Archive of SID

مدل‌بندی ضریب زبری کانال‌های خاکی با پوشش گیاهی بر مبنای قطر ذرات بستر جریان

ابوالفضل ناصری[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۲۵

چکیده

برای کاهش هزینه‌های اندازه‌گیری ضریب زبری جریان در کانال‌های خاکی می‌توان از متغیرهای کمکی مانند قطر ذرات بستر استفاده نمود. روابط مبتنی بر قطر ذرات خاک کف و جدار کانال‌های خاکی، به طور غالب برای بسترهای بدون پوشش گیاهی ارائه شده‌اند. بنابراین پژوهش حاضر با هدف الف) تعیین ضریب زبری کانال‌های خاکی دارای پوشش گیاهی در شبکه آبیاری و زهکشی مغان، ب) مقایسه ضریب زبری حاصل از روابط مبتنی بر قطر ذرات بستر با مقادیر واقعی و ج) ارائه مدل‌های جدید برای ضریب زبری کانال‌های خاکی بر مبنای قطر ذرات بستر انجام شد. برای انجام آزمایش‌ها ۱۸۱ مقطع از کانال‌های خاکی در شبکه آبیاری و زهکشی مغان انتخاب شدند. سرعت جریان آب در مقاطع مختلف کانال‌ها با استفاده از مولینه و مختصات نیمرخ عرضی مقاطع کانال‌ها به‌وسیله دوربین نقشه‌برداری (ترازیاب) و یک شاخص مدرج تعیین شد. مقدار ضریب زبری با توجه به ابعاد و سرعت جریان آب در کانال‌های خاکی از رابطه مانینگ به دست آمد. میانگین ضریب زبری در بسترهای خاکی دارای پوشش گیاهی ۰/۰۷۶ به دست آمد. کاربرد رابطه‌های استریکلر، هندرسون، گارد و راجو و برآی و رابطه‌های رودکیوی، برآی، لئین و کارلسون و هندرسون) به مقادیر قابل قبولی برای ضریب زبری کانال‌های خاکی با پوشش گیاهی منجر نشد. به منظور ارائه و توسعه مدل‌های مبتنی بر قطر ذرات بستر برای برآورد ضریب زبری بسترهای خاکی دارای پوشش گیاهی، از اندازه‌های D_{50}، D_{65} و D_{75} ذرات بستر استفاده گردید. ضریب همبستگی ضریب زبری با این اندازه قطرها به ترتیب برابر ۰/۹۱، ۰/۸۳ و ۰/۶۶ بود. علاوه بر دقت قابل قبول مدل‌های پیشنهادی، سهولت کاربرد و سادگی مدل‌ها، مزیت دیگر آن‌ها می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جریان یکنواخت، ضریب مانینگ، ضریب مقاومت جریان، قطر ذرات بستر، مقاومت هیدرولیکی.

[۱]دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران، ۰۹۱۴۳۱۰۸۴۷۱ ، nasseri_ab@ yahoo.com (مسئول مکاتبه)

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ضریب زبری یا ضریب مقاومت جریان یکی از عوامل مهم و موثر در طراحی کانال‌های روباز است که در برگیرنده همه عوامل موثر و مقاوم در مقابل جریان می‌باشد. این ضریب با معادلات مختلفی مانند مانینگ، شزی و دارسی ویسباخ بیان می‌شود (چادری، ۱۳۷۶ و شفاعی بجستانی، ۱۳۷۳). ضریب مقاومت جریان برای تعیین سرعت متوسط کانال‌های آب، برآورد مدت زمان تمرکز حوضه‌ها، تحلیل رواناب سطحی، طراحی روش‌های آبیاری سطحی کاربرد دارد (حسینی، ۱۳۷۳). انتخاب نادقیق این ضریب موجب بروز مشکلاتی در بهره‌برداری از کانال‌های خاکی خواهد شد. انتخاب کمتر از مقدار واقعی منجر به برآورد زیاد سرعت و دبی جریان شده و آن نیز سبب افزایش خطر فرسایش و کنش بستر کانال‌های خاکی می‌شود (ناصری، ۱۳۷۹). انتخاب بیشتر از مقدار واقعی این ضریب، موجب برآورد مقادیر کم برای سرعت جریان شده و آن نیز سبب رسوب‌گذاری آب جاری در کانال‌ها شده و در نتیجه کاهش ظرفیت کانال را موجب می‌شود (ناصری، ۱۳۷۹). با توجه به اهمیت ضریب زبری و حساسیت قابل توجه دبی جریان به این ضریب، پژوهش در مورد تدقیق مقادیر ضریب زبری برای شرایط بدون و (یا) با پوشش گیاهی در حال حاضر نیز ادامه دارد. از نتایج و مطالعات قابل دسترس، می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود. آزمایش‌هایی توسط Cook and Campbell (1939) در آزمایشگاه سازمان حفاظت خاک آمریکا برای به دست آوردن رابطه ضریب زبری با عمق و سرعت جریان و پوشش گیاهی انجام گردید. Cox and Palmer (1984) بر اساس نتایج آزمایش‌های انجام شده در اداره حفاظت خاک و مرکز تحقیقات کشاورزی آمریکا، رابطه بین ضریب زبری و دبی کانال‌ها را به صورت گراف نشان داده‌اند. Fathi Moghaddam and Kouwen (1997) روابط مقاومت را برای دو گونه گیاهی سرو و صنوبر در یک فلوم آزمایشگاهی بررسی نموده‌اند. Afzalimehr and Anctil (1998) گزارش نموده‌اند که برای برآورد ضریب زبری در رودخانه‌های با بستر سنگریزه، معادلات موجود دقت کافی نداشته و لازم است علاوه بر استغراق نسبی، پارامترهای حرکت رسوب و عدد فرود جریان هم، در نظر گرفته شوند. مساعدی و توکلی (۱۳۸۲) مناسب‌ترین روش تعیین ضریب مانینگ در بخشی از اترک میانی را روش Chow (1972)، گزارش نموده‌اند. حسین‌زاده (۱۳۸۳) در مقایسه دو روش سازمان حفاظت خاک آمریکا و Chow (1972)، گزارش نموده که روش سازمان حفاظت خاک آمریکا مقادیر ضریب زبری را بیش از مقادیر توصیه شده Chow (1972)، برآورد می‌کند. غریب (۱۳۸۳) مناسب‌ترین روش تعیین ضریب زبری مانینگ در حومه شهر رامیان را روش کاون گزارش نموده است. غفاری و مساعدی (۱۳۸۴) در بررسی تاثیر روش‌های مختلف تعیین ضریب زبری مانینگ در رودخانه بابل‌رود گزارش نموده‌اند که کاربرد روش‌های کاون، سازمان حفاظت خاک آمریکا و Chow (1972)، نتایج مشابهی را تولید نموده‌اند. Ciraolo et al. (2006) با ساخت مدل آزمایشگاهی به بررسی تغییرات ضریب زبری در شرایط مختلف پرداخته‌اند. ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۷) با ساخت فلوم آزمایشگاهی به بررسی تغییرات ضریب زبری در شرایط مختلف پرداخته و گزارش نموده‌اند مقدار ضریب زبری مانینگ ثابت نبوده و با افزایش تراکم پوشش گیاهی افزایش و با افزایش سرعت و عمق جریان کاهش می‌یابد. ایشان معادلات مختلفی برای برآورد ضریب زبری مانینگ در رودخانه‌ها با استفاده از نسبت‌های عمق، سرعت جریان و پوشش گیاهی پیشنهاد نموده‌اند. اسماعیلی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کرده‌اند که ضریب زبری بستر با گذشت زمان و بر مبنای شرایط فرسایش روند سینوسی (افزایشی، کاهش- افزایش) داشته است. یافته پژوهشی فلاحتگر و همکاران (۱۳۸۹) این است که پوشش گیاهی در دامنه‌های آق‌قلا در گرگان موجب افزایش ضریب زبری مانینگ در دامنه گردیده و مقدار میانگین آن ۰/۰۶ اعلام شده است. موسوی بایگی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی تغییرات ضریب زبری مانینگ در

www.SID.ir

Archive of SID

اترک میانی گزارش نموده‌اند که فصول سال و پوشش گیاهی در تغییرات این ضریب در ساحل‌های راست و چپ رودخانه، موثر بوده است. از پژوهش‌های اخیر می‌توان به پژوهش‌های Ciraolo et al. (2006)، Fathi-Moghadam (2006) و Ebrahimi et al. (2008) اشاره نمود که با ساخت مدل آزمایشگاهی به بررسی تغییرات ضریب زبری در شرایط مختلف پرداخته‌اند.

به طور کلی روش‌های برآورد ضریب زبری به چهار دسته تحلیلی، تجربی، اندازه‌گیری مستقیم و مبتنی بر مقادیر پیشنهاد شده (جدول‌های ضریب زبری) تقسیم می‌شوند. اندازه‌گیری مستقیم ضریب زبری علاوه بر داشتن هزینه زیاد، همواره قابلیت اجرایی ندارد. یکی از روش‌های نسبتا کم هزینه برای اندازه‌گیری این ضریب، روش‌های غیرمستقیم مانند استفاده از قطر ذرات بستر است (چادری، ۱۳۷۶ و شفاعی بجستانی، ۱۳۷۳). روابط استریکلر[۲]، گارد[۳] و راجو[۴]، برآی[۵]، رودکیوی[۶]، لئین[۷] و کارلسون[۸] و هندرسون[۹] از مهم‌ترین رابطه‌های تجربی مورد استفاده برای برآورد ضریب زبری می‌باشند (شفاعی بجستانی، ۱۳۷۳). رابطه‌های استریکلر، گارد و راجو و برای بر مبنای D_{50} یعنی قطر ۵۰ درصد (۵۰ درصد وزنی مواد بستر از آن کوچک‌تر باشند)، رابطه‌های رودکیوی و برآی برمبنای قطر ۶۵ درصد، رابطه‌های لئین و کارلسون و هندرسون بر مبنای قطر ۷۵ درصد می‌باشد (چادری، ۱۳۷۶ و شفاعی بجستانی، ۱۳۷۳). نظر به این که روابط ریاضی پیشنهاد شده برای محاسبه ضریب زبری مبنای محاسبات پژوهش بودند. بنابراین، این روابط در مواد و روش تشریح می‌گردند.

روابط تجربی مبتنی بر قطر ذرات بستر به طور عمده، برای برآورد ضریب زبری بسترهای جریان بدون پوشش گیاهی ارائه شده‌اند و قابلیت کاربرد آن‌ها در بسترهای خاکی با پوشش گیاهی تاکنون بررسی نشده است. بنابراین اهداف این پژوهش عبارت بودند از:

الف) تعیین ضریب زبری کانال‌های خاکی شبکه آبیاری و زهکشی مغان به عنوان یکی از مهم‌ترین شبکه‌های کشور

ب) ارزیابی ضریب زبری کانال‌های خاکی حاصل از روابط مبتنی بر قطر ذرات بستر و مقایسه آن‌ها با مقادیر واقعی ضریب زبری

ج) مدل‌بندی ضریب زبری کانال‌های خاکی دارای پوشش گیاهی بر مبنای قطر ذرات بستر کانال‌های خاکی

مواد و روش‌ها

روابط ضریب زبری مبتنی بر قطر ذرات بستر

رابطه‌های ریاضی پیشنهاد شده پژوهشگران برای برآورد ضریب زبری برمبنای اندازه قطر ذرات بستر به صورت زیر است:

۱- رابطه استریکلر: این رابطه در سال ۱۹۳۳ توسط استریکلر و به صورت زیر ارائه شده است (شفاعی بجستانی، ۱۳۷۳):

$$n = 0.047\ d_{50}^{1.6} \qquad (۱)$$

که در آن D_{50} معرف قطر شن یکنواخت در جدار و کف بستر و بر حسب میلی‌متر می‌باشد (چادری، ۱۳۷۶ و شفاعی بجستانی، ۱۳۷۳).

۲- رابطه هندرسون: در سال ۱۹۶۶ رابطه زیر را ارائه نموده‌اند (شفاعی بجستانی، ۱۳۷۳):

$$n = 0.034\ d_{50}^{1.6} \qquad (۲)$$

۳- رابطه گارد و راجو: با تحلیل مواد بستر رودخانه‌های مختلف در سال ۱۹۷۸، میزان ضریب زبری را به صورت تابعی از اندازه قطر بستر و به صورت زیر ارائه نموده‌اند (شفاعی بجستانی، ۱۳۷۳):

[2] Strickler
[3] Garde
[4] Raju
[5] Bray
[6] Raudkivi
[7] Lane
[8] Carlson
[9] Henderson

www.SID.ir

Archive of SID

$$n = 0.039\ d_{50}^{1.6} \quad (۳)$$

در این رابطه D_{50} بر حسب فوت می باشد (مقصودی و کوچک زاده، ۱۳۷۱و شفاعی بجستانی، ۱۳۷۳).

۴- رابطه برآی: در سال ۱۹۷۹ برای برآورد ضریب زبری برای بسترهای جریان با جنس قلوه سنگ، رابطه زیر بر مبنای D_{50} (بر حسب متر) ارائه گردید (شفاعی بجستانی، ۱۳۷۳):

$$n = 0.0593\ d_{50}^{0.176} \quad (۴)$$

۵- رابطه رودکیوی: در سال ۱۹۷۶ رابطه زیر برای برآورد ضریب زبری ارائه گردید (Chow, 1972):

$$n = 0.013\ d_{65}^{1.6} \quad (۵)$$

در این رابطه قطر مواد بستر (D_{65}) بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

۶- رابطه برآی: برمبنای D_{65} (بر حسب میلی‌متر) رابطه زیر توسط برای در سال ۱۹۷۹ ارائه گردید (شفاعی بجستانی، ۱۳۷۳):

$$n = 0.0562\ d_{65}^{0.176} \quad (۶)$$

۷- رابطه لئین و کارلسون: در سال ۱۹۵۳ رابطه‌ای به صورت زیر توسط این پژوهشگران ارائه شده است (Chow, 1972):

$$n = 0.026\ d_{75}^{1.6} \quad (۷)$$

در این رابطه قطر مواد بستر برحسب اینچ است.

