گزارش کوتاه علمی

مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد نوزدهم، شماره دوم، ۱۳۹۱
http://jwfst.gau.ac.ir

بررسی میزان رسوب ورودی و مؤلفه‌های سرعت در آب‌گیر جانبی

محمود شفاعی‌بجستان[۱]، *سیدمرتضی سیدیان[۲] و مهدی کرمی‌مقدم[۳]

[۱]استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، [۲]استادیار گروه آبخیزداری، دانشگاه گنبد،
[۳]دانشجوی دکتری گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۱۰

چکیده

در این پژوهش، آزمایش‌هایی در یک آب‌گیر با استفاده از ترزیق رسوب با یک غلظت ثابت در ۳ عمق و در محدوده اعداد فرود ۰/۴۵–۰/۲۰ انجام گرفت. سپس مؤلفه‌های سرعت در عرض دهانه آب‌گیر در ۳ سطح از عمق جریان با استفاده از سرعت‌سنج سه‌بعدی ADV اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد با افزایش عدد فرود در هر ۳ عمق، مقدار G_r/Q_r (نسبت رسوب ورودی به آب‌گیر به نسبت آب‌گیری) در محدوده عدد فرود ۰/۳۶، حداقل می‌گردد. همچنین بررسی مؤلفه‌های سرعت و زاویه ورودی جریان به آب‌گیر نشان داد با افزایش عدد فرود و افزایش نسبت G_r/Q_r، سرعت عرضی و زاویه ورودی خطوط جریان در لایه کف که تأمین‌کننده قسمت بیش‌تر رسوبات است و مهم‌ترین لایه در میزان رسوب ورودی به آب‌گیر می‌باشد نیز افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: آب‌گیر جانبی، رسوب، الگوی جریان، سرعت سه‌بعدی

* مسئول مکاتبه: s.m.seyedian@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

آب‌گیرهای ثقلی یکی از قدیمی‌ترین و مناسب‌ترین سازه‌های انتقال آب از رودخانه‌ها می‌باشند. چچن (۱۹٦۷)، رادکیوی (۱۹۹۳) در مطالعه‌ای نشان داد با افزایش زبری نسبی بستر، ورود رسوبات انحرافی به آب‌گیر جانبی با کاهش قدرت جریانات ثانویه تشکیل شده در دهانه آب‌گیر کاهش می‌یابد. آزمایش‌های رامامورتی و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد حداکثر مقدار مؤلفه عرضی سرعت برای ۵ نسبت دبی مورد آزمایش در پایین‌دست آب‌گیر به‌وجود می‌آید. ادگارد (۲۰۰۹) برای طراحی صفحات مستغرق به‌منظور کنترل رسوب در آب‌گیرهای ۹۰ درجه و بدون آستانه، رابطه‌ای را به‌منظور پیش‌بینی عرض مجرای جریان در سطح با نسبت آب‌گیری ارایه داده است.

در پژوهش‌های عباسی (۲۰۰۳) برای تعیین زاویه بین بردارهای ورودی سرعت به آب‌گیر با جهت جریان از رابطه ۱ استفاده گردید:

$$\phi = ۹۰ - \tan^{-۱}(\frac{U_۱}{U_۲}) \qquad (۱)$$

که در آن ϕ: زاویه بردار سرعت با راستای جریان در کانال اصلی بر حسب درجه است. زاویه صفر نشان می‌دهد جریان به‌طور مستقیم در راستای کانال اصلی از مقابل آب‌گیر عبور می‌نماید و زاویه ۹۰ نشان می‌دهد جریان به‌طور مستقیم و در جهت کانال آب‌گیر در حرکت است. $U_۱$ و $U_۲$: به‌ترتیب سرعت در راستای کانال اصلی و فرعی می‌باشد. افزایش ϕ نشان می‌دهد انتقال ذرات به آب‌گیر بیش‌تر می‌گردد.

در این پژوهش ابتدا آزمایش‌های رسوب با هدف تأثیر عدد فرود بر میزان رسوب ورودی به آب‌گیر و تعیین بهترین شرایط آب‌گیری (حداکثر دبی و حداقل رسوب) انجام شد. سپس با استفاده از سرعت‌های برداشت شده، رابطه مؤلفه‌های سرعت و زاویه ورود جریان به آب‌گیر با عدد فرود در ۳ سطح از عمق جریان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تجهیزات آزمایشگاهی: به‌منظور رسیدن به اهداف این پژوهش، آزمایش‌هایی در آزمایشگاه هیدرولیک، دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. کانال اصلی و آب‌گیر دارای مقطع مستطیلی با کف و دیواره‌هایی از جنس پلکسی‌گلاس با عرض ۰/۲۵ متر و ارتفاع مفید ۰/۷ متر است. طول کانال اصلی و آبگیر به ترتیب ۸ و ۲/۲۵ متر است و کانال آبگیر در فاصله ۵/۵ متری از ابتدای کانال اصلی با زاویه ۹۰ درجه به

