مجله علمی - پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیـــزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering
سال سوم - شماره ۷ - تابستان ۱۳۸۸
Vol. 3, No. 7, Summer 2009

بررسی هیدرولیک جریان در پروژه ی پخش سیلاب کوثر به منظور تعیین فاصله ی بین کانال های پخش

عبدالعلی عادل پور [۱] و مجید صوفی [۲]
تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۱ تاریخ پذیرش: ۸۸/۶/۱۱

چکیده

یکی از نیازهای اساسی در طراحی پروژه های پخش سیلاب بررسی هیدرولیک جریان و ارایه ی راهکار تعیین فاصله ی کانال های پخش در شرایط محیطی گوناگون است. نقش این کانال ها کاهش قدرت کنشی جریان سطحی بوده و فاصله ی بین آن ها باید به گونه ای طراحی شود که پیش از رسیدن مقادیر تنش برشی و سرعت جریان به آستانه ی فرسایش، به وسیله ی خاکریز پایین دست کاهش یابد. از سوی دیگر در پروژه های پخش سیلاب پارامترهای محیطی گوناگونی نظیر شیب اراضی، بافت خاک، پوشش گیاهی و مقاومت برشی سطح خاک بر هیدرولیک جریان موثر بوده و لازم است با مراجعه به طبیعت و شبیه سازی جریان سطحی تاثیر پارامترهای محیطی را به گونه ی واقعی بررسی نمود. هدف از این پژوهش بررسی هیدرولیک جریان در پروژه های پخش سیلاب و تعیین فاصله ی مناسب بین کانال های پخش در شرایط محیطی یکی از عرصه های مهم پخش سیلاب در گربایگان فسا بوده است. در این پژوهش از یک دستگاه فلوم صحرایی از جنس آهن سیاه به طول ۱۲۰ متر، عرض ۰/۴ متر و ارتفاع دیواره ها ۰/۲۵ متر استفاده شد و با شبیه سازی جریان سطحی به ارتفاع ۰/۱ متر پارامترهای شدت جریان جاری در فلوم و عمق متوسط جریان در مقاطع عرضی متوالی به گونه ی مستقیم اندازه گیری شده و سایر پارامترها از جمله میانگین سرعت جریان، تنش برشی جریان، عدد فرود و عدد رینولدز با استفاده از معادله های موجود محاسبه شده اند. نتایج این پژوهش نشان می دهد، پارامترهای هیدرولیکی جریان نظیر سرعت متوسط و تنش برشی جریان در امتداد شیب اراضی افزایش می یابد. نمودار تغییرات این پارامترها در طول بستر فلوم خطی و یکنواخت نبوده بلکه متناسب با مقاومت برشی سطح خاک تغییر کرده است. نوع و شکل جریان اغلب متلاطم و زیر بحرانی بوده و تنها در انتهای بستر فلوم که سرعت جریان افزایش می یابد، جریان فرا بحرانی شده و شرایط به تدریج برای شروع فرسایش فراهم می شود. در این پژوهش تنش برشی بیشینه در فاصله ی حدود ۷۵ متری از ابتدای فلوم تشکیل شده است و اگر تنش برشی جریان به عنوان پارامتر فرسایندگی جریان فرض شود، پیشنهاد می شود این طول به عنوان فاصله ی بین کانال های پخش در ایستگاه کوثر در نظر گرفته شود.

واژه های کلیدی: پخش سیلاب، بررسی هیدرولیک جریان، فلوم صحرایی، ایستگاه تحقیقاتی کوثر و فاصله ی بین کانال های پخش

