







Effect of longitudinal training wall (LTW) on improving flow pattern at the side channel intakes

Javad Ahadian¹ , Behnam Sadeghi² , Mahmood Shafaei Bajestan³ , Seyed Mohsen Sajjadi⁴ 

¹ Corresponding Author, Department of Water structures, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. E-mail: j.ahadiyan@scu.ac.ir

² Department of Water structures, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. E-mail: Sadeghi_Behnam@yahoo.com

³ Department of Water structures, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. E-mail: m_shafai@yahoo.com

⁴ Department of Water structures, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. E-mail: sajjadi.mohsen@gmail.com

ABSTRACT

Water intakes are used to diversion from the main rivers for various water supply purposes. The most appropriate diversion method is to create a side channel intake in the plains from the rivers located in the plains, such as the Karun River. Creating such a system causes a complicated flow. The velocity vectors are directed toward the intake as the flow approaches the side channel. This research investigates the effect of the separating wall on the hydraulics of the river flow before the lateral intake. To achieve this purpose, the separating wall as a longitudinal training wall (LTW) was used in two submerged and non-submerged states in five flow rates of 40, 50, 60, 70, and 85 L/s, and two gate opening modes with 30 and 100% opening. Likewise, the flow depth before and after the submerged and non-submerged wall was compared with the control condition. The results showed that the submerged wall has a more significant effect on the flow depth than the non-submerged wall, and in many discharges, it caused a decrease in the flow depth downstream. The most considerable reduction in the flow rate was 40 L/s, and the opening of 100% was due to the operation of the submersible wall and the decrease in depth by 4.76%. Three points at the wall's beginning, middle, and end were considered to investigate the effect of the submerged wall on the flow velocity. However, in the five discharges, 40, 50, 60, 70, and 85 L/s, the velocity reduction was equal to 60, 55.2, 45.9, 37.5, and 29.4%, respectively. When the flow rate increases, the effect of the wall on the speed also decreases. Investigating the effect of the separating wall in both submerged and non-submerged conditions on the diversion discharge showed that the non-submersible barrier in all the discharges caused an insignificant decrease in the discharge. However, the submerged wall, which had a flow rate of 40 L/s, increased the flow rate by 12.29%. As the flow rate increases, the effect of this wall on the water intake will also decrease.

Keywords: flow pattern, flow depth, side channel intake, separating wall, longitudinal training wall (LTW)

Article Type: Research Article

Article history: Received: 17 May 2024 Revised: 23 August 2024 Accepted: 23 November 2024 Published: 21 December 2024

1. Introduction

One of the problems of most intakes is the accumulation of sediments in the inlet, which significantly reduces their capacity. In addition, sediments entering the intake channel also increase the problems caused by the lack of control of the sediments entering the intakes. Its transfer into irrigation canals and facilities causes many issues due to transporting sediments or settling them in different parts., Pay more attention to controlling sediments in water intake projects to reduce dredging costs and prevent sediments from entering the openings. There are various methods to reduce or prevent sediment entry into the intake inlet. In this research, the effect of several types of structures is investigated to reduce the sedimentation at the intake inlet. So, the effect of the longitudinal separating wall system on the flow patterns of the flow velocity and depth values before the intake inlet was investigated. In this regard, the investigation of the mentioned new structure to modify the flow and sediment pattern for different discharges was carried out experimentally.

2. Methodology

2.1. Experimental model

In this research, the physical model of the Hemet intake was built in the hydraulic laboratory of the Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz. The area of the Shahid Hemat Shadgan Irrigation Network Project is 9015 hectares at south of Khuzestan province and the Shadgan zone. The water intake of the mentioned project is done from the Jarhari River, and the important networks of this river are as follows. The river model includes a flow-calming basin to minimize the effects of pumping on the formed profiles. At the end of this channel, three sliding gates and a water intake were installed on the channel's left wall. In addition, the separating wall was at a distance of 2m from the side channel. The length of this separating wall was 2m. The required width for the main channel will be 2.2 meters, the height will be about 90 centimeters, and a 79-degree water catchment will be installed at a distance of about 5 meters from its beginning. The required dimensions will be determined based on a scale of 1 to 15 for geometrical dimensions and 1 to 5 to 8 for depth based on the physical

conditions of the Hemet reservoir and the Jareh River. In this regard, five flow rates with three values of opening percentage of the end gate of the channel, without the operation of the separating wall, were considered a control test. Then, the tests mentioned in two conditions of submerged and non-submerged walls were also taken to compare the effect of these walls. After the measured flow depth upstream and downstream of the separating wall, in each experiment, the flow rate was taken through the end spillway of the lateral intake. The total flow rate entering the main channel and the end intake spillway reading were compared to calculate the end gate's opening value.

3. Results and discussion

The results of the tests showed that the flow depth at the beginning and end of the separating wall increases with the increase of the total flow rate in the case where the end gates are entirely closed. By comparing the flow depth at the beginning and end of the separating wall, it can be seen that the flow depth after the structure has decreased in all flows. Also, the separating wall does not affect the flow depth in the two states of standing and non-submerged compared to the control state. It was also observed with the velocity measurement that when the flow enters the path of the separating wall, the flow velocity decreases, and the lowest recorded velocity is in the middle of the wall. As the flow towards the end of the wall, the velocity flow will increase. In five discharges, 40, 50, 60, 70, and 85 L/s reduction in velocity was obtained by 60, 55.2, 45.9, 37.5 and 29.4% respectively. In addition, the results of the experiment showed that the operation of the separating wall in the submerged state has increased the flow rate in the lateral catchment. The non-submerged wall also had the opposite result in the same situation and reduced the flow rate in the side channel intake. As can be seen, with the increase in the flow rate, the effect of the walls on the rise in the flow rate of the side aerator has also decreased, and this can be caused by the increase in velocity in the main channel. In all cases, the effect of the submerged barrier is more noticeable than the non-submerged one in increasing the intake discharge. In general, the impact of the separating wall on the increase in flow rate has been practical only in low flow rates.

4. Conclusions

In this research, the effect of the longitudinal training wall (LTW) wall on the hydraulics of the river flow before the lateral intake was investigated. The side wall was installed in two submerged (height 20 cm) and non-submerged (height 40 cm) in the middle of the main channel. Experiments were performed in 5 flow rates of 40, 50, 60, 70, and 85 L/s and in two gate opening states of 30 and 100%. The flow depth before and after the submerged and non-submerged wall was compared with the control condition. The results showed that the submerged wall had a more significant effect on the flow depth than the non-submerged wall. In many discharges, it caused a decrease in the flow depth downstream; three points at the beginning, middle, and end of the wall were investigated to investigate the effect of the submerged wall on the flow velocity. In the five discharges, 40, 50, 60, 70, and 85 L/s, the velocity reduction was equal to 60, 55.2, 45.9, 37.5, and 29.4%, respectively. The effect of the separating wall in both submerged and non-submerged states on the water discharge rate was investigated. The results showed that the non-submersible barrier has gradually reduced the intake discharge in all discharges.

5. References

- Barkdoll, B.D., Etema, R., & Odgaard, J. (1999). Sediment control at lateral diversion: limits and enhancements to vane use. *Journal of Hydraulic Engineering*, 125(8), 862-870. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(1999\)125:8\(862\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(1999)125:8(862))
- Khaled, K., Afzal, A., Ghumman, A.R., Hashmi, H.N., & Ashraf, M. (2014). Sediment transport investigations using three-dimensional numerical modeling in a large Canal: Marala Ravi Link Canal (Pakistan). *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5(3),1-13. <https://www.researchgate.net/publication/261361149>
- Neary, V.S., Sotiropoulos, F., & Odgaard, A.J. (1999). Three-dimensional numerical model of lateral-intake inflows. *Hydraulic Engin*, 125(2), 126-140. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(1999\)125:2\(126\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(1999)125:2(126))
- Al-Zubaidy, R., & Hilo, A. (2022). Numerical investigation of flow behavior at the lateral intake using Computational Fluid Dynamics (CFD). *Materials Today: Proceedings*, 56(4), 1914-1926. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.172>
- Sruthi, T.K., Ranjith, K.B., & Chandra, V. (2017). Control of sediment entry into an intake canal by using submerged vanes. *AIP Conference Proceedings*, 1875(1), 030007. <https://doi.org/10.1063/1.4998378>
- Wei, H., Feng, S., Zhang, J., Tang, H., Xiao, Y., Chen, S., & Liu, C. (2023). Hydrodynamic characteristics and particle tracking of 90° lateral intakes at an inclined river slope, *Water Science and Engineering*, 17(2), 197-208. <https://doi.org/10.1016/j.wse.2023.11.004>

6. Conflict of Interest

The authors declared no conflict of interest.

7. Acknowledgments





The authors would like to thank Shahid Chamtran University of Ahvaz for providing the facilities to carry out the laboratory experiments of this paper.

Cite this article: Ahadian, J., Sadeghi, B., Shafaei Bajestan, M., & Sajjadi, S.M. (2024). Effect of longitudinal training wall (LTW) on improving flow pattern at the side channel intakes, *Advanced Technologies in Water Efficiency*, 4(4), 51-67. <https://doi.org/10.22126/atwe.2024.10776.1128>





بررسی آزمایشگاهی اثر دیوار جداکننده هدایتی در اصلاح الگوی جریان ورودی به آبگیرهای جانبی

جواد احدیان^۱ , بهنام صادقی^۲ , محمود شفاعی بجستان^۳ , سید محسن سجادی^۴ 

^۱ نویسنده مسئول، گروه سازه‌های آبی، دانشکده مهندسی آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران. رایانامه: j.ahadiyan@scu.ac.ir

^۲ گروه سازه‌های آبی، دانشکده مهندسی آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران. رایانامه: Sadeghi_Behnam@yahoo.com

^۳ گروه سازه‌های آبی، دانشکده مهندسی آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران. رایانامه: m_shafai@yahoo.com

^۴ گروه سازه‌های آبی، دانشکده مهندسی آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران. رایانامه: sajjadi.mohsen@gmail.com

چکیده

انحراف آب از مسیر اصلی برای اهداف مختلف آبرسانی توسط آبگیرها انجام می‌شود. از جمله روش‌های مناسب انحراف آب رودخانه‌ها به دشت‌های مجاور استفاده از آبگیر جانبی است. ایجاد چنین سیستمی باعث به وجود آمدن جریان بسیار پیچیده‌ای در محدوده‌ی آبگیر جانبی می‌شود. با نزدیک شدن جریان به کانال آبگیر جانبی بردارهای سرعت به سمت آبگیر هدایت می‌شوند. در این طرح به بررسی اثر دیوار جداکننده بر هیدرولیک جریان رودخانه قبل از آبگیر جانبی پرداخته شده است و بدین منظور از دیوار جداکننده در دو حالت مستغرق و غیر مستغرق در پنج دبی ۷۰، ۶۰، ۵۰، ۴۰ و ۸۵ لیتر بر ثانیه و دو حالت بازشدگی در پیچه با ۳۰ و ۱۰۰ درصد بازشدگی استفاده گردید. مقدار عمق جریان در قبل و بعد از دیوار مستغرق و غیرمستغرق با حالت شاهد مقایسه گردید. نتایج نشان داد که دیوار مستغرق اثر بیشتری نسبت به دیوار غیر مستغرق بر عمق جریان دارد و در بسیاری از دبی‌ها موجب کاهش عمق جریان در پایین‌دست آبگیر گردید. بیشترین مقدار کاهش معادل ۴/۷۶ درصد در دبی ۴۰ لیتر بر ثانیه و بازشدگی ۱۰۰ درصد در پیچه در اثر کارگذاری دیوار مستغرق بود. جهت بررسی اثر دیوار مستغرق بر سرعت جریان، مقادیر سرعت جریان در سه نقطه ابتدا، وسط و انتهای دیوار، در پنج دبی ۷۰، ۶۰، ۵۰، ۴۰ و ۸۵ لیتر بر ثانیه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد درصد کاهش سرعت در میانه دیوار نسبت به ابتدای آن به ترتیب برابر ۶۰، ۵۵/۲، ۴۵/۹، ۳۷/۵ و ۲۹/۴ درصد است که با افزایش دبی اثر دیوار بر مقادیر سرعت نیز کاهش یافت. بررسی اثر دیوار جداکننده در دو حالت مستغرق و غیر مستغرق بر مقدار دبی آبگیر نشان داد که مانع غیر مستغرق در تمامی دبی‌ها به‌طور نامحسوسی موجب کاهش دبی آبگیر شده است؛ اما دیوار مستغرق در دبی ۴۰ لیتر بر ثانیه موجب افزایش دبی به مقدار ۱۲/۲۹٪ گردید. با افزایش دبی اثر این دیوار بر دبی آبگیر نیز کاهش پیدا خواهد کرد.

واژه‌های کلیدی: الگوی جریان، عمق جریان، آبگیر جانبی، دیوار جداکننده

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

سابقه مقاله: دریافت: ۲۸ اردیبهشت ۱۴۰۳ اصلاح: ۰۲ شهریور ۱۴۰۳ پذیرش: ۰۳ آذر ۱۴۰۳ چاپ الکترونیکی: ۰۱ دی ۱۴۰۳

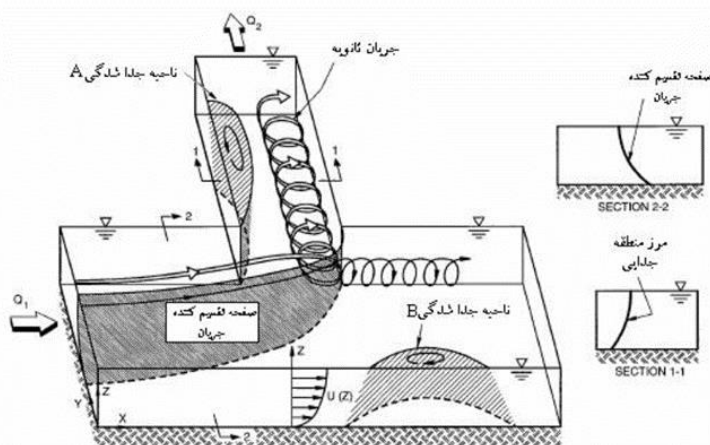
استناد: احدیان، ج، صادقی، ب، شفاعی بجستان، م، و سجادی، س.م. (۱۴۰۳). بررسی آزمایشگاهی اثر دیوار جداکننده هدایتی در اصلاح الگوی جریان ورودی به آبگیرهای جانبی، فناوری‌های پیشرفته در بهره‌وری آب، (۴) ۶۷-۵۱-۶۷. <https://doi.org/10.22126/atwe.2024.10776.1128.51-67>



مقدمه

با توجه به اهمیت رودخانه‌ها به عنوان یکی از منابع مهم تأمین آب، آبیگری از رودخانه و انشعاب جریان از آن یکی از مباحث مهم در مهندسی هیدرولیک و رودخانه است. استفاده از آبیگرهای ثقیلی از مناسب‌ترین و درعین حال قدیمی‌ترین روش‌های برداشت آب رودخانه برای مصارف گوناگون است. یکی از راه‌های انحراف آب رودخانه‌ها از مسیر اصلی استفاده از آبیگرها است. از جمله رودخانه‌های مئاندری می‌توان به رودخانه کارون در دشت خوزستان اشاره نمود که با توجه به شیب کم منطقه، مئاندری شده است. مناسب‌ترین راه انحراف آب در رودخانه‌های مئاندری استفاده از آبیگر جانبی است. ایجاد چنین سیستمی باعث به وجود آمدن جریان پیچیده‌ای می‌شود. با نزدیک شدن جریان به کانال آبیگر جانبی بردارهای سرعت به سمت آبیگر هدایت می‌شوند، این انحراف آب به وسیله صفحه تقسیم جریان آب انجام می‌شود که در شکل (۱) نشان داده شده است.

تغییرات مومنتم در جریانی که وارد کانال آبیگر جانبی می‌شود باعث ایجاد یک ناحیه جداشدگی نزدیک دیوار داخلی در کانال آبیگر جانبی می‌گردد. اندرکنش گرادیان فشار جانبی، نیروی گریز از مرکز و نیروی ناشی از تنش برشی بستر باعث عدم تعادل در جریان ورودی به آبیگر شده و باعث به وجود آمدن جریان‌های ثانویه می‌شود. این پدیده مشابه پدیده‌هایی است که در قوس‌های رودخانه اتفاق می‌افتد (نیری و همکاران، ۱۹۹۹). زمانی که آبیگری از یک مسیر مستقیم انجام گردد، نواحی جدایی جریان در کانال اصلی و کانال فرعی باعث ایجاد جریان‌های چرخشی می‌گردد. این گونه جریان‌ها باعث پدید آمدن نقاطی با تنش برشی صفر در بستر می‌گردد (نقاط تکین) که به عنوان مشخصه‌های اصلی جریان مطرح می‌شوند. از آنجاکه عوامل گوناگونی مثل عدد فرود، زبری بستر، نسبت دبی، نسبت عمق جریان به عرض کانال اصلی و زاویه انحراف آبیگر جانبی بر الگوی جریان در آبیگر جانبی تأثیر دارد، انتخاب زاویه مناسب باعث می‌گردد که جریان با کمترین تلاطم وارد آبیگر شود (نیری و همکاران، ۱۹۹۹).



شکل ۱. الگوی جریان سه‌بعدی در آبیگر جانبی (نیری و همکاران، ۱۹۹۹)

یکی از مشکلاتی که در بیشتر آبیگرها به وجود می‌آید، تجمع رسوبات در دهانه آبیگر است. این موضوع تأثیر بسزایی بر کاهش ظرفیت آبیگر ایجاد می‌کند. ورود رسوبات به کانال آبیگر نیز از جمله مشکلات اساسی در کانال است. عدم کنترل رسوبات ورودی به آبیگرها موجب انتقال آن به داخل کانال‌های آبیاری و تأسیسات شده و پس از ته‌نشین شدن مشکلات زیادی را در قسمت‌های مختلف شبکه به وجود می‌آورد. برای مثال ایستگاه پمپاژ اصلی شعیبیه شوشتر که ظرفیت آن ۸ مترمکعب در ثانیه و دارای هشت دستگاه الکتروپمپ است در کنار روستای عنایت مجاور ایستگاه پمپاژ آبیاری کشت و صنعت امام خمینی واقع شده، آب حدود ۹۲۰۰ هکتار از اراضی منطقه شعیبیه پمپاژ می‌کنند. این ایستگاه از طریق یک کانال خاکی با آبیگر جانبی ۹۰ درجه از رودخانه کارون آبیگری می‌نماید. ولی در سال‌های اخیر ورود رسوبات به دهانه آبیگر ایستگاه پمپاژ باعث پایین آمدن کارایی و مشکل آبیگری آن شده است. طبق آخرین گزارش اعلامی از شرکت بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری کارون بزرگ لایروبی این آبیگر هر دو سال یک‌بار انجام می‌شود. به‌هرحال عملیات لایروبی مکرر که برای کاهش بحران انجام می‌شود، راه‌حل دائمی و اقتصادی نیست. افزایش رسوب در کانال همچنین باعث رشد گیاهان می‌شود که مقاومت در برابر جریان را فراهم می‌کند. لذا درک کافی از رفتار بار رسوب در کانال آبیگر مورد نیاز است. به‌منظور

