



مقاله پژوهشی

Available Online: <http://jmst.kmsu.ac.ir>



بررسی اثر ترکیب همگرایی و صفحات مستغرق بر روی هیدرولیک جریان ورودی به آبگیر جانبی در قوس ۹۰ درجه رودخانه ها

محمدتقی سراجیان^۱، علیرضا مسجدی^{۱*}، محمد حیدر نژاد^۱، هوشنگ حسونی زاده^{۱،۲}

۱. گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

۲. سازمان آب و برق خوزستان، اهواز، ایران

نویسنده مسئول، پست الکترونیک: Drmasjedi.2007@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱۳

تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۰/۰۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۰۲

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22113/JMST.2021.250222.2394

چکیده

در این تحقیق آزمایش‌ها جهت تعیین دبی ورودی به آبگیر در قوس ۹۰ درجه همگرا با هدف بررسی تأثیر خصوصیات جریان بر نسبت دبی انحرافی در شرایط با صفحه و بدون صفحه مستغرق انجام گرفت. متغیرهای موثر در این تحقیق عدد فرود، همگرایی و زاویه صفحات بود. جهت انجام این تحقیق از یک کانال مستطیلی با قوس ۹۰ درجه استفاده شد که با استفاده از چهار دبی مختلف، چهار زاویه متفاوت صفحات مستغرق و چهار درجه همگرایی انتهایی کانال به بررسی متغیرها پرداخته شد. نتایج نشان داد با همگرا کردن کانال آزمایشگاهی دبی انحرافی به آبگیر افزایش پیدا کرده است. هر چه انتهایی کانال همگراتر شود باعث افزایش بیشتر دبی انحرافی می‌شود، به‌طوری‌که با همگرا کردن کانال (b/B) از صفر به ۰/۷۵ دبی انحرافی به آبگیر به طور متوسط از ۶۴/۹ به ۸۱/۴ درصد رسیده است که نشان دهنده افزایش ۱۶/۵ درصدی دبی انحرافی به آبگیر می‌باشد. با نصب صفحات مستغرق دبی انحرافی به آبگیر کاهش پیدا کرده است. هر چه زاویه صفحات مستغرق کمتر شد، دبی انحرافی نیز کاهش پیدا کرد، به‌طوری‌که با نصب صفحات مستغرق با زاویه ۲۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه دبی انحرافی به آبگیر به‌طور متوسط به ترتیب نسبت به مدل بدون صفحه مستغرق ۱۴/۹، ۹/۹، ۶/۸ و ۲/۳ درصد کاهش داشته است. همچنین با افزایش عدد فرود از ۰/۱۴ به ۰/۲۳ دبی انحرافی به آبگیر به طور متوسط ۵/۳ درصد کاهش داشته است.

واژگان کلیدی: آبگیر، دبی انحرافی، صفحه مستغرق، قوس رودخانه، همگرایی.

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



۱. مقدمه

عرض آبگیر به دبی در واحد عرض کانال اصلی، کمتر از حدود ۰/۲ باشد. Johnson et al. (2001) برای صفحات مستغرق زاویه ۳۰ - ۲۵ درجه را برای تولید بیشترین جریان ثانویه توصیه کرده‌اند. Gohari et al. (2010) ترکیب دایک‌ها و صفحات مستغرق را برای کنترل ورود رسوبات به آبگیر با استفاده از سه دایک با اندازه‌های مختلف و در سه زاویه‌ی مختلف ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ درجه مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان دهنده‌ی این بود که دایک‌ها باید در فاصله‌ی دو برابری نسبت به عرض کانال انحرافی و پیش از ورودی به آبگیر و در زاویه ۹۰ درجه قرار داشته باشد. Nazari et al. (2010) اثر زاویه‌ی انحراف آبگیر بر روی نسبت تخلیه جریان و میزان رسوبات ورودی به آبگیر را در قوس ۹۰ درجه همگرا، مورد مطالعه قرار دادند. آنها از یک کانال آزمایشگاهی با ۵ زاویه‌ی مختلف آبگیری در محل قوس ثابت، استفاده کردند. نتایج نشان داد که کمترین میزان ورود رسوبات در زاویه‌ی آبگیری ۶۰ درجه حاصل می‌شود.

Hasanpour et al. (2013) به مطالعه کارایی صفحات مستغرق کامپوزیتی در کنترل میزان رسوب ورودی به آبگیر جانبی در قوس ۹۰ درجه پرداختند. آزمایشات بر روی یک کانال آزمایشگاهی مستقیم با زاویه آبگیر ۹۰ درجه انجام شد که در آن صفحات مستغرق را در جلوی دهانه‌ی آبگیر قرار داده بودند. نتایج نشان داد که بهترین عملکرد صفحات مستغرق کامپوزیتی در کنترل رسوبات با ارتفاع ۵ سانتی متر از سطح بستر حاصل می‌شود. Rostamabadi et al. (2013) از روش تاگوچی برای بهینه‌سازی شاخص‌های هندسی مربوط به صفحات مستغرق یک کانال آبرفتی استفاده کردند. مطالعات آنها نشان داد که زاویه‌ی برخورد جریان با سطح صفحات، بالاترین اثر بر روی کارایی صفحات مستغرق را دارد. Abbasi و Maleknejad (2014) به بررسی اثر زاویه‌های انحراف ۴۵، ۶۰ و ۷۰ درجه بر روی تشکیل ناحیه‌ی جریان گردابی پرداختند. مطالعات آنها نشان داد که ابعاد ناحیه جریان گردابی در کانال انحرافی، به نسبت دبی انحرافی و زاویه انحراف بستگی دارد، همچنین نتایج آنها نشان داد که افزایش در زاویه انحراف موجب کاهش طول و عمق ناحیه جریان گردابی می‌شود و کاهش در زاویه انحراف موجب افزایش در طول و کاهش در عمق ناحیه جریان گردابی خواهد شد. Elyasi و Kamanbedast (2014) روند انحراف رسوبات را با نصب صفحات مستغرق مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنها نشان دهنده کاهش ۳۰٪ حمل رسوبات به آبگیر جانبی با نصب صفحات مستغرق بود. Karamzadeh et al. (2015) تأثیر زاویه دماغه آبشکن T بر پایداری ریپرپ جهت محافظت از آبشکن در رودخانه‌های قابل کشتیرانی در قوس ۹۰ درجه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد افزایش در زاویه دماغه آبشکن باعث کاهش عدد فرود جریان در لحظه شکست ریپرپ، کاهش شاخص شکست و در نهایت کاهش پایداری ریپرپ می‌شود. Bakhtiari et al. (2016) به بررسی آزمایشگاهی تأثیر عمق کارگذاری ریپرپ بر

