77

waterjournal

Experimental Investigation of Gabion Grade Control Structures on Hyporheic Exchanges

Mohammad Mohammad alizade¹,

Mahdi Meftah halaghi^{2*},

Amir Ahmad Dehghani³

, Abdolreza Zahiri⁴ Khalil Ghorbani⁵

¹ Phd student Department of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

² Associate Professor of Department of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, Gorgan, Iran.

³ Associate Professor of Department of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, Gorgan, Iran.

⁴ Associate Professor of Department of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, Gorgan, Iran.

⁵ Associate Professor of Department of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, Gorgan, Iran.

doi 10.22125/IWE.2023.367734.1683

Received: October 31, 2022 Accepted: January 14, 2023 Available online: December 30, 2023

Keywords: Hyporheic Flow, Gabion Spillway, Interaction Flow Rate, **Retention** Time, Muse Model.

Abstract

The hyporheic zone is a region immediately beneath the riverbed where surface and subsurface water mix. This zone plays a crucial role in the river's ecology by facilitating the self-purification of the river's flow. Consequently, this research seeks to identify methods to increase the sedimentation rate in sedimentation basins, as sediments flowing into irrigation channels cause numerous issues. To this end, this study aims to (i) examine the effect of creating submerged walls on the efficiency of sediment trapping compared to a simple sediment basin, (ii) evaluate the influence of variation in wall height on sediment trapping efficiency, and (iii) study the effect of the number of walls on sediment trapping efficiency. The effect of the gabion stabilizer on the river's hyporheic flow was investigated using several tests on a laboratory flow. The laboratory flow's length, width, and height were 5 m, 30 cm, and 0.5 m, respectively. The experiments were performed at Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources on a one-, two-, and three-step gabion spillway. Notably, three distinct basin lengths were used in the 3-step case test. To this end, three types of experiments were conducted: Through Flow Gabion Weir (TFGW), Clinging Nappe Flow Gabion (CNGW) and Plunging Nappe Flow Gabion Weir (PNGW). Afterward, numerical modeling was employed to analyze the experimental findings. According to the results of the gabion spillway, as the number of steps increment, sedimentation rate, sequestration, and consequently flow retention time increase. Analysis of

* Corresponding Author: Mahdi Meftah halaghi

Address: Associate Professor of Department of Water Email: meftahhalaghi@gmail.com Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences Tel: 09113759614 and Natural Resources, Iran

Mohammad Mohammad alizade , Mahdi Meftah halaghi *, Amir Ahmad Dehghani , Abdolreza Zahiri Khalil Ghorbani. Experimental Investigation of Gabion Grade Control Structures on Hyporheic Exchanges Archive of SID.ir dimensionalized total flow rate (q^*) in all three spillways revealed that this parameter decreases as the Reynolds number increases. In addition, the obtained power law for this parameter in terms of Reynolds number demonstrated correlations of 81, 88, and 98 for one-step, two-step, and threestep spillways, respectively. This study demonstrated that the presence of a hydraulic jump alongside a gabion stabilizer increased hyporheic interactions.

As a result, increasing the flow rate increases the hyporheic interaction rate

1. Introduction

The hyporheic zone is a region immediately beneath the riverbed where surface and subsurface water mix. This zone plays a crucial role in the river's ecology by facilitating the self-purification of the river's flow. Consequently, this research seeks to identify methods to increase the sedimentation rate in sedimentation basins, as sediments flowing into irrigation channels cause numerous issues. To this end, this study aims to (i) examine the effect of creating submerged walls on the efficiency of sediment trapping compared to a simple sediment basin, (ii) evaluate the influence of variation in wall height on sediment trapping efficiency, and (iii) study the effect of the number of walls on sediment trapping efficiency.

while decreasing the flow retention time.

2. Materials and Methods

The effect of the gabion stabilizer on the river's hyporheic flow was investigated using several tests on a laboratory flow. The laboratory flow's length, width, and height were 5 m, 30 cm, and 0.5 m, respectively. The experiments were performed at Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources on a one-, two-, and three-step gabion spillway. Notably, three distinct basin lengths were used in the 3-step case test. To this end, three types of experiments were conducted: through flow gabion weir (TFGW), Clinging Nappe Flow Gabion (CNGW) and Plunging Nappe Flow Gabion Weir (PNGW). Afterward, numerical modeling was employed to analyze the experimental findings.

3. Results

According to the results of the gabion spillway, as the number of steps increment, sedimentation rate, sequestration, and consequently flow retention time increase. Analysis of dimensionalized total flow rate (q^*) in all three spillways revealed that this parameter decreases as the Reynolds number increases. In addition, the obtained power law for this parameter in terms of Reynolds number demonstrated correlations of 81, 88, and 98 for one-step, two-step, and three-step spillways, respectively.

4. Discussion and Conclusion

This study demonstrated that the presence of a hydraulic jump alongside a gabion stabilizer increased hyporheic interactions. As a result, increasing the flow rate increases the hyporheic interaction rate while decreasing the flow retention time.

5. Six important references

1) Movahedi, N., Dehghani, A.A., Trat, N., Meftah Halqi, M. Laboratory and numerical study of hyperic exchange in the presence of pool and riffle bed form. 2019. J. Echo Hydrology, Vol. 6(1), pp. 191-204.

2) O'Connor, B. L. and Harvey, J. W. Scaling hyporheic exchange and its influence on biogeochemical reactions in aquatic ecosystems. 2008, Water Resour. Res, Vols. W12423,,p.44.doi:10.1029/2008WR00716.

3) Packman, A., Salehin, M. and Zaramella, M. Hyporheic exchange with gravel beds: Basic hydrodynamic interactions and bedform-induced advective flows. s.l. : J. Hydraul. Eng., 2004. pp. 130(7), 647–656.

Mohammad Mohammad alizade , Mahdi Meftah halaghi *, Amir Ahmad Dehghani , Abdolreza Zahiri Khalil Ghorbani. Experimental Investigation of Gabion Grade Control Structures on Hyporheic Exchanges



79

Winter 2024. Vol 54. Num2

4) Stanford JA, Lorang MS, Hauer FR. 2005. The shifting habitat mosaic of river ecosystems. Travaux Association internationale de Limnologie theorique et appliquee 29: 123–136.

5) Chanson, H. (2009), Current knowledge in hydraulic jumps and related phenomena. A survey of experimental results, Eur. J. Mech. B., Fluids, 28(2), 191–210.

6) Edwards RT. 1998. The hyporheic zone. In River Ecology and Management: Lessons from the Pacific Coastal Ecoregion, Naiman RJ, Bilby RE (eds). Springer-Verlag: New York; 399–429.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Mohammad Mohammad alizade , Mahdi Meftah halaghi *, Amir Ahmad Dehghani , Abdolreza Zahiri Khalil Ghorbani. Experimental Investigation of Gabion Grade Control Structures on Hyporheic Exchanges Archive of SID.ir



نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران ۸۰ سال چهاردهم. شماره پنجاه و چهار . زمستان ۱۴۰۲

بررسی آزمایشگاهی تاثیر سازههای تثبیتکننده گابیونی بر روی تبادلات هایپریک

محمد محمد علیزاده'، مهدی مفتاح هلقی*۲، امیر احمد دهقانی۳، عبدالرضا ظهیری۲، خلیل قربانی^۵

تاریخ ارسال:۱۴۰۱/۰۸/۰۹ تاریخ پذیرش:۱۴۰/۱۰/۲۴

مقاله پژوهشی

چكىدە

منطقه هایپریک ناحیهای بلافاصله زیر بستر رودخانه است که اختلاط آبهای سطحی پایین رونده با آب زیرسطحی در آن اتفاق میافتد. این منطقه نقش بسیار حیاتی در اکولوژی رودخانه دارد و سبب خودپالایی جریان رودخانه میشود. از آنجایی که ورود رسوبات به درون کانالهای آبیاری باعث مشکلات فراوانی می گردد، لذا یافتن راهحلهایی جهت کاهش میزان رسوب گذاری در حوضچههای رسوبگیر هدف اصلی این پژوهش میباشد. بهطور خلاصه این پژوهش دارای دو هدف است. هدف اول تحقیق بررسی الگوی جریان هایپریک در اطراف سرریز گابیونی است و هدف دوم بررسی تاثیر تغییر تعداد پلههای سرریز گابیونی بر مشخصات جریان هاپیریک و بررسی تغییرات با تلهاندازی رسوب با تغییر در تعداد یلهها میباشد. به منظور بررسی آزمایشگاهی تاثیر سازه تثبیت کننده گابیونی بر روی جریان هایپریک رودخانه، ابتدا آزمایشاتی روی فلوم آزمایشگاهی به طول ۵ متر، عرض ۳۰ سانتیمتر و ارتفاع ۵/۰ متر در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت گرفت. آزمایشات بر روی سرریز گابیونی با تعداد یک، دو و سه پله انجام گرفت. ابتدا آزمایشات شامل سه نوع جریان درون گذر (TFGW)، جریان ریزشی (CNGW) و جریان با پرش هیدرولیکی (PNGW) و سپس با استفاده از مدل عددی نتایج مورد آنالیز قرار گرفت. طبق بررسیهای به عمل آمده از نتایج مدل سرریز گابیونی با افزایش تعداد پلههای سرریز گابیونی، میزان رسوبگذاری و در نتیجهی افزایش زمان ماند جریان افزایش مییابد. با بررسی دبی تبادلی کل بیبعد شده (*q) در هر سه نوع سرریز گابیونی با افزایش عدد رینولدز این پارامتر روند کاهشی نشان داد. نتایج نشان میدهد وجود پرش هیدرولیکی در حضور سازههای تثبیت کننده گابیونی باعث افزایش تبادلات هایپریک شده است. با افزایش دبی جریان، میزان تبادل هاییریک افزایش و زمان ماندگاری کاهش یافته است.

واژههای کلیدی: جریان هایپریک، سرریز گابیونی، دبی تبادلی، زمان ماندگاری، مدل میوز.

ٔ دانشجوی دکتری رشته مهندسی آب، سازههای آبی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. m_mohammadalizadeh889294@yahoo.com

^۲ * دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

گرگان،ایران.meftahhalaghi@gmail.com

^۳ دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. amirahmad.dehghani@gmail.com

[†] دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. zahiri.areza@gmail.com

^۵ دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. ghorbani.khalil@gmail.com



مقدمه

سرریزهای گابیونی ۱ از پرکاربردترین سازهها در اجرای بندهای انحرافی و سازههای حفاظتی رودخانهها هستند. در عمدهی طرحهای اجرایی بهخصوص در سازههای حفاظتی و مهندسی رودخانه بالادست این فرم از سازهها در سالهای اولیه بهرهبرداری از رسوبات انباشته می شود. انباشت رسوب در طرحهای آبخیزداری به عنوان یکی از اهداف اجرایی این سازهها است. ناحیه هایپریک، یک ناحیه اشباع بینابینی زیر بستر رودخانه و جدارههای آن میباشد که شامل بخشی از جریان رودخانه بوده که بداخل بستر نفوذ کرده است. هنگامی که جریان در مسیر رودخانه حرکت میکند، تبادلی بین جریان رودخانه و بستر زیر رودخانه بوجود می آید که تبادلات هاییریک نامیده می شود. تبادل جریان هایپریک نیز عبارت است از اختلاط جریان سطحی و جریان زیر سطحی در محیط متخلخلی که زیر و اطراف مجرای گذر آب را احاطه کرده است (ادواردز ۱۹۹۸). این تبادل جریان تحت تاثیر خصوصیات متغیر آبراهه مانند فشار در کف، حرکت بستر، حجم آبرفت و هدایت هیدرولیکی به طور زمانی و مکانی تغییر میکند (واکس ۱۹۶۸، بولتون ۱۹۹۸، استنفورد و همکاران ۲۰۰۵، استنفورد ۲۰۰۶، کاردناس و ویلسون ۲۰۰۶، تونینا و بافینگتن ۲۰۰۹). اختلاط هایپریک به صورت متناوب از جریانهای رو به پایین^۲ به داخل بستر متخلخل و بازگشت دوباره به جریان سطحی که رو به بالا ^۳ است اتفاق می افتد. مقیاس زمانی و مکانی اختلاط هایپریک به وسعت منطقه هایپریک بستگی دارد که ممکن است محدود یا محصور در رودخانههای کوچک محدود شده به سنگ بستر و یا وسیع و نامحدود در سیلابدشتها باشد. همچنین وسعت این مناطق می تواند به طور فصلی تغییر کند. در دهههای اخیر اهمیت تبادلات جریان هایپریک در رابطه با تأثیر آن در

¹ Gabion Steeped Spillways

² Downwelling

³Upwelling

⁴ Floodplains

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران سال چهاردهم. شماره پنجاه و چهار .زمستان ۱۴۰۲

مباحث ژئومورفولوژی^۵ آبرفتها، آبهای زیرزمینی و زیست-بوم^۶ موجودات آبزی در بقا، مدیریت و احیای^۷ رودخانهها بسیار پررنگ شده است. شکل ۱ نمای از جریان هایپریک در رودخانه ها را نشان میدهد.



شکل(۱): شمائی کلی از جریانهای هایپریک (ویتینگ و همکاران، ۱۹۹۸)

تبادل جریان هایپریک تأثیر چندگانه بر روی زیست بوم رودخانه ای دارد. جریان های رو به پایین مواد محلول و آب سطحی را به داخل رسوبات بستر برده و باعث اصلاح غلظت مواد محلول در رسوبات می شوند، در نتیجه بر روی محیط زیست موجودات مختلفی که در محیط بستر رودخانه زندگی می کنند، تأثیر می گذارند. این موجودات نیز به نوبه خود غلظت مواد محلول را تغییر می دهند، قسمتی از مواد محلول آورده شده را مصرف می کنند و هدر رفت بیولوژیکی خود را به آب می دهند که توسط آب دوباره به جریان سطحی برمی گردد. جریان رو به پایین حاوی اکسیژن محلول در آب است که محیط هوازی در لایه کم عمق منطقه هایپریک ایجاد می کند و جانوران آبزی می توانند در

⁵ Geomorphology

⁶ Ecosystem

⁷ Restoration





مقاله حاضر به بررسی تاثیر سازه تثبیت کننده گابیونی بر مشخصات هایپریک در شرایط مختلف هیدرولیکی می پردازد و همچنین تاثیر وجود و یا عدم وجود پلهها و تعداد آنها بر میزان ترسیب سرریز گابیونی را نیز مورد بررسی قرار میدهد. موحدی و همکاران (۱۳۹۹) به مقایسه تبادلات هایپریک در خیزآب و چالاب دو بعدی و سه بعدی پرداختند .آنها دریافتند که با افزایش تقریباً ۵۰ درصدی دامنه فرم بستر، دبی تبادلات هایپریک هم در حالت دو بعدی و هم در حالت سه بعدی ۲۶ درصد افزایش و زمان ماندگاری در مدل دو بعدی ۳۶ درصد و در مدل سهبعدی ۴۱ درصد کاهش می یابد. همچنین، مقایسه نتایج خیزاب - چالاب سه بعدی با مدل دو بعدی معادل آن نشان میدهد که دبی تبادلات هایپریک و زمان ماندگاری به ترتیب ۳ و ۴ درصد افزایش می یابند. موحدی (۲۰۱۹) تأثیر فرم بستر خیزاب- چالاب بر تبادلات هایپریک را مورد بررسی قرار داد. این تحقیق با به کارگیری روش شبیه سازی گردابههای بزرگ، تغییرات فشار روی بستر شبیه سازی عددی شد و سپس مدل آبهای زیرزمینی و روش ردیابی ذرات برای شبیه سازی جریان در ناحیه هایپریک به کار گرفته شد. نتایج نشان داد که حل کنندهی اینترفوم با مدل شبیه سازی به روش گردابههای بزرگ به خوبی قادر است شرایط آزمایشگاهی را مدل سازی کند. بررسی مشخصات ناحیه هایپریک در این تحقیق نشان داد با افزایش عدد رینولدز، تبادلات هایپریک افزایش یافته و زمان ماندگاری کاهش می یابد.

موحدی و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی تبادل جریان هایپریک در بسترهای رسوبی با طول و عرض موجی شکل پرداختند. آنها دریافتند که تبادلات هایپریک با تغییر در بستر عرضی رودخانهها نیز ایجاد میشود. همچنین آنها اعلام داشتند که عمق جریان هایپریک، ارتفاع نفوذ آب سطحی به داخل بستر را نشان میدهد. این عمق از نظر زیست بوم رودخانه حائز اهمیت است. در مورفولوژیهای طبیعی که بیشتر سهبعدی هستند، گسترش جانبی منطقه هایپریک هم میتواند مورد توجه باشد. نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران ۸۲ سال چهاردهم. شماره پنجاه و چهار . زمستان ۱۴۰۲

این محیط تکثیر شوند. با این وجود مواد آلی جهت تجزیه در منطقه هایپریک، اکسیژن مصرف می کند و باعث ایجاد اختلاف غلظت اكسيژن مي شوند كه بسته به زمان واكنش، غلظت اوليه اکسيژن، سرعت جريان، طول مسيرهاي جريان هایپریک تغییر میکند. جریان های هایپریک اساساً از تعامل بین جریان رودخانهای و مورفولوژی بستر رودخانه-های محلی مانند تپهها، مانعها، چالابها (هاروی و بنسالا ۱۹۹۳، الیوت و بوروکز ۱۹۹۷، ماریون و همکاران ۲۰۰۲، تونینا ۲۰۰۵، کاردناس و ویلسون ۲۰۰۷، تونینا و بافینگتن ۲۰۰۷) سرریزها (هستر و دویل ۲۰۰۸)، سدهای کوچک (فانلی و لاوتز ۲۰۰۸)، راه ماهیها (تونینا و بافینگتن ۲۰۰۹) ایجاد می شوند. تبادل هایپریک توسط چندین محرک فیزیکی ناپیوسته می تواند تنظیم شود، این محرک-ها شامل انتشار، انتقال و مومنتوم است (کاسر و همکاران ۲۰۰۹، اکونور و هاروی ۲۰۰۸، پاکمن و همکاران ۲۰۰۴). تبادل انتقال توسط هد هیدرولیکی، (h (m، که از هد ارتفاع (m) ارتفاع (m) و هد سرعت $hp=P/\rho g$ و هد سرعت ید. ستکیل شده است، به وجود می آید. $u^2/2g$

- $h = z + h_p + \tag{1}$
 - $C\frac{U^2}{2g}$

فشار داخلی (Pa) است، ρ چگال (kg / m³) فشار داخلی (Pa) فشار داخلی (گرانشی و U سرعت (m /s) و C ضریب ثابت است. بیشتر تحلیلهای قبلی تبادلات هایپریک در موانع رودخانه، با استفاده از یک پروفیل سطح آب هیدرواستاتیک، بدون توجه به فرآیندهای هیدرودینامیکی و تغییرات هد سرعت پیشبینی شدهاند (گوسف و همکاران ۲۰۰۶، هاروی و بنسالا ۱۹۹۳، کاساهارا و وندزل ۲۰۰۳، لاوتز و سیگل ۲۰۰۶). ترکیب هد ارتفاع و هد فشار هیدرواستاتیک به طور معمول به عنوان هد پیزومتریک شناخته می شود. تجزیه و تحلیل هیدرواستاتیک فرض می کند که هد پیزومتریک مى تواند محرك هايپريک غالب باشد. تحقيقات فلوم آزمایشگاهی یک توالی چالاب و خیز آب نشان داده است که سطح پیزومتریک مبتنی بر پروفیل سطح آب میتواند یک پیشبینی ناچیز از الگوهای مکانی از تبادل هایپریک در امتداد جریان رودخانهای باشد، به دلیل اینکه سرعت و فشار رفتار هیدرودینامیکی دارند (تونینا و بافینگتن ۲۰۰۷).



مواد و روش به منظور بررسی الگوی جریان هایپریک مطالعات به صورت آزمایشگاهی انجام شد. در ادامه، مشخصات کانال آزمایشگاهی و شیوه انجام آزمایشها ارائه شده است.

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران سال چهاردهم. شماره پنجاه و چهار .زمستان ۱۴۰۲

فلزی، به طول ۵ متر، عرض ۳۰ سانتیمتر و ارتفاع ۰/۵ متر در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت گرفت. یک سازه تثبیت کننده گابیونی در فاصله ۱۴۰ سانتیمتر از ابتدای کانال با دو حالت ۲ پله و ۳ پله با ارتفاع ۱۰ سانتیمتر روی هم قرار گرفته و مطابق جدول ۱ برای انجام آزمایش استفاده شده است.

