلفت، با دقت  $\pm 0.01$  متر بر ثانیه، برای اندازه‌گیری پروفیل سطح آب از ارتفاع سنج (Point Gage) و بستر نگار (پروفایلر) با دقت  $\pm 0.1$  میلی‌متر استفاده گردید. محدوده اندازه‌گیری سرعت، پروفیل سطح آب و بستر از ۳ متری بالای آبگیر تا ۲ متری پایین آن بود. این محدوده شبکه‌بندی و در نقاط شبکه، سرعت در سه عمق و پروفیل بستر و سطح آب برداشت شد. سازه دیوار جداکننده از دو شاخه تشکیل شده، شاخه ابتدایی که طول آن ۷۵ و ارتفاع آن ۲۵ سانتی‌متر که یک سمت آن با زاویه  $(10^\circ, 14^\circ, 18^\circ)$  و  $14$  و  $18$  درجه) به ساحل سمت آبگیر و سمت دیگر آن به شاخه دوم وصل می‌شود. شاخه دوم موازی ساحل با طول ۱۱۲ و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر در جهت جریان ادامه دارد (شکل ۳). بر اساس تحقیقات بارکدول و همکاران (Barkdoll et al., 1999)، نسبت طول شاخه‌ها  $L_2/L_1 = 1/5$  و مقدار ارتفاع خارج از بستر دیوار جداکننده یک سوم عمق جریان در نظر گرفته شد. آبشکن با زاویه  $60^\circ$  درجه با طول  $0.25B$  و در فاصله  $2b$  از مرکز آبگیر قرار داشت (شکل ۳).



شکل ۳- نمای کلی فلوم، آبشکن، دیوار جداکننده به صورت شماتیک

## نتایج و بحث

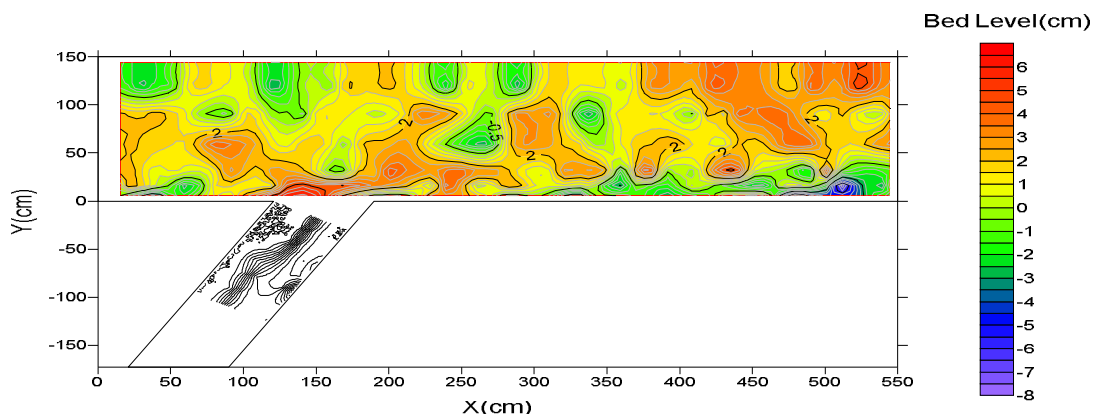
### بررسی توپوگرافی بستر کانال

به دلیل وجود اغتشاشات در کانال، جریان‌های گردابی موضعی شکل گرفته که می‌تواند شکل فرم بستر را تحت تأثیر قرار دهد. در شکل‌گیری و توسعه ابعاد فرم بستر، سرعت عمقی از اهمیت زیادی برخوردار است که با شکل‌گیری و توسعه فرم‌های بستر شدت آن نیز تقویت می‌شود. بخشی از رسوبات حمل شده در کانال اصلی همراه با جریان وارد کانال آبگیر می‌شود. نحوه و میزان رسوبات ورودی به آبگیر، محل ورود رسوبات و الگوی رسوب‌گذاری در داخل کانال آبگیر در هر یک از حالت‌های بدون سازه، وجود سازه دیوار جداکننده و وجود سازه دیوار جداکننده به همراه آبشکن متفاوت است. محل ورود رسوبات به کانال آبگیر علاوه بر وجود موانعی چون دیوار جداکننده و آبشکن، تابع نسبت دبی آبگیر به کانال اصلی نیز است. در نسبت‌های کم آبگیری معمولاً از ابتدای دهانه آبگیر رسوبات وارد کانال آبگیر می‌شود، در صورتی که در نسبت‌های بالای آبگیری بیش‌ترین رسوبات از مجاورت ضلع پایین‌دست کانال آبگیر وارد آبگیر می‌شود. در حالت بدون سازه ایجاد جریان ثانویه در مجاورت ضلع پایین‌دست کانال آبگیر در نسبت‌های زیاد آبگیری است که بخشی از رسوبات را وارد کانال آبگیر می‌کند و از طرف دیگر کم شدن دبی و سرعت جریان در کانال اصلی بعد از آبگیر باعث کاهش ظرفیت حمل رسوب جریان در کانال اصلی در پایین‌دست آبگیر می‌گردد، که در نتیجه رسوب‌گذاری در دهانه آبگیر رخ می‌دهد

