بررسی صحرایی آستانه فرسایش کانالی، در طرح‌های پخش سیلاب

عبدالعلی عادل‌پور[1]، مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس
مجید صوفی، استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۰۷/۰۸ **پذیرش مقاله:** ۱۳۸۹/۱۱/۰۹

چکیده

یکی از نیازهای اساسی در طراحی طرح‌های پخش سیلاب، بررسی پدیده فرسایش و رسوب و ارائه دستورالعمل تعیین فاصله کانال‌های پخش، در شرایط محیطی مختلف است. نقش این کانال‌ها کاهش قدرت کنشی جریان سطحی بوده و فاصله بین آن‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی شود که پارامترهای هیدرولیکی جریان، قبل از رسیدن به آستانه فرسایش توسط خاک‌ریز پائین‌دست کاهش یابد. از طرف دیگر در طرح‌های پخش سیلاب پارامترهای محیطی مختلفی نظیر شیب اراضی، بافت خاک، پوشش گیاهی و مقاومت برشی سطح خاک بر هیدرولیک جریان و فرسایش مؤثر بوده و لازم است با مراجعه به طبیعت و شبیه‌سازی جریان سطحی، تاثیر پارامترهای محیطی را به‌طور واقعی بررسی کرد. هدف از این تحقیق بررسی پدیده فرسایش و رسوب به‌منظور تعیین محل تشکیل آستانه فرسایش کانالی، در شرایط محیطی پخش سیلاب در گربایگان فسا بوده است. در این تحقیق از یک دستگاه فلوم صحرایی از جنس آهن سیاه به‌طول ۱۲۰ متر و عرض و ارتفاع ۴۰ و ۲۵ سانتی‌متر استفاده شد و با شبیه‌سازی جریان سطحی به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر، پارامترهای شدت جریان جاری در فلوم و عمق متوسط جریان در مقاطع عرضی متوالی، به‌طور مستقیم اندازه‌گیری شده و سایر پارامترها از جمله سرعت متوسط جریان و تنش برشی جریان با استفاده از معادلات موجود محاسبه شده‌اند. همچنین به‌منظور بررسی پدیده فرسایش و رسوب در طول بستر فلوم، اطلاعات رقومی بستر در مقاطع عرضی متوالی که به فاصله یک‌متر از یک‌دیگر قرار داشتند، در دو مرحله قبل و بعد از هر آزمایش اندازه‌گیری شده تا از طریق مقایسه و محاسبه عمق فرسایش و یا رسوب در طول بستر فلوم، محل تشکیل سرکانال مشخص گردد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد پدیده فرسایش و رسوب، متناسب با تغییرات تنش برشی جریان به‌طور پراکنده در طول بستر فلوم انجام می‌شود. در همین رابطه پارامتر تنش برشی جریان هم در طول بستر فلوم، متناسب با شیب و ضریب زبری بستر، متغیر بوده و مقدار آن در فاصله ۷۵ متری از ابتدای فلوم به بیشینه می‌رسد. از طرف دیگر براساس اطلاعات رقومی بستر فلوم در مقاطع عرضی متوالی، در مراحل قبل و بعد از هر آزمایش بیشینه عمق فرسایش ۳ سانتی‌متر در فاصله ۷۵ متری از ابتدای فلوم تشکیل شده است. بنابراین اگر عمق ۳ سانتی‌متری فرسایش را به‌عنوان سرکانال فرض کنیم، فاصله آستانه فرسایش کانالی از ابتدای فلوم در این تحقیق ۷۵ متر بوده و می‌توان آن‌را به‌عنوان فاصله مناسب بین کانال‌های پخش، در ایستگاه کوثر توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: پارامترهای هیدرولیکی، تنش برشی، طراحی، فرسایش و رسوب، فلوم صحرایی

مقدمه

پخش سیلاب یک نوع آبیاری سطحی است که در آن سیلاب از طریق تاسیسات آب‌گیری به کانال‌های پخش منتقل شده و سپس جریان سطحی از روی لبه‌های تراز به‌صورت یک لایه نازک چند سانتی‌متری، در امتداد شیب اراضی جاری می‌شود. نوع جریان کم عمق و عریض بوده و هیدرولیک جریان، اغلب ناپایدار و غیر یک‌نواخت است.

[1] adelpour@farsagres.ir

بنابراین پیش‌بینی پدیده فرسایش و رسوب بسیار پیچیده بوده و لزوم مراجعه به طبیعت و استفاده از توپوگرافی اراضی و شیب، بافت و نفوذپذیری خاک، پوشش گیاهی و مقاومت برشی سطح خاک ضروری است.