کانال آزمایشگاهی

مطابق شکل ۲، آزمایشها در یک فلوم شیبپذیر مستطیلی است که جنس دیواره آن سکوریت و جنس کف



شکل (۲): فلوم آزمایشگاهی مورد استفاده

رسوبات کف کانال آزمایشگاهی

به منظور بررسی اثر جریان هایپریک بر روی رسوبات از یک نوع دانهبندی با قطر متوسط (d50)، به میزان ۴/۳۲ میلیمتر استفاده شده است. پس از دانهبندی ذرات رسوب برخی پارامترهای مهم شامل هدایت هیدرولیکی (K) و تخلخل (φ) محاسبه گردید. در شکل ۳ منحنی دانهبندی رسوبات کف بستر ارائه شده است.

رسوبات ذرات داخل سازه گابیونی از قلوهسنگهایی با حداقل ۱/۵ برابر چشمههای توری برای لایههای حفاظتی و توری سنگیهای بیرونی باید استفاده شود (سازمان مدیریت و برنامهریزی کشور، ۱۳۹۵). بنابراین در این تحقیق رسوبات موانع گابیونی ۶/۸ میلیمتر انتخاب شد.



شکل (۳): منحنی دانهبندی مورد استفاده قبل از شروع آزمایشها و برقراری جریان آب در فلوم، سطح رسوبات بستر در بالادست و پایین دست سرریز گابیونی به صورت یک سطح صاف با شیب ۱ درصد اجرا شد.

تعيين هدايت هيدروليكي

به منظور تعیین هدایت هیدرولیکی رسوبات، پس از صاف نمودن بستر رسوبی، جریان به داخل کانال برقرار می گردد، سپس طبق رابطه (۴)، هدایت هیدرولیکی محاسبه خواهد شد (تونینا و بافینگتن، ۲۰۰۷). $K = \frac{Q}{AS_{f}}$

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران ۸۴ سال چهاردهم. شماره پنجاه و چهار . زمستان ۱۴۰۲

که در آن Q دبی جریان در محیط متخلخل، A سطح مقطع رسوبات اشباع و \mathbf{S}_{f} شیب خط انرژی است. مقدار هدایت هیدرولیکی در این تحقیق برای ذرات بستر ۴/۳۲ میلیمتر و ذرات گابیونی ۶/۸ میلیمتر به ترتیب برابر با ۰/۱۹۶۲ و ۴۰۲۲ متر بر ثانیه به دست آمد. قطر ذرات

از پارامتر هدایت هیدرولیکی در شبیهسازی عددی هیدرودینامیکی و هیدرواستاتیکی در مدلهای Flow 3D و Model muse استفاده شده است.

تعيين تخلخل ذرات

یکی از مهمترین پارامترهایی که میتواند در جریان هایپریک تاثیرگذار باشد، پارامتر تخلخل ذرات میباشد. اندازه گیری این پارامتر از روش حجمی استفاده شده است. بدین منظور ظرفی به حجم ۱۵ لیتر را بهطور کامل از آب پر نموده، پس از آن در ظرفی دیگر به گنجایش ۵ لیتر از خاک مورد نظر تهیه و در نهایت با مخلوط نمودن دو ظرف مخلوطی از آب و خاک بهدست آمد. پس از اشباع نمودن کامل خاک، میزان آب خارج شده از ظرف را اندازه گیری کرده و در معادلات زیر قرار دادیم.

- $V_f = V_t + V_w V_s$ (٣)
- $V_f = V_t + V_{w2}$ (۴)

$$\phi = \frac{V_f}{V_t} \times 100 \tag{a}$$

در روابط فوق V_{f} حجم خلل و فرج، V_{W} حجم آب ظرف اوليه، V_s حجم مخلوط آب و رسوب، V_t حجم كل خاك و همه آب خارج شده پس از تزریق رسوب (همه V_{w2} حجمها بر حسسب ليتر) و ϕ هم مقدار تخلخل بر حسب درصد میباشد. مقدار تخلخل برای ذرات بستر ۴/۳۲ میلیمتر و ذرات گابیونی ۶/۸ میلیمتر به ترتیب برابر با ۰/۲۵۵ و ۰/۳۵۷ بهدست آمد. از پارامتر تخلخل در شبیهسازی عددی هیدرودینامیکی و هیدرواستاتیکی در مدلهای Flow 3D و Model muse استفاده شده است.



رسوب گابیونی بیشتر از قطر ذرات بستر است و درنتیجه خلل و فرج بیشتری هم دارد به همین دلیل ضریب هدایت هیدرولیکی ذرات گابیونی بیشتر از ذرات کف بستر بوده است.

برداشت پروفیل سطح جریان و لندازه گیری دبی فلوم

برای اندازه گیری دبی جریان از کنتور حجمی استفاده شده است. این کنتور از جنس چدنی با اندازه ۶۵ میلیمتر در نظر گرفته شده است. برای جلوگیری از خطای احتمالی، حداکثر و حداقل دبی جریان در این نوع کنتور به ترتیب، حدود ۱۳/۸۸ و ۰/۸۸ لیتر بر ثانیه میباشد.

شیوه تزریق مواد رنگی

در محلهای قبل و بعد از پرش هیدرولیکی و در عمقهای مختلف برای بررسی بهتر مسیر جریان هایپریک ماده رنگی پر منگنات پتاسیم تزریق شد که همزمان نیز از مسیر حرکت ماده رنگی نیز فایل تصویری با استفاده از یک دستگاه دوربین در موقعیتهای مختلف محل تزریق در یاییندست مانع برای محاسبه دقیق زمان حرکت جریان هاييريک تهيه شد.

مانع سرریز گابیونی در مسیر جریان

به منظور بررسی اهداف مورد نظر در این تحقیق آزمایشات با یک پله به ارتفاع ۱۵ سانتیمتر، دو پله به ارتفاع ۷/۵ سانتیمتر، سه پله به ارتفاع ۵ سانتیمتر و دبی ثابت انجام می شود. لازم به ذکر است که ابعاد سازه تثبیت کننده گابیونی و میزان تخلخل آن در طول آزمایش در حالات ۲ پله و ۳ پله ثابت میباشد. شکل ۴ شماتیک سرریزهای گابیونی را نمایش میدهد.

۸۵

مناسر آمار والد

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران سال چهاردهم. شماره پنجاه و چهار .زمستان ۱۴۰۲



شکل(۴):شماتیک ابعاد سازه تثبیت کننده گابیونی جریان در فلوم آزمایشگاهی

شبیهسازی الگوی جریان هایپریک با مدل آب زیر زمینی

در این تحقیق به منظور شبیهسازی جریان آب زیرزمینی و ردیابی ذرات از نرمافزار Model Muse استفاده شد.

