

مهار رسوب به دهانه آبگیر جانبی با استفاده از صفحات مستغرق در خم رودخانه

سروش شیرالی^۱، علیرضا مسجدی^{۲*}، مهدی اسدی لور^۳

چکیده

در این تحقیق، به منظور بررسی عملکرد فاصله صفحات مستغرق در انتقال رسوب به دهانه آبگیر در قوس ۱۸۰ درجه، آزمایش هایی با نمونه ی فیزیکی انجام شد. برای این منظور در یک نهر مستطیلی آزمایشگاهی از جنس پلکسی گلاس با قوس ۱۸۰ درجه دارای بستر رسوبی در شرایط آب زلال، آزمایش هایی انجام شدند. با قرار دادن دو ردیف صفحه از جنس پلکسی گلاس در جلو دهانه آبگیر جانبی اقدام به یک گروه آزمایش شد. آزمایش ها با استفاده از دو ردیف صفحه موازی با چهار فاصله در بده های مختلف و دو شرط بدون صفحه و با صفحه انجام شدند. در هر آزمایش بده نه‌های اصلی و انحرافی، و همچنین بده رسوب انحرافی و عبوری اندازه گرفته شدند. نتایج این تحقیق نشان دادند که عملکرد صفحه های مستغرق موازی در منحرف کردن مسیر حرکت رسوب ها به فاصله صفحه ها بستگی داشته، عملکرد مناسب در کاهش انتقال رسوب به دهانه آبگیر در فاصله نسبی ۰/۳۲ برابر با ۳۴ درصد مشاهده گردید. همچنین، نسبت آبیگری با نسبت رسوب ورودی به آبگیر نسبت مستقیم داشت و با افزایش نسبت آبیگری در کلیه فواصل صفحات، نسبت رسوب ورودی به آبگیر افزایش یافت.

واژه های کلیدی: رسوب های بستر، فاصله صفحه مستغرق موازی، قوس ۱۸۰ درجه، آبگیر جانبی، نسبت آبیگری

^۱ گروه سازه های آبی، دانشکده کشاورزی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

^۲ گروه سازه های آبی، دانشکده کشاورزی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

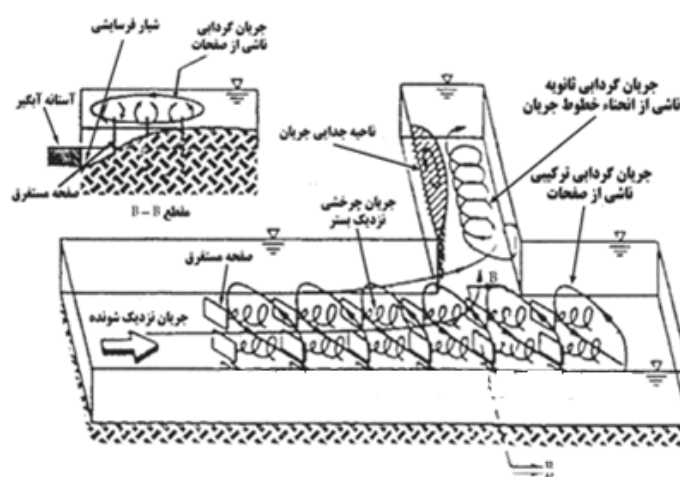
تلفن: ۰۶۱-۳۳۳۴۸۴۲۰ Email: drmasjedi.2007@yahoo.com

^۳ گروه سازه های آبی، دانشکده کشاورزی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

مقدمه

فشار در دو طرف صفحه مستغرق، جریان ثانویه ای در اطراف آنها ایجاد می‌شود، که این جریان رسوب‌های بستر را به داخل رودخانه منتقل کرده و یک شی‌ار فرسایشی را در جلوی دهانه آبگیر ایجاد می‌کند، در نتیجه از ورود رسوب‌های بستر به نهر آبگیر جلوگیری می‌شود. گرداب‌های به وجود آمده در لبه‌ی پائینی صفحه، ضمن چرخش همراه جریان به پایاب انتقال یافته و تشکیل گرداب‌های بزرگ تری را می‌دهند. این گرداب‌ها به صورت یک حرکت مارپیچی در آمده و باعث تغییرات در تنش برشی بستر و توپوگرافی کف رودخانه می‌شوند (شکل ۱).

از جمله موضوع‌های مهم در طراحی آبگیرهای جانبی، افزایش بازده آبگیری بوده به طوری که ضمن جلوگیری از ورود و تجمع رسوب‌ها به دهانه ورودی نهر انحرافی، موجب تسهیل انتقال آب به داخل آبگیر شود. یکی از روش‌های مناسب برای کاهش انتقال بار رسوب به دهانه آبگیر جانبی، استفاده از صفحات مستغرق در جلو دهانه آبگیر است. این صفحه‌ها با ایجاد جریان‌های ثانویه باعث انحراف جریان‌های پر رسوب می‌شوند. بر اثر اختلاف



شکل ۱- الگوی جریان در آبگیر جانبی با صفحه مستغرق موازی

ناکاتو و آگدن (۱۹۹۸) به منظور کاهش رسوب به دهانه آبگیر رود میسوری تحقیقاتی را با استفاده از نمونه آزمایشگاهی انجام دادند. نتایج این تحقیق استفاده از صفحات مستغرق را در طول سال‌های بهره‌برداری تایید نمود. نظری و همکاران (۲۰۱۰) نیز تحقیقی را در مورد تاثیر زاویه انحراف آبگیر بر نسبت بده و رسوب ورودی به آبگیر در خم ۹۰ درجه همگرا انجام دادند. این تحقیق در یک نهر آزمایشگاهی با قوس ۹۰ درجه همگرا و با پنج زاویه مختلف در یک موقعیت از قوس انجام شد. نتایج این تحقیق نشان دادند که حداقل رسوب ورودی به آبگیر با زاویه ۴۵ درجه در موقعیت ۶۰ درجه مناسب می‌باشد. حسن پور و همکاران (۲۰۱۱) پژوهشی را در خصوص عملکرد تنظیم رسوب صفحه‌های مستغرق مرکب در دهانه آبگیر جانبی در قوس ۹۰ درجه انجام دادند.

بارکدل و همکاران (۱۹۹۵) تحقیقی را در مورد یک آبگیر جانبی ۹۰ درجه به منظور ارائه راه‌کارهای افزایش کارایی صفحه‌های مستغرق انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان دادند که نسبت آبگیری موثرترین عامل تاثیرگذار بر نسبت رسوب انحرافی می‌باشد. همچنین، نسبت آبگیری با نسبت رسوب ورودی به آبگیر نسبت مستقیم دارد، و با افزایش نسبت آبگیری، نسبت رسوب ورودی به آبگیر افزایش می‌یابد. ویژگی‌های حرکت جریان و رسوب اطراف یک صفحه مستغرق بزرگ به طول‌های بین ۱ تا ۴ متر در یک نهر پایه دار مستقیم و عریض به طول ۳۰ متر و عرض ۶ متر، به وسیله‌ی تن و همکاران (۲۰۰۵) مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق نشان داد که کارایی صفحه مستغرق در منحرف کردن مسیر حرکت رسوب‌ها بستگی به زاویه برخورد صفحه با جریان، ارتفاع و طول صفحه دارد.

توجه به آشفتگی، جریان از نوع متلاطم بوده و عدد رینولدز حذف گردید.

تحقیقات انجام شده در گذشته نشان می دهند که صفحه های مستغرق به عنوان سازه ای موثر برای تنظیم رسوب ورودی به آبگیر می باشند. با توجه به اینکه الگوی جریان و تغییرات سرعت در محدوده آبگیرهای جانبی متصل به نهر های مستقیم پیچیده و سه بعدی می باشند. در صورتی که این آبگیرها در نهر های قوسی احداث شوند، به دلیل الگوی جریان در قوس ها، این وضعیت پیچیده تر خواهد شد. لذا نیاز به تحقیق بیشتر در خصوص تاثیر فاصله و عدد فرود در عملکرد تنظیم رسوب ورودی به آبگیر در قوس ۱۸۰ درجه است.

مواد و روش ها

در این تحقیق آزمایش ها با رسوب بستر با نصب صفحه های مستغرق با آرایش منظم در فواصل مختلف انجام شدند. نهر اصلی به صورت مستطیلی با انحنای نسبی قوس $R/B=4/7$ بوده که قوس را در رده قوس های ملایم قرار می دهد. به منظور جلوگیری از ورود امواج متلاطم به قوس، نهر مستقیم ورودی به طول ۹/۱ متر به یک نهر با قوس ۱۸۰ درجه متصل گردید. این نهر قوسی شکل به وسیله نهر مستقیم دیگری به طول ۶ متر به دریچه تنظیم عمق جریان، سپس مخزن خروجی متصل شد. کلیه آزمایش ها در این تحقیق در موقعیت ۱۲۰ درجه در قوس، و زاویه آبگیری ۷۰ درجه در شرایط با حضور صفحه و بدون صفحه مستغرق انجام شدند (شکل ۲).

در این تحقیق صفحه ها مستغرق از جنس پلکسی گلاس با ضخامت ۲ میلی متر ساخته شده و در دو ردیف طولی در جلوی دهانه آبگیر نصب گردیدند. در کلیه آزمایش ها، به منظور تعیین اثر فاصله صفحات مستغرق بر تنظیم رسوب های ورودی به آبگیر، طبق توصیه نشریه ۵۰۹ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی (۳)، چهار فاصله $\delta_s/B = 0.18, 0.48, 0.64, 0.82$ و از ۸ صفحه در دو ردیف چهار تایی طراحی و اجرا گردیدند. مشخصات دیگر صفحه های مستغرق در جدول ۱ مشاهده می گردند. کلیه آزمایش ها در موقعیت ۱۲۰ در قوس ۱۸۰ درجه و زاویه آبگیری ۷۰ درجه در شرایط با حضور صفحات و بدون صفحات مستغرق انجام شد (شکل ۳).

آزمایش ها در یک نهر مستقیم و و با زاویه آبگیری ۹۰ درجه با صفحات مستغرق مرکب در جلو دهانه آبگیر انجام شدند. نتایج نشان دادند که صفحه های مستغرق مرکب با ارتفاع $CH=0.15$ (فراسنج مشخصه ارتفاع صفحه سطحی) عملکرد بهتری را در تنظیم رسوب ورودی به آبگیر داشتند.

