Archive of SID

پژوهش‌های آبخیزداری شماره ۱۰۷، تابستان ۱۳۹۴
(پژوهش و سازندگی)

آنالیز حساسیت دو رابطه برآورد سرعت جریان و بررسی عوامل موثر در برآورد سرعت جریان

• **مرضیه قادری**
علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (نویسنده مسئول)
• **محمد تقی دستورانی**
دانشگاه فردوسی مشهد
• **کاظم صابر چناری**
علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
• تاریخ دریافت: آبان‌ماه ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: اسفندماه ۱۳۹۳
Email: marzie.ghaderi65@gmail.com

چکیده

مطالعات مهندسی رودخانه و طراحی سازه‌های متقاطع رودخانه نظیر پل‌ها، سدهای انحرافی، دهانه آبگیر و غیره ارتباط تنگاتنگی با محاسبه دقیق عمق، سرعت جریان و برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای سیل دارد. برآورد سرعت جریان از مباحث مهم در مطالعات هیدرولیک و هیدرولوژی محسوب می‌شود. از آنجایی که بیشتر مناطق در کشور فاقد آمار دبی و سرعت جریان بوده و یا دارای آمار ناقص هستند استفاده از فرمول‌های تجربی در این زمینه ضروری می‌باشد. جهت استفاده مناسب و بدست آوردن نتایج قابل قبول از این روابط در دیگر مناطق، می‌بایست دامنه حساسیت پارامترهای فیزیکی موجود، مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. لذا در این تحقیق علاوه بر ارائه یک روش جدید جهت آنالیز حساسیت پارامترهای موجود در روابط تجربی، که ضمن سادگی از کارایی خوبی نیز برخوردار است، دو رابطه مرسوم برآورد سرعت جریان (رابطه شزی و رابطه مانینگ)که در هیدرولیک رودخانه‌ها کاربرد وسیعی پیدا کرده است، آنالیز حساسیت شده‌اند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که رابطه تجربی شزی نسبت به رابطه مانینگ، در برآورد سرعت جریان از حساسیت بیشتری برخوردار است. در رابطه مانینگ نیز حساسیت مدل به مقادیر زبری کمتر، بیشتر است و نیز در شیب خط انرژی (سطح آب) بالاتر، سرعت جریان حساس‌تر می‌باشد. به عبارتی با تغییرات جزئی در شیب‌های زیاد سرعت جریان تغییرات چشمگیری دارد. حساسیت خروجی مدل به پارامتر شعاع هیدرولیکی نیز در سطوح بالاتر بیشتر می شود. همچنین، حساس‌ترین پارامتر در رابطه شزی، ضریب زبری است که در برآورد آن می‌بایست دقت کافی اعمال گردد.

کلمات کلیدی: آنالیز حساسیت، ضریب زبری، سرعت جریان، روابط تجربی

www.SID.ir

Archive of SID

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 107 pp: 73-83

Sensitivity analysis of two flow velocity formulae and Evaluation of important factors effecting of flow Velocity

By: M. Ghaderi, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (Corresponding Author). *M. T. Dastorani,* Ferdowsi University of Mashhad. *K. Saber,* Gorgan University.

Studies of river engineering and River cross structures design such as bridges, diversion dams, Water Intake, etc. have closely related with the accurate calculation of depth, flow velocity and it has estimated moment of maximum flood discharge. The Estimated of flow velocity is important in hydraulic and hydrology studies .where no enough measured data is available, empirical approaches are usually applied to estimate flow velocity and maximum flood discharge. The most of these methods have been proposed for a certain area with specific physical and climatic conditions .to use these methods in other areas with different conditions ,evaluation and analysis of sensitivity of their parameters seems to be necessary. In this research ,new simple and efficient method is used to carry on sensitivity analysis of 2 flow velocity estimation methods including Manning and chezy that both of them are the most famous flow velocity existing. The results show chezy empirical equation is more sensitive Manning equation in estimating flow velocity. At the Manning equation, Model sensitivity is more to the less roughness values and when the energy line slope value (surface water) is high, flow velocity sensitive is increases. In other word, small changes in high slope, the flow velocity has changed dramatically. Sensitivity of Output's model to hydraulic radius parameter is higher than while the area of catchment increases. Results show that roughness coefficient (c) in chezy equation is the most sensitive parameter and it need to more attention and correction.

Keywords: sensitivity analysis, roughness coefficient, flow velocity, empirical formulae

مقدمه

سیلاب بدون شک از نظر تلفات جانی و خسارات مالی یکی از مهیب‌ترین بلای طبیعی در جهان محسوب می‌شود. نکته نگران کننده، روند افزایشی تلفات و خسارات سیلاب در جهان در دهه‌های اخیر می‌باشد. افزایش جمعیت و دارایی‌ها در سیلاب دشتها، تغییرات هیدرو سیستم‌ها و اثرات مخرب فعالیت‌های انسانی از دلایل عمده این روند افزایش می‌باشد. در کلیه مطالعات مهندسی رودخانه و طراحی سازه‌های متقاطع رودخانه نظیر پل‌ها، سدهای انحرافی و دهانه‌های آبگیر جهت کنترل سیلاب، تعیین سرعت جریان و دبی حداکثر سیلاب از اهمیت بالایی برخوردار است. سرعت جریان همچنین از عوامل موثر در مورفولوژی رودخانه محسوب می‌شود. دانشمندان جهت برآورد سرعت جریان، روابط تجربی متعددی را بر مبنای ویژگی‌های بستر و خصوصیات جریان ارائه داده‌اند. اصلی‌ترین روابط ارائه شده جهت برآورد سرعت جریان عبارتند از: رابطه شزی، رابطه مانینگ، بازن، استریکلر و دارسی ویسباخ. در تمامی این روابط سرعت آب با شیب سطح آب یا شیب خط انرژی و ضریب صافی رابطه مستقیم دارد ولی با ضریب زبری رابطه عکس دارد. همچنین در یک سطح مقطع یکسان، هر چقدر سطح خیس شده، به عبارتی شعاع هیدرولیکی بیشتر باشد، سرعت آب زیادتر خواهد شد. مشکل این روابط این است که برای منطقه‌ای خاص با خصوصیات فیزیکی و اقلیمی خاص ارائه گردیده است، بنابراین استفاده از این معادلات در مناطق دیگر با مشکل روبرو خواهد بود و نیاز به واسنجی و تغییر و تعدیل ضرایب منطقه‌ای دارد که این مسأله نیازمند بررسی و امکان‌سنجی استفاده از آن‌ها و در نهایت واسنجی آن‌هاست (مهدوی، ۱۳۸۵). از بین روابط تجربی سرعت جریان، رابطه مانینگ کاربرد گسترده‌تری در زمینه هیدرولیک و هیدرولوژی در جهان، از جمله کشور ما دارد. این رابطه جهت برآورد سرعت جریان است و در رودخانه‌ها زمانی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد که جریان آب به طور کامل آشفته باشد (Henderson، ۱۹۹۶). آنالیز حساسیت روشی است که به وسیله آن اثر تغییر ضرایب پارامترهای موجود در مدل‌ها را بر خروجی مدل می‌توان بررسی نمود و نیز روابط بین متغیرهای مدل با یکدیگر را تعیین و پارامترهای موثر بر خروجی مدل را اولویت‌بندی کرد. آنالیز حساسیت را می‌توان در مرحله واسنجی مورد استفاده قرار داد، به گونه‌ای که موجب دقت نتایج و صرفه‌جویی در وقت و هزینه گردد (آورند و همکاران، ۱۳۸۶). فرایند آنالیز حساسیت مدل‌های تجربی که اطلاعات مفیدی درباره خصوصیات عوامل به کار رفته و میزان وابستگی خروجی مدل به این عوامل ارائه می‌نماید، مرحله مهمی در واسنجی و بهینه‌سازی مدل‌ها برای شرایط مختلف به شمار می‌رود. روش‌های متنوعی جهت آنالیز حساسیت ارائه شده که موجب طبقه بندی این روش‌ها از جهات مختلف شده است. طبقه‌بندی از نظر روش‌های آماری، ریاضی و گرافیکی یکی از طبقه‌بندی‌های کلی محسوب می‌شود (Feri و Patil، ۲۰۰۲). طبقه‌بندی دیگری نیز وجود دارد که به انواع آزمایشی، محلی و کلی تقسیم می‌شود. نوع آزمایشگاهی روشی ساده