در تحقیقی، Horton (۱۹۴۵)، برای اولین بار از مفهوم آستانه فرسایش استفاده نمود و نشان داد که جریان سطحی پس از طی مسافتی از آب‌پخشان (خطالراس) حوزه‌ها، متمرکز شده و تنش برشی حاصل از آن قادر به کنش ذرات بستر جریان می باشد. Smith و Bretherton (۱۹۷۲)، نشان دادند با افزایش فاصله از آب‌پخشان دامنه‌ها، رواناب سطحی و رسوب افزایش می‌یابد. از طرف دیگر سطح زمین در مقابل این تغییرات پایدار نبوده و در مسافتی از نوک تپه با هم‌گرایی و تمرکز جریان، دچار برش و تشکیل سرکانال می‌شود. آن‌ها همچنین نشان دادند که شکل نیم‌رخ تپه باید به‌صورت مقعر و یا فرورفتگی باشد، تا با هم‌گرایی جریان، شرایط جهت ناپایداری سطح خاک مهیا شود. ضمن آن‌که تپه‌هایی که شکل نیم‌رخ آن‌ها به‌صورت محدب یا برآمده است، در مقابل کلیه تغییرات یا آشفتگی‌ها مقاوم و پایدار هستند.

در تحقیقی دیگر، Poeson و همکاران (۱۹۹۹) و Govers و Poeson (۱۹۸۸)، تأثیر عوامل محیطی بر آستانه فرسایش را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که فرسایش در اثر تمرکز جریان سطحی در مسیرهای زهکش طبیعی یا خط القعر دره‌ها، جویچه‌ها، خط اثر تراکتور، جاده‌های دسترسی خاکی و میکروتراس‌های عبور دام، به‌وجود آمده است. Black و Montgomery (۱۹۹۱)، در تحقیقات خود تاثیر ریشه گیاهان بر آستانه فرسایش را بررسی نمود و نشان داد که وجود ریشه‌ها در خاک، موجب چسبندگی ذرات و مانع از تمرکز جریان می‌شود و با تخریب ریشه‌ها توسط جوندگان از جمله موش‌ها و ایجاد حفره در خاک، شرایط جهت تمرکز جریان و شروع فرسایش، فراهم می‌شود. Poeson و همکاران (۱۹۹۹)، با انجام آزمایش‌های صحرایی نشان دادند وجود سنگ‌ریزه در لایه سطحی خاک، مقاومت برشی جریان را افزایش داده و فرسایش کاهش می‌یابد. یکی از عوامل مؤثر دیگر بر آستانه فرسایش، مقاومت برشی ناشی از پوشش گیاهی در سطح خاک است. در این رابطه Prosser و Dietrich (۱۹۹۵)، در تحقیقات خود واقع در سواحل کالیفرنیا با استفاده از فلوم صحرایی و تهیه اطلاعات واقعی هیدرولیک و رسوب در اراضی دست نخورده، نشان دادند که ۹۰ درصد مقاومت برشی جریان، ناشی از اندام‌های پوشش گیاهی است و تنش برشی آستانه فرسایش را معادل ۳۰۰۰-۱۸۰۰ دین بر سانتی‌متر مربع به‌دست آوردند. در صورتی‌که با برداشت علوفه تا سطح خاک این مقاومت تا ۲۵ درصد کاهش یافته و تنش برشی آستانه فرسایش به ۲۵۰ دین برسانتی‌متر مربع رسیده است. Crouch و Novruzi (۱۹۸۹)، تنش برشی آستانه فرسایش را برای اراضی لخت و بدون پوشش گیاهی با چسبندگی کم، ۶ تا ۴۴ دین بر سانتی‌متر مربع گزارش کرده است.

چنانچه ملاحظه می‌شود عوامل محیطی مختلفی بر هیدرولیک جریان و آستانه فرسایش مؤثر است و نمی‌توان آن‌را با استفاده از نتایج تحقیقات دیگران الگوسازی نمود. بنابراین مراجعه مستقیم به طبیعت و اندازه‌گیری واقعی پارامترهای هیدرولیکی جریان و رسوب ضروری است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از یک دستگاه فلوم صحرایی روباز به‌طول ۱۲۰ متر، عرض۰/۴متر و ارتفاع دیواره‌های ۰/۲۵ متر استفاده شد و به‌منظور جلوگیری از پدیده زیرشویی ۱۰سانتی‌متر ارتفاع دیواره‌ها، درون خاک قرار داده شدند (شکل ۱). عملیات صحرایی در دو مرحله به‌شرح زیر انجام شد.