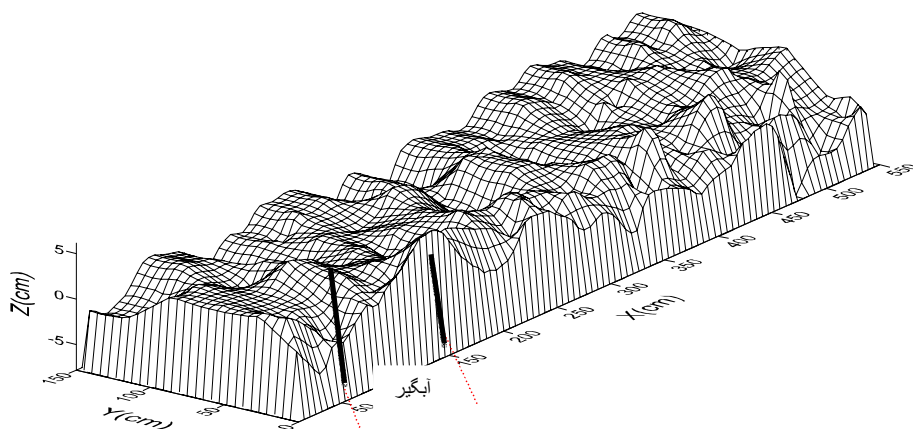
و بخشی از آن وارد کانال آبخیز می‌گردد. در حالت وجود سازه دیوار جداکننده و آبشکن رسوبات در اثر ایجاد جریان ثانویه در پشت سازه (از اتصال المان سازه با دیواره کانال تا اتصال دو المان سازه)، شسته شده و از قسمت میانی کانال آبخیز وارد می‌شود. در نسبت‌های بالای آبخیزی، جریان ثانویه تشکیل شده به علت افزایش سرعت جریان قوی‌تر بوده، که باعث افزایش کف‌کنی رسوبات شده و میزان ورود رسوبات را افزایش می‌دهد.

علاوه بر آن در نسبت آبخیزی بالا، رسوبات در جلوی المان سازه موازی کانال اصلی تجمع کرده و با ایجاد شیب در پای دیواره، رسوبات روی آن غلتیده و وارد کانال آبخیز می‌شود. نمونه‌هایی از تغییر توپوگرافی محدوده آبخیز در حالت بدون سازه، وجود سازه دیوار جداکننده و وجود توأمان سازه دیوار جداکننده و آبشکن در شکل‌های (۴) تا (۹) نمایش داده شده است. این شکل‌ها مربوط به آزمایش‌هایی است که زاویه دیوار جداکننده ۱۰ درجه، دبی جریان در کانال اصلی ۶۰ لیتر بر ثانیه، عمق جریان ۱۱ سانتی‌متر بوده است. رقوم تراز اولیه بستر در جلوی دهانه آبخیز صفر است. همان‌طور که در شکل‌های (۶) و (۸) مشاهده می‌شود رسوبات در جلوی المان مستقیم سازه دیوار جداکننده تجمع کرده و در پشت سازه از اتصال المان سازه دیوار جداکننده به دیواره کانال اصلی تا اتصال دو المان سازه آبشستگی رخ داده است و تا حدودی نیز در پایین دست آبخیز آبشستگی اتفاق افتاده است. در شکل (۶) تجمع رسوبات در جلوی دهانه آبخیز و آبشستگی در پایین دست آبخیز رخ داده است. پروفیل بستر برای حالتی که سازه‌ای در کانال اصلی استفاده نشده است در شکل (۷) نمایش داده شده است. با توجه به ورود رسوبات و انباشت آن‌ها در داخل آبخیز راهکاری مناسب جهت به حداقل رساندن ورود رسوبات به آبخیز ضروری به نظر می‌رسد. عمده رسوبات وارده به آبخیز از پشت سازه دیوار جداکننده، حفاصل بین اتصال سازه به دیوار ساحل تا نقطه تلاقی دو المان سازه وارد آبخیز شده و همچنین باعث تجمع رسوبات در جلوی دهانه آبخیز در دو سوم انتهایی می‌شود. از این رو اگر زاویه اتصال المان سازه به دیوار ساحل کمتر باشد مقدار رسوب موجود در پشت سازه کمتر خواهد بود و به دنبال آن رسوب ورودی به آبخیز کاهش خواهد یافت.

