

## بررسی صفحات مستغرق در زوایای مختلف در آبگیر های جانبی

بابک ملک خویان<sup>۱</sup>، مرضیه برمکی<sup>۲</sup>، علیرضا مسجدی<sup>۳</sup>

۱. کارشناسی ارشد سازمان آب و برق خوزستان

۲. کارشناس ارشد رشته سازه های آبی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

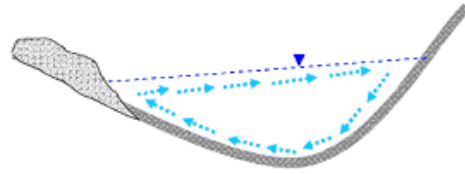
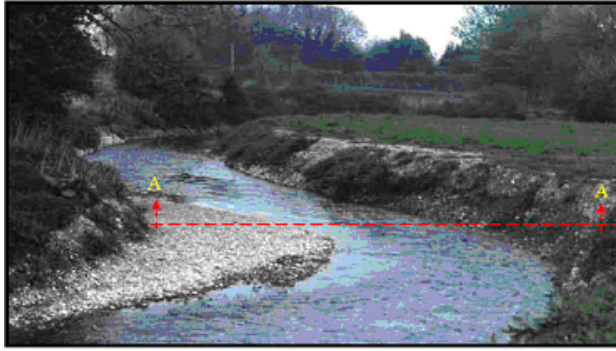
۳. دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

### چکیده

از روش های کاهش رسوب ورودی به آبگیرهای جانبی استفاده از صفحات مستغرق در جلوی دهانه آبگیر است. صفحات مستغرق با ایجاد جریان های ثانویه باعث انحراف رسوب از دهانه آبگیر می شوند. این سازه ها علاوه بر کاهش انتقال رسوب به دهانه آبگیرها باعث تغییردبی انحرافی نیز می شوند. با توجه به اینکه در آبگیرها هدف افزایش راندمان آبگیری است لذا ضروریست که تاثیر صفحات مستغرق را بر دبی نسبی انحرافی بررسی شود. در این تحقیق بمنظور بررسی اثر زاویه آبگیری بر دبی نسبی انحرافی در شرایط وجود صفحات مستغرق از یک مدل فیزیکی استفاده شد. کلیه آزمایش ها در یک فلوم قوسی شکل ۱۸۰ درجه با انحنای نسبی قوس  $R/B = 4.7$  (شعاع مرکزی  $Rc=2.8$  و عرض کف کانال اصلی  $B=0.16$ ) انجام شد، کانال آبگیر در موقعیت ثابت ۳۰ درجه نصب شد. در این تحقیق صفحات مستغرق در ۴ زاویه ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه در دو ردیف جلوی دهانه آبگیر نصب گردید. آزمایش ها در شرایط آب زلال، در زاویه آبگیری ثابت ۷۵ درجه انجام شد. نتایج نشان داد زاویه ۲۵ و ۳۰ درجه صفحات مستغرق دبی نسبی بیشتری را در مقایسه با حالت بدون صفحه منحرف می کنند اما زوایای ۱۵ و ۲۰ درجه دبی نسبی کمتری را منحرف می کنند. کلمات کلیدی: صفحات مستغرق، قوس ۱۸۰ درجه، زاویه آبگیری، راندمان آبگیری

### مقدمه

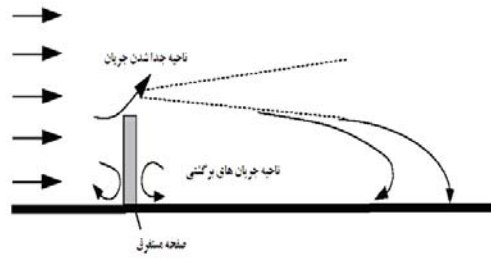
رودخانه ها همواره بعنوان یکی از منابع اصلی جهت تامین نیاز بخش های مختلف مصرف مورد توجه قرار داشته اند. برای برداشت آب و هدایت آن به کانالهای انحرافی، سازه های متنوعی ابداع و مورد بهره برداری قرار گرفته که گاه ساده و گاهی با ساختار پیچیده ای بوده است. یکی از این سازه ها، آبگیر های جانبی است. آبگیری در رودخانه باید از محلی صورت گیرد که حداقل رسوبات چه بصورت بار بستر و چه بصورت بار معلق وارد کانال شود و علاوه بر این، سیستم آبگیر مورد نظر باید حداکثر آبگذری را داشته باشد. قوس رودخانه بخاطر داشتن الگوی خاص جریان بنام جریان حلزونی، همواره مورد توجه مهندسی هیدرولیک بوده است. با ورود جریان به قوس، نیروی گریز از مرکز بر آن اثر می کند که این نیرو در راستای شعاع قوس و نیز در جهت عمق بخاطر تغییرات سرعت، متغیر می باشد. نیروی گریز از مرکز موجود در خم باعث ایجاد شیب عرضی در سطح آب می شود که سطح آب را در قوس بیرونی بالا برده و در قوس داخلی باعث کاهش عمق می شود. این پدیده باعث ایجاد گرادیان فشار جانبی در داخل مقطع خواهد شد. هرگاه گرادیان فشار مزبور بر نیروی گریز از مرکز غلبه کند، جریانی در جهت عرضی داخل مقطع شکل می گیرد که به جریان ثانویه موسوم است. در اثر این جریان، ذرات موجود در سطح آب بطرف دیواره بیرونی حرکت کرده و ذرات موجود در کف بطرف دیواره داخلی جابجا می شوند. در شکل (۱) الگوی جریان ثانویه نشان داده شده است.