¹ Neary et al

کاهش هزینه‌های لایروبی ضروری است که در محل آبگیرها توجه ویژه‌ای به روش‌های کنترل رسوب نمود و جهت جلوگیری از ورود رسوبات به دهانه‌های آبگیر و کانال آب‌رسان از سازه‌های جداکننده رسوب استفاده کرد. در این خصوص انتخاب روش یا روش‌های مناسب برای جلوگیری از این مشکل، منوط به بررسی کامل و دقیق شرایط هیدرولیکی، مورفولوژیکی و رسوبی رودخانه و در نظر گرفتن ویژگی‌های فنی و اقتصادی طرح است. چراکه درک و شناخت صحیح از نحوه حمل و ترسیب مواد جامد در آبراهه اصلی، دهانه آبگیر و کانال انتقال، امکان ارائه طرح‌های مناسب و استفاده درست از سازه‌های جداکننده رسوب را فراهم می‌آورد. رسوب‌گذاری خود تابع شرایط هیدرولیکی و مورفولوژیکی رودخانه‌ها است. در این تحقیق تأثیر سیستم دیوار جداکننده طولی بر الگوهای جریان مقادیر سرعت و عمق جریان قبل از دهانه آبگیر مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در این راستا جهت بررسی اثر این نوع سازه‌ها بر اصلاح الگوی جریان، آزمایش‌های مختلفی در دبی‌های متفاوت انجام گردید.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در خصوص اصلاح الگوی جریان در دهانه‌های آبگیر تحقیقات زیادی انجام شده است که در زیر به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود: گوهری و همکاران (۱۳۸۹) به مطالعه آزمایشگاهی الگوی جریان در آبگیر جانبی با استفاده هم‌زمان از صفحات مستغرق و آب‌شکن در بسترهای آبرفتی پرداختند. در تحقیق آن‌ها به‌طور هم‌زمان از دو سازه آب‌شکن و صفحات مستغرق در جلوی آبگیر استفاده شده است. آن‌ها الگوی جریان برای سه نسبت انحرافی ۱۳، ۱۸ و ۲۴ درصد را بررسی نمودند. طول نسبی آب‌شکن به‌کاررفته در الگوی جریان ۰/۲۵ (L_D/B)، فاصله آب‌شکن از مقابل آبگیر برابر با ۲ (L₁/b) و زاویه آن با جریان در کانال اصلی ۴۵ درجه بوده است. نتایج ایشان نشان داد، طول ناحیه جدایی جریان در داخل آبگیر با افزایش دبی انحرافی به آبگیر کاهش پیدا می‌کند. با نصب آب‌شکن در مقابل آبگیر، عرض خط جدایی جریان در کف کاهش و در سطح افزایش می‌یابد که با این عمل، ناحیه تحت تأثیر آبگیر در کف کاهش یافته و مقدار ورود رسوبات به آبگیر کاهش می‌یابد.

جلیلی و همکاران (۱۳۹۰) به تأثیر هندسه دهانه آبگیر بر مقدار و الگوی رسوب‌گذاری در آبگیر جانبی پرداختند. نتایج آزمایش‌های انجام‌شده بر روی هندسه دهانه آبگیر نشان داد که ایجاد قوس بهینه در دیواره کانال آبگیر منجر به کاهش مقدار رسوب ورودی در ۳ نسبت دبی ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ به ترتیب به میزان، ۵۸ درصد، ۵۰ درصد و ۳۳ درصد می‌شود.

حسن‌پور و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی عملکرد کنترل رسوب صفحات مستغرق مرکب در دهانه آبگیر جانبی ۹۰ درجه پرداختند. نتایج نشان داد که در بین گزینه‌های مختلف صفحات مستغرق مرکب، گزینه صفحات مستغرق مرکب با CH=0.5 (پارامتر مشخصه ارتفاع صفحه سطحی) توانست عملکرد بهتری در کنترل رسوب ورودی به آبگیر داشته باشد. این گزینه در نسبت آبگیری ۸ درصد به‌طور کامل از ورود رسوبات به دهانه آبگیر جلوگیری نمود و در نسبت آبگیری ۱۶ درصد نیز عملکرد بهتری در مقایسه با سایر گزینه‌ها داشت. سیدیان و همکاران (۱۳۹۲) در مجموعه آزمایش‌هایی تغییرات الگوی جریان در آبگیر جانبی با مایل‌شدن دیواره کانال اصلی را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد در یک نسبت آبگیری با مایل‌شدن دیواره، عرض مجرای جریان در ترازه‌های مختلف عمق کاهش می‌یابد. بیشترین تأثیر تغییر عرض مجرای جریان در لایه کف است که حاوی غلظت بالای رسوب است و کاهش این عرض باعث کاهش رسوب ورودی به آبگیر می‌گردد. معروفی نیا و همکاران (۱۳۹۵) به شبیه‌سازی تأثیر صفحات مستغرق و آب‌شکن در کنترل رسوب ورودی به آبگیر جانبی با استفاده از نرم‌افزار SSIM2 پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که کار آبی صفحات با احداث آب‌شکن در ضلع مقابل آبگیر افزایش پیدا کرده و مقدار ورود رسوبات به آبگیر کاهش پیدا می‌کند. نتایج عددی حاصل از تحقیق ایشان با نتایج آزمایشگاهی مورد مقایسه قرار گرفت که مطابقت خوبی بین مقادیر فاصله حاصله و نتایج آزمایشگاهی دیده شد. کرمی مقدم و همکاران (۱۳۹۷) اثر دبی انحرافی، شکل دهانه‌ی آبگیر، توپوگرافی و زبری بستر بر ابعاد جداسازی جریان و تنش برشی در آبگیر جانبی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد در نسبت دبی انحرافی بیشتر و ورودی گرد گوشه، ابعاد جداسازی تا حدود ۹۷ درصد نسبت به حالت تیز گوشه کاهش می‌یابد. علاوه بر این، وجود رسوب باعث کاهش طول و عرض جداسازی جریان می‌شود. از طرفی آن‌ها نشان دادند مقدار تنش برشی در حالت ورودی گرد گوشه کمتر است. در حالت بدون صفحه، تنش برشی بیشتر است و با نصب صفحه‌ی مستغرق با آرایش موازی و زیگزاگی و زاویه‌های ۱۰ و ۳۰ درجه، تنش برشی در نقاط عرضی یکنواخت می‌شود. مرادی نژاد و همکاران (۱۳۹۷) تأثیر زاویه دیوار جداکننده روی کنترل رسوب در دهانه آبگیر را به‌صورت آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج ایشان حاکی از آن بود که در حالت وجود دیوار جداکننده و ترکیب آن با آب‌شکن، رسوب ورودی به آبگیر به‌طور متوسط در دیوار با زاویه ۱۰ درجه ۸۱ درصد، دیوار با زاویه ۱۴ درجه ۷۸ درصد و دیوار با زاویه ۱۸ درجه ۷۶ درصد کاهش یافته است. حبیبی و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی آزمایشگاهی تأثیر شکل هندسی صفحات مستغرق بر جریان حاوی رسوب ورودی به آبگیر جانبی در قوس رودخانه پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد، نسبت آبگیری یکی از عوامل مهم و مؤثر در شکل‌گیری و تعیین ابعاد ناحیه گردابی است. با

افزایش این نسبت، طول و عرض نسبی ناحیه گردابی کاهش می‌یابد. ابعاد ناحیه گردابی تا حدودی متأثر از زاویه استقرار صفحات مستغرق است؛ به گونه‌ای که طول و عرض نسبی ناحیه گردابی در مقایسه با حالت بدون وجود صفحات مستغرق، با افزایش زاویه استقرار صفحات به‌طور متوسط به ترتیب حدود ۵ درصد افزایش و حدود ۷ درصد کاهش یافته است. رستم‌آبادی (۱۳۹۹) به مطالعه عددی تأثیر تغییر پارامترهای هندسی آبگیر و آرایش صفحات مستغرق بر ضریب پاد رسوبی آبگیر پرداخت. در پژوهش وی ۲۷ سناریوی عددی به‌منظور بررسی تأثیر استفاده از صفحات مستغرق در رسوب ورودی به آبگیر صورت گرفته است. نتایج وی نشان داد که بیشترین ضریب ضد رسوب آبگیر مربوط به حالتی است که در آن عرض آبگیر در یک زاویه مشخص نسبت به قوس مرکزی احداث شود. عطار زاده و همکاران (۱۳۹۹) تأثیر سامانه‌های مختلف کنترل رسوب بر توپوگرافی بستر در آبگیر جانبی ۹۰ درجه را مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد هم تک‌تک سازه‌ها و به‌ویژه صفحات مستغرق و آبشکن و هم ترکیب آن‌ها و بعلاوه ابعاد سازه‌های مذکور، موجب تأثیرات چشمگیری بر توپوگرافی بستر در بالادست، جلوی دهانه آبگیر و پایین‌دست آبگیر در کانال اصلی و به‌ویژه در اطراف ساحل متصل به آبگیر می‌شود که قاعدتاً بر میزان رسوب ورودی به آبگیر اثرگذار خواهد بود.

حسینی زاده و همکاران (۱۴۰۰) با انجام آزمایش‌هایی به تعیین زاویه و ارتفاع مناسب تیغه‌های مستغرق به‌منظور کنترل رسوب ورودی به کانال آبگیر جانبی در تبدیل‌ها با استفاده از مدل‌سازی عددی پرداختند. مدل‌سازی انجام‌شده نشان داد که با افزایش زاویه و کاهش ارتفاع تیغه، انتقال رسوب به کانال فرعی بیشتر می‌گردد. سراجیان و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی اثر ترکیب همگرایی و صفحات مستغرق بر روی هیدرولیک جریان ورودی به آبگیر جانبی در قوس ۹۰ درجه رودخانه‌ها پرداختند. نتایج نشان داد با همگرا کردن کانال آزمایشگاهی دبی انحرافی به آبگیر افزایش پیدا کرده است. هر چه انتهای کانال همگراتر شود باعث افزایش بیشتر دبی انحرافی می‌شود، به طوری که با همگرا کردن کانال (b/B) از صفر تا ۰/۷۵ دبی انحرافی به آبگیر به‌طور متوسط از ۹/۶۴ به ۴/۸۱ درصد رسیده است. با نصب صفحات مستغرق دبی انحرافی به آبگیر کاهش پیدا کرده است. به طوری که با نصب صفحات مستغرق با زاویه ۲۵ الی ۶۰ درجه دبی انحرافی به آبگیر به‌طور متوسط نسبت به مدل بدون صفحه مستغرق حدود ۱۰ درصد کاهش داشته است. همچنین با افزایش عدد فرود از ۰/۱۴ به ۰/۲۳ دبی انحرافی به آبگیر به‌طور متوسط ۳/۵ درصد کاهش داشته است.