از زمان‌های قدیم تاکنون، رودخانه‌ها یکی از منابع اصلی تأمین کننده آب شیرین به حساب می‌آیند که با احداث آبگیر، برداشت آب از آنها انجام می‌گیرد. آبگیرها از جمله سازه‌هایی هستند که برای برداشت آب از رودخانه‌ها طراحی و اجراء می‌گردند، لذا شناخت و آگاهی کامل نسبت به مسائل طراحی و مشکلاتی که پس از اجراء در این سازه حادث می‌شود، کمک مؤثری در امر بهینه‌سازی برداشت آب از رودخانه‌ها خواهد کرد. از جمله نکاتی که بایستی در طراحی عمومی آبگیرها به آن اشاره نمود مواردی نظیر، تأمین نمودن آب به میزان مطلوب در هر زمان، جهت رفع نیازها، بدون در نظر گرفتن دبی رودخانه است، مشروط بر آنکه نیازها از جریان رودخانه تجاوز نکنند. آبگیری از آب‌های سطحی (رودخانه‌ها) معمولاً به دو روش پمپاژ و نقلی انجام می‌گردد، که روش نقلی به دلیل پیوسته بودن جریان و عدم صرف انرژی به روش پمپاژ ترجیح داده می‌شود. چنانچه شرایط توپوگرافی و میزان نیاز آبی و شرایط ریخت‌شناسی و غیره اجازه دهد می‌توان آب را به صورت نقلی منتقل نمود. انتخاب محل مناسب آبگیری برای موفقیت پروژه ضروری می‌باشد و می‌تواند اختلال در آبرسانی را به حداقل کاهش دهد. باید توجه داشت که بعد از اجرای پروژه مشکلات ایجاد شده در اثر انتخاب نامناسب محل به سختی قابل اصلاح می‌باشند. در این تحقیق با استفاده از مدل آزمایشگاهی تأثیر اثر همگرایی و صفحات مستغرق در قوس رودخانه‌ها بر هیدرولیک جریان و دبی ورودی به آبگیر مورد ارزیابی قرار گرفته و این تحقیق در این زمینه جدید و کاربردی است.

به انحاء یا تغییر مسیر رودخانه، خم می‌گویند. ورود جریان به انحنای رودخانه و اعمال نیروی جانب مرکز به جریان، موجب تغییر رقوم سطح آب می‌گردد، به‌طوری‌که سطح آب در قوس خارجی بالاتر از قوس داخلی قرار می‌گیرد. حداکثر اختلاف رقوم در نزدیکی‌های رأس قوس بوقوع می‌پیوندد، که میزان آن برابر با اختلاف ارتفاع سطح آب در قوس خارجی و قوس داخلی می‌باشد (Odgaard and Wang, 1991). این اضافه ارتفاع، با تلفات انرژی در طول بستر رودخانه ترکیب شده و یک سرعت عرضی و در نهایت جریان چرخشی (Recirculating) را ایجاد می‌نماید، که از ناحیه‌ی بالایی قوس خارجی شروع و به سمت قوس داخلی حرکت می‌کند و موجب فرسایش در قوس بیرونی و حمل دیبات بستر به سمت قوس داخلی و دبی‌گذاری در این ناحیه می‌گردد.

Sinha و Marelius (1988) نشان دادند که زاویه ۴۰ درجه برای تک صفحه نصب شده بیشترین جریان چرخشی را تولید می‌کند، هرچند که در این زاویه مقدار آبشستگی در اطراف صفحه نیز افزایش می‌یابد. Barkdoll et al. (1999) به مطالعه راه‌کارهای افزایش کارایی صفحات مستغرق پرداختند. آزمایشات انجام شده توسط ایشان نشان داد که شدت رسوبات ورودی بستر به داخل آبگیر پس از نصب صفحات مستغرق زمانی می‌تواند ناچیز باشد که نسبت دبی در واحد

۲. مواد و روش‌ها

جهت بررسی آزمایشگاهی این تحقیق، کانالی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز با مشخصات زیر مورد استفاده قرار گرفت. کانال‌های ورودی و خروجی کانال ساخته شده، روباز مستطیلی با جداره ورق پلکسی گلاس می‌باشد، به‌طوری‌که طول کانال‌های مستقیم ورودی در ابتدای کانال و خروجی در انتهای کانال به ترتیب $4/5$ و $2/5$ متر است، عرض و ارتفاع کانال نیز به ترتیب $0/5$ و $0/6$ متر بوده و بدنه کانال در ارتفاع $0/7$ متری از سطح زمین قرار دارد. مسیر ورودی مستقیم (جهت ایجاد جریان یکنواخت و توسعه یافته)، کف آن از جنس ورق فلزی به ضخامت 3 میلیمتر و دیواره‌ها از جنس پلکسی گلاس به ضخامت 10 میلیمتر و به طول $4/5$ متر ساخته شده که هم اثر زبری جداره را کاهش می‌دهد و هم پدیده‌های هیدرولیکی در محفظه قابل رویت می‌باشند، مسیر خروجی نیز مستقیم، کف آن از جنس ورق فلزی به ضخامت 3 میلیمتر و دیواره آن از جنس پلکسی گلاس با ضخامت 10 میلیمتر به طول $2/5$ متر می‌باشد، کف کانال بدون شیب و در حد دقت اجرایی به‌صورت افقی ساخته شده است (شکل ۱ و جدول ۱).