جریان ثانویه در مقطع عرضی A-A

شکل (۱): قوس رودخانه و الگوی جریان ثانویه در رأس قوس

در انتخاب محل آبیگر، قوس رودخانه از اهمیت زیادی برخوردار است. در این مناطق پدیده رسوب گذاری و فرسایش به طور همزمان انجام می شود. وجود جریان حلزونی در محل انحنای رودخانه موجب رانده شدن رسوبات نزدیک کف به سمت قوس داخلی و حرکت آب صاف تر سطحی به سمت قوس بیرونی می گردد. پدیده فوق موجب می شود که قسمت محدب رودخانه محل بسیار مناسبی برای احداث آبیگرمی باشد. استفاده از صفحات مستغرق به منظور افزایش جریان های ثانویه از راهکارهای کاهش رسوبات ورودی به آبیگر جانبی می باشد. این صفحات با زاویه (۱۵-۴۰) درجه نسبت به جهت جریان در کف رودخانه نصب می گردند، ارتفاع آنها (۰/۴-۰/۲) برابر عمق آب در محل نصب صفحات می باشد. عملکرد اصلی این صفحات تولید جریان ثانویه است. (شکل ۲)



شکل (۲) جریان ثانویه ناشی از صفحات مستغرق

رزوفسکی (1957) با انجام مطالعاتی بر روی قوس 180 درجه بیان کرد که از مقطع ورودی تا رأس قوس، قدرت جریان ثانویه افزایش یافته و پس از آن تا مقطع عرضی 135 درجه دارای مقدار نسبتاً ثابتی شده، سپس به تدریج و بانزدیک شدن به خروجی قوس از قدرت جریان ثانویه کاسته می شود. [۱]

رادکیوی بهترین محل آبیگری را در کانال های قوسی، محدوده پس از زاویه 30 درجه را عنوان کرده است زیرا در این محدوده، جریان حلزونی (مارپیچی) کاملاً توسعه می یابد. [۲]

سینها و ماریلوس در سال ۲۰۰۰ مدل عددی برای تحلیل جریان عبوری از روی یک صفحه مستغرق را توسعه دادند. این مدل معادلات سه بعدی ناویراستوکس را با معادله آشفتگی  $k-\epsilon$  حل می نماید. شرایط مرزی در معادلات حاکم مطابق با شرایط توپوگرافی بستر و شکل صفحه تعریف گردید. نتایج مدل عددی با مشاهدات مطالعه آزمایشگاهی انجام شده در یک کانال مستطیلی مستقیم با بستر متحرک مقایسه شد. مقایسه اندازه گیری های آزمایشگاهی سرعت در سه بعد در مجاورت و همچنین در فواصل دورتر از صفحه با نتایج مدل ریاضی بیانگر کارایی خوب مدل می باشد. [۳]

محمدجواد خانجانی و همکاران در سال ۱۳۷۷ در بررسی آرایش مکانی صفحات مستغرق برای کاهش رسوبگذاری در دهانه آبیگر با مدل فیزیکی تحقیقاتی انجام دادند. در این مطالعه یک مدل فیزیکی برای بررسی هیدرودینامیک جریان و اثر کارگذاری

صفحات مستغرق در کاهش رسوبگذاری درمدخل آبگیر مورد استفاده قرار گرفت. این مدل شامل کانالی به ابعاد  $2/5 \times 0/25$  متر همراه با ضمایم و وسایل اندازه گیری سرعت و عمق جریان بود. در این بررسی جمعاً ۴۲ آزمایش در دو گروه به صورت های بدون کاربرد صفحات مستغرق (۴ آزمایش) و پاکار گذاشتن صفحات مستغرق (۳۸ آزمایش) به عمل آمد. متغیرهای مورد مطالعه بده جریان در کانال اصلی، کانال آبگیر و آرایش صفحات به دو صورت: کارگذاری به صورت سه صفحه در هر ردیف و کارگذاری به صورت متناوب بود. نتایج حاصل از آزمایشها نشان می دهد که حجم رسوبگذاری در بهترین آرایش قرارگیری صفحات در حالت سه صفحه در هر ردیف، تا حدود ۵۰ درصد و در حالت قرارگیری صفحات به صورت متناوب، تا حدود ۷۵ درصد کاهش داشته است. [۴]