مقدمه

پخش سیلاب نوعی آبیاری سطحی است که در آن سیلاب از راه تاسیسات آبگیری به کانال های پخش منتقل شده و سپس جریان سطحی از روی لبه های تراز به صورت یک لایه ی نازک چند سانتی متری در امتداد شیب اراضی جاری می شود[۴]. هیدرولیک جریان در اراضی پخش سیلاب تابعی از توپوگرافی، شیب، بافت، نفوذپذیری، پوشش گیاهی و مقاومت برشی سطح خاک می باشد [۲و۱]. برخی از پژوهشگران پژوهش های خود را با استفاده از فلوم های صحرایی و ایجاد رواناب روی سطح خاک طبیعی و دست نخورده انجام داده اند[۳]. برخی دیگر از فلوم های آزمایشگاهی استفاده کرده و با ایجاد رواناب سطحی روی نمونه های خاک دست خورده واکنش سیستم را تحلیل نموده اند. هورتون[۸] با مراجعه به طبیعت و مشاهده ی آثار فرسایش متوجه شدند، جریان سطحی پس از طی مسافتی از خط الراس حوضه ها متمرکز شده و تنش برشی حاصل از آن قادر به تشکیل سر کانال و شروع فرسایش شیاری است. پواسون و همکاران [۹] و گاورز و پواسون [۷] تاثیر عامل های محیطی بر آستانه ی فرسایش را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که سرکانال در اثر تمرکز جریان سطحی در مسیرهای زهکش طبیعی یا خط القعر دره ها، جویچه ها، خط اثر تراکتور، جاده های دسترسی خاکی و میکروتراس های عبور دام به وجود آمده است. اسمیت و بریترتون[۱۱] نشان دادند با افزایش فاصله از خط الراس دامنه ها، رواناب سطحی و رسوب افزایش یافته، از سوی دیگر

۱- نویسنده ی مسئول و استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس ali-adelpoure@yahoo.com
۲- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

Archive of SID
www.SID.ir

سطح زمین در مقابل این تغییرات پایدار نبوده و در مسافتی از نوک تپه با همگرایی و تمرکز جریان، دچار برش و تشکیل سرکانال می شود. آنها همچنین نشان دادند شکل نیم رخ تپه باید به صورت مقعر و یا فرورفتگی باشد، تا با همگرایی جریان، شرایط جهت ناپایداری سطح خاک مهیا شود و در تپه هایی که شکل نیم رخ آنها محدب یا برآمده است، در مقابل، تمامی تغییرات یا آشفتگی ها مقاوم و پایدارند. بلاک و مونت گومری [۵] در پژوهش های خود تاثیر ریشه ی گیاهان بر آستانه ی فرسایش را بررسی نمودند و نشان دادند که وجود ریشه ها در خاک مقاومت برشی سطح خاک را افزایش داده، مانع از تمرکز جریان می شود و با تخریب ریشه ها به وسیله ی جوندگان از جمله موش ها و ایجاد حفره در خاک، شرایط جهت تمرکز جریان و شروع فرسایش شیاری فراهم می شود. پواسون و همکاران [۹] با انجام آزمایش های صحرایی نشان دادند که وجود سنگریزه در لایه ی سطحی خاک مقاومت برشی جریان را افزایش داده و فرسایش ناشی از تمرکز جریان کاهش می یابد. یکی از عامل های موثر دیگر بر آستانه ی فرسایش، مقاومت برشی ناشی از پوشش گیاهی در سطح خاک است. در این رابطه پروسر و دیتریخ [۱۰] در پژوهش های خود واقع در سواحل کالیفرنیا با استفاده از فلوم صحرایی و تهیه ی داده های واقعی هیدرولیک و رسوب در اراضی دست نخورده، نشان دادند ۹۰ درصد مقاومت برشی جریان ناشی از اندام های پوشش گیاهی است و تنش برشی معادل ۳۰۰۰- ۱۸۰۰ دین بر سانتی متر مربع لازم است تا سر کانال تشکیل شود در صورتی که با برداشت علوفه تا سطح خاک این مقاومت تا ۲۵ درصد کاهش یافته و تنش برشی آستانه ی فرسایش به ۲۵۰ دین بر سانتی متر مربع می رسد. کراچ و نوروزی [۶] برای اراضی لخت و بدون پوشش گیاهی با چسبندگی کم تنش برشی برابر با ۶ تا ۴۴ دین بر سانتی متر مربع گزارش کرده است. در این پژوهش با ایجاد جریان های سطحی با شدت جریان معین در بستر طبیعی و دست نخورده فلوم صحرایی پارامترهای هیدرولیکی جریان (دبی، عمق، سرعت و تنش برشی جریان) اندازه گیری و یا محاسبه می شود، تا از راه بررسی تغییرات این پارامترها در طول بستر فلوم، فاصله ی مناسب بین کانال های پخش مشخص گردد.

مواد و روش ها

در این پژوهش با شبیه سازی جریان های سطحی روی سطح خاک دست نخورده، تاثیر پارامترهای گوناگون محیطی بر هیدرولیک جریان و فرسایش مورد بررسی قرار گرفت .برای این منظور از یک دستگاه فلوم صحرایی روباز به طول ۱۲۰ متر، عرض ۰/۴ متر و ارتفاع دیواره ها ۰/۲۵ متر استفاده شد. این پژوهش در اراضی انتهایی شبکه ی پخش سیلاب چاه قوچ به عنوان معرف شبکه های پخش سیلاب در ایستگاه کوثر انجام گرفت. عملیات صحرایی طی دو مرحله به شرح زیر انجام گردید.

۱- تجهیز کارگاه

یکی از مهم ترین مراحل عملیات صحرایی تجهیز کارگاه شامل تامین و ذخیره سازی آب مورد نیاز، تنظیم میزان آب ورودی به فلوم، آرامش جریان و اندازه گیری آن می باشد.

الف - احداث حوضچه ی ذخیره: با توجه به نزدیکی اراضی کشاورزی به محل اجرای طرح، از امکانات پمپ و استخر ذخیره ی یکی از اهالی استفاده شد. حجم تقریبی استخر ۱۰۰ متر مکعب که به وسیله ی دو دستگاه پمپ ذخیره و سپس با استفاده از شیر فلکه ی نصب شده در کف استخر، میزان آب خروجی تنظیم می گردید.

ب- احداث حوضچه ی آرامش: آب خروجی از استخر به وسیله ی کانالی خاکی و روباز وارد حوضچه ی آرامش می گردید. این حوضچه به صورت گودالی درون زمین در بالا دست فلوم احداث شده بود که به وسیله ی سنگ های درشت موجود در کف آن، جریان ورودی آرام شده و با پر شدن حوضچه ی آرامش و افزایش سطح آب، عمق آب ورودی به فلوم تنظیم می گردید. برای این کار از سرریز جانبی استفاده شده بود. به گونه ای که اگر عمق آب ورودی به فلوم از ۱۰ سانتی متر تجاوز می کرد، بلافاصله حجم آب زیادی از راه سرریز اضطراری تخلیه شده، مانع از افزایش عمق جریان ورودی به فلوم می شد.

ج - نصب پارشال فلوم ها: یکی از پارامترهای اساسی و مهم هیدرولیکی که باید در هر آزمایش اندازه گیری شود، دبی جریان است. این مهم به وسیله ی پارشال فلوم های نصب شده در ابتدا و انتهای فلوم انجام گرفت. در این پژوهش جنس پارشال فلوم ها از آهن گالوانیزه، عرض گلوی آنها ۷/۵ سانتی متر و هم محور با فلوم اصلی کار گذاشته شده بودند.

د - نصب فلوم: عملیات نصب فلوم از دقت زیادی برخوردار بود. زیرا می بایست قطعات فلزی دیواره های فلوم که هر کدام ۳ متر طول داشتند در یک امتداد نصب شوند، دست کم ۱۰ سانتی متر از ارتفاع دیواره ها درون خاک قرار داده شوند تا مانع از تشکیل پدیده ی زیرشویی گردد. از سوی دیگر نمی باید خاک درون فلوم دست خورده شوند. برای این منظور ابتدا در سطح خاک شیاری باریک ایجاد کرده سپس با مرطوب کردن آن، دیواره های فلوم با چکش و ضربه درون خاک قرار داده شدند.

۲- اندازه گیری پارامترهای هیدرولیکی جریان

برای این منظور عملیات صحرایی در سه تکرار با جابه جایی فلوم در کنار یکدیگرانجام گرفت. به گونه ای که ویژگی های خاک و توپوگرافی اراضی از جمله میانگین شیب در بستر فلوم (S= ۰/۰۰۴) در تمامی تکرارها تقریبا ثابت بودند. مدت هر آزمایش ۶۰ دقیقه و پارامترهای هیدرولیکی جریان نظیر دبی جریان، میانگین عمق جریان و غلظت رسوب در فاصله های زمانی گوناگون به گونه ی مستقیم اندازه گیری شدند (شکل۱). فاصله های زمانی شامل ۰، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ دقیقه از

Archive of SID
www.SID.ir

شروع هر آزمایش در نظر گرفته شد. دبی جریان با استفاده از پارشال فلوم های نصب شده در ابتدا و انتهای فلوم و با انتخاب ۱۰ ایستگاه به فاصله ی ۱۲ متر از یکدیگر میانگین عمق جریان در طول فلوم اندازه گیری شدند. به منظور دقت بیش تر در هر ایستگاه عمق جریان در ۴ نقطه از هر مقطع عرضی که به فاصله ی ۱۰ سانتی متر از یکدیگر قرار داشتند، اندازه گیری شده، تا از این راه، میانگین عمق جریان در آن ایستگاه محاسبه گردد. سایر پارامترهای هیدرولیکی جریان شامل میانگین سرعت جریان، عدد رینولدز، عدد فرود و تنش برشی جریان از داده های اولیه اندازه گیری شده و معادله های مربوطه محاسبه شدند.

نتایج

در این پژوهش عملیات صحرایی در سه تکرار انجام گرفت. تکرارهای اول و دوم در شرایط طبیعی و تقریبا" مشابه در منطقه اجرا شدند تا نتایج به دست آمده با هم مقایسه و ارزیابی گردد. از سوی دیگر وجود پارشال فلوم در بخش انتهایی فلوم هیدرولیکی که آن هم به منظور اندازه گیری دبی جریان نصب شده بود، در تکرارهای اول و دوم شرایط را برای پس رفت سطح آب و کاهش سرعت جریان در انتهای فلوم فراهم کرده بود، بنابراین در آزمایش سوم با حذف پارشال فلوم انتهایی تلاش گردید تا پس رفت سطح آب و کاهش سرعت جریان در انتهای فلوم از بین برده شود. تعدادی از پارامترهای هیدرولیکی جریان به گونه ی مستقیم اندازه گیری شده و تعدادی دیگر از راه معادله های مربوطه به دست آمده است.

الف- پارامترهای هیدرولیکی اندازه گیری شده

این پارامترها شامل شدت جریان جاری در فلوم و میانگین عمق جریان در مقاطع عرضی متوالی بودند. در هر آزمایش شدت جریان چندین بار به وسیله ی پارشال فلوم های نصب شده در ابتدا و انتهای فلوم اندازه گیری شد. در اغلب آزمایش ها اعداد دبی اندازه گیری شده در پارشال فلوم ها بسیار به یکدیگر نزدیک بوده که خود حاکی از نفوذپذیری کم در بستر فلوم و رسیدن جریان به شرایط پایدار می باشد (جدول های ۱ و ۲).

همچنین در هر آزمایش با اندازه گیری مستقیم عمق جریان در ایستگاههای متوالی و در فاصله های زمانی گوناگون میانگین عمق جریان در هر ایستگاه محاسبه شده است (جدول های ۳ و ۴).

ب - پارامترهای هیدرولیکی محاسبه شده

در این پژوهش با فرض ثابت ماندن میانگین شدت جریان در هر آزمایش و اندازه گیری مستقیم میانگین عمق جریان در مقاطع عرضی متوالی، سایر پارامترهای هیدرولیکی جریان محاسبه شده است. برای این منظور عدد رینولدز از رابطه ی زیر به دست می آید.

شکل ۱ - فلوم راه اندازی شده جهت اندازه گیری پارامترهای هیدرولیکی و رسوب

جدول ۱ - نمونه ای از داده های دبی جریان در پارشال فلوم ابتدایی (ورودی)

دبی جریان (lit/s)	عمق آب درچاهک (ب) (cm)	عمق آب درچاهک (الف) (cm)	زمان اندازه گیری از شروع آزمایش (min)
۴/۰۶	۱/۵	۸/۷	۳۰
۴/۷۲	۲/۰	۹/۶	۴۰
۴/۷۹	۱/۸	۹/۷	۵۰
۵/۱۶	۲/۴	۱۰/۲	۶۰
Qave.= ۴/۶۸ Lit/Sec			

جدول ۲ - نمونه ای از داده های دبی جریان در پارشال فلوم انتهایی (خروجی)

دبی جریان (lit/s)	عمق آب درچاهک (ب) (cm)	عمق آب درچاهک (الف) (cm)	زمان اندازه گیری از شروع آزمایش (min)
۴/۱۴	۶/۲	۸/۸	۲۴
۴/۳۰	۶/۱	۹/۰	۳۸
۴/۷۹	۶/۴	۹/۷	۴۸
۵/۰۰	۶/۰	۱۰/۰	۵۵
Qave.= ۴/۵۸ Lit/Sec			

www.SID.ir

$$Re = uR/v \qquad (1)$$

که در آن Re عدد رینولدز، u میانگین سرعت جریان، R شعاع هیدرولیکی جریان و v لزوجت سینماتیک آب ($v= 0.01cm^2/s$) می باشد و عدد فرود که رابطه ی آن در مقطع مستطیل شکل به شرح زیر است.

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gDh}} \qquad (2)$$

که در آن Fr عدد فرود، V میانگین سرعت جریان، g شتاب ثقل و Dh عمق هیدرولیکی جریان که در کانال مستطیلی برابر با میانگین عمق جریان (y) می باشد و بالاخره تنش برشی جریان از رابطه ی زیر محاسبه می شود.

$$\tau = \gamma RS \qquad (3)$$

که در τ: تنش برشی جریان، γ: وزن مخصوص آب، R شعاع هیدرولیکی جریان و S: شیب سطح آب می باشد. جدول ۵ نمونه ای از داده های هندسی- هیدرولیکی جریان در یکی از آزمایش ها را نشان می دهد.

بحث و نتیجه گیری

۱- بررسی هیدرولیک جریان در طول بستر فلوم

تغییرات پارامترهای میانگین سرعت و تنش برشی جریان در طول بستر فلوم در شکل های (۲) و (۳) آورده شده است که در آنها مقادیر میانگین سرعت جریان و تنش برشی جریان روی لبه کانال های پخش که جریان سطحی از آن محل شروع می شود، ناچیز بوده و در امتداد شیب اراضی افزایش می یابد روند این تغییرات خطی و یکنواخت نبوده بلکه متناسب با مقاومت برشی سطح خاک تغییر کرده است. تنش برشی جریان در فاصله ی ۷۵ متری و سرعت متوسط جریان در فاصله ی ۱۰۰ متری از ابتدای فلوم بیشینه شده است. گفتنی است که اختلافات موجود در بین نمودارهای گوناگون را می توان ناشی از شرایط طبیعی و دست نخورده ی بستر فلوم بررسی نمود. به گونه ای که بستر فلوم نه تنها دارای شیب طولی یکنواخت نبوده بلکه در برخی مقاطع عرضی دارای شیب عرضی نیز می باشد. افزون بر این، ضریب زبری در طول بستر فلوم به دلیل تراکم پوشش گیاهی متفاوت، شرایط را برای ایجاد جریانی نایکنواخت فراهم کرده است. گرچه روند کلی تغییرات پارامترهای هیدرولیکی جریان (سرعت و تنش برشی جریان) در طول بستر فلوم در تمامی نمودارها تقریبا ثابت است، در خصوص آزمایش سوم و اختلاف قابل توجه نمودار آن با نمودارهای آزمایش های دیگر، باید این اختلاف را در حذف پارشال فلوم انتهایی بررسی نمود زیرا با حذف این دستگاه پس رفت سطح آب در طول فلوم از بین رفته و سرعت جریان افزایش می یابد.

جدول ۳- نمونه ای از داده های عمق جریان در ایستگاه شماره ی ۹، در فاصله های زمانی گوناگون

(Qave. = ۴/۶۳ L/S)

زمان (min)	عمق جریان در نقاط گوناگون مقطع عرضی (mm)			
	نقطه ی ۱	نقطه ی ۲	نقطه ی ۳	نقطه ی ۴
۰/۰	۱۵/۰	۱۳/۰	۱۴/۰	۱۶/۰
۲/۵	۲۸/۰	۲۱/۰	۲۰/۰	۲۲/۰
۵/۰	۳۰/۰	۲۳/۰	۱۸/۰	۱۵/۰
۱۰/۰	۲۸/۰	۲۱/۰	۲۲/۰	۱۴/۰
۱۵/۰	۲۷/۰	۲۵/۰	۱۹/۰	۱۲/۰
۲۰/۰	۲۶/۰	۲۵/۰	۲۰/۰	۱۳/۰
۳۰/۰	۲۷/۰	۲۵/۰	۲۰/۰	۱۲/۰
۴۰/۰	۳۰/۰	۲۳/۰	۲۰/۰	۱۳/۰
۵۰/۰	۳۳/۰	۲۷/۰	۲۲/۰	۱۴/۰
۶۰/۰	۳۰/۰	۲۸/۰	۲۴/۰	۱۴/۰
میانگین عمق جریان (mm)	۲۸/۰	۲۳/۷	۱۹/۸	۱۳/۲

۲- بررسی نوع جریان

نوع جریان در یک کانال روباز از راه مقایسه ی نیروی ثقل با نیروی اینرسی جریان مشخص می گردد. برای این منظور از پارامتر

جدول ۴- نمونه ای از داده های میانگین عمق جریان در آزمایش نخست در ایستگاههای گوناگون

(Qave. = ۴/۶۳ L/S)

شماره ی ایستگاه	فاصله از ابتدای فلوم (m)	میانگین عمق جریان (mm)
۱	۵	۵۸/۸
۲	۱۷	۴۱/۴۵
۳	۲۹	۵۵/۷۰
۴	۴۱	۴۸/۳۵
۵	۵۳	۳۲/۴۰
۶	۶۵	۴۳/۳۰
۷	۷۷	۲۰/۸۰
۸	۸۹	۲۱/۸۰
۹	۱۰۱	۲۱/۲۰
۱۰	۱۱۳	۲۳/۱۰

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۵- ویژگی های هندسی- هیدرولیکی جریان در آزمایش نخست
(W= 40 cm., Qave. = ۴/۶۳ L/S)

شماره ی ایستگاه	فاصله از ابتدای فلوم (mm)	داده های رقومی کف بستر (cm)	میانگین عمق جریان (mm)	داده های رقومی سطح آب (cm)	شیب سطح آب (درصد)	میانگین سرعت جریان (cm/sec)	عدد رینولدز (Re)	عدد فرود (Fr)	تنش برشی جریان (dyne/cm)
۱	۵	۸۰/۷۴	۵۸/۸	۸۶/۶۲	۰/۰۶	۱۸/۸۰	۸۵۴۲/۸	۰/۲۵	۳/۵۳
۲	۱۷	۸۱/۷۴	۴۱/۴۵	۸۵/۸۸	۰/۱۵	۲۶/۶۶	۹۱۵۳/۵	۰/۴۲	۶/۲۱
۳	۲۹	۷۸/۵۳	۵۵/۷	۸۴/۱۰	۰/۱۴	۱۹/۸۴	۸۶۴۳/۶	۰/۲۷	۷/۸۰
۴	۴۱	۷۷/۷۱	۴۸/۳۵	۸۲/۵۴	۰/۲۵	۲۲/۸۵	۸۸۹۷/۱	۰/۳۳	۱۲/۰۷
۵	۵۳	۷۴/۷۶	۳۲/۴	۷۸/۰۰	۰/۳۹	۳۴/۱۰	۹۵۰۸/۱	۰/۶۰	۱۲/۶۴
۶	۶۵	۶۸/۷۶	۴۳/۳	۷۳/۰۹	۰/۶۰	۲۵/۵۲	۹۰۸۳/۶	۰/۳۹	۲۵/۹۸
۷	۷۷	۶۱/۴۸	۲۰/۸	۶۳/۵۶	۰/۷۲	۵۳/۱۲	۱۰۰۰۸/۱	۱/۱۷	۱۴/۹۸
۸	۸۹	۵۳/۶۵	۲۱/۸	۵۵/۸۳	۰/۷۹	۵۰/۶۹	۹۹۶۴/۳	۱/۰۹	۱۷/۲۲
۹	۱۰۱	۴۲/۳۴	۲۱/۲	۴۴/۴۶	۱/۱۲	۵۲/۱۲	۹۹۹۰/۴	۱/۱۴	۲۳/۷۴
۱۰	۱۱۳	۲۶/۴۸	۲۳/۱	۲۸/۷۹	۱/۱۳	۴۷/۸۳	۹۹۰۴/۷	۱/۰۱	۳۰/۰۳

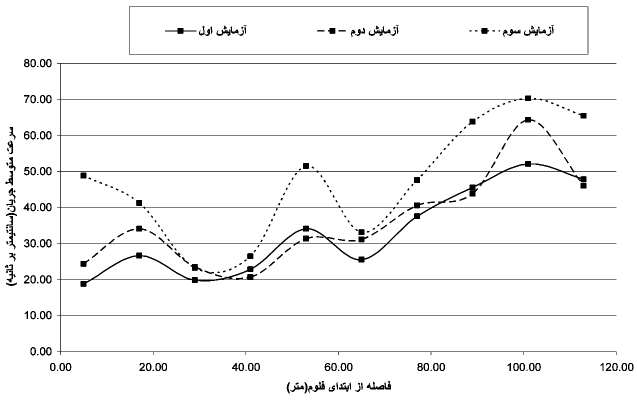
بدون بعد عدد فرود استفاده می‌شود. در این پژوهش با توجه به داده های جدول ۵ اعداد فرود در ابتدای فلوم کم تر از یک و نوع جریان زیر بحرانی است، ولی با افزایش شیب سطح آب و سرعت جریان در طول فلوم، عدد فرود افزایش می یابد، به گونه ای که در انتهای فلوم جریان فرا بحرانی می شود. این موضوع در شکل ۴ به گونه ی دقیق تر بررسی شده است که در آن عدد فرود در فاصله ی ۷۵ متری بیشینه شده است.

۳- بررسی حالت جریان

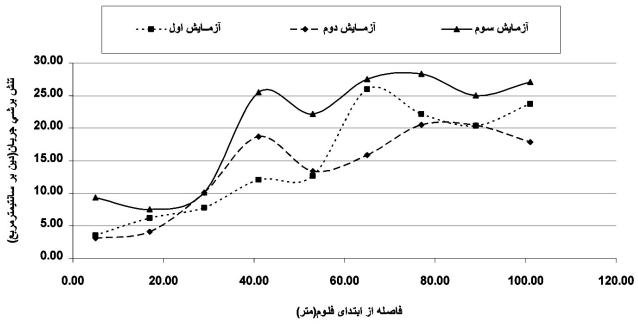
حالت جریان در یک کانال روباز از راه عدد رینولدز که خود بیانگر میزان تلاطم جریان است، بیان می گردد. در این پژوهش با توجه به داده های جدول (۵) اعداد رینولدز از ۸۵۰۰ زیادتر بوده، بنابراین حالت جریان همواره متلاطم بوده است.

۴- نتیجه گیری

با توجه به داده های موجود در این پژوهش، می توان نتیجه گیری کرد که هیدرولیک جریان در شبکه های پخش سیلاب در زمان وقوع سیل ناپایدار و نا یکنواخت است. همچنین نوع و شکل جریان

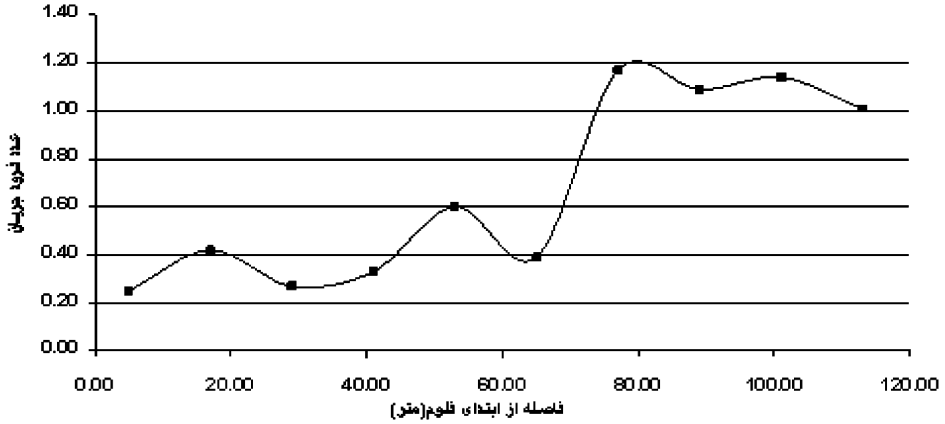


شکل۲- نمودار تغییرات میانگین سرعت جریان در طول بستر فلوم در آزمایش های گوناگون



شکل۳- نمودار تغییرات تنش برشی جریان در طول بستر فلوم در آزمایش های گوناگون

www.SID.ir



شکل۴- نمودار تغییرات عدد فرود در طول بستر فلوم در آزمایش نخست

همواره متلاطم و اغلب زیر بحرانی است. این نتیجه با نتایج پژوهش های پروسر و دیتریخ [۱۰] که در سواحل کالیفرنیا انجام شده است، هماهنگ می باشد، همچنین با توجه به افزایش سرعت و تنش برشی جریان در انتهای فلوم و تشکیل جریان فرا بحرانی و فراهم شدن شرایط برای شروع فرسایش لازم است با احداث آبراهه پخش بعدی و خاکریز آن سرعت و یا تنش برشی جریان کاهش یابد. از سوی دیگر اگر تنش برشی جریان را به عنوان پارامتر فرسایندگی بستر در نظر بگیریم، بیشینه ی تنش برشی جریان در فاصله ی ۷۵ متری از ابتدای فلوم تشکیل شده است که می توان آن را به عنوان فاصله ی مناسب بین کانال های پخش در ایستگاه کوثر توصیه نمود.

منابع

۱- رفاهی، ح. ق. ۱۳۷۸. فرسایش آبی و کنترل آن، دانشگاه تهران، شماره ی انتشار ۲۲۹۸، ۵۵۱ صفحه.

۲- شفاعی بجستان، م. ۱۳۷۳. هیدرولیک رسوب. دانشگاه شهید چمران اهواز، شماره ی ۱۶۴، ۴۳۸ صفحه.

۳- مورگان، آر. پی. سی. ۱۳۶۸. فرسایش و حفاظت خاک، (ترجمه امین علیزاده). انتشارات آستان قدس، ۲۵۸ صفحه.

۴- کوثر، س. آ. ۱۳۷۴. مقدمه ای بر مهار سیلاب ها و بهره برداری بهینه از آنها. موسسه ی تحقیقات مراتع و جنگل ها، تهران، شماره ۱۵۰، ۵۴۲ صفحه

5- Black, T.A. and Montgomery, D.R. 1991. Sediment transport by burroeing mammals, Marine County, California. Earth Surf. Process. Landforms, 16:163-172.

6- Crouch, R.J. and Novruzi, T. 1989. Threshold Condition for Rill Initiation on a Vertisol, Gunedah, N.S.W.Australia, Catena 16:101-110.

7- Govres, G. and Poeson, J. 1988. Assessment of the Interrill and Rill Contribution to Total Soil Loss from an Upland Field Plot. Geomorphology 1, 343-354.

8- Horton, R.E. 1945. Erosional Development of Stream and Their Drainage Basins, Hydro physical Approach to quantitative Morphology, Geological Society.

9- Poesen, J.De., Luna, E., Franca, A., Nachtergaele, J. and Govers, G. 1999. Concentrates flow erosion rates as affected by rock fragment cover and initial soil moisture content. Catena, 36:315-329.

10- Prosser, I.P., William, E. and Dietrich, W.E. 1995. Flow resistance and sediment transport by concentrates flow in a grassland valley, Geomorphology, 13:71-86.

11- Smith, T.R. and Bretherton, F.P. 1972. Stability and the Conservation of Mass in Drainage Basins Evolution. Water Resource. Res. 8:1506-1529.

Archive of SID

www.SID.ir