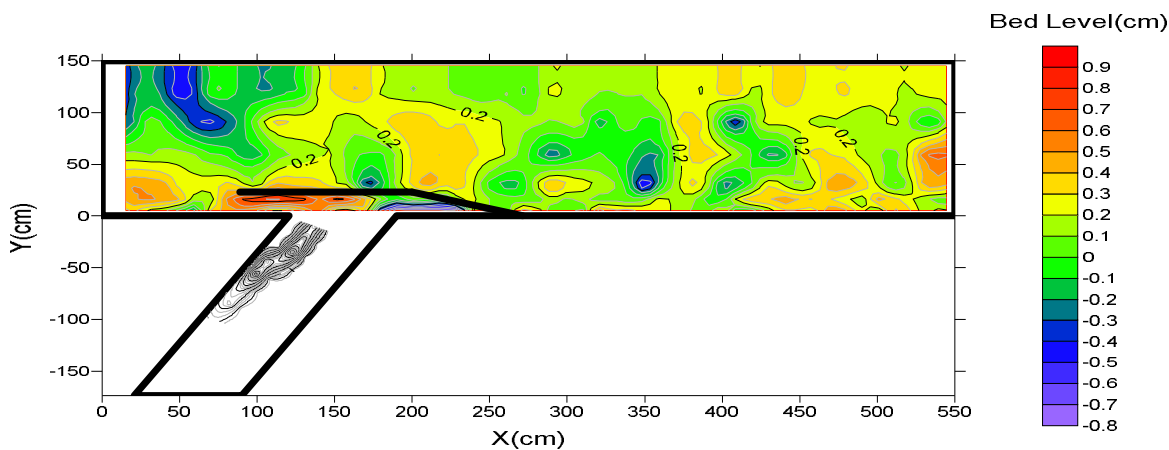
تغییرات توپوگرافی بستر در کانال اصلی در حالتی که از سازه دیوار جداکننده به همراه آبشکن در ساحل مقابل آبخیز در فاصله ۲b از مرکز دهانه آبخیز استفاده شده است در شکل‌های (۸) و (۹) نمایش داده شده است. همان‌طور که در این شکل‌ها مشهود است ایجاد آبشستگی موضعی در اطراف آبشکن به دلیل ایجاد جریان گردابی افقی و عمودی ایجاد شده است و رسوبات آن را به سمت ساحل مقابل آبخیز هدایت کرده است. همان‌طور که در شکل‌های مشاهده می‌شود، نصب سازه دیوار جداکننده باعث تجمع رسوبات در جلوی سازه از ابتدای اتصال دو المان سازه تا دهانه پایین آبخیز شده و تا حدود زیادی باعث کاهش ورود رسوبات به داخل آبخیز شده است.



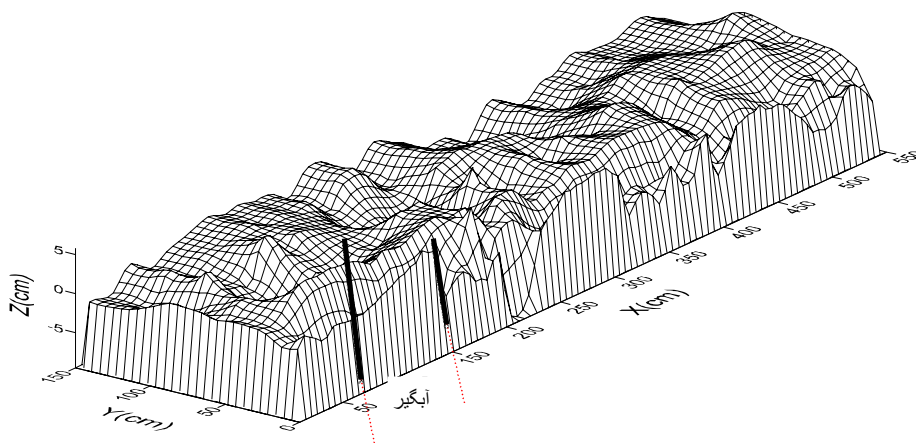
شکل ۴- فرم بستر پس از تعادل در حالت بدون کاربرد سازه (شاهد)