هو و همکاران در سال ۲۰۰۴ با طراحی و انجام مدل فیزیکی بهترین موقعیت نصب صفحات مستغرق را برای جلوگیری از ورود رسوبات به سازه آبگیر ریو گراند تعیین نمودند. پس از انجام مدل فیزیکی، از بین چهار گزینه صفحات مستغرق، صفحات مستغرق اصلاح شده آیوا بدلیل ممانعت از ورود رسوبات به داخل آبگیر انتخاب گردید. و ابعاد طراحی صفحات مستغرق کاربردی آیوا به صورت ذیل می باشد. [۵]

۱- ارتفاع صفحات =  $H_v = 0,2$  تا  $0,3$  عمق جریان

۲- طول صفحات =  $3 H_v$

۳- فاصله جانبی بین صفحات =  $3 H_v$

۴- فاصله طولی بین صفحات =  $30 H_v$

۵- فاصله تا دیواره یا آبگیر =  $3 H_v$

۶- زاویه برخورد با جریان =  $20^\circ$  درجه

تان و همکاران در سال ۲۰۰۵ ویژگیهای حرکت جریان و رسوب اطراف یک صفحه مستغرق بزرگ به طولهای بین ۱ تا ۴ متر را در یک فلوم مستقیم و عریض به طول ۳۰ متر و عرض ۶ متر بررسی کردند. برای تغییر جهت جریان صفحه مستغرق شکل (۲-۱۸) با زاویه برخورد جریان بین ۱۵ تا ۹۰ درجه نصب گردید. این تحقیق نشان داد که کارایی صفحه مستغرق در منحرف نمودن مسیر حرکت رسوبات بستگی به زاویه برخورد صفحه با جریان، ارتفاع و طول صفحه دارد و زاویه بهینه برخورد جریان با صفحه به منظور منحرف نمودن مسیر رسوبات ۳۰ درجه می باشد و ارتفاع بهینه صفحه مستغرق دوتا سه برابر ارتفاع فرم بستر به منظور جلوگیری از فرار رسوبات از طریق تاج فرم بستر می باشد. [۶]

پیرستانی و همکاران در سال ۱۳۸۵ در مطالعه آزمایشگاهی جریان های انحرافی کانال های قوسی در شرایط بدون صفحات مستغرق نتایج نشان داد موقعیت ۷۵ درجه نسبت به سایر موقعیت ها بیشترین دبی نسبی را منحرف می کند همچنین افزایش عدد فرود کاهش دبی نسبی انحرافی را در بر دارد. [۷]

فرزاد حسن پور و همکاران در سال ۱۳۸۶ اثر صفحات مستغرق بر میزان آبگیری و پروفیل طولی سطح آب در مجاورت آبگیر های جانبی ۹۰ درجه را بصورت آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار داده اند. نتایج در این آزمایشات نشان داد که صفحات مستغرق در زوایای ۱۵، ۲۰، ۲۵ درجه به ترتیب کاهش بدون تاثیر و افزایش نسبت آبگیری را در مقایسه با شرایط بدون استفاده از سازه کنترل رسوب رداشته اند. [۸]

علی اکبر عباسی و مهدی حبیبی در سال ۱۳۸۸ به بررسی آزمایشگاهی تأثیر زاویه آبگیر در کنترل رسوب ورودی به آبگیر در حالت وجود صفحات مستغرق در زاویه های آبگیری ۴۵، ۶۰ و ۹۰ درجه پرداختند. در این تحقیق مشخص شد که رسوب ورودی به آبگیر در حالت وجود صفحات مستغرق، بستگی به پارامترهای بدون بعد عدد فرود جریان، زاویه آبگیری و نسبت دبی آبگیری دارد. در این میان نقش نسبت دبی آبگیری بیشتر بوده و با افزایش نسبت دبی آبگیری، رسوب ورودی به آبگیر افزایش می یابد. آزمایشهای انجام شده نشان داده است که در حالت وجود صفحات مستغرق، رسوب ورودی به آبگیر در زاویه ۹۰ درجه کمترین و در زاویه آبگیری ۴۵ درجه بیشترین مقدار را دارد. [۹]