۸- رابطه هندرسون: در سال ۱۹۶۶ رابطه زیر بر مبنای D_{75} (برحسب فوت) برای بسترهای قلوه سنگی ارائه گردید (شفاعی بجستانی، ۱۳۷۳):

$$n = 0.031\ d_{75}^{1.6} \quad (۸)$$

مشخصات عمومی منطقه اجرای پژوهش

دشت مغان با وسعتی حدود سیصدهزار هکتار در شمال غربی ایران، در قسمت شمالی استان اردبیل و مابین طول‌های ’۲۲ °۴۷ و ’۳۵ °۴۷ شرقی و عرض‌های ’۲۲°۳۹ و ’۴۵ °۳۹ شمالی واقع گردیده، ارتفاع مناطق مختلف این دشت از سطح دریا از ۳۰ متر در اطراف پارس آباد تا ۹۰۰ متر در اطراف گرمی و اصلاندوز متغیر است (طایفه رضائی،۱۳۷۳ و ناصری، ۱۳۷۹). این دشت از سوی شمال به رودخانه مرزی ارس، از جنوب و جنوب غربی به ارتفاعات خروسلو، از شرق با فاصله ۱۲۰ کیلومتری به دریای خزر محدود شده است. این دشت آب و هوائی متفاوت با سایر نقاط آذربایجان دارد. نزولات جوی منطقه به طور عمده تحت تاثیر جریان‌های غربی -شمال غربی اقیانوس اطلس شمالی و مرکزی است. از نظر اقلیمی و با روش‌های دومارتن و آمبرژه، این منطقه جزو مناطق نیمه خشک و با روش کوپن جزو مناطق استپی است (طایفه رضائی،۱۳۷۳ و ناصری، ۱۳۷۹).

وضعیت شبکه آبیاری و زهکشی مغان

استفاده از آب کانال‌ها برای آبیاری محصولات کشاورزی در این دشت دارای قدمت زیادی نبوده و به نظر می‌رسد که نهر نادری قدیمی‌ترین نهر مهم موجود در منطقه باشد. در حال حاضر، محل آبگیری کانال اصلی شبکه آبیاری و زهکشی مغان به ظرفیت ۸۰ متر مکعب در ثانیه از سد انحرافی میل- مغان می‌باشد. طول کانال اصلی ۱۱۶ کیلومتر می‌باشد که از این کانال اصلی تعداد ۶۳ کانال درجه دو منشعب می‌شود که یا به طور مستقیم یا به وسیله ایستگاه‌های پمپاژ آبگیری می‌شوند. همزمان با احداث شبکه کانال‌های اصلی، در اراضی تحت کانال A، احداث کانال‌های فرعی آبیاری درجه سه نیز صورت گرفته است. در اراضی تحت کانال اصلی و در بخش‌های مختلف کشت و صنعت مغان، کانال‌های درجه دو و سه به صورت خاکی احداث شده‌اند (شکل ۱).

www.SID.ir

Archive of SID

موقعیت کانال‌های خاکی مورد آزمایش

به تعداد ۱۸۱ مقطع از کانال‌های خاکی در شبکه آبیاری و زهکشی مغان واقع در بخش‌های یک تا پنج کشت و صنعت مغان، مزارع مرکز آموزش و ایستگاه تحقیقات کشاورزی، اراضی خصوصی زارعین، اراضی خصوصی پیرایواتلو، ایران‌آباد و قشلاق حاج هزار، انتخاب شدند. سرعت جریان آب در مقاطع مختلف کانال‌های خاکی با استفاده از مولینه‌ای از نوع AOTT ساخت شرکت مهندسی منابع آب و مختصات نیمرخ عرضی مقاطع کانال‌ها با یک دوربین نقشه‌برداری (ترازیاب) و یک شاخص مدرج تعیین گردید. برای محاسبه شیب کانال از ارقامی که از قرائت رقوم کف دو مقطع هم امتداد و اندازه‌گیری فاصله بین دو مقطع حاصل، استفاده شد (ناصری، ۱۳۷۹). مقدار ضریب زبری مانینگ (n) با توجه به ابعاد و سرعت جریان آب در کانال‌های خاکی از رابطه زیر به دست آمد:

$$n = \frac{R^{0.67} S^{0.5}}{V} \qquad (۹)$$

که در آن R شعاع هیدرولیکی (برحسب متر)، V سرعت جریان (بر حسب متر بر ثانیه) و S شیب کف کانال (بر حسب درصد) می‌باشد.

ضریب زبری حاصل از رابطه مانینگ با ضرایب زبری حاصل از روابط مبتنی بر قطر ذرات بستر با استفاده از تحلیل واریانس مقایسه گردید.

نتایج و بحث

مقادیر ضریب زبری مانینگ در کانال‌های خاکی دارای پوشش گیاهی که با رابطه ۹ به دست آمده، در شکل ۲ نشان داده شده است. مقادیر ضریب زبری مانینگ از ۰/۰۰۵ تا ۰/۴۱ متغیر بود. میانگین ضریب زبری در بسترهای خاکی دارای پوشش گیاهی برابر ۰/۰۷۶ به دست آمد. براساس توصیه Chow (1972)، این مقدار ضریب زبری متعلق به کانال‌های با پوشش گیاهی است. بنابراین نتایج اولیه پژوهش با گزارش Chow (1972) در سازگاری کامل بوده و استثناء قابل بحثی مشاهده نگردید.

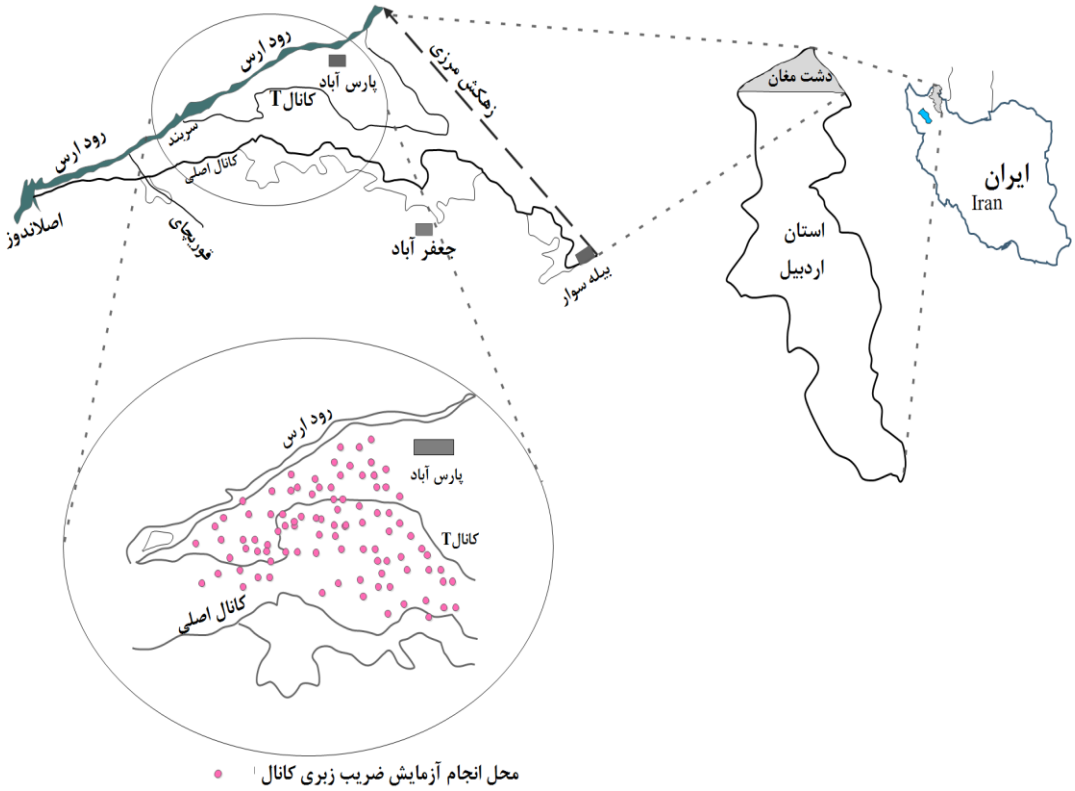
الف) برآورد ضریب زبری با رابطه‌های مبتنی بر D_{50} مواد بسترجریان