تجهیز کارگاه: در این تحقیق یکی از مهم‌ترین مراحل، تجهیز کارگاه تأمین و ذخیره سازی آب مورد نیاز در هر آزمون بود. سپس می‌بایست میزان آب ورودی به فلوم، قابل کنترل و اندازه‌گیری باشد، تا در مراحل نهایی با آرام سازی جریان، آب وارد فلوم گردد. مراحل تجهیز کارگاه به شرح زیرانجام گردید.

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

ب- احداث حوضچه آرامش: آب خروجی از استخر توسط کانالی خاکی و روباز وارد حوضچه آرامش می‌شد. این حوضچه به‌صورت گودالی درون زمین، در بالادست فلوم احداث شده بود که توسط سنگ‌های درشت موجود در کف آن جریان ورودی آرام شده، سپس با پرشدن حوضچه آرامش و افزایش سطح آب، عمق آب ورودی به فلوم تنظیم می‌گردید. برای این کار از سرریز جانبی استفاده شد. به‌طوری که اگر عمق آب ورودی به فلوم از ۱۰ سانتی‌متر تجاوز می‌کرد، بلافاصله حجم آب زیادی از طریق سرریز اضطراری، تخلیه شده و مانع افزایش عمق جریان ورودی به فلوم می‌شد.

ج- نصب پارشال فلوم‌ها: یکی از پارامترهای اساسی و مهم هیدرولیکی که باید در هر آزمایش اندازه‌گیری شود، دبی جریان است. این مهم توسط پارشال فلوم‌های نصب شده در ابتدا و انتهای فلوم انجام گرفت. در این تحقیق جنس پارشال فلوم‌ها از آهن گالوانیزه، عرض گلوی آن‌ها ۷/۵ سانتی‌متر و هم محور با فلوم اصلی کار گذاشته شده بودند (شکل ۱).

د- نصب فلوم: عملیات نصب فلوم از دقت زیادی برخوردار بود. زیرا می‌بایست قطعات فلزی دیواره‌های فلوم که هر کدام سه متر طول داشتند در یک امتداد نصب شوند و کمینه ۱۰سانتی‌متر از ارتفاع دیواره‌ها درون خاک قرار داده شود تا مانع از تشکیل پدیده زیرشویی گردد. از طرف دیگر نمی‌بایست خاک درون فلوم دست خورده شود. برای این منظور ابتدا در سطح خاک شیاری باریک ایجاد شد، سپس با مرطوب کردن آن و با وارد کردن ضربات چکش به‌روی لبه بالایی، دیواره‌های فلوم درون خاک قرار داده شدند.

شکل ۱- فلوم و پارشال فلوم انتهایی، آماده آزمایش

اندازه‌گیری پارامترهای مختلف: عملیات صحرایی به‌منظور اندازه‌گیری پارامترهای هیدرولیکی جریان و رسوب، در سه تکرار انجام گرفت. مشخصات خاک و توپوگرافی اراضی، از جمله شیب متوسط بستر فلوم، همواره ثابت فرض شده است (S=۰/۰۰۴). مدت هر آزمون ۶۰ دقیقه و پارامترهای هیدرولیکی جریان و رسوب در فواصل زمانی مختلف به‌طور مستقیم اندازه‌گیری شدند (شکل ۲). فواصل زمانی اندازه‌گیری شامل صفر، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ دقیقه از شروع هر آزمون در نظر گرفته شد.

الف- اندازه‌گیری پارامترهای هیدرولیکی جریان: دبی جریان با استفاده از پارشال فلوم‌های نصب شده در ابتدا و انتهای فلوم و عمق متوسط جریان با انتخاب ۱۰ ایستگاه به‌فاصله ۱۲ متر از یک‌دیگر اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری عمق متوسط جریان در هر مقطع عرضی در چهار نقطه به‌فاصله ۱۰سانتی‌متر از یک‌دیگر و در کلیه ایستگاه‌ها به‌صورت هم‌زمان انجام شد. پارامترهای سرعت متوسط جریان و تنش برشی جریان هم از اطلاعات اولیه حاصل شد و معادلات مربوطه محاسبه شدند. برای مثال تنش برشی جریان که خود بیان‌گر قدرت فرسایندگی جریان است از رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

$$\tau = \rho g R S \qquad (۱)$$

که در آن، τ تنش برشی جریان، ρ چگالی سیال، g شتاب ثقل، S شیب سطح آب و R شعاع هیدرولیکی جریان است که در این تحقیق با توجه به عریض و کم‌عمق بودن جریان (b/d=12>10) از عمق متوسط جریان (d) به‌جای شعاع هیدرولیکی جریان استفاده شده است (b عرض کف فلوم).