سعید گوهری و همکاران در سال ۱۳۸۸ در مورد کنترل رسوب ورودی به آبیگرها با استفاده از آبشکن و صفحات مستغرق مطالعه ای آزمایشگاهی انجام دادند که ابعاد، تعداد و آرایش صفحات بر اساس مقادیر توصیه شده طراحی مورد استفاده قرار گرفته است. به منظور هدایت جریان به سمت آبیگر و افزایش کارایی صفحات، از آبشکن در ضلع مقابل آبیگر استفاده شده است. اثر پارامترهای طول آبشکن، فاصله آن از مقابل آبیگر و زاویه آن با جریان در کانال اصلی مورد بررسی قرار گرفته است. طول آبشکن های بکاررفته ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتیمتر بوده است. زوایای قرارگیری آبشکن ها ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ درجه با جهت جریان اصلی بوده است. همچنین مکان قرارگیری آبشکن ها در سه موقعیت متفاوت در مقابل آبیگر بوده است. آزمایش ها برای سه نسبت آبیگری مختلف انجام شده است. نتایج تحقیق نشان می دهد که کارایی صفحات با احداث آبشکن در ضلع مقابل آبیگر افزایش پیدا کرده و مقدار ورود رسوبات به آبیگر کاهش پیدامی کند. در نسبت آبیگری در واحد عرض ۰/۳ مقدار ورود رسوبات به آبیگر به صفر می رسد. با جابجایی آبشکن به اندازه دوبرابر عرض دهانه آبیگر به بالادست کانال اصلی، مقدار ورود رسوبات به آبیگر به طور متوسط ۴۰ درصد کاهش می یابد. همچنین ورود رسوبات به آبیگر با استفاده از آبشکن با زاویه ۹۰ درجه نسبت به دو آبشکن با زوایای ۴۵ و ۱۳۵ به حداقل می رسد. [۱۰]

حسین منتصری و همکاران در سال ۱۳۸۸ در مطالعه آزمایشگاهی مستغرق را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان می دهد صفحات جریان ثانویه ای تولید می کنند که هم جهت با جریان ثانویه قوس می باشد. همچنین خطوط جریان در صفحات افقی نشان می دهند صفحات مستغرق سبب کاهش عرض صفحه تقسیم جریان در لایه های نزدیک بستر و افزایش عرض صفحه تقسیم جریان در تراز بالای صفحات میگردند. محاسبه قدرت جریان ثانویه در قوس نشان می دهد نصب صفحات در محدوده آبیگر، موجب افزایش قدرت جریان ثانویه شده و از شدت کاهش قدرت جریان ثانویه بر اثر مکش آبیگر می کاهد. محاسبه تنش برشی بستر نشان می دهد مقدار تنش برشی در دهانه آبیگر افزایش یافته است. [۱۱]

جواد ظهیری و محمود کاشفی پور در سال ۱۳۸۸ به بررسی تأثیر عوامل مختلف بر میزان رسوب ورودی به آبیگر جانبی پرداختند. در این تحقیق از آنالیز واریانس دو طرفه جهت بررسی تأثیر هر یک از عوامل موقعیت آبیگر، زاویه آبیگری، ارتفاع آستانه و وجود پره های مستغرق بر میزان رسوب ورودی به آبیگر استفاده شده است. علاوه بر تأثیر هر کدام از پارامترها، اثر متقابل مربوط به پارامترهای فوق نیز بررسی شد. نتیجه آنالیز نشان داد که اثر متقابل بین پارامترها ناچیز بوده و می توان از آن صرفه نظر کرد. در بین اثرهای اصلی نیز ارتفاع آستانه و پس از آن وجود پره های مستغرق بیشترین تأثیر را بر روی میزان رسوب ورودی به آبیگر جانبی داشته اند. [۱۲]

مسجدی و همکاران در سال ۲۰۱۱ در یک مطالعه آزمایشگاهی به بررسی اثر زاویه آبیگری بر دبی نسبی انحرافی در شرایط عدم وجود صفحات مستغرق و در شرایط آب زلال پرداختند. نتایج نشان داد در صورت عدم رسوبات، در کلیه موقعیت ها در قوس ۱۸۰ درجه، زاویه ۴۵ درجه بیشترین دبی نسبی انحرافی را داشته است. [۱۳]

### آنالیز ابعادی

در این تحقیق با استفاده از مطالعات انجام شده، هر چند پارامترهای شیب کانال اصلی و انحرافی، شکل ورودی کانال انحرافی، زبری کانال، هندسه کانال اصلی در محل انحراف و میزان آشفتگی و یکنواختی جریان جزو پارامترهای موثر می باشند ولی با توجه به محدودیت های انجام کار این عوامل ثابت فرض می شود. بنابراین پارامترهای موثر در میزان دبی انحرافی ( $Q_D$ ) را می توان: جرم مخصوص ( $\rho$ )، لزجت دینامیکی ( $\mu$ )، عمق جریان در کانال اصلی ( $y$ )، سرعت جریان ( $V$ )، شتاب ثقل ( $g$ )، دبی در کانال اصلی ( $Q_m$ )، عرض کانال اصلی ( $B$ )، عرض کانال انحرافی ( $b$ )، محل آبیگری در قوس ( $\theta$ )، زاویه آبیگری (زاویه انحراف) ( $\alpha$ ) و شعاع قوس کانال اصلی ( $R_c$ )، زاویه پره مستغرق ( $\beta$ )، فاصله عمودی صفحات ( $\delta_s$ )، فاصله افقی صفحات ( $\delta_n$ ) فاصله اولین ردیف از آبیگر  $\delta_b$  طول صفحات ( $L$ ) و تعداد ردیف صفحات مستغرق ( $n$ ) عنوان نمود.