Archive of SID

است و جهت تحلیل سریع و تعیین حساس‌ترین عامل ورودی به کار می‌رود. آنالیز حساسیت با روش آزمایشگاهی در تعیین نقاط حساس، روابط درونی متغیرها و تعیین عدم یکنواختی‌ها چندان قوی نیست (Ascough و همکاران، ۲۰۰۵). روش محلی با انتخاب یک بازه از رودخانه طبیعی اطراف نقطه متغیر ورودی مورد نظر، اثر تغییرات آن پارامتر را بر خروجی مدل بررسی می‌کند. در این روش به دلیل کوتاه بودن بازه احتمالی، شرایط یکنواختی و خطی بودن عکس‌العمل مدل را بالا می‌برد. در روش کلی آنالیز حساسیت می‌بایست برآورد آنالیز حساسیت هر متغیر ناشی از تعیین شکل و تابع احتمالاتی آن متغیر باشد و نیز در صورت تغییر متغیر ورودی مورد نظر، سایر متغیرها نیز تغییر کند (Satelli و همکاران، ۱۹۹۲) . در زمینه آنالیز حساسیت مدل‌های کاربردی در زمینه آب به صورت پراکنده تحقیقاتی صورت گرفته است. (ملکی نژاد و کوثری، ۱۳۸۷)، روش شماره منحنی (SCS) را آنالیز حساسیت نموده و به بررسی نسبی اهمیت عوامل موثر بر دبی اوج سیل پرداختند. در این پژوهش اهمیت نسبی پنج عامل: شماره منحنی، زمان تمرکز، مساحت حوزه، بارش در دوره بازگشت‌های معین و ضریب آلفا بر دبی اوج مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که شماره منحنی نسبت به سایر عوامل بیشترین تأثیر را در خروجی مدل دارد. مقدار بارش نیز تأثیر زیادی در دبی اوج دارد و شدت این تأثیر با افزایش شماره منحنی بیشتر می‌شود . همچنین با افزایش دوره بازگشت حساسیت مدل در خروجی بیشتر می‌شود. (دستورانی و هیات زاده، ۱۳۸۹)، به بررسی مهم‌ترین عوامل موثر در دبی حداکثر سیلاب از طریق آنالیز حساسیت ۱۰ رابطه تجربی کریگر، دیکن، فولر، فانینگ، انگلیز، کوتان، مایر، روش سازمان زمین شناسی آمریکا، هورتن و روش جرمن پرداختند. نتایج آن‌ها نشان دهنده حساسیت بالای تمامی روابط نسبت به مساحت‌های کم است، به طوری که تغییرات کم در سطوح پایین تأثیر زیادی در دبی اوج سیل دارد. در سطوح بالا نیز حساسیت خروجی مدل به تغییرات ضریب منطقه‌ای بیشتر بوده است. برخی روابط نیز مانند روش فولر نسبت به تغییرات دوره بازگشت در دوره بازگشت‌های پائین بسیار حساس هستند. (خسروشاهی، ۱۳۸۰)، در تعیین نقش زیر حوزه‌های آبخیز در شدت سیل خیزی در حوزه دماوند با استفاده از نرم افزار HEC-HMS به بررسی اثر شماره منحنی۲ و شیب حوزه بر سیل خیزی پرداخت و شماره منحنی را عامل حساس و تأثیرگذار بر خروجی دبی معرفی نمود . مهدوی و همکاران (۱۳۸۳) به بررسی حساسیت تعدادی از روش‌های تجربی هیدرولوژیکی در برآورد دبی اوج نسبت به سطح حوزه پرداختند و نیز به واسنجی روابط استفاده شده با دوره بازگشت‌های مختلف پرداختند. (Baharemand و De semedt، ۲۰۰۸)، به تحلیل حساسیت پارامترهای مدل هیدرولوژیکی وتسپا۱ در غرب اسلواکی پرداختند و دریافتند بعضی پارامترها در نتایج مدل از حساسیت به مراتب بیشتری برخوردار هستند. (شیران، ۱۳۸۶)، به تحلیل حساسیت متغیرهای ژئومورفولوژی موثر بر سیلاب با استفاده از مدل HEC-HMS پرداختند و نتایج آن‌ها نشان داد که پارامتر شماره منحنی مهم‌ترین و تأثیرگذارترین پارامتر بر روی دبی اوج می‌باشد. (بنی حبیب، ۱۳۸۶) به ارزیابی مدل HEC-HMS در تعیین زمان پیش هشدار سیل در حوزه گلابدره- دربند پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که تغییرات کاربری اراضی در اثر اقدامات آبخیزداری منجر به افزایش زمان پیش هشدار سیل شده است. (Ho و همکاران ، ۲۰۰۵) اقدام به تحلیل حساسیت مدل¬های هیدرولوژیکی نمودند، نتایج آن‌ها نشان داد که آنالیز حساسیت مدل، کالیبراسیون مدل را به مراتب ساده‌تر و دقیق‌تر نموده و کاربرد آن را در حوزه‌های دیگر بیشتر نموده است. (Fojlia و همکاران، ۲۰۰۹) مدل بارش رواناب تاپکاپی۴ را آنالیز حساسیت نموده و به ارزیابی پارامترهای آن پرداختند . نتایج آن‌ها نیز باعث افزایش کارایی مدل و نیز سادگی و دقت کالیبراسیون آن (در شرایط کشور سوئیس) شده است. Li و همکاران (۲۰۱۴) آنالیز حساسیت پارامترهای مدل Swmm به منظور تعیین پارامترهای موثر بر خروجی مدل انجام دادند. نتایج نشان داد که تعداد کمی از پارامترهای ورودی بر روی نتایج مدل حساس می باشند. به طور کلی در تحقیق حاضر سعی شده است، از آنجایی که تاکنون با توجه به اهمیت و کاربرد زیاد روابط تجربی سرعت جریان خصوصاً مانینگ توجه جدی به تجزیه و تحلیل و حساسیت این مدل نشده است با آنالیز حساسیت روابط تجربی برآورد سرعت جریان، حساسیت آن‌ها به عوامل به کار رفته در این روابط سنجیده شود و اثر تغییر ضرایب پارامترهای موجود در مدل‌ها را بر خروجی مدل بررسی و نیز روابط بین متغیرهای مدل با یکدیگر را تعیین کرده و پارامترهای موثر بر خروجی مدل اولویت بندی شود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- معرفی روابط

۲-۱-۱- رابطه مانینگ

در سال ۱۸۹۱ مانینگ در ایرلند رابطه زیر را جهت محاسبه سرعت جریان منتشر کرد.

$$V = K.\frac{1}{n}.R_n^{2/3}.i^{1/2} \qquad (۱)$$

در این رابطه سرعت آب ( )، ضریب تبدیل واحد که در سیستم متریک برابر یک و در سامانه انگلیسی معادل ۱/۴۸۶۱ می‌باشد. ضریب زبری مانینگ که با استفاده از تجربه‌های عملی بدست آمده و یا بر اساس قطر دانه‌های رسوب بستر محاسبه می‌گردد و دارای جدول می‌باشد که ضریب زبری را برای بسترهای طبیعی نشان می‌دهد. واحد آن ($\frac{m^{\frac{1}{3}}}{s}$) می‌باشد شعاع هیدرولیکی و واحد آن (m)، شیب سطح آب یا

شیب خط انرژی به متر بر متر می‌باشد.