با استفاده از رابطه‌های ۱ تا ۴ شامل رابطه‌های استریکلر، هندرسون، گارد و راجو و برآی، ضریب زبری بر اساس رابطه‌های استریکلر، هندرسون، گارد و راجو و برآی برآورد شد و نتایج در شکل ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد رابطه‌های مبتنی بر D_{50} بستر جریان مانند استریکلر، هندرسون، گارد و راجو و برآی، مقادیر مناسبی برای ضریب زبری کانال‌های خاکی با پوشش گیاهی ارائه نکرده‌اند. مقادیر ضریب زبری حاصل از این رابطه‌ها به طور عموم، کمتر از مقدار واقعی به دست آمد. دلیل آن است که این روابط، به طور غالب برای بسترهای بدون پوشش گیاهی ارائه شده است. به طور مثال رابطه برآی برای بسترهای جریان با قلوه سنگ کاربرد دارد. بنابراین، برای استفاده از این روابط، لازم است تعدیل‌هایی در ضرایب یا متغیرهای رابطه‌ها، صورت گیرد. نتایج مقایسه مقادیر ضریب زبری حاصل از کاربرد رابطه‌های استریکلر، هندرسون، گارد و راجو و برآی با هم‌دیگر نشان داد تفاوت بین مقادیر ضریب زبری حاصل از کاربرد رابطه‌ها در سطح احتمال کمتر از ۰/۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). به عبارت دیگر مقادیر ضرایب زبری حاصل از رابطه‌ها با همدیگر متفاوت بوده و یکسان نبود.

نتایج مقایسه میانگین مقادیر ضریب زبری حاصل از رابطه‌های مبتنی بر قطر مواد بستر D_{50} در شکل ۴ ارائه شد. با این‌که کاربرد رابطه برآی به میانگین بیشتری از ضریب زبری (۰/۰۱۴) منجر شده، ولی این مقدار بیش از پنج برابر کمتر از میانگین ضریب زبری مانینگ مشاهده شده (۰/۰۷۶) است.

www.SID.ir

Archive of SID



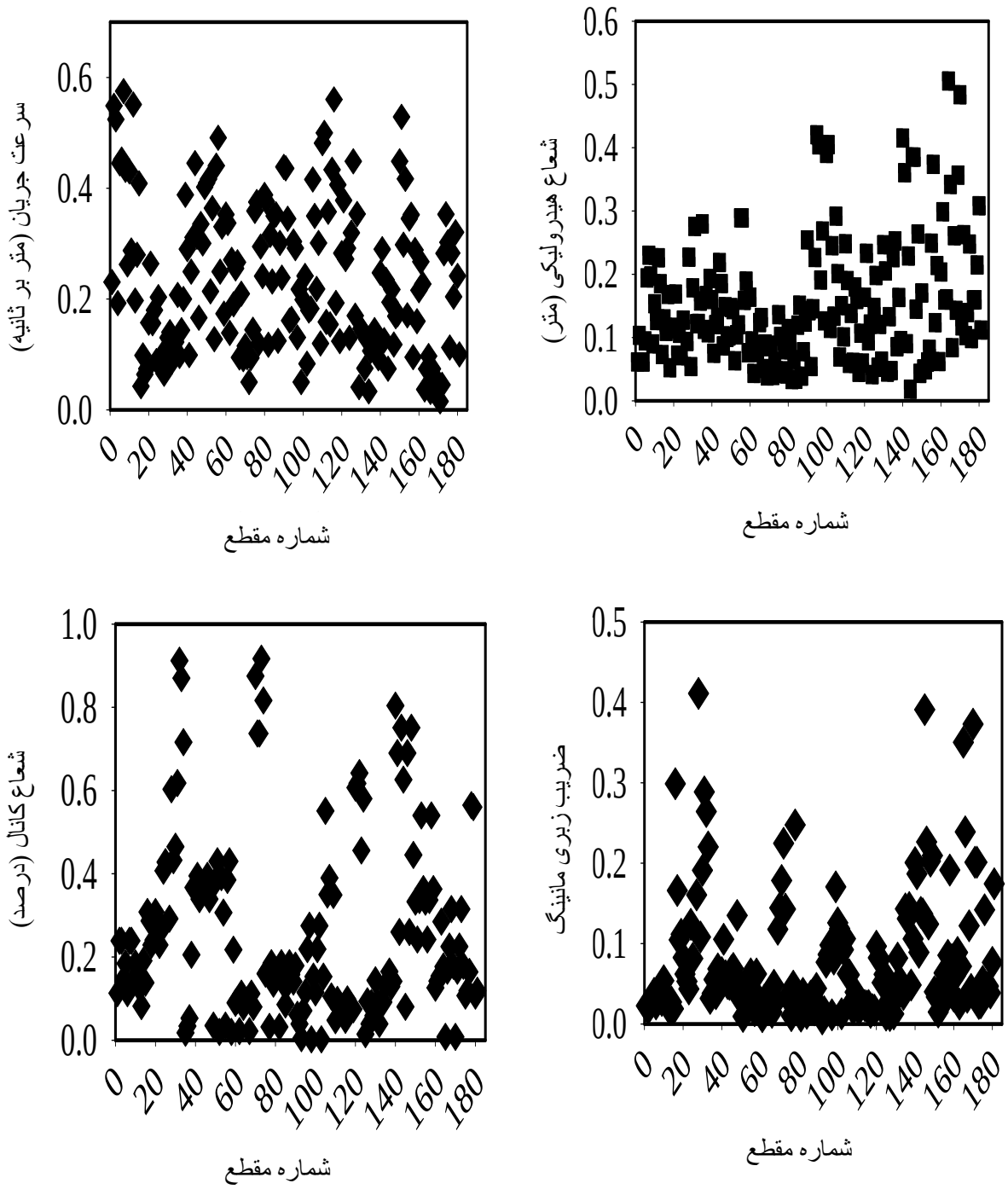
شکل (۱): محل انجام آزمایش‌های تعیین ضریب زبری کانال در شبکه آبیاری و زهکشی مغان (ناصری، ۱۳۷۹)