(۲۰۰۵) Modflow (۲۰۰۵) نوعی مدل سهبعدی آبهای زیرزمینی است که جریان پایدار و ناپایدار درون لایه آبخوان را به صورت محدود، محصور نشده و یا ترکیبی از محدود و آزاد را شبیهسازی میکند. با معرفی دادههای مربوط به توپوگرافی بستر رسوب، شبکه پایهای مطابق با هندسه مسئله ایجاد شده و سپس، پروفیل سطحی جریان برداشت شده به عنوان شرط مرزی به مدل معرفی شد.

برای ایجاد هندسه مدل، اندازه مش در راستای طولی و عرضی کانال یک سانتیمتر و تعداد لایهها در راستای Z متناسب با ابعاد مش در نظر گرفته شده در حالت هیدرواستاتیک معادل ۲۰ لایه انتخاب شد. در نهایت، با اعمال شرایط مرزی فشار برای ورودی و خروجی، مدل مادفلو اجرا شد و سپس، مدل Modpath برای ردیابی ذرات و تعیین مشخصات جریان هایپریک استفاده شد.

الگوریتم ردیابی ذرات که توسط مدل Modpath قابل اجراست، می تواند ناحیه جریان را در حالت ماندگار یا

انتقالی بررسی کند. مدل Modpath قادر است مسیر جریان را به صورت سهبعدی با استفاده از خروجی جریان آب زیرزمینی و باتوجه به دادههای خروجی مدل Modflow شبیهسازی کند. این مدل جریان آب زیرزمینی را براساس معادله دارسی و روش تفاضل محدود حل می کند.

مسیر حرکت ذره با ردیابی ذره از یک سلول به سلول مجاور تا رسیدن به یک مرز مشخص همچون چاه یا چشمه یا شرایط انتهایی دیگر مشخص می شود. داده های ورودی به مدل Modpath ، ترکیبی است از داده های خروجی Modflow که شامل هد و جریان هستند. خروجی Modpath شامل فایل های خروجی متعددی همچون فایل مختصاتی مسیر ذره است که این داده های خروجی توسط برنامه های دیگر قابل آنالیز و بررسی بوده و نتایج به روش های مختلف قابل نمایش است. علاوه بر محاسبه مسیر روش های مختلف قابل نمایش است. علاوه بر محاسبه مسیر فطوط جریان، Modpath زمان انتقال حرکت ذرات را نیز محاسبه می کند. با معرفی دقیق موقعیتهای شروع حرکت ذره در مدل Modpath ، این امکان وجود دارد که در محدوده وسیعی از ناحیه مورد آنالیز، مسیر محل تزریق و شبکه جریان را ترسیم کند. شکل ۵ نمایی از مش بندی و هندسه سرریز گابیونی دو پله در مدل میوز را نشان می دهد.

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران ۸۶ سال چهاردهم. شماره پنجاه و چهار . زمستان ۱۴۰۲





شکل (۵): نمایی از هندسه و مشبندی سرریز دو پله در Model Muse

تبادل هاييريک و زمان ماند

جریانهایی به طورکلی، جریانهای زیرسطحی درون محيط متخلخل به چهار دسته تقسيم مي شوند: الف) جریانهایی که به دلیل تغییرات فرم بستر از جریان سطحی وارد محیط متخلخل شده و دوباره از آن خارج می شوند و به جریان سطحی بر می گردند که به آنها جریانهای هایپریک گفته می شود. ب) جریان هایی که از آب سطحی وارد محیط متخلخل میشوند و دیگر بر نمی گردند که در این حالت به سفره آب زیرزمینی می پیوندند که به این جریان ها جریان از دست رفته گویند. پ) جریانهایی که به عکس حالت دوم هستند و در واقع از منبع آب زیر زمینی وارد جریان سطحی می شوند که جریان دریافتی نامیده می شوند. ت) جریان هایی هستند که از بالادست و به موازات جریان سطحی در محیط متخلخل جریان دارند و هیچ برخوردی با جریان سطحی ندارند که از آنها به عنوان جریان آب زیرزمینی یاد می شود (جمالی و همکاران، ۱۳۹۸). در ساختارهای طبیعی بسته به موقعیت مکانی ممکن است همه این جریانها و یا بخشی از آنها وجود داشته باشد.

برای اینکه بتوان دبی تبادلی آزمایشهای مختلف را با هم مقایسه کرد، شاخصهای جریان سطحی و زيرسطحي به صورت بي بعد تعريف مي شوند. دبي تبادلي

نرمال شده (q^*)، زمان ماندگاری بیبعد شده (t^*)، درصد دبی تبادلی (Q_p)، چگونگی محاسبه آنها در روابط زیر ارائه شده است.

$$q^* = \frac{Qex}{K \times A_S} \tag{9}$$

$$t^* = \frac{Rt \times K}{Lm} \tag{V}$$

$$Q_p = \frac{Q_{ex}}{Q} \times 100 \tag{A}$$

که در این روابط K هدایت هیدرولیکی محیط متخلخل، As مساحت سطح تماس جریان سطحی و محیط متخلخل، Rt زمان ماندگاری، Qex دبی تبادلی کل، Lm Q طول موثر جریان هایپریک در محدوده مانع گابیونی، و دبی جریان است. دبی تبادلی و زمان ماندگاری بیبعد شده در مطالعات زیادی به عنوان شاخصهای مناسب ارائه شده است (تسوتسومی و همکاران، ۲۰۱۷).

نتايج و بحث پروفيل سطح جريان

سـه سـری آزمایش در مجموع ۲۷ سـری آزمایش بر روی فلوم مورد نظر انجـام شـــد. مـانع گـابیونی ۱۵ سانتیمتری، به صورت سه سرریز، یک، دو و سه پله، مطابق مشـخصـات جدول ۱ به صـورت نفوذ کامل درون بستر نصب گردید.

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران سال چهاردهم. شماره پنجاه و چهار .زمستان ۱۴۰۲



		0		•••		
تعدادکل آزمایش در هر سری	تعداد	دبى	نوع آزمايش	ار تفاع	حالات	رديف
	تكرار	(L/S)		پلە		
				(Cm)		
٩	٣	3/08	سري اول	10	يک پله	١
		۶/۴	سری دوم			
		۹/۵	سری سوم			
٩	٣	3/08	سري اول	V/Δ	دو پله	۲
		۶/۴	سری دوم			
		٩/۵	سري سوم			
٩	٣	3/08	سري اول	۵	سە پلە	٣
		۶/۴	سری دوم			
		٩/۵	سری سوم			

حدول (۱): مشخصات آزمایش

جهت به سهت بالادست جریان و متمایل به سطح رسوبات٬ جهت به سمت پاییندست جریان و متمایل به ســمت كف فلوم وجهت به سـمت بالادسـت جريان و متمایل به سمت کف فلوم^۴ میباشد. در آزمایش سری اول که مشـخصات هیدرولیکی آن در جدول ۲ آورده شـده، پرش هیدرولیکی و آبشستگی توامان تشکیل شد و در این سری آزمایش مانع گابیونی سرریز گابیونی به صورت کامل در کف فلوم نصب گردید. شکلهای ۶ تا ۸ به عنوان نمای کلی از ۳ آزمایش یاد شده آورده شده است که در آن مسير خطوط هايپريک در سه حالت يک پله، دو پله و سه پله گابیونی با سه دبی متفاوت (۳/۵۶، ۶/۴ و ۹/۵ لیتر بر ثانیه) که در فاصله ۳۰ سانتیمتری که از بالادست قرار گرفته شده، نشان داده شده است.