در مدل سازی جریان در یک آبگیر جانبی با صفحات مستغرق، مهمترین هدف تعیین مقدار بده منحرف شده و رسوب انحرافی به آبگیر در شرایط مختلف جریان در نهر اصلی است. با در نظر گرفتن جریان دائمی متغیرهای موثر در میزان رسوب های ورودی به آبگیر جانبی عبارتند از:

(۱)

$$f(Q_{SI}, Q_{SM}, Q_M, Q_I, \gamma, B, R, S, d, \rho_s, \rho, \alpha, \theta, \mu, H, L, N, \beta, \delta_s, \delta_n, \delta_b) = 0$$

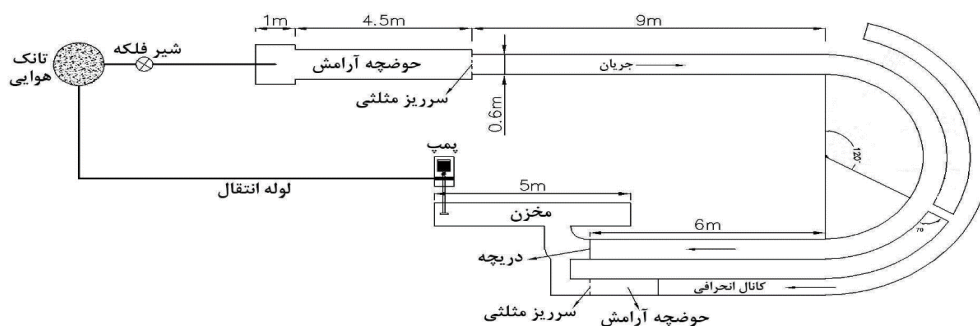
در رابطه (۱)، Q_{SI} بده رسوب های ورودی به نهر آبگیر، Q_{SM} بده بار بستر پایاب نهر اصلی، Q_M بده جریان در نهر اصلی، Q_I بده جریان در نهر آبگیر، γ عمق جریان در نهر اصلی، B عرض نهر اصلی، R شعاع مرکزی قوس، S شیب نهر اصلی، d قطر متوسط بار بستر، g شتاب گرانش، ρ جرم مخصوص سیال، ρ_s جرم حجمی رسوب، α زاویه آبگیر، θ موقعیت قرارگیری آبگیر در قوس، μ لزجت سیال، H ارتفاع صفحه مستغرق، L طول صفحه، N تعداد ردیف صفحه، β زاویه صفحه مستغرق با جریان، δ_s فاصله طولی صفحه مستغرق، δ_n فاصله عرضی صفحه مستغرق و δ_b فاصله عرضی اولین ردیف صفحه مستغرق از دهانه آبگیر می باشند. با صرف نظر کردن از فراسنج های ثابت در رابطه (۱)، رابطه زیر به دست می آید:

$$f(Q_{SI}, Q_{SM}, Q_M, Q_I, g, \gamma, \delta_s, B) = 0 \quad (2)$$

با استفاده از نظریه باکینگهام رابطه (۲) به صورت زیر بدون بعد می شود:

$$f\left(Fr, Q_r, Q_{Sr}, \frac{\delta_s}{B}\right) = 0 \quad (3)$$

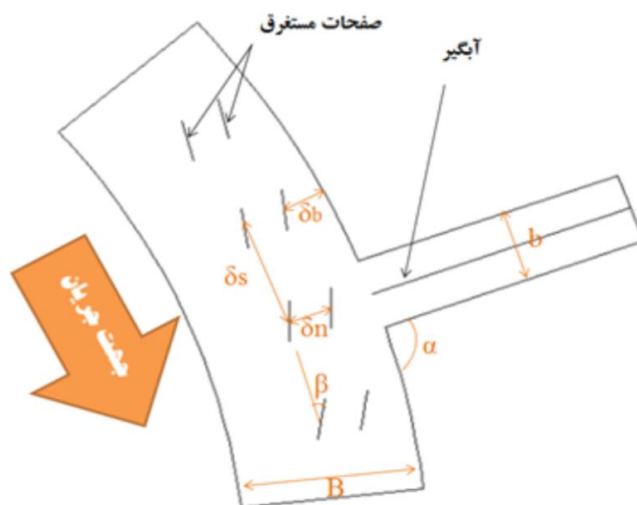
در رابطه (۳) $Fr = Q_M / B\sqrt{g\gamma}$ عدد فرود، $Q_r = Q_I / Q_M$ بده نسبی انحرافی، $Q_{Sr} = Q_{SI} / (Q_{SM} + Q_{SI})$ بده رسوب انحرافی و δ_s/B فاصله نسبی صفحه مستغرق می باشند. در کلیه آزمایش ها، محدوده عدد رینولدز ۲۷۰۰۰ بوده که با



شکل ۲- تصویر نهر قوسی شکل

جدول ۱- مشخصات صفحه مستغرق موازی

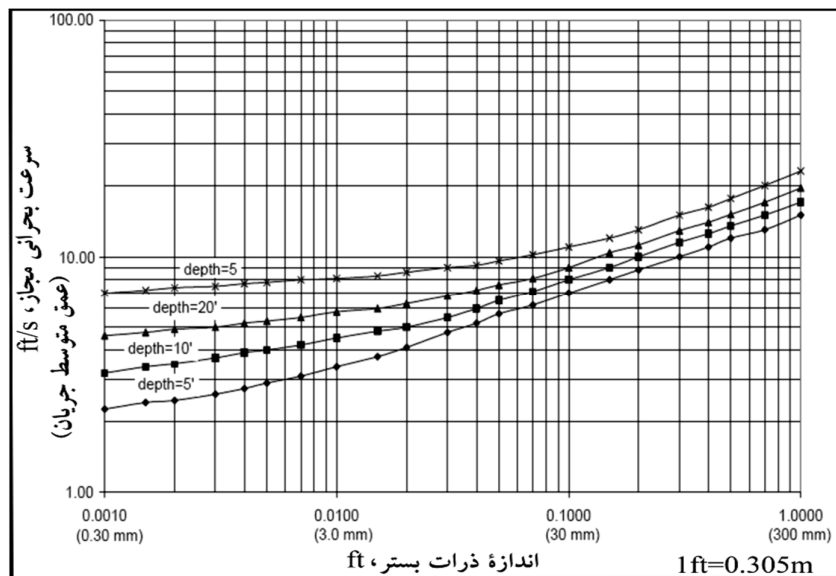
فراسنج	β (deg)	H (cm)	L (cm)	δ_s (cm)	δ_n (cm)	δ_b (cm)
محدوده توصیه شده	$15 \leq \beta \leq 45$	$0.2 \leq H/y \leq 0.5$	$2H \leq L \leq 3H$	$8H \leq \delta_s \leq 10H$	$2H \leq \delta_n \leq 3H$	$3H$
محدوده به کار رفته	۲۰	۰/۵، ۰/۴، ۰/۳، ۰/۲	۳ H	۸ H	۳ H	۳ H
اندازه به کار رفته	۲۰	۶، ۴/۸، ۳/۶، ۲/۴	۱۸، ۱۴/۴، ۱۰/۸، ۷/۲	۴۸، ۳۸/۴، ۲۸/۸، ۱۹/۲	۱۸، ۱۴/۴، ۱۰/۸، ۷/۲	۱۸، ۱۴/۴، ۱۰/۸، ۷/۲



شکل ۳- مشخصات صفحات مستغرق موازی در نهر پایه دار

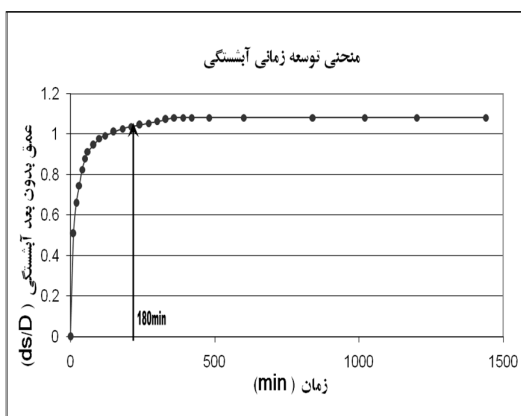
عمق جریان، سرعت جریان و اندازه مصالح بستر ترسیم شده اند. در حقیقت منحنی های نیل (۱۹۷۳) با بکاربردن مقادیر مختلف عدد شیلدز، از نمودار شیلدز بدست آمده اند (شکل ۴). در کلیه آزمایش ها نسبت سرعت برشی به سرعت برشی بحرانی با استفاده از منحنی ۰/۹۳ انتخاب شد. لذا کلیه آزمایش ها در چهار عدد فرود جریان ۰/۰۹، ۰/۱۷، ۰/۲۵ و ۰/۴۸ در شرایط زیر بحرانی و به منظور

با توجه به اینکه کلیه آزمایش ها در این تحقیق در شرایط آب زلال انجام شد، لذا به منظور جلوگیری از فرسایش و انتقال رسوب در سراب صفحه ها، سرعت متوسط جریان باید کمتر از سرعت بحرانی ($u < u_c$) باشد. منحنی هایی که در شکل ۳ نشان داده شده اند مشخص کننده سرعت بحرانی جریان به منظور آغاز حرکت مصالح بستر می باشند. این منحنی ها بر اساس



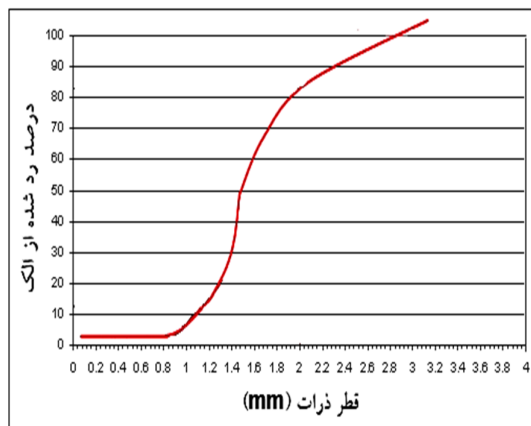
شکل ۴ - منحنی های محاسبه سرعت بحرانی به توصیه نیل، (۱۹۷۳)

در کلیه آزمایش ها عمق آب ۱۲ سانتی متر انتخاب گردید. از آنجا که در آزمایش ها هدف بررسی درصد رسوب انحرافی بود لذا زمان آزمایش به گونه ای انتخاب گردید که حرکت رسوب به آنگیر و به پایاب نهر اصلی به حالت پایدار برسد. به منظور تعیین زمان تعادل آزمایش ها، یک آزمایش طولانی به مدت ۲۵ ساعت بر روی آنگیر بدون حضور صفحه های مستغرق در بده ۲۰ لیتر بر ثانیه در موقعیت ۱۲۰ درجه و زاویه آنگیر ۷۰ درجه انجام شد. با توجه به نمودار آبخستگی مشاهده شد که در ۳ ساعت اول تقریباً ۹۴ درصد آبخستگی رخ داد. لذا در کلیه آزمایش ها، زمان تعادل ۳ ساعت در نظر گرفته شد (شکل ۶).