بارکدول و همکاران^۱ (۱۹۹۹) به بررسی اثر قرارگیری دیواره جداکننده در مسیر جریان، بر تغییرات الگوی جریان و در نتیجه کنترل رسوب ورودی به آبگیر پرداختند. این سازه‌ها از دو صفحه متصل به ساحل تحت زوایای معین تشکیل شده‌اند. به گونه‌ای که صفحه دوم به موازات دیوار جانبی امتداد خواهد یافت و رسوبات را از دهانه آبگیر دور نموده و در نتیجه حجم ورود رسوب به آبگیر کاهش می‌یابد. به‌منظور افزایش کارایی می‌توان از آبشکن نیز در مقابل آبگیر استفاده نمود. خالد و همکاران^۲ (۲۰۱۴) با استفاده از مدل عددی شبیه‌سازی رسوب در ورودی آبگیر با گزینه چند بلوکی (SSIM2) به تجزیه و تحلیل روند انتقال رسوب در آبگیر کانال پیوند در کشور پاکستان (MRLC) پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که دینامیک سیالات محاسباتی مدل مذکور در شبیه جریان سه‌بعدی حامل رسوبات مؤثر و مفید خواهد بود. استرووی و همکاران^۳ (۲۰۱۷) به تأثیر په‌کارگیری صفحات (پره) مستغرق در کنترل و کاهش رسوبات ورودی به آبگیر پرداختند. نتایج نشان داد که هرچه ردیف‌های صفحات در مسیر جریان بیشتر شود، میزان رسوب ورودی کاهش خواهد یافت. علاوه بر این هرچه فواصل بین ردیف‌ها بیشتر شود، میزان رسوب ورودی نیز کمتر می‌شود. کاهش زاویه انحراف جریان از ۴۵ به ۱۵ درجه نیز در کاهش میزان رسوبات ورودی مؤثر خواهد بود. الزبیدی و هیلو^۴ (۲۰۲۲) یک مدل هیدرودینامیکی با استفاده از معادله ناویر-استوکس برای جریان سیالات تراکم‌ناپذیر مورد مطالعه قرار دادند. با استفاده از نرم‌افزار ANSYS FIUENT 19.2، الگوهای جریان سه‌بعدی در یک آبگیر جانبی شبیه‌سازی شد. نتایج شبیه‌سازی در این مطالعه با استفاده از داده‌های تجربی انجام‌شده توسط تحقیقات قبلی مورد صحت‌سنجی قرار گرفت؛ که این نتایج مطابقت مناسبی را بین نتایج تجربی و عددی در زمانی که مدل ویسکوز آشفته‌گی $k-\omega$ به کار گرفته شد نشان می‌دهد. با توجه به نتایج این مطالعه، زاویه انشعاب ۳۰ تا ۴۵ درجه بهینه‌ترین حالت برای افزایش دبی انحرافی، کاهش غلظت رسوبات وارده و نیز کاهش عمق آب شستگی در ناحیه اتصال است.

وی هی و همکاران^۵ (۲۰۲۳) با استفاده از نرم‌افزار منبع باز OpenFoam، تأثیر شیب‌دار نمودن دیواره آبگیر را بر ابعاد ناحیه جداشدگی جریان و در نتیجه بر راندمان سیستم و میزان رسوب ورودی مورد مدل‌سازی و بررسی قرار دادند. این مدل با آزمایش‌های مدل فیزیکی

¹ Barkdoll et al

² Khaled et al

³ Struhi et al

⁴ Al Zubaidy & Hilo

⁵ Wei He et al

برای یک آبگیر جانبی ۹۰ درجه صورت پذیرفت. میدان‌های جریان، ابعاد ناحیه جداشدگی، دبی انحرافی به آبگیر و سرعت‌های کانال اصلی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج مطالعات نشان داد که در شرایط دیواره جانبی شیب‌دار، آب در یک زاویه مایل وارد آبگیر می‌شود و باعث ایجاد جریان‌های مارپیچی سه‌بعدی قابل توجهی در ورودی به‌جای چرخش دوبعدی بسته می‌شود. علاوه بر این کاهش نسبت آبگیری، ارتفاع کمتر آبگیر و تغییر در سرعت کانال اصلی بالاتر می‌تواند این پدیده را بیشتر تقویت کند. علاوه بر این مشاهده شد که در شرایط دیواره شیب‌دار، میزان رسوب ورودی به آبگیر در مقایسه با دیواره قائم کاهش خواهد یافت.

بر اساس مروری بر تحقیقات گذشته و با توجه به اهمیت اصلاح الگوی جریان در قوس‌ها و در محل آبگیری از رودخانه‌ها، این تحقیق به دنبال روشی برای اصلاح الگوی جریان و افزایش راندمان آبگیری بنا گردید. در این راستا با توجه به اینکه در تحقیقات گذشته دیوارهای هدایت‌کننده به‌موازات جریان اصلی در رودخانه‌ها برای بالادست آبگیرهای جانبی کمتر مورد توجه قرار گرفته است، این تحقیق بر این اصل استوار گردید که چنین سازه‌ای با کمترین دخالت در شرایط هندسی رودخانه بتواند الگوی جریان ورودی به آبگیر را داشته باشد.

روش پژوهش

این تحقیق بر اساس مطالعات یک طرح مطالعاتی در راستای بهسازی شرایط آبگیری ایستگاه پمپاژ شهید همت شادگان بنا شده است که در شکل (۲) نشان داده شده است. طرح شبکه آبیاری شهید همت شادگان به وسعت حدود ۹۰۱۵ هکتار در جنوب استان خوزستان و در منطقه شادگان واقع شده است. آبگیری طرح مذکور از رودخانه جراحی صورت می‌گیرد. حوضه آبریز رودخانه جراحی در دامنه‌های جنوبی و جنوب غربی زاگرس میانی قرار دارد. مساحت این حوضه ۲۴۳۰۷ کیلومتر مربع است که حدود ۱۰۳۳۱ کیلومتر مربع آن را دشت‌ها و کوهپایه‌ها تشکیل می‌دهند. عمده بارش‌های این حوضه در ماه‌های آذر تا اسفند روی می‌دهد. رودخانه جراحی از دوشاخه اصلی به نام‌های مارون و اعلی تشکیل گردیده است. برای تأمین آب شبکه شادگان از یک سیستم ایستگاه پمپاژ در انتهای آبگیر T شکل و یک سری دریاچه تنظیم بر روی رودخانه اصلی جراحی استفاده شده است. ظرفیت آبگیری در حدود ۱۰ مترمکعب بر ثانیه بوده که با توجه به رژیم رودخانه و نیاز آبی با استفاده از ایستگاه پمپاژ تعبیه شده، آب مورد نیاز تأمین می‌گردد. در هنگام طراحی دبی حداکثر عبوری آبگیری ۲۰ مترمکعب بر ثانیه در نظر گرفته شده است. کانال انتقال دارای طول حدود ۴۸۰ متر و عرض کف ۴ متر با شیب طولی ۰/۰۰۰۴ / است. میزان عمق آب در کانال مذکور در حدود ۲/۹۳ متر محاسبه شده است.



شکل ۲. محل آبگیر ایستگاه پمپاژ شهید همت شادگان

در این پژوهش مدل فیزیکی آبگیر ایستگاه همت در آزمایشگاه هیدرولیک دانشکده علوم آب و محیط‌زیست دانشگاه شهید چمران اهواز ساخته شد. مدل آزمایشگاهی مورد استفاده در این تحقیق شامل مدل رودخانه و آبگیر جانبی موجود است. آبگیری این مدل از طریق مخزن آب موجود و ایستگاه پمپاژ مستغرق در این مخزن انجام گرفت. مدل رودخانه شامل یک حوضچه آرام‌کننده جریان است تا اثرات پمپاژ بر پروفیل‌های تشکیل شده به حداقل کاهش یابد. پس از آرام شدن جریان، آب به کانال اصلی وارد خواهد شد. در انتهای این کانال ۳ عدد دریاچه کنوسی برای کنترل و تنظیم دبی و سطح آب نصب شده و در دیواره سمت چپ کانال نیز یک آبگیر تعبیه گردیده است. دبی ورودی به این آبگیر از طریق یک سرریز لبه تیز مستطیلی در خروجی آبگیر اندازه‌گیری می‌گردد. همچنین رقوم کف کانال جانبی

پنج سانتی متر بالاتر از رقوم کف کانال اصلی در نظر گرفته شد. دیواره جداکننده در فاصله ۲ متری از آبگیر جانبی و طول خود دیوار جداکننده نیز ۲ متر در نظر گرفته شد. موارد فوق در شکل (۳) نشان داده شده است. عرض مورد نیاز برای کانال اصلی ۲/۲ متر و ارتفاع حدود ۹۰ سانتیمتر خواهد بود که یک آبگیر ۷۹ درجه در فاصله طولی حدود ۵ متر از ابتدای آن تعبیه خواهد شد. با توجه به ابعاد واقعی آبگیر شهید همت لذا ابعاد مدل آزمایشگاهی بر اساس مقیاس ۱ به ۱۵ برای ابعاد هندسی (طول و عرض کانال) و ۱ به ۸ برای مقیاس عمودی بر اساس شرایط فیزیکی کانال آبگیر همت و رودخانه جراحی تدقیق گردیده است.

در این طرح، جهت اندازه گیری دبی از یک دستگاه دبی سنخ آلتراسونیک استفاده گردید. همچنین به منظور تدقیق محاسبه دبی جریان در انتهای کانال جانبی، یک سرریز لبه تیز مستطیلی تعبیه شده است. جهت قرائت و برداشت عمق جریان در کانال اصلی، در نقاط مختلف آن، متر گذاری صورت گرفت تا عمق جریان در بالادست و پایین دست دیواره جداکننده محاسبه گردد و شرایط آن مورد بررسی قرار گیرد. از یک دستگاه سرعت سنخ صوتی داپلر ADV نیز به منظور محاسبه پارامتر سرعت جریان استفاده گردید. در این مدل ابتدا آب در ابتدای کانال توسط یک سیستم آرام کننده، آرام می شود سپس وارد کانال اصلی می گردد در فاصله ۱ متری از ابتدای کانال دیوار جداکننده کارگذاری گردید. همان طور که گفته شد طول این دیواره ۲ متر است و انتهای دیوار تا ورودی آبگیر ۲ متر فاصله دارد. دیوار جداکننده به صورت موازی با جریان آب کارگذاری گردید. در واقع هدف اساسی این تحقیق استفاده از دیوار جداکننده موازی با جریان اصلی برای افزایش راندمان آبگیری در کانال جانبی بود. این دیوار جداکننده با تقسیم جریان به دو بخش و تغییر در خطوط جریان می تواند باعث افزایش راندمان آبگیری شود.