شکل ۲- اندازه‌گیری پارامترهای هیدرولیکی جریان

ب- اندازه‌گیری عمق فرسایش و رسوب: در این تحقیق به‌منظور بررسی دقیق و واقعی پدیده فرسایش و رسوب علاوه بر نمونه‌برداری از آب و تعیین غلظت رسوب در ایستگاه‌های متوالی نسبت به تهیه اطلاعات رقومی بستر فلوم در مراحل قبل و بعد از هر آزمایش اقدام گردید. برای این منظور پس از نصب دیواره‌های فلوم، در دو طرف مقاطع عرضی متوالی که به‌فاصله یک متر از یک‌دیگر در طول بستر فلوم قرار داشتند، میخ‌های فلزی (آرماتور) در بیرون از فلوم به گونه‌ای درون خاک فرو برده شدند که لبه بالایی میخ‌ها، تراز و ۲ تا ۵ سانتی‌متر از لبه دیواره‌های فلوم بالاتر قرار گیرند. سپس با داشتن ارتفاع فرضی لبه بالایی میخ‌ها و عمق بستر در هر مقطع عرضی، ارتفاع بستر مشخص شد. در هر آزمون این عمل طی دو مرحله انجام گرفت. ابتدا اطلاعات رقومی بستر فلوم قبل از شروع آزمون، اندازه‌گیری شد تا از طریق مقایسه آن با اطلاعات رقومی پس از آزمون، عمق فرسایش و یا رسوب مشخص گردد. همچنین به‌منظور دقت بیش‌تر در هر مقطع عرضی، اطلاعات رقومی بستر در چهار نقطه با استفاده از خط‌کش نوک تیز فلزی با دقت میلی‌متر اندازه‌گیری شده تا از طریق جمع جبری اطلاعات، عمق فرسایش و یا رسوب‌گذاری محاسبه شود.

ج- اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک: یکی از پارامترهای مؤثر بر فرسایش، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک است. پارامترهای فیزیکی خاک شامل مقدار درصد شن، ماسه و رس به‌منظور تعیین بافت خاک و پارامترهای شیمیایی آن شامل کاتیون‌ها وآنیون‌ها $(Co_3^{2-}, So_4^{2-}, Mg^{2+}, Ca^{2+}, k^{+}, Na^{+})$، درجه اسیدیته (pH)، میزان شوری (Ec) و نسبت جذب سدیم (SAR) است. برای این منظور با احداث نیم‌رخ خاک در محلی که معرف خاک بستر فلوم می‌باشد، از لایه‌های مختلف به ضخامت پنج سانتی‌متر نمونه‌برداری انجام گرفت (شکل ۳)، تا با انتقال به آزمایشگاه پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه‌گیری شود.

شکل ۳- نیم‌رخ خاک و نحوه تهیه نمونه‌های خاک

نتایج و بحث

ویژگی‌های خاک: در این تحقیق خصوصیات فیزیکی و شیمیایی لایه سطحی خاک از اهمیت خاصی در فرسایش و تشکیل سرکانال برخودار است. نتایج نشان می‌دهد بافت خاک اغلب شنی-لومی و دارای منحنی دانه‌بندی یک‌نواخت با در صد بالایی شن می‌باشد. میزان رس درلایه‌های مختلف کم‌تر از ۱۰درصد بوده، بنابراین چسبندگی ذرات کم و خاک تقریباً بدون ساختمان است. ماده آلی در لایه سطحی خاک زیادتر از لایه‌های تحتانی بوده و بیشینه مقدار آن برابر با ۰/۴۰ درصد است که از میزان کمینه ماده آلی (۳/۵ تا ۷ درصد) برای مقاومت در مقابل تنش برشی جریان، کم‌تر است. همچنین میزان شوری خاک به‌ویژه در لایه سطحی زیاد بوده و کلاس خاک در لایه‌های مختلف به‌طور کامل تا متوسط شور می‌باشد. در پایان این بخش و با توجه به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی لایه سطحی خاک، فرسایش پذیری در این لایه نسبتاً زیاد است.