شکل ۶- زمان تعادل در موقعیت ۱۲۰ درجه و بده ۲۰ لیتر بر ثانیه

تعیین اثر عدد فرود جریان بر رسوب نسبی انحرافی اجرا گردیدند. به توصیه راودکیوی و اتما (۱۹۸۳) برای جلوگیری از تشکیل موج کوچک قطر متوسط ذرات باید از ۰/۷ میلی متر بزرگتر باشد. همچنین برای حذف تاثیر غیر یکنواختی رسوب بر آبخستگی، انحراف معیار ذرات باید کمتر از ۱/۳ باشد. با توجه به این موارد، یک لایه از ماسه طبیعی رودخانه ای با قطر متوسط معادل ۱/۵۹ میلی متر، و ضریب معیار استاندارد معادل ۱/۲۹ انتخاب شد و در لایه ای به ضخامت تقریبی ۱۰ سانتی متر جهت انجام آزمایش ها مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۵).



شکل ۵- منحنی دانه بندی رسوبات بستر در آزمایش

الیوتو و هاگر (۲۰۰۲)، برای جلوگیری از اثرات زبری، عمق آب را بیشتر از ۲۰ میلی متر پیشنهاد نموده اند، که

توپوگرافی بستر ایجاد نگردد. در انتهای هر آزمایش مقادیر رسوب عبوری در نهر اصلی و رسوب انحرافی به دهانه آبیگر جمع آوری و پس از خشک کردن، وزن آنها اندازه گیری شد.

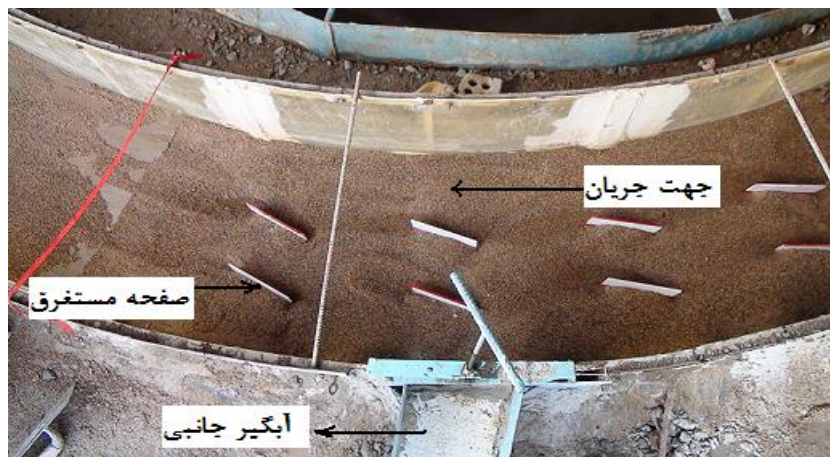
نتایج و بحث

در کلیه آزمایش ها پس از تنظیم بده و عمق جریان، بلافاصله انتقال رسوب به دهانه آبیگر و پایاب نهر اصلی با سرعت آغاز گردید. در این وضعیت رسوب های انتقالی تحت تاثیر جریان ثانویه به سمت پایاب و دهانه آبیگر منتقل شدند. پس از مدتی از شروع آزمایش، رسوب های برخاسته به محدوده ای رسیدند که تاثیر صفحات بر آن محدوده کاهش یافت و اثر گردابه های در اطراف صفحات ناچیز گردید (شکل ۷). مطابق جدول شماره ۲، به ازای بده های آزمایشی و فواصل صفحه، های مستغرق مختلف، بده در نهر اصلی و نهر فرعی و همچنین بده رسوب ورودی به نهر آبیگر و بده بار بستر پایاب نهر اصلی اندازه گیری شدند. سپس مقادیر درصد بده نسبی انحرافی، درصد بده رسوب انحرافی و عدد فرود در شرایط مختلف و زیر بحرانی محاسبه شدند.

در ابتدای هر آزمایش با استفاده از ارابه متحرک، بستر نهر تحت شیب ثابت ۰/۰۰۲ مسطح، سپس صفحه های با فاصله مورد نظر در جلو دهانه آبیگر نصب گردیدند. پیش از راه اندازی پمپ، دریچه انتهائی بسته شد، و سپس آب زلال به آرامی به درون نهر هدایت گردید تا از ایجاد موج کوچک رسوب و ناهمواری در سطح بستر جلوگیری شود. مدت زمان اشباع بستر نهر بین ۱۰ تا ۲۰ دقیقه بود. پس از بالا آمدن سطح آب، و اطمینان از خیس شدن رسوب ها بعد از گذشتن چند دقیقه، تلمبه، بده کمی راه اندازی شد و به آرامی به وسیله شیر فلکه اصلی روی لوله ورودی به حوضچه آرامش، بده به میزان مورد نظر تنظیم گردید. سپس با تنظیم دقیق و همزمان شیرفلکه و دریچه پایلب عمق جریان ۱۲ سانتی متر و بده مورد نظر حاصل شد. پس از آنکه جریان در نمونه ی به حالت دائمی رسید، بده انحرافی به وسیله سرریز لبه تیز مثلثی ۹۰ درجه در انتهای حوضچه تخلیه، اندازه گیری شد. همچنین، بده کل نیز توسط سرریز لبه تیز مثلثی ۶۰ درجه در ابتدای نهر قوسی شکل اصلی بعد از حوضچه آرامش در ابتدای نهر اصلی، اندازه گیری شد. پس از زمان تعادل تلمبه خاموش و دریچه انتهایی نهر در ابتدا بسته و سپس به آرامی باز شده تا آب به آرامی از درون نهر تخلیه شود و تاثیری بر

جدول ۲- نتایج حاصل از آزمایش بده نسبی انحرافی و بده رسوب انحرافی در فاصله های مختلف صفحه های مستغرق

δ_s/B	Q_t (Lit/s)	Q_M (Lit/s)	Q_r (%)	Q_{SI} (gr/s)	Q_{SM} (gr/s)	$Q_{SM} + Q_{SI}$ (gr/s)	Q_{Sr} (%)	Fr
۰/۳۲	۱/۷۸	۵	۳۵/۵۲	۱۲۳۰	۲۴۰۰	۳۶۲۹	۳۳/۸۸	۰/۰۷
۰/۳۲	۳/۱۷	۱۰	۳۱/۷۰	۱۴۰۰	۲۹۹۰	۴۳۹۰	۳۱/۸۹	۰/۱۳
۰/۳۲	۴/۰۵	۱۵	۲۷/۰۳	۱۳۰۰	۳۰۰۰	۴۳۰۰	۳۰/۲۳	۰/۲
۰/۳۲	۴/۸۳	۲۰	۲۴/۱۷	۱۵۷۹	۳۹۲۰	۵۴۹۹	۲۸/۷۱	۰/۲۶
۰/۴۸	۱/۹۱	۵	۳۸/۱۵	۱۴۰۶	۲۰۰۰	۳۴۰۶	۴۱/۲۸	۰/۰۷
۰/۴۸	۳/۴۵	۱۰	۳۴/۵۱	۱۸۰۰	۲۹۰۰	۴۷۰۰	۳۸/۳۰	۰/۱۳
۰/۴۸	۴/۶۰	۱۵	۳۰/۶۹	۲۰۵۶	۳۷۵۲	۵۸۰۸	۳۵/۴۰	۰/۲
۰/۴۸	۵/۷۰	۲۰	۴۹/۲۸	۲۰۰۰	۴۰۱۱	۶۰۱۱	۳۳/۲۷	۰/۲۶
۰/۶۴	۱/۸۴	۵	۳۶/۸۲	۱۱۳۹	۱۹۳۰	۳۰۶۹	۳۷/۱۱	۰/۰۷
۰/۶۴	۳/۲۶	۱۰	۳۲/۶۲	۱۳۵۶	۲۶۵۴	۴۰۱۰	۳۳/۸۲	۰/۱۳
۰/۶۴	۴/۲۷	۱۵	۲۸/۴۶	۱۷۶۵	۳۶۰۸	۵۳۷۳	۳۲/۸۵	۰/۲
۰/۶۴	۵/۳۲	۲۰	۲۶/۵۹	۱۷۰۰	۳۹۰۰	۵۶۰۰	۳۰/۳۶	۰/۲۶
۰/۸۰	۱/۴۷	۵	۲۹/۴۳	۷۸۶	۱۸۰۰	۲۸۸۶	۳۰/۲۹	۰/۰۷
۰/۸۰	۲/۴۹	۱۰	۲۴/۹۱	۸۹۸	۲۱۰۰	۲۹۹۸	۲۹/۹۵	۰/۱۳
۰/۸۰	۳/۳۶	۱۵	۲۲/۳۷	۱۰۳۲	۲۶۰۰	۳۶۳۲	۲۸/۴۱	۰/۲
۰/۸۰	۴/۲۷	۲۰	۲۱/۳۵	۱۲۳۲	۳۲۱۶	۴۴۴۸	۲۷/۷۰	۰/۲۶

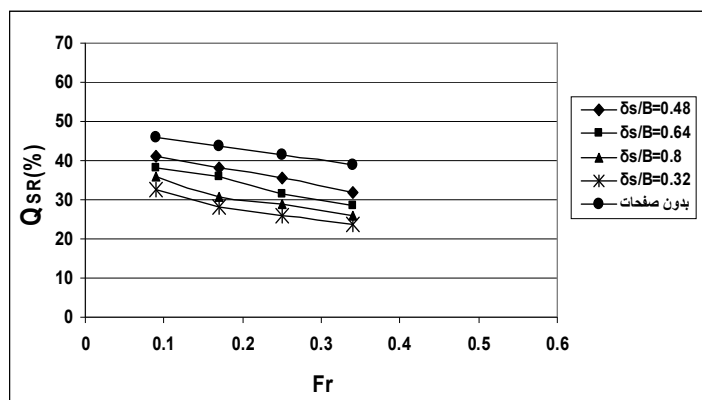


شکل ۷- صفحه های مستغرق در جلو دهانه آبگیر در موقعیت ۱۲۰ درجه در قوس و زاویه آبگیری ۷۰ درجه