ب) آرام کننده جریان



الف آبگیر جانبی و دریچه تنظیم



ه) ورودی کانال اصلی



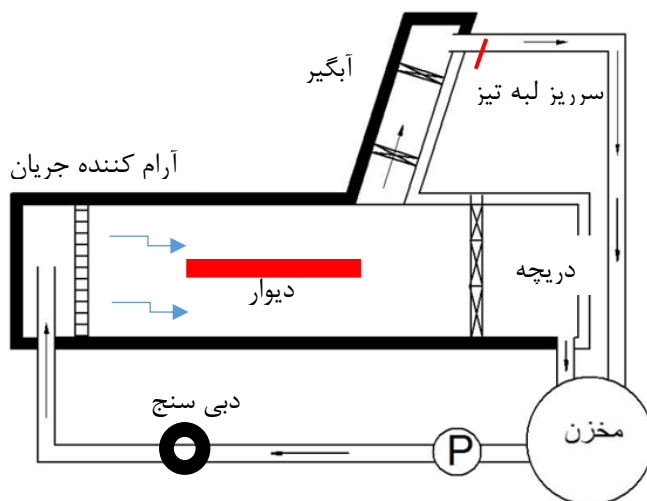
ج) کانال اصلی

شکل ۳. نمایی از مدل آزمایشگاهی

جدول ۱. محدوده تغییرات پارامترها در آزمایش ها

پارامترها	دبی (لیتر بر ثانیه)	ارتفاع دیوار جداکننده	درصد بازشدگی دریچه
محدوده تغییرات	۴۰-۵۰-۶۰-۷۰-۸۵	۲۰ سانتیمتر (مستغرق)	۰٪ - ۳۰٪ - ۱۰۰٪
		۴۰ سانتیمتر (غیر مستغرق)	

متغیرهای این طرح در جدول (۱) آورده شده است. در این طرح پنج دبی ذکر شده با سه مقدار درصد بازشدگی دریاچه انتهایی کانال، بدون کارگذاری دیوار جداکننده به عنوان آزمایش شاهد در نظر گرفته شد. سپس آزمایش‌های ذکر شده در دو حالت دیوار مستغرق و غیر مستغرق جهت مقایسه اثر این دیوارها نیز گرفته شد. دبی ورودی به کانال اصلی از طریق یک دبی سنج آلتراسونیک که بر روی لوله خروجی از پمپ کارگذاری شده است کنترل گردید. علاوه بر این جهت تنظیم دبی آزمایش‌ها ابتدا از طریق سرریز انتهایی دبی کل صحت سنجی کردید، سپس با باز کردن دریاچه‌های اصلی به مقدار ۳۰ درصد دبی مابقی دبی به کانال جانبی هدایت گردید. در حالت دیگر آزمایش دریاچه‌های انتهایی به صورت کامل باز در نظر گرفته شد تا جریان به صورت آزاد به کانال جانبی منتقل گردد.

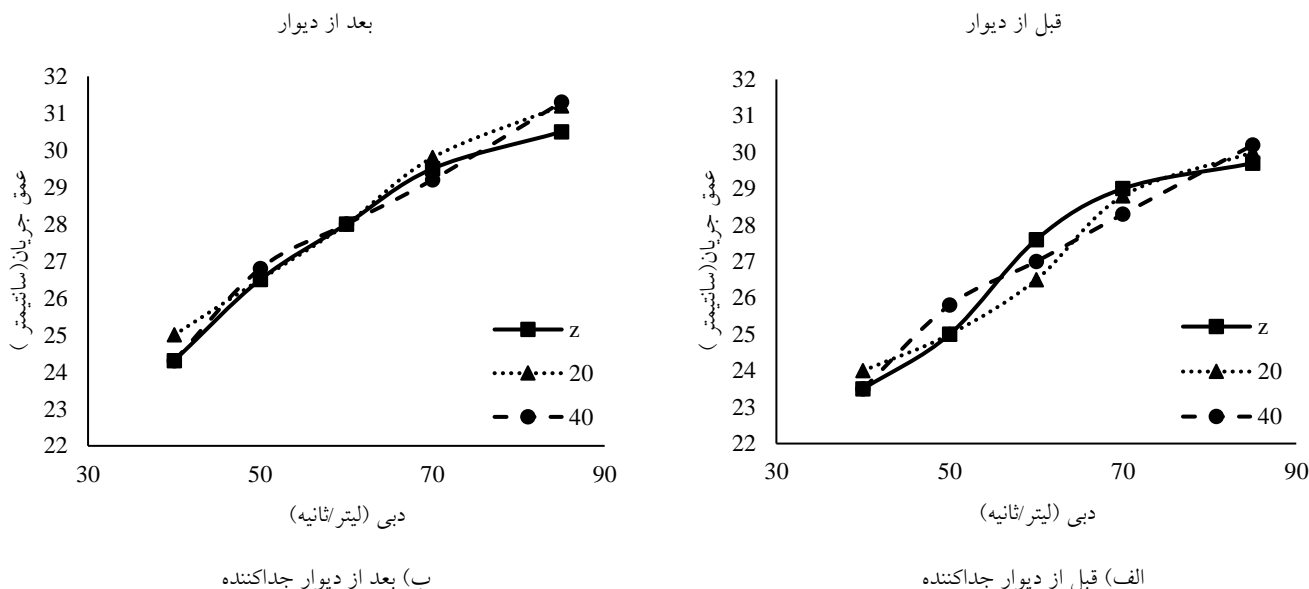


شکل ۴. تصویر شماتیک فلوم آزمایشگاهی

پس از ورود آب به کانال در هر دبی پس از به تعادل رسیدن جریان در ابتدا (قبل از دیوار جداکننده) و انتهای کانال (قبل از آبگیر) با استفاده از مترهای کارگذاری شده ارتفاع سطح جریان اندازه گرفته شد. دبی ورودی به کانال از طریق شیر موجود و همچنین دبی سنج نصب شده بر روی لوله ورودی به کانال تنظیم گردید. در هر آزمایش پس از اندازه‌گیری عمق جریان در بالادست و پایین دست دیوار جداکننده مقدار دبی از طریق سرریز انتهایی آبگیر جانبی برداشت گردید. برای محاسبه مقدار بازشدگی دریاچه‌های انتهایی از مقایسه مقدار کل دبی ورودی به کانال اصلی و قرائت سرریز انتهایی آبگیر اقدام شد. با توجه به شرایط واقعی در کانال جانبی دو دریاچه ابتدایی و انتهایی قرار داشته که در واقع در این تحقیق دریاچه ابتدایی همواره باز بوده و اثری در آزمایش‌های این تحقیق نداشت. در شرایط واقعی از این دریاچه ابتدایی عموماً برای تعمیرات استفاده می‌شود.

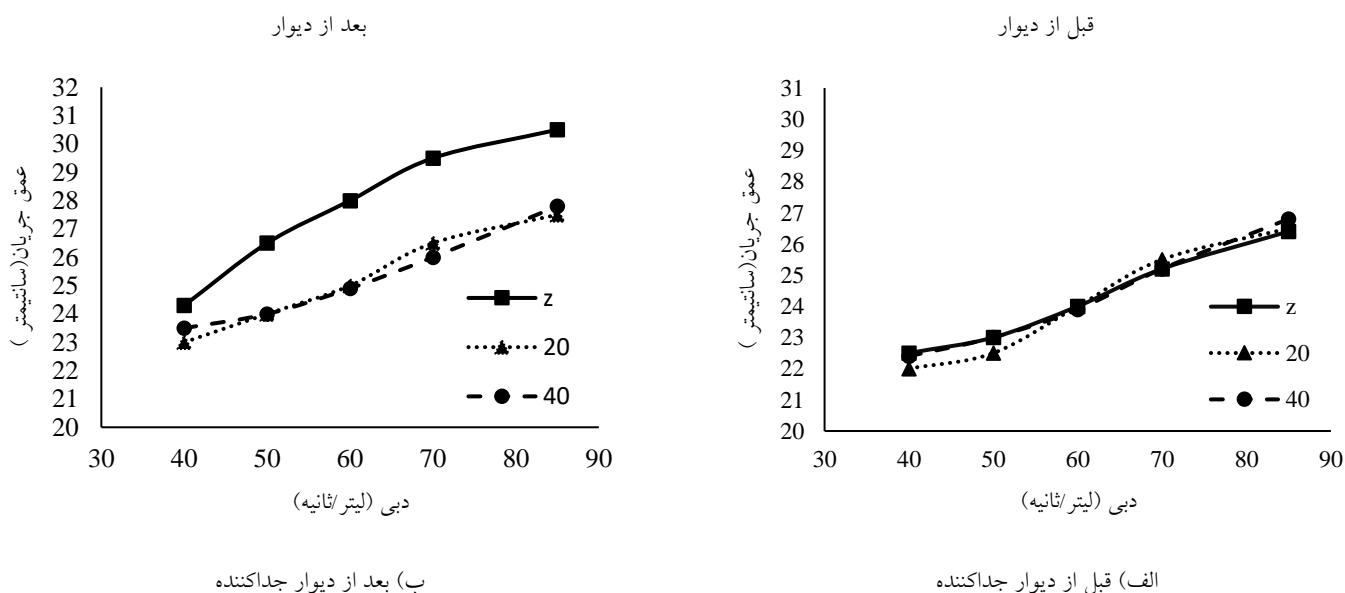
یافته‌ها

با بررسی نمودار الف و ب در شکل (۵) مشاهده می‌شود که مقدار عمق جریان در ابتدا و انتهای دیوار جداکننده با افزایش دبی کل در حالتی که دریاچه‌های انتهایی کاملاً بسته است، افزایش می‌یابد. با مقایسه عمق جریان در ابتدا و انتهای دیوار جداکننده می‌توان مشاهده کرد عمق جریان بعد از سازه در تمامی دبی‌ها کاهش یافته است. که نشان‌دهنده کاهش سرعت جریان در بعد از دیوار است همچنین دیواره جداکننده در دو حالت مستغرق و غیرمستغرق تأثیری محسوس بر عمق جریان نسبت به حالت شاهد ندارد. در واقع تغییرات عمق ابتدا و انتهای دیوار جداکننده به عنوان یک معیار سنجش راندمان آبگیری می‌تواند مورد ارزیابی واقع شود. موقعی که در انتهای دیوار و نزدیک کانال جانبی عمق افزایش یابد در واقع خطوط جریان در نزدیکی آبگیری جانبی دارای انحنای کمتر بوده و به این لحاظ راندمان آبگیری افزایش می‌یابد.

