

SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

مطالعه پارامتریک افت انرژی ناشی از پرش هیدرولیکی در کانال مستطیلی

حسن ساقی

استادیار و عضو هیأت علمی گروه عمران دانشگاه حکیم سبزواری
h.saghi@hsu.ac.ir

عبدالامیر بک خوشنویس

دانشیار و عضو هیأت علمی گروه مکانیک دانشگاه حکیم سبزواری
khoshnevis@hsu.ac.ir

محمد رضا راستی ثانی

دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه آزاد اسلامی
واحد فردوس
rrasti2001@yahoo.com

چکیده

برای جلوگیری از خسارات ناشی از انرژی فوق العاده آب در سرعت‌های فوق بحرانی و نیز به منظور از بین بردن انرژی اضافی جنبشی موجود در چنین جریان‌هایی، عموماً لازم است از سازه‌های خاصی به نام مستهلک‌کننده‌های انرژی که در پایین دست جریان ساخته می‌شوند، استفاده نمود. در این مقاله، تأثیر موانع بر ایجاد پرش هیدرولیکی در کانال‌های مستطیلی به طور آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا، موانع نیم دایره، مستطیلی و مثلثی شکل در نظر گرفته شده و تأثیر شکل مانع و ارتفاع پله نصب شده در انتهای کانال در عمق ثانویه و افت انرژی پرش هیدرولیکی ایجاد شده مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. فلوم مورد استفاده در آزمایشات دارای ۶ متر طول، ۲۰ سانتیمتر عرض و ۳۰ سانتیمتر ارتفاع است. در نهایت، تأثیر پارامترهای مختلف شامل شکل مانع و مقدار دبی جریان در هر یک از پارامترهای فوق بررسی و نتایج مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد، هنگام استفاده از موانع مربعی، با افزایش دبی جریان، افت انرژی کاهش می‌یابد، بطوریکه با دو برابر شدن دبی جریان، افت انرژی در حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش دبی، عمق ثانویه پرش افزایش می‌یابد، بطوریکه با دو برابر شدن دبی جریان، این عمق در حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. در مورد تأثیر شکل مانع، نتایج به دست آمده نشان می‌دهد موانع مثلثی باعث افزایش افت انرژی در مقایسه با سایر انواع موانع دارد. اما به تدریج با افزایش دبی، تأثیر موانع مربعی افزایش یافته به طوریکه در بعضی شرایط باعث افزایش بیشتر افت انرژی در مقایسه با موانع مثلثی خواهند شد.

کلمات کلیدی: پرش هیدرولیکی، عمق اولیه پرش هیدرولیکی، عمق ثانویه پرش هیدرولیکی، مانع، افت انرژی.

۱- مقدمه

سازه‌های مستهلک‌کننده انرژی، علاوه بر از بین بردن انرژی آب، وسیله‌ای برای کنترل و مهار پرش هیدرولیکی^۱ و به وجود آوردن شرایط برای وقوع آن در یک موقعیت مکانی خاص به شمار می‌روند. به عبارت دیگر موقعی که یک پرش هیدرولیکی بر روی یک سطح صاف افقی اتفاق می‌افتد، کوچک‌ترین تغییری در اعماق جریان بالا دست و پایین دست آن می‌تواند باعث تغییر مکان پرش به یکی از دو سو گشته و چنانچه خواسته شود تا پرش در محلی خاص صورت پذیرد و حساسیت بیش از حد آن در مقابل نوسانات عمق جریان، محدود گردد، می‌بایستی از سازه‌هایی که به عنوان کنترل‌کننده پرش هیدرولیکی مشهورند، استفاده نمود. همچنین این سازه‌ها برای تعیین محل دقیق پرش هیدرولیکی در کانال‌های روباز جهت بهسازی کف بستر در محل ایجاد پرش و جلوگیری از صرف هزینه‌های اضافی برای بهسازی کل بستر کانال مورد استفاده قرار می‌گیرند. در زمینه پرش هیدرولیکی روی بستر زبر مطالعاتی توسط محققین مخ تلف انجام شده است. به عنوان نمونه در سالهای اخیر پالکرا و همکاران در مطالعاتی با ساخت مدل‌هایی در شری‌های مختلف (۱:۴ تا ۱:۱۲) و استفاده از مصالح سنگی با