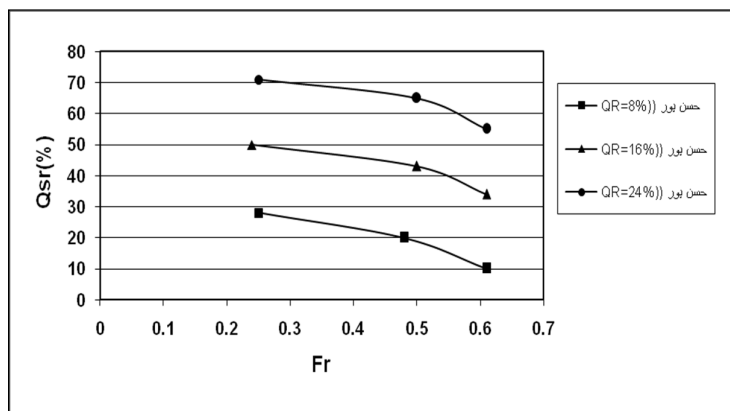
افزایش سرعت و توان حمل رسوب جریان نهر اصلی در اعداد فرود بیشتر سبب تأثیر گذاری کمتر دهانه آبگیر بر الگوی جریان و رسوب نزدیک شونده به سمت آن می شود، و در نتیجه رسوب کمتری وارد آبگیر می گردد. به منظور مقایسه تأثیر عدد فرود جریان سراب نهر اصلی بر درصد رسوب انحرافی در شرایط بدون صفحه مستغرق در تحقیق حاضر با سایر محققین، از نتایج تحقیقات حسن پور و همکاران (۲۰۱۱) استفاده شد. با توجه به شکل ۹ نسبت رسوب انحرافی برای اعداد فرود مختلف این تحقیق با نتایج تحقیقات حسن پور و همکاران (۲۰۱۱) برای نسبت های آبگیری ۸، ۱۶ و ۲۴ درصد مقایسه گردید. مقایسه نتایج تایید کننده کاهش رسوب انحرافی بر اثر افزایش عدد فرود جریان سراب نهر اصلی می باشد

تأثیر عدد فرود جریان سراب نهر اصلی بر نسبت رسوب انحرافی در شرایط با صفحه و بدون صفحه مستغرق

شکل ۸ نمودار بدون بعد درصد نسبت رسوب انحرافی و عدد فرود جریان سراب نهر اصلی را در شرایط عدم نصب و با صفحه موازی در چهار فاصله نسبی ۰/۸۰، ۰/۶۴، ۰/۴۸، ۰/۳۲ و در اعداد فرود مختلف نشان می دهد. مطابق شکل، عدد فرود با نسبت رسوب ورودی به آبگیر نسبت عکس دارد و با افزایش عدد فرود جریان سراب اصلی در شرایط عدم نصب، و با حضور صفحه مستغرق در کلیه فواصل، نسبت رسوب ورودی به آبگیر کاهش می یابد. افزایش عدد فرود در نهر اصلی باعث افزایش سرعت جریان در نهر اصلی شده و در نتیجه باعث افزایش توان حمل رسوب به پایاب نهر اصلی می گردد،



شکل ۸- تأثیر عدد فرود جریان سراب نهر اصلی بر نسبت رسوب انحرافی در شرایط با صفحه و بدون صفحه مستغرق

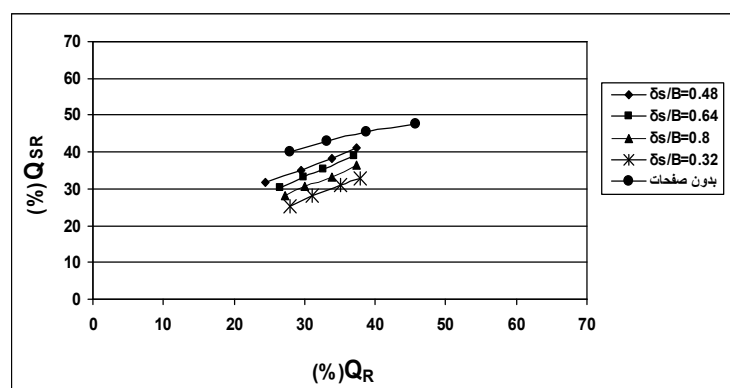


شکل ۹- مقایسه تأثیر عدد فرود جریان سراب نهر اصلی بر درصد رسوب انحرافی در شرایط بدون صفحه مستغرق در تحقیق حاضر با سایر محققین

و با افزایش نسبت آبگیری، نسبت رسوب ورودی به آبگیر افزایش می یابد. همچنین استفاده از صفحه مستغرق در مقایسه با شرایط بدون صفحه، باعث تنظیم و کاهش انتقال رسوب به دهانه آبگیر می شود، به طوریکه کمترین انتقال بار رسوب به دهانه آبگیر در مقایسه با کلیه فواصل و شرایط بدون صفحه، در فاصله نسبی ۰/۳۲ مشاهده می شود. زیرا صفحه های مستغرق در این فاصله دارای بیشترین قدرت جریان ثانویه در قوس و انتقال بار رسوب به قوس داخلی در پایاب دهانه آبگیر می شود، در نتیجه نرخ رسوب ورودی به آبگیر در این فاصله نسبت به فواصل دیگر کاهش می یابد.

نسبت رسوب انحرافی در شرایط عدم نصب و با صفحه مستغرق موازی

شکل ۱۰ نمودار بدون بعد درصد نسبت آبگیری و نسبت رسوب انحرافی در شرایط عدم نصب و با صفحات موازی در چهار فاصله نسبی ۰/۸۰، ۰/۶۴، ۰/۴۸، ۰/۳۲ و در اعداد فرود مختلف نشان می دهد. همان گونه که مشاهده می شود نسبت آبگیری عامل موثر در نسبت رسوب انحرافی می باشد، و در کلیه فواصل صفحه های مستغرق، نسبت آبگیر با نسبت رسوب ورودی به آبگیر در شرایط عدم نصب و با صفحه مستغرق نسبت مستقیم دارد



شکل ۱۰- نسبت رسوب انحرافی در شرایط عدم نصب و با صفحه مستغرق موازی

جدول ۳ درصد کاهش رسوب انحرافی را به دهانه آبگیر با صفحه نسبت به حالت بدون صفحه برای چهار

درصد کاهش رسوب انحرافی با صفحه مستغرق نسبت به بدون صفحه

مستغرق در فاصله نسبی ۰/۳۲ با عدد فرود ۰/۲۶ باعث کاهش ۳۴ درصد رسوب انحرافی به دهانه آبگیر می شوند.

فاصله نسبی صفحه مستغرق موازی و چهار عدد فرود نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد که صفحه

جدول ۳- درصد کاهش در رسوب انحرافی با صفحه مستغرق نسبت به بدون صفحه				
فراسنج	$Fr = 0.07$	$Fr = 0.13$	$Fr = 0.20$	$Fr = 0.26$
$\delta_s / B = 0.32$	۳۰	۳۱	۳۳	۳۴
$\delta_s / B = 0.48$	۱۰	۱۲	۱۶	۲۰
$\delta_s / B = 0.64$	۱۹	۲۲	۲۳	۲۸
$\delta_s / B = 0.80$	۲۶	۲۷	۲۹	۳۱

نتیجه گیری نهائی

در این تحقیق آزمایش ها جهت تعیین درصد نسبی رسوب انحرافی در قوس ۱۸۰ درجه با هدف بررسی تاثیر خصوصیات جریان بر نسبت رسوب انحرافی در شرایط با صفحه و بدون صفحه مستغرق موازی انجام گرفت. متغیرهای موثر در این تحقیق عدد فرود و فاصله صفحه بودند. نتایج این تحقیق نشان می دهد که وجود صفحه مستغرق در کلیه فواصل باعث کاهش نسبت رسوب انحرافی به دهانه آبگیر می شود. عدد فرود با نسبت رسوب ورودی به آبگیر نسبت عکس دارد و با افزایش عدد فرود جریان ب سراب اصلی در شرایط عدم نصب، و با حضور صفحه مستغرق، در کلیه فواصل، نسبت رسوب ورودی به آبگیر کاهش می یابد. نسبت آبگیری عامل موثر در نسبت رسوب انحرافی بوده و در کلیه فواصل صفحه های مستغرق، نسبت آبگیر با نسبت رسوب ورودی به آبگیر در شرایط عدم نصب و با صفحه های مستغرق نسبت مستقیم دارد، و با افزایش نسبت آبگیری، نسبت رسوب ورودی به آبگیر افزایش می یابد. فاصله نسبی ۰/۳۲ کمترین نسبت رسوب انحرافی را نسبت به فواصل دیگر دارد. درصد کاهش رسوب انحرافی به دهانه آبگیر با وجود صفحه مستغرق موازی در فاصله نسبی ۰/۳۲ نسبت به حالت بدون صفحه حدود ۳۴ درصد به دست آمد.

منابع

- ۲) نظری، س. و شفاعی بجستانی، م. ۱۳۸۹. تاثیر زاویه انحراف آبگیر بر نسبت دبی و رسوب ورودی به آبگیر در خم ۹۰ درجه همگرا، مجله پژوهش های آبخیزداری، شماره ۸۷، تابستان ۸۹، ص ۸۷-۷۸.
- ۳) نشریه شماره ۵۰۹ دفتر نظام فنی اجرایی، ۱۳۸۸. راهنمای آبگیری از رودخانه و حفاظت آن، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور.
- 4) Barkdoll, B. D., Hagen, B.L. and Odgaard, J. 1995. Sediment exclusion at hydropower intakes using submerged vanes. Proc. of Waterpower conference, pp 368-377.
- 5) Barkdoll, B.D., Ettema, R. and Odgaard, J. 1999. Sediment control at lateral diversion: limits and enhancements to vane use. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 124(4): 862-870.
- 6) Nakato, T., Ogden, F. L. 1998. Sediment control at water intakes along sand-bed rivers. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 124(6):589-596.
- 7) Neil, C. R. 1973. Guide to bridge hydraulics. Road and Transportation Association of Canada, University of Toronto, Canada.
- 8) Odgaard, J. and Wang, Y. 1991. Sediment management with submerged vanes. I: Theory. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 117(3):267-283.
- 9) Oliveto, G. and Hager, W.H. 2002. Temporal evaluation of clear-water pier and abutment scour. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE. 128(9):811-820.
- 10) Raudkivi, A. J., Ettema, R. 1983. Clear-water scour at cylindrical piers. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 109(3):338-350.
- 11) Tan, S.K., Yu, G., Lim, S.Y. and Ong, M.C. 2005. Flow structure and sediment motion around submerged vanes in open channels. Journal of Waterway, Port, coastal and Ocean Engineering, 131(30):132-136.

- ۱) حسن پور، ف.، ایوب زاده، ع. و قدسیان، م. ۱۳۹۰. ملکرد کنترل رسوب صفحات مستغرق مرکب در دهانه آبگیر جانبی ۹۰ درجه، مجله پژوهش های آبخیزداری، شماره ۹۲، پائیز، ص ۱-۱۲۹۰.