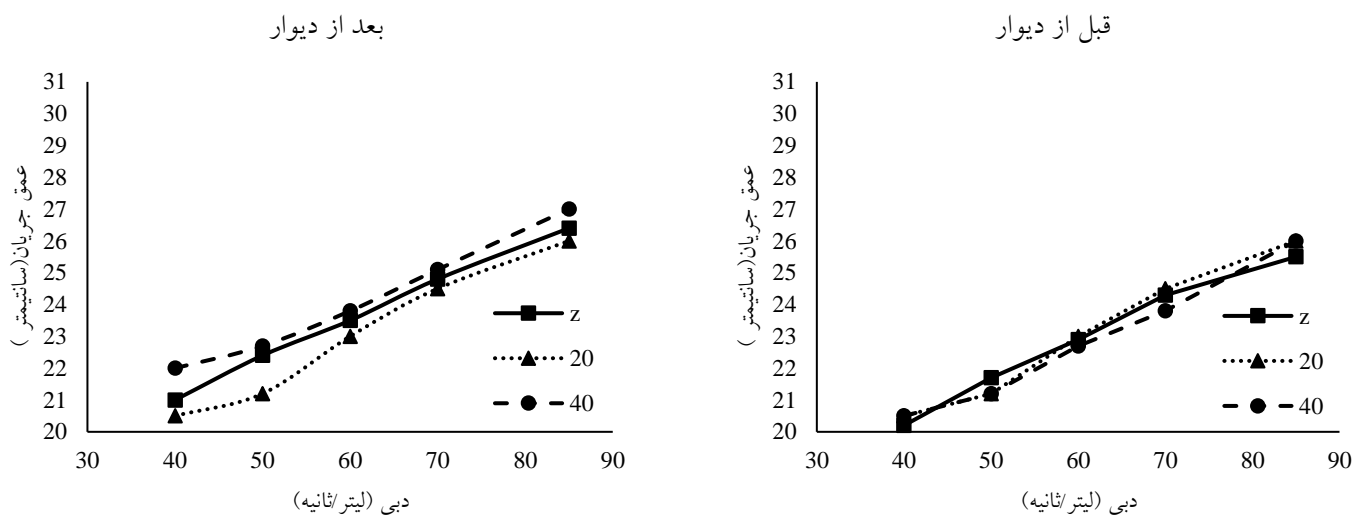


شکل ۵. اثرات دیواره جداکننده بر عمق جریان در ابتدا و انتهای دیوار جداکننده در حالت دریچه بسته (Z آزمایش شاهد و ۲۰ و ۴۰ آزمایش‌های با ارتفاع دیواره ۲۰ و ۴۰ سانتیمتر است)

شکل (۶) نیز مقادیر عمق جریان در دبی‌های اندازه‌گیری شده و در سه حالت شاهد، دیوار مستغرق و غیر مستغرق به ترتیب در نمودارهای الف و ب برای قبل و بعد از دیوار جداکننده در حالت ۳۰ درصد گشودگی (۷۰٪ انتقال آب به کانال جانبی) را نشان می‌دهد. با بررسی نمودار الف و ب مشاهده می‌گردد دیوارهای جداکننده تأثیر محسوسی بر عمق جریان داشته است و در تمامی دبی‌ها موجب کاهش عمق جریان شده است. شکل (۷) عمق جریان در حالت جریان آزاد با بازگشایی کامل دریچه‌ها را نشان می‌دهد. در حالت آزاد عمق جریان بعد از دیوار در کل دبی‌ها نسبت به قبل از دیوار کاهش داشته است. با بررسی نمودار ب شکل ۷ و مقایسه عمق جریان در حالت شاهد و کارگذاری دیوار جداکننده مستغرق و غیر مستغرق، در تمامی دبی‌ها برای مانع مستغرق کاهش عمق و برای مانع غیر مستغرق افزایش عمق جریان رخ می‌دهد.



شکل ۶. اثرات دیواره جداکننده بر عمق جریان در ابتدا و انتهای دیوار جداکننده در حالت ۳۰ درصد بازشدگی دریچه



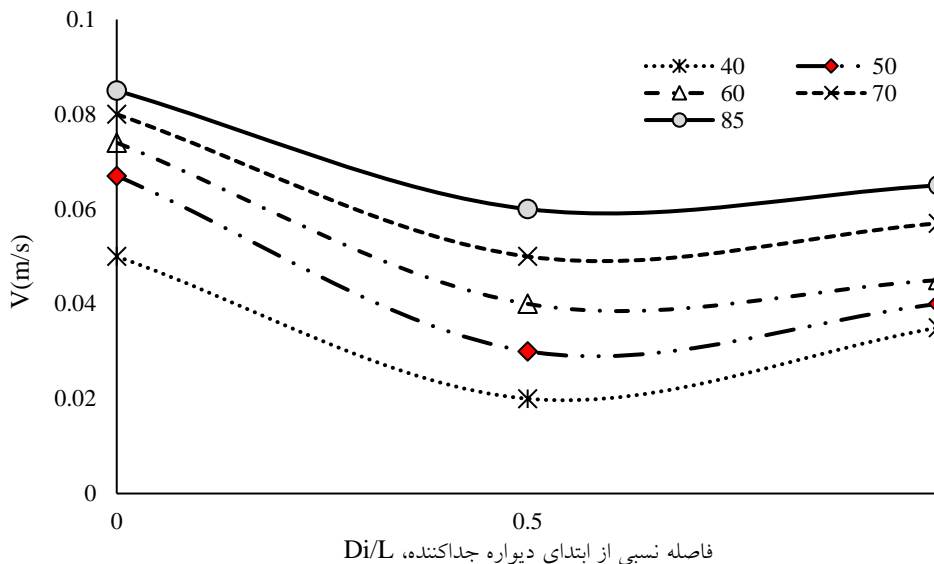
ب) بعد از دیوار جداکننده

الف) قبل از دیوار جداکننده

شکل ۷. اثرات دیواره جداکننده بر عمق جریان در ابتدا و انتهای دیوار جداکننده در حالت ۱۰۰ درصد بازشدگی دریچه

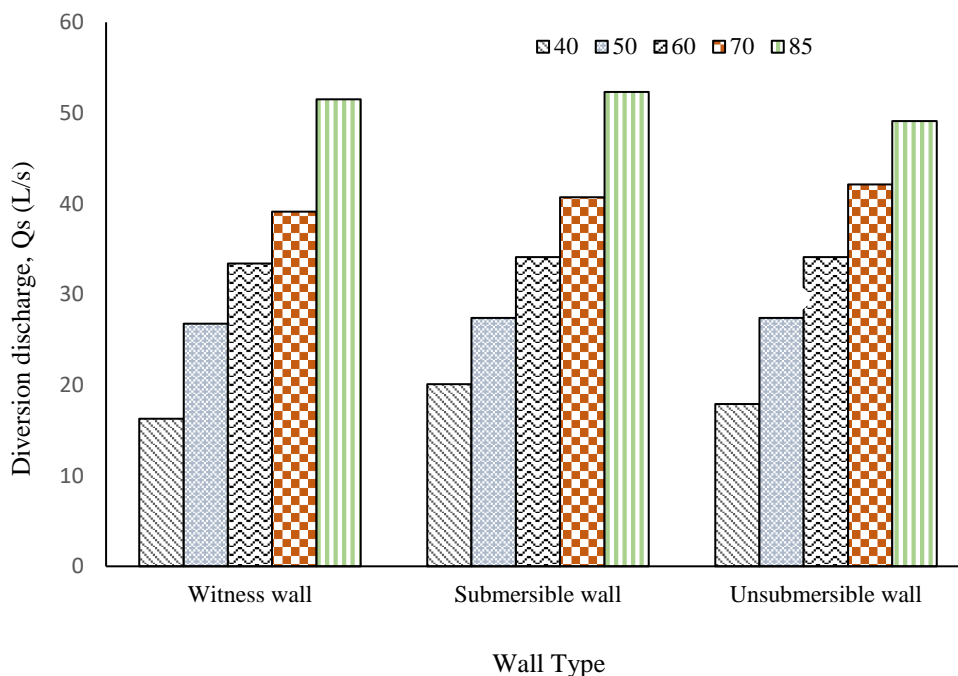
نتایج اندازه‌گیری عمق جریان در قبل و بعد دیوار در حالات مختلف بازشدگی دریچه، نشان می‌دهد در هر سه حالت یا کارگذاری دیوار جداکننده عمق جریان در بعد از دیوار افزایش داشته است. در حالتی که دریچه کاملاً بسته است اختلاف اثرگذاری دیوار مستغرق و غیره مستغرق بسیار کم بوده است و بیشترین تأثیر نوع استغراق این دیوار در حالت بازشدگی ۳۰ درصد اتفاق افتاده است. در شکل (۸) سرعت جریان که در سه نقطه توسط سرعت‌سنج تراسونیک اندازه‌گیری شده نشان داده شده است. نقطه اول در ابتدای دیوار، نقطه دوم در وسط دیوار و نقطه سوم در انتهای دیوار انتخاب گردید. همان‌طور که مشاهده می‌شود با ورود جریان به مسیر دیوار جداکننده سرعت جریان کاهش می‌یابد و کمترین سرعت ثبت شده در وسط دیوار است. با حرکت جریان به سمت انتهای دیوار سرعت جریان روند صعودی خواهد داشت. در پنج دبی ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۵ لیتر بر ثانیه، کاهش سرعت به ترتیب برابر ۶۰، ۵۵/۲، ۴۵/۹، ۳۷/۵ و ۲۹/۴ درصد به دست آمد.