(۱)

$$Q_D = f(Re, Fr, y, R, B, b, L, \delta_s, \delta_n, \delta_b, n, \alpha, \beta, \theta)$$

بنابراین با انجام آنالیز ابعادی با استفاده از روش تحلیلی تئوری ( $\pi$ ) یا باکینگهام (Buckingham, 1915)، پارامترهای بی بعد موثر زیر برای دبی نسبی انحرافی ( $Q_r$ ) نتیجه گیری می شود:

(۲)

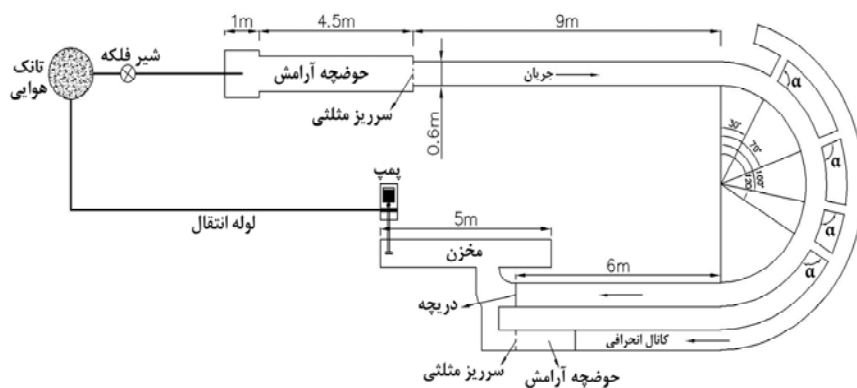
$$Q_r = \frac{Q_D}{Q_m} = f \left( Re, Fr, \frac{y}{B}, \frac{R}{B}, \frac{b}{B}, \frac{L}{B}, \frac{\delta_s}{B}, \frac{\delta_n}{B}, \frac{\delta_b}{B}, n, \alpha, \beta, \theta \right)$$

در رابطه فوق:  $Fr$  = عدد فرود و  $Re$  = عدد رینولدز بر اساس جریان در کانال اصلی محاسبه شده و  $Q_r$  = دبی نسبی انحرافی می باشد. لازم به ذکر است با توجه به آنکه در آزمایشات پیش بینی شده در تحقیق حاضر، پارامترهای هندسی ( $R, B, b, L, \delta_s, \delta_n, \delta_b, n, \theta$ ) ثابت در نظر گرفته شده، لذا در رابطه (۱) از پارامترهای بی بعد ( $\frac{R}{B}, \frac{b}{B}, \frac{L}{B}, \frac{\delta_s}{B}, \frac{\delta_n}{B}, \frac{\delta_b}{B}, \frac{y}{B}, n, \theta$ ) صرف نظر شده است. همچنین به دلیل آنکه جریان در مدل آشفته است، از ( $Re$ ) نیز در معادلات صرف نظر می شود. بنابراین فقط عوامل ( $Fr, \alpha, \beta$ ) به عنوان پارامترهای متغیر در تحقیق بوده و بدین ترتیب معادل (۱) بصورت زیر نتیجه گیری خواهد شد.

$$Q_r = \frac{Q_D}{Q_m} = f(Fr, \alpha, \beta) \quad (۳)$$

### مواد و روشها

در این تحقیق از یک فلوم قوسی  $180^\circ$  درجه با مقطع مستطیلی به ابعاد  $0.6$  متر، عرض و  $0.4$  متر ارتفاع و انحنا نسبی قوس  $\frac{R_c}{B} = 4.7$  (شعاع مرکزی  $R_c = 2.8B$  و عرض کانال اصلی) استفاده شد (شکل ۳). رقوم کف کانال اصلی و کانال انحرافی برابر می باشد. میزان آب مورد نیاز از طریق مخزن زیرزمینی بوسیله یک پمپ  $6$  اینچی با حداکثر دبی  $50$  لیتر بر ثانیه به داخل فلوم انتقال داده شد.



شکل (۳) پلان کانال U شکل

در این تحقیق با نصب یک آبگیر با زاویه  $75^\circ$  در موقعیت ثابت  $30^\circ$  درجه بر روی کانال قوسی در  $4$  عدد فرود  $0.22, 0.26, 0.32$  و  $0.38$  آزمایش ها پی انجام شد. در کلیه آزمایش ها دو ردیف صفحه مستغرق که ابعاد آن در جدول (۱) آورده شده است در مدخل ورودی آبگیر نصب گردید.

جدول (۱) ابعاد صفحات مستغرق

پارامتر	$\beta$	$H_v$	L	$\delta_s$	$\delta_n$	$\delta_b$
محدوده توصیه شده	$15 \leq \beta \leq 45$	$0.2 \leq \frac{H_v}{h} \leq 0.5$	$2H_v \leq L \leq 3H_v$	$8H_v \leq \delta_s \leq 10H_v$	$2H_v \leq \delta_b \leq 3H_v$	$3H_v$
محدوده بکاررفته	۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰	$0.3 \frac{H_v}{h}$	$3H_v$	$8H_v$	$3H_v$	$3H_v$

پس از آنکه جریان در مدل به حالت دائمی رسید، دبی کل ورودی به فلوم قوسی ( $Q_m$ ) با استفاده از سرریز مثلثی در ابتدای فلوم اندازه گیری شد. همچنین میزان دبی انحرافی ( $Q_D$ ) پس از اندازه گیری بوسیله یک سرریز مثلثی در انتهای آبگیر جانبی مجدداً به مخزن هدایت شد. برای انجام آزمایش، پارامترهای  $Fr$  و  $\beta$  (زاویه صفحات مستغرق) و  $\alpha$  (زاویه آبگیری) بعنوان پارامترهای متغیر و پارامترهای عرض فلوم ( $B$ )، اندازه صفحات مستغرق، فاصله صفحات، عرض آبگیر، تعداد ردیف صفحات و غیره بعنوان پارامترهای ثابت در نظر گرفته شدند. با توجه به تاثیر مقدار ( $Q_m$ ) در میزان ( $Q_D$ )، برای تغییر عدد فرود از ( $Q_m$ ) استفاده شد.

در ابتدای هر آزمایش باره اندازه‌ی پمپ، آب زلال به آرامی به درون کانال هدایت شد و دبی ورودی پس از گذشتن از حوضچه آرامش توسط سرریز مثلثی اندازه گیری شد. سپس عمق ۱۲ سانتیمتر با کنترل دریچه انتهای کانال اصلی تنظیم شد. بخشی از جریان آب پس از طی مسافتی از طریق آبگیر وارد کانال انحراف گردید و بقیه آب از کانال اصلی خارج شد. دبی انحرافی توسط سرریز مثلثی در انتهای کانال انحراف اندازه گیری شد. برای اندازه گیری عمق از عمق سنج با دقت ۱ میلیمتر استفاده شد.

### نتیجه گیری و بحث

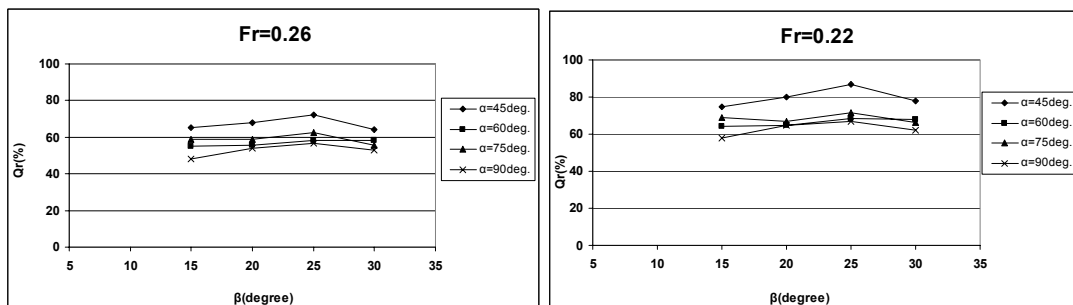
در کلیه آزمایش‌ها، پس از برقراری تعادل در سیستم بلافاصله اشل سرریز ورودی و اشل سرریز انحرافی قرائت شد. سپس باتوجه به رابطه دبی اشل، دبی ورودی و دبی انحرافی محاسبه شد. شکل ۴ نحوه قرارگیری صفحات مستغرق را در مقابل دهانه آبگیر نشان می‌دهد.

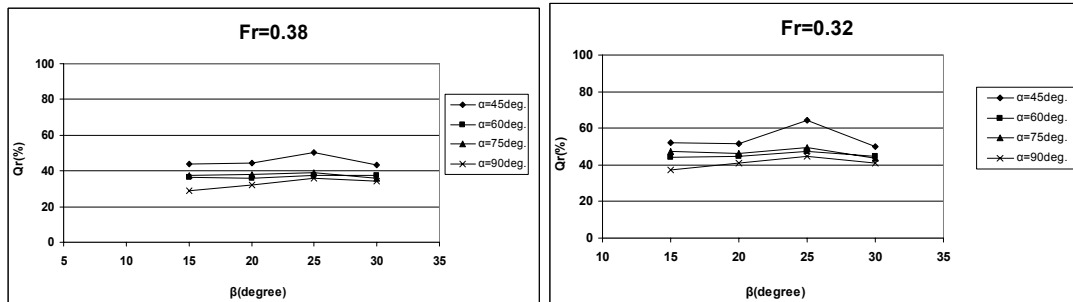


شکل(۴) محل قرارگیری صفحات مستغرق در کانال قوسی شکل

### تأثیر زاویه صفحات مستغرق ( $\beta$ ) بردبی نسبی انحرافی ( $Q_r$ ) با وجود صفحات مستغرق

شکل (۵) نتایج بررسی تأثیر زاویه صفحات مستغرق ( $\beta$ ) بردبی نسبی انحرافی ( $Q_r$ )، در چهار زاویه آبیاری ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درجه و در چهار عدد فرود ۰/۲۲، ۰/۲۶، ۰/۳۲، ۰/۳۸ نشان می دهد که در کلیه اعداد فرود و در کلیه زوایای آبیاری صفحات مستغرق با زاویه نصب ۲۵ درجه نسبت به زوایای ۱۵، ۲۰ و ۳۰ درجه دارای دبی نسبی انحرافی بیشتری می باشد. در این زاویه در شرایط جریانهای زیر بحرانی بدلیل ایجاد جریانهای چرخشی قوی تر در پایین دست خود دبی نسبی انحرافی بیشتری را در مقایسه با سایر زوایای دیگر نتیجه می دهد. لازم به ذکر است که نتایج حاصله از این تحقیق با نتایج دیگر محققین (فرزاد حسن پور وهمکاران در سال ۸۶) در بسیاری موارد مطابقت دارد.

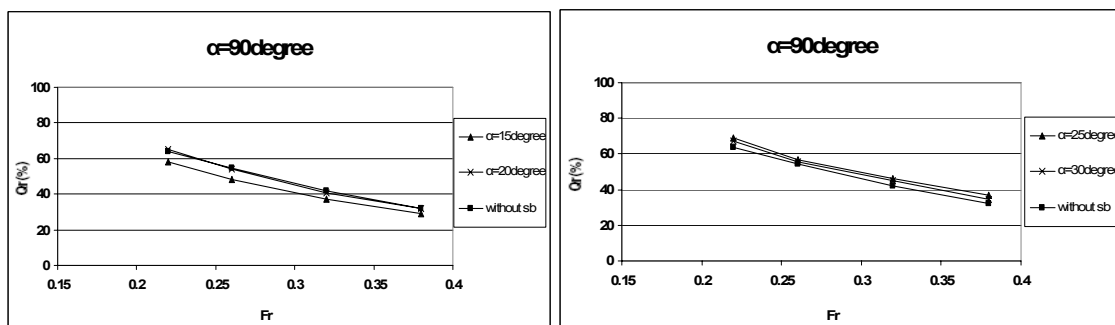




شکل(۵) تاثیر زاویه صفحات مستغرق بر دبی نسبی انحرافی

### مقایسه هیدرولیکی اثر زاویه صفحات مستغرق با حالت بدون صفحه

نتایج بررسی مقایسه زاویه صفحات مستغرق ( $\beta$ ) بردبی نسبی انحرافی ( $Q_r$ ) با حالت بدون صفحه در زاویه آگیری ۹۰ درجه در ۴ عدد فرود ۰.۲۲، ۰.۲۶، ۰.۳۲ و ۰.۳۸ در ۴ زاویه نصب صفحات مستغرق (۲۵، ۲۰، ۱۵ و ۳۰ درجه) نشان می دهد (شکل ۵) وجود صفحات مستغرق جریان ثانویه ای ایجاد می کند که همجهت با جریان ثانویه قوس می باشد. محل شکل گیری این جریان ثانویه، در نزدیکی راس لبه جلویی صفحه می باشد. جریان حلزونی موجود در قوس موجب می شود گردابه ایجاد شده توسط صفحات ضمن انتقال به پایین دست جریان، به سمت قوس داخلی متمایل گردد اما مکش آگیری موجب انحراف این گردابه به سمت آگیری می گردد. در پایین دست آگیری، گردابه ناشی از صفحات با یکدیگر ترکیب می شوند و بصورت واحد عمل می نمایند که علت آن وجود جریان حلزونی در گوشه پایین دست آگیری است. نصب صفحات در محدوده آگیری، موجب افزایش قدرت جریان ثانویه شده و از شدت کاهش قدرت جریان ثانویه در اثر مکش آگیری می کاهد. نصب صفحات در زوایای ۲۵ و ۳۰ درجه باعث افزایش قدرت جریان حلزونی به اندازه ای است که در مقایسه با حالت بدون پره راندمان آگیری افزایش یافته است. نصب صفحات در زاویه ۲۰ درجه تنها باعث خنثی شدن کاهش قدرت جریان ثانویه در اثر مکش آگیری شده و راندمان آگیری در مقایسه با حالت بدون پره تقریباً بدون تغییر بوده است. قدرت پایین تولید جریان ثانویه در حالت نصب صفحه با زاویه ۱۵ درجه باعث شده صفحات مانند یک مانع در جلوی جریان عمل کرده و راندمان آگیری را در مقایسه با حالت بدون صفحه کاهش دهد. شکل (۶)



