

اصلاح ضریب سرعت سطحی در روش جسم شناور با مدل‌سازی جریان در نرم افزار فلوئنت

ابراهیم رحیمی^{۱*}، مجید رحیم‌پور^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۷

چکیده

روش جسم شناور یک روش تقریبی اما سریع برای اندازه‌گیری سرعت و در نتیجه دبی جریان می‌باشد. سرعت سطحی به‌دست آمده از روش جسم شناور در فاکتور تصحیح ضرب می‌شود تا سرعت متوسط در مقطع عرضی به‌دست آید. این فاکتور توسط سازمان احیا اراضی آمریکا (USBR) برای اندازه‌گیری به روش جسم شناور ارائه شده است. ضرایب سرعت سطحی منتشر شده توسط USBR برای استفاده از روش جسم شناور فقط تابع میانگین عمق آب هستند حال آنکه فاکتورهای هیدرولیکی دیگر مثل شیب طولی کانال، زبری دیواره کانال، شکل مقطع کانال، محل قرارگیری جسم شناور و ... هم ممکن است در مقدار این ضریب مؤثر باشند. در این مطالعه تأثیر پارامترهای مذکور بر ضریب سرعت سطحی در کانال‌های روباز مستطیلی و مرکب بررسی و نتایج با ضرایب ارائه شده توسط USBR مقایسه شده است. ضرایب سرعت سطحی به‌دست آمده از این تحقیق با مقدار ارائه شده توسط USBR متفاوت می‌باشد و در بعضی موارد حدود ۲۰ درصد اختلاف دارند. در نتیجه با در نظر گرفتن پارامترهای مذکور می‌توان دقت روش جسم شناور در تعیین سرعت متوسط و برآورد دقیق‌تر دبی کانال به‌میزان قابل توجهی افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: کانال روباز مستطیلی و مرکب، مدل تنش رینولدز، اندازه‌گیری سرعت جریان

مقدمه

آب یک منبع محدود و نقش اساسی در بقاء جمعیت جهان دارد. به‌منظور استفاده کارآمد از آب، مدیریت آب آبیاری در کشاورزی اهمیت می‌یابد. مدیریت آب، عبارتی است که در مهندسی آبیاری کاربرد زیادی داشته، طراحی، اجرا و حفاظت سیستم‌های آبیاری را دربر می‌گیرد. واژه مدیریت آب، ذاتاً اندازه‌گیری را دربر می‌گیرد چرا که اگر در جایی اندازه‌گیری ممکن نباشد آن‌طور که انتظار می‌رود مدیریت صحیح انجام نمی‌شود. کانال‌های روباز در سیستم‌های آبیاری و انتقال و توزیع آب در مزرعه کاربرد زیادی دارند. بیش‌تر کانال‌های آبیاری از یک سازه اندازه‌گیری جریان مثل فلوم، در بالادست جریان استفاده می‌کنند و معمولاً وسیله اندازه‌گیری دیگری در پایین‌دست به‌کار نمی‌رود. بسیاری از این دستگاه‌ها در معرض تخریب قرار دارند و نیازمند واسنجی مجدد و در برخی موارد نیز دیگر قابلیت اندازه‌گیری جریان را ندارند. ساده‌ترین راه تخمین سرعت جریان در کانال‌های روباز روش جسم شناور است (غیر از روش

چشمی). روش جسم شناور یک روش تقریبی اما سریع برای اندازه‌گیری سرعت و در نتیجه دبی می‌باشد. از مزایای روش جسم شناور این است که نیاز به تجهیزات گران‌قیمت و تکنولوژی پیشرفته برای اندازه‌گیری سرعت ندارد و هم‌چنین این روش هنگامی که روش‌های دیگر غیرعملی و غیرممکن هستند امکان‌پذیر و عملی می‌باشد. در این روش زمانی که جسم شناور فاصله خاصی (مثلاً ۵ متر) را طی می‌کند توسط کرنومتر اندازه‌گیری می‌شود و از تقسیم فاصله به زمان سرعت سطحی به‌دست می‌آید. مشاهدات نشان می‌دهند که سرعت سطحی آب در مقطع کانال برابر سرعت میانگین نیست. اندازه سرعت سطحی در فاکتور تصحیح ضرب می‌شود تا سرعت متوسط در مقطع عرضی به‌دست آید. این فاکتور توسط سازمان احیا اراضی آمریکا (USBR) برای اندازه‌گیری به‌روش جسم شناور ارائه شده است (جدول ۱). (USBR, 1997)

ضرایب سرعت سطحی منتشر شده توسط USBR برای استفاده از روش جسم شناور فقط تابع میانگین عمق آب هستند حال آن‌که فاکتورهای هیدرولیکی دیگر مثل شیب بستر کانال، زبری دیواره کانال، شکل و اندازه مقطع کانال، محل قرارگیری جسم شناور و ... هم ممکن است در مقدار این ضریب مؤثر باشند. با به‌کار بردن تأثیر عوامل دیگر بر ضریب سرعت سطحی می‌توان دقت روش جسم شناور را افزایش داد.

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشجوی دکتری سازه‌های آبی، گروه مهندسی آب، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۲- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه شهید باهنر کرمان
* نویسنده مسئول: (Email: Rahimi.uk@gmail.com)

جزء حجمی سیال در هر سلول؛ A_x ، A_y و A_z جزئی از مساحت سلول در جهات ذکر شده است که سیال در آن جریان دارد؛ U_i مؤلفه سرعت در جهت i ، ρ چگالی؛ P فشار؛ g_i شتاب جاذبه؛ f_i نشان دهنده تنش رینولدز و A_j مساحت وجه سلول می باشد.

روش حل مسئله

در این مقاله برای حل معادلات حاکم بر جریان در کانال های روباز مرکب از نرم افزار فلوئنت که یک نرم افزار قدرتمند در دینامیک سیالات محاسباتی می باشد، استفاده شده است. در حل معادلات جریان در نرم افزار فلوئنت از روش حجم محدود استفاده می شود. برای تولید شبکه و معرفی هندسه مسئله به نرم افزار فلوئنت، از پیش پردازنده گمبیت استفاده شده است. فاصله شبکه ها ۵ mm و در مناطق نزدیک دیواره ها و بستر کانال ۲/۵ mm در نظر گرفته شده است. برای شبیه سازی آشفتگی جریان از مدل تنش رینولدز و از روش حجم سیال^۲ برای مدل کردن سطح آزاد استفاده شده است که توضیحات بیش تر در تحقیقات رحیمی و همکاران (۱۳۸۷)، سبسی و همکاران قابل دسترسی است (Cebeci et al, 1997).

به منظور بررسی عددی انجام شده توسط نرم افزار فلوئنت، نتایج مدل در مقاطع مستطیلی و مرکب با نتایج آزمایشگاهی نویسنده و محققان دیگر مقایسه گردید که تعدادی از آن ها در ادامه نشان داده شده است.

مقایسه مدل عددی با داده های آزمایشگاهی

در شکل (۱) تأثیر شش عمق مختلف آب بر توزیع سرعت در دو حالت آزمایشگاهی و عددی برای مقاطع مستطیلی بررسی شده است. آزمایش ها در کانال بتنی موجود در آزمایشگاه سازه های هیدرولیکی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شده است. طول کانال بتنی ۲۱/۸ متر، مقطع کانال مستطیلی با عرض ۷۷ سانتی متر و ارتفاع ۶۰ سانتی متر با شیب طولی ۰/۰۰۵ می باشد. آزمایش ها برای شش عمق مختلف آب، انجام شد. مشخصات شش نمونه آزمایش انجام شده در جدول (۲) نشان داده شده است. سرعت در مقطع کانال در فاصله ۱۶/۹ از بالادست اندازه گیری شد در این منطقه جریان توسعه یافته خواهد بود. سرعت سنج مورد استفاده یک بعدی با نام تجاری KENEK با دقت اندازه گیری ۰/۱ سانتی متر بر ثانیه می باشد. برای شبیه سازی عددی مدل ها در نرم افزار فلوئنت نیز مشخصات نمونه های آزمایش نشان داده شده در جدول (۲) در نظر گرفته شد.

جدول ۱- ضرایب سرعت سطحی ارائه شده توسط USBR [۲]

ضریب سرعت سطحی	میانگین عمق آب (متر)
۰/۶۶	۰/۳۰
۰/۶۸	۰/۶۱
۰/۷۰	۰/۹۱
۰/۷۲	۱/۲۲
۰/۷۴	۱/۵۲
۰/۷۶	۱/۸۳
۰/۷۷	۲/۷۴
۰/۷۸	۳/۶۶
۰/۷۹	۴/۵۷
۰/۸۰	> ۶/۱۰

همان طور که گفته شد سرعت سطحی به دست آمده از روش جسم شناور در فاکتوری ضرب می شود تا سرعت متوسط در کانال به دست آید که به این فاکتور، ضریب سرعت سطحی^۱ گفته می شود.

$$SVC = \frac{\bar{V}}{V_{surface}} \quad (1)$$

در رابطه بالا SVC^1 ضریب سرعت سطحی، \bar{V} سرعت متوسط، $V_{surface}$ سرعت سطحی به دست آمده از روش جسم شناور هستند. ضریب ارائه شده توسط USBR، با اندازه گیری سرعت سطحی، سرعت متوسط و عمق آب در کانال های روباز در نقاط مختلف دنیا به دست آمده است و فقط تابع عمق است. در این مطالعه تأثیر عمق، عرض، شیب طولی، زبری دیواره و محل قرارگیری جسم شناور در کانال های روباز با مقاطع مرکب و مستطیلی بر ضریب سرعت سطحی، بررسی و با ضریب ارائه شده توسط USBR مقایسه شده است.

معادلات حاکم بر جریان

معادلات حاکم بر جریان در کانال های روباز معادلات ناویر استوکس می باشد که در فضای سه بعدی به صورت زیر بیان می شود. معادله پیوستگی:

$$\frac{\partial}{\partial x}(uA_x) + \frac{\partial}{\partial y}(vA_y) + \frac{\partial}{\partial z}(wA_z) = 0 \quad (1)$$

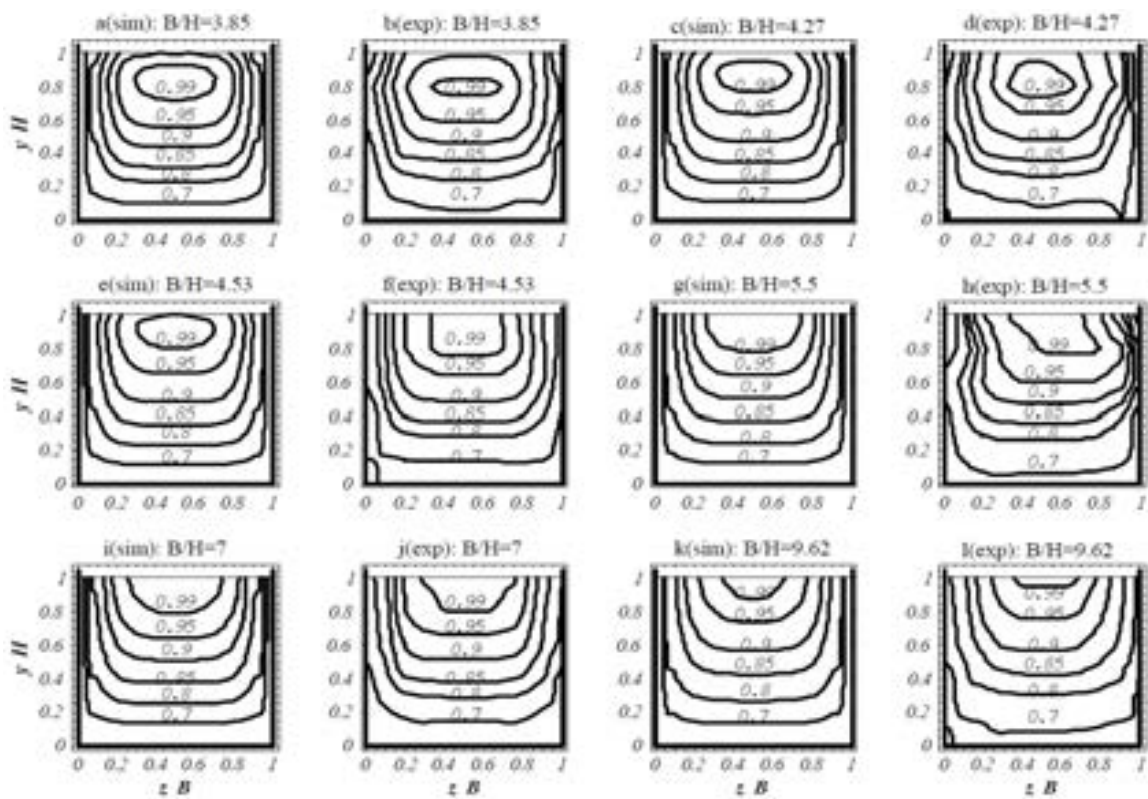
معادله مومنتوم

$$\frac{\partial U_i}{\partial t} + \frac{1}{V_F} \left(U_j A_j \frac{\partial U_i}{\partial x_j} \right) = \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x_i} + g_i + f_i \quad (2)$$

که در آن u ، v و w نمایانگر سرعت در جهات x ، y و z V_F

جدول ۲- مشخصات نمونه های آزمایش شده در آزمایشگاه و مدل های مورد استفاده در شبیه سازی عددی

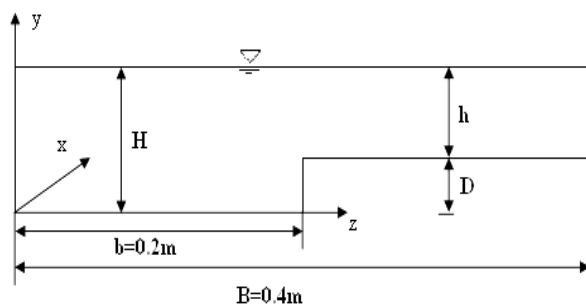
نام نمونه ها	دبی Q (l/s)	عمق آب H (cm)	عرض کانال B (cm)	نسبت عرض به ارتفاع (B/H)	سرعت میانگین u_{mean} (cm/s)	سرعت ماکزیمم (u_{max}) (cm/s)	شیب طولی کانال (S_0)	عدد رینولدز $(R_e) = 4u_m R/\nu \times 10^4$	عدد فرود $(F_r) = u_m / \sqrt{gh}$
S ₁	۱۲۰/۷	۲۰	۷۷	۳/۸۵	۷۴/۴	۹۶/۴	-۰/۰۵	۴۱/۳	۰/۵۶
S ₂	۹۶/۳	۱۸	۷۷	۴/۲۸	۶۵/۹	۸۵/۰	-۰/۰۵	۳۴/۱	۰/۵۲
S ₃	۷۲/۰	۱۷	۷۷	۴/۵۳	۵۵/۰	۶۷/۱	-۰/۰۵	۲۵/۹	۰/۴۳
S ₄	۴۵/۳	۱۴	۷۷	۵/۵	۴۲/۰	۵۰/۵	-۰/۰۵	۱۷/۲	۰/۳۶
S ₅	۳۱/۰	۱۱	۷۷	۷	۳۶/۶	۴۳/۲	-۰/۰۵	۱۲/۵	۰/۳۵
S ₆	۲۰/۶	۸	۷۷	۹/۶۲۵	۳۳/۴	۳۸/۰	-۰/۰۵	۸/۸	۰/۳۸



شکل ۱- منحنی های هم سرعت بی بعد شده توسط سرعت ماکزیمم، (u/u_{max}) سمت راست: داده های آزمایشگاهی، سمت چپ: شبیه سازی عددی

خوبی بین شبیه سازی عددی و داده های آزمایشگاهی دیده می شود البته از معیارهای مختلف به منظور مقایسه نتایج شبیه سازی عددی و داده های آزمایشگاهی استفاده شده است (USBR, 1997). با توجه به شکل (۱) با افزایش نسبت عرض به ارتفاع توزیع سرعت در کانال دچار تغییر شده و محل سرعت ماکزیمم در کانال به سطح آزاد نزدیک می شود و سرعت سطحی نیز دچار تغییر می شود.

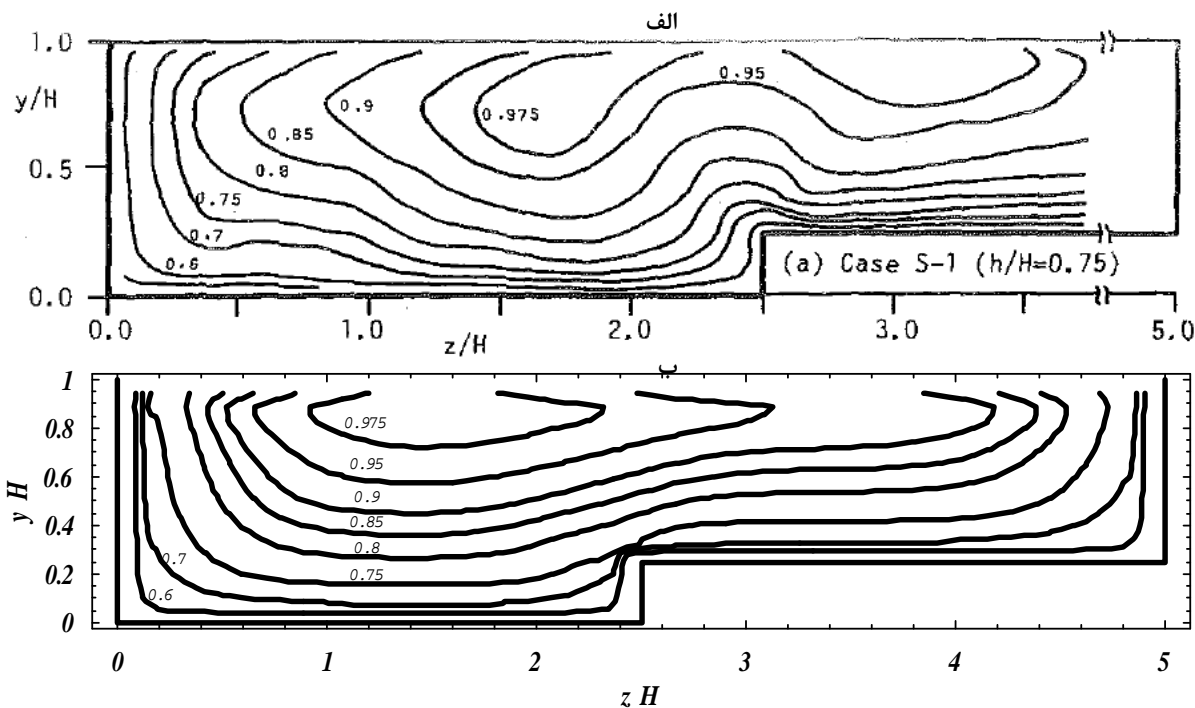
شکل (۱) منحنی های هم سرعت در جهت جریان (u) بی بعد شده توسط سرعت ماکزیمم را برای شش نمونه مذکور نشان می دهد که در آن محورهای افقی فاصله عرضی کانال توسط پهنا ی کل کانال (B) و در محورهای عمودی فاصله عمودی توسط عمق آب در کانال بی بعد شده است. شکل های سمت راست داده های آزمایشگاهی و شکل های سمت چپ شبیه سازی عددی را نشان می دهند. توافق



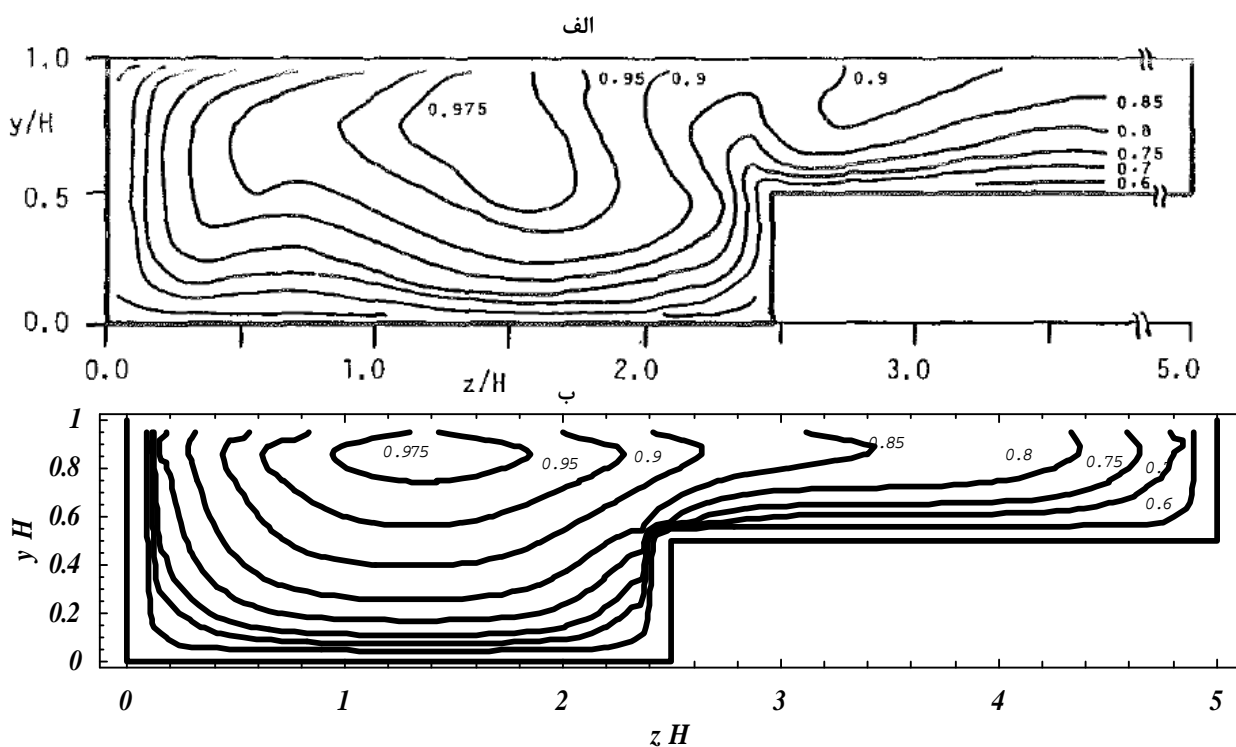
شکل ۲- نمایی از مقطع عرضی کانال مرکب

جدول ۳- مشخصات مدل های مورد استفاده در شبیه سازی عددی (تومیناگا و نزو ۱۹۹۱)

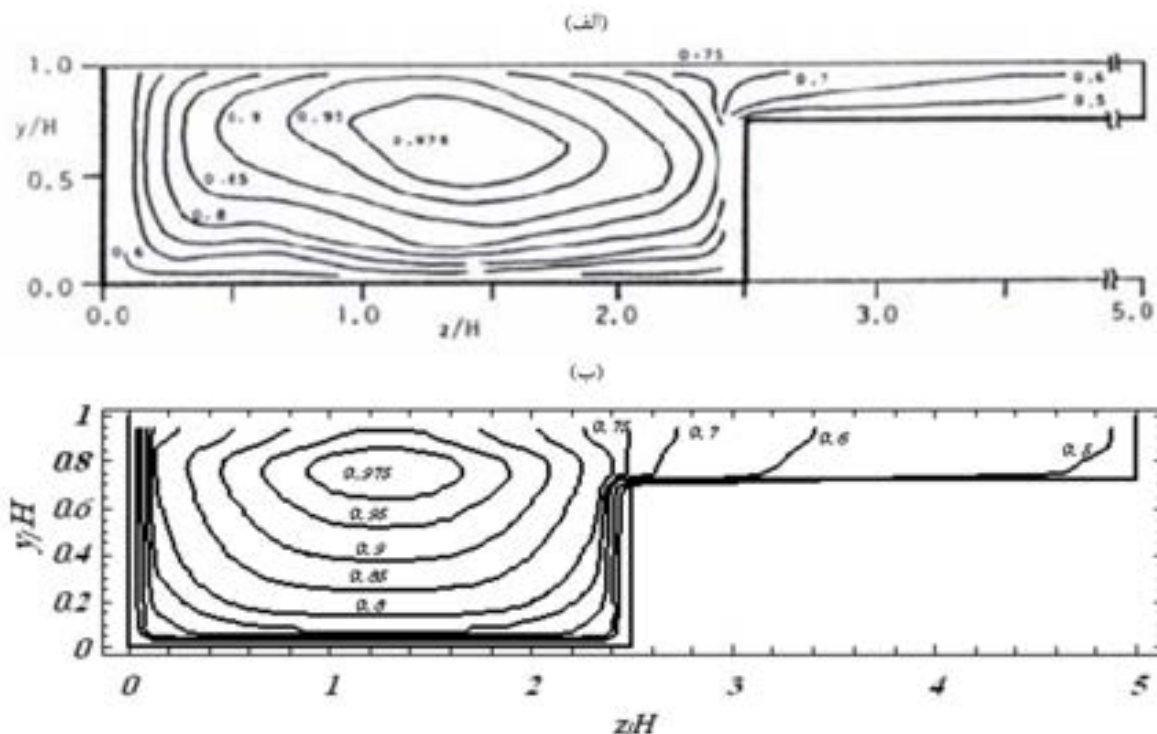
نمونه های آزمایش	عمق آب در کانال اصلی H (mm)	عمق آب در دشت سیلابی h (mm)	سرعت ماکزیمم u_{max} (m/s)	سرعت میانگین جریان u_m (m/s)	عدد رینولدز $(R_e = 4u_m R/\nu) (\times 10^4)$	عدد فرود $(F_r = u_m / \sqrt{gh})$
S1	۸۰/۳	۶۰/۳	۰/۴۰۹	۰/۳۶۸	۶/۷۲	۰/۴۱۵
S2	۸۰/۰	۴۰/۰	۰/۳۸۹	۰/۳۴۹	۵/۴۵	۰/۳۹۳
S3	۸۰/۵	۲۰/۵	۰/۳۵۸	۰/۲۸۸	۴/۵۶	۰/۴۰۲



شکل ۳- منحنی های هم سرعت در جهت جریان بی بعد شده توسط سرعت ماکزیمم (u/u_{max}) برای حالت $(h/H=0.75)$: الف) مدل آزمایشگاهی تومیناگا و نزو (Tominaga et al, 1991). ب) مدل عددی

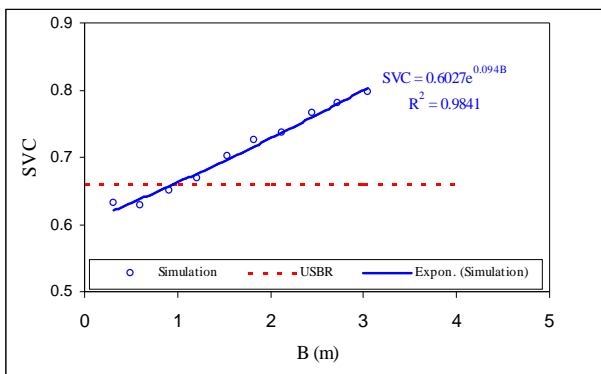


شکل ۴- منحنی‌های هم سرعت در جهت جریان بی‌بعد شده توسط سرعت ماکزیمم (u/u_{max}) برای حالت ($h/H=0.5$): الف) مدل آزمایشگاهی تومیناگا و نزو (Tominaga et al,1991). ب) مدل عددی



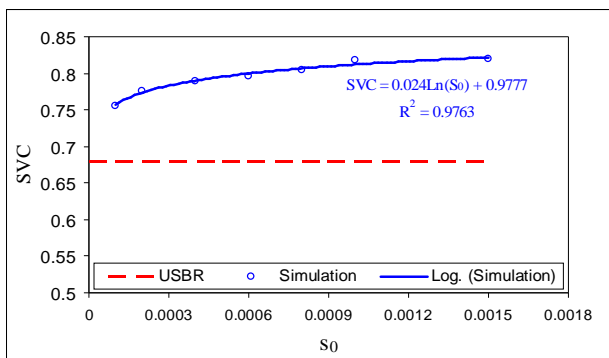
شکل ۵- منحنی‌های هم سرعت در جهت جریان بی‌بعد شده توسط سرعت ماکزیمم (u/u_{max}) برای حالت ($h/H=0.25$): الف) مدل آزمایشگاهی تومیناگا و نزو (Tominaga et al,1991). ب) مدل عددی

ثابت $0/3$ متر ضریب USBR برای عرض های مختلف عدد ثابت $0/66$ است اما ضریب سرعت محاسبه شده با افزایش عرض کانال افزایش می یابد. در عرض 1 متر تقریباً هر دو ضریب برابرند و با افزایش عرض کانال اختلاف دو ضریب محاسبه شده و USBR افزایش می یابد بیشترین اختلاف تقریباً 14 درصد است.



شکل ۷- مقایسه ضریب سرعت سطحی (SVC) شبیه سازی شده و USBR برای عرض های مختلف کانال روباز مستطیلی ($H = 0.3$ m; $s_0 = 0.0001$; $ks = 0.004$ m)

شکل (۸) تغییرات ضریب سرعت محاسبه شده و USBR را برای شیب های طولی مختلف کانال نشان می دهد. با افزایش شیب طولی کانال ضریب سرعت سطحی افزایش می یابد حال آنکه ضریب USBR مقدار ثابت $0/68$ است. با افزایش شیب طولی اختلاف ضرایب محاسبه شده و USBR زیاد می شود که بیشترین اختلاف تقریباً 10 درصد می باشد.

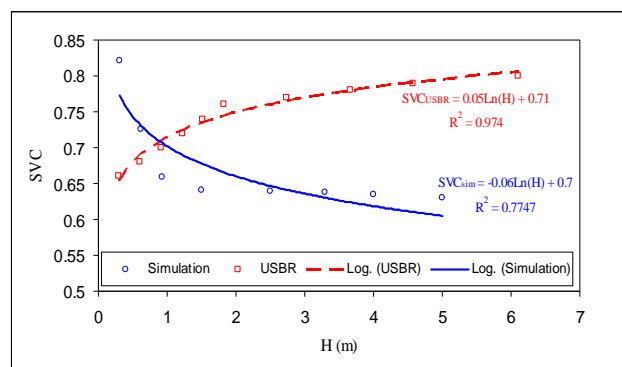


شکل ۸- مقایسه ضریب سرعت سطحی (SVC) شبیه سازی شده و USBR برای شیب های طولی مختلف کانال روباز مستطیلی ($H = 0.61$ m; $B = 0.77$ m; $ks = 0.004$ m)

شکل (۹) تغییرات ضریب سرعت سطحی محاسبه شده و USBR را برای زبری های مختلف دیواره کانال نشان می دهد. با افزایش زبری دیواره

در شکل های ۳ تا ۵ منحنی های هم سرعت u در جهت جریان بی بعد شده توسط u_{max} را برای سه نمونه ($S1, S2$ و $S3$) در حالت آزمایشگاهی و شبیه سازی عددی نشان داده شده است. در این نمودارها عرض و عمق کانال، توسط عمق آب در کانال اصلی (H) بی بعد شده اند. منحنی های هم سرعت پیش بینی شده توسط مدل عددی تطابق خوبی با داده های اندازه گیری شده توسط تومیناگا و نزو نشان می دهد (Tominaga et al, 1991). در ادامه با توجه به تطابق خوب شبیه سازی عددی و داده های آزمایشگاهی مدل های عددی بیش تری مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از پروفیل های سرعت به دست آمده از مدل عددی، سرعت سطحی و سرعت میانگین در کانال های روباز با مقاطع مستطیلی و مرکب تعیین گردیده و با استفاده از رابطه (۱) ضریب سرعت سطحی (SVC) به دست آمد.

تأثیر پارمترهای هندسی و هیدرولیکی بر ضریب سرعت سطحی در کانال های روباز با مقطع مستطیلی شکل (۶) تغییرات ضریب سرعت سطحی محاسبه شده توسط نرم افزار و ضریب ارائه شده توسط USBR را برای عمق های مختلف نشان می دهد. با افزایش عمق در حالت شبیه سازی عددی ضریب سرعت سطحی کاهش می یابد حال آنکه در روش USBR برعکس می باشد. در عمق 1 متر تقریباً ضریب محاسبه شده و ضریب ارائه شده توسط USBR برابر هستند. هرچه عمق افزایش یابد اختلاف ضریب محاسبه شده و USBR افزایش می یابد و بیشترین اختلاف تقریباً 17 درصد می باشد.



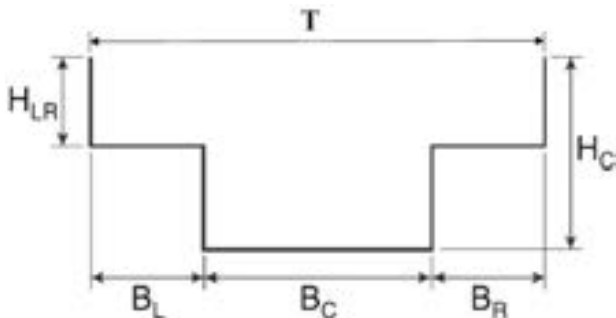
شکل ۶- مقایسه ضریب سرعت سطحی (SVC) شبیه سازی شده و USBR برای عمق های مختلف ($B = 0.77$ m; $s_0 = 0.0001$; $ks = 0.004$ m)

شکل (۷) تغییرات ضریب سرعت سطحی محاسبه شده و USBR را برای عرض های مختلف کانال روباز مستطیلی نشان می دهد. از آنجا که ضریب USBR فقط تابع عمق می باشد در این حالت با توجه به عمق

توسط USBR در این مطالعه متفاوت می‌باشد و در بعضی موارد حدود ۲۰ درصد اختلاف دارند. لذا با در نظر گرفتن پارامترهایی مانند عرض کانال، شیب طولی کانال، زبری، محل قرارگیری جسم شناور می‌توان دقت روش جسم شناور در تعیین سرعت متوسط و در نتیجه دبی کانال در کانال روباز مستطیلی را به‌میزان قابل توجهی افزایش داد.

تأثیر پارامترهای هندسی و هیدرولیکی در کانال روباز با مقطع مرکب

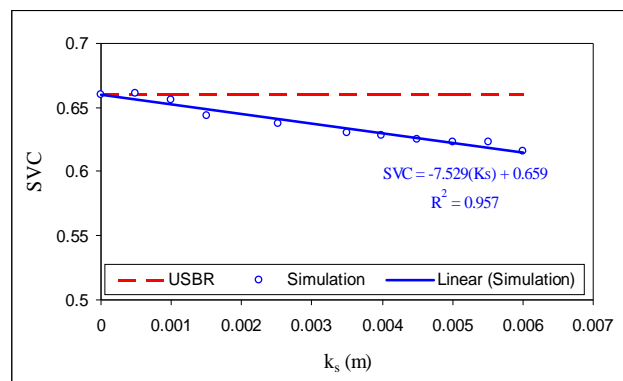
به‌منظور بررسی تأثیر عوامل هندسی و هیدرولیکی بر ضریب سرعت سطحی در مقطع مرکب، مطابق شکل (۱۱) یک مقطع مرکب با عرض سطح آزاد (T)، عرض کانال اصلی (B_C) برابر 0.5T، عرض پهنه سیلابی سمت راست و چپ (B_R و B_L) هر کدام برابر 0.25T، عمق آب در کانال اصلی (H_C)، 0.5T، عمق آب در پهنه‌های سیلابی (H_{LR})، 0.25T، شیب طولی (S₀) برابر 0.0001 و ارتفاع زبری (k_s) برابر 0.005m در نظر گرفته شد و برای بررسی هر پارامتر، به‌جز پارامتر مذکور، سایر پارامترها ثابت نگه داشته شد. در هر شبیه‌سازی بازه تغییرات پارامترها به‌صورت ذیل مورد بررسی قرار گرفت، عرض سطح آزاد (T) از ۰/۵ تا ۵ متر با نسبت ابعاد ثابت که مشخص کننده تأثیر تغییرات مقطع عرضی است، تغییر شیب طولی از ۰/۰۰۰۰۳ تا ۰/۰۰۱ و ارتفاع زبری از ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۱ متر می‌باشد.



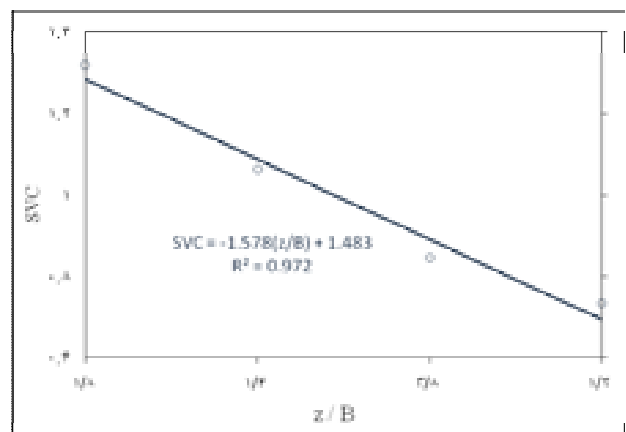
شکل ۱۱- مقطع مرکب مورد بررسی در شبیه‌سازی عددی

در شکل (۱۲) تغییرات ضریب سرعت سطحی محاسبه شده و USBR برای عرض‌های سطح آزاد (T) مختلف نشان داده شده است، ضریب سرعت سطحی محاسبه شده توسط مدل عددی با افزایش عرض سطح آزاد افزایش می‌یابد، و ضریب ارائه شده توسط USBR نیز با توجه به وابستگی آن به عمق آب، به‌دلیل تغییر عمق آب در کانال مرکب در قسمت کانال اصلی و پهنه سیلابی متناسب با عرض سطح آزاد (H_{LR}=0.25T و H_C=0.5T) افزایش می‌یابد، روند افزایش ضریب USBR و مدل عددی تقریباً یکسان است و بیش-ترین اختلاف تقریباً ۴ درصد می‌باشد.

ضریب سرعت سطحی محاسبه شده کاهش می‌یابد حال آنکه ضریب سرعت USBR مقدار ثابت ۰/۶۶ است. با افزایش ارتفاع زبری دیواره اختلاف دو ضریب افزایش می‌یابد در حالتی که دیواره صاف است دو ضریب تقریباً برابرند و بیش‌ترین اختلاف تقریباً ۵ درصد است. در شکل (۱۰) تأثیر محل قرارگیری جسم شناور روی سطح آب نسبت به دیواره کانال روباز مستطیلی (z/B) بر ضریب سرعت سطحی در حالت‌های مختلف (1/8, 1/4, 3/8, 1/2) از دیواره) نشان داده شده است، همان‌طور که مشخص است کم‌ترین مقدار ضریب سرعت سطحی در وسط کانال می‌باشد و هر چه محل قرارگیری جسم شناور از مرکز کانال دور شده و به دیواره‌ها نزدیک می‌شود میزان ضریب سرعت سطحی افزایش می‌یابد.



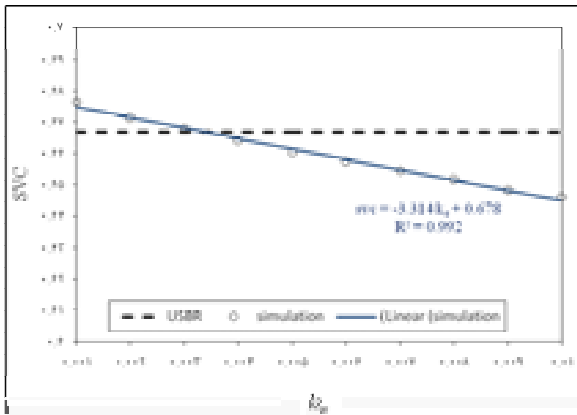
شکل ۹- مقایسه ضریب سرعت سطحی (SVC) شبیه‌سازی شده و USBR برای زبری‌های مختلف دیواره کانال روباز مستطیلی (H = 0.3 m; B = 0.77 m; s₀ = 0.0001)



شکل ۱۰- تأثیر محل قرارگیری جسم شناور (فاصله نسبی از دیواره کانال (z/T)) بر ضریب سرعت سطحی (SVC) در کانال‌های روباز مستطیلی

با توجه به مطالب فوق مشاهده می‌شود که ضرایب سرعت سطحی محاسبه شده در کانال روباز مستطیلی با مقدار ارائه شده

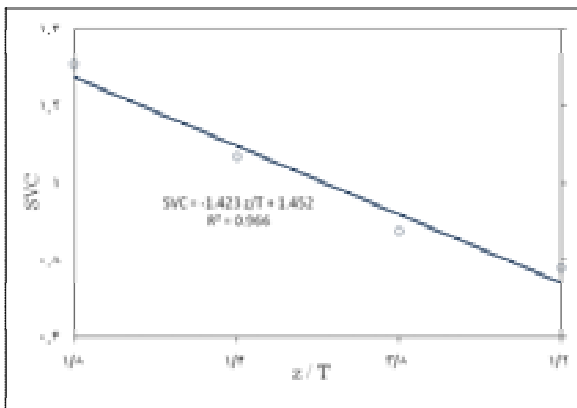
حداکثر اختلاف تقریباً ۳ درصد می باشد.



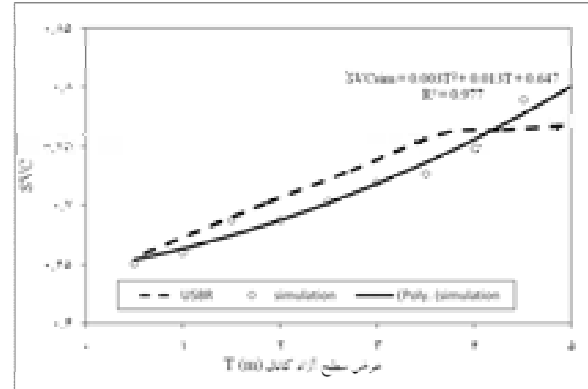
شکل ۱۴- مقایسه ضریب سرعت سطحی (SVC) شبیه سازی شده و USBR برای ارتفاع های زبری مختلف دیواره های کانال روباز با مقطع مرکب.

تأثیر محل قرارگیری محل جسم شناور نسبت به دیواره بر ضریب سرعت سطحی در کانال روباز مرکب برای حالت های

مختلف ($1/8, 1/4, 1/2, 3/8$ و $1/2$ عرض سطح آزاد (T)) در شکل (۱۵) نشان داده شده است، همان طور که مشخص است کم ترین مقدار ضریب سرعت سطحی در وسط کانال (فاصله $1/2$ سطح آزاد) می باشد و هر چه محل قرارگیری جسم شناور از مرکز کانال دور شده و به دیواره ها نزدیک می شود، میزان ضریب سرعت سطحی افزایش می یابد.

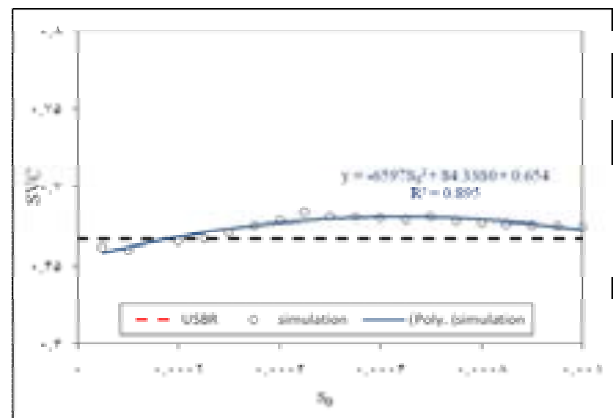


شکل ۱۵- تأثیر محل قرارگیری جسم شناور (فاصله نسبی از دیواره کانال (z/T)) بر ضریب سرعت سطحی (SVC) در کانال های روباز با مقاطع مرکب



شکل ۱۲- مقایسه ضریب سرعت سطحی (SVC) شبیه سازی شده و USBR برای عرض های مختلف سطح آب (T) در کانال روباز با مقطع مرکب.

تأثیر شیب طولی بستر کانال روباز مقطع مرکب بر ضریب سرعت سطحی محاسبه شده و USBR در شکل (۱۳) نشان داده شده است، در این حالت مشخصات مقطع ($B_C=0.5, B_R, B_L=0.25, H_C=0.5$) در این حالت مشخصات مقطع ($H_{LR}=0.25, k_s=0.005$ m) ثابت بوده و فقط شیب طولی تغییر می کند، اندازه ضریب سرعت سطحی USBR مقدار ثابت 0.667 است و میزان محاسبه شده توسط مدل با افزایش شیب طولی به میزان کمی افزایش می یابد، حداکثر اختلاف تقریباً ۲ درصد می باشد.



شکل ۱۳- مقایسه ضریب سرعت سطحی (SVC) شبیه سازی شده و USBR برای شیب های طولی مختلف در کانال روباز با مقطع مرکب.

شکل (۱۴) تأثیر ارتفاع زبری سطح بر ضریب سرعت سطحی محاسبه شده و USBR مقطع مرکب را نشان می دهد، در این حالت مشخصات مقطع ($B_C=0.5, B_R, B_L=0.25, H_C=0.5, H_{LR}=0.25$) ثابت بوده و فقط ارتفاع زبری دیواره ها تغییر می کند، $(m, s_0=0.0001)$ اندازه ضریب سرعت سطحی USBR مقدار ثابت 0.667 است و میزان محاسبه شده توسط مدل با افزایش زبری کاهش می یابد،

نتیجه گیری

در این مطالعه تأثیر پارامترهای هندسی و هیدرولیکی مختلف در کانال روباز با مقطع مستطیلی و مرکب بر ضریب سرعت سطحی بررسی شده و با مقایسه با روش USBR ضریب سرعت سطحی تصحیح شده است. با توجه به مطالب فوق مشاهده می شود که ضرایب سرعت سطحی محاسبه شده با مقدار ارائه شده توسط USBR، در این مطالعه متفاوت می باشد و در بعضی موارد حدود ۲۰ درصد اختلاف دارند. می توان نتیجه گرفت که در نظر گرفتن پارامترهای بیش تری مانند عرض، سطح مقطع، شیب طولی، زبری دیواره کانال، محل قرارگیری جسم شناور و پارامترهای هیدرولیکی دیگر که در این مطالعه بررسی نشده است می توان دقت روش جسم شناور در تعیین سرعت متوسط و در نتیجه دبی کانال را به میزان قابل توجهی افزایش داد. در پایان پیشنهاد می شود تصحیح روش جسم شناور در رودخانه های واقعی مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان از این روش ساده با دقت بالاتری در تعیین دبی استفاده نمود.

منابع

- رحیمی، ا. ۱۳۸۷. تأثیر پارامترهای هندسی و هیدرولیکی بر توزیع سرعت در کانال های روباز (مطالعه موردی: مقاطع مستطیلی، ذوزنقه ای و مرکب). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان.
- USBR(United States Bureau of Reclamation). 1997. Water measurement manual. Water Resources Publications ,LLC, Highlands Ranch. CO.
- FLUENT. 1999. Manuals, FLUENT Inc, Lebanon, NH 03766, USA.
- Cebeci,T., Cousteix,J. 1998. Modeling and Computation of Boundary Layer Flows. Horizons Pub. Long Beach, Calif. and Springer, Heidelberg Germany.
- Tominaga,A. Nezu,I. 1991 Turbulent structure in compound open-channel flows. Journal of Hydraulic Engineering. 117:1.21-41.

Correction of Surface Velocity Coefficient in Float Method Using Flow Modeling in Fluent

E. Rahimi^{1*}, M. Rahimpour²

Received: May. 12, 2014

Accepted: Oct. 29, 2014

Abstract

The Float method is a quick approximation technique for measuring velocity and thus flow rate. Surface velocity obtained by the Float method of correction factor is multiplied by the average velocity in the cross section obtained. This coefficient by the The United States Bureau of Reclamation (USBR) to measure the Float method is presented. Surface velocity coefficients published by USBR are based solely on average water depth. But other hydraulic factors such as longitudinal bed slope, the wall roughness height, the shape of the channel cross section, the location of the float object and ... may also affect the value of the coefficient. In this study the effect of these parameters on the surface velocity coefficient in a rectangular and compound open channel studied and the results are compared with the coefficients published by USBR. The results indicate that these parameters are the effective surface velocity coefficient and considering effect of other parameters in addition to the average water depth, be accuracy of the float method could significantly increase.

Keywords: Fluent, Reynolds stress model, Flow velocity, Rectangular and compound open channel

1- Ph.D. Student, In Water Structures, Department of Water Engineering, shahid Bahonar University of Kerman.
2- Assistant professor, Department of Water Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
(*- Corresponding Author Email: Rahimi.uk@gmail.com)