به منظور بررسی پروفیل سطح آب در سه حالت ۱، ۲ و ۳ پله با ارتفاعهای ثابت به ترتیب، ۱۵، ۷/۵ و ۵ سانتیمتری، از عمقسنج دیجیتالی با دقت ۰/۱ ± میلیمتر استفاده شد. محدوده برداشت پروفیل در بالادست سازه سرریز گابیونی ۱/۲ متر و در پاییندست سازه گابیونی ۱/۹ متر می باشد. سازه های سرریز گابیونی در بین حد فاصل پالادست و پایین دست به طول ۵/۰ متر قرار گرفته است.

مسیر خطوط هاییریک بهدست آمده از نتایج مدل عددی در کلیه آزمایشها چهار نوع مسیر جریان هایپریک

در پاییندسـت مانع شــناسـایی شـد. که شـامل: جهت به سمت پاییندست و متمایل به سمت سطح رسوبات^۱،

³ Downstream-directed downwelling (DD)

⁴ Upstream-directed downwelling (UD)

¹ Downstream-directed upwelling (DU)

² Upstream-directed upwelling (UU)



نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران ۸۸ سال چهاردهم. شماره پنجاه و چهار . زمستان ۱۴۰۲

زمان ماند	درصد دبی	دبى تبادلى	عدد	دبى	نوع آزمايش	ار تفاع	حالات	رديف
بىبعد شدە	تبادلى	بىبعد شدە	رينولدز	(L/S)		پلە	سرريز	
(t*).avg	(%Qp)	(q^{*})	(Re)			(cm)	گابيونى	
۴	١٧	• / • • ٩	2022	۳/۵۶	سری اول	۱۵	یک پله	١
٩	۲۸	•/• ١٢	19.54	۶/۴	سری دوم			
١١	40	۰/۰۱۶	20202	۹/۵	سری سوم			
۴	۱۸	•/• \ •	***	۳/۵۶	سری اول	V/Δ	دو پله	۲
١١	۲۳	•/•18	14828	۶/۴	سری دوم			
۱۵	40	• / • \ Y	7 • 1 7 4	۹/۵	سری سوم			
۴	۲.	•/• ١٩	2112	۳/۵۶	سری اول	۵	سە پلە	٣
١٢	٣٢	۰/۰۱۳	10885	۶/۴	سری دوم			
١٨	۶.	•/•))	51088	۹/۵	سری سوم			

جدول(۲): مشخصات دبی تبادلی و زمان ماندگاری بیبعد، جریان هایپریک در سه حالت مختلف جریان

در هر یک از آزمایشهای انجام شده که در آن پرش هیدرولیکی تشکیل شده بود، آشفتگی جریان زیاد بود، با این حال در این مقاله مشابه کار ایندرنی و همکاران (۲۰۱۱) فقط الگوهای تبادلی مورد بررسی قرار گرفت و تاثیر پخشیدگی در تبادلات هایپریک مورد بررسی قرار نگرفت.

با توجه به نتایج بهدست آمده در آزمایشهای در سرریز دو پله با سه دبی ۳/۵۶، ۶/۴ و ۹/۵ لیتر بر ثانیه که در شـکل ۷ نمایش داده شـده اسـت، پرش هیدرولیکی و آبشـسـتگی بهصـورت توامان تشـکیل شـد. با مقایسـه مسیرهای هایپریک در این مدل آزمایشگاهی و مدل هیدرواستاتیک برای حالت سرریز یک پله ایجاد پرش و آب شستگی توامان بوده است و در تمامی نواحی هایپریک مطابقت دارند. فقط در محدوده زیر محل ریزش از سـریز مطابقت نداشتند زیرا محل قرارگیری پرش به کمی پایین تر از پای سرریز قرار گرفت که می توان علت آن را خاشیی از حجم هوای محبوس شده در زیر محل ریزش دانست که مدل میوز آن را به درستی شبیهسازی نمی کند. در بین سه دبی مورد آزمایش (۳/۵۶، ۴/۴ و ۹/۵)، در بیشــترین، دبی ۹/۵ لیتر بر ثانیه، نوع پرش آن به دلیل اینکه بین دو منحنی قرار گرفته است، از نوع سطحی و در آزمایشهای دیگر که با دبیهای کمتر انجام شد، به دلیل

اینکه نقاط متناظر این دو حللت در زیر منحنی پرش آزاد

طبق بررسیهای انجام شده از مدل هیدرواستاتیکی در شـکلهای ۶ تا ۸ مشـخص شـده که، الگوی جریان در ناحیه هایپریک در حللت شـبیهسـازی شـده با مدل آزمایشـگاهی همخوانی خوبی دارند. با تزریق رنگ در قبل از سازه سرریز گابیونی مشاهده می شود که ذره تزریق شده در محیط متخلخل بلافاصله بعد از سازه سرریز گابیونی با طی کردن مسیری به محیط آب سطحی وارد می گردد. در شـکل ۶ در حالت یک پله پروفیل سـطح آب در سـه دبی ۳/۵۶ لیتر بر ثانیه به صورت درون گذر از ذرات گابیونی، در دبی ۶/۴ لیتر بر ثانیه به صورت روگذر و در ماکزیمم دبی ۹/۵ لیتر بر ثانیه به صورت پرش هیدرولیکی مشاهده شده است که این پرش هیدرولیکی در پای سرریز اتفاق افتاده است. این حللت به دلیل تغییر بار هیدرولیکی از محیط بالادست به سمت محيط يايين دست مي تواند اتفاق بيافتد. اما در پاییندست سازه سرریز گابیونی خطوط جریان به دلیل تغییرات بار هیدرولیکی مسیرهایی را طی میکنند و به محیط آب سطحی وارد می شوند. ایجاد پرش هیدرولیکی سبب آب شستگی رسوبات شده است و موجب حركت رسوبات گشته كه محدوده ايجاد پرش هيدروليكي در حالتهای وجود آبشـسـتگی حد فاصـل x برابر ۲/۹۳ متر تـا x برابر ۱/۲۸ متر و برای حـالـت بـدون ایجـاد آبشستگی حد فاصل x برابر ۰/۹ متر تا x برابر ۱/۲۵ متر اتفاق افتاد.

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران سال چهاردهم. شماره پنجاه و چهار .زمستان ۱۴۰۲ ٨٩



آزمایش پرش و آبشستگی توامان تشکیل شد و در این در هریک از آزمایشهای مربوط به سـری سـوم (دبی ســری آزمایش ســریزهای گابیونی در هر تعداد پله به صورت كامل مغروق شده است.

قرار گرفته بود، پرش از نوع آزاد شکل گرفت. ۹/۵ لیتر برثانیه) آشـفتگی جریان زیاد بود، در این سـری



شکل (۶): پروفیل سطح آب برای سازه سرریز گابیونی یک پله برای سه حالت مختلف جریان درونگذر، روگذر (ریزشی) و پرش







Len under het der het

شکل (۷): پروفیل سطح آب برای سازه سرریز گابیونی دو پله برای سه حالت مختلف جریان درونگذر، روگذر (ریزشی) و پرش هیدرولیکی



شکل (۸): پروفیل سطح آب برای سازه سرریز گابیونی سه پله برای سه حالت مختلف جریان درونگذر، روگذر (ریزشی) و پرش هیدرولیکی



بررسی زمان ماندگاری جریان هایپریک (*t) یکی از مشــخصــات مهم ناحیه هایپریک زمان ملند

یدی از مستخصات مهم تحیه هایپریک زمان ملک است. در شکلهای ۹ زمان ماند برای سه حالت یک پله، دو پله و سه پله سرریز گابیونی ترسیم شده است. نتایج نشان میدهد در حللتهای مختلف جریان (درونگذر، ریزشیی و پرش هیدرولیکی) بهطور کلی با افزایش عدد رینولدز جریان، زمان ماند کاهش مییابد.



۹١





(۹):زمان ماند بیبعد شده در سه حالت مختلف از سرریز گابیونی الف)یک پله، ب) دو پله و ج) سه پله

مارزادری و همکاران (۲۰۱۰) نیز که به بررسیی نیمه تحلیلی جریان هایپریک روی پشتههای رسوبی پرداخته بودند، به این نتیجه رسیدند که با افزایش دبی جریان روی پشته رسوبی، زمان ماند کاهش مییابد.

می توان تفسیر کرد که در زمان کم آبی و زمانی که جریان آشفته نیست یعنی در حللت جریان روگذر و ریزشی مقادیر مدت زمان طولانی تری مواد در ناحیه هایپریک باقی می مانند درنتیجه فرصت بیشتری برای



(ب)

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران سال چهاردهم. شماره پنجاه و <mark>چه</mark>ار .زمستان ۱۴۰۲

رسوبگذاری و انجام واکنشهای شیمیایی خواهد داشت ولی برای زمانی که جریان در دبیهای بالاتر به حالت پرشهیدرولیکی است زمان ماند کمتری را دارا میباشد.

بررســی دبی تبادلی بیبعد شــده جریان هایپریک ((q*)

با بررسی نمودارهای شکلهای ۱۰، دبی تبادلی کل بیبعد شده (*q) مشاهده شد که تغییرات دبی تبادلی وابسته گرادیان فشار است که از تغییرات سرعت، گردابههای جریان و اختلاف هد استاتیکی جریان به وجود میآید. دبی تبادلی کل جریان هایپریک بیبعد شده در هر سه حالت ریزشی، جریان روگذر و جریان با پرش هیدرولیکی، با افزایش عدد رینولدز روند کاهشی داشت.

دامنه تغییرات مقدار دبی تبادلی بیبعد شده کل در دامنهای بین ۰/۰۰۹ تا ۰/۰۱۶ بوده است. که بیشترین مقدار برای سرریز گابیونی سه پله وکمترین مقدار برای سرریز گابیونی یک پله میباشد.



شکل(۱۰): دبی تبادلی بیبعد شده در سه حالت در سه حالت سرریز گابیونی الف)یک پله، ب) دو پله و ج) سه پله جمالی و همکاران (۲۰۱۹) نیز به بررسی این پارامتر

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران سال چهاردهم. شماره پنجاه و چهار . زمستان ۱۴۰۲

پرداختند. نتیجه پژوهش این محقق نشان دهنده این موضوع بود که با افزایش دبی جریان، شاخص بیبعد دبی تبادلی بین جریان سطحی و زیر سطحی روند کاهشی را از خود نشان داد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

بررســی درصــد دبی تبادلی کل جریان هایپریک (Qp%)

شکلهای ۱۱ به بررسی درصد دبی تبادلی نسبت به تغییرات عدد رینولدز میپردازد. درصـد دبی تبادلی کل جریان هایپریک از نسبت دبی کل جریان هایپریک (Qex) به دبی جریان ورودی از فلوم آزمایشـگاهی (Q) بهدسـت میآید. با بررسی این پارامتر در جدول ۲ مشاهده شد که در تمامی حللتهای مورد آزمایش با افزایش عدد رینولدز جریان مقدار درصـد دبی تبادلی کل جریان هایپریک روند کاهشی داشته است که با نتایج تراث و همکاران (۲۰۱۵) نیز همخوانی دارد.

مطابق نتایج جدول ۲ بیشترین درصد اختلاط جریان سطحی با محیط زیرسطحی با توجه به دبی جریان عبوری در آن با ۶۰/۳ درصد در سرریز گابیونی سه پله رخ داده است و کمترین درصد اختلاط نیز به حالت سرریز گابیونی یک پله با ۱۰/۴ درصد دبی تبادلی بود. همچنین، همان طور که مشاهده میشود، درصد دبی تبادلی جریان با عدد رینولدز نیز رابطه توانی دارند. برای درصد دبی تبادلی جریان هایپریک (Qp) در مقابل عدد رینولدز (Re) همبستگی در سرریز پلکای یک پله ۹۴، در دو پله ۸۵ و در سه پله ۹۶ درصد بین آنها برقرار است.







شکل(۱۱): درصد بی تبادلی در سه حالت مختلف از سرریز گابیونی الف)یک پله، ب) دو پله و ج) سه پله

نتيجه گيري

- طبق بررسیهای به عمل آمده از نتایج مدل سرریز گابیونی با تغییر تعداد پلهها میزان رسوبگذاری و ترسیب در نتیجهی افزایش زمان ماند جریان افزایش مییابد.
- با برررسی دبی تبادلی کل بیبعد شده (*q) در سه نوع سرریز گابیونی با افزایش دبی این پارامتر روند کاهش نشان داد. زیرا با افزایش میزان دبی میزان عدد رینولدز جریان نیز افزایش یافته و سبب اختلاط دبی گشته است. همچنین رابطه توانی بهدست آمده از این پارامتر نسبت به عدد رینولدز دارای همبستگی ۸۱ در سرریز گابیونی یک پله، ۸۸ در دو پله و ۹۸ در سه پله درصد بوده است.
- نتایج نشــان داد بین دادههای آزمایشــگاهی و نتایج بـهدســت آمده از مـدل عـددی همخوانی بسیار خوبی برقرار است.
- با بررسی روند تغییرات زمان ماند نسبت به عدد رینولدز جریان یک رابطه توانی بین آنها برای هر یک از سـرریزهای گابیونی با پلههای مختلف

Archive of SID.ir

٩٢

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران سال چهاردهم. شماره پنجاه و چهار .زمستان ۱۴۰۲



آمده درصــد دبی تبادلی در مقابل عدد رینولدز دارای ضریب همبسـتگی ۹۴ درصـد برای سـرریز گابیونی یک پله ، ۸۵ درصــد برای دو پله و ۹۶ درصد برای سه پله بود. بهدست آمد که از رابطه بهدست آمده میتوان تخمین مناسبی از زمان ماند ارائه داد.

 با بررسی پارامتر درصد دبیهای تبادلی مشاهده شد که در تمامی حالتها با افزایش عدد رینولدز جریان مقدار درصد دبی تبادلی جریان هایپریک روند کاهشی داشت که رابطه توانی به دست

منابع

Boulton AJ, Findlay S, Marmonier P, Stanley EH, Valett HM. 1998. The functional significance of the hyporheic zone in streams and rivers. Annual Review of Ecology and Systematics 29: 59–81.

Cardenas MB, Wilson JL. 2007. Exchange across a sediment-water interface with ambient groundwater discharge. Journal of Hydrology 346: 69–80. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j. jhydrol.2007.08.019.

Chanson, H. (2009), Current knowledge in hydraulic jumps and related phenomena. A survey of experimental results, Eur. J. Mech. B., Fluids, 28(2), 191–210.

Edwards RT. 1998. The hyporheic zone. In River Ecology and Management: Lessons from the Pacific Coastal Ecoregion, Naiman RJ, Bilby RE (eds). Springer-Verlag: New York; 399–429.

Elliott A. Brooks NH. 1997b. Transfer of nonsorbing solutes to a streambed with bed forms: theory. Water Resources Research 33: 123–136.

Elliott, A.H., Brooks, N.H., 1997. Transfer of nonsorbing soulates to a streambed with bed form: Labouratory experiment. 33(1): 137-51.

Endreny, T., Lautz, L., Siegel, D. I. 2011a. Hyporheic flow path response to hydraulic jumps at river steps: Flume and hydrodynamic models. Water Resources Research. 47: W02517. DOI, 10.1029/2009WR008631.

Fanelli RM, Lautz L. 2008. Patterns of water, heat, and solute flux through streambeds around small dams. Ground Water 46: 671–687.

Gooseff, M. N., J. K. Anderson, S. M. Wondzell, J. LaNier, and R. Haggerty (2006), A modeling study of hyporheic exchange pattern and the sequence, size and spacing of stream bedforms in mountain stream networks, Oregon, USA, Hydrol. Proc., 20(11), 2443–2457.

Harvey JW, Bencala KE. 1993. The effect of streambed topography on surface–subsurface water exchange in mountain catchments. Water Resources Research 29: 89–98.

Hester ET, Doyle MW. 2008. In-stream geomorphic structures as drivers of hyporheic exchange. Water Resources Research 44: W03417.

Kaser, D. H.; Binley, A.; Heathwaite, A. L.; Krause, S. Spatiotemporal variations of hyporheic flow in a riffle-step-pool sequence. s. l. Hydrol. Proc., 2009, pp. 23(15), 2138–2149.

Kasahara, T., and S. M. Wondzell (2003), Geomorphic controls on hyporheic exchange flow in mountain streams, Water Resour. Res., 39(1), 1005, doi:10.1029/2002WR001386.

Lautz, L. K., and D. I. Siegel (2006), Modeling surface and ground water mixing in the hyporheic zone using MODFLOW and MT3D, Adv. Water Resour., 29, 1618–1633.

Marion A, Bellinello M, Guymer I, Packman AI. 2002. Effect of bed form geometry on the penetration of nonreactive solutes into a streambed. Water Resources Research 38: 1209. DOI: 10.1029/2001WR000264.

Marzadri, A., Tonia, D., Bellin, A., Vignoli, G and Tubino, M. Semianalystical analysis of hyporheic flow induced by alternate bars. Water Resour. Res., 2010. Vols. 46, W07531. Doi: 10.1029/2009WR008285.

Movahedi, N., Dehghani, A.A., Trat, N., Meftah Halqi, M. Laboratory and numerical study of hyperic exchange in the presence of pool and riffle bed form. 2019. J. Echo Hydrology, Vol. 6(1), pp. 191-204.



Movahedi, N.; Dehghani, A.A.; Schmidt, C.; Trat, N.; Pasternack, G.B.; Stewardsone, M.J.; Meeftah Halghi, M. Hyporheic exchanges due to channel bed and width undulations. 2021, Water res, Vol. 149(2), p. 103857.doi.org/10.1016/j.advwatres.2021.103857.

O'Connor, B. L. and Harvey, J. W. Scaling hyporheic exchange and its influence on biogeochemical reactions in aquatic ecosystems. 2008, Water Resour. Res, Vols. W12423,,p.44.doi:10.1029/2008WR00716.

Packman, A., Salehin, M. and Zaramella, M. Hyporheic exchange with gravel beds: Basic hydrodynamic interactions and bedform-induced advective flows. s 1 : J. Hydraul. Eng., 2004. pp. 130(7), 647–656.

Stanford JA, Lorang MS, Hauer FR. 2005. The shifting habitat mosaic of river ecosystems. Travaux Association internationale de Limnologie theorique et appliquee 29: 123–136.

Stanford JA. 2006. Landscapes and riverscapes. In Methods in Stream Ecology, 2nd edn, Hauer R, Lamberti GA (eds). Academic Press: Burlington, MA, USA; 3–21.

Tonina D, Buffington JM. 2007. Hyporheic exchange in gravel bed rivers with pool-riffle morphology: laboratory experiments and threedimensional modeling. Water Resources Research 43: W01421. DOI: 10.1029/2005WR004328.

Tonina D, Buffington JM. 2009a. Hyporheic exchange in mountain rivers I: mechanics and environmental effects. Geography Compass 3: 1063–1086.

Tonina D, Buffington JM. 2009. A three-dimensional model for analyzing the effects of salmon redds on hyporheic exchange and egg pocket habitat. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 66: 2157–2173.

Tonina D. 2005. Interaction between river morphology and intra-gravel flow paths within the hyporheic zone. Unpublished Ph.D. dissertation, University of Idaho, Boise, ID: 129 pp.

Trauth, N, Schmidt, C, Vieweg, M, Oswald, S.E. 2015. Hydraulic controls of in-stream gravel bar hyporheic exchange and reaction. Fleckenstein JHJWRR, Vol. 51(4), pp. 2243-63.

Tsutsumi, D., Laronne, J.B., 2017. Gravel-Bed River. Process and Disasters: John Wiley & Sons.

Vaux, W. 1968. Intragravel flow and interchange of water in a streambed. Fishery Bulletin 66: 479–489.

Whiting, P. J., Stamm, J. F., Moog, D. B., Orndorff, R. L. 1999. Sedimenttransporting flows in headwater streams. Geological Society of American Bulletin. 111(3): 450-466