¹ Hydraulic jump

اندازه‌های متفاوت به صورت خشکه چسب به بررسی افت انرژی بر روی شرع‌های سنگی با شیب نسبتاً کم پرداختند. هدف اصلی این مطالعات بررسی آرایش چسب‌مان سنگها بر پایداری تندآب و نیز استهلاک انرژی سازه بوده است [۱]. بیرامی و حسینی در تحقیقات خود تاثیر فاصله بین دیواره های ممتد نصب شده در بستر را بر کنترل پرش هیدرولیکی بررسی نمودند. آنها نشان دادند افزایش ارتفاع دیواره نقش کاهنده عمق ثانویه و طول گرداب پرش را ایفا می کند [۲]. همچنین شگری مطالعاتی در زمینه کنترل پرش هیدرولیکی با یک دیواره ممتد انجام داد. او نشان داد فاصله قرار گیری دیواره از پنجه پرش و ارتفاع نسبی دیواره در چگونگی شکل گیری جریان عبوری از روی دیواره موثرند [۳]. نژادعلی و همکاران در پژوهش خود تاثیر موانع مثلثی بر میزان استهلاک انرژی را مورد بررسی قرار دادند، مطالعات آنها نشان می‌داد میزان استهلاک انرژی پرش هیدرولیکی در بستر با زبری‌هایی مثلثی ۱۸ درصد بیشتر از پرش کلاسیک است [۴]. همچنین عباسپور و همکاران مطالعاتی بر روی زبری های مثلثی موجدار انجام دادند که نتایج مشابهی گرفتند [۵]. هاگز و فلک ۲ تاثیر زبری های مکعبی شکل را بر رو پرش هیدرولیکی و حوضچه آرامش انجام دادند [۶]. به دلیل ایجاد کابوتاسیون در زبری های کف، اید و راجاراتام ۳ بستر های موجدار را پیشنهاد کردند [۷]. گوهری و فرهودی با مطالعه بر روی بستر با زبری های مستطیلی، آزمایشات خود را در محدوده اعداد فرود ۳ تا ۱۰ انجام دادند. آنها مشاهده کردند عمق ثانویه پرش بر روی بستر زبر نسبت به کانال با بستر صاف کاهش دارد و این کاهش با افزایش فاصله بین زبری‌ها، افزایش می‌یابد [۸]. در اکثر مطالعات موانع و زبری‌های نصب شده در بستر جهت کنترل پرش هیدرولیکی بوده است که عامل ایجاد پرش در پیچه بوده است. نصب این موانع معمولاً در محل تشکیل پرش و تاثیر این موانع بر خصوصیات پرش مورد بررسی قرار گرفته است. لذا در این مقاله، مطالعات آزمایشگاهی جهت بررسی تأثیر ابعاد و فواصل موانع ربع دایره ای بر مشخصات پرش هیدرولیکی شامل طول، ارتفاع ثانویه، محل تشکیل و میزان اتلاف انرژی بررسی و نتایج به دست آمده ارائه و مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته اند.

۲- شرح مسئله

آزمایشات مورد نظر در کانالی مستطیلی با ۶ متر طول، ۰/۲ متر عرض و ۰/۳ متر ارتفاع در آزمایشگاه سیالات دانشگاه حکیم سبزواری انجام شده است. دبی مورد نظر به وسیله یک پمپ سانتریفیوژ تأمین می‌شود که امکان ایجاد تغییرات در دبی ورودی به کانال با شیر تعبیه شده قبل از ورود به کانال وجود دارد (شکل ۱). امکان ایجاد تغییرات در شیب کانال وجود دارد. جهت ایجاد پرش هیدرولیکی در ابتدای کانال یک سرریز مستطیلی و در انتهای کانال موانع مورد نظر نصب شده است. طراحی عمق سنج جهت اندازه گیری عمق جریان با خطای ۰/۱ mm و همچنین کالیبره کردن آن با کف کانال جهت سهولت کار و انجام داده‌برداری‌ها به صورت دقیق صورت گرفته است. عمق سنج قابلیت جابجایی در موازات کانال را دارد تا بتوان عمق را در هر نقطه از کانال اندازه گیری نمود. همچنین جهت ایجاد پرش هیدرولیکی، تاج قوس دار سرریز ابتدای کانال با زاویه مناسب از کف قرار داده شده است. در پیچه انتهای کانال به صورت کاملاً باز قرار داده شده تا فقط تاثیرات موانع بررسی شود. جهت محاسبه دبی عبوری از یک سرریز مثلثی در مخزن اولیه و مطابق رابطه زیر استفاده شده است. در این رابطه، Q دبی عبوری و h ارتفاع آب در داخل مخزن و در پشت سرریز مثلثی است.