Archive of SID

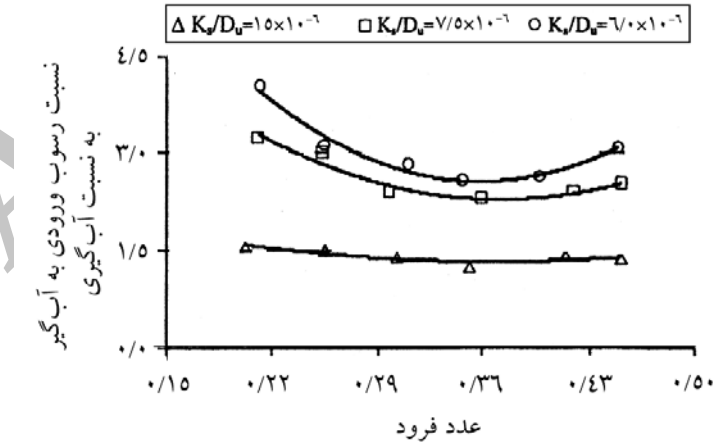
www.SID.ir

کانال اصلی متصل شده است. رسوب پلاستیکی با جرم حجمی ۱/۰٤ گرم بر سانتی‌مترمکعب مورد استفاده قرار گرفت. به‌منظور برداشت مؤلفه‌های سرعت از یک سرعت‌سنج سه‌بعدی ADV استفاده گردید. سرعت در هر نقطه با فرکانس ٦٥ هرتز در مدت زمان ٤٥ ثانیه برداشت شد.

آزمایش‌های رسوب در سه عمق ۱۰، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر و آزمایش‌های هیدرولیک جریان به‌دلیل محدودیت‌های دستگاه سرعت‌سنج فقط در عمق ۲۵ سانتی‌متر و در محدوده اعداد فرود ۰/٤٥–۰/۲۰ با اندازه‌گیری مؤلفه‌های سرعت در ۳ سطح (نزدیک کف و اعماق ۹ و ۱۸ سانتی‌متر) انجام شد. در آزمایش‌های رسوب، رسوب با غلظت ثابت ۱ گرم بر لیتر به‌مدت ۹۰ دقیقه تزریق و پس از پایان آزمایش، رسوبات جمع‌آوری شده، خشک و توزین گردید و نسبت رسوب ورودی به آب‌گیر تعیین شد.

نتایج و بحث

شکل ۱ رابطه بین عدد فرود و پارامتر بی‌بعد G_r/Q_r (نسبت رسوب ورودی به آب‌گیر به نسبت آب‌گیری) را نشان می‌دهد. نمودارها براساس پارامتر زبری نسبی از یکدیگر تفکیک شده‌اند. نکته قابل‌توجه در هر سه نمودار، وجود یک نقطه حداقل در محدوده عدد فرود ۰/۳٦ می‌باشد. در این عدد فرود، رسوب ورودی به آب‌گیر به کم‌ترین مقدار می‌رسد. در صورت ایجاد چنین شرایط هیدرولیکی در آب‌گیرها این امکان به‌وجود می‌آید که حداقل رسوب ممکن وارد آب‌گیر گردد. با افزایش زبری نسبی رسوب ورودی به آب‌گیر کاهش می یابد که با مطالعات رادکیوی (۱۹۹۳) مطابقت دارد.



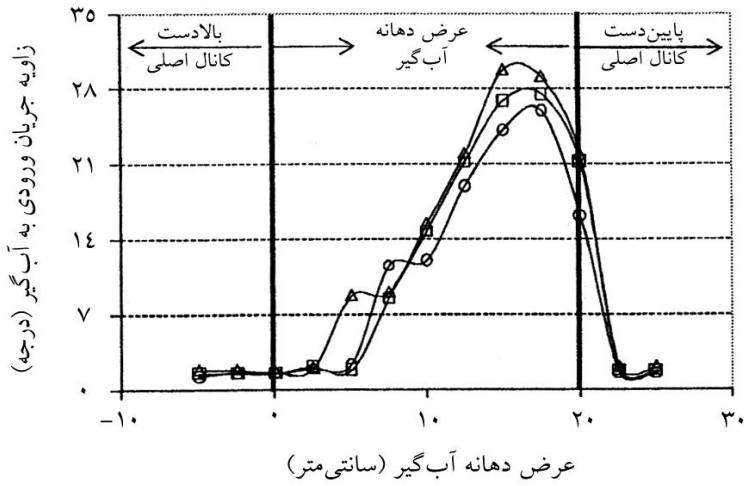
شکل ۱- تغییرات نسبت رسوب ورودی به آب‌گیر به نسبت آب‌گیری بر حسب عدد فرود.

Archive of SID

www.SID.ir

زاویه بردار سرعت یا جریان ورودی به آب‌گیر برای لایه کف در شکل ۲ آورده شده است. زاویه بردارها در امتداد محل اتصال آب‌گیر به کانال اصلی و با استفاده از رابطه ۱ تعیین گردید. در تمام لایه‌ها در چند سانتی‌متری ابتدای آب‌گیر به‌دلیل شروع جریان گردابی، جریانی وارد نمی‌گردد سپس زاویه ورودی افزایش می‌یابد و در انتهای دهانه آب‌گیر به اوج می‌رسد و بعد از آن با شیب زیادی کاهش می‌یابد.

با توجه به شکل ۱ مشخص است اعداد فرود ۰/۳۵، ۰/٤۰ و ۰/٤۵ مربوط به شاخه صعودی می‌باشند و در این محدوده با افزایش عدد فرود، رسوب ورودی به آب‌گیر افزایش می‌یابد. با توجه به این‌که غلظت رسوب در لایه کف زیاد است و با نزدیک شدن به سطح جریان، غلظت آن کاهش می‌یابد، بنابراین لایه کف مهم‌ترین لایه در میزان انتقال رسوب به آب‌گیر می‌باشد. در لایه کف با افزایش عدد فرود زاویه جریان ورودی در تمام عرض آب‌گیر افزایش می‌یابد و با افزایش زاویه، رسوب بیش‌تری وارد آب‌گیر می‌گردد.



شکل ۲- زاویه بردار سرعت در مقابل دهانه آب‌گیر در لایه نزدیک کف.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش زبری نسبی، رسوب ورودی به آب‌گیر کاهش می‌یابد. با افزایش فرود در محدوده ۰/٤۵-۰/۲۰ پارامتر G_r/Q_r کاهش و سپس افزایش نشان داد و حداقل این پارامتر در عدد فرود ۰/۳٦ اتفاق افتاد. در صورتی‌که شرایط آب‌گیری در محدوده این عدد فرود انجام

www.SID.ir

شود حداقل رسوب ممکن وارد آب‌گیر می‌گردد. با افزایش فرود و افزایش G_r/Q_r در شاخه صعودی، زاویه ورود جریان در شاخه صعودی نیز در لایه کف که قسمت بیش‌تر رسوب از این لایه وارد می‌شود، افزایش می‌یابد.

سپاسگزاری

بخشی از هزینه‌های این طرح از محل پژوهانه نویسنده اول تأمین شده است که به این وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران سپاسگزاری می‌نمائیم.

منابع

1.Abassi, A.A. 2003. Experimental investigation on sediment control at lateral intake in right channel. Ph.D. dissertation, Tarbiat Modares University, 192p. (In Persian)
2.Odgaard, A.J. 2009. River Training and Sediment Management with Submerged Vanes. ASCE publisher, Reston, Virginia, USA, 171p.
3.Ramamurthy, A.S., Junying, Q., and Diep, V. 2007. Numerical and experimental study of dividing open-channel flows. J. Hydra. Eng. 133: 10. 1135-1144.
4.Raudkivi, A.J. 1993. Sedimentation, Exclusion and Removal of Sediment from diverted Water. IAHR, AIRH Hydraulic Structures. Design Manual. 163p.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 19(2), 2012
http://jwfst.gau.ac.ir

Investigation of sediment entry and velocity vectors at lateral intakes

M. Shafai-Bajestan[1], *S.M. Seyedian[2] and M. Karami Moghadam[3]
[1]Professor, Dept. of Water Engineering, Shahid Chamran University, [2]Assistant Prof., Dept. of Watershed Management, Gonbad University, [3]Ph.D. Student, Dept. of Water Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University of Tehran
Received: 2010/11/06; Accepted: 2011/12/01

Abstract

In this study, experimental tests have been conducted in intake by feeding the sediments from the upstream of intake by a constant rate in three different flow depths and Froude numbers in the range of 0.2-0.45. During each test, three components of flow velocities were measured using ADV. The results showed that as Froude number increases, the ratio of sediment entry ratio to the discharge ratio (G_r/Q_r) reaches to a minimum value at Froude number of 0.36. From analysis of velocity vectors and angle of stream line entering the intake, it was found that as Froude number and G_r/Q_r increase, the lateral velocity component and angle of entry stream line in lower layer that provides a large amount of sediment and the most important layer in sediment entry, increases as well.

Keywords: Lateral intake, Sediment, Flow patterns, 3D velocity

* Corresponding Author; Email: s.m.seyedian@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir