

آبگیری از رودخانه‌ها با اهداف مختلفی از جمله آبرسانی شهری، مصرف کشاورزی و تولید برق انجام می‌گردد. اساس طراحی آبگیرهای جانبی افزایش راندمان آبگیری است، به شکلی که ضمن جلوگیری از ورود و تجمع رسوبات به دهانه ورودی کانال انحرافی موجب تسهیل انتقال آب به داخل آبگیر شود [۱]. از اهداف مهمی که در طراحی آبگیرهای جانبی مدنظر طراحان قرار می‌گیرد، افزایش راندمان آبگیری و کنترل رسوب در دهانه آبگیرها می‌باشد. با توجه به اینکه همواره جریان آب همراه با بار رسوبی می‌باشد؛ بنابراین به ناچار مقداری از رسوبات وارد آبگیر می‌شود که در روند آبگیری ایجاد مشکل می‌کند. در صورت عدم توجه کافی به طراحی مناسب تأسیسات کنترل رسوب در آبگیرها، می‌توان مشکلاتی از قبیل کاهش ظرفیت انتقال جریان در کانال آبگیر، آسیب دیدن تأسیسات انتقال و نیروگاهی و تحمیل هزینه‌های بالای لایروبی را انتظار داشت. از جمله اقدامات اساسی که باید در طراحی ساختمان آبگیرهای جانبی مورد توجه قرار گیرد، تسهیل انتقال آب به داخل آبگیر و جلوگیری از ورود رسوبات و تجمع در ابتدای کانال انحرافی بوده که در نهایت افزایش راندمان آبگیری را موجب می‌شود [۳۳]. با توجه به سرعت بالای آب، رسوبات در زمانی که تجهیزات مکانیکی مانند پمپ‌ها و توربین‌ها استفاده می‌شود، می‌تواند به سازه‌های هیدرولیکی صدمات زیادی وارد کند که در نتیجه آن، به هدر رفتن آب و برق و ایجاد هزینه‌های زیاد می‌باشد. بنابراین، باید به بررسی و تحلیل عملکرد آبگیر جانبی تحت تأثیر سازه‌های کنترل رسوب پرداخت. از آنجا که ساده‌ترین راه انحراف آب از رودخانه ایجاد یک آبگیر جانبی بدون بند انحرافی می‌باشد، ایجاد چنین سیستمی باعث به وجود آمدن جریان بسیار پیچیده‌ای می‌شود که با نزدیک شدن به کانال آبگیر جانبی در اثر وجود مکش اعمالی از طرف آن، باعث می‌شود قسمتی از جریان وارد کانال آبگیر جانبی و بقیه نیز در کانال اصلی امتداد یابد [۲]. این انحراف با صفحه تقسیم جریان آب انجام می‌شود. براساس تحقیقات انجام شده، موقعیت آبگیری روی میزان آبگیری و ورود رسوبات به داخل کانال انحرافی مؤثر است [۳۱]. هدف اصلی آبگیرهای جانبی تسهیل انتقال آب بدون رسوب می‌باشد؛ بنابراین ضرورت تحقیقات بیشتر در جهت انتخاب موقعیت و زاویه آبگیرهای جانبی در مسیرهای قوسی شکل به نظر می‌رسد. از آنجا که عوامل گوناگونی مثل زبری بستر، نسبت دبی، نسبت عمق جریان به عرض کانال اصلی و زاویه انحراف آبگیر جانبی بر الگوی جریان در آبگیر جانبی تأثیر دارد، لذا انتخاب زاویه مناسب باعث می‌شود

## جانمایی آبگیرهای جانبی به منظور کنترل رسوب ورودی

مهدی دستورانی<sup>۱</sup>، بهروز محسنی<sup>۲</sup>، هادی رزاقیان<sup>۳\*</sup> و بابک مومنی<sup>۴</sup>  
 تاریخ دریافت: ۹۷/۰۸/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۴/۱۱

### چکیده

الگوی جریان‌های انحرافی کاملاً سه‌بعدی و غیریکنواخت می‌باشد. انحراف جریان یا به‌صورت طبیعی (مانند رودخانه‌های شریانی) یا به‌صورت مصنوعی (مانند آبگیرهای جانبی) اتفاق می‌افتد. مطابق تحقیقات انجام‌شده، موقعیت آبگیری روی میزان آبگیری و ورود رسوبات به داخل کانال انحرافی مؤثر است. آبگیر جانبی همراه با کانال انحرافی یکی از روش‌های آبگیری از رودخانه است. با توجه به این‌که بیش‌تر رودخانه‌ها در طبیعت به حالت پیکان‌رودی هستند؛ بنابراین تعیین موقعیت و زاویه آبگیری از اهمیت زیادی برخوردار است. از آنجا که هدف اصلی آبگیرهای جانبی تسهیل انتقال آب بدون رسوب بوده و اکثر رودخانه‌ها در بیش‌ترین مسیر خود دارای پیچ و خم می‌باشند، بنابراین ضرورت تحقیقات بیش‌تر در زمینه انتخاب موقعیت و زاویه آبگیرهای جانبی در مسیرهای قوسی شکل لازم به نظر می‌رسد. نتایج نشان داد که پارامترهای مؤثر در انحراف رسوب شامل موارد زیر می‌باشد: نسبت دبی، شرایط جریان (عدد فرود)، بار رسوبی (بار بستر و بار معلق)، موقعیت آبگیر (در قوس کانال)، زاویه انحراف، آستانه ورودی و صفحات مستغرق که محققان تأثیر برخی از آن‌ها را در انتخاب بهترین موقعیت آبگیر بررسی نمودند.

واژه‌های کلیدی: انحراف جریان، رودخانه، سازه هیدرولیکی، موقعیت آبگیر، نسبت دبی.

### مقدمه

۱. استادیار سازه‌های آبی، عضو هیات علمی گروه مهندسی آب، دانشگاه بیرجند.
۲. مربی گروه کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه پیام‌نور، تهران، دانشجوی دکترا علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
- ۳ و ۴. استادیار گروه کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران.

Email: razzaghian@yahoo.com

که جریان با کمترین اغتشاش و بدون پدیده جدایی وارد آبگیر شود.

### پارامترهای مؤثر

پارامترهای مؤثر در انحراف رسوب عبارتند از نوع کانال (مستقیم، قوسی شکل)، تحلیل جریان روی آبگیر جانبی، نسبت دبی، شرایط جریان (عدد فرود)، بار رسوبی (بار بستر و بار معلق)، موقعیت آبگیر (در قوس کانال)، زاویه انحراف، آستانه ورودی، صفحات مستغرق و تأثیر دیواره منحرف کننده جریان - آستانه [۱].

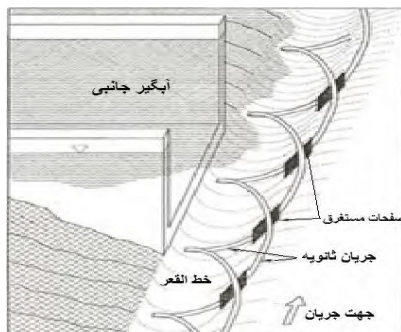
### تحلیل جریان روی آبگیر جانبی در آبراهه قوسی

انحراف آب از مسیر اصلی برای اهداف مختلف آبرسانی، با کمک آبگیرها انجام می شود. چنین سیستمی باعث شکل گیری الگوی جریان پیچیده ای شده به طوری که با نزدیک شدن جریان به کانال انحرافی، در اثر وجود مکش در امتداد عرض دهانه آبگیر، انحراف خطوط جریان افزایش می یابد. این انحراف سبب تقسیم جریان شده به گونه ای که بخشی از جریان وارد آبگیر و بقیه به سمت پایین دست کانال اصلی انتقال پیدا می کند. موتمن جریان در راستای کانال اصلی بیشتر از کانال انحرافی بوده در نتیجه در اثر برهم کنش موتمن ذرات در دو راستای مختلف، ناحیه جدا شده در جداره داخلی کانال انحرافی تشکیل می شود. از طرف دیگر وجود گرادیان فشار جانبی و نیروی گریز از مرکز ناشی از خطوط انحنا جریان، موجب عدم تعادل در الگوی جریان ورودی به آبگیر شده، باعث ایجاد جریان ثانویه در امتداد دیواره خارجی کانال انحرافی می شود [۶]. شوکری [۴۴] برای تشریح میزان رشد، توسعه و استهلاك جریان ثانویه، پارامتری را به عنوان قدرت جریان ثانویه معرفی نمود. با محاسبه قدرت جریان ثانویه و خطوط جریان می توان مسیر حرکت رسوبات و تغییرات ایجاد شده در توپوگرافی بستر را پیش بینی کرد. تومیناگا و ناگائو [۴۶]، در یک کانال قوسی تند (نسبت شعاع انحنا به عرض کانال قوسی کمتر از ۳) با زاویه مرکزی ۶۰ درجه برای دو مقطع عرضی مستطیلی و دوزنقه ای آزمایشاتی انجام داده اند. نتایج به دست آمده نشان می دهد در مقطع عرضی مستطیلی قدرت جریان ثانویه به صورت خطی از ورودی قوس تا مقطع ۴۵ درجه افزایش یافته و به مقدار حداکثر رسیده، سپس به تدریج تا انتهای قوس (مقطع ۶۰ درجه) کاهش می یابد. در مقطع عرضی دوزنقه ای، با کاهش شیب جداره ها به علت کاهش عرض جریان ثانویه، قدرت جریان ثانویه کم می شود. روزوسکی [۳۸]، با انجام مطالعاتی روی قوس ۱۸۰ درجه بیان کرد که از مقطع ورودی تا رأس قوس، قدرت جریان ثانویه افزایش یافته و پس از آن تا مقطع عرضی ۱۳۵ درجه دارای مقدار نسبتاً ثابتی شده، سپس به تدریج و با نزدیک شدن به خروجی قوس از قدرت جریان ثانویه کاسته می شود. جیان و مک کوردال [۱۵]، با بررسی الگوی جریان در یک قوس ۲۷۰ درجه و یک قوس پیچ و خم دار به این نتیجه رسیدند که در یک قوس ۲۷۰ درجه جریان ثانویه در ابتدای قوس از کف کانال به طرف قوس داخلی حرکت می کند، به طوری که حرکت حلزونی شکل نزدیک سطح آب به طرف قوس خارجی و نزدیک کف به طرف قوس داخلی می باشد. ایشان

با بررسی یک قوس پیچ و خم دار بیان کردند که قدرت جریان ثانویه در قوس ۲۷۰ درجه نسبت به حالت مئاندری بیشتر بوده که علت کاهش قدرت جریان ثانویه در قوس های مئاندری را برهم کنش قوس های متوالی با جهات مختلف بیان نمودند. هم چنین جریان ثانویه در حالت دو قوس متوالی در جهت خلاف هم بوده به همین دلیل تأثیر دو قوس روی یکدیگر به صورت مستهلك کننده شدت جریان ثانویه می باشد. مطالعات بلانچرت و گراف [۵] در یک قوس ۱۲۰ درجه نشان داد که در مقطع ۶۰ درجه علاوه بر جریان ثانویه اصلی، در قوس خارجی نیز یک جریان ثانویه فرعی در خلاف جهت آن در نزدیک سطح آب ایجاد شده که حداکثر سرعت در مرز بین این دو ناحیه چرخشی رخ می دهد. برای به حداقل رساندن ورود رسوبات به داخل آبگیرهای جانبی در قوس رودخانه ها، پارامترهای محل آبگیری، زاویه آبگیری و میزان دبی انحرافی مورد توجه محققین بوده است.

### استفاده از صفحات مستغرق جهت کنترل رسوب

استفاده از صفحات مستغرق در دهانه های آبگیر علاوه بر کنترل انتقال رسوب به آبگیر، در میزان انحراف دبی به آبگیرها مؤثر می باشد. استفاده از صفحات مستغرق یک روش ایجاد و تقویت جریان ثانویه می باشد. جریان های ثانویه از ورود رسوب به داخل آبگیر جانبی جلوگیری می کنند. شکل ۱ الگوی جریان در اطراف صفحات مستغرق را نشان می دهد.



شکل ۱: الگوی جریان در اطراف صفحات مستغرق

با تعبیه صفحات مستغرق در مقابل دهانه آبگیر، به علت برخورد جریان با صفحه و اختلاف فشار موجود در دو سمت صفحه، جریان ثانویه ای در خلاف جهت جریان ثانویه ناشی از آبگیر ایجاد و علاوه بر فرسایش در مقابل دهانه آبگیر باعث انتقال رسوبات به داخل رودخانه اصلی شده و امکان آبگیری بیشتر از جریان سطحی با مقدار رسوب کمتر فراهم می شود [۲۷]. در چند دهه اخیر پژوهش های بسیاری توسط محققان مختلف انجام گرفت. از جمله این که؛ ادگارد و کندی [۲۹]، به طراحی سیستم صفحات مستغرق جهت کاهش فرسایش کناره در انحنای رودخانه پرداختند. آنها نشان دادند که از لحاظ نظری و توسط یک مدل فیزیکی، این صفحات به طور قابل

توجهی جریان‌های ثانویه را کاهش داده و از سرعت بالا در ساحل بیرونی رودخانه نیز می‌کاهند. وانگ و همکاران [۴۹]، در کاربرد توصیه‌های طراحی ارائه‌شده توسط ادگارد برای سیستم صفحات، به‌صورت میدانی جلوگیری از ورود رسوبات به آبگیر جانبی را بررسی کردند. در نتیجه دریافتند که بستر رودخانه در یک قسمت از کانال تغییر می‌کند و به‌شکل دیگری تنزل می‌یابد. بارکدول و همکاران [۳]، طراحی آرایش مناسب صفحات برای جلوگیری از ورود رسوبات به آبگیرهای جانبی در مسیرهای مستقیم با بستر آبرفتی را مطالعه نمودند. آزمایش‌های آن‌ها نشان داد که یک طرح از صفحات مستغرق در ورودی انحرافی، فقط مقدار ناچیزی از ورود رسوب در بستر را هنگامی که نسبت تخلیه واحد در انحراف به واحد تخلیه در کانال اصلی، کم‌تر از حدود ۰/۲ است، می‌پذیرد. مارلیوس و سینها [۲۱] در تعیین زاویه بهینه برخورد جریان با صفحه و بررسی الگوی جریان حول یک صفحه در مسیر مستقیم با بستر متحرک به‌صورت عددی و آزمایشگاهی و ویزین و تونسنت [۴۸] در تعیین ابعاد و آرایش بهینه صفحه‌ها در قوس ۹۰ درجه به‌منظور جلوگیری از فرسایش کناره خارجی قوس به تحقیق پرداختند. در همین راستا، سون‌کیت و همکاران [۴۵] الگوی جریان حول یک صفحه طویل در رودخانه‌های عریض با بستر متحرک و گوپتا و شارما [۱۲] طراحی شکل هندسی مناسب صفحه برای عملکرد بهتر در جلوگیری از ورود رسوبات به آبگیرهای جانبی در خم رودخانه‌های آبرفتی را بررسی نمودند. اواینگ [۳۱] به این نتیجه رسید صفحه مستغرق با ایجاد جریان چرخشی در پایین‌دست خود، ضمن دور کردن جریان با بار رسوبی زیاد از مقابل آبگیر، باعث هدایت جریان سطحی به داخل آبگیر می‌شود. ایده استفاده از صفحات مستغرق جریان با الهام از جریان حلزونی در پیچ رودخانه‌ها، به‌منظور دور کردن رسوبات بار بستر، اولین بار در سال ۱۹۴۷ توسط پوپلار در دانشکده علوم مسکو مطرح گردید که بعدها با انجام آزمایش‌هایی روی یک مدل هیدرولیکی مورد تأیید قرار گرفت. سپس توسط سایر محققین راهکارهای افزایش کارایی صفحات مستغرق در کنترل رسوب ورودی به آبگیر مورد بررسی قرار گرفت [۴۸]. ادگارد و وانگ [۳۰] محدودیت‌های استفاده از صفحات مستغرق را در ورودی دهانه آبگیر به‌کمک مدل‌های فیزیکی بررسی نمودند. اواینگ [۳۱] با بررسی تأثیر عدد فرود روی کارایی صفحات مستغرق اقدام به بهینه‌یابی طول و عرض و زوایای صفحات مستغرق براساس جدول شماره ۱ نمود.

حسن‌پور و همکاران [۱۳] اثر صفحات مستغرق بر میزان آبگیری و پروفیل طولی سطح آب در مجاورت آبگیرهای ۲۰ و ۲۵ به‌ترتیب،

جانبی ۹۰ درجه را بررسی نمودند. نتایج این تحقیقات نشان داد که صفحات مستغرق در زوایای ۱۵ کاهش، بدون تأثیر منفی و افزایش آبگیری را دارد. رستم‌آبادی و همکاران [۳۷] در قوس ۱۸۰ درجه به شبیه‌سازی عددی وجود صفحات مستغرق در دهانه آبگیر پرداختند و نتیجه گرفتند که جریان ثانویه صفحات، هم‌جهت جریان اصلی قوس می‌باشد و با تشدید این جریان، جریان پُر رسوب در بستر منحرف می‌گردد و آبگیری از جریان‌های سطحی صورت می‌گیرد. گوهری و همکاران [۱۱] بررسی تأثیر صفحات مستغرق و آبشکن روی ورود رسوب به آبگیر را نشان دادند. آن‌ها نتیجه گرفتند که با احداث آبشکن در ضلع مقابل، کارایی صفحات مستغرق افزایش می‌یابد. دهقانی و همکاران [۶] اظهار داشتند وجود صفحات مستغرق در قوس U شکل موجب ۴۰ درصد کاهش رسوب انحرافی به‌داخل کانال آبگیر می‌شود. کشاورزی و شمس‌الدینی‌نژاد [۱۸] نیز تأثیر زوایای مختلف کارگذاری صفحات مستغرق در کنترل و کاهش جریان‌های ثانویه در محل آبگیر جانبی ۹۰ درجه را مورد بررسی قرار دادند. اما کرمی‌مقدم و کشاورزی [۱۷] تأثیر همزمان تغییر زاویه نصب آبگیر و گردشگری را بر میزان آبگیری بررسی کردند و آنان زاویه ۵۵ درجه را به‌عنوان بهترین زاویه آبگیری از نقطه نظر نسبت آبگیری معرفی نمودند. زینی‌وند و شفاعی [۵۲] برای اولین بار از صفحات مستغرق در محل تلاقی رودخانه‌ها جهت کنترل چاله فرسایشی استفاده کرده و نحوه تغییر راندمان کارایی صفحات مستغرق به‌منظور کنترل آبشستگی را مورد بررسی قرار دادند و نتایج مناسبی ارائه دادند. البته گوهری [۱۰] نیز تأثیر صفحات مستغرق در کنترل رسوب ورودی به آبگیر جانبی را بررسی کرد و به‌منظور هدایت جریان به‌سمت آبگیر و افزایش کارایی صفحات مستغرق از آبشکن استفاده کرده و اثر پارامترهای طول آبشکن و زوایای صفحات مستغرق را بر میزان رسوب ورودی به آبگیر مطالعه کرد. هر چند ساخت سازه صفحات مستغرق در مجاورت دهانه آبگیر می‌تواند مشابه یک مانع نقش منفی در نسبت آبگیری داشته باشد اما وجود این صفحات همراه با ایجاد جریان چرخشی باعث تغییراتی در پروفیل طولی سطح آب در مجاورت آبگیر می‌گردد که می‌تواند راندمان آبگیری را تحت تأثیر قرار دهد.

#### موقعیت آبگیر در قوس

بلانچرت [۴]، بهترین محل برای آبگیری را پایین‌دست قوس خارجی رودخانه جایی‌که جریان حلزونی توسعه می‌یابد پیشنهاد نموده است. تورو [۴۷]، با انجام آزمایش روی ۱۱ نوع آبگیر، بهترین محل را برای آبگیری، پایین‌دست قوس خارجی رودخانه بیان کرده است. با توجه به نوع الگوی جریان در قوس رودخانه‌ها، محققینی

جدول ۱: ابعاد توصیه شده توسط اواینگ برای صفحات مستغرق [۳۱]

| فاصله از دیواره آبگیر | فاصله عرضی | فاصله طولی | طول صفحات     | ارتفاع صفحات                     | زاویه صفحات              |
|-----------------------|------------|------------|---------------|----------------------------------|--------------------------|
| $3H_v$                | $2H_v$     | $4H_v$     | $2H_v - 3H_v$ | $0.2 \leq \frac{H}{h} \leq 0.45$ | $15 \leq \alpha \leq 45$ |

