

تأثیر شکل دهانه آبگیر بر مقدار ضرایب انرژی و اندازه حرکت و ابعاد جداسدگی جریان

مهدی کرمی مقدم^{1*} - تورج سبزواری² - مهدی نورزاده حداد³

تاریخ دریافت: 1395/02/11

تاریخ پذیرش: 1396/05/07

چکیده

هنگامی که جریان در یک کانال اصلی یا رودخانه به نزدیکی آبگیر می‌رسد، خطوط جریان به سمت آبگیر منحرف می‌شوند. در این حالت یک ناحیه جداسدگی جریان در آبگیر ایجاد می‌شود که به علت کاهش عرض جریان انحرافی باعث کاهش دبی و راندمان آبگیری می‌گردد. در این تحقیق برای تعیین شعاع بهینه ورودی آبگیر، آزمایشاتی بر روی آبگیر جانبی منشعب از کانال مستطیلی با ورودی گردشده با سه نسبت شعاع r/W_b برابر 0/4، 0/6 و 0/8 (r شعاع دهانه ورودی و W_b عرض آبگیر) انجام و ابعاد منطقه جداسدگی و همچنین ضرایب انرژی و اندازه حرکت در دهانه آبگیر محاسبه گردید. این آزمایشات در شرایط جریان انتها بسته و انتها باز در نسبت دبی انحرافی 0/2، 0/4، 0/6 و 0/8 انجام شد. با رسم خطوط جریان توسط نرم‌افزار Tecplot برای شرایط مختلف، مقدار طول و عرض جداسدگی تعیین و در نهایت اندازه جداسدگی برای نسبت شعاع 0/8 کمتر از شعاع دیگر بدست آمد. بنابراین نسبت r/W_b برابر 0/8 با کمترین مقدار جداسدگی به عنوان نسبت شعاع بهینه انتخاب گردید.

واژه‌های کلیدی: راندمان، شعاع بهینه، شعاع دهانه ورودی، کانال مستطیلی

مقدمه

مذکور شامل نوع کانال (مستقیم یا قوس‌دار)، محل قرارگیری آبگیر، زاویه آبگیر (3)، نسبت دبی انحرافی (3 و 12)، شرایط هیدرولیکی جریان در کانال اصلی (1)، نوع دانه‌بندی بار رسوب، عمق جریان (12)، شکل مقطع آبگیر و استفاده از آستانه و صفحات مستغرق (13) بوده است. کشاورزی و حبیبی (9) آزمایشاتی را روی آبگیر با زاویه های 45، 56، 67، 79 و 90 درجه در شرایط انتها بسته و در نسبت دبی‌های مختلف انجام دادند و زاویه بهینه آبگیری را در شرایط کمترین جداسدگی و رسوب‌گذاری و بیشترین آبگیری، 55 درجه بدست آوردند. همچنین آنها به این نتیجه رسیدند که با افزایش زاویه آبگیری جداسدگی از دهانه پایین‌دست به دهانه بالادست منتقل می‌شود. اسماعیلی‌ورکی و همکاران (4) به بررسی آزمایشگاهی ساختار الگوی جریان انحرافی به دهانه آبگیر جانبی با زاویه 90 درجه و مقدار رسوب ورودی به آن در بندهای انحرافی پرداختند. جلیلی و همکاران (5) با استفاده از ابعاد و شکل جداسدگی جریان در دهانه بالادست آبگیر، به بررسی تأثیر دهانه آبگیر بر مقدار و الگوی رسوب‌گذاری در کانال پرداختند. نتایج آزمایش‌های آنها نشان داد که ایجاد قوس بهینه در دیواره کانال آبگیر منجر به کاهش مقدار رسوب ورودی در سه نسبت 0/2، 0/4 و 0/6 به ترتیب به میزان 58، 50 و 33 درصد می‌شود. همچنین جلیلی و همکاران (6 و 7) با استفاده از مدل عددی SSIM2 میزان جداسدگی جریان را در آبگیر با شکل دهانه مختلف

مطالعه جریان انحرافی در کانال‌های روباز از مدت‌ها قبل مورد توجه مهندسين هیدرولیک بوده است. جریان انحرافی از کانال اصلی یا رودخانه جهت آبیاری یا نیروگاه‌های برق آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هنگامی که جریان به دهانه آبگیر می‌رسد، خطوط جریان به سمت آبگیر منحرف شده و در اثر تغییر مومنتم یک ناحیه جداسدگی در مجاورت دیواره آبگیر ایجاد می‌شود. در این ناحیه سرعت جریان پایین و بصورت چرخشی می‌باشد. بنابراین این ناحیه ضمن اینکه مقداری از عرض جریان ورودی را کاهش می‌دهد نقشی در میزان انحراف جریان نداشته و باعث کاهش راندمان آبگیری می‌شود. لذا تعیین ابعاد جداسدگی جریان و راهکاری برای کاهش آن اهمیت دارد. جریان در آبگیر سه‌بعدی و پیچیده است (11). تاکنون در تحقیقات گذشته پارامترهای مختلفی در آبگیر مورد بررسی قرار گرفته است، از جمله ابعاد جداسدگی جریان، قدرت جریان ثانویه، عرض جریان انحرافی (8). متغیرهای در نظر گرفته شده برای بررسی پارامترهای

1 و 3- استادیاران گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران

(* - نویسنده مسئول: (Email: m_karami_mo@yahoo.com)

2- دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد استهبان، استهبان، فارس

آبگیر قائم 90 درجه باشد. شکل 2 ورودی آبگیر 55 درجه با گردشگری 20 سانتی‌متر را نشان می‌دهد. جهت ایجاد قوس در دیواره آبگیر، در ابتدا قوس با شعاع مشخص توسط اتوکد رسم و قوس مماس بر کانال اصلی و کانال انحراف مشخص شد. سپس این قوس با ابعاد واقعی بر روی کانال تیز گوشه توسط رنگ مشخص و با دستگاه تراش سنگ قوس مورد نظر ایجاد شد. طول قوس بر روی دیواره بالادست آبگیر 55 درجه برای سه شعاع 10، 15 و 20 سانتی‌متر به ترتیب 9/77، 14/66 و 19/55 سانتی‌متر و بر روی دیواره پایین دست به ترتیب برابر 6/29، 9/5 و 11/98 سانتی‌متر می‌باشد.

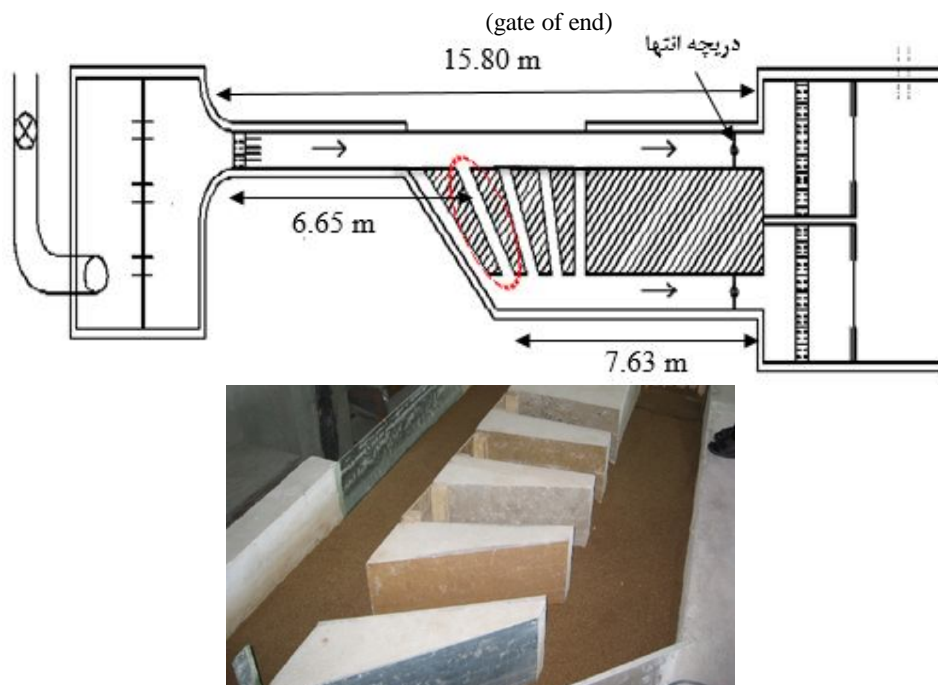
آزمایشات در دو حالت انتها بسته و انتها باز با نسبت دبی انحرافی مختلف انجام شد. در حالت انتها بسته هیچ جریانی از انتهای کانال اصلی خارج نمی‌شود و تمام جریان وارد آبگیر می‌شود مانند آبگیر در مجاور بند انحرافی. در حالت انتها باز، قسمتی از جریان وارد آبگیر و قسمتی دیگر از انتهای کانال اصلی خارج می‌شود. برای تنظیم دبی مورد نیاز از شیرری که بر روی لوله انتقال آب وجود دارد استفاده شد. سپس با استفاده از دریچه‌های انتهای کانال اصلی و فرعی میزان دبی و عمق آب در دو کانال تنظیم شد. لازم به ذکر است این دبی و عمق باید تا پایان انجام آزمایش هر مرحله ثابت باقی بماند. عمق جریان 16 سانتی‌متر و برای حالت انتها بسته دبی عبوری از کانال 14 لیتر بر ثانیه و در شرایط جریان با انتهای باز، محدوده دبی 17 تا 33 لیتر بر ثانیه و آزمایش‌ها در نسبت دبی‌های انحرافی (نسبت دبی آبگیر به دبی ورودی به کانال اصلی) 0/6، 0/0.4/2 و 0/8 مورد بررسی قرار گرفت. در هر مرحله بعد از نصب دستگاه سرعت‌سنج دوبعدی الکترومگنتیک (مدل PE-30 و نوع Ellipsoid) و تنظیم آن، سرعت‌ها در یک دوره زمانی 40 ثانیه‌ای با فرکانس نمونه‌برداری 10 نمونه در ثانیه و به عبارتی 400 نمونه برای هر نقطه از جریان ثبت گردید.

در حین انجام آزمایش در طول روز چندین بار در فاصله‌های زمانی میزان دبی و عمق آب چک شد تا تغییرات چشم‌گیری در دبی و عمق ایجاد نشده باشد. با داشتن این مقادیر، میانگین دبی و عمق موجود در طول یک آزمایش برای انجام محاسبات استفاده شد. اندازه‌گیری سرعت در کل عرض کانال انشعاب و تا فاصله 62 سانتی‌متری از ابتدای ورودی کانال فرعی و در سه لایه 3، 6 و 12 سانتی‌متری از کف برای هر شعاع انجام شد. پس از اندازه‌گیری سرعت و تعیین مقدار متوسط سرعت در هر مقطع، مقادیر ضرایب انرژی و اندازه حرکت (α و β) برای شعاع مختلف در آبگیر 55 درجه محاسبه شد. در هر شعاعی که این ضرایب به عدد یک نزدیک‌تر باشند، آن شعاع از نظر یکنواختی سرعت و تجمع رسوب در دهانه ورودی وضعیت بهتری خواهد داشت. روابطی که برای به‌دست آوردن این ضرایب استفاده شد در زیر آمده است:

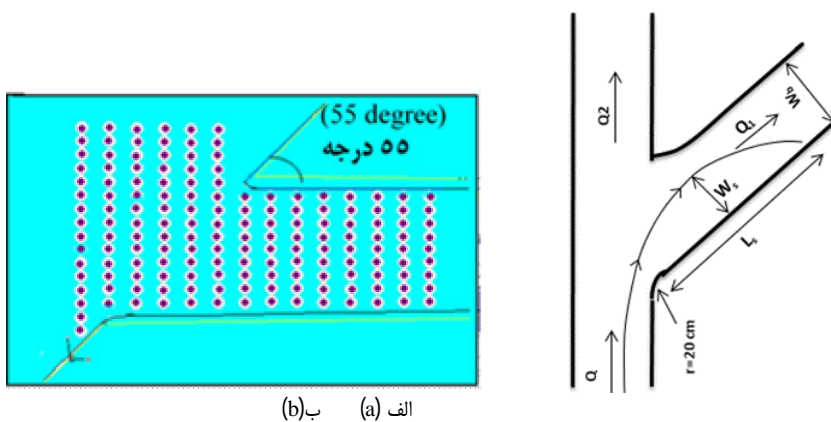
مورد مقایسه قرار داده و نتایج را با آزمایش‌های رسوب مدل فیزیکی مقایسه کردند که حاکی از یکسان بودن نتایج داشت. ابوالقاسمی و همکاران (2) مطالعاتی را در زمینه تاثیر نسبت انحراف جریان بر نسبت رسوب ورودی در آبگیر 52 درجه که در راستای جریان ورودی به قوس قرار گرفته بود انجام دادند. نتایج مطالعه در پیچانورد سینوسی نشان داد که در نسبت‌های کم انحراف جریان به آبگیر، تغییر قدرت جریان ثانویه ناچیز بوده و این جریان همچنان باعث دور ساختن بار بستر از قوس خارجی می‌شود. منتصری و آسبائی (10) قابلیت نرم‌افزار عددی *SSIM2* را در شبیه‌سازی الگوی جریان در اطراف دهانه آبگیر در یک کانال U شکل که آبگیر جانبی در موقعیت 115 درجه از ابتدای قوس و با زاویه انحراف 45 درجه در دیواره خارجی قوس نصب شده بود را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج حاصله نشان داد، نرم‌افزار عددی در شبیه‌سازی خطوط جریان، میدان سرعت و تشخیص الگوی جریان در دهانه آبگیر مقادیر قابل قبولی را پیش‌بینی می‌کند اما در بعضی نقاط مانند نزدیک دیواره به دلیل ضعف مدل k-E و نواحی نزدیک بستر نتایج عددی و آزمایشگاهی مطابقت ندارد. در این تحقیق آزمایشات هیدرولیک بر روی آبگیر 55 درجه منشعب از کانال مستطیلی با دهانه ورودی گرد شده انجام و با اندازه‌گیری ابعاد جداسازی و ضرایب انرژی و اندازه حرکت شعاع بهینه تعیین گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایشات در آزمایشگاه هیدرولیک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز بر روی آبگیر 55 درجه منشعب از کانال مستطیلی انجام شد. جنس دیواره‌های هر دو کانال بتنی، عمق و عرض آنها برای کانال اصلی به ترتیب 0/4 و 0/5 متر و برای کانال آبگیر 0/4 و 0/25 متر بود. در ابتدای کانال اصلی از یک سید توری پر از قلوه‌سنگ برای آرام کردن جریان استفاده شد. شکل 1 جانمایی آبگیر 55 درجه را نشان می‌دهد. برای انجام آزمایش‌ها ابتدا باید لبه ورودی آبگیر با شعاع مشخص گرد شود. با توجه به مقدار جداسازی جریان در تحقیق کشاورزی و حبیبی (9) که بر روی آبگیرها با لبه ورودی تیزگوشه انجام شد، شعاع‌های 10، 15 و 20 سانتی‌متر برای ورودی آبگیر انتخاب شد. لبه‌های بالادست ورودی آبگیر طوری با شعاع معین گرد شد که قوس ایجاد شده از یک طرف بر راستای کانال فرعی و از طرف دیگر بر راستای کانال اصلی مماس باشد. همچنین با توجه به نتایج تحقیق مذکور در آبگیر 90 درجه تیزگوشه، جداسازی جریان بیشتر در دهانه بالادست آبگیر رخ داده و ابعاد جداسازی در دهانه پایین دست آبگیر ناچیز است، لذا در تحقیق حاضر دهانه پایین دست آبگیر طوری گرد شد که بر راستای کانال فرعی مماس و بر راستای کانال اصلی عمود باشد. به عبارتی دیگر ورودی پایین دست مانند



شکل 1- آبگیر 55 درجه در مدل آزمایشگاهی
Figure 1- A 55 degree intake in experimental model



شکل 2- الف) آبگیر 55 درجه با گردشگی لبه ورودی ب) نقاط اندازه‌گیری سرعت
Figure 2- a) The 55 degree intake with round entrance b) grid points for measuring velocity

مقطع مورد نظر، V_i اندازه سرعت در نقطه اندازه‌گیری شده و A_i همان مساحت در اطراف نقطه نام می‌باشند. همچنین با استفاده از سرعت‌های برداشت شده و نرم‌افزار *Tecplot*، خطوط جریان ترسیم و سپس ابعاد ناحیه جداشدگی برای هر حالت محاسبه شد. با استفاده از تحلیل ابعادی، پارامترهای مؤثر در پدیده مورد مطالعه شناسایی و نسبت‌های بدون بعد تعیین گردید. پارامترهای مؤثر

$$V = \frac{1}{A} \sum_i v_i A_i \quad [1]$$

$$\alpha = \frac{1}{AV^3} \sum_i v_i^3 A_i \quad [2]$$

$$\beta = \frac{1}{AV^2} \sum_i v_i^2 A_i \quad [3]$$

در روابط فوق A سطح مقطع جریان، V مقدار میانگین سرعت در

شده‌اند. با رسم خطوط جریان در تمام نسبت دبی‌ها و در سه لایه جریان این نتیجه‌گیری حاصل شد که از کف به سمت سطح جریان، ابعاد جداولگی جریان افزایش می‌یابد که علت آن زیاد بودن سرعت جریان در سطح و در نتیجه افزایش مومنتم می‌باشد. همچنین هرچه نسبت دبی انحرافی کمتر باشد، ناحیه جداولگی جریان بزرگتر است بنابراین با افزایش نسبت دبی انحرافی از $Q_f=0/2$ به $Q_f=0/8$ ابعاد جداولگی جریان کاهش می‌یابد، لذا شکل 3-الف که جریان در نسبت دبی انحرافی $Q_f=0/2$ را نشان می‌دهد، نسبت به شکل 3-ب که برای نسبت دبی انحرافی $Q_f=0/4$ رسم شده دارای ابعاد جداولگی بزرگتر و در مقایسه با دیگر نسبت دبی‌ها حداکثر مقدار جداولگی جریان را دارد.

با رسم خطوط جریان می‌توان طول و عرض ناحیه جداولگی جریان را اندازه‌گیری کرد. شکل‌های 4 و 5 به ترتیب طول و عرض ناحیه جداولگی جریان را برای سه نسبت شعاع دهانه ورودی $0/8$ و $0/6$ ، $0/4$ و $0/2$ در دو حالت انتها بسته و انتها باز با نسبت دبی‌های مختلف را نشان می‌دهند. در هر نسبت شعاع دهانه ورودی، برای دیواره بالادست (u/s) و پایین‌دست (d/s) آبگیر، جداولگی در سه لایه اندازه‌گیری شد. همچنین مقادیر طول و عرض جداولگی جریان در حالت دهانه ورودی گردگوشه با نتایج تحقیق کشاورزی و حیایی (9) که در حالت تیز گوشه (*sharped edged*) انجام شده، مقایسه گردیده است. در این شکل‌ها L_s مقدار طول جداولگی، W_s عرض جداولگی و r شعاع دهانه ورودی می‌باشند که توسط W_b عرض آبگیر بدون بعد شده‌اند. شکل 4-الف طول جداولگی جریان را در حالت جریان انتها بسته در حالت ورودی تیز گوشه و گردگوشه با شعاع مختلف را نشان می‌دهد. همانطور که در این شکل مشخص است طول جداولگی جریان در مجاورت دیواره بالادست بزرگتر از جداولگی جریان در مجاورت دیواره پایین‌دست است. همچنین با گردگوشه کردن دهانه ورودی، طول جداولگی جریان کاهش می‌یابد و کمترین مقدار طول جداولگی در نسبت $\frac{r}{W_b} = 0.8$ اتفاق می‌افتد.

بر پدیده عبارتند از: شعاع دهانه ورودی (r)، عرض آبگیر (W_b)، طول جداولگی جریان (L_s)، عرض جداولگی جریان (W_s)، عمق جریان در بالادست کانال اصلی (Y_u)، دبی جریان در بالادست کانال اصلی (Q_u)، دبی جریان در آبگیر (Q_b)، شتاب ثقل (g)، ضریب تصحیح انرژی (α)، ضریب تصحیح اندازه حرکت (β)، زاویه آبگیری (θ)، شتاب ثقل (g).

$$F(r, W_b, L_s, W_s, Y_u, Q_u, Q_b, g, \alpha, \beta, \theta) = 0 \quad [4]$$

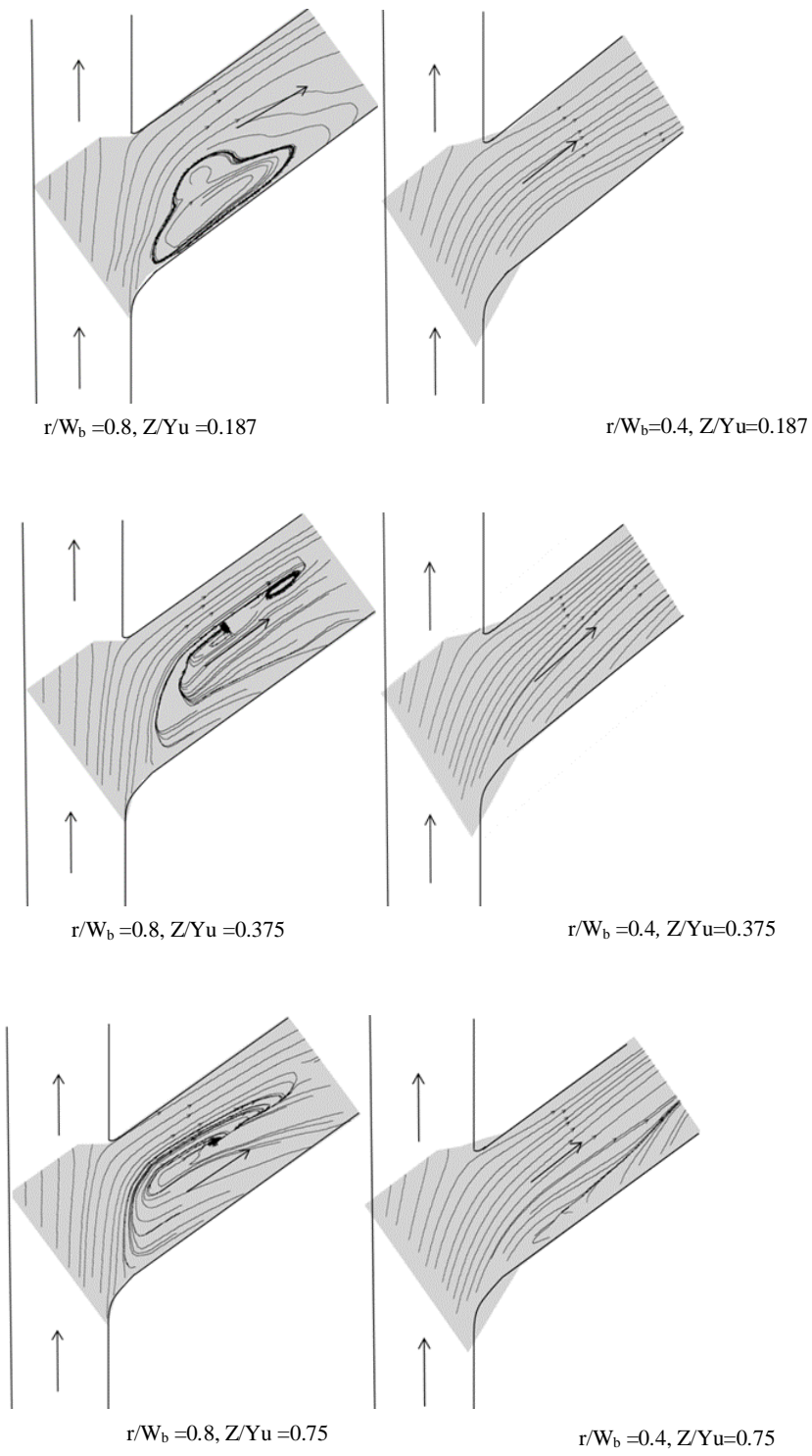
بر اساس روش باکینگهام و حذف پارامترهای ثابت مانند زاویه آبگیری (این تحقیق فقط بر روی زاویه آبگیری 55 درجه می‌باشد)، پارامترهای بدون بعد به صورت زیر قابل ارائه می‌باشد:

$$F\left(\frac{r}{W_b}, \frac{L_s}{W_b}, \frac{W_s}{W_b}, \frac{Q_b}{Q_u}, \frac{Q_u^2}{gY_u^5}, \alpha, \beta\right) = 0 \quad [5]$$

که عبارت $\frac{Q_u^2}{gY_u^5}$ مجذور عدد فرود و عبارت $\frac{Q_b}{Q_u}$ نسبت دبی انحرافی می‌باشند.

نتایج و بحث

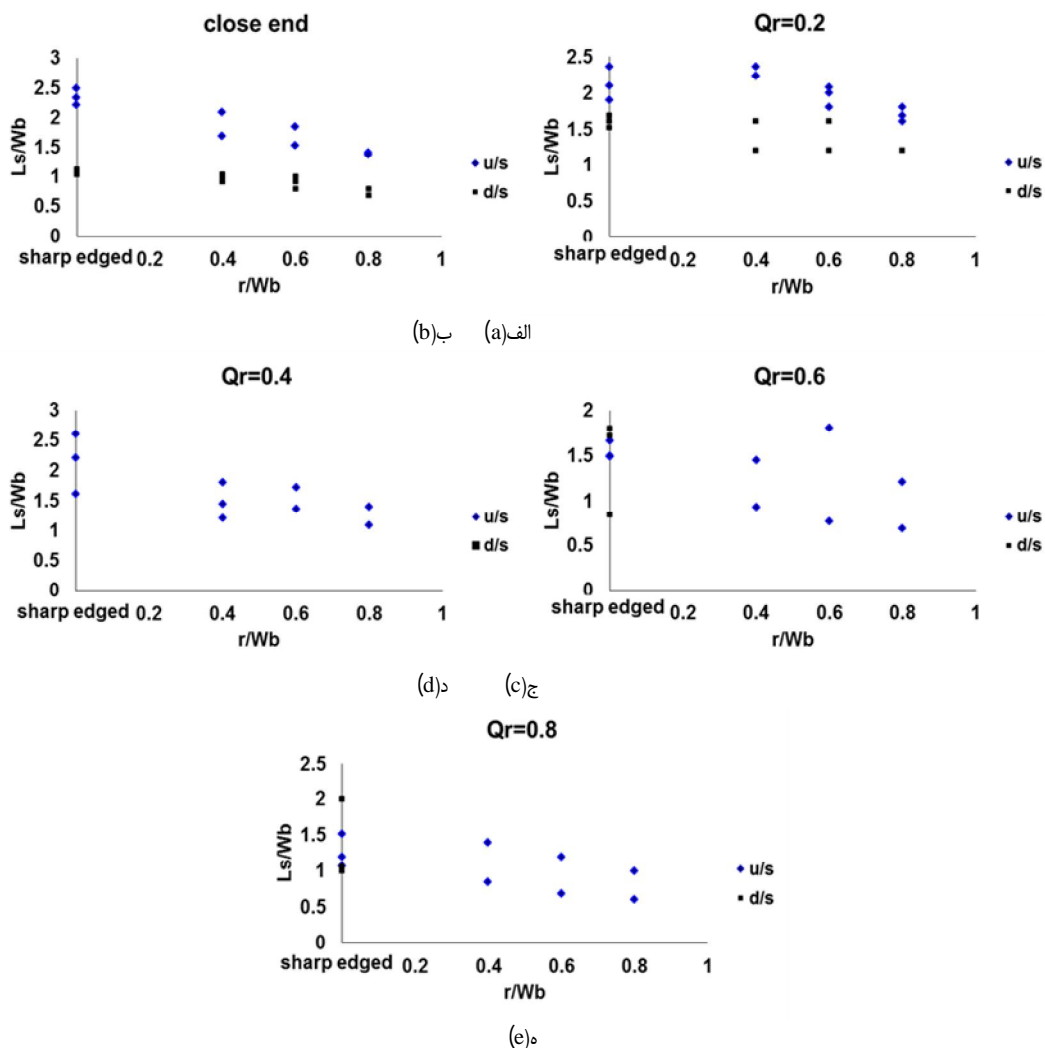
همانطور که گفته شد در دهانه آبگیر به خاطر اختلاف حداقل و حداکثر سرعت در یک لایه، یک انتقال مومنتم بین خطوط جریان اتفاق افتاده که منجر به تشکیل جریان‌های چرخشی در ناحیه جداولگی می‌شود. در این تحقیق آزمایشات در شرایط انتها بسته و انتها باز انجام شد. پس از اندازه‌گیری سرعت‌های دوبعدی در کانال اصلی و فرعی در شرایط انتها بسته و نسبت دبی‌های انحرافی $0/2$ ، $0/4$ ، $0/6$ و $0/8$ ، خطوط جریان با استفاده از نرم‌افزار *Tecplot* ترسیم شد. شکل 3 برای نمونه خطوط جریان را در نسبت دبی انحرافی $Q_f=0/4$ و $Q_f=0/2$ به ترتیب در شعاع ورودی r 10 و 20 سانتی‌متر و برای سه لایه Z 3، 6 و 12 سانتی‌متر از کف نشان می‌دهد. پارامترهای شعاع دهانه ورودی (r) و فاصله از کف (Z) به ترتیب توسط عرض کانال آبگیر (W_b) و عمق جریان بالادست (Y_u) بدون بعد



(الف) (ب)

شکل 3- خطوط جریان در حالت الف) $\frac{r}{W_b} = 0.4$ و $Q_r = 0.2$ ب) $\frac{r}{W_b} = 0.8$ و $Q_r = 0.4$

Figure 3- Streamlines for a) $\frac{r}{W_b} = 0.4$ and $Q_r = 0.2$ b) $\frac{r}{W_b} = 0.8$ and $Q_r = 0.4$



شکل 4- طول جدانشدگی جریان در بالادست و پایین دست آبگیر 55 درجه در حالت انتها بسته برای نسبت‌های مختلف دبی انحراف
 Figure 4- The length of flow separation at upstream and downstream of 55 degree intake in close end condition for different diversion flow ratio

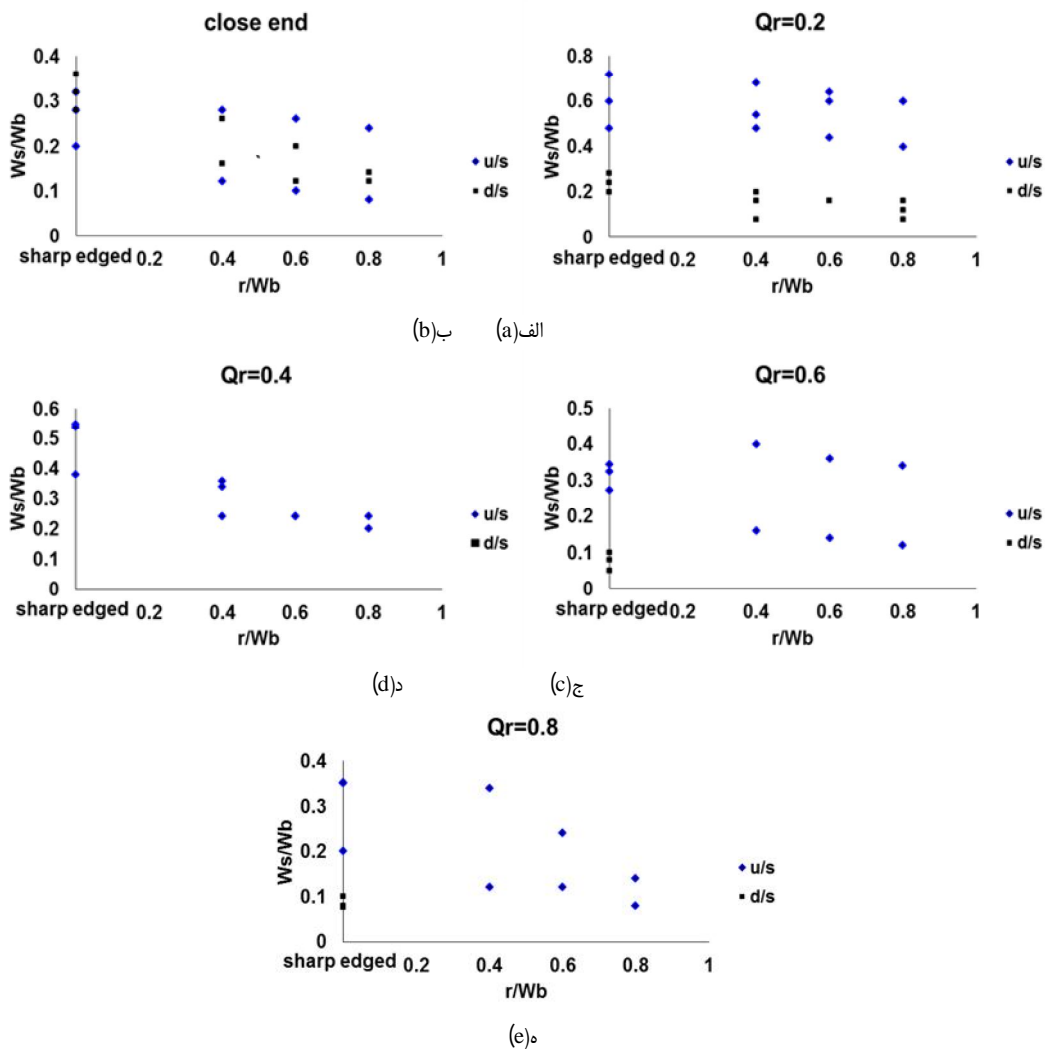
انحرافی $Q_r=0/6$ و $Q_r=0/8$ (شکل‌های 4-د و 4-ه) در حالت ورودی تیزگوشه جدانشدگی جریان در دهانه بالادست و پایین‌دست آبگیر وجود داشته ولی با گردگوشه کردن لبه ورودی آبگیر، جدانشدگی جریان در دهانه پایین‌دست از بین رفته و طول جدانشدگی در دهانه بالادست نیز کاهش می‌یابد. کمترین مقدار طول جدانشدگی نیز در نسبت شعاع دهانه ورودی $\frac{r}{W_b} = 0.8$ می‌باشد.

شکل 5 عرض جدانشدگی جریان را در حالات مختلف نشان می‌دهد. عرض جدانشدگی جریان از این لحاظ از اهمیت بیشتری برخوردار است که باعث کاهش عرض مؤثر جریان انحرافی و کاهش راندمان آبگیری می‌شود. شکل 5-الف که مربوط به حالت جریان انتها بسته است نشان می‌دهد که با گردگوشه کردن دهانه ورودی آبگیر،

علت اینکه در حالت انتها بسته در مجاورت دیواره پایین‌دست آبگیر جدانشدگی جریان اتفاق می‌افتد این است که در این حالت، جریان پس از برخورد به انتهای کانال اصلی برگشت خورده و وارد آبگیر می‌شود. به عبارت دیگر در این حالت، جریان از دو طرف وارد آبگیر می‌شود. در شکل 4-ب مربوط به نسبت دبی انحرافی $Q_r=0/2$ ، در هر دو حالت ورودی تیزگوشه و گردگوشه جدانشدگی جریان وجود داشته و با گردگوشه کردن دهانه ورودی مقدار آن کاهش یافته است. در شکل 4-ج که طول جدانشدگی جریان را در نسبت دبی انحرافی $Q_r=0/4$ نشان می‌دهد، در حالت دهانه ورودی تیزگوشه در پایین دست آبگیر هیچگونه جدایی جریان وجود ندارد و طول جدانشدگی جریان در دهانه بالادست آبگیر نیز کاهش می‌یابد. در نسبت‌های دبی

ثابت می‌شود.

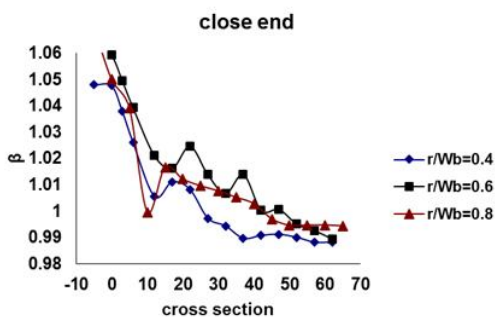
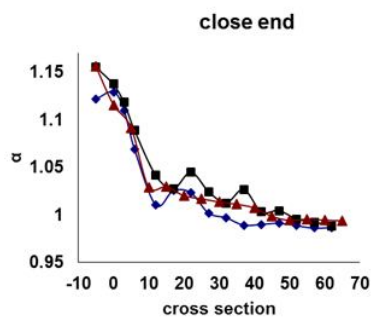
عرض جداشدگی جریان کاهش می‌یابد و ضمن اینکه با افزایش شعاع ورودی مقدار آن کاهش می‌یابد، در نسبت $\frac{r^2}{Wb} = 0.8$ تقریباً مقداری



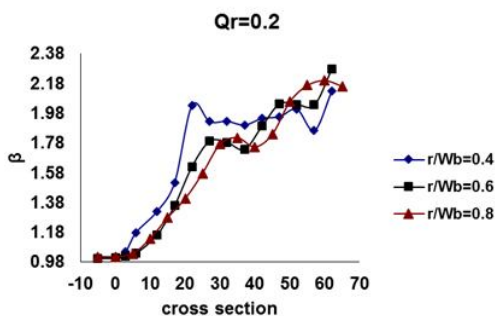
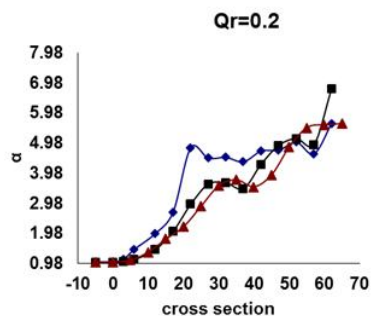
شکل 5- عرض جداشدگی جریان در بالادست و پایین دست آبگیر 55 درجه در حالت انتها بسته برای نسبت‌های مختلف دبی انحراف
 Figure 5- The width of flow separation at upstream and downstream of 55 degree intake in close end condition for different diversion flow ratio

کردن دهانه ورودی آبگیر، ضمن اینکه جداشدگی در پایین دست از بین رفته باعث کاهش عرض جداشدگی جریان در بالادست شده و مقدار آن در نسبت شعاع ورودی $\frac{r^2}{Wb} = 0.8$ کمترین مقدار است. همانطور که قبلاً گفته شد برای بررسی میزان یکنواختی سرعت در دهانه و در طول آبگیر می‌توان از ضرایب انرژی و اندازه حرکت استفاده کرد. هرچه این ضرایب به یک نزدیکتر باشد، نشان‌دهنده یکنواختی بیشتر سرعت در آن مقطع است.

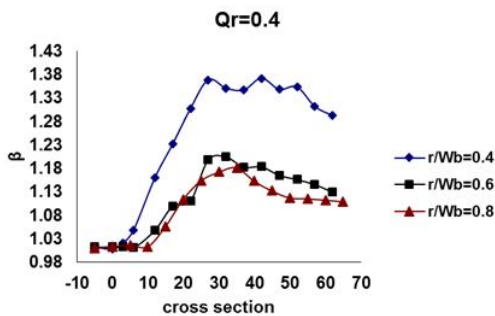
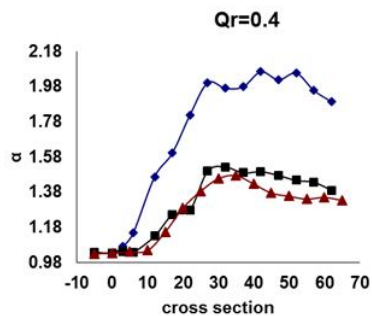
در حالت ورودی تیزگوشه، بیشترین ابعاد جداشدگی در نسبت دبی انحرافی $Q_r=0/2$ رخ می‌دهد. با گردگوشه کردن لبه ورودی آبگیر، عرض جداشدگی در این نسبت دبی کاهش یافته است. در شکل 5-ج که مربوط به نسبت دبی انحرافی $Q_r=0/4$ می‌باشد، در دو حالت تیزگوشه و گردگوشه جداشدگی جریان در پایین دست وجود نداشته و مقدار عرض جداشدگی با گردگوشه کردن دهانه ورودی کاهش می‌یابد. شکل‌های 5-د و 5-ه که به ترتیب مربوط به نسبت دبی انحرافی $Q_r=0/6$ و $Q_r=0/8$ می‌باشند نشان می‌دهند که با گردگوشه



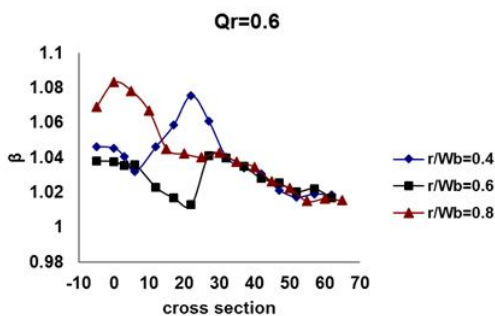
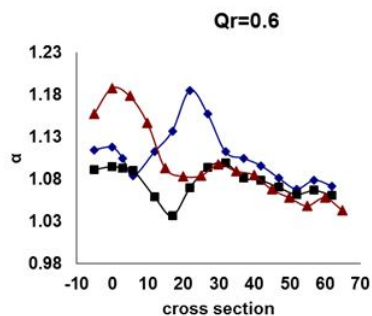
(الف) (ب)



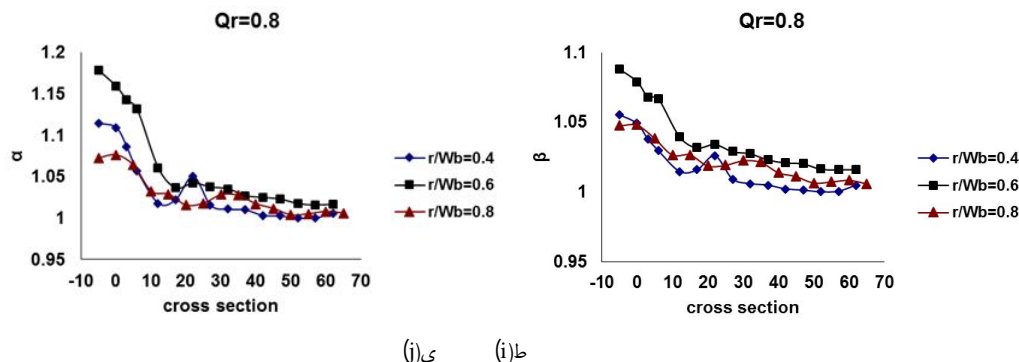
(د) (ج)



(ه) (ف)



(ز) (ح)



شکل 6- ضرایب انرژی و اندازه حرکت در آبگیر 55 درجه با شعاع ورودی مختلف در الف، ب) شرایط انتها بسته،

ج، د) $Q_r=0/2$ ، ه، و) $Q_r=0/4$ ، ز، ح) $Q_r=0/6$ و ط، ی) $Q_r=0/8$

Figure 6- Alpha and Beta coefficients in 55 degree intake with different entrance radius in a, b) close end condition, c,d) $Q_r=0.2$ e,f) $Q_r=0.4$ g,h) $Q_r=0.6$ and i,j) $Q_r=0.8$

ابعاد جداشدگی جریان مطابقت دارد چراکه در نسبت دبی انحرافی کم مقدار ابعاد جداشدگی جریان نیز بیشتر است.

نتیجه گیری کلی

در این تحقیق تاثیر گردشگری دهانه ورودی آبگیر 55 درجه بر روی ابعاد ناحیه جداشدگی جریان و همچنین مقادیر ضرایب انرژی و اندازه حرکت مورد بررسی قرار گرفت. در سه شعاع دهانه ورودی و در شرایط مختلف جریان از جمله حالت انتها بسته و در نسبت‌های مختلف دبی انحرافی، سرعت‌های دوبعدی در آبگیر اندازه‌گیری و پس از آن خطوط جریان ترسیم گردید. با استفاده از خطوط جریان، طول و عرض ناحیه جداشدگی اندازه‌گیری و مقایسه شد. همچنین در تمامی حالات با استفاده از سرعت‌های برداشت شده ضرایب تصحیح انرژی و اندازه حرکت محاسبه گردید. در یک نتیجه‌گیری کلی برای نسبت شعاع $\frac{r}{W_b}=0.8$ ابعاد جداشدگی جریان کمترین مقدار حاصل شد و در همین نسبت شعاع، ضرایب انرژی و اندازه حرکت به عدد یک نزدیک‌تر بود. این نتیجه‌گیری نشان می‌دهد برای کاهش ابعاد جداشدگی جریان می‌بایست یکنواختی سرعت بین دهانه بالادست و پایین دست آبگیر برقرار شود. با نتایج به دست آمده در این تحقیق نسبت شعاع ورودی $\frac{r}{W_b}=0.8$ به عنوان نسبت شعاع بهینه دهانه آبگیر 55 درجه پیشنهاد می‌شود.

شکل 6 ضرایب انرژی و اندازه حرکت در سه نسبت شعاع دهانه ورودی آبگیر 55 درجه و در دو حالت انتها بسته و انتها باز و در مقاطع مختلف از ورودی آبگیر را نشان می‌دهد. همانطور که در حالت انتها بسته مشخص است این ضرایب تفاوت چندانی در نسبت‌های مختلف شعاع ورودی ندارند که شاید به علت آبگیری دوطرفه در این حالت باشد. در نسبت دبی $Q_r=0/2$ با پیشروی به پایین دست آبگیر، در هر سه نسبت شعاع، مقدار ضرایب افزایش می‌یابد ولی در نسبت شعاع ورودی $\frac{r}{W_b}=0.8$ مقادیر آن کمی کمتر از دو نسبت شعاع دیگر است. در نسبت دبی $Q_r=0/4$ مقدار ضرایب برای نسبت شعاع ورودی $\frac{r}{W_b}=0.4$ از عدد یک بسیار فاصله گرفته و در نسبت شعاع $\frac{r}{W_b}=0.8$ نزدیک‌تر به عدد یک می‌باشد. در نسبت دبی $Q_r=0/6$ در دهانه ورودی روند خاصی وجود نداشته ولی ضریب انرژی در پایین دست آبگیر برای نسبت $\frac{r}{W_b}=0.8$ نزدیک به یک و کمترین مقدار و برای نسبت $\frac{r}{W_b}=0.4$ بیشترین مقدار است. در نسبت دبی 80 درصد ($Q_r=0/8$) اولاً با پیشروی به سمت پایین دست آبگیر مقدار ضرایب کاهش یافته و به عدد یک نزدیک‌تر می‌شود ثانیاً در این نسبت دبی این ضرایب مخصوصاً در دهانه ورودی آبگیر برای نسبت شعاع $\frac{r}{W_b}=0.4$ بیشترین و برای نسبت $\frac{r}{W_b}=0.8$ کمترین مقدار بوده و در این نسبت شعاع به عدد یک نزدیک‌تر است. همچنین با توجه به این اشکال مشخص است که مقادیر ضرایب انرژی و اندازه حرکت در نسبت‌های دبی انحرافی بالاتر به عدد یک نزدیک‌تر و در نسبت دبی انحرافی کم بسیار بزرگ شده است که با نتایج حاصل از

منابع

- 1- Abbasi A.A., and Maleknejad Yazdi M. 2014. The impact of sill and submerged vanes on sediment laden flow at lateral intake. The Iranian Society of Irrigation and Water. 4(16):104-116. (in Persian with English abstract)
- 2- Abolghasemi M., Ghodsian M., and Sangin Abadi H. 2013. The effects of flow diversion on sediments entering

- the intake in 52 deg. diversion angle in sinus river. Journal of hydraulic, 6(1): 41-52. (in Persian)
- 3- Best J.L., and Reid I. 1984. Separation zone open-channel junctions. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE. 110(11): 1588-1594.
 - 4- Esmaili Varaki M., Farhodi J., and Walker D. 2009. Investigation of flow at a right-angle lateral intake. ICE, Journal of Water Managemet, 162 (6):379-388.
 - 5- Jalili H.R., Hoseinzade Dalir A., and Farsadizadeh D. 2011. Effect of intake geometry on the sediment transport and flow pattern at lateral intake. Iranian Water Research Journal. 5(9): 1-10. (in Persian)
 - 6- Jalili H.R., Hoseinzade Dalir A., and Farsadizadeh D. 2012. Effect of mouth shape on the flow pattern and sedimentation in the vertical lateral diversion. Journal of Water and Soil, 25(6):1321-1331. (in Persian with English abstract)
 - 7- Jalili H.R., Hoseinzade Dalir A., and Farsadizadeh D. 2013. Investigating effect of inlet shape on the flow pattern and vortex generation around inlet of intake using numerical model. Journal of Water and Soil Science. 24(1):29-40. (in Persian with English abstract)
 - 8- Karami Moghadam M., Shafai Bajestan M., and Sedghi H. 2013. Experimental investigation of sediment entry to an intake installed at a main channel with inclined bank. Iran-Water Resources Research, 8 (3):54-65. (in Persian with English abstract)
 - 9- Keshavarzi A., and Habibi L. 2005. Optimizing water intake angle by flow separation analysis. Journal of Irrigation and Drainage. 54(4): 543-552.
 - 10- Montaseri H., and Asiaei H. 2014. Validating of *SSIIM 3D* model for flow field simulation in a U shape channel bend with intake. Journal of Water and Soil Conservation, 21(4):29-53. (in Persian with English abstract)
 - 11- Neary V.S., and Odgaard A.J. 1993. Three dimensional flow structure at open channel diversions. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 119(11): 1223-1230.
 - 12- Ramamurthy A.S., Junying Q., and Diep V. 2007. Numerical and experimental study of dividing open-channel flows. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE. 133(10): 1135-1144.
 - 13- Shamsodini-nejad A. 2001. Investigating effect of secondary currents on the sedimentation at lateral intake and sediment control with physics model. M.S Thesies, College of Agriculture, Shiraz University. (in Persian with English abstract)

Effect of Mouth Shape on the Energy and Momentum Coefficients and Flow Separation Dimensions

M. Karami Moghadam^{1*} - T. Sabzevari² - M. Nourzadeh Hadad³

Received: 30-04-2016

Accepted: 29-07-2017

Introduction: The study of flow diversion in open channels which has been, since long, under consideration by hydraulic engineers, is much used to divert flow from a main channel or from a river into an irrigation or hydropower channel. When a water intake with an angle is installed at one side of the channel, the streamlines of the flow deflect towards the intake. As a result, a separation zone is produced in the lateral channel. The separation zone develops in the lateral channel and reduces the discharge capacity and efficiency of water intake by delimiting the channel width available for the flow. Therefore, determination of water intake geometry and flow conditions to produce minimum separation zone is very important and they are the focus of this study. The majority of previous studies was conducted on sharp edged water intake entrances. Therefore, in this study, to find the optimum radius for a round edged entrance water intake, a comprehensive experimental program was carried out in a laboratory flume and the separation zone dimensions and Alpha and Beta coefficients were measured.

Materials and Methods: The experimental model was built in hydraulics laboratory. The water intake was installed at 55 degrees to the main channel. The main channel consisted of a rectangular cross-section with a base width of 0.5 m, height of 0.4 m and a length of 15.80 m. The lateral diversion channel was 0.25 m wide, 0.40 m high. According to previous experiments that performed by Keshavarzi and Habibi (2005), radii of 10, 15 and 20 cm were selected for the edges of the intakes, upstream of the 55 degree water intake. The velocities of the flow in transverse and flow directions were measured using an electromagnetic velocity meter at three distances $Z=3$ cm, 6 cm and 12 cm, in which Z is the distance from the bed. Then the size of the separation zone, Alpha and Beta coefficients were determined.

Results and Discussion: To find a relationship between the radius of the round edge entrance in the 55 degree water intake and the size of separation, the geometry of the separation zone must be determined. To find the geometry and pattern of separation zone for different flow conditions, the particle traces technique was employed using Tec plot Software version 8.0. In open end flow condition, for discharge ratios of 0.2, 0.4, 0.6 and 0.8, and for the radii of 10, 15 and 20 cm, flow separation occurs at 3 cm and 12 cm distance and only upstream of the intake inlet. The separation size in $r=20$ cm is less than for other radii. Also, the separation size for $Q_r=0.8$ is minimized and for $Q_r=0.2$ is the maximum and for $r/W_b=0.8$, the length and width of separation are minimum. In close end flow condition and for radii of 10, 15 and 20 cm, the size of separation zone at upstream of water intake is much larger than that in downstream. Comparing with the separation length downstream of the intake it can be concluded that with increasing the inlet radius, the separation length upstream of the intake inlet decreases. Therefore, in close end conditions, rounding of the intake inlet is effective to decrease separation length at upstream side of water intake. Also, in close end conditions, flow separation occurs at downstream side of water intake. Furthermore, the separation size for $r=20$ cm is less than for other radii, therefore, $r/W_b=0.8$ is the optimum radius ratio with a minimum separation size at the 55 degree water intake.

Conclusions: When a water intake with an angle is installed at one side of the channel, the streamlines of the flow deflect towards the intake. As a result, a separation zone is produced in the lateral channel. The separation zone development in the lateral channel and reduces the discharge capacity and efficiency of water intake by delimiting the channel width available for the flow. In this study, to find the optimum round inlet radius, the experimental tests were carried out at a water intake installed in a rectangular channel with rounded edge with 10, 15 and 20 cm inlet radius. Then separation zone dimensions and alpha and beta coefficients determined. These experiments were carried out in close end and open end flow conditions for diversion flow ratio 0.2, 0.4, 0.6 and 0.8. Using particle trace plot for different flow pattern, the values of length and width of flow separation upstream and downstream of the intake were determined. The result showed that the separation size for $Q_r=0.8$

1 and 3- Assistant Professors, Department of Agriculture, Payame Noor University (PNU), Iran

(* - Corresponding Author Email: m_karami_mo@yahoo.com)

2- Associate Professor of Department of Civil Engineering, Estahban Branch, Islamic Azad University, Estahban, Iran

is minimized, whereas it is maximum for $Qr = 0.2$. Furthermore, the separation size for $r=20$ cm is less than for other radius, therefore, $r/W_b=0.8$ with a minimum separation size was selected as the optimum radius ratio.

Keywords: Efficiency, Optimum radius, Radius of entrance, Rectangular channel