$$Q = 1.35h^{2.5} \quad (1)$$

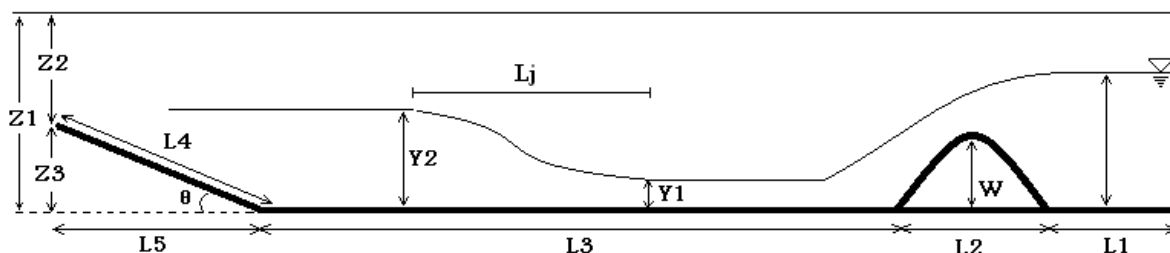
² Hughes and Flak

³ Rajaratnam



شکل ۱: فلوم مورد استفاده جهت بررسی تأثیر موانع بر پرس هیدرولیکی

طرح شماتیک محدوده مورد مطالعه و روش نصب مانع در انتهای کانال برای مانع نیم دایره در شکل ۲ نشان داده شده است.



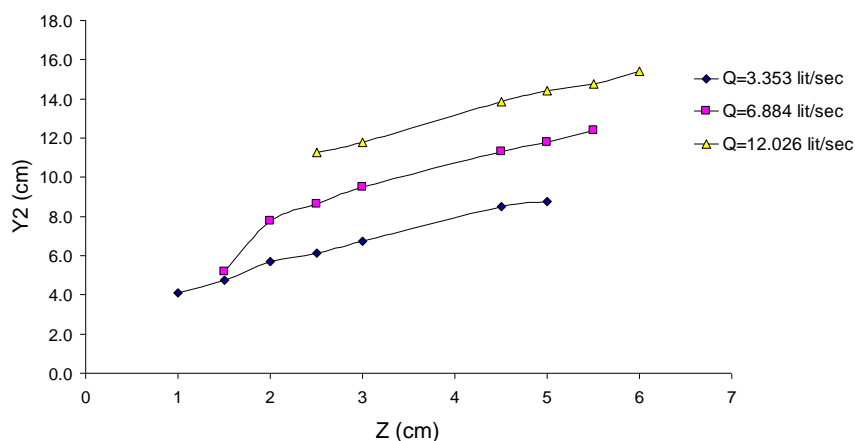
شکل ۲: طرح شماتیکی پرس هیدرولیکی شکل گرفته در پایین دست مانع نیم دایره ای شکل