۲- ۱-۲- رابطه شزی

شزی در سال ۱۷۶۸ معادله‌ای را پیشنهاد نمود، که این معادله، رابطه بین سرعت و مشخصات جریان را به صورت زیر بیان می‌کند .

$$V = C\sqrt{RS_f} \qquad (۲)$$

Archive of SID

در این رابطه :C ضریب شزی و واحد آن ($\sqrt{\frac{m}{s}}$)، شعاع هیدرولیکی و واحد آن(m)، و S_f: شیب خط انرژی و بدون واحد است.
ضرایب شـــزی و مانینگ ضرایب با بعدی هستند. ضریب شزی کاربرد قابـــل توجه ای در هیدرولیک رودخانه پیـــدا نکرده ولی در مقابل آن ضریب مانینگ به علت انتشـــار جداول، تصاویر انتخابی این ضریب و روابـــط تجربی مختلف آن ،کاربرد وســـیعی در هیدرولیک رودخانه‌ها پیدا نموده است (نیک محضری، ۱۳۸۹).

۲-۲- پارامترهای مورد بررسی

۲-۲-۱-آنالیز حساسیت

آنالیز حساسیت فرایندی است که به تجزیه و تحلیل روابط و یا مدلی خاص می‌پردازد و همچنین تأثیـــر تغییرات هر یک از پارامترها را به تنهایـــی و نیز در ارتباط با هم، در خروجی مدل بررســـی کرده و نیز پارامترهایی که حساس‌ترند و نیاز به توجه بیشتری دارند را مشخص می‌کند. در این روش فرض می‌شود برآوردها در روش تجربی مذکور، صحیح می‌باشد و تنها حساسیت فاکتورها در قالب کلی مدل سنجیده می‌شود.

۲-۲-۲-تعیین مقادیر ورودی پارامترها

آنالیز حساسیت در واقع بر روی داده‌های غیرحقیقی صورت می‌گیرد، همچنین مقادیر مربوط به هر پارامتر شامل بازه‌ای از آن پارامتر است که بین حد پایین و بالای دامنه تغییرات آن پارامتر، قرار گرفته است. دامنه تغییرات می‌بایســـت با اصل و ذات رابطه هم‌خوانی داشته باشد. بـــه عنوان مثال رابطه مانینگ را فقط زمانی می‌توان جهت محاســـبه ســـرعت به کاربرد که جریان آب به طور کامل آشـــفته باشد که این شـــرط اغلب در رودخانه‌ها حاکم است. لازم به ذکر است شرط چنین جریانی برقراری رابطه زیر است.

$$n\sqrt[6]{R_h}.i \geq 1/1*10^{-13} \qquad (۳)$$

در جدول (۱) حد پایین و بـــالا همراه با میانگین پارامترهای ورودی مربوط به هر رابطه نشان داده شده است.

جدول۱- مقادیر K بدست آمده با استفاده از روش‌های دستگاه شبیه ساز باران، نموگراف ویشمایر و فرمول بیسال

نام روش	نام پارامتر	حد بالا	حد پایین	میانگین
مانینگ	n	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۵
	I (m/m)	۰/۳۸	۰/۰۰۱	۰/۱۹
	R(m)	۱/۸۶	۰/۸۳	۱/۸۴
شزی	C	۵۵	۱۰	۳۲/۲۷
	S_f (m/m)	۰/۳۸	۰/۰۰۱	۰/۱۹
	R(m)	۱/۸۶	۰/۸۳	۱/۸۴

۲-۳- انجام آنالیز حساسیت

بـــا توجـــه به جـــدول (۱) و حد پاییـــن و بالا و میانگیـــن هر یک از پارامترهای روابط، جهت برآورد ســـرعت جریان فقط یکی از پارامترها تغییر در نظر گرفته می‌شـــود. بدین صورت کـــه این پارامتر بین حد پاییـــن و بالای خود تغییر می‌کند به نحـــوی که پارامترهای دیگر در میانگین خود ثابت باقی می‌مانند. با هر تغییر پارامتر، ســـرعت جریان محاسبه می‌گردد. بدین صورت اثر تغییر یک پارامتر بر روی خروجی مدل مشخص می‌شود. به عنوان نمونه در رابطه مانینگ پارامتر ضریب زبـــری مانینگ به صورت منظم تغییر کرد، در صورتی که پارامترهای شـــعاع هیدرولیکی و شیب ســـطح آب در میانگین خود ثابت در نظر گرفته شد. اثر این تغییرات بر سرعت جریان ثبت شد. به همین صورت در گام بعدی دو پارامتر ضریب زبری مانینگ و شـــیب ســـطح آب در مقدار میانگین خود ثابت در نظر گرفته شـــده و با تغییر پارامتر شعاع هیدرولیکی بین دو حد بالا و پایین خود سرعت جریان محاسبه و اثر تغییرات سطح مقطع و شکل کانال بر سرعت جریان محاسبه شد. در گام سوم نیز با ثابت نگه داشتن دو پارامتر شعاع هیدرولیکی و ضریب زبری مانینگ در مقدار میانگین خود، اثر تغییرات پارامتر شیب سطح آب (شیب خط انرژی) بر روی خروجی مدل (سرعت جریان) محاسبه شد. جداول شماره ۲ تا ۴، نحوه انجام محاسبات ذکر شده را در رابطه مانینگ جهت برآورد ســـرعت جریان نشـــان می‌دهد. در فاز بعدی می‌بایســـت مقادیر استاندارد شده پارامترها را محاسبه کرد، استاندارد کـــردن در واقع به معنی هـــم وزنی و به عبارت ســـاده‌تر هم خوانی می‌باشـــد. از آن جایی که در روابط تجربی، پارامترهای موجود دارای واحدهای متفاوتی می‌باشند به عنوان مثال واحد ضریب شزی مجذور متر بر ثانیه اســـت، شعاع هیدرولیکی متر بر متر و شیب سطح آب بر حسب متر می‌باشـــد و نیز در اندازه و مقدار با یکدیگر اختلاف دارند، نمی‌توان تغییرات سرعت جریان را در برابر تغییرات تمام پارامترهای ورودی بر روی یک نمودار و محور مختصات بررسی نمود. بدین منظور پارامترهای تغییر (بین دو حد پایین و بالا) استاندارد می‌شود.