ویژگی‌های هیدرولیکی جریان: در این تحقیق عملیات صحرایی در سه تکرار انجام گرفت. تکرارهای اول و دوم در شرایط طبیعی و مشابه در منطقه اجرا شدند تا نتایج آن‌ها با هم مقایسه و ارزیابی شود. در آزمایش سوم با حذف پارشال فلوم انتهایی، پس‌رفت سطح آب و احتمالاً ایجاد رسوب اضافی در انتهای فلوم حذف گردید. پارامترهای هیدرولیکی اندازه‌گیری شده شامل شدت جریان ورودی به فلوم بودند که در هر آزمون چندین بار توسط پارشال فلوم‌های ابتدایی و انتهایی اندازه‌گیری شدند. در اغلب آزمون‌ها اعداد دبی اندازه‌گیری شده در پارشال فلوم‌ها بسیار به یک‌دیگر نزدیک بوده که خود حاکی از نفوذپذیری کم در بستر فلوم و رسیدن جریان به شرایط پایدار است. همچنین در هر آزمایش با اندازه‌گیری مستقیم عمق جریان به‌طور هم‌زمان در ایستگاه‌های متوالی و در فواصل زمانی مختلف (صفر، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و۶۰ دقیقه از شروع هر آزمایش) عمق متوسط جریان در هر ایستگاه محاسبه شده است. در این تحقیق با فرض ثابت ماندن متوسط شدت جریان در هر آزمایش و اندازه‌گیری مستقیم عمق متوسط جریان در مقاطع عرضی متوالی، پارامترهای هیدرولیکی دیگر محاسبه شده است. جدول ۱ نمونه‌ای از اطلاعات هندسی-هیدرولیکی جریان در یکی از آزمون‌ها را نشان می‌دهد.

ویژگی‌های فرسایش و رسوب: جدول ۲ نمونه‌ای از اطلاعات رقومی بستر فلوم در دو مقطع عرضی متوالی را نشان می‌دهد. در این جدول برای محاسبه عمق فرسایش و یا رسوب، عمق بستر در چهار نقطه از هر مقطع عرضی که به فاصله ۱۰ سانتی‌متر از یک‌دیگر قرار داشتند، اندازه‌گیری شده است. سپس متوسط عمق فرسایش و یا رسوب در هر مقطع عرضی از طریق متوسط جمع جبری چهار نقطه به‌دست آمده است. به‌عبارتی در یک مقطع عرضی ممکن است هم‌زمان با فرسایش، رسوب‌گذاری هم وجود داشته باشد. اما متوسط جمع جبری چهار نقطه مشخص کننده وضعیت نهائی فرسایش و یا رسوب‌گذاری در هر مقطع عرضی می‌باشد. جدول ۳ نمونه‌ای از اطلاعات عمق فرسایش و یا

رسوب‌گذاری در تعدادی از مقاطع عرضی را نشان می‌دهد که درآن علامت مثبت(+) بیان‌گر رسوب‌گذاری و علامت منفی(-) معرف فرسایش است.

جدول ۱- مشخصات هندسی-هیدرولیکی جریان در آزمایش اول
($W= ۴۰cm.$,$Q_{ave}= ۴/۶۳lit/s$)

شماره ایستگاه	فاصله از ابتدای فلوم(m)	اطلاعات رقومی کف بستر(cm)	عمق متوسط جریان mm	اطلاعات رقومی سطح آب (cm)	شیب سطح آب (اعشار)	سرعت متوسط جریان (cm/sec)	تنش برشی جریان (dyne/cm)
۱	۵	۸۰/۷۴	۵۸/۸	۸۶/۶۲	۰/۰۰۰۶	۱۸/۸۰	۳/۵۳
۲	۱۷	۸۱/۷۴	۴۱/۴۵	۸۵/۸۸	۰/۰۰۱۵	۲۶/۶۶	۶/۲۱
۳	۲۹	۷۸/۵۳	۵۵/۷	۸۴/۱۰	۰/۰۰۱۴	۱۹/۸۴	۷/۸۰
۴	۴۱	۷۷/۷۱	۴۸/۳۵	۸۲/۵۴	۰/۰۰۲۵	۲۲/۸۵	۱۲/۰۷
۵	۵۳	۷۴/۷۶	۳۲/۴	۷۸/۰۰	۰/۰۰۳۹	۳۴/۱۰	۱۲/۶۴
۶	۶۵	۶۸/۷۶	۴۳/۳	۷۳/۰۹	۰/۰۰۶۰	۲۵/۵۲	۲۵/۹۸
۷	۷۷	۶۱/۴۸	۲۰/۸	۶۳/۵۶	۰/۰۰۷۲	۵۳/۱۲	۱۴/۹۸
۸	۸۹	۵۳/۶۵	۲۱/۸	۵۵/۸۳	۰/۰۰۷۹	۵۰/۶۹	۱۷/۲۲
۹	۱۰۱	۴۲/۳۴	۲۱/۲	۴۴/۴۶	۰/۰۱۱۲	۵۲/۱۲	۲۳/۷۴
۱۰	۱۱۳	۲۶/۴۸	۲۳/۱	۲۸/۷۹	۰/۰۱۳۰	۴۷/۸۳	۳۰/۰۳

جدول ۲- نمونه‌ای از اطلاعات رقومی بستر فلوم در اولین آزمون

شماره نقاط	عمق اولیه (سانتی‌متر)	عمق ثانویه (سانتی‌متر)	عمق فرسایش و یا رسوب (میلی‌متر)
۱-۱	۱۷/۴	۱۷/۴	۰
۱-۲	۱۷/۷	۱۷/۰	+۷
۱-۳	۱۸/۰	۱۷/۷	+۳
۱-۴	۱۸/۲	۱۸/۴	-۲
۲-۱	۱۸/۱	۱۸/۴	-۳
۲-۲	۱۸/۴	۱۷/۹	+۵
۲-۳	۱۸/۶	۱۸/۶	۰
۲-۴	۱۸/۹	۱۹/۱	-۲

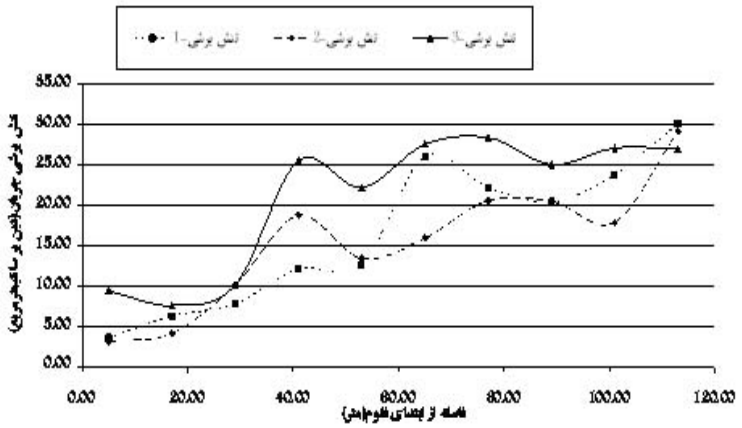
در این تحقیق سعی شده است از پارامتر تنش برشی به‌عنوان نیروی فرسایندگی جریان استفاده شود. سپس واکنش بستر فلوم در هر آزمایش از طریق اندازه‌گیری عمق فرسایش و یا رسوب، مورد بررسی قرار گیرد.

بررسی تنش برشی جریان: با رسم پارامتر تنش برشی جریان در طول بستر فلوم (شکل ۴)، می‌توان نتیجه گرفت مقدار این پارامتر در لبه کانال‌های پخش که جریان سطحی از آن محل شروع می‌شود، ناچیز بوده و در امتداد شیب اراضی افزایش می‌یابد. روند تغییرات تنش برشی جریان خطی و یک‌نواخت نبوده بلکه متناسب با شیب بستر و ضریب زبری آن دارای تغییرات سینوسی است. از طرف دیگر علاوه بر شیب و ضریب زبری بستر، دبی ورودی به فلوم در تیمارهای مختلف به‌دلیل عدم کنترل دقیق جریان ورودی متغیر می‌باشد. برای مثال دبی ورودی در تیمار سوم (۸/۳ لیتر در ثانیه) زیادتر از دبی ورودی در تیمارهای اول و دوم (۴/۵ لیتر در ثانیه) بوده و نمودار تغییرات تنش برشی آن بالاتر از دو نمودار دیگر قرار گرفته است. علاوه بر آن مقادیر تنش برشی جریان در انتهای فلوم در تیمارهای اول و دوم

به‌دلیل وجود پارشال فلوم انتهایی و پس‌رفت آب، افزایش یافته است در حالی که مقدار تنش برشی جریان در تیمار سوم که در آن پارشال فلوم انتهایی حذف شده، کاهش یافته است. بنابراین با توجه به شرایط واقعی و دقت بیش‌تر در آزمایش سوم، بیش‌ترین تنش برشی در فاصله ۷۵متری از ابتدای فلوم تشکیل شده است.

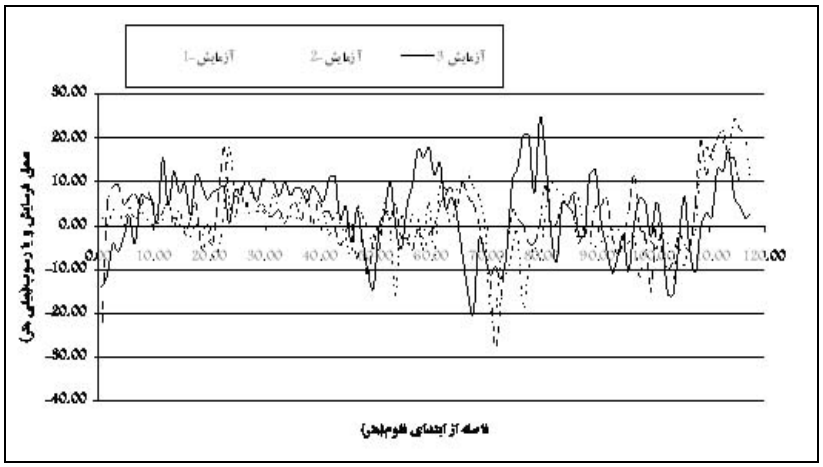
جدول ۳- نمونه‌ای از اطلاعات فرسایش و رسوب، در مقاطع عرضی مختلف، در اولین آزمون

عمق فرسایش و یا رسوب (میلی‌متر)	شماره مقطع عرضی	عمق فرسایش و یا رسوب (میلی‌متر)	شماره مقطع عرضی	عمق فرسایش و یا رسوب (میلی‌متر)	شماره مقطع عرضی	عمق فرسایش و یا رسوب (میلی‌متر)	شماره مقطع عرضی
+۲/۵۰	۳۱	-۶/۷۵	۲۱	+۰/۵۰	۱۱	+۲/۰۰	۱
+۷/۲۵	۳۲	-۶/۰۰	۲۲	+۱/۵۰	۱۲	۰/۰۰	۲
+۲/۰۰	۳۳	+۳/۷۵	۲۳	+۰/۲۵	۱۳	+۳/۵۰	۳
+۲/۷۵	۳۴	+۱۸/۵۰	۲۴	+۱/۷۵	۱۴	+۴/۰۰	۴
+۲/۲۵	۳۵	+۶/۷۵	۲۵	+۰/۲۵	۱۵	+۰/۲۵	۵
+۱/۵۰	۳۶	+۸/۷۵	۲۶	-۱/۷۵	۱۶	+۴/۲۵	۶
+۶/۲۵	۳۷	+۵/۰۰	۲۷	-۲/۵۰	۱۷	+۱/۵۰	۷
+۸/۰۰	۳۸	+۱/۵۰	۲۸	+۰/۵۰	۱۸	+۳/۰۰	۸
+۱/۷۵	۳۹	+۳/۲۵	۲۹	-۲/۵۰	۱۹	+۱/۵۰	۹
+۱/۲۵	۴۰	+۳/۲۵	۳۰	+۰/۵۰	۲۰	+۲/۰۰	۱۰



شکل ۴- نمودار تغییرات تنش برشی جریان در طول بستر فلوم در آزمایش‌های مختلف

بررسی پدیده فرسایش و رسوب: در شکل ۵ نمودار تغییرات عمق فرسایش و یا رسوب در طول بستر فلوم رسم شده است که در آن هم‌زمان با فرسایش، رسوب‌گذاری هم به‌طور پراکنده در طول بستر فلوم تشکیل شده است. دلیل آن را باید در روند تغییرات تنش برشی جریان بررسی نمود. به‌طوری که با کاهش و یا افزایش تنش برشی جریان، شرایط به‌ترتیب برای رسوب‌گذاری ویا فرسایش در طول بستر فلوم فراهم می‌شود. این نتیجه با نتایج تحقیقات Wischmeier و Mannering (۱۹۶۹) که بیان داشتند پدیده فرسایش و رسوب در اراضی که دارای جریان‌های کم عمق و عریض هستند، به‌طور پراکنده و هم‌زمان رخ می‌دهد، هماهنگ است. از طرف دیگر بیشینه عمق فرسایش در هر سه تیمار، در فاصله حدود ۷۵ متری از ابتدای فلوم تشکیل شده است و با نتایج نمودار تغییرات تنش برشی جریان به‌ویژه در تیمار سوم هماهنگ است.



شکل ۵- نمودار تغییرات عمق فرسایش و رسوب در طول بستر فلوم در آزمایش‌های مختلف

پیشنهادها

با توجه به تطبیق محل تشکیل بیشینه عمق فرسایش در تیمارهای مختلف با بیشینه تنش برشی جریان به‌ویژه در تیمار سوم که در آن شرایط هیدرولیکی جریان واقعی بوده و از دقت لازم برخودار است، می‌توان نتیجه گرفت آستانه فرسایش کانالی به‌صورت پله‌ای کوتاه، به عمق فرسایش ۳ سانتی‌متر در فاصله ۷۵ متری از ابتدای فلوم تشکیل شده است. بنابراین پیشنهاد می‌شود این فاصله به‌عنوان فاصله مناسب بین کانال‌های پخش در این ایستگاه در نظر گرفته شود.

همچنین مقدار ۷۵ متر به‌عنوان فاصله بین کانال‌های پخش، تنها برای ایستگاه کوثر که این تحقیق در آن اجرا شده است و یا اراضی مشابه توصیه می‌شود و لازم است برای سایر طرح‌ها با خصوصیات متفاوت از ایستگاه کوثر، این طرح به‌طور جداگانه اجرا شود.

منابع مورد استفاده

1. Black, T.A. and D.R. Montgomery. 1991. Sediment transport by burroeing mammals, Marine County, California. Earth Surf. Process. Landforms, 16:163-172.
2. Crouch, R.J. and T. Novruzi. 1989. Threshold condition for rill initiation on a vertisol, Gunedah, N.S.W., Australia, Catena, 16:101-110.
3. Govres, G. and J. Poeson. 1988. Assessment of the interrill and rill contribution to total soil loss from an upland field plot. Geomorphology, 1:343-354.
4. Horton, R.E. 1945. Erosional development of stream and their drainage basins, hydro physical approach to quantitative morphology, Geological Society.
5. Poesen, J., E. De Luna, A. Franca, J. Nachtergaele and G. Govers. 1999. Concentrates flow erosion rates as affected by rock fragment cover and initial soil moisture content. Catena, 36:315-329.
6. Prosser, I. P. and W.E. Dietrich. 1995. Field evaluation of a digital terrain model for channel initiation by overland flow. Water Resources. Res., (Submitted).
7. Smith, T.R. and Bretherton, 1972. Stability and the conservation of mass in drainage basins evolution. Water Resource. Res., 8:1506-1529.
8. Wischmeier, W.H. and J.V. Mannering. 1969. Relation of properties to its erodibility. Proc. Soil Sei. Soc. Am. J., 33:131-137.

Field evaluation of channel erosion threshold in flood water spreading projects

Abdolali Adelpour[1]**,** Scientific Board, Agricultural and Natural Resources Research Center, Fars, Iran
Majid Soufi, Assisstant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Fars, Iran

Received: 29 September 2010 **Accepted**: 28 January 2011

Abstract

Erosion and sedimentation study and design of the distance between spreading channels are basic requirement in flood water spreading projects. Different environmental parameters including topography and slope, soil texture, vegetation cover and flow resistance affect the hydraulic characteristics of the flood water spreading area. So it is necessary to investigate the effect of environmental parameters according to natural conditions and simulation of overland flow. This study was done in the Gareh Bygone plain, in the south of Fasa city. An open hydraulic flume with 120 m length, 0.4 m width and 0.25 depth was used to simulate concentrated overland flow with 0.1 m depth. Three experiments were examined and for each experiment, discharge flow and mean flow depth were measured directly and other parameters such as mean velocity and shear stress were calculated. Erosion or sedimentation depths were calculated by comparing flume bed elevations in the cross sections with one meter intervals. Results of this study show that erosion and sedimentation phenomena were changed with the increase or the decrease in trends of shear stress along the flume and shear stress parameter were also changed with bed slope and roughness coefficient and became maximum at 75 m from the top end of the flume. On the other hand, according to the bed elevations of cross sections in two steps maximum erosion depth occurred at 75 m from the start of the flume which was confirmed with maximum shear stress. So, we can conclude that channel erosion threshold was established in 75 m from the top end of the flume and it can be considered as channel spreading distance.

Key words: Design, Erosion and sediment, Hydraulic parameters, Open hydraulic flume, Shear Stress

[1] adelpour@farsagres.ir