شکل(۶) مقایسه هیدرولیکی اثر صفحات مستغرق (بر دبی نسبی انحرافی) در زوایای مختلف با حالت بدون صفحه

### تقدیر و تشکر

این مقاله بر گرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد می باشد. از واحد تحقیقات و استاندارد های مهندسی آب سازمان آب و برق خوزستان بخاطر حمایت های مالی و از دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز بخاطر در اختیار گذاشتن امکانات آزمایشگاهی و در این تحقیق تقدیر و تشکر می شود.



## منابع

- [1]Rozovskii, I.(1957), Flow of water in bend of open channel Academy of Sciences of Ukrainian SSR, Institute of Hydrology and Hydraulic Engineering.
- [2] Raudkivi, A.(1993), Sedimentation, Exclusion and removal of sediment from diverted water. AIRH Hydraulic Structures, Design Manual, pp. 63-87.
- [3] Sinha, S.K. and Marelius, F., (2000). "Analysis of Flow Past Submerged Vane. Journal of Hydraulic Research," Vol. 38, No. 1, PP.65-71
- [۴] خانجانی، م.، بارانی، غ.، رحمانیان، م. و ساجدی، م. (۱۳۷۷). "بررسی آرایش مکانی صفحات مستغرق برای کاهش رسوبگذاری در دهانه آبگیر بامدل فیزیکی". مجله استقلال، سال ۱۸، شماره ۲، ص ۱۷۹-۱۸۹
- [5] Ho, J., Johnson, A. and White, S. (2004). 3-D Numerical Simulation Study of Permanent Sediment Control Submerged Vanes. National Science Foundation, Research Education for Undergraduation, P.15
- [6]Tan, S.K., Yu, G., Lim, S.Y. and Ong, M.C., (2005). "Flow Structure and Sediment Motion around Submerged Vanes in Open Channel," Journal of water way, port, coastal and Ocean Engineering, Vol. 131, No. 3, PP 132-1
- [۷] پیرستانی، م.، صالحی نیشابوری، ع.، مجدزاده طباطبائی، م. (۱۳۸۵)، بررسی آزمایشگاهی جریان انحرافی آبگیرهای جانبی در کانال های قوسی، مجله تحقیقات منابع آب ایران، سال دوم، شماره ۲.
- [۸] حسن پور، ف.، ایوب زاده، ع.، قدسیان، م. و سامانی، م. (۱۳۸۶). " اثر صفحات مستغرق بر میزان آبگیری و پروفیل طولی سطح آب در مجاورت آبگیر های جانبی ۹۰ درجه". مجله منابع طبیعی، زمستان ۸۶ شماره ۷۷، ص ۱۰۴-۱۱۴
- [۹]عباسی، ع. و حبیبی، م. (۱۳۸۸). "بررسی آزمایشگاهی تأثیر زاویه آبگیری در کنترل رسوب ورودی به آبگیر در حالت وجود صفحات مستغرق". هشتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهیدچمران .
- [۱۰] گوهری، س.، ایوب زاده، ع.، قدسیان، م. و صالحی، ع. (۱۳۸۸). " کنترل رسوب ورودی به آبگیرها با استفاده از آبشکن و صفحات مستغرق". هشتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- [۱۱] منتصری، ح.، قدسیان، م. و دهقانی، ا. (۱۳۸۸). " مطالعه آزمایشگاهی میدان جریان اطراف صفحات مستغرق مقابل دهانه آبگیر جانبی در کانال U شکل". مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی جلد شانزدهم ویژه نامه ۲.
- [۱۲] ظهیری، ج. و کاشفی پور، م. (۱۳۸۸). " بررسی تأثیر عوامل مختلف بر میزان رسوب ورودی به آبگیر جانبی با استفاده از آنالیز واریانس دوطرفه". هشتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهیدچمران .
- [13] Masjedi, A. Taaedi, A., (2011); "Experimental investigation of Effect Intake Angle on Discharge in Intakes in 180 Degree Bend". Journal, " Word applied science 15(10):1442-1444.