Archive of SID

۲-۴- استاندارد کردن پارامترها

همان‌گونه که قبلا ذکر شد واحد هر یک از پارامترهای مورد نیاز جهت برآورد سرعت جریان با یکدیگر متفاوت است. به عنوان مثال واحد ضریب شزی مجذور متر بر ثانیه است، شعاع هیدرولیکی متر بر متر و شیب سطح آب بر حسب متر است. همچنین تفاوت در مقدار و اندازه پارامترها، نمایش هم‌زمان تغییرات سرعت جریان در برابر تغییرات پارامترهای بر روی یک محور مختصات را مشکل می‌سازد. بدین جهت پارامترها (بین دو حد پایین و بالا) باید استاندارد شود. استانداردسازی داده‌ها با استفاده از معادله زیر انجام شد.

(۴)

$$n = \frac{\left(x_i - \bar{x}\right)}{s_{td}}$$

در این رابطه تغییر i پارامتر ورودی، $\bar{x}$ و s_{td} به ترتیب میانگین و انحراف معیار ورودی مدنظر است. در این تحقیق جهت استاندارد کردن پارامترها از نرم افزار مینی تب استفاده شد. جهت استاندارد کردن پارامترها، قدر مطلق فاصله غیر تجمعی در محور Yها (مقادیر سرعت جریان) $|V_2 - V_1|$ و مقادیر قدر مطلق فاصله غیر تجمعی در محور Xها (پارامترهای استاندارد شده) محاسبه شده است. در نهایت با تقسیم مقادیر قدر مطلق فاصله غیر تجمعی در محور Yها (مقادیر سرعت جریان) $|V_2 - V_1|$ بر مقادیر قدر مطلق فاصله غیر تجمعی در محور Xها (پارامترهای استاندارد شده) مقادیر تغییرات شیب در محور Y ها حاصل می‌گردد. برای هر دو رابطه از این روش استفاده شده است.

۳- نتایج و بحث

نمایش هم‌زمان تغییرات سرعت جریان در تغییرات هر پارامتر موجود در هر رابطه در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. محور Yها مربوط به تغییرات سرعت جریان و محور X ها مقادیر مربوط به پارامترهای استاندارد شده است. این اشکال جهت مقایسه کلی اثر تغییرات سرعت جریان در برابر تغییرات پارامترهای ورودی مناسب است، بدین صورت که هر کدام از منحنی‌ها، که دارای شیب بیشتری باشد تأثیر بیشتری بر خروجی مدل دارد. جهت مقایسه بهتر اولویت تأثیر هر پارامتر بر خروجی رابطه، باید تغییرات شیب هر یک از منحنی‌های هر رابطه در قسمت‌های مشابه با یکدیگر مقایسه گردند. بدین صورت که به ازای دامنه مشخصی از محور Xها تغییرات محور Yها برای هر منحنی محاسبه گردد، دقیقاً مانند حالتی که شیب آبراهه در بازه‌های مختلف آن ارزیابی می‌گردد. با این تفاسیر منحنی که در یک بازه مشخص شیب بیشتری داشته باشد، تأثیر آن بر سرعت جریان بیشتر است. این تأثیر ممکن است در جهت افزایش و یا کاهش سرعت جریان باشد. به عنوان مثال شیب منحنی تغییرات سرعت جریان در برابر شیب خط انرژی (سطح آب) در رابطه مانینگ به صورت صعودی و کند شونده و در برابر ضریب زبری مانینگ نزولی است. بنابراین جهت مقایسه شیب‌های جزئی، باید از قدر مطلق شیب‌های جزئی استفاده گردد تا اولویت تأثیر سرعت جریان چه به صورت کاهشی و یا افزایشی در بازه مورد نظر ارزیابی شود (شکل های۳ و۴). نحوه محاسبه شیب‌های جزئی در جداول فوق و در سه ستون انتهایی برای رابطه مانینگ ذکر شده است. شکل‌های ۱ و۲ اهمیت و تأثیر پارامترهای ورودی بر سرعت جریان را برای هر رابطه به طور جداگانه نشان می‌دهد. در نمودارهای مربوطه محورx، پارامترهای استاندارد شده ورودی هر مدل و محور Y مربوط به شیب تغییرات هر یک از منحنی‌های شکل‌های ۳ و ۴ است. دقت برآورد شیب‌های جزئی با افزایش تعداد اعداد بین دو حد بالا و پایین که در تحقیق حاضر ۷۷ عدد می‌باشد، منجر به کاهش خطا در خروجی مدل و حصول یک درک کلی از رفتار پارامترها بر سرعت جریان می‌شود. در شکل (۸) مقایسه حساسیت رابطه مانینگ و شزی با یکدیگر، نسبت به تغییرات پارامترهای آن‌ها نمایش داده شده است. با بررسی محاسبات و نمودارهای حاصل از تحقیق این نتیجه حاصل شد که دو پارامتر شیب و شعاع هیدرولیکی که در هر دو رابطه وجود دارد، رفتار تقریبا یکسانی را از خود نشان می‌دهند. همچنین در رابطه مانینگ، ضریب زبری مانینگ و در رابطه شزی، ضریب شزی نقش موثری را در تغییرات سرعت جریان دارند. در هر دو رابطه سرعت جریان به شیب‌های کم حساس است. در رابطه مانینگ حساسیت سرعت جریان به پارامتر شعاع هیدرولیکی (در واقع سطح مقطع و ابعاد کانال) بیشتر است. در صورتی که در رابطه شزی حساس‌ترین پارامتر، ضریب شزی می‌باشد. در رابطه مانینگ نیز حساسیت مدل به مقدار زبری کمتر، بیشتر است و نیز در مقادیر شیب خط انرژی (سطح آب) بالاتر، سرعت جریان حساس‌تر است. به عبارتی با تغییرات جزئی در شیب‌های زیاد، سرعت جریان تغییرات چشمگیری دارد. همچنین حساسیت خروجی مدل به پارامتر شعاع هیدرولیکی نیز در سطوح بالاتر، بیشتر است. در رابطه شزی نیز با تغییرات جزئی در مقدار ضریب شزی، تغییرات سرعت جریان زیادتر از تغییرات پارامترهای دیگر، خواهد بود. در مجموع با مقایسه دو رابطه از نظر حساسیت مدل‌ها به تغییرات ضرایب و فاکتورهای به کار رفته، می‌توان به این نتیجه رسید که حساسیت سرعت جریان به ضریب شزی بیشتر از ضریب مانینگ است و همچنین با توجه به شکل (۸) رابطه شزی نسبت به رابطه مانینگ از حساسیت بیشتری برخوردار است.

Archive of SID

جدول۲- تعیین اثر پارامتر ضریب زبری مانینگ بر سرعت جریان

نسبت ستون ۷ به ستون ۶	فاصله غیر تجمعی در محور y ها (ستون ۷)	قدرمطلق فاصله غیر تجمعی در محور xها (ستون ۶)	سرعت جریان (ستون ۵)	ضریب مانینگ استاندارد شده (ستون ۴)	ضریب زبری مانینگ (ستون ۳)	شیب سطح آب (ستون۲)	شعاع هیدرولیکی (ستون ۱)
۰	۰	۰	۲۴/۷۶	-۱/۶۹	۰/۰۲	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۱/۱۷	۰/۰۴	-۲۶/۳۸	۲۳/۵۸	-۱/۶۵	۰/۰۲۱	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۱/۰۷	۰/۰۴	-۲۳/۹۸	۲۲/۵۱	-۱/۶۰	۰/۰۲۲	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۹۷	۰/۰۴	-۲۱/۹۰	۲۱/۵۳	-۱/۵۶	۰/۰۲۳	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۸۹	۰/۰۴	-۲۰/۰۷	۲۰/۶۴	-۱/۵۱	۰/۰۲۴	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۸۲	۰/۰۴	-۱۸/۴۷	۱۹/۸۱	-۱/۴۷	۰/۰۲۵	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۷۶	۰/۰۴	-۱۷/۰۴	۱۹/۰۵	-۱/۴۳	۰/۰۲۶	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۷	۰/۰۴	-۱۵/۷۸	۱۸/۳۴	-۱/۳۸	۰/۰۲۷	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۶۵	۰/۰۴	-۱۴/۶۵	۱۷/۶۹	-۱/۳۴	۰/۰۲۹	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۶۱	۰/۰۴	-۱۳/۶۴	۱۷/۰۸	-۱/۲۹	۰/۰۳	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۵۷	۰/۰۴	-۱۲/۷۳	۱۶/۵۱	-۱/۲۵	۰/۰۳۱	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۵۳	۰/۰۴	-۱۱/۹۱	۱۵/۹۷	-۱/۲۰	۰/۰۳۲	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۵	۰/۰۴	-۱۱/۱۷	۱۵/۴۸	-۱/۱۶	۰/۰۳۳	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۴۷	۰/۰۴	-۱۰/۴۹	۱۵/۰۱	-۱/۱۱	۰/۰۳۴	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۴۴	۰/۰۴	-۹/۸۷	۱۴/۵۷	-۱/۰۷	۰/۰۳۵	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۴۱	۰/۰۴	-۹/۳۱	۱۴/۱۵	-۱/۰۲	۰/۰۳۶	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۳۹	۰/۰۴	-۸/۷۹	۱۳/۷۶	-۰/۹۸	۰/۰۳۷	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۳۷	۰/۰۴	-۸/۳۲	۱۳/۳۸	-۰/۹۳	۰/۰۳۸	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۳۵	۰/۰۴	-۷/۸۸	۱۳/۰۳	-۰/۸۹	۰/۰۳۹	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۳۳	۰/۰۴	-۷/۴۷	۱۲/۷۰	-۰/۸۴	۰/۰۴	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۳۱	۰/۰۴	-۷/۱	۱۲/۳۸	-۰/۸	۰/۰۴۱	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۳	۰/۰۴	-۶/۷۵	۱۲/۰۸	-۰/۷۶	۰/۰۴۲	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۲۸	۰/۰۴	-۶/۴۳	۱۱/۷۹	-۰/۷۱	۰/۰۴۳	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۲۷	۰/۰۴	-۶/۱۳	۱۱/۵۱	-۰/۶۷	۰/۰۴۴	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۲۶	۰/۰۴	-۵/۸۵	۱۱/۲۵	-۰/۶۲	۰/۰۴۵	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۲۵	۰/۰۴	-۵/۵۹	۱۱	-۰/۵۸	۰/۰۴۶	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۲۴	۰/۰۴	-۵/۳۵	۱۰/۷۶	-۰/۵۳	۰/۰۴۷	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۲۳	۰/۰۴	-۵/۱۲	۱۰/۵۴	-۰/۴۹	۰/۰۴۸	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۲۲	۰/۰۴	-۴/۹۱	۱۰/۳۱	-۰/۴۴	۰/۰۴۹	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۲۱	۰/۰۴	-۴/۷۱	۱۰/۱۰	-۰/۴	۰/۰۵	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۲	۰/۰۴	-۴/۵۲	۹/۹۰	-۰/۳۵	۰/۰۵۱	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۱۹	۰/۰۴	-۴/۳۴	۹/۷۱	-۰/۳۱	۰/۰۵۲	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۱۸	۰/۰۴	-۴/۱۷	۹/۵۲	-۰/۲۶	۰/۰۵۳	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۱۸	۰/۰۴	-۴/۰۲	۹/۳۴	-۰/۲۲	۰/۰۵۴	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۱۷	۰/۰۴	-۳/۸۷	۹/۱۷	-۰/۱۷	۰/۰۵۵	۰/۱۹۱	۱/۸۴
-۰/۱۶	۰/۰۴	-۳/۷۳	۹	-۰/۱۳	۰/۰۵۶	۰/۱۹۱	۱/۸۴

Archive of SID

Archive of SID

جدول۲- تعیین اثر شعاع هیدرولیکی بر سرعت جریان

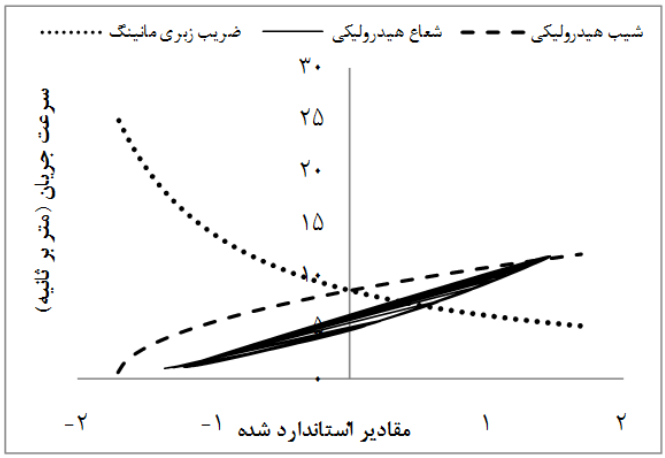
نسبت ستون ۷ به ستون ۶	فاصله غیر تجمعی در محورyها (ستون ۷)	قدرمطلق فاصله غیر تجمعی در محور xها (ستون ۶)	سرعت جریان (ستون ۵)	شعاع هیدرولیکی استاندارد شده (ستون ۴)	شعاع هیدرولیکی (ستون ۳)	شیب سطح آب (ستون۲)	ضریب‌زبری مانینگ (ستون ۱)
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۹۶	-۱/۳۶	۰/۸۳	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۲/۳۲	۰/۸	۱/۸۶	۲/۸۲	-۰/۵۶	۱/۴۳	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۳/۵۲	۰/۷۷	۲/۷۱	۵/۵۳	۰/۲۱	۲	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۲/۹۵	-۱/۵	-۴/۴۶	۱/۰۷	-۱/۳	۰/۸۸	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۲/۵۲	۰/۹۴	۲/۳۷	۳/۴۵	-۰/۳۶	۱/۵۸	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۳/۵۷	۰/۴۴	۱/۵۷	۵/۰۲	۰/۰۸	۱/۹	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۲/۸۸	-۱/۳۴	-۳/۸۷	۱/۱۴	-۱/۲۶	۰/۹	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۲/۶۴	۱/۰۲	۲/۷	۳/۸۴	-۰/۲۴	۱/۶۶	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۴/۰۸	۰/۸۶	۳/۵۲	۷/۳۷	۰/۶۳	۲/۳	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۳/۳۳	-۱/۸۵	-۶/۱۵	۱/۲۱	-۱/۲۲	۰/۹۴	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۲/۷۷	۱/۱۱	۳/۰۹	۴/۳۱	-۰/۱	۱/۷۶	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۴/۳۸	۰/۹۹	۴/۳۴	۸/۶۵	۰/۸۸	۲/۵	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۳/۵۴	-۲/۰۸	-۷/۳۹	۱/۲۵	-۱/۲	۰/۹۵	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۲/۸۴	۱/۱۷	۳/۳۲	۴/۵۷	-۰/۰۳	۱/۸۲	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۴/۵۴	۱/۰۶	۴/۸۴	۹/۴۲	۱/۰۳	۲/۶	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۳/۶۶	-۲/۲۲	-۸/۱۴	۱/۲۸	-۱/۱۹	۰/۹۶	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۲/۸۸	۱/۲	۳/۴۶	۴/۷۴	۰/۰۱	۱/۸۵	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۴/۶۵	۱/۱۱	۵/۱۸	۹/۹۳	۱/۱۳	۰/۶۸	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۳/۷۴	-۲/۳	-۸/۶۳	۱/۲۹	-۱/۱۸	۰/۹۷	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۲/۹۱	۱/۲۲	۳/۵۷	۴/۸۶	۰/۰۴	۱/۸۷	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۴/۷۲	۱/۱۵	۵/۴۳	۱۰/۲۹	۱/۱۹	۲/۷۲	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۳/۷۹	-۲/۳۶	-۸/۹۸	۱/۳	-۱/۱۸	۰/۹۷	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۲/۹۳	۱/۲۴	۳/۶۴	۴/۹	۰/۰۶	۱/۸۹	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۴/۷۷	۱/۱۷	۵/۶۱	۱۰/۵۷	۱/۲۴	۲/۷۶	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۳/۸۴	-۲/۴۱	-۹/۲۵	۱/۳۱	-۱/۱۷	۰/۹۸	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۲/۹۵	۱/۲۵	۳/۷	۵/۰۲	۰/۰۸	۱/۹	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۴/۸۱	۱/۱۹	۵/۷۶	۱۰/۷۸	۱/۲۷	۲/۸	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۳/۸۶	-۲/۴۴	-۹/۴۶	۱/۳۲	-۱/۱۷	۰/۹۸	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۲/۹۶	۱/۲۶	۳/۷۳	۵/۰۵	۰/۰۹	۱/۹	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۴/۸۳	۱/۲	۵/۸۱	۱۰/۸۷	۱/۲۹	۲/۸	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۳/۸۸	-۲/۴۶	-۹/۵۴	۱/۳۲	-۱/۱۷	۰/۹۸	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۲/۹۷	۱/۲۶	۳/۷۵	۵/۰۷	۰/۰۹	۱/۹۱	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۴/۸۵	۱/۲۱	۵/۸۷	۱۰/۹۵	۱/۳	۲/۸۱	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۳/۸۹	-۲/۴۷	-۹/۶۱	۱/۳۳	-۱/۱۶	۰/۹۸	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۲/۹۸	۱/۲۷	۳/۷۸	۵/۱۲	۰/۱	۱/۹۲	۰/۱۹۱	۰/۰۵
۴/۸۸	۱/۲۲	۵/۹۶	۱۱/۰۸	۱/۳	۲/۸۳	۰/۱۹۱	۰/۰۵

Archive of SID

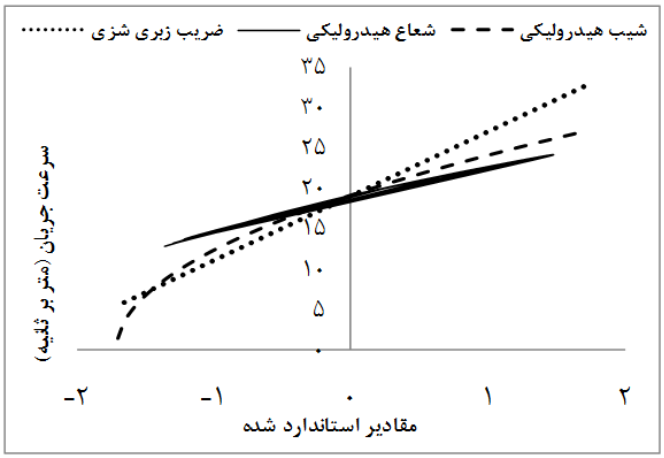
جدول۲- تعیین اثر شیب سطح آب(خط انرژی) بر سرعت جریان

نسبت ستون ۷ به ستون ۶	فاصله غیر تجمعی در محورyها (ستون ۷)	قدرمطلق فاصله غیر تجمعی در محور xها (ستون ۶)	سرعت جریان (ستون ۵)	شیب سطح آب استاندارد شده (ستون ۴)	شیب سطح آب (ستون ۳)	شعاع هیدرولیکی (ستون۲)	ضریب‌زبری مانینگ (ستون ۱)
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۶۱	-۱/۶۹	۰/۰۰۱	۱/۸۴	۰/۰۵
۲۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۸۹	۱/۵۱	-۱/۶۵	۰/۰۰۶	۱/۸۴	۰/۰۵
۱۱/۹۸	۰/۰۴	۰/۵۳	۲/۰۴	-۱/۶	۰/۰۱۱	۱/۸۴	۰/۰۵
۹/۴۵	۰/۰۴	۰/۴۲	۲/۴۷	-۱/۵۶	۰/۰۱۶	۱/۸۴	۰/۰۵
۸/۰۵	۰/۰۴	۰/۳۶	۲/۸۳	-۱/۵۲	۰/۰۲۱	۱/۸۴	۰/۰۵
۷/۱۴	۰/۰۴	۰/۳۲	۳/۱۵	-۱/۴۷	۰/۰۲۶	۱/۸۴	۰/۰۵
۶/۴۸	۰/۰۴	۰/۲۹	۳/۴۴	-۱/۴۳	۰/۰۳۱	۱/۸۴	۰/۰۵
۵/۹۷	۰/۰۴	۰/۲۶	۳/۷	-۱/۳۸	۰/۰۳۶	۱/۸۴	۰/۰۵
۵/۵۷	۰/۰۴	۰/۲۵	۳/۹۵	-۱/۳۴	۰/۰۴۱	۱/۸۴	۰/۰۵
۵/۲۴	۰/۰۴	۰/۲۳	۴/۱۹	-۱/۲۹	۰/۰۴۶	۱/۸۴	۰/۰۵
۴/۹۶	۰/۰۴	۰/۲۲	۴/۴۱	-۱/۲۵	۰/۰۵۱	۱/۸۴	۰/۰۵
۴/۷۲	۰/۰۴	۰/۲۱	۴/۶۲	-۱/۲	۰/۰۵۶	۱/۸۴	۰/۰۵
۴/۵۲	۰/۰۴	۰/۲	۴/۸۲	-۱/۱۶	۰/۰۶۱	۱/۸۴	۰/۰۵
۴/۳۳	۰/۰۴	۰/۱۹	۵/۰۲	-۱/۱۱	۰/۰۶	۱/۸۴	۰/۰۵
۴/۱۷	۰/۰۴	۰/۱۸	۵/۲۰	-۱/۰۷	۰/۰۷	۱/۸۴	۰/۰۵
۴/۰۳	۰/۰۴	۰/۱۸	۵/۳۸	-۱/۰۲	۰/۰۷	۱/۸۴	۰/۰۵
۳/۹	۰/۰۴	۰/۱۷	۵/۵۶	-۰/۹۸	۰/۰۸	۱/۸۴	۰/۰۵
۳/۷۸	۰/۰۴	۰/۱۷	۵/۷۳	-۰/۹۴	۰/۰۸	۱/۸۴	۰/۰۵
۳/۶۷	۰/۰۴	۰/۱۶	۵/۹۰	-۰/۸۹	۰/۰۹	۱/۸۴	۰/۰۵
۳/۵۷	۰/۰۴	۰/۱۶	۶/۰۵	-۰/۸۵	۰/۰۹	۱/۸۴	۰/۰۵
۳/۴۸	۰/۰۴	۰/۱۵	۶/۲۱	-۰/۸	۰/۱۰	۱/۸۴	۰/۰۵
۳/۳۹	۰/۰۴	۰/۱۵	۶/۳۶	-۰/۷۶	۰/۱۰	۱/۸۴	۰/۰۵
۳/۳۱	۰/۰۴	۰/۱۵	۶/۵۱	-۰/۷۲	۰/۱۱	۱/۸۴	۰/۰۵
۳/۲۴	۰/۰۴	۰/۱۴	۶/۶۶	-۰/۶۷	۰/۱۱	۱/۸۴	۰/۰۵
۳/۱۷	۰/۰۴	۰/۱۴	۶/۸۰	-۰/۶۳	۰/۱۲	۱/۸۴	۰/۰۵
۳/۱۱	۰/۰۴	۰/۱۴	۶/۹۴	-۰/۵۸	۰/۱۲	۱/۸۴	۰/۰۵
۳/۰۵	۰/۰۴	۰/۱۳	۷/۰۷	-۰/۵۴	۰/۱۳	۱/۸۴	۰/۰۵
۲/۹۹	۰/۰۴	۰/۱۳	۷/۲۱	-۰/۴۹	۰/۱۳	۱/۸۴	۰/۰۵
۲/۹۳	۰/۰۴	۰/۱۳	۷/۳۴	-۰/۴۵	۰/۱۴	۱/۸۴	۰/۰۵
۲/۸۸	۰/۰۴	۰/۱۳	۷/۴۷	-۰/۴	۰/۱۴	۱/۸۴	۰/۰۵
۲/۸۳	۰/۰۴	۰/۱۲	۷/۵۹	--۰/۶	۰/۱۵	۱/۸۴	۰/۰۵
۲/۷۹	۰/۰۴	۰/۱۲	۷/۷۲	-۰/۳۱	۰/۱۵	۱/۸۴	۰/۰۵
۲/۷۴	۰/۰۴	۰/۱۲	۷/۸۴	-۰/۲۷	۰/۱۶	۱/۸۴	۰/۰۵
۲/۷	۰/۰۴	۰/۱۲	۷/۹۶	-۰/۲۲	۰/۱۶	۱/۸۴	۰/۰۵
۲/۶۶	۰/۰۴	۰/۱۲	۸/۰۸	-۰/۱۸	۰/۱۷	۱/۸۴	۰/۰۵
۲/۶۲	۰/۰۴	۰/۱۱	۸/۲۰	-۰/۱۳	۰/۱۷	۱/۸۴	۰/۰۵

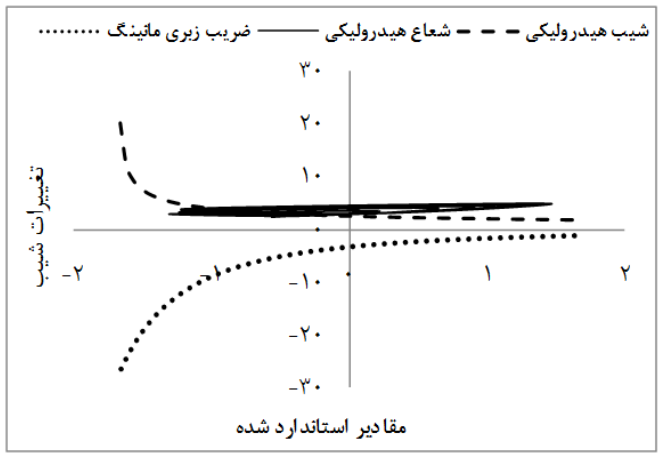
Archive of SID



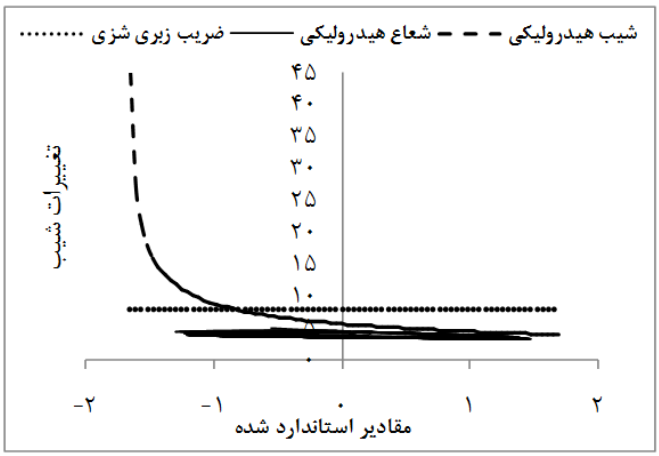
شکل۱- نمودار آنالیز حساسیت متغیرهای رابطه مانینگ



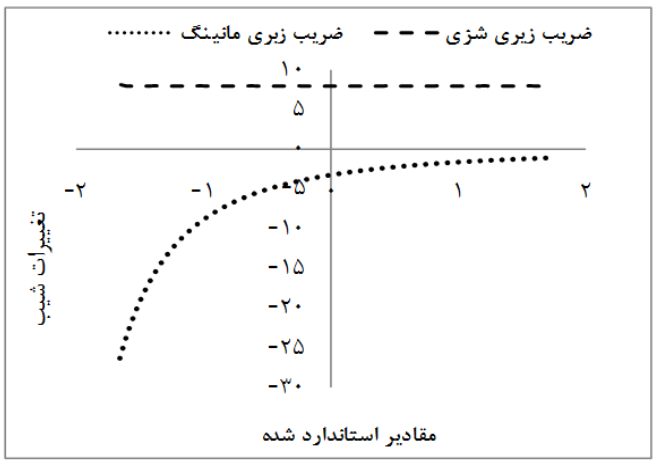
شکل۲- نمودار آنالیز حساسیت متغییرهای رابطه شزی



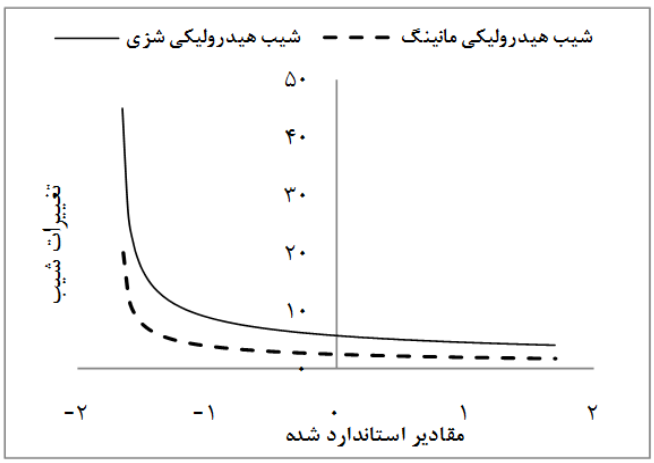
شکل۳- نمودار تغییرات شیب متغییرهای رابطه مانینگ



شکل۴- نمودار تغییرات شیب رابطه شزی

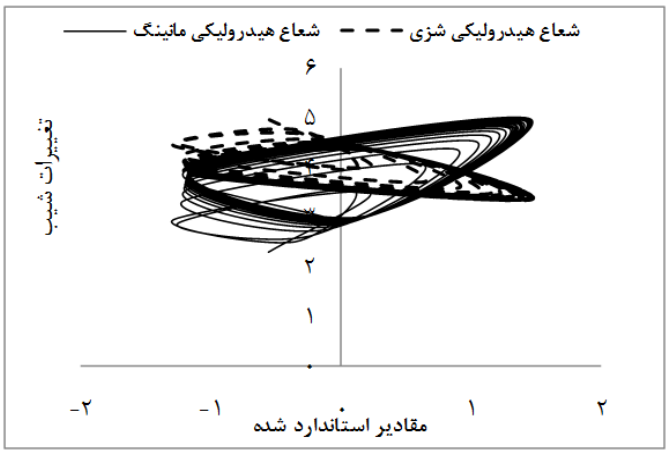


شکل۵- حساسیت روابط مورد مطالعه نسبت به تغییرات ضریب زبری

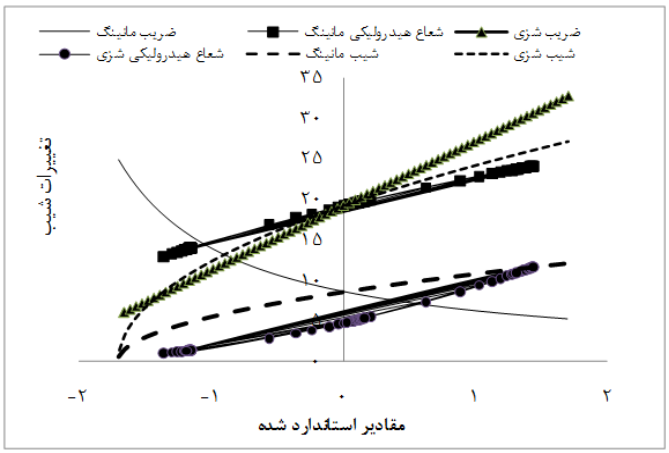


شکل۶- حساسیت روابط نسبت به تغییرات شیب خط انرژی

Archive of SID



شکل۷- حساسیت روابط نسبت به تغییرات شعاع هیدرولیکی



شکل۸- مقایسه حساسیت روابط در مقابل متغیرهای آن‌ها

بحث و نتیجه‌گیری

پس ازتفسیر و مطالعه گراف های حاصل از تغییرات سرعت جریان و پارامترهای استاندارد شده موثر بر مقدار خروجی، پارامترهایی که گراف هایی با بیشترین مقدار شیب را نشان دادند به عنوان موثرترین پارامترهای تاثیرگذار بر سرعت جریان در هر دو رابطه مانینگ و شزی انتخاب شدند ..نتایج کلی حاصل از مطالعه فوق نشان داد که در هر دو رابطه سرعت جریان به شیب‌های کم حساس است. در رابطه مانینگ حساسیت سرعت جریان به پارامتر شعاع هیدرولیکی (در واقع سطح مقطع و ابعاد کانال) بیشتر است. در صورتی که در رابطه شزی حساس‌ترین پارامتر، ضریب شزی می‌باشد. در مجموع با مقایسه دو رابطه از نظر حساسیت مدل‌ها به تغییرات ضرایب و فاکتورهای به کار رفته، می‌توان به این نتیجه رسید که حساسیت سرعت جریان به ضریب شزی بیشتر از ضریب مانینگ است و رابطه شزی نسبت به رابطه مانینگ از حساسیت بیشتری برخوردار است.

پاورقی

1- Wetspa
2- Curve Number
3- TOPKAPI

منابع مورد استفاده

1- Alizadeh, A. (2007) Principles of Applied Hydrology. Publication of of Astan Quds Razavi. Imam Reza (AS).
2- Ascough II, J.C., Green, T.R., Ma, L. and Ahjua, L.R. (2005). Key Criteria and Selection of Sensitivity Analysis Methods Applied to Natural Resource Models, USDA-ARS, Great Plains Systems Research Unit, Fort Collins, CO 80526.
3- Avarand. R., Torabipode, H. and Farzaee. (2006). Model Sensitivity Analysis of the HEC1- to Input Parameters. Seventh International Conference on River Engineering. Chamran shahid University.
4- Bahremand, A.F. and De semedt, F. (2008). Distributed Hydrologycal Modeling and Sensitivity Analysis in Torysa Watershed Slovakia. Water Resources Management Journal, Volume 22. Number 3.
5- BaniHabib, M. A. (2007). Evaluate of HEC-HMS in Determining Early Warning Glabdrh – Derbent basin, Fourth National Conference on Science and Watershed Engineering of Iran Management Watersheds.
6- Dastorani, M. D. and. Hayatzade, M. (2010). Reviews the Most Important Factors in the Maximum Flood Discharge by Sensitivity Analysis Empirical. Arid Biom Scientific and Research Journal. Vol.1 No.12-1 .1p.
7- Fery, H.C. and Patil, R. (2002). Identification and Review of Sensitivity Analysis Methods, Risk Anal. 557-553:(3)22.
8- Fojlia, L., Hill, M.C., Mehl, S.W. and Burlando, P. (2009). Sensitivity Analysis for hydraulic Models, J.Hydrology Enginiring. 969-135:959.
9- Henderson, F.M. (1963). Flow at the toe of a Spill Way,Π.The solid toe spillway, La houille blanche, Jan-Feb , pp. 50-42.
10- Ho, C. M., Cropp, R.A. and Braddock, R.D. (2005). On the Sensitivity Analysis of Two Hydrologic Models, International Congress on Modelling and Simulation, CSIRO Sustainable Ecosystems, Canberra, Australia.
11- Khosroshahi, M. (2001). Determine of watershed

Archive of SID

determining the river Lighvan Mrdak Ahrchay and aydoghmosh with direct methods, both qualitative and empirical using a Grid-by number and providing most compatible of Experimental relationship with the river conditions. Governmental Plan Code 24.

16- Saltelli, A., K. Chan, and M. Scott (Eds.) (2000). Sensitivity Analysis. Wiley Series in Probability and Statistics. New York: John Wiley and Sons. 504p.

17- Shiran, M. (2006). Map of flood routing in a sensitivity analysis on some variables of geomorphology of Caravan area with model HEC-HMS introduces. Master's thesis, Tarbiat Modares University.

area role in the severity of flooding (Case study: watershed of Damavand). Ph.D. thesis, University of Tehran, Faculty of Humanities.

12- Li, C., Wang, W., Xiong, X. and Chen, P.)2014(. Sensitivity Analysis for Urban Drainage Modeling Using Mutual Information, Entropy, 5752-5738 ,6.

13- Mahdavi, M. (2005). Applied Hydrology. Volumes 1. Tehran University Publications.

14- Malekinezhad, H. and Kothari, M.R. (2010). Sensitivity analysis of the four relationship between estimated time of focusing the catchments. Journal - research Khoshkbom. 40-31 ,(5)2.

15- Nickmahzari, R. (2010). Manning roughness of

Archive of SID