بعد از مخزن کانال، یک دریچه کشویی جهت تنظیم دبی ورودی به کانال و یک سرریز مثلثی 90 درجه برای اندازه‌گیری دبی ورودی و یک دریچه کشویی در ابتدای آبگیر جانبی جهت باز و قطع جریان ورودی به آبگیر جانبی و همچنین سرریز مثلثی 90 درجه در انتهای کانال، جهت اندازه‌گیری دبی خروجی از کانال، از جنس ورق فلزی در نظر گرفته شده است. و برای جلوگیری از ورود امواج به کانال از یک توری مشبک، بعد از سرریز ابتدایی استفاده شده است (شکل ۲).

پایداری آن برای حفاظت از آبشکن در قوس 90 درجه به منظور استفاده از رودخانه‌های قابل کشتیرانی و خلیج‌ها پرداختند و به این نتیجه رسیدند که هر چه عمق کارگذاری بیشتر باشد پایداری ریپرپ افزایش یافته و در نتیجه محافظت بهتری از آبشکن صورت خواهد گرفت. Lu و Ouyang (2016) روشی برای طراحی بهینه و توزیع صفحات مستغرق در طول قوس کانال ابداع کردند که موجب محافظت سواحل می‌شود. نتایج آنها نشان دهنده این بود که نحوه بهینه قرارگیری صفحات مستغرق در اصل به شعاع قوس کانال و عرض کانال وابسته می‌باشد، همچنین آنها به این نتیجه رسیدند که عدد فرود و زاویه برخورد جریان اثر اندکی بر روی صفحات مستغرق دارند. Litan Dey et al. (2017) یک مطالعه تجربی انجام دادند و نتایج آنها نشان داد که زاویه 15 درجه صفحات مستغرق بهترین عملکرد را در کاهش فرسایش ساحل خارجی در یک کانال آزمایشگاهی سهمی شکل دارد. داده‌های ارائه شده آنها در این مقاله می‌تواند همچنین برای تأیید مدل‌های گردابی سه بعدی در یک کانال منحنی مورد استفاده قرار گیرد. Heidarirad et al. (2020) یک مطالعه بر روی کانال آزمایشگاهی با قوس 90 درجه در دو حالت همگرایی و واگرایی در انتهای کانال انجام دادند. نتایج آنها نشان داد که با همگرا شدن انتهای کانال دبی انحرافی به آبگیر افزایش یافته در حالیکه واگرا شدن انتهای کانال باعث کاهش دبی انحرافی به آبگیر می‌شود.

با توجه به اینکه سایر محققین صفحات مستغرق و همگرایی را به طور مستقل بررسی نموده‌اند، در این تحقیق با استفاده از ترکیب دو مورد مذکور به بررسی هیدرولیک جریان ورودی به آبگیر پرداخته شده که این مهم را می‌توان جنبه نوآوری تحقیق حاضر در مقایسه با سایر پژوهش‌های قبلی بیان کرد.



شکل ۱- نمایی از کانال آزمایشگاهی
Fig. 1- The laboratory flume

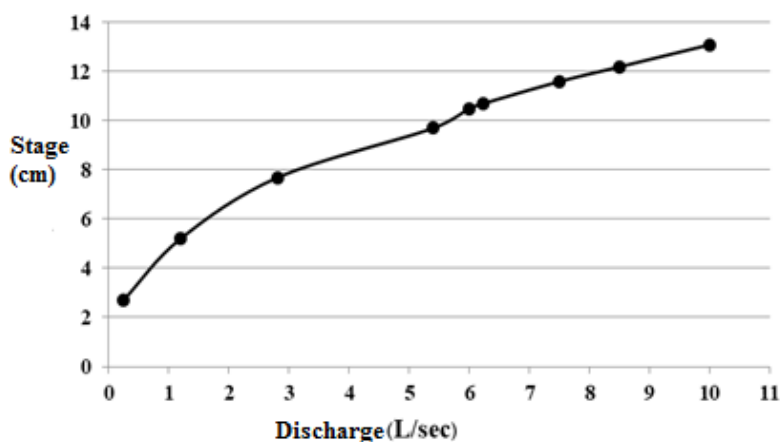


شکل ۲- سرریزهای ورودی و خروجی مثلثی با رأس ۹۰ درجه، در ابتدا و انتهای کانال آزمایشگاهی
 Fig. 2- Input and output 90° triangular weirs at the beginning and end of the flume

جدول ۱- مشخصات کانال آزمایشگاهی

Table 1- flume specifications

دبی‌های مورد استفاده (لیتر بر ثانیه)	زاویه قوس (درجه)	ارتفاع کانال (متر)	عرض کانال (متر)	شعاع انحناء (متر)	طول کانال خروجی (متر)	طول کانال ورودی (متر)
۱۰، ۸/۵، ۷/۵، ۶	۹۰	۰/۶	۰/۵	۲	۲/۵	۴/۵



شکل ۳- نمودار دبی - اشل سرریز ابتدای کانال آزمایشگاهی
 Fig. 3- Stage-discharge curve of overflow at the beginning of the flume

بشر آزمایشگاهی استفاده شده در این تحقیق، ۲ لیتری بوده که بعد دریافت آب عبوری از روی سرریز به داخل گالن در زمان طی شده، جهت بالا بردن دقت آزمایش از این بشر استفاده گردید که دبی‌ها به‌طور واقعی اندازه‌گیری شده باشند..