۳- نتایج

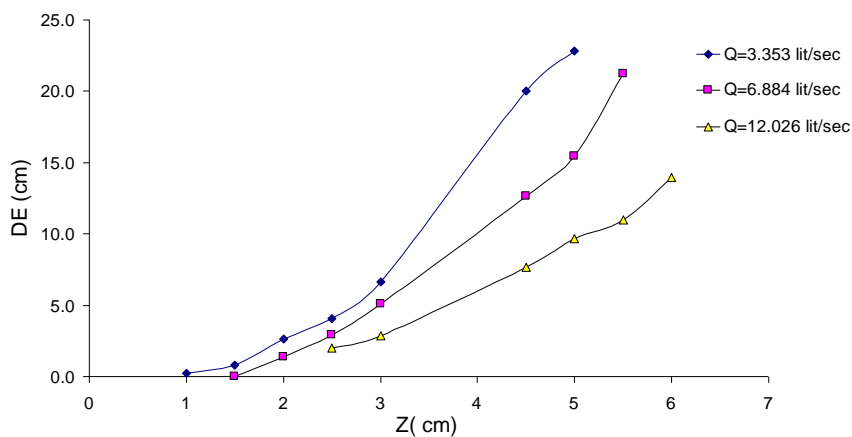
در این تحقیق، سه مانع با اشکال نیم دایره، مثلث و مربع در مسیر جریان عبوری از یک کانال قرار داده شده و مشخصات پرس هیدرولیکی شکل گرفته به ازاء مقادیر مختلف دبی و وجود سرریز در ابتدای کانال، مورد بررسی قرار می گیرند. پارامترهای اصلی مورد بررسی شامل افت انرژی و ارتفاع عمق ثانویه هستند. در این فصل نتایج به دست آمده ارائه و مورد بررسی قرار گرفته اند.

۳-۱- نتایج مربوط به موانع نیم دایره

در این مرحله، با قرار دادن موانع نیم دایره با ارتفاع ۸ سانتیمتر، عرض ۱۶ سانتیمتر در کانال مستطیلی با عرض ۲۰/۵ سانتیمتر قرار داده و مشخصات پرس هیدرولیکی شامل عمق ثانویه (Y_2) و افت انرژی (DE) اندازه گیری و در شکل ۴ و ۵ نشان داده شده است.



شکل ۴: تغییرات عمق ثانویه در پرش هیدرولیکی شکل گرفته در کانال با استفاده از مانع نیم دایره ای شکل

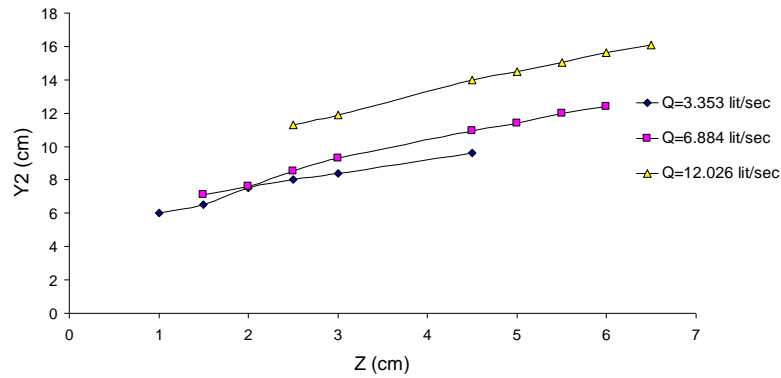


شکل ۵: تغییرات افت انرژی در پرش هیدرولیکی شکل گرفته در کانال با استفاده از مانع نیم دایره ای شکل

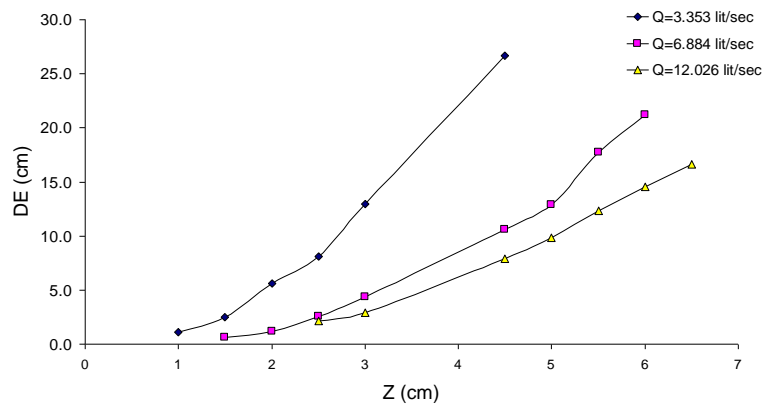
نتایج به دست آمده نشان می دهد، هنگام استفاده از موانع نیم دایره، با افزایش دبی جریان، افت انرژی کاهش می یابد بطوریکه با دو برابر شدن دبی جریان، افت انرژی در حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد کاهش می یابد. همچنین با افزایش دبی، عمق ثانویه پرش افزایش می یابد بطوریکه با دو برابر شدن دبی جریان، این عمق در حدود ۲۰ تا ۵۰ درصد افزایش می یابد.