در نمودارهای شکل (۹) مقادیر دبی عبوری از آبگیر جانبی و اثرات دیوار جداکننده بر مقدار دبی عبوری از آبگیر جانبی نشان داده شده است. در نمودار الف مربوط به دبی ۴۰ لیتر بر ثانیه مشاهده می‌شود کارگذاری دیوار جداکننده در حالت مستغرق موجب افزایش دبی در آبگیر جانبی گردیده است. دیوار غیر مستغرق نیز در همان حالت مشابه نتیجه عکس داشته و کاهش دبی در آبگیر جانبی را به همراه داشته است. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش دبی اثر دیوارها بر افزایش دبی آبگیر جانبی نیز کمتر شده است و این امر می‌تواند ناشی از افزایش سرعت در کانال اصلی باشد. در تمام حالات اثر مانع مستغرق نسبت به غیر مستغرق در افزایش دبی آبگیر محسوس‌تر است. به‌طور کلی اثر دیوار جداکننده بر افزایش دبی فقط در دبی‌های پایین اثرگذاری داشته است. در جدول (۳) خلاصه‌ای از نتایج آزمایش‌های آورده شده است که شامل آزمایش‌های شاهد، آزمایش‌های مربوط به دیوار مستغرق و آزمایش‌های دیوار غیر مستغرق را نشان می‌دهد.



شکل ۸. نمودار سرعت جریان در دبی های مختلف

در شکل (۸)، محور X ها در واقع نشان دهنده اثر دیوار از ابتدا تا انتهای طولی آن بر مقادیر سرعت ورودی به کانال آبیگر است. بدین صورت که عدد صفر نشان دهنده ابتدای دیوار، ۰/۵ نشان دهنده فاصله وسط از ابتدای دیوار و عدد یک در واقع انتهای دیوار می باشد. در ادامه شکل (۹) آمده است که نشان دهنده اثرگذاری نوع دیوار بر دبی انحرافی برای یک مقدار ثابت دبی جریان اصلی است.



شکل ۹. نمودار اثر دیوار جداکننده بر دبی ورودی به آبیگر جانبی

در شکل (۹) در واقع اثرگذاری نوع دیوار بر تغییرات دبی انحرافی به آبیگر جانبی بررسی شده است. بر اساس این شکل به عنوان مثال در دبی ۴۰ لیتر بر ثانیه برای جریان اصلی، میزان دبی انحرافی به ازای نوع دیوار شاهد، دیوار مستغرق و دیوار غیر مستغرق به ترتیب برابر با ۲۶/۲۶، ۲۰/۱ و ۱۷/۹ لیتر بر ثانیه خواهد بود. به هر حال نتایج نشان می دهد اثرگذاری دیوار مستغرق نسبت به سایر حالات بهتر بوده و توانسته

دبی بیشتری را به سمت آبگیر منحرف نماید. برای دبی‌های بیشتر جریان اصلی، این اثرگذاری کمی کمتر خواهد شد که دلیل اصلی آن ایجاد تلاطم و آشفتگی بیشتر در ناحیه داخلی دیوار طولی بوده که منجر به افت انرژی بیشتر جریان و کاهش راندمان آبگیری می‌شود.

جدول ۲. خلاصه نتایج آزمایش‌های شاهد

y_2	y_1	Q_{ab}	Q_{tot}	بازشدگی دریچه
22.5	23	30	40	30%
20.2	21	17.9	40	100%
23	23.5	35	50	30%
21.7	22.4	27.41	50	100%
24	24.7	40	60	30%
22.9	23.5	34.11	60	100%
25.2	26.3	47	70	30%
24.3	24.8	42.1	70	100%
26.4	27.2	55	85	30%
25.5	26.4	49.1	85	100%

در جدول (۲)، Q_{tot} مقدار کل دبی وارد شده به کانال، Q_{ab} مقدار دبی وارد شده به آبگیر جانبی، y_1 مقدار عمق جریان در بالادست محل کارگذاری دیوار و y_2 مقدار عمق جریان در پایین دست محل کارگذاری دیوار است. لازم به توضیح است که در آبگیرهای جانبی منتهی به ایستگاه پمپاژ دبی ورودی به آبگیر از طریق پایین دست و هماهنگی آن با دریچه ورودی به کانال آبگیر کنترل می‌شود. به عبارتی تنظیم دبی ورودی به کانال آبگیر با توجه به دبی پمپاژ مشخص می‌شود. در تحقیق حاضر با توجه به شرایط دبی بهره‌برداری با فرض آزاد بودن جریان به درون کانال آبگیر آزمایش‌ها دنبال شده است. در واقع با فرض عدم کنترل دریچه آبگیر دبی تحت شرایط کانال جانبی کنترل شده است. در واقع دبی ورودی به کانال جانی در دو حالت آزاد و غیرآزاد و از طریق دریچه‌های کانال اصلی و یک حالت به صورت جریان آزاد با بازشدگی کامل دریچه‌های کانال اصلی کنترل گردیده است.

جدول ۳. خلاصه نتایج آزمایش های اصلی با دیوار جداکننده

نوع آزمایش	بازشدگی دريچه	Q_{tot}	Q_{ab}	y_1	y_2	افزایش ارتفاع بعد از دیوار (%)	افزایش ارتفاع قبل از دیوار (%)	افزایش دبی (%)
دیوار مستغرق	30%	40	30	23	22	0.00	2.22	0.00
	100%	40	20.1	22	20.5	-4.76	-1.49	12.29
	30%	50	35	24	22.5	-2.13	2.17	0.00
	100%	50	27.4	22.7	21.2	-1.34	2.30	-0.04
	30%	60	40	25	24	-1.21	0.00	0.00
	100%	60	34.11	24	23	-2.13	-0.44	0.00
	30%	70	47	26.5	25.5	-0.76	-1.19	0.00
	100%	70	40.7	25.5	24.5	-2.82	-0.82	-3.33
	30%	85	56.5	27.5	26.5	-1.10	-0.38	2.73
	100%	85	52.33	27	26	-2.27	-1.96	6.58
دیوار غیر مستغرق	30%	40	30	23.5	22.4	-2.17	-1.82	0.00
	100%	40	16.26	22	20.5	0.00	0.00	-19.10
	30%	50	35	24	23	0.00	-2.22	0.00
	100%	50	26.77	22.7	21.2	0.00	0.00	-2.30
	30%	60	40	24.9	23.9	0.40	0.42	0.00
	100%	60	33.41	23.8	22.7	0.83	1.30	-2.05
	30%	70	47	26	25.2	1.89	1.18	0.00
	100%	70	39.11	25.1	23.8	1.57	2.86	-3.91
	30%	85	50.7	27.8	26.8	-1.09	-1.13	-10.27
	100%	85	51.51	27	26	0.00	0.00	-1.57

بحث

در این تحقیق به بررسی اثر دیوار جداکننده بر هیدرولیک جریان رودخانه قبل از آبگیر جانبی پرداخته شد. دیوار جانبی در دو حالت مستغرق (ارتفاع ۲۰ سانتیمتر) و غیر مستغرق (ارتفاع ۴۰ سانتیمتر) در وسط کانال اصلی کارگذاری شد. آزمایش ها در دبی ۵، ۷۰، ۶۰، ۵۰، ۴۰ و ۸۵ لیتر بر ثانیه و در دو حالت بازشدگی دريچه انتهای کانال اصلی به مقدار ۳۰ و ۱۰۰ درصد انجام پذیرفت. مقدار عمق جریان در قبل و بعد از دیوار مستغرق و غیرمستغرق با حالت شاهد مقایسه گردید.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که دیوار مستغرق اثر بیشتری نسبت به دیوار غیر مستغرق نسبت به عمق جریان از خود نشان داد و در بسیاری از دبی ها موجب کاهش عمق جریان در پایین دست گردید. بیشترین کاهش در دبی ۴۰ لیتر بر ثانیه و بازشدگی ۱۰۰ دريچه در اثر کارگذاری دیوار مستغرق و به مقدار ۴/۷۶٪ کاهش عمق بود. جهت بررسی اثر دیوار مستغرق بر سرعت جریان در سه نقطه ابتدا، وسط و انتهای دیوار مورد بررسی قرار گرفت و در پنج دبی ۷۰، ۶۰، ۵۰، ۴۰ و ۸۵ درصد کاهش سرعت به ترتیب برابر ۶۰، ۵۵/۲، ۴۵/۹، ۳۷/۵ و ۲۹/۴ درصد به دست آمد و با افزایش دبی اثر دیوار بر سرعت نیز کاهش یافت. با توجه به نمودارهای سرعت برداشت شده بیشترین سرعت در ابتدای دیوار و کمترین سرعت در میانه های دیوار ثبت گردید، با کاهش مساحت کانال در محل دیوار این نتایج معقول به نظر می رسد با حرکت جریان در بین دیوار، مقدار افت جریان نیز افزایشی خواهد بود؛ به طوری که حداقل سرعت ثبت شده در میانه های دیوار جداکننده ثبت گردید و در خروجی دیوار با توجه به افزایش دوباره سطح کانال سرعت جریان نیز افزایشی خواهد بود. اثر دیوار جداکننده در دو حالت مستغرق و غیر مستغرق بر مقدار دبی آبگیر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مانع غیر مستغرق در تمامی دبی ها به طور نامحسوسی موجب کاهش دبی آبگیر شده است؛ اما دیوار مستغرق در دبی ۴۰ لیتر بر ثانیه موجب افزایش دبی به مقدار ۱۲/۳۹ درصد گردید. با افزایش دبی اثر این دیوار بر دبی آبگیر نیز کاهش پیدا کرد که دلیل این امر می تواند ناشی از افزایش مقدار افت جریان در بین دیواره جداکننده باشد.