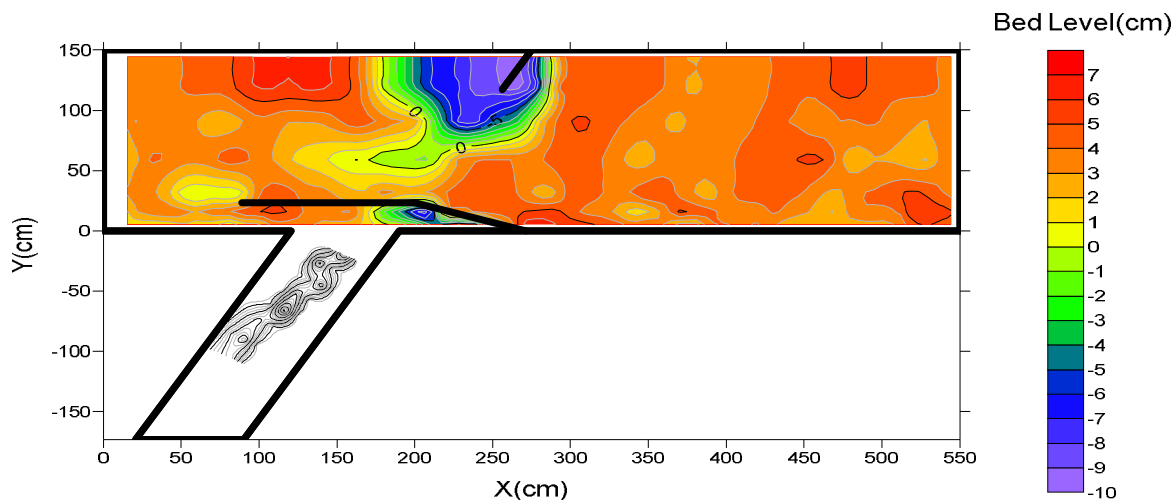
شکل ۵- فرم بستر پس از تعادل در حالت بدون کاربرد سازه (شاهد) در حالت سه بعدی



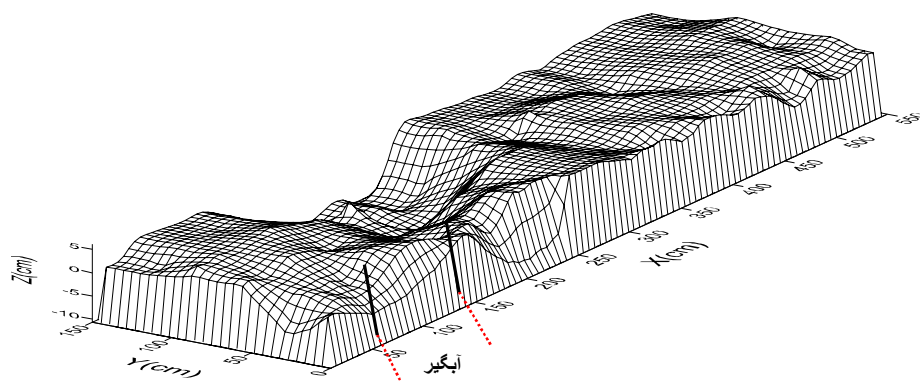
شکل ۶- فرم بستر پس از تعادل با کاربرد سازه دیوار جداکننده



شکل ۷- فرم بستر کانال اصلی پس از تعادل با کاربرد سازه دیوار جداکننده در حالت سه بعدی



شکل ۸- فرم بستر پس از تعادل با کاربرد سازه دیوار جداکننده و آبشکن

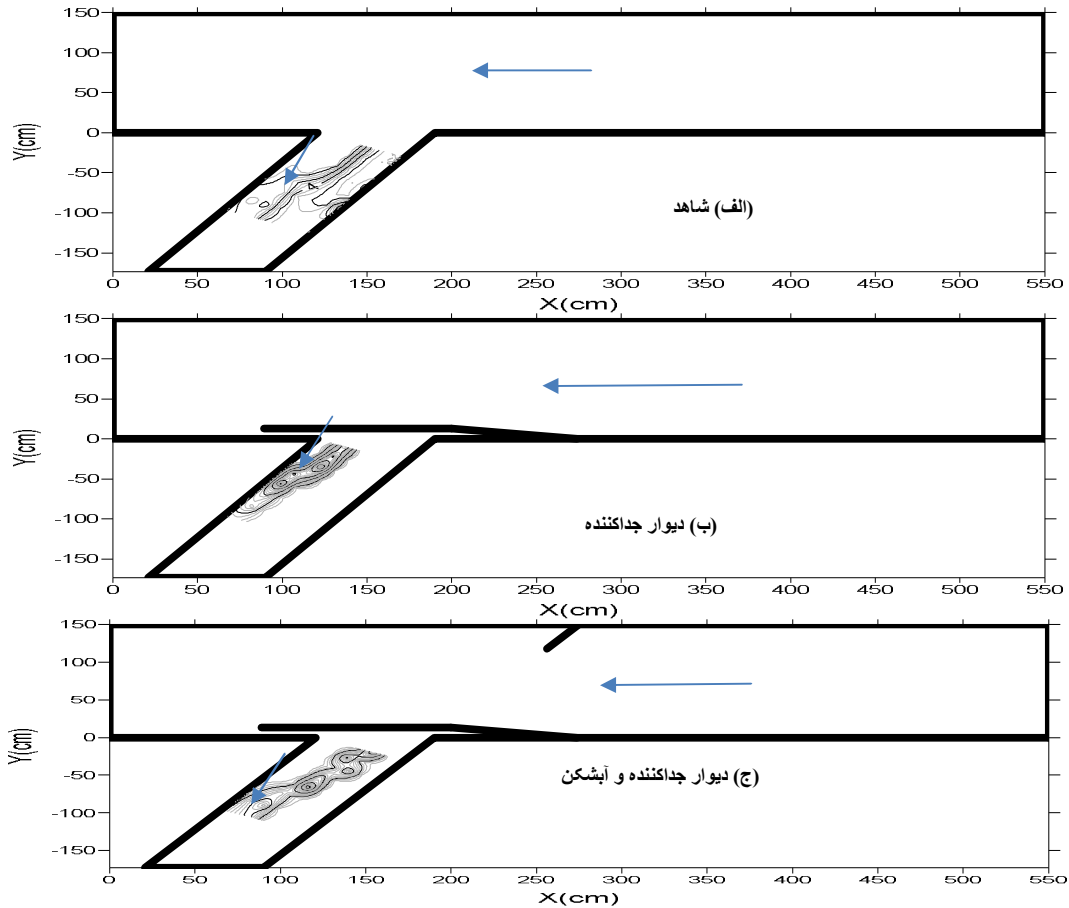


شکل ۹- فرم بستر پس از تعادل با کاربرد سازه دیوار جداکننده و آبشکن در حالت سه بعدی

### الگوی ورود رسوب به کانال آبگیر

وجود کانال آبگیر و انحراف بخشی از جریان به داخل دهانه آبگیر باعث ایجاد تغییراتی در الگوی جریان شده که به دنبال آن سبب تغییر در توپوگرافی بستر می‌گردد. با توجه به شکل‌های (۱۰) و (۱۱) در پایین دست دهانه آبگیر و در مجاورت دیواره کانال اصلی، جریان ثانویه‌ای به وجود می‌آید که باعث ایجاد آبشستگی در این محدوده می‌گردد. ایجاد این آبشستگی می‌تواند منجر به ناپایداری آبگیر گردد، در نتیجه شناخت ابعاد آن اهمیت دارد. اکثر رسوبات ورودی به کانال آبگیر در حالت بدون سازه در مجاورت ضلع بالادست کانال آبگیر که ناحیه سکون است، ته‌نشست می‌شوند. با توجه به اینکه جریان در این ناحیه به صورت گردابی است و رسوبات وارد شده به محدوده گردابی ته‌نشست کرده و به دنبال آن از عرض مفید برای عبور جریان در کانال آبگیر کاسته می‌شود. عرض ناحیه رسوب-گذاری در حالت بدون سازه، وجود دیوار جداکننده و وجود توأمان دیوار جداکننده و آبشکن متفاوت است. نمونه‌هایی از الگوی رسوب-گذاری در کانال آبگیر در حالت بدون سازه، وجود دیوار جداکننده و وجود توأمان دیوار جداکننده و آبشکن در شکل‌های (۱۰) و (۱۱) نشان داده شده است. این شکل‌ها مربوط به آزمایش‌هایی است که زاویه دیوار جداکننده ۱۰ درجه، آبشکن با زاویه ۶۰ درجه، دبی جریان در کانال اصلی ۶۰ لیتر بر ثانیه و عمق جریان ۱۱ سانتی‌متر بوده است. عرض ناحیه رسوب‌گذاری با افزایش زاویه دیوار جداکننده نسبت به دیواره کانال اصلی افزایش می‌یابد. همان‌طور که در شکل‌های مشاهده می‌شود رسوب ورودی به کانال آبگیر در حالت وجود دیوار جداکننده و وجود توأمان دیوار جداکننده و آبشکن کم بوده و نیز عرض ناحیه رسوب‌گذاری کاهش چشم‌گیری داشته است. رسوب ورودی به آبگیر در حالت وجود دیوار جداکننده و آبشکن در مقایسه با وجود دیوار جداکننده کمتر است. شکل

(۱۱) محل ورود رسوبات به آبگیر در حالت وجود دیوار جداکننده و آبشکن را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این تصویر واضح است رسوبات بیش‌تر از قسمت میانی وارد آبگیر می‌شود. رسوبات تجمع کرده در جلوی آبگیر موجب آن می‌شود که رسوبات روی آن غلتیده و وارد آبگیر شوند.



شکل ۱۰- الگوی رسوب‌گذاری در داخل کانال آبگیر الف: حالت شاهد (بدون سازه)، ب: وجود سازه دیوار جداکننده، ج: وجود سازه دیوار جداکننده و آبشکن



شکل ۱۱- تغییرات توپوگرافی دهانه آبگیر و رسوبات ورودی به آبگیر در حالت وجود سازه دیوار جداکننده و آبشکن



### نتیجه گیری

عمده رسوبات وارده به آبخیز از پشت سازه دیوار جداکننده، حدفاصل بین اتصال سازه به دیوار ساحل تا نقطه تلاقی دو المان سازه وارد آبخیز شده و همچنین باعث تجمع رسوبات در جلوی دهانه آبخیز در دو سوم انتهایی می شود. از این رو اگر زاویه اتصال المان سازه به دیوار ساحل کمتر باشد مقدار رسوب موجود در پشت سازه کمتر خواهد بود و به دنبال آن رسوب ورودی به آبخیز کاهش خواهد یافت. وجود همزمان آبخیز و آبشکن در ساحل مقابل باعث تغییر مکان عرضی سرعت بیشینه و در نتیجه باعث تغییر مکان خط القعر در جلوی آبخیز می شود

در حالت وجود سازه دیوار جداکننده و آبشکن رسوبات در اثر ایجاد جریان ثانویه در پشت سازه (از اتصال المان سازه با دیواره کانال تا اتصال دو المان سازه)، شسته شده و از قسمت میانی کانال آبخیز وارد می شود.

### منابع

- شفاعی بجستان، م. و فروغی، ع. (۱۳۷۵) " کاربرد صفحات مستغرق جهت کنترل فرسایش ساحل رودخانه کرخه " دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز
- شفاعی بجستان، م. و قبادیان، ر. (۱۳۸۵) " بررسی هیدرولیک جریان و رسوب در محل تلاقی رودخانه ها " گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، ارائه شده به کمیته تحقیقات آب سازمان آب و برق خوزستان
- شفاعی بجستان، م. و بهزادی پور، ع. (۱۳۷۷) " بررسی رسوب ورودی به ایستگاه پمپاژ امیر کبیر " شورای پژوهشهای علمی کشور.
- Barkdoll, B.D., Ettemma, R., Odgaard, A.J., (1999). "Sediment control at lateral diversions: Limits and enhancements to vane use". Hydr. Engrg. ASCE, 125(8), 862,870
- Best, J.L., and Reid, I. 1987. Closure on separation zone at open channel – junctions. J. Hydr. Engrg., ASCE, 113(4), 545-548.
- Michell, F., Ettemma, R., Muste, M. (2006). "Case study: sediment control at water intake for large thermal – power station on a small river" J. Hydr. Engrg. ASCE, 132(5), 440,449
- Odgaard, A.J., and Wang, Y. (1991a). "sediment management with submerged vanes. I: Theory." J. Hydr. Engrg. ASCE, 117(3), 267,283
- Odgaard, A.J., and Wang, Y. (1991b). "sediment management with submerged vanes. Applications." J. Hydr. Engrg. ASCE, 117(3), 284,302