۲-۳- نتایج مربوط به موانع مثلثی

در این مرحله، با قرار دادن موانع مثلثی با ارتفاع ۸ سانتیمتر، عرض ۱۶ سانتیمتر در کانال مستطیلی با عرض ۲۰/۵ سانتیمتر قرار داده و مشخصات پرش هیدرولیکی شکل گرفته اندازه گیری و در اشکال ۶ و ۷ آورده شده اند.



شکل ۶: تغییرات عمق ثانویه در پرش هیدرولیکی شکل گرفته در کانال با استفاده از مانع مثلثی شکل

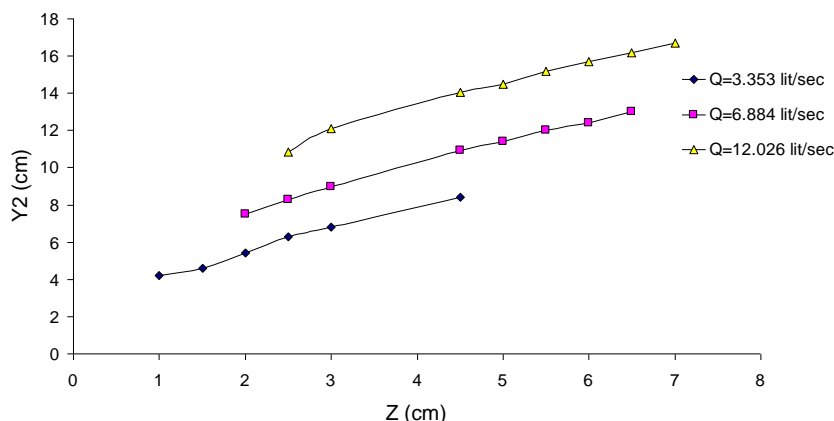


شکل ۷: تغییرات افت انرژی در پرش هیدرولیکی شکل گرفته در کانال با استفاده از مانع مثلثی شکل

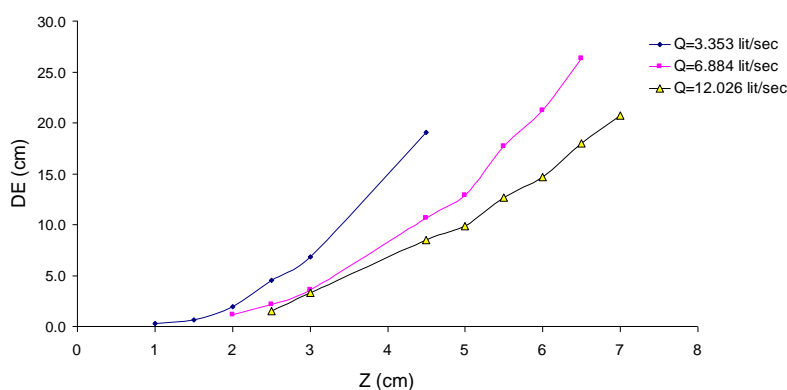
نتایج به دست آمده نشان می دهد هنگام استفاده از موانع مثلثی، با افزایش دبی جریان، افت انرژی کاهش می یابد بطوریکه با دو برابر شدن دبی جریان، افت انرژی در حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد کاهش می یابد. همچنین با افزایش دبی، عمق ثانویه پرش افزایش می یابد بطوریکه با دو برابر شدن دبی جریان، این عمق در حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد افزایش می یابد.

۳-۳- نتایج مربوط به موانع مربعی

در این مرحله، با قرار دادن موانع مثلثی با ارتفاع ۸ سانتیمتر، عرض ۱۶ سانتیمتر در کانال مستطیلی با عرض ۲۰/۵ سانتیمتر قرار داده و مشخصات پرش هیدرولیکی شکل گرفته اندازه گیری و در اشکال ۸ و ۹ آورده شده اند.



شکل ۸: تغییرات عمق ثانویه در پرش هیدرولیکی شکل گرفته در کانال با استفاده از مانع مربعی شکل



شکل ۹: تغییرات افت انرژی در پرش هیدرولیکی شکل گرفته در کانال با استفاده از مانع مربعی شکل

نتایج به دست آمده نشان می دهد هنگام استفاده از موانع مربعی، با افزایش دبی جریان، افت انرژی کاهش می یابد بطوریکه با دو برابر شدن دبی جریان، افت انرژی در حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد کاهش می یابد. همچنین با افزایش دبی، عمق ثانویه پرش افزایش می یابد بطوریکه با دو برابر شدن دبی جریان، این عمق در حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد افزایش می یابد.