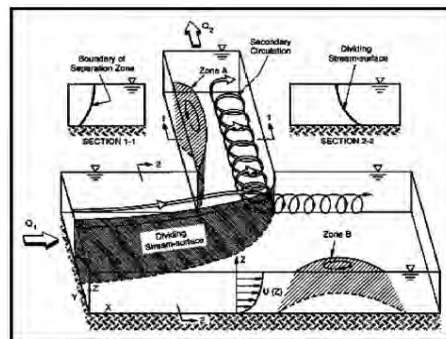
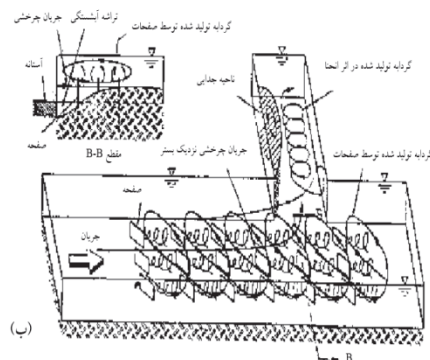
نظیر رضوان [۳۶] و رودکیوی [۳۵]، بهترین محل آبگیر جانبی را قوس خارجی رودخانه عنوان کرده‌اند. همچنین با توجه به نظر این محققین، از جمله پارامترهای هندسی مهم و اساسی در آبگیرهای جانبی، موقعیت آبگیر در قوس ( $\theta$ ) و زاویه انحراف ( $\phi$ ) بوده که در به حداقل رساندن ناحیه گردابی در مدخل ورودی آبگیر که همان ناحیه جدا شده است، تأثیر زیادی دارد. رودکیوی [۳۵]، بهترین محل آبگیری را در کانال‌های قوسی محدوده پس از زاویه ۳۰ درجه عنوان کرده؛ زیرا در این محدوده، جریان حلزونی (مارپیچی) کاملاً توسعه می‌یابد. انتخاب زاویه مناسب برای آبگیری باعث می‌شود که آبگیر کمترین تغییر در رژیم رودخانه را ایجاد کند. به عبارتی جریان با حداقل اغتشاش و بدون پدیده جداشدگی وارد آبگیر شده به‌طوری‌که زاویه انحراف آبگیر با کاهش نسبت دبی انحرافی ( $Q_d$ ) افزایش می‌یابد. پیرستانی و همکاران [۳۲ و ۳۳] و دهقانی و همکاران [۸]، زاویه ۶۰ درجه و موقعیت آبگیری ۱۱۵ درجه را برای حالت آبگیری بدون دریچه تنظیم به دلیل ایجاد حداکثر آبگیری و کمترین محدوده ناحیه جداشده پیشنهاد کرده‌اند. پیرستانی و همکاران [۳۳]، پیشنهاد دادند محل آبگیر در نیمه دوم قوس خارجی باشد. همچنین توصیه کردند در سه ماهه سوم سال در قوس بیرونی، موقعیت آبگیر در مکان‌های زیر انتخاب شود: در زاویه ۹۰ و ۱۰۲/۵ و ۱۱۵ و ۱۳۵ و ۱۵۰ درجه. دهقانی و همکاران [۸]، پیش‌بینی نمودند که شروع بیشترین و کمترین میزان رسوبگذاری به ترتیب در موقعیت‌های آبگیری ۷۵ و ۱۱۵ درجه اتفاق می‌افتد و در نهایت بهترین موقعیت آبگیری ۱۱۵ درجه می‌باشد. در مطالعه دهقانی و همکاران [۷]، آزمایشاتی روی قوس ۱۸۰ درجه‌ی کانال با هدف در نظر گرفتن اثر آبگیرهای ۱۱۵ و ۱۵۰، جانبی روی ماکزیمم کردن عمق آبستستگی موضعی انجام گرفته است. در این مطالعه آبگیر جانبی در زاویه ۹۰ درجه از کانال اصلی واقع شده است. در آزمایشات نشان داده شده که دو حفره، یکی در بالادست و دیگری در پایین‌دست لبه آبگیر جانبی، در نزدیکی آبگیر جانبی شکل گرفته‌اند. علاوه بر این ماکزیمم عمق حفره (آبستستگی موضعی) در موقعیت ۹۰ درجه واقع شده است و طول حفره در زاویه‌ی ۱۵۰ درجه دارای بیش‌ترین مقدار است. صالحی‌نیشابوری [۴۰]، استفاده از قوس خارجی رودخانه برای آبگیر جانبی را پیشنهاد کرد. هم‌چنین موقعیت آبگیر در کانال قوسی شکل را در زوایای ۱۳۵ و ۱۱۵ درجه عنوان نمود. جوگلکار [۱۶]، با توجه به انتقال رسوبات بستر از قوس خارجی به‌طرف قوس داخلی، بهترین مکان برای آبگیری را قوس خارجی عنوان کرد [۳۲]. با در نظر گرفتن الگوی جریان در قوس، رضوان [۳۶] پیشنهاد داد که محل ترجیح داده شده برای آبگیر جانبی در  $\frac{3}{4}$  زاویه مرکزی در نیمه دوم خم کانال باشد.

#### زاویه انحراف در قوس U شکل

انتخاب زاویه مناسب برای آبگیری باعث می‌شود که آبگیر کمترین تغییر در رژیم رودخانه را ایجاد کند. به عبارتی جریان با حداقل اغتشاش و بدون پدیده جداشدگی وارد آبگیر شده به‌طوری‌که زاویه انحراف آبگیر با کاهش نسبت دبی انحرافی افزایش می‌یابد [۲۷].

بارکدول و همکاران [۳]، در تحقیقاتش روی آبگیر جانبی نشان دادند که تحویل رسوب در زاویه ۹۰ درجه آبگیر جانبی بیشترین اثر را دارد. رمامورزی و همکاران [۳۴]، با مطالعه آبگیری با زاویه ۹۰ درجه از کانال مستقیم نشان دادند که با افزایش نسبت انحراف جریان، طول و عرض ناحیه جدایی جریان در کانال آبگیر کاهش می‌یابد. همچنین وسعت ناحیه جداشدگی در کانال آبگیر در کف، کمتر از سطح است و بیشینه سرعت جریان در کانال آبگیر در فاصله‌ای به اندازه عرض کانال آبگیر در پایین‌دست آبگیر رخ می‌دهد که در این مکان بیشینه تنگ‌شدگی جریان اتفاق می‌افتد. نیری و همکاران [۲۷]، با تحقیق روی آبگیر جانبی ۹۰ درجه در کانال مستقیم، جریان انحرافی را ناشی از اثر وجود گرادیان هیدرولیکی در دهانه آبگیر عنوان کرده‌اند. همچنین به عقیده آن‌ها، تغییرات فشار در دهانه آبگیر به‌گونه‌ای است که در دهانه داخلی آبگیر، فشار کاهش یافته و در دهانه خارجی آن، فشار افزایش می‌یابد. این نواحی فشار کم و زیاد به‌ترتیب با تغییرات رقوم سطح آب در دهانه آبگیر مرتبط می‌باشند و ناحیه دارای فشار زیاد، انتهای سطح تقسیم‌شده جریان بوده که در این ناحیه آب تقریباً ساکن و بدون حرکت می‌باشد. در ناحیه‌ای که پایین افتادگی سطح آب قابل ملاحظه است، جریان گردابی غالب شده و ناحیه جداشده را در نزدیک دیوار داخلی آبگیر ایجاد می‌کند. آن‌ها هم‌چنین عنوان کردند که اندازه سطح تقسیم‌یافته جریان در کانال اصلی میزان برداشت شده توسط کانال انحرافی را مشخص می‌کند. مطابق شکل (۲-الف)، مقطع ۲-۲ نشان می‌دهد که محدوده تقسیم جریان در کف کانال اصلی نسبت به سطح آب بیش‌تر است. نیری و همکاران [۲۷]، بر این عقیده‌اند که این اختلاف قابل ملاحظه در مقطع ۱-۱ نشان می‌دهد که بر خلاف ناحیه جداشده داخل کانال اصلی، این ناحیه در داخل آبگیر از سطح آب تا کف کاهش می‌یابد. هم‌چنین مطابق شکل (۲-الف) تعادل بین گرادیان فشار طولی و نیروهای برشی و جانب مرکز منجر به تشکیل جریان ثانویه حلزونی شکل در جهت عقربه‌های ساعت در نزدیک دیوار خارجی کانال انحرافی می‌شود.

بلانچرت و گراف [۵]، در ادامه مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که زاویه انحراف مطلوب با نرخ انحراف ( $QR=QD/QM$ ) در آبگیرهای جانبی متفاوت است. صالحی‌نیشابوری و طباطبایی [۴۱]، زاویه انحراف آبگیر در قوس را ۶۰ درجه پیشنهاد کرده‌اند. سازه‌های جریان با زاویه انحراف ۳۰ و ۴۵ و ۹۰ درجه توسط یانگ و همکاران [۵۱] مورد مطالعه قرار گرفت. برای به‌دست آوردن الگوی بهتر جریان، یک زاویه انحرافی بین ۳۰ و ۴۵ درجه توصیه شده است. پیرستانی و همکاران [۳۲]، زاویه انحراف ۳۰-۴۵ درجه و در برخی از موارد زاویه ۷۵-۶۰ درجه را پیشنهاد نمودند. تومیناگا و ناگائو [۴۶]، در یک کانال قوسی تند (نسبت شعاع انحنا به عرض کانال قوسی کمتر از ۳) با زاویه مرکزی ۶۰ درجه برای دو مقطع عرضی مستطیلی و دوزنقه‌ای آزمایشاتی انجام دادند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که در مقطع عرضی مستطیلی مقدار قدرت جریان



(الف)

شکل ۲: الگوی جریان آبگیری از مسیر مستقیم (الف) بدون صفحه مستغرق [۲۷] (ب) با حضور سه ردیف صفحه مستغرق [۳]

محل برای آبگیری در قوس خارجی رودخانه معرفی کرد.

### آستانه ورودی در قوس U شکل

سازه‌هایی از قبیل سنگچین یا الوار می‌توانند برای کنترل رسوب به‌داخل جریان مورد استفاده قرار بگیرند. ارتفاع سنگچین توسط نقشه‌برداری بستر رودخانه یا ضخامت حرکت لایه یا بار روی بستر رودخانه تعیین می‌گردد. این پارامترها توسط شرایط هیدرولیکی رودخانه و آبگیر تحت تأثیر قرار دارند. پیرستانی و همکاران [۳۲]، سه نسبت ارتفاع (نسبت ارتفاع آستانه به عمق آب) در محدوده ۰/۲ تا ۰/۵ مورد بررسی قرار دادند، هم‌چنین اثر فقدان آستانه روی آبگیر جانبی را بررسی نمودند. آستانه با نسبت ارتفاع ۰/۲۵، ۰/۳۴، ۰/۴۵ و بدون سنگچین در نظر گرفتند. صالحی‌نیشابوری و طباطبایی [۴۲]، عنوان کردند که آستانه می‌تواند تا ۳۰ درصد موجب کاهش رسوب ورودی به آبگیر شود و ارتفاع آستانه باید در محدوده ۰/۷۳ باشد. دهقانی و همکاران [۸]، اثر ارتفاع آستانه روی آبستنگی موضعی در اطراف آبگیر جانبی در قوس ۱۸۰ درجه بستر کانال را بررسی کردند. نتیجه نشان داد که دو حفره‌ی آبستنگی در کانال اصلی در بالادست و پایین‌دست آبگیر جانبی تشکیل شده‌اند و با افزایش ارتفاع آستانه در ورودی آبگیر، ارتفاع ماکزیمم آبستنگی در پایین‌دست حفره افزایش می‌یابد.

### نسبت دبی

پیرستانی و همکاران [۳۰]، مطالعاتی روی جریان انحرافی آبگیرهای جانبی در کانال‌های قوسی انجام دادند، تحقیقات انجام‌شده نشان داد که الگوی جریان‌های انحرافی کاملاً سه‌بعدی و غیریکنواخت بوده و ناحیه جداشده در نزدیکی دیوار داخلی کانال انحرافی روی میزان آبگیری مؤثر است. ترسیم نمودار بین دبی نسبی انحرافی و عدد فرود برای کلیه حالات آبگیری نشان داد که با افزایش عدد فرود، دبی نسبی انحرافی کاهش می‌یابد و در صورت مطرح نبودن ورود رسوبات تحتانی به داخل آبگیر، موقعیت‌های آبگیری ۷۵ درجه نسبت به دو موقعیت آبگیری ۴۰ و ۱۱۵ درجه برای تمام شرایط جریان در کانال قوسی‌شکل دارای بیشترین دبی نسبی انحرافی است. نیری و همکاران [۲۷]، مدل عددی سه‌بعدی

ثانویه به‌صورت خطی از ورودی قوس تا مقطع ۴۵ درجه افزایش یافت و به‌مقدار حداکثر رسیده، سپس به‌تدریج تا انتهای قوس (مقطع ۶۰ درجه) کاهش می‌یابد. در مقطع عرضی ذوزنقه‌ای با کاهش شیب جداره‌ها به‌علت کاهش عرض جریان ثانویه قدرت جریان ثانویه کم می‌شود [۱۷]. مطالعه بلانچرت و گراف [۵]، در یک قوس ۱۲۰ درجه نشان داد که در مقطع ۶۰ درجه، علاوه بر جریان ثانویه اصلی، در قوس خارجی نیز یک جریان ثانویه فرعی در خلاف جهت آن در نزدیک سطح آب ایجاد شده که حداکثر سرعت در مرز بین این دو ناحیه چرخشی رخ می‌دهد. تحقیقات پیرستانی و همکاران [۳۲]، نشان داده است که به‌منظور طراحی آبگیر جانبی و برای بهترین ساختار کنترل رسوب، پارامترهایی مانند زاویه انحراف باید مشخص شود. طراحی، نیاز به سطح بالایی از دقت و صحت به‌منظور اجتناب از طراحی نادرست دارد. روند ایجاد و اجرای طرح باید به‌صورت جامع و قابل اجرا باشد که پیرستانی و همکاران [۳۲] و دهقانی و همکاران [۷]، زاویه ۶۰ درجه و موقعیت آبگیری ۱۱۵ درجه را برای حالت آبگیری بدون دریچه تنظیم به‌دلیل ایجاد حداکثر آبگیری و کمترین محدوده ناحیه جدا شده پیشنهاد کرده‌اند. شفاعی‌بجستان و نظری [۴۳]، تأثیر زاویه انحراف آبگیر بر میزان رسوب ورودی به آبگیرهای جانبی در خم قائم رودخانه را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که برای دستیابی به درصد دبی آبگیری کافی و حداقل رسوب ورودی به آبگیر، زاویه ۴۵ درجه در موقعیت ۶۰ درجه از قوس ۹۰ درجه مناسب می‌باشد. مسجدی و تاییدی [۲۵]، تحقیقاتی با عنوان بررسی آزمایشگاهی اثر زاویه آبگیر روی دبی انحرافی در آبگیرهای جانبی در قوس ۱۸۰ درجه بدون حضور صفحات مستغرق و رسوب انجام دادند. نتایج تحقیقات نشان داد در صورتی‌که انتقال رسوب در نظر گرفته نشود زاویه آبگیری ۴۵ درجه مناسب‌ترین زاویه برای انتقال بیشتر دبی انحرافی است. صفرزاده [۳۹]، با کاهش زاویه آبگیری نسبت به جهت جریان به این نتیجه رسید که عرض محدوده گردابی کاهش می‌یابد به‌طوری‌که کم‌ترین عرض در زاویه ۴۵ درجه و بیش‌ترین عرض در زاویه ۹۰ درجه مشاهده می‌شود. پیرستانی و همکاران [۳۲]، موقعیت ۱۱۵ درجه تحت زاویه ۶۰ درجه را بهترین

جریان در حالت لایه‌ای روی یک انشعاب ۹۰ درجه در کانال با مقطع مستطیلی را توسعه داده و با نتایج آزمایشگاهی مقایسه کردند. با افزایش نسبت دبی، عرض ناحیه گردابی کم شده و بر طول علاوه بر گردابه داخل آبگیر، ناحیه چرخشی دیگری در کانال اصلی و در آن افزوده می‌شود. علاوه بر آن، برای نسبت دبی ۰/۶۴ مقابل آبگیر تشکیل می‌شود که محققین علت تشکیل این ناحیه را، مکش شدید اعمالی از طرف آبگیر به جریان داخل کانال اصلی و در نتیجه جدایی جریان از دیواره سمت راست می‌دانند. مسجدي و فروشانی [۲۳]، اثر آزمایشگاهی عمق جریان روی نسبت دبی در آبگیرهای جانبی در خم رودخانه را مورد مطالعه قرار دادند. مدل در یک فلوم آزمایشگاهی تحت آب زلال و بدون رسوب اندازه‌گیری شد. آزمایش برای عمق جریان مختلف و با دبی‌های مختلف انجام شد. نتیجه حاکی از آن است که با افزایش عمق جریان در قوس ۱۸۰ درجه فلوم، نسبت دبی افزایش می‌یابد و همچنین مسجدي و همکاران [۲۴]، تحقیقی آزمایشگاهی با عنوان اثر زاویه آبگیر روی نسبت دبی در آبگیرهای جانبی در قوس ۱۸۰ درجه انجام داده‌اند. براساس تحقیقات انجام‌شده، آبگیر جانبی و تعیین زاویه آبگیر، مهم‌ترین موضوع می‌باشد. در آبگیر جانبی، نسبت دبی با مدل کردن زاویه آبگیر در یک فلوم آزمایشگاه در آب زلال و بدون رسوب اندازه‌گیری شد. آزمایشات برای زاویه آبگیری مختلف و موقعیت‌های مختلف با یک عدد فرود انجام شد. نتایج حاصل از مطالعه مدل نشان داد که در همه‌ی موقعیت‌ها در قوس ۱۸۰ درجه‌ی زانویی فلوم، افزایش نسبت دبی در زاویه ۴۵ درجه آبگیر جانبی رخ می‌دهد.

#### شرایط جریان (عدد فرود)

ابوالقاسمی و سنگین‌آبادی [۲]، آزمایشاتی روی قوس ۱۸۰ درجه بستر کانال با هدف در نظر گرفتن اثرات عدد فرود و زاویه انحراف انجام داد. موقعیت آبگیر جانبی در مطالعه‌اش در زاویه‌ی ۱۱۵ درجه بررسی شد. با افزایش عدد فرود عمق آبستگي موضعی افزایش می‌یابد و برای اعداد فرود کمتر از ۰/۱۸، نسبت عمق آبستگي موضعی به عرض کانال، برای زاویه انتقال ۶۰ درجه ماکزیمم می‌باشد.

#### بار رسوبي (بار بستر و بار معلق)

ادگار و وانگ [۳۰]، با انجام آزمایش روی مدل قوسی ۱۸۰ درجه به مطالعه الگوی جریان و حرکت ذرات رسوبي پرداخته و محل تجمع رسوبات را در امتداد قوس داخلی و عمیق‌ترین حفره آبستگي، در امتداد قوس خارجی عنوان کردند. آنها بیشترین تغییرات پروفیل بستر را در نیمه اول قوس و قبل از رأس مشاهده کردند. دهقانی و همکاران [۷]، با بررسی آزمایشگاهی تغییرات بستر در قوس ۱۸۰ درجه با آبگیر جانبی نتیجه گرفته‌اند که نیمه اول قوس، رسوبات بستر به علت وجود جریان‌های ثانویه از جداره خارجی به طرف جداره داخلی جابجا می‌شود و با نزدیک شدن جریان به

دهانه آبگیر خطوط جریان در سطح و در کف تحت تأثیر آبگیر قرار گرفته و به علت انحنای خطوط جریان، در بالادست آبگیر یک ناحیه فرسایشی به وجود آمده است. تأثیر دیوار منحرف‌کننده جریان-آستانه بر رسوب ورودی به آبگیر یکی از نکات مهم در طراحی آبگیر این است که شرایطی را انتخاب کنیم که با تأمین آبگیری مورد نیاز، تاحد امکان از ورود رسوبات به آبگیر جلوگیری شود. به علاوه، تأسیسات آبگیری باید تأثیر کمی روی مورفولوژیکی و ریخت‌شناسی رودخانه داشته باشند. مسئله کنترل فرسایش و رسوب‌گذاری در مدخل آبگیری رودخانه‌ها برای شبکه‌های آبیاری و زهکشی، نیروگاه‌ها، تصفیه‌خانه‌های آب و غیره از دیرباز مورد توجه بوده است و از روش‌هایی همچون سنگفرش، توری‌سنگی و سیمانی‌کردن و ساخت دیواره آبشکن و لایروبی استفاده شده است که با صرف هزینه بالا و تأثیرات نامطلوب جانبی همراه بوده است. یکی از روش‌های مؤثر و نسبتاً ارزانی که به تازگی مرسوم شده، استفاده از صفحات مستغرق می‌باشد. این صفحات قادر به حذف رسوب ورودی تا دبی آبگیری ۰/۲ می‌باشند و به علت کاهش عملکرد در دبی‌های آبگیری بیشتر، از سازه‌های مکمل از قبیل آستانه و آبشکن برای افزایش عملکرد آنها استفاده می‌شود، به طوری که سازه‌های تکمیلی عملکرد صفحات را تا دبی آبگیری ۰/۳ افزایش داده است [۳ و ۱۱]. با این حال همیشه سعی محققین علم هیدرولیک بر این بوده که بتواند با بکارگیری روش‌های مناسب و جدید ضمن افزایش کارایی دهانه آبگیر، اثرات منفی بر شرایط مورفولوژی رودخانه را تقلیل دهند. در اواخر سال ۱۹۱۰ محققین آلمانی در شهر هامبورگ روی حداقل کردن نرخ رسوب‌گذاری در بنادر آلمان مطالعاتی انجام دادند که نتیجه آن ابداع سازه‌های به نام دیوار منحرف‌کننده جریان (CDW<sup>1</sup>) بود. این سازه به صورت یک دیوار عمودی ثابت می‌باشد که در سطح افقی انحنای دارد و در تمام عمق آب توسعه می‌یابد [۱۴، ۲۰ و ۵۰]. این سازه شامل سه بخش است: یک دیوار انحنادار هادی جریان، یک کانال مابین دیوار و ساحل رودخانه و یک آستانه در بخش ساحلی دیوار. دیوار منحرف‌کننده جریان-آستانه با تغییر دادن الگوی جریان در ورودی بندر، انتقال رسوبات به داخل آن را کاهش می‌دهد. عملکرد دیوار منحرف‌کننده جریان-آستانه در کاهش رسوبگذاری در بندر حدود ۴۰-۵۰ درصد تخمین زده شده است. با این حال کارایی یک سیستم CDW-Sill به شرایط هیدرولیکی و همچنین به شکل و ابعاد سازه در ارتباط با هندسه ورودی بندر و حجم کلی بندر بستگی دارد [۱۹]. در این تحقیق با توجه به شرایط الگوی جریان ورودی به آبگیر، عملکرد سازه‌ی دیوار منحرف‌کننده جریان-آستانه به عنوان روش جدید کنترل رسوب مورد بررسی قرار گرفت و با عملکرد صفحات مستغرق مقایسه گردید.

1. Current Deflecting Wall-sill

in Sinus River. Amir-kabir Journal of Civil Engineering. 44 [1], pp 43-54.

2. Abolghasemi, M. and Sangin-Abadi, H. 2008. Flow pattern in arc and optimal location of catchment head. Seventh Iranian Hydraulic Conference. 132-136.

3. Barkdoll, D., Ettema, R. and Odgaard, A.J. 1999. Sediment control at Lateral Diversions: limits and Enhancement to vane use. J. Hydraulic Engin. 125[8]: 132-136.

4. Blancheart, K. 2002. Analysis of coherent flow structures in a bend based on instantaneous velocity profiling. Third International Symposium Mechanics and Fluid Engineering, EPFL, Lausanne, Switzerland pp.51-58.

5. Blanckaert, K. and Graf W.H. 2001. Experiments on flow in a strongly curved channel bend. In Proceedings of the congress-international association for Hydraulic Research. 371-377.

6. Dehghani, A., Qodsian, M., Salehi neishaboori, S. and Odgaard, A.J. 2005. Investigating the stress conditions on substrate variations of alluvial canals in a 180 degree arc. Hydraulic Journal. Iranian Hydraulic Society, 2 [1].

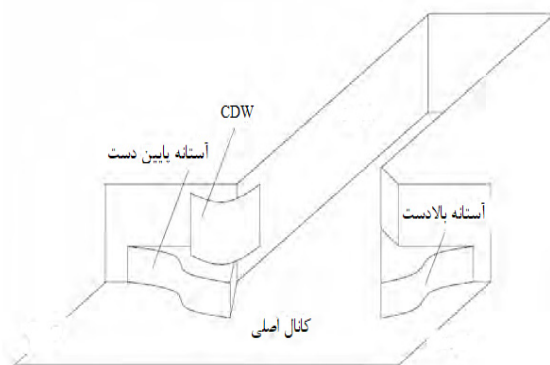
7. Dehghani, A.A., Ghodsian, M., Suzuki k. and Alaghmand, S. 2008. Local Scour around Lateral Intakes in 180 Degree Curved Channel. Proceedings of 16th IAHR-APD Congress and 3rd Symposium of IAHR-ISHS Engineering ASCE 1173: 267-283.

8. Dehghani, A.A., Ghodsian, M., Suzuki K., Salehi Neyshabouri, A.A. and Shafieifar, M. 2006. Effect of Sill on local scour at lateral intake in 180 degree curved channel. 3th International Conference on Scour and Erosion Amsterdam, Netherland.

9. Dehghani, A. 2005. Laboratory review of substrate changes in a 180 ° arc with a lateral nozzle. The 5th Hydraulic Conference of Iran, Shahid Bahonar University of Kerman.

10. Gohari, S. 2010. Sediment control in intake with the use of submerged and spillway plates. The 5th National Congress on Civil Engineering, May 16-14. Ferdowsi University of Mashhad. 112-120.

11. Gohari, S., Ayyob zade, S. Qodsian M. and Salehi Neyshabouri, S. J. 1999. Controlling sediment inputs to water catchers using spray gun and submerged panels. Eighth International River Engineering Workshop. Chamran martyr of Ahwaz University.



شکل ۳: سیستم دیوار منحرف کننده آستانه و اجزا تشکیل دهنده آن در بندر [۱۴]

## بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق بهترین مکان آبیگری در آبیگریهای جانبی به منظور کنترل رسوب ورودی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که پارامترهای مؤثر در انحراف رسوب شامل موارد زیر می باشد: نسبت دبی، شرایط جریان (عدد فرود)، بار رسوبی (بار بستر و بار معلق)، موقعیت آبیگر (در قوس کانال)، زاویه انحراف، آستانه ورودی و صفحات مستغرق که محققان تأثیر برخی از آنها را در انتخاب بهترین موقعیت آبیگر بررسی نمودند. براساس بررسی آنها به علت وجود جریان ثانویه و انتقال رسوبات از ساحل خارجی به ساحل داخلی، سواحل خارجی خم رودخانه ها، مناطق مناسبی برای آبیگری هستند. همچنین استفاده از صفحات مستغرق در دهانه های آبیگر علاوه بر کنترل انتقال رسوب به آبیگر، در میزان انحراف دبی به آبیگرها مؤثر می باشد. استفاده از صفحات مستغرق یک روش ایجاد و تقویت جریان ثانویه می باشد. جریان های ثانویه از ورود رسوب به داخل آبیگر جانبی جلوگیری می کنند. محققان با بررسی تأثیر صفحات مستغرق و آبشکن روی ورود رسوبات به آبیگر نشان دادند که با احداث آبشکن در ضلع مقابل، کارایی صفحات مستغرق افزایش می یابد. همچنین محققان بهترین محل برای آبیگری را پایین دست قوس خارجی رودخانه جایی که جریان حلزونی توسعه می یابد پیشنهاد نموده اند و محل ترجیح داده شده برای آبیگر جانبی در  $\frac{3}{4}$  زاویه مرکزی در نیمه دوم خم کانال معرفی نمودند. سازه هایی از قبیل سنگچین یا الوار می توانند برای کنترل رسوب به داخل جریان مورد استفاده قرار گیرند. ارتفاع سنگچین توسط نقشه برداری بستر رودخانه یا ضخامت حرکت لایه یا بار روی بستر رودخانه تعیین می گردد، این پارامترها توسط شرایط هیدرولیکی رودخانه و آبیگر تحت تأثیر قرار دارند. محققان عنوان کردند آستانه می تواند تا ۳۰ درصد موجب کاهش رسوب ورودی به آبیگر شود و ارتفاع آستانه باید در محدوده  $0.73$  باشد.

## منابع

1. Abolghasemi, M. 2012. The Effects of Flow Diversion on Sediments Entering the Intake in 90 Deg. Diversion Angle

Experimental Investigations of Effect Intake Angle on Discharge in Lateral Intakes in 180 Degree Bend. The first international conference on dams and hydropower.

25. Masjedi A., Taaedi A. 2011 .Experimental investigations of effect intake angle on discharge in lateral in 180 degree bend., World Applied Sciences Journal 1510: 1442-1444.

26. Montaseri H. and Asiaei H. 2016. Numerical investigations on effect of intake location and diversion angle on flow pattern in a channel bend by SSIIM2 Software. Modares Civil Engineering Journal (M.C.E.J) Vol.16, No.3.

27. Neary V.S., Sotiropoulos F. and Odgaard A.J. 1999. Three-dimensional numerical model of lateral-intake inflows. Hydraulic Engin, 125[2]: 126-140.

28. Neill R. and Evans J. 1997. Sediment control at water intakes. J. Hydraulic Engin, 670-671.

Odgaard A.j., Kennedy J.F. 1983. .Bed river bank protection by submerged vanes., Journal of Hydraulics Engineering., ASCE,109[8]: 1161-1173.

29. Odgaard J. and Wang Y. 1991. Sediment management with submerged vanes. I: Theory. Journal of Hydraulic

30. Ouyang H.T. 2001. Design optimization of submerged vane system for sediment control. PhD Thesis at IOWA Univ., PP:210

31. Pirestani M., Majd zade M. and Barkhordari N. 2008. Flow analysis on the side drain in the arc river using a physical model. Water and Soil Journal of Agricultural Science and Technology, 22 [2].

32. Pirestani, M., Salehi neishaboori, A. A. and Majdzade Tabatabaee, M. 2007. Laboratory study of divergent flow of lateral basins in arc channels. Iranian Water Resources Research Journal, 2 [2].

33. Ramamurthy, A. S., Junying, Q. and Diep, V. 2007. Numerical and Experimental Study of Dividing Open Channel Flows. Journal of Hydraulic Engineering, 133[10]: 1135-1144.

34. Raudkivi, A.1993 . Sedimentation, Exclusion and removal of sediment from diverted water. AIRH Hydraulic Structures, Design Manual. PP: 63-87.

35. Razvan, E. 1989. River Intake and Diversion Dams, Elsevier Science Publishing Company INC, New York, 10010, USA.

36. Rostam abadi, M., Salehi neishaboori, S. Monteseri,

12. Gupta, P. and Sharma, N. 2007. Performance evaluation of tapered vane. J. Hydraulic Research, 45[4]: 472-477.

13. Hassan poor, F., Ayyob zade, S. Qodsian, M. and Samani, J. 2006. The effect of submerged plates on the level of watering and the longitudinal profile of the surface of the water adjacent to the side ponders 90 °. Journal of Research and Development in Natural Resources, 77.

14. Hofland, B., Christiansen, H., Crowder, R.A., Kirby, R., Van Leeuwen, C.W. and Winterwerp, J.C. 2001. The current deflecting wall in an estuarine harbor. Proc., 29th IAHR Congress, International Association for Hydra. Res., Delft, the Netherlands, 613–621.

15. Jian, y. and Mccorquadale, J.A. 1998. Simulation of curved open channel flows by 3D hydrodynamic model. J. of Hydrology Engineering, ASCE.1277

16. Joglekar, D.V. 1959. Control of enterny canals, Irrigation and power, 177-190.

17. Karami moghaddam, M., and Keshavarzi, A. 2007. The effect of submerged panels on sediment control at the inlet of 55 ° inlet with the inclination of the incoming edge. Third Civil Engineering Congress. Tabriz University, 171-180.

18. Keshavarzi, A. and Shamsaddininejad, A.R. 2002. Plain secondary current at water intakes and its effect on sedimentation process. CSCE/EWRI of ASCE Environmental Engineering Conference, Niagara. PP: 1-7.

19. Kuijper, C., Christiansen, H., Cornelisse, M. and Winterwerp, J.C. 2005. Reducing harbor siltation. II: Case Study of Parkhafen in Hamburg. Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Eng., ASCE, 131[6]: 267-276.

20. Leeuwen S. and Hofland B. 1999. The Current Deflecting Wall in a tidal harbour with density influences. M.Sc. Thesis, Delft University of Technology.

21. Marelius F. and Sinha K. 1998. Experimental investigation of flow past submerged vanes. J. Hydraulic Engin, 124[5]: 542-546.

22. Marelius F. and Sinha K. 2000. Analysis of flow past submerged vanes. Hydraulic, 38[1]: 65-71.

23. Masjedi A. Foroushani E.P. 2012. Experimental effect of flow depth on ratio discharge in lateral intakes in river bend. 26th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems.

24. Masjedi A. Taaedi A. and Kamanbedast A. 2012.

- Chen, O. 2005. Flow structure and sediment motion around submerged vanes in open channel. *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, ASCE, 131[3]: 132-136.
45. Tominaga, A and Nagao, M. 2000. Secondary flow structures in bends of narrow open channels with various cross sections, 4th International Conference on Hydro-science and Engineering, Seoul.
46. Toru, K. 1975. Design of Irrigation Water Intake. ICID, 9th Congress Moscow, 511-532.
47. Voisin, A. and Townsend, R.D. 2002. Model testing of submerged vanes in strongly curved narrow channel bends. *J. Civil Engineering*, 29: 37-49.
48. Wang, y., Odgaard, A.J., Melville, W. and Subhash, C. 1996. Sediment control at water intakes. *J. Hydraulic Engineering*, 122[6]: 353-356.
49. Winterwerp, J. C., Eysink, W.D., Kruiningen, F.W., Christiansen, H., Kirby, R. and Smith, T.J. 1994. The current deflecting wall: A device to minimise harbor siltation. *Dock Harbour Auth*, 849[74]: 243-247.
50. Yang, F., Chen, H. and Guo, J. 2009. Mechanical Engineers, New York, N.Y., Study on .Diversion Angle Effect. of Lateral Intake, 722-751.
51. Zeynivand, M., and Shafae bajestan, M. 2007. Laboratory study of the use of submerged plates at the intersection of rivers. 6th Iranian Hydraulic Conference, Shahrekord University, Shahrekord, 385-393.
- H. and Pirestani, M. 2008. Numerical simulation of the effect of submerged plates on secondary flow in a 180 degree arc in front of the pond openings. *Journal of Soil and Water Research*, 16 [3].
37. Rozovskii, I. 1957. Flow of water in bend of open channel Academy of Sciences of Ukrainian SSR Institute of Hydrology and Hydraulic Engineering.
38. Safar zadeh, Gondshamin, A., 2009. Study of turbulent flow structure and qualitative study of sediment loading mechanism in the lateral water catchment in the river arch using a three dimensional numerical model. *Hydraulic Scientific Journal*, 4 [4].
39. Salehi Neyshabouri, A.A. 2008. Workshop: Ali Akbar Salehi Neyshabouri. Tarbiat Modarres University.
40. Salehi Neyshabouri, A.A. and Tabatabaie, M.R.M. 2007. Physical modeling the flow in lateral intake in curved channels, Tenth International Symposium on River Sedimentation 10-th ISRS Moscow, Russia.
41. Salehi Neyshabouri, A.A. and Tabatabai, M.R.M. 2011. Physical modeling the flow in lateral intake in curved channels, Tenth International Symposium on River Sedimentation 10-th ISRS Moscow, Russia.
42. Shafae bajestan, M. and Nazari, S. 2006. Effect of pond deviation angle on the amount of sediment input to the lateral ponds in the vertical slope of the river. *Scientific Journal of Agriculture*, Shahid Chamran University Ahvaz. 22 [1].
43. Shukry, A. 1949. Flow around bends in open flum, *J. of Hydrology Engineering*, ASCE, 115: 751-759.
44. Soon-Keat, T., Guoliang, Y., Siow-Yong, L. and Muk-



## Abstract

**Placement of Lateral intake in Order to Control Incoming Sediment**M. Dastourani<sup>1</sup>, B. Mohseni<sup>2</sup>, H. Razzaghian<sup>3\*</sup> and B. Momeni<sup>4</sup>

Received: 2018/10/27 Accepted: 2019/07/02

The diversion flow pattern is quite 3-D and non-uniform. In general, flow diversion occurs either naturally like braided rivers or artificially like lateral intakes. According to the performed investigations, the intake location affects the rate of water intake and sediments entry into the diversion channel. The use of lateral intake along with diversion channel is one method of providing water from river. Given the fact that most rivers are in nature in their meander state, so determining the position and angle of water intake is very important. Since the main purpose of lateral intakes is to facilitate water transfer without sediments and most of the rivers are zigzagged through their path, therefore, more researches on the location of the lateral intake and its angle on the arc paths it seems necessary. The results showed that the effective parameters in sediment deviation include: Discharge ratio, Flow conditions [Froude number], Sediment load [Bed load and Suspended load], Water intake location [On the channel arch], Deviation angle, Input threshold and Submerged plates that researchers examined impact of some of them to choose the best the intake location.

**Keywords:** Discharge rate, Diversion flow, Hydraulic structure, Intake location, River.

1- Assistant Professor of Water Structures, Water Engineering Department, Birjand University, Birjand, Iran.

2- Instructor of Natural Resources and Environment, Payam Noor University, Tehran, Iran, and Ph.D. student of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.

3- Assistant Professor of Natural Resources and Environment, Payam Noor University, Tehran, Iran. Corresponding author, Email: hrazzaghan@yahoo.com

4- Assistant Professor of Natural Resources and Environment, Payam Noor University, Tehran, Iran.