در مدل‌سازی جریان بر روی یک آبگیر جانبی در قوس همگرا با صفحات مستغرق، مهمترین هدف تعیین مقدار دبی منحرف شده به آبگیر در شرایط مختلف جریان در کانال اصلی است. با در نظر گرفتن جریان دائمی متغیرهای مؤثر در میزان دبیات ورودی به آبگیر جانبی در قوس ۹۰ درجه همگرا از طریق رابطه (۱) محاسبه می‌شود. در رابطه (۱)، $CR=(b/B)$ درصد همگرایی سواحل رودخانه، Q_M دبی جریان در کانال اصلی، Q_I دبی جریان در کانال آبگیر، y عمق جریان در کانال اصلی، B عرض کانال اصلی، R شعاع مرکزی قوس، S_0 شیب کانال اصلی، g شتاب ثقل، ρ جرم مخصوص سیال، α زاویه آبگیر، μ لزجت سیال، H ارتفاع صفحه مستغرق، L طول صفحه، N تعداد ردیف صفحات، θ زاویه صفحات مستغرق با جریان، δ_s فاصله طولی صفحات مستغرق، δ_n فاصله عرضی صفحات مستغرق و δ_b فاصله عرضی اولین ردیف صفحات مستغرق از دهانه آبگیر می‌باشند (جدول ۲).

با استفاده از تئوری باکینگهام و حذف شدن پارامترهایی که در طول آزمایش ثابت بوده‌اند رابطه (۱) از طریق رابطه (۲) بدون بُعد می‌شود. در رابطه (۲) $Q_r = Q_I / Q_M$ دبی نسبی انحرافی و Fr عدد فرود در کانال اصلی می‌باشد.

برای چرخش آب در کانال آزمایشگاهی با توجه به دبی مورد نظر از یک پمپ سانتریفیوژ به قدرت ۱۱ کیلووات، قطر لوله مکش و دهش ۶ اینچ استفاده شد. ارتفاع مکش پمپ تقریباً ۲ متر و ارتفاع دهش آن حدود ۲۰ متر و حداکثر دبی قابل انتقال توسط پمپ ۴۰ لیتر در ثانیه است.

برای کالیبره کردن مدل فیزیکی این تحقیق، باید نمودار دبی-اشل سرریزهای مثلثی با رأس ۹۰ درجه، ابتدایی و انتهایی کانال آزمایشگاهی تهیه گردد، که بتوان با اندازه‌گیری ارتفاع آب روی سرریز، بوسیله خط‌کش فلزی نصب شده کنار سرریز، دبی ورودی یا خروجی از کانال آزمایشگاهی را به دست آورد. برای این مهم، با روشن کردن پمپ آب و ورود آب به کانال آزمایشگاهی در ارتفاع‌های مختلف آب روی سرریز، حجم آب عبوری را در زمان‌های مختلف بوسیله بشر آزمایشگاهی اندازه‌گیری و نمودارهای دبی-اشل هر دو سرریز تعبیه شده، ترسیم گردید. جهت دقت در کار، برای هر دبی، تکرار آزمایش انجام شد و نتایج آزمایش‌ها را با فرمول اندازه‌گیری دبی با سرریز مثلثی رأس ۹۰ درجه مقایسه گردید که تمام نتایج با دبی-اشل (شکل ۳) همخوانی داشته و با اطمینان کامل از نمودارهای ترسیم شده در انجام آزمایش‌ها استفاده گردید. سرریزهای مثلثی به جهت سطح مقطع نسبتاً کوچک در دبی‌های کم، حساسیت بیشتری نسبت به تغییر ارتفاع دارند؛ لذا در اندازه‌گیری دبی‌های کم، از دقت بیشتری برخوردار هستند.

$$F(CR, Q_M, Q_I, y, B, R, S_0, g, \rho, \alpha, \mu, H, L, N, \theta, V, \delta) \tag{۱}$$

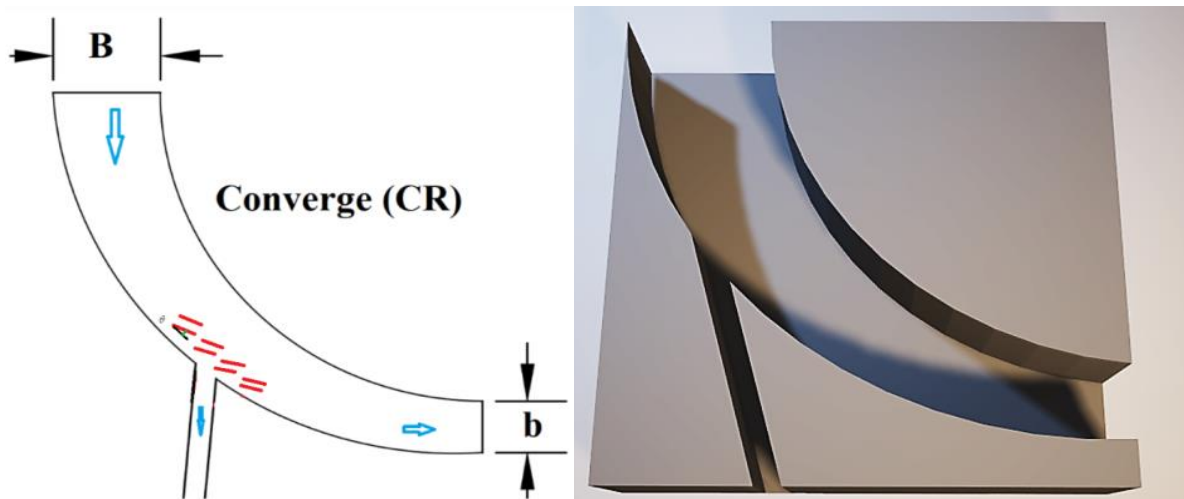
$$F(Q_r, \theta, CR, Fr) \tag{۲}$$

جدول ۲- ابعاد صفحات مستغرق بکار گرفته شده در آزمایشات (Barkdol et al., 1999)
Table 2- Dimensions of submerged vanes used in experiments (Barkdol et al., 1999)

δ_b (m)	δ_n (m)	δ_s (m)	L (m)	H (m)	Θ (deg)	عنوان
$3H$	$2H \leq \delta_n \leq 3H$	$8H \leq \delta_s \leq 10H$	$2H \leq L \leq 3H$	$0.2 \leq y \leq 0.5$	$15 \leq \theta \leq 45$	محدوده پیشنهادی
$3H$	$2/8H$	$9H$	$2/8H$	$0.3y$	$45, 30, 25$	محدوده کاربردی
0.081	0.075	24	0.075	0.27	$60, 45, 30, 25$	ابعاد استفاده شده

Table 3- Experimental variables
جدول ۳- متغیرهای آزمایش

همگرایی (CR)(b/B)	زاویه صفحات	Fr	آزمایشات شاهد	کل آزمایشات
$0.75, 0.5, 0.25, 0$	$60, 45, 30, 25$	$0.23, 0.2, 0.18, 0.14$	۱۶	۸۰



شکل ۴- شماتیک کانال همگرا و صفحات مستغرق

Fig. 4- Schematic representation of convergent flume and submerged vanes

سرریز لبه تیز مثلثی ۹۰ درجه در انتهای حوضچه تخلیه، اندازه-گیری شد. همچنین دبی کل نیز توسط سرریز لبه تیز مثلثی ۹۰ درجه در ابتدای کانال قوسی شکل اصلی بعد از حوضچه آرامش در ابتدای کانال اصلی، اندازه‌گیری شد.

۳. نتایج

آزمایشات به ازای دبی‌های آزمایشی، زاویه صفحات مستغرق و درصدهای همگرایی مختلف انجام گرفت و در طول تحقیق دبی در کانال اصلی و کانال آبگیر و دبی پائین دست کانال اصلی اندازه-گیری شد. سپس مقادیر درصد دبی نسبی انحرافی و عدد فرود در شرایط مختلف محاسبه شد که به این ترتیب نتایج در ۴ بخش تقسیم می‌شوند:

- ۱- اثر همگرایی بر دبی انحرافی به آبگیر
- ۲- اثر زاویه صفحات مستغرق بر دبی انحرافی به آبگیر
- ۳- بررسی تاثیر عدد فرود بر دبی انحرافی به آبگیر
- ۴- مقایسه تاثیر صفحات مستغرق و همگرایی بر دبی انحرافی به آبگیر

برای بررسی اثر همگرایی‌های مختلف بر دبی انحرافی به آبگیر، با انجام آزمایشات، داده‌های مورد نیاز برای تحلیل نتایج برداشت شد، که در قالب نموداری بررسی اثر همگرایی‌های مختلف بر دبی انحرافی به آبگیر ارائه شده است (شکل ۵).

با توجه به شکل ۵ می‌توان به خوبی مشاهده کرد که با همگرا کردن کانال آزمایشگاهی دبی انحرافی به آبگیر افزایش پیدا کرده است. هر چه انتهای کانال آزمایشگاهی همگراتر شود باعث افزایش بیشتر دبی انحرافی می‌شود، به طوری که با همگرا

از آنجائی که در آزمایش‌ها هدف بررسی دبی انحرافی می‌باشد، لذا زمان آزمایش به گونه‌ای انتخاب گردید که حرکت هیدرولیک جریان به آبگیر و به پائین دست کانال اصلی به حالت پایدار برسد. پیش از راه‌اندازی پمپ، دریچه انتهایی بسته و سپس آب زلال به آرامی به درون کانال هدایت گردید تا از ایجاد ریبیل و ناهموازی در سطح بستر جلوگیری شود. پس از بالا آمدن سطح آب، پمپ با دبی کمی راه‌اندازی شد و به آرامی توسط شیر فلکه اصلی روی لوله ورودی به حوضچه آرامش، دبی به میزان مورد نظر تنظیم شد. سپس با تنظیم دقیق و همزمان شیرفلکه و دریچه پائین دست عمق جریان ۹ سانتی‌متر و دبی مورد نظر حاصل شد. پس از آنکه جریان در مدل به حالت دائمی رسید، مقدار دبی انحرافی توسط سرریز لبه تیز مثلثی ۹۰ درجه در انتهای حوضچه تخلیه، اندازه-گیری شد. همچنین دبی کل نیز توسط سرریز لبه تیز مثلثی ۹۰ درجه در ابتدای کانال قوسی شکل اصلی بعد از حوضچه آرامش در ابتدای کانال اصلی، اندازه‌گیری شد.

متغیرهای آزمایشات در جدول ۳ آمده است.

از آنجائیکه در آزمایش‌ها هدف بررسی دبی انحرافی می‌باشد لذا زمان آزمایش به گونه‌ای انتخاب گردید که حرکت هیدرولیک جریان به آبگیر و به پائین دست کانال اصلی به حالت پایدار برسد. پیش از راه‌اندازی پمپ، دریچه انتهایی بسته و سپس آب زلال به آرامی به درون کانال هدایت گردید تا از ایجاد ریبیل و ناهموازی در سطح بستر جلوگیری شود. پس از بالا آمدن سطح آب، پمپ با دبی کمی راه‌اندازی شد و به آرامی توسط شیر فلکه اصلی روی لوله ورودی به حوضچه آرامش، دبی به میزان مورد نظر تنظیم شد. سپس با تنظیم دقیق و همزمان شیرفلکه و دریچه پائین دست عمق جریان ۹ سانتی‌متر و دبی مورد نظر حاصل شد. پس از آنکه جریان در مدل به حالت دائمی رسید، مقدار دبی انحرافی توسط

نسبت به مدل بدون صفحه مستغرق ۱۴/۹، ۹/۹، ۶/۸ و ۲/۳ درصد کاهش داشته است.

برای بررسی تاثیر عدد فرود بر دبی انحرافی به آبگیر با انجام آزمایشات، داده‌های مورد نیاز برای تحلیل نتایج برداشت شد که در قالب نموداری به بررسی تاثیر عدد فرود بر دبی انحرافی به آبگیر پرداخته شده است (شکل ۷ و ۸).

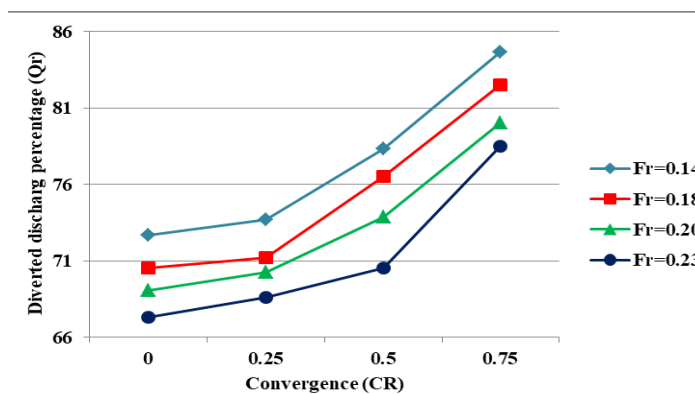
با توجه به شکل‌های ۷ و ۸ می‌توان به خوبی مشاهده کرد که با افزایش عدد فرود چه در همگرایی‌های مختلف و چه در زوایای مختلف صفحات مستغرق دبی و رسوب انحرافی به آبگیر کاهش پیدا کرده است. با افزایش عدد فرود از ۰/۱۴ به ۰/۲۳ در هر دو حالت دبی انحرافی به آبگیر به‌طور متوسط ۵/۳ درصد کاهش داشته است.

در ادامه به مقایسه اثر صفحات مستغرق و همگرایی بر دبی انحرافی به آبگیر پرداخته شده است (شکل ۹).

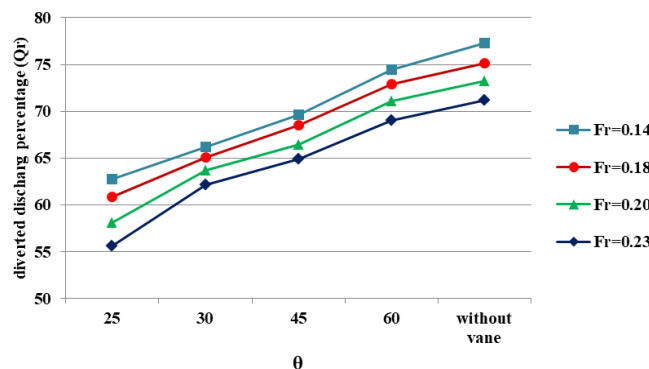
کردن کانال آزمایشگاهی (b/B) از صفر به ۰/۷۵ دبی انحرافی به آبگیر به‌طور متوسط از ۶۴/۹ به ۸۱/۴ درصد رسیده است که نشان‌دهنده افزایش ۱۶/۵ درصدی دبی انحرافی به آبگیر می‌شود و می‌توان علت آن را تنگ‌شدگی و انسداد جریان و پس‌زدن جریان به آبگیر دانست.

برای بررسی اثر زاویه‌های مختلف صفحات مستغرق بر دبی انحرافی آبگیر با انجام آزمایشات، داده‌های مورد نیاز برای تحلیل نتایج برداشت شد که در قالب نموداری بررسی اثر عدد فرود در زاویه‌های مختلف صفحات مستغرق بر دبی انحرافی به آبگیر پرداخته شده است (شکل ۶).

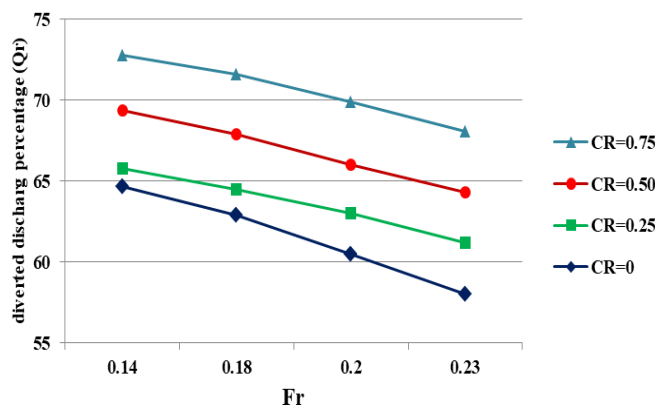
با توجه به شکل ۶ می‌توان به خوبی مشاهده کرد که با نصب صفحات مستغرق دبی انحرافی به آبگیر کاهش پیدا کرده است. هر چه زاویه صفحات مستغرق کمتر شده باعث کاهش بیشتر دبی انحرافی می‌شود، به‌طوری‌که با نصب صفحات مستغرق با زاویه ۲۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دبی انحرافی به آبگیر به‌طور متوسط به ترتیب



شکل ۵- نمودار بررسی اثر همگرایی بر دبی انحرافی به آبگیر
Fig. 5- The effect of Convergence on diverted discharge to the intake

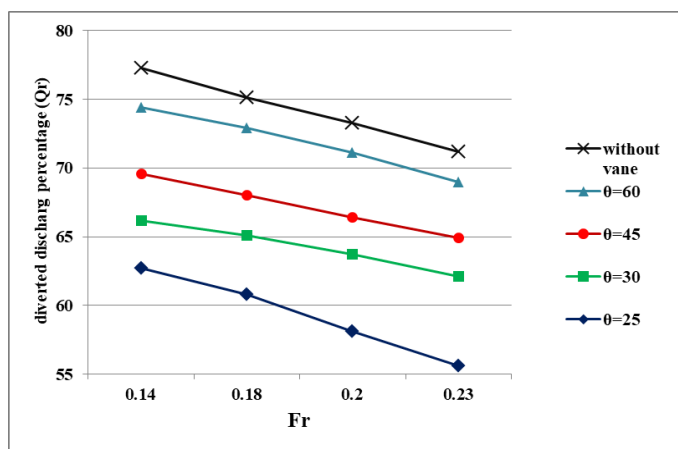


شکل ۶- نمودار بررسی اثر زاویه‌های مختلف صفحات مستغرق بر دبی انحرافی به آبگیر
Fig. 6- The effect of different angles of submerged vanes on diverted discharge to the intake



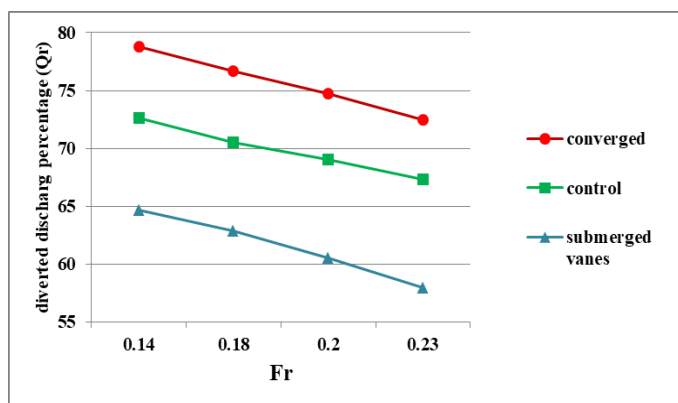
شکل ۷- نمودار بررسی اثر عدد فرود در همگرایی‌های مختلف بر دبی انحرافی به آبگیر

Fig. 7- The effect of Froude number at different Convergences on the diverted discharge to the intake



شکل ۸- نمودار بررسی اثر عدد فرود در زاویه‌های مختلف صفحات مستغرق بر دبی انحرافی به آبگیر

Fig. 8- The effect of Froude number at different angles of submerged vanes on the diverted discharge to the intake



شکل ۹- نمودار مقایسه اثر صفحات مستغرق و همگرایی بر دبی انحرافی به آبگیر

Fig. 9- Comparison of the effect of submerged vanes and convergence on diverted discharge to the intake

شاهد افزایش داشته است. صفحات مستغرق بر خلاف همگرایی باعث کاهش دبی انحرافی می‌شوند، به طوریکه با نصب آنها به‌طور متوسط ۸/۳ درصد دبی انحرافی به آبگیر کاهش داشته است و با همگرا شدن کانال آزمایشگاهی به‌طور متوسط ۵/۸ درصد دبی انحرافی افزایش

با توجه به شکل ۹ می‌توان به خوبی مشاهده کرد با نصب صفحات مستغرق دبی انحرافی به آبگیر نسبت به حالت بدون صفحه و همگرایی (شاهد) کاهش داشته است. این در حالی است که با همگرا شدن انتهای کانال آزمایشگاهی دبی انحرافی نسبت به حالت

۲- با نصب صفحات مستغرق دبی انحرافی به آبگیر کاهش پیدا کرده است. هرچه زاویه صفحات مستغرق کمتر شده باعث کاهش بیشتر دبی انحرافی می‌شود، به طوری که با نصب صفحات مستغرق با زاویه ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۶۰ دبی انحرافی به آبگیر به طور متوسط به ترتیب نسبت به مدل بدون صفحه مستغرق ۱۴/۹، ۹/۹، ۶/۸ و ۲/۳ درصد کاهش داشته است که این مهم نشان دهنده عملکرد مناسب صفحات مستغرق می‌باشد.

۳- با نصب صفحات مختلف با زاویه‌های متفاوت با افزایش عدد فرود از ۰/۱۴ به ۰/۲۳ دبی انحرافی به آبگیر به طور متوسط ۵/۳ درصد کاهش داشته است.

۴- با نصب صفحات مستغرق دبی انحرافی به آبگیر نسبت به حالت بدون صفحه و همگرایی (شاهد) کاهش داشته است. این در حالی است که با همگرا شدن انتهای کانال آزمایشگاهی دبی انحرافی نسبت به حالت شاهد افزایش داشته است. صفحات مستغرق بر خلاف همگرایی باعث کاهش دبی انحرافی می‌شوند، به طوری که با نصب آنها به طور متوسط ۸/۳ درصد دبی انحرافی به آبگیر کاهش داشته است و با همگرا شدن کانال آزمایشگاهی به طور متوسط ۵/۸ درصد دبی انحرافی افزایش داشته است.

داشته است. نتایج این بخش می‌تواند مقایسه‌ای باشد با هر یک از حالات صفحات مستغرق و همگرایی که به صورت مجزا توسط محققین دیگر انجام گردیده است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق آزمایش‌ها جهت تعیین درصد دبی انحرافی به آبگیر در قوس ۹۰ درجه همگرا با هدف بررسی تأثیر خصوصیات جریان بر نسبت دبی انحرافی در شرایط با صفحه و بدون صفحه مستغرق موازی انجام گرفت. متغیرهای مؤثر در این تحقیق عدد فرود، همگرایی و زاویه صفحات بود. نتایج این تحقیق به صورت زیر بیان می‌شود:

۱- با همگرا کردن کانال آزمایشگاهی دبی انحرافی به آبگیر افزایش پیدا کرده است. هرچه انتهای کانال همگراتر شود باعث افزایش بیشتر دبی انحرافی می‌شود، به طوری که با همگرا کردن کانال (b/B) از ۰ به ۰/۷۵ دبی انحرافی به آبگیر به طور متوسط از ۶۴/۹ به ۸۱/۴ درصد رسیده است که نشان دهنده افزایش ۱۶/۵ درصدی دبی انحرافی به آبگیر می‌باشد که علت آن را می‌توان افزایش ارتفاع جریان در جلوی دهانه آبگیر به دلیل انسداد و تنگ‌شدگی کانال در همگرایی‌های بالا دانست.

References

- Abbasi, A.A. and MalekNejad, M., 2014. The effect of threshold and submerged vanes on sedimentary flow input to side basin. *Journal of Irrigation & Water Engineering*, 4(16), pp.104-116
- Bakhtiari, M., Kashefipour, S.M. and GHomesi, M., 2016. Laboratory investigation on the effect of depth-placed riprap on its stability for protection of Spur Dike in 90° Bend in order to using in navigable Rivers and Gulfs. (In Persian).
- Barkdoll, B.D., Ettema, R. and Odgaard, A.J., 1999. Sediment control at lateral diversions: limits and enhancements to vane use. *Journal of hydraulic engineering*, 125(8), pp.862-870.
- Dey, L., Barbhuiya, A.K. and Biswas, P., 2017. Experimental study on bank erosion and protection using submerged vane placed at an optimum angle in a 180 laboratory channel bend. *Geomorphology*, 283, pp.32-40.
- Elyasi, M. and Kamanbedast, A.A., 2014. The effect of angle of intakes on diversion sediments in river bend with CCHE2D model. *Advances in Environmental Biology*, pp.180-187.
- Gohari, S., Ayoubzadeh, S.A., Ghodsian, M. and Salehi Nishaboori, S.A., 2010. Laboratory

experiment on flow pattern in side basins with simultaneous application of submerged vanes and dike in alluvial beds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 11(4), pp.1-18. (In Persian).

Hasanpour, F., Ayubzadeh, A., Ghodsian, M. (2013). Sediment control performance compounded plates submerged in a 90 ° intake side. *Watershed Management Research Journal*, 92. (In Persian).

Heidarirad, P., Kamanbedast, A.A., Heidarnezhad, M., Masjedi, A.R. and Hasoonizadeh, H., 2020. The Effect of Convergence and Divergence on Flow Pattern and Sediment Transport in Lateral Intakes. *JWSS-Isfahan University of Technology*, 24(1), pp.69-82. (In Persian).

Johnson, P.A., Hey, R.D., Tessier, M. and Rosgen, D.L., 2001. Use of vanes for control of scour at vertical wall abutments. *Journal of Hydraulic Engineering*, 127(9), pp.772-778.

Marelius, F. and Sinha, S.K., 1998. Experimental investigation of flow past submerged vanes. *Journal of Hydraulic Engineering*, 124(5), pp.542-545.

Nazari, C., Shafaei bejestani, M. 2010. The effect of angle of flow and sediment input into the intake in the converging at 90 ° bend. *Watershed Management Research Journal*, 89. pp. 78-87 (In

Persian).

Odgaard, A.J. and Wang, Y., 1991. Sediment management with submerged vanes. II: Applications. *Journal of Hydraulic Engineering*, 117(3), pp.284-302.

Ouyang, H. and Lu, C., 2016. Optimizing the spacing of submerged vanes across rivers for stream bank protection at channel bends. *Journal of Hydraulic Engineering*, 142(12), p.04016062.

Rostamabadi, M., Salehi Neyshabouri, A.A. and Zarrati, A.R., 2013. Optimization of Geometric Parameters of Submerged Vane in Straight Alluvial Channel with Taguchi Method and GRA. *Modares Civil Engineering journal*, 13(2), pp.79-93. (In Persian).

Shahni Karamzadeh, N., Mosavi Jahromi, H., Mahmoodian Shoshtari, M. and Shafei Bajestan, M., 2015. Experimental Investigation the Effect of Head Angle of T-Shape Spur Dike On Riprap Stability for Protection of Spurdike at Navigable River at 90 Degree Bend. *Journal of Marine Science and Technology*, 14(3):72-86. (In Persian).



Available Online: <http://jmst.kmsu.ac.ir>

Original Article



Investigating the Effect of Convergence and Submerged Vanes Composition on the Hydraulic of the Lateral Intakes' Inlet Flow at 90° River Bends

Mohammad Taghi Serajian¹, Alireza Masjedi^{1*}, Mohammad Heidarnejad¹, Hooshang Hasonizadeh^{1,2}

1. Department of Water Science and Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

2. Khuzestan Water and Power Organization, Ahvaz, Iran.

*Corresponding author: Drmasjedi.2007@yahoo.com

Received: 23 October 2020

Revise Date: 27 December 2020

Accepted: 02 January 2021

DOI: 10.22113/JMST.2021.250222.2394

Abstract

In this study, experiments are carried out to determine the deviation flow into the intake in a 90° convergent bend, aiming to investigate the effect of flow characteristics on deviation flow with and without submerged vanes. The effective variables include Froude number, convergence, and submerged vanes' angle. For this research, a Rectangular channel with a 90° arc was used, which was studied using four different discharges, four different angles of submerged vanes and four degrees of convergence of the end of the channel. According to the results, the deviation flow to the intake increases by converging the laboratory flume. As the end of the flume is converged, the deviation flow is further increased. As the flume is converged (b/B) from 0 to 0.75, the deviation flow is increased from 64.9 to 81.4%, showing a 16.5% increase. Deviation flow is decreased by installing submerged vanes. A decrease in submerged vanes' angle reduces the deviation flow. Compared to the model without a submerged vane, deviation flow is decreased by 14.9, 9.9, 6.8, and 2.3% by installing submerged vanes at angles of 25, 30, 45 and 60°, respectively. Deviation flow is also decreased by increasing the Froude number, such that it decreases by 5.3% with the increase of Froude number from 0.14 to 0.23.

Keywords: intake, deviation flow, submerged vane, river bend, convergence.

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