جدول(۱): تحلیل واریانس مقادیر ضریب زبری حاصل از روابط مبتنی بر قطر ذرات بستر جریان آب

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	نسبت F	مقدار P
رابطه‌های مبتنی بر D_{50} ذرات بسترجریان					
ضرایب زبری حاصل از رابطه‌ها	۰/۰۱۸	۳	۰/۰۰۶	۷۱۲/۳	۰۰/۰۰
ضرایب زبری درون هر رابطه‌ها	۰/۰۰۶	۷۲۰	$۰/۹\times۱۰^{-۵}$		
کل	۰/۰۲۵	۷۲۳			
رابطه‌های مبتنی بر D_{65} ذرات بستر جریان					
ضرایب زبری حاصل از رابطه‌ها	۰/۱۸۱	۱	۰/۱۸۱	۱۵۱۸۴/۴۱	۰۰/۰۰
ضرایب زبری درون هر رابطه‌ها	۰/۰۰۴۳	۳۶۰	$۱/۲\times۱۰^{-۵}$		
کل	۰/۱۸۵	۳۶۱			
رابطه‌های مبتنی بر D_{75} ذرات بستر جریان					
ضرایب زبری حاصل از رابطه‌ها	$۸/۲\times۱۰^{-۷}$	۱	$۸/۲\times۱۰^{-۷}$	۴۳۴/۳	۰۰/۰۰
ضرایب زبری درون هر رابطه‌ها	$۶/۸\times۱۰^{-۷}$	۳۶۰	$۱/۲\times۱۰^{-۹}$		
کل		۳۶۱			

www.SID.ir

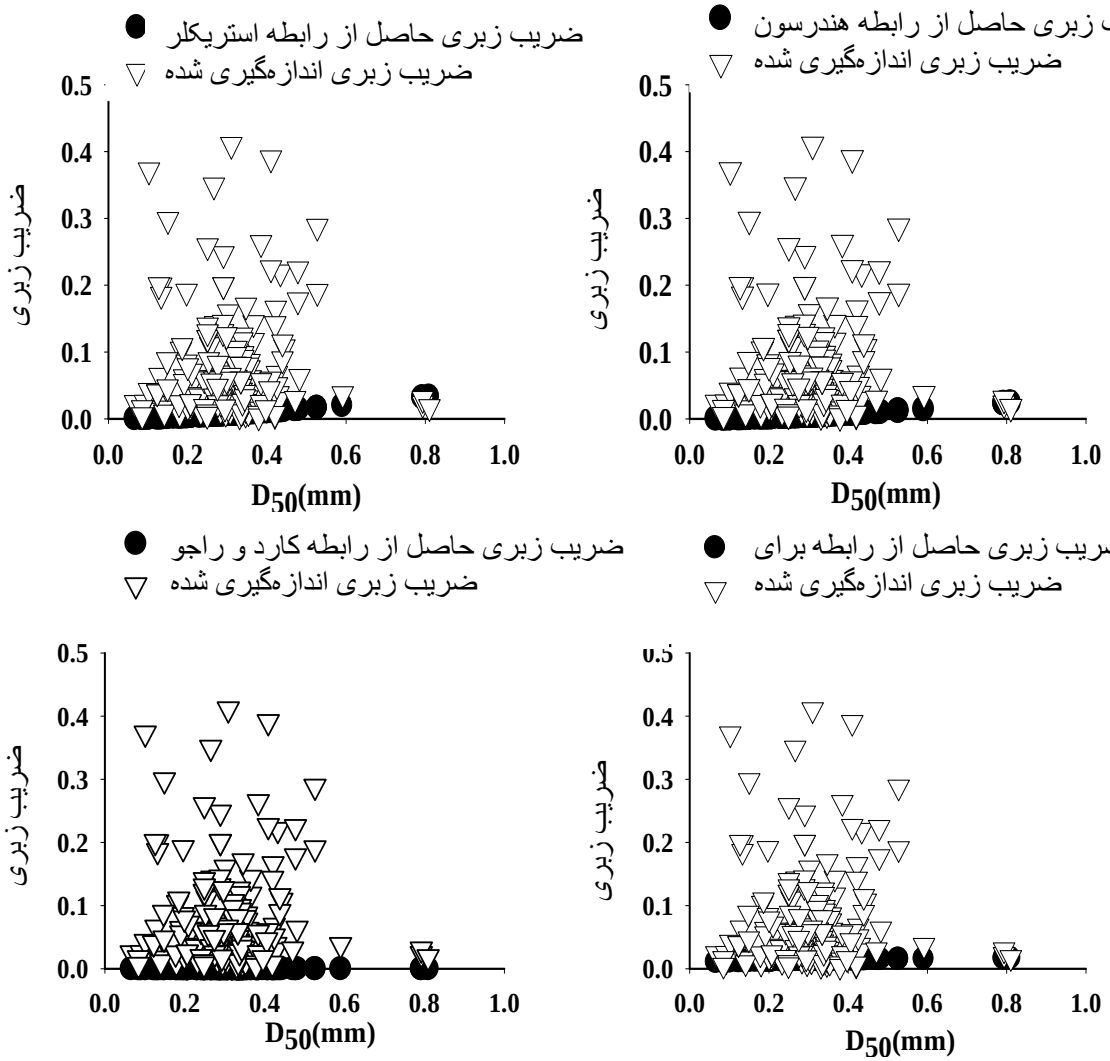
Archive of SID



شکل (۲): سرعت جریان، شعاع هیدرولیکی، شیب کانال و ضریب زبری مانینگ در مقاطع کانال‌های خاکی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۳): ضریب زبری حاصل از رابطه‌های مبتنی بر D_{50} مواد بستر

شکل(۴): میانگین ضرایب زبری حاصل از کاربرد رابطه‌های مبتنی بر D_{50} مواد بستر جریان آب

www.SID.ir

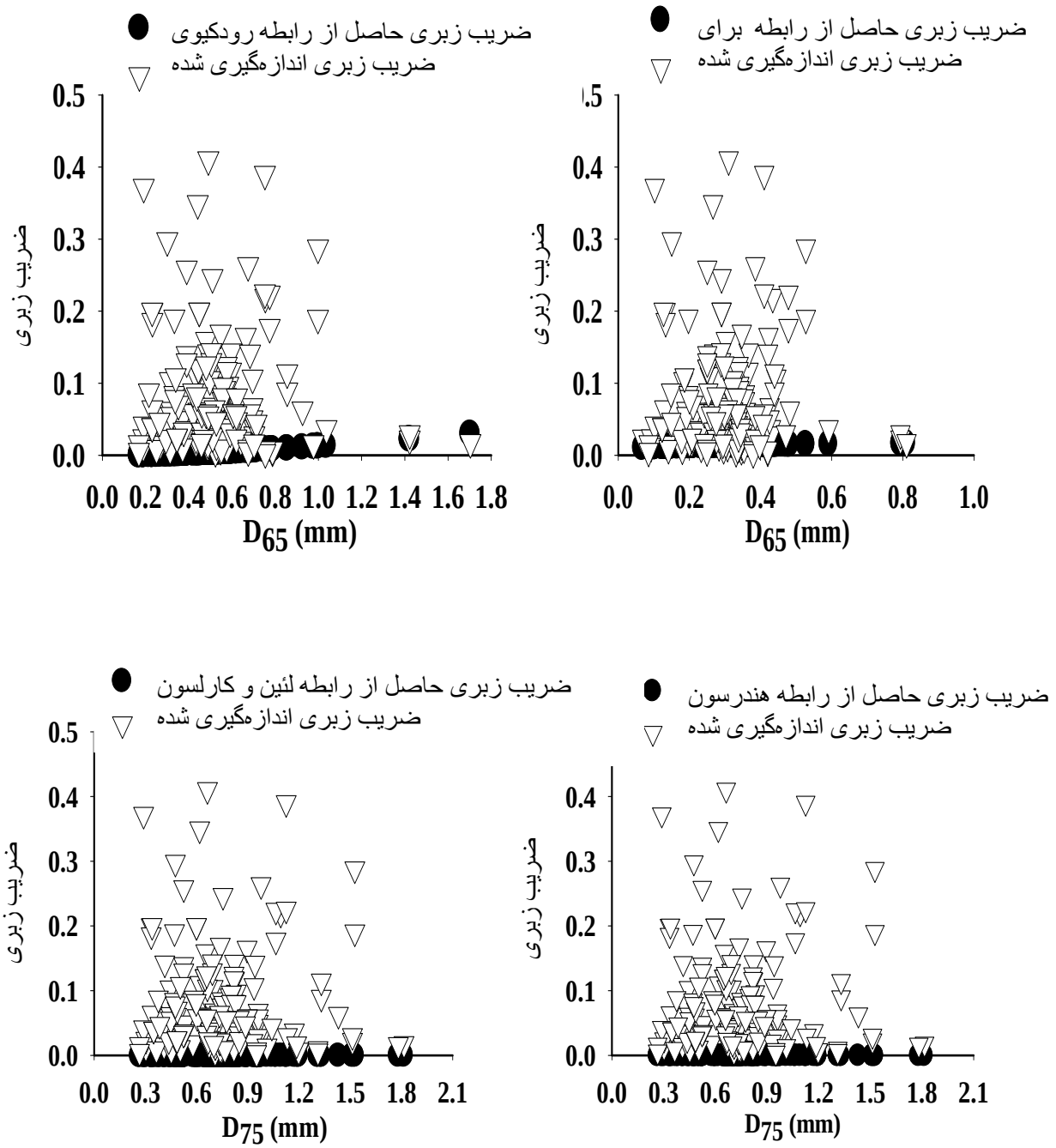
Archive of SID

ب) برآورد ضریب زبری با رابطه‌های مبتنی بر D_{65} و D_{75} مواد بسترجریان

ضریب زبری کانال‌های خاکی بر مبنای D_{65} و D_{75} ذرات خاک بستر جریان بر اساس رابطه‌های رودکیوی، برآی، لئین و کارلسون و هندرسون، با استفاده از رابطه‌های ۴ تا ۸، برآورد شد. نتایج در شکل ۵ ارائه شده است. نتایج نشان داد مقادیر مناسبی برای ضریب زبری کانال‌های خاکی با پوشش گیاهی با کاربرد رابطه‌های مبتنی بر D_{65} و D_{75} مواد بستر به دست نیامد. مقادیر ضریب زبری حاصل از این رابطه‌ها نیز به طور عموم، کمتر از مقدار واقعی بود. دلیل آن است که این روابط نیز، به طور غالب برای بسترهای بدون پوشش گیاهی ارائه شده و در صورت لحاظ اثر پوشش گیاهی، مقادیر مناسبی برای ضریب زبری به دست نمی‌آید. به طور مثال، رابطه هندرسون که برای بسترهای جریان با قلوه سنگ توصیه شده، فاقد اثر پوشش گیاهی است. بنابراین، برای استفاده از این روابط نیز، لازم است تعدیل‌هایی در ضرایب یا متغیرهای رابطه‌ها، صورت گیرد. نتایج مقایسه مقادیر ضریب زبری حاصل از کاربرد رابطه‌های مبتنی بر D_{65} ذرات بستر شامل رودکیوی و برآی نشان داد تفاوت بین مقادیر ضریب زبری حاصل از کاربرد رابطه‌ها در سطح کمتر از ۰/۱ درصد معنی‌دار است (جدول ۱). به عبارت دیگر مقادیر ضرایب زبری حاصل از رابطه‌های رودکیوی و برآی با همدیگر متفاوت بود. میانگین ضریب زبری مبتنی بر D_{65} برای رابطه‌های رودکیوی و برآی به ترتیب برابر ۰/۰۰۵ و ۰/۰۴۹ بود. با اینکه کاربرد رابطه برآی به میانگین بیشتری از ضریب زبری منجر شده، ولی این مقدار بیش از یک‌ونیم برابر کمتر از میانگین ضریب زبری مانینگ مشاهدشده (۰/۰۷۶)، بود. نتایج مقایسه مقادیر ضریب زبری حاصل از کاربرد رابطه‌های مبتنی بر D_{75} ذرات بستر شامل لئین و کارلسون و هندرسون نشان داد تفاوت بین مقادیر ضریب زبری حاصل از کاربرد رابطه‌ها در سطح کمتر از ۰/۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). به عبارت دیگر مقادیر ضرایب زبری حاصل از رابطه‌های لئین و کارلسون و هندرسون با هم‌دیگر متفاوت بود. میانگین مقادیر ضریب زبری حاصل از رابطه‌های مبتنی بر D_{75}مواد بستر مقایسه گردید. میانگین ضرایب زبری برای رابطه‌های لئین و کارلسون و هندرسون به ترتیب برابر ۰/۰۰۰۰۰۲ و ۰/۰۰۰۱ بود. این مقادیر ضریب زبری غیر قابل قبول بوده و قابل مقایسه با میانگین ضریب زبری مشاهده شده نبود. بنابراین کاربرد رابطه‌های مبتنی بر D_{75} ذرات بستر نتوانست ضریب زبری قابل قبولی را برای بسترهای خاکی با پوشش گیاهی ارائه نماید. به دلیل غیرهم‌خوان بودن نتایج برآورد شده با مقادیر مشاهده شده، مقایسه میانگین انجام نشد. نتایج این پژوهش نشان داد ضرایب زبری حاصل از کابرد روابط مبتنی بر قطر ذرات بستر همواره کمتر از مقدار واقعی یا مشاهده شده بود. بدیهی است انتخاب کمتر از مقدار واقعی ضریب زبری منجر به برآورد زیاد سرعت جریان و دبی جریان خواهد شد. و آن، سبب افزایش خطر فرسایش و کنش بستر کانال‌های خاکی خواهد شد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۵): ضریب زبری حاصل از رابطه‌های مبتنی بر D_{75} و D_{65} مواد بسترجریان آب

www.SID.ir

Archive of SID

ج) مدل‌بندی ضریب زبری کانال‌های خاکی با پوشش گیاهی بر مبنای قطر مواد بستر جریان

به منظور ارائه و توسعه روابط مبتنی بر قطر ذرات بستر برای برآورد ضریب زبری بسترهای خاکی دارای

$n= D_{50}^{2.164}$ $r = 0.91$ برای D_{50} $N=181$ (۱۰)

$n= D_{65}^{3.256}$ $r=0.83$ برای D_{65} $N=181$ (۱۱)

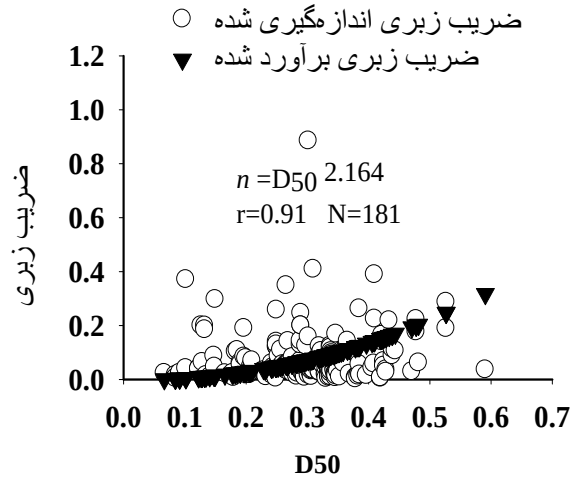
$n= D_{75}^{3.940}$ $r=0.66$ برای D_{75} $N=181$ (۱۲)

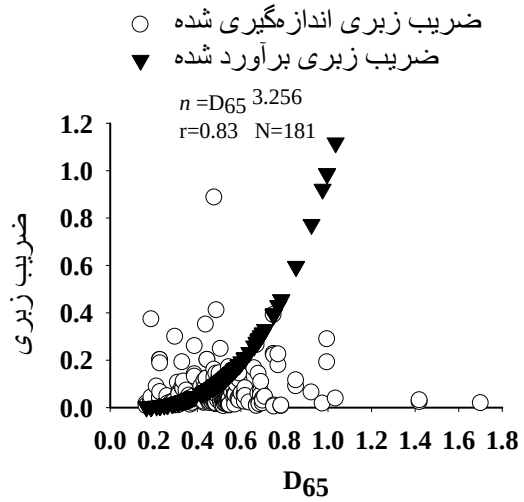
پوشش گیاهی از اندازه‌های D_{50}، D_{65} و D_{75} ذرات بستر استفاده گردید. مدل‌های حاصل در ذیل آورده شده است. تغییرات ضرایب زبری حاصل از کاربرد مدل‌های مبتنی بر قطر مواد بستر و مقادیر مشاهده شده در کانال‌های خاکی با پوشش گیاهی در شکل ۶ نشان داده است. نتایج نشان داد که قطر مواد بستر توانایی تبیین تغییرات ضریب زبری کانال‌های خاکی با پوشش گیاهی را دارد. همچنین مدل‌های ارائه شده برای برآورد ضرایب زبری به طور نسبی دقیق‌تر از روابط ارائه شده توسط سایر پژوهشگران مانند استریکلر، هندرسون، گارد و راجو، برآی، رودکیوی، لئین و کارلسون و هندرسون بود. سهولت برآورد یا سادگی مدل‌ها مانند روابط ارائه شده توسط سایر پژوهشگران، مزید بر مزیت دقت آن‌ها بود.

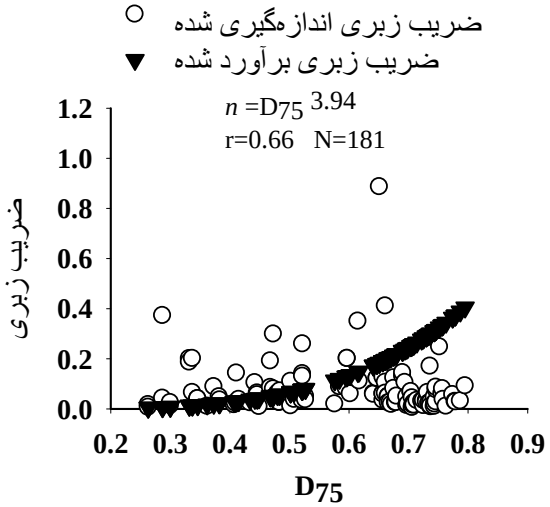
با توجه به درجه آزادی نظیر تعداد داده‌ها، ضریب همبستگی این مدل‌ها از نظر آماری قابل قبول بوده و مدل‌های نسبتا دقیقی برای برآورد ضریب زبری به شمار می‌روند. تفاوت‌های احتمالی مقادیر اندازه‌گیری شده ضریب زبری با مقادیر حاصل از مدل‌ها، می‌تواند ناشی از خطای اندازه‌گیری، اثر تراکم و تنوع پوشش گیاهی در جدار و کف کانال‌های آبیاری و زهکشی باشد.

www.SID.ir

Archive of SID







شکل (۶): تغییرات ضرایب زبری حاصل از کاربرد مدل‌های مبتنی بر قطر مواد بستر و مقادیر مشاهده شده در کانال‌های خاکی با پوشش گیاهی

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

تعیین ضریب زبری کانال‌های خاکی شبکه آبیاری و زهکشی مغان، مقایسه نتایج روابط مبتنی بر قطر ذرات بستر با مقادیر واقعی ضریب زبری و نیز مدل‌بندی ضریب زبری بسترهای خاکی دارای پوشش گیاهی بر مبنای قطر ذرات بستر به نتایج زیر منجرشد. میانگین ضریب زبری در بسترهای خاکی دارای پوشش گیاهی ۰/۰۷۶ به دست آمد. کاربرد روابط مبتنی بر D_{50}، D_{65} و D_{75} ذرات خاک به مقادیر قابل قبول ضریب زبری کانال‌های خاکی با پوشش گیاهی منجر نشد. برای مدل‌بندی ضریب زبری بسترهای خاکی دارای پوشش گیاهی از اندازه‌های قطر ذرات بستر یعنی D_{50}، D_{65} و D_{75} استفاده گردید. نتایج نشان داد قطر مواد بستر توانایی تبیین تغییرات ضریب زبری کانال‌های خاکی با پوشش گیاهی را دارد. همچنین مدل‌های ارائه شده به طور نسبی دقیق‌تر از روابط ارائه شده توسط سایر پژوهشگران بود. سهولت برآورد یا سادگی مدل‌ها مزید بر مزیت دقت آن‌ها می‌باشد. برای برآورد درست سرعت و دبی جریان در کانال‌های خاکی از مقادیر واقعی ضریب زبری یا مدل‌های ارائه شده در این پژوهش، استفاده گردد. پیشنهاد می‌شود برای دقیق‌سازی مقادیر ضرایب زبری در کانال‌های خاکی، از معادلات جریان مانند سنت‌ونانت یا مدل‌های هیدرودینامیک، موج سینماتیک یا اینرسی صفر برای برآورد ضریب زبری واقعی در کانال‌های با پوشش گیاهی استفاده شود. اعمال تراکم پوشش گیاهی به همراه نوع گیاه و دوره فنولوژیک آن می‌تواند به عنوان موضوعات پژوهش‌های آتی قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی مصوب سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی می‌باشد. بدینوسیله مولف مقاله از حمایت‌های سازمان و موسسه یاد شده سپاسگزاری می‌نماید. مولف مقاله از نظرات و ارشادات علمی هیات محترم تحریریه و داوران ارجمند فصلنامه حاضرکه در بهبود و ارتقاء کیفی مقاله بسیار موثر و مفید بودند، سپاسگزاری می‌نماید.

منابع

ابراهیمی، ن.، م. فتحی مقدم، س. م. کاشفی پور، ک. ابراهیمی و س. م. صانعی. ۱۳۸۷. مطالعه تاثیر پوشش گیاهی مستغرق بر ضریب زبری رودخانه‌ای، پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی، سال هشتم، شماره ۱، ص ۸۸-۷۹.

اسماعیلی، ک.، س. م. کاشفی پور، و م. شفاعی بجستانی. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر فرم بستر بر روی ضریب زبری به کمک تلفیق روش عددی و آزمایشگاهی در جریان‌های غیرماندگار. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، سال بیست وسوم، شماره ۳، ص۱۴۴-۱۳۶.

چادری، ح. ۱۳۷۶. جریان کانال‌های باز (ترجمه ع. ا. صالحی نیشابوری و س. م. تقدیسیان). انتشارات جزیل. ۶۴۸ ص.

حسینی، الف. ۱۳۷۳. بررسی مسائل هیدرولیکی در نهرچه‌های آبیاری با تکیه بر توجیه ضریب زبری. پایان نامه فوق لیسانس، گروه آبیاری، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، تبریز، ۱۰۵ص

شفاعی بجستانی، م. ۱۳۷۳. هیدرولیک رسوب. دانشگاه شهید چمران. اهواز. ۴۳۸ ص.

طایفه رضائی، ح. ۱۳۷۳. تحلیلی بر علل زهدار شدن دشت مغان، پایان‌نامه فوق لیسانس، گروه آبیاری، دانشکده کشاورزی کرج دانشگاه تهران، کرج. ۲۵۰ص.

غریب، م. ۱۳۸۳. پهنه‌بندی خطر و مدیریت سیل حومه شهر رامیان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۱۰ ص.

www.SID.ir

Archive of SID

غفاری، گ. و الف. مساعدی. ۱۳۸۴. تاثیر روش‌های مختلف تعیین ضریب زبری مانینگ در برآورد وسعت اراضی سیل‌گیر (مطالعه موردی رودخانه بابلرود). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال دوازدهم، شماره ۶، ص۱۲-۱.

فلاحتگر، م.، ع. بهره‌مند، و. بردی شیخ و ع. اترک چالی. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر وجود پوشش گیاهی بر ضریب زبری مانینگ دامنه در مراتع آق‌قلا گرگان. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، سال هفدهم، شماره۳، ص۱۲-۱.

مساعدی، الف. و م. توکلی. ۱۳۸۲. بررسی مناسب‌ترین روش تعیین ضریب مانینگ و پهنه‌بندی خطر سیل در بخشی از اترک میانی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم شماره ۱، ص ۱۶۲-۵۳.

مقصودی، ن. و ص. کوچک زاده. ۱۳۷۱. جریان‌های با سطح آزاد هیدرولیک کانال‌ها. جلد اول (جریان‌های یک بعدی ماندگار). دانشگاه تهران. تهران. ۲۵۳ص.

موسوی بایگی، س. و م. فریدحسینی، ع. الف. علیزاده و م. اینانلو. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات ضریب زبری مانینگ در پیش‌بینی هیدرولیک سیلاب (مطالعه موردی: اترک میانی). نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، سال بیست‌وششم، شماره ۱، ص ۱۹۲-۱۸۳.

ناصری، الف. ۱۳۷۹. ارزیابی ضریب مقاومت جریان در کانال‌های با پوشش گیاهی در دشت مغان، گزارش پژوهشی نهائی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ۱۹۵ص.

Afzalimehr, H., and F. Anctil. 1998. Estimation of gravel-bed river flow resistance. Journal of Engineering. 124(10): 1054-1058.

Chow, V. T. 1972. Open channel hydraulics. McGraw-Hill Kogakusha, LTD. New York. P 680 .

Ciraolo, G., G. Ferreri and G. Loggia. 2006. Flow resistance of posidonia oceanic a in shallow water. Journal of Hydraulic Research, 44 (2): 189-202.

Cook, H. L. and F. B. Campbell. 1939. Characteristics of some meadow strip vegetation. Journal of Hydraulic Engineering. 118(1): 92-97.

Cox, M. B. and V. J. Palmer. 1984. Results of tests on vegetated waterways and method of field application. Oklahoma Agricultural Experimental Station, Stillwater Oklahoma, Miscellaneous Publication .No. MP1 2, 43.

Ebrahimi, N. G., M. Fathi- Moghaddam, S. M. Kashefipour, K. Ebrahimi and S. M. Saneie. 2008. A Study of the effect of submerged vegetation cover river roughness coefficient. Agricultural Research: Water, Soil and Crop in Agriculture. V:8 (1):79-87.

Fathi Moghaddam, M. and N. Kouwen. 1997. Non-rigid, no submerged, vegetative roughness on floodplains . Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 123 (1): 51-57.

Fathi-Moghadam, M. 2006. Effects of land slope and flow depth on retarding flow in non-summerged vegetated lands. Journal of Agronomy, 5(3): 536-540.

www.SID.ir

Archive of SID

Modeling Roughness Coefficients in Vegetated Canals Based on Bed Particles Diameters

Abolfazl Nasseri [1]

Abstract

The indirect variables such as bed particles diameters could be applied to estimate roughness coefficients (RC) to decrease measurement costs. Bed particles diameters based relations were developed for non-vegetated channels. Therefore, the current study was conducted to evaluate bed particles diameters based relations (BPBR), to estimate roughness coefficients in vegetated canals for irrigation and drainage network of Moghan (in North-west of Iran) and to compare acquired RC from BPBR and RC from experiments and to model roughness coefficients in vegetated canals as a function of bed particles diameters. In irrigation and drainage network of Moghan 181 canals sections were selected to measure water flow velocity (with a flow meter) and canal cross sections. The Manning coefficients were estimated via water velocities, hydraulic radius and canal slopes. Results revealed that RC varied from 0.005 to 0.41 and averaged at 0.076 in vegetated channels. Also, Applying Strickler, Henderson, Garde and Raju and Bray (relations based on D_{50}) and Ravdkivi, Bray, Lane and Carlson and Henderson (relations based on D_{65} and D_{75}) did not produce a suitable value for RC in vegetated channels. The particle diameters (D_{50}, D_{65} and D_{75}) were applied to model roughness coefficient as a function of bed particles diameters in vegetated channels. Relative to the results from developed relations, the model results were relatively precision and recommendable. The correlation coefficient of RC with the particle diameters of D_{50}, D_{65} and D_{75} were 0.91, 0.83 and 0.66, respectively. The advantages of developed models were accuracy, simplicity and facility in application.

Keywords: Bed particle diameters, Earth canals, Flow resistance coefficient, Hydraulic resistance, Manning coefficient, Uniform flow.

1-Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran. Mobile: 09143108471.Email address: nasseri_ab@yahoo.com

www.SID.ir