منابع

- جلیلی، حمیدرضا، حسین زاده دلیر، علی، و فرسادی زاده، داوود. (۱۳۹۰). تاثیر هندسه دهانه آبگیر بر مقدار و الگوی رسوب گذاری در آبگیر جانبی. *مجله پژوهش آب ایران*، ۵(۹)، ۱۰-۱. https://iwrij.sku.ac.ir/article_10847.html
- حبیبی، حسین، مسجیدی، علیرضا، پورمحمدی، محمدحسین، کمان بدست، امیرعباس، و بردبار، امین. (۱۳۹۸). بررسی آزمایشگاهی تأثیر شکل هندسی صفحات مستغرق بر جریان حاوی رسوب ورودی به آبگیر جانبی در قوس رودخانه. *نشریه علوم مهندسی و آبیاری (مجله علمی کشاورزی)*، ۴۲(۲)، ۱۳۳-۱۱۹. <https://doi.org/10.22055/jise.2017.22614.1614>
- حسن پور، فرزاد، ایوب زاده، سیدعلی، و قدسیان، مسعود. (۱۳۹۰). عملکرد کنترل رسوب صفحات مستغرق مرکب در دهانه آبگیر جانبی ۹۰ درجه. *نشریه پژوهش های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی)*، ۲۴(۳) (پیاپی ۹۲)، ۱۲-۱. <https://www.sid.ir/paper/200550/fa>
- حسینی زاده، سیدعلی، علامتیان، ابراهیم، امیری دلویی، مهدی، و افضل نیا، سیدمهدی. (۱۴۰۰). تعیین زاویه و ارتفاع مناسب تیغه های مستغرق به منظور کنترل رسوب ورودی به کانال آبگیر جانبی در تبدیل ها با استفاده از مدل سازی عددی. *هفتمین کنگره سالانه بین المللی عمران، معماری و توسعه، تهران، ایران*. <https://civilica.com/doc/1374294>
- رستم آبادی، معصومه. (۱۳۹۹). مطالعه عددی تاثیر تغییر پارامترهای هندسی آبگیر و آرایش صفحات مستغرق بر ضریب پادرسوبی آبگیر. *نشریه هیدرولیک*، ۱۵(۴)، ۱۱۱-۹۵. <https://doi.org/10.30482/jhyd.2020.252014.1481>
- سراجیان، محمدتقی، مسجیدی، علیرضا، حیدر نژاد، محمد، و حسونی زاده، هوشنگ. (۱۴۰۱). بررسی اثر ترکیب همگرایی و صفحات مستغرق بر روی هیدرولیک جریان ورودی به آبگیر جانبی در قوس ۹۰ درجه رودخانه ها. *مجله علوم و فنون دریایی ایران*، ۳۱(۳)، ۴۳-۳۳. <https://doi.org/10.22113/jmst.2021.250222.2394>
- سیدیدیان، سیدمرتضی، شفاعی بجنستان، محمود، و فراستی، معصومه. (۱۳۹۲). بررسی تغییر الگوی جریان در آبگیر جانبی با مایل شدن دیواره کانال اصلی. *مجله علوم مهندسی و آبیاری (مجله علمی کشاورزی)*، ۳۶(۲)، ۱۲-۱. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.25885952.1392.36.2.1.4>
- عطارزاده، علی، و قدسیان مسعود. (۱۳۹۹). بررسی تاثیر سامانه های مختلف کنترل رسوب بر توپوگرافی بستر در آبگیر جانبی ۹۰ درجه. *نشریه مهندسی عمران مدرس*. ۲۰(۳)، ۱۲۸-۱۱۷. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.24766763.1399.20.3.7.7>
- کریمی مقدم، مهدی، کشاورزی، علیرضا، و سبزواری، تورج. (۱۳۹۷). اثر دبی انحرافی، شکل دهانه ی آبگیر، توپوگرافی و زبری بستر بر ابعاد جداولدگی جریان و تنش برشی در آبگیر جانبی. *نشریه تحقیقات مهندسی سازه های آبیاری و زهکشی*، ۱۹(۷۳)، ۱۲۶-۱۱۳. <https://doi.org/10.22092/idser.2018.116852.1286>
- گوهری، سعید، ایوب زاده، سیدعلی، قدسیان، مسعود، و صالحی نیشابوری، سیدعلی اکبر. (۱۳۸۹). بررسی آزمایشگاهی الگوی جریان در آبگیر جانبی با استفاده همزمان از صفحات مستغرق و آبشکن در بسترهای آبرفتی. *مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی*، ۱۱(۴)، ۱۸-۱. https://journals.areeo.ac.ir/article_102311.html
- مرادی نژاد، امیر، حمزه حقی آبی، امیر، صانعی، مجتبی، و یونسی، حجت اله. (۱۳۹۷). مطالعه آزمایشگاهی تاثیر زاویه دیوار جدا کننده روی کنترل رسوب در دهانه آبگیر. *نشریه مهندسی و مدیریت آبخیز*، ۱۰(۱)، ۴۲-۲۸. <https://sid.ir/paper/234592/fa>
- معروفی نیا، ادریس، اثنی عشری، عادل، حسن زاده، یوسف، خوش طینت، سعید، و امین نژاد، بابک. (۱۳۹۵). شبیه سازی تاثیر صفحات مستغرق و آبشکن در کنترل رسوب ورودی به آبگیر جانبی با استفاده از نرم افزار SSIIM2. *علوم مهندسی و آبیاری (مجله علمی کشاورزی)*، ۳۹(۴)، ۱۸۰-۱۶۹. <https://doi.org/10.22055/jise.2016.12505>

References

- Al-Zubaidy, R., & Hilo, A. (2022). Numerical investigation of flow behavior at the lateral intake using Computational Fluid Dynamics (CFD). *Materials Today: Proceedings*, 56(4), 1914-1926. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.172>
- Attarzadeh, A., & Ghodsian, M. (2020). Study of the effect of the various layout of sediment control on bed topography at the 90° lateral intake. *MCEJ*, 20 (3), 117-128. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.24766763.1399.20.3.7.7> [In Persian]

- Barkdoll, B.D., Ettema, R., & Odgaard, J. (1999). Sediment control at lateral diversion: limits and enhancements to vane use. *Journal of Hydraulic Engineering*, 125(8), 862-870. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(1999\)125:8\(862\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(1999)125:8(862))
- Gohari, S., Ayyoubzadeh, S. A., Ghodsian, M., & Salehi Neishabouri, S. A. A. (2011). Laboratory investigation of the flow pattern in the lateral catchment with the simultaneous use of submerged and breakwater plates in alluvial beds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 11(4), 1-18. https://journals.areeo.ac.ir/article_102311.html[In Persian]
- Habibi, H., Masjedi, A., Purmohammadi, M. H., Kamanbedast, A. A., & Bordbar, A. (2019). Experimental Analysis of the Effect of Geometric Shape of Submerged Vanes on Sedimentation Flows at Lateral Intake Entrance in River Bends. *Irrigation Sciences and Engineering*, 42(2), 119-133. <https://doi.org/10.22055/jise.2017.22614.1614>[In Persian]
- Hasanizadeh, S. A., Alamatian, E., Amiri Deloui, M., & Afzal Nia, S.M. (2021). Determining the appropriate angle and height of submerged blades in order to control the sediment input to the side catchment channel in transformations using numerical modeling. *7th National Congress on civil engineering, architecture and urban development*, Tehran, Iran. <https://civilica.com/doc/1374294>[In Persian]
- Hassan pour, F., Ayyoubzadeh, S. A., & Ghodsian, M. (2011). Performance of compound submerged vanes in sediment control at 90° lateral intake. *Watershed management researches (pajouhesh- vazandegi)*, 24(3(92)), 1-12. <https://sid.ir/paper/200550/en>[In Persian]
- Jalili, H. R., Dalir, A., & Farsadi, D. (2011). Effect of Intake Geometry on the Sediment Transport and Flow Pattern at lateral Intake. *Iranian Water Researches Journal*, 5(2), 1-10. https://iwrij.sku.ac.ir/article_10847.html?lang=en [In Persian]
- Karami Moghadam, M., Keshavarz, A., & Sabzevari, T. (2019). The Effect of Diversion Flow, Intake Inlet Shape, Topography and Bed Roughness on the Flow Separation Dimensions and Shear Stress at the Lateral Intake. *Irrigation and Drainage Structures Engineering Research*, 19(73), 113-126. <https://doi.org/10.22092/idser.2018.116852.1286>[In Persian]
- Khaled, K., Afzal, A., Ghumman, A.R., Hashmi, H.N., & Ashraf, M. (2014). Sediment transport investigations using three-dimensional numerical modeling in a large Canal: Marala Ravi Link Canal (Pakistan). *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5(3),1-13. <https://www.researchgate.net/publication/261361149>
- Maroofi nia, E., Asna Ashari, A., Hassan Zadeh, Y., Khosh tinat, S., & Amin nejad, B. (2016). Investigation of the Effects of Submerged Vanes and Spur Dikes on Sediment Control at Lateral Intakes by SSIIM2 Software. *Irrigation Sciences and Engineering*, 39(4), 169-180. <https://doi.org/10.22055/jise.2016.12505>[In Persian]
- Moradinejad, A., Hamzeh Haghiabi, A., Saneie, M., & Yonesi, H. (2018). Experimental study on the effect of skimming wall angle on sediment control in lateral intake. *Watershed engineering and management*, 10(1), 28-42. <https://sid.ir/paper/234592/en>[In Persian]
- Neary, V.S., Sotiropoulos, F., & Odgaard, A.J. (1999). Three-dimensional numerical model of lateral-intake inflows. *Hydraulic Engin*, 125(2), 126-140. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(1999\)125:2\(126\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(1999)125:2(126))
- RostamAbadi, M. (2020). Numerical study of the effect of changing the geometric parameters of intake and the arrangement of submerged vanes on the anti-sediment coefficient. *Journal of Hydraulics*, 15(4), 95-111. <https://doi.org/10.30482/jhyd.2020.252014.1481>[In Persian]
- Serajian, M. T., Masjedi, A., Heidarnejad, M., & Hasonizadeh, H. (2022). Investigating the Effect of Convergence and Submerged Vanes Composition on the Hydraulic of the Lateral Intakes' Inlet Flow at 90° River Bends. *Journal of Marine Science and Technology*, 21(3), 33-43. <https://doi.org/10.22113/jmst.2021.250222.2394>[In Persian]
- Seyedian, S., Shafai Bejestan, M., & Farasati, M. (2014). Investigation of Flow Pattern Change at Lateral Intake due to Inclination of Channel Bank. *Irrigation Sciences and Engineering*, 36(2), 1-12. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.25885952.1392.36.2.1.4>[In Persian]

- Sruthi, T.K., Ranjith, K.B., & Chandra, V. (2017). Control of sediment entry into an intake canal by using submerged vanes. *AIP Conference Proceedings*, 1875(1), 030007. <https://doi.org/10.1063/1.4998378>
- Wei, H., Feng, S., Zhang, J., Tang, H., Xiao, Y., Chen, S., & Liu, C. (2023). Hydrodynamic characteristics and particle tracking of 90° lateral intakes at an inclined river slope. *Water Science and Engineering*, 17(2), 197-208. <https://doi.org/10.1016/j.wse.2023.11.004>