۴- نتیجه گیری

در این مقاله تأثیر موانع نیم دایره، مستطیلی و مثلثی شکل بر ایجاد پرش هیدرولیکی در کانال های مستطیلی به طور آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور موانع در مسیر کانال و باعث ایجاد پرش هیدرولیکی در مسیر کانال می شود. پارامترهای مورد بررسی در این تحقیق شامل عمق ثانویه پرش هیدرولیکی و افت انرژی هستند. نتایج به دست آمده نشان می دهد، در صورت نصب مانع نیم دایره، با افزایش دبی جریان، افت انرژی کاهش می یابد بطوریکه با دو برابر شدن دبی جریان، افت انرژی در حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد کاهش می یابد. همچنین با افزایش دبی، عمق ثانویه پرش افزایش می یابد بطوریکه با دو برابر شدن دبی جریان، این عمق در حدود ۲۰ تا ۵۰ درصد افزایش می یابد. همچنین در صورت استفاده از مانع مثلثی، با افزایش دبی جریان، افت انرژی کاهش می یابد بطوریکه با دو برابر شدن دبی جریان، افت انرژی در حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد کاهش می یابد. همچنین با افزایش دبی، عمق ثانویه پرش افزایش می یابد بطوریکه با دو برابر شدن دبی جریان، این عمق در حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد افزایش می یابد. در شرایطی که از مانع مربعی استفاده شود، با افزایش دبی جریان، افت انرژی

چهاردهمین کنفرانس دینامیک شارها FD2012
بیرجند، دانشگاه بیرجند، ۱۲-۱۴ اردیبهشت ۱۳۹۱

کاهش می یابد بطوریکه با دو برابر شدن دبی جریان، افت انرژی در حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد کاهش می یابد. همچنین با افزایش دبی، عمق ثانویه پرش افزایش می یابد بطوریکه با دو برابر شدن دبی جریان، این عمق در حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد افزایش می یابد.

مراجع

- [1] Pagliara S, Carnacina L and Palermo M, 2009, Energy dissipation in presence of block ramps with enlarged stilling basins, Pp.5042-5050. 33rd IAHR Congress, Water engineering for asustainable environment. 4-9 Aug. Vancouver, Canada.
- [2] shukry, A., 1957, The efficiency of floor sills under drowned hydraulic jump, J. Hydr. Div asce, vol. 83, pp. 1-18.
- [3] محمد کریم بیرامی محمد ایلاقی حسینی، ۱۳۸۴، کنترل پرش هیدرولیکی با یک و دو دیواره ممتد در حوضچه آرامش افقی. مجله استقلال سال ۲۴، شماره ۱، جلد اول.
- [4] Najandali A., Esmaili K., Farhoudi J., 2012, The Effect of Triangular Blocks on the Characteristics of Hydraulic Jump, Journal of Water and Soil, Vol. 26, No. 2. P: 282-289.
- [5] Abbaspour A., Hosseinzadeh Dalir A., Farsadizadeh D., Sadraddini A.A., 2009, Effect of sinusoidal corrugated bed on hydraulic jump characteristics, Journal of Hydro-environment Research 3 109e117.
- [6] Hughes W.C., and Flack J.E., 1984, Hydraulic jump properties over a rough bed, Journal of Hydraulic Engineering ASCE. 110:1755-1771.
- [7] Ead S.A., and Rajaratnam N., 2002, Hydraulic jumps on corrugated beds, Journal of Hydraulic Engineering ASCE. 128:656-663.
- [8] Gohari A., and Farhoudi J., 2009, The characteristics of hydraulic jump on rough bed stilling basins, 33rd IAHR Congress. Water Engineering for a Sustainable Environment. Vancouver. British Columbia. August 9-14.

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



نوبت آشنایی
بررسی مقاله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)



PROPOSAL
پروپوزال

نوبت آشنایی
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



نوبت آشنایی
آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو