

بررسی اثر دیواره‌های انتهایی لبه تیز بر جهش هیدرولیکی در مقطع دوزنقه

مجید خورشیدی*، محمد حسین امید^۱، صلاح کوچک زاده^۲
۱، کارشناسی ارشد، دانشیار و استاد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۸۴/۱۰/۲۲ - تاریخ تصویب: ۸۷/۴/۱۲)

چکیده

به منظور کنترل جهش هیدرولیکی و بهبود عملکرد و خصوصیات آن در مقطع دوزنقه آزمایشگاهی بر روی یک مدل حوضچه آرامش دوزنقه ای با جداره های جانبی شیب پذیر و دیواره های انتهایی لبه تیز با ارتفاعات مختلف انجام شد. نتایج حاکی از تغییرات شدید در وضعیت جهش پس از نصب دیواره های انتهایی در حوضچه می باشد که موجب وقوع جهش هیدرولیکی در یک موقعیت معین و تثبیت آن می گردد. نصب دیواره های انتهایی لبه تیز همچنین نشان دهنده کاهش ۱۳ تا ۱۵ درصدی طول جهش در محدوده اعداد فرود ۳ الی ۱۰ در آزمایشهای انجام شده در این تحقیق می باشد.

واژه های کلیدی: حوضچه آرامش دوزنقه ای، جهش هیدرولیکی، دیواره های انتهایی لبه تیز

مقدمه

دوزنقه ای انجام شده است به اندازه مطالعاتی که در مقاطع مستطیلی صورت گرفته نیست و علاوه بر آن تحقیقاتی که بر روی ضمامم موجود در حوضچه آرامش و تاثیر آن بر خصوصیات جهش در مقاطع مختلف انجام شده، اندک است.

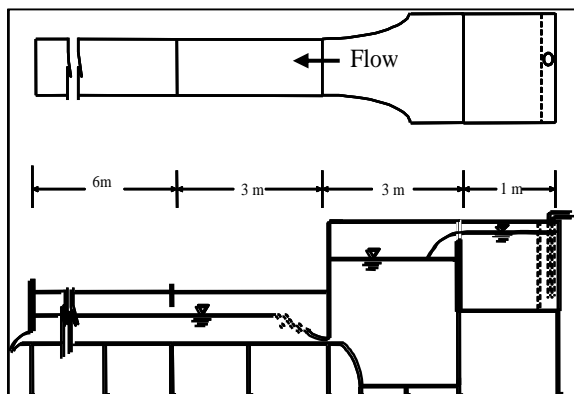
اولین مطالعه ای که بر روی جهش های هیدرولیکی در حوضچه های آرامش دوزنقه ای انجام شد مربوط به پوزی و هسین (۱۹۳۸) می باشد که عمقهای نسبی ثانویه را بر اساس معادلات ممنوم پیش بینی کردند و رابطه زیر را برای طول جهش در مقاطع دوزنقه ای بدست آوردند.

$$L_j = 5 h_2 \left[1 + 4 \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1} \right)^2 \right] \quad (1)$$

که در آن $T = b + 2mh$ عرض سطح آب، h_2 عمق ثانویه آب، m برابر کتانزانت زاویه جداره نسبت به افق، b عرض کف و L_j طول جهش می باشد. سیلوستر (۱۹۶۴) رابطه زیر را برای طول جهش با شرط $M = \frac{mh_1}{b} < 0.25$ ارائه داده است.

جهش هیدرولیکی در حوضچه های آرامش با مقاطع دوزنقه، به دلیل تشکیل گردابه هایی در طول جهش و انتقال آن به پایین دست که در نتیجه باز شدگی جداره های جانبی پدید می آید، طولانی تر از جهش در مقاطع مستطیلی بوده و موقعیت آن نیز ناپایدار می باشد. از طرفی اینگونه مقاطع دارای مزیت هایی از جمله کاهش هزینه های احداث سازه تبدیل در جهت هماهنگی با مقطع پایین دست، کاهش نسبت عمق ثانویه و افزایش راندمان استهلاک انرژی می باشد که استفاده از آنها را در مواردی مقرون به صرفه می کند. به همین دلیل ساخت این قبیل حوضچه ها در حال توسعه می باشد. لذا چنانچه بتوان نقص اینگونه جهش ها را که عدم پایداری و طول زیاد می باشد برطرف نمود، این مقاطع رقیب جدی و گزینه مناسبی به جای مقاطع مستطیلی خواهند بود. در این تحقیق استفاده از دیواره های انتهایی به عنوان راه حلی جهت کنترل و تثبیت جهش و نیز کاهش طول آن مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعاتی که تا کنون در زمینه جهش هیدرولیکی در مقاطع

متر برای اندازه گیری مشخصات جهش در محدوده دبی $19.3 < Q < 79.4$ لیتر بر ثانیه در آزمایشگاه تحقیقات آب دانشکده مهندسی آب و خاک دانشگاه تهران صورت گرفت. شمای کلی دستگاه آزمایش در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱- نمای کلی از مدل آزمایشگاهی

اندازه گیری دبی ها به وسیله یک سرریز کالیبره شده در مخزن بالا دست صورت می گرفت. عمقهای اولیه و ثانویه توسط دو دستگاه عمق سنج با دقت 0.1 میلیمتر اندازه گیری می شد و برای ایجاد جهش در هنگام بدون کاربرد دیواره انتهایی، جریان بوسیله یک دریچه انتهایی قابل حرکت در انتهای کانال، کنترل می شد.

برای هر یک از مقادیر تجربی حاصله از Fr_1 در محدوده $3 < Fr_1 < 10$ ، ارتفاع دیواره انتهایی بطریقی انتخاب شد که Δx ، فاصله بین دریچه و عمق اولیه از $10 \pm$ سانتیمتر بیشتر نباشد.

فواصل افقی بوسیله نوارهای مدرج با دقت 1 میلیمتر اندازه گیری می شد. معیار تعیین طول جهش از محل عمق اولیه تا نقطه ای بود که دو خط موازی سطح آب پایین دست و خطی که به صورت مورب از عمق اولیه تا عمق ثانویه امتداد داده می شد، یکدیگر را قطع می کردند. عمق ثانویه جهش h_2 ، بدلیل نوسانات موجود با دقت $5 \pm$ میلیمتر اندازه گیری شد. برای کاهش تاثیر نوسانات در دقت اندازه گیری، قرائت داده ها در یک استوانه شفاف که در یک طرف آن چند سوراخ ریز وجود داشت انجام شد. برای کنترل وضعیت جهش آبی از دیواره های انتهایی لبه

$$\frac{L_j}{(h_2 - h_1)} = 7.1(1 + 10M) \quad (2)$$

اوتسو (۱۹۷۶) جهش های هیدرولیکی در کانال دوزنقه ای را به چهار دسته بر اساس محدوده Fr_1 و m تقسیم بندی و مشخصات آنها را ذکر کرده است و در نهایت رابطه زیر را برای جهش در مقاطع دوزنقه ارائه داده است.

$$\log_{10} \left(\frac{L_o}{\Delta H} \right) = 1.71\eta + 0.315m + 1.58 \quad (3)$$

L_o طول جهش اوتسو و η بازده جهش است.

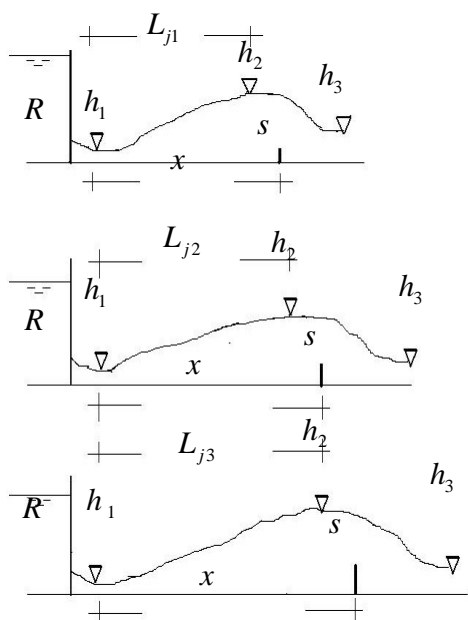
هگر و واتشکوک (۱۹۸۹) تحقیقات مفصلی روی عمقهای نسبی و طول جهش در مقاطع دوزنقه و همچنین شکل کلی جهش انجام داده و ملاحظات طراحی این نوع حوضچه ها را ارائه دادند.

امید (۱۳۷۵) در تحقیقات خود افزایش طول جهش هیدرولیکی را با افزایش شیب جداره های جانبی و افزایش افت انرژی در مقاطع دوزنقه نسبت به مقاطع مستطیلی و ناپایدار بودن جهش در مقاطع دوزنقه را نتیجه گرفت.

بشیر آشور و محمود دیباچه (۲۰۰۳) اثرات دیواره های انتهایی لبه تیز و لبه پهن را بر روی مقاطع U شکل و همچنین اثر دیواره های انتهایی لبه تیز را روی مقاطع مثلثی با زاویه راس 90° درجه مورد بررسی قرار دادند و به نتایج خوبی دست یافتند. آنها با مقایسه روابط تئوری و تجربیات آزمایشگاهی حداقل ارتفاع دیواره های انتهایی لبه پهن را بدست آوردند و دریافتند که دیواره های انتهایی لبه تیز برای کنترل جهش هیدرولیکی با شرایط یکسان کمی بلندتر از دیواره های انتهایی لبه پهن در مقاطع U شکل می باشد در کل اطلاعات موجود در زمینه حوضچه های آرامش دوزنقه ای اندک بوده و لزوم تلاش در شناخت بیشتر اینگونه جهش های هیدرولیکی و کنترل و پیش بینی عملکرد آنها، به منظور دستیابی به معیارهای هیدرولیکی طرح حوضچه های آرامش با سطح مقطع دوزنقه ای را بیش از پیش آشکار می سازد.

مواد و روش ها

آزمایشها در یک کانال افقی با مقطع دوزنقه ای متقارن، با جداره های جانبی مورب با زاویه $\theta = 45^\circ$ و طول 3



شکل ۲- شمای کلی جهش با دیواره‌های انتهایی لبه تیز

نتایج و بحث

اثر دیواره انتهایی بر نسبت عمقهای مزدوج جهش هیدرولیکی

هنگامی که عمق جریان در پایین دست کوچکتر از عمق ثانویه مورد نیاز برای جهش هیدرولیکی می باشد دیواره‌های انتهایی و بلوک‌ها به منظور مجبور کردن ایجاد جهش هیدرولیکی در حوضچه‌ی آرامش به کار می روند. راجارات نام (۱۹۶۴) معتقد است که از نظر تئوری، دیواره انتهایی نباید هیچگونه تاثیر کاهنده بر عمق ثانویه h_2 داشته باشد. چون در حالت تئوری این عمق توسط دیواره انتهایی تقویت نشده است که جهش اجباری رخ دهد. روش کار ما برای ارزیابی این موضوع در مرحله اول مبتنی بر ارزیابی نسبت عمقهای ثانویه آزمایشگاهی بدون کاربرد دیواره‌های انتهایی (Y_e)، حاصل از جهش در مقطع دوزنقه و مقایسه آن با رابطه تئوری (۵)، برای مقادیر Fr_1 مساوی است تا اثر اصطکاک را بر روی نسبت عمقهای ثانویه مشاهده کنیم. رابطه (۵) عمق نسبی ثانویه بدست آمده از رابطه ممنوم است که توسط ونشوکوک و هگر بر حسب Fr_1 و M محاسبه شده است.

تیز به عرض ۶ میلیمتر با ارتفاعی بین $18 < s < 5$ سانتیمتر استفاده شده بود.

قرارگیری یک دیواره انتهایی با ارتفاع s مطابق شکل (۲) در یک کانال افقی دوزنقه ای در فاصله x از پای جهش هیدرولیکی منجر به ایجاد یک جهش خواهد شد. در ازای دبی مشخص Q_1 و برای ارتفاع انتخاب شده s_1 برای دیواره انتهایی، جهش در فاصله ای به طول L_{j1} بوضوح کوچکتر از x گسترده خواهد شد. افزایش دبی $Q_1 < Q_2$ موجب جابجایی جهش به طرف پایین دست و افزایش طول آن به L_{j2} است. با این وجود با افزایش ارتفاع دیواره انتهایی همواره می توان وضعیتی بوجود آورد که طول نسبی $\frac{L_j}{x}$ تقریباً برابر واحد گردد. حال هر چه طول x بزرگتر باشد باید به همان نسبت مقدار Q و s بزرگتری برای رسیدن به طول نسبی $\frac{L_j}{x}$ واحد، داشته باشیم. اگر دیواره انتهایی را غیر مستغرق در نظر بگیریم هیچ تاثیری بر دبی جریان و همچنین بر وضعیت ظاهری جهش نخواهد داشت. در چنین شرایطی پارامترهایی که در فرآیند جهش موثر هستند عبارتند از، g, L_j, x, s, h, b, Q و θ که در آن g شتاب ثقل می باشد. این پارامترها این امکان را می دهند که پارامترهای بدون بعدی از قبیل عدد فرود

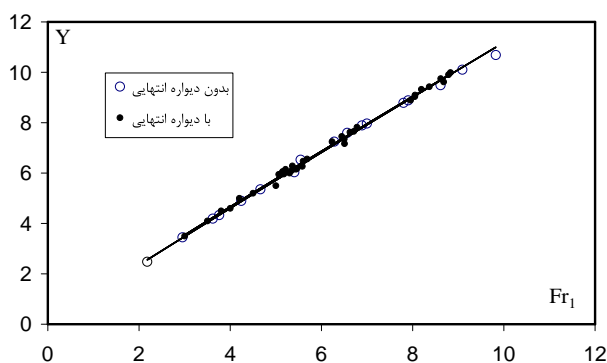
(۴)

$$Fr_1^2 = \frac{Q^2(b + 2mh_1)}{g(bh_1 + mh_1^2)^3} = \frac{m^3 Q^2}{gb^5} \frac{(1 + 2M)}{[M(1 + M)]^3}$$

ارتفاع نسبی $S = \frac{s}{h_1}$ ، موقعیت نسبی دیواره $X = \frac{x}{h_1}$ ،

فاکتور $M = \frac{mh_1}{b}$ و بالاخره طول نسبی $\lambda_j = \frac{L_j}{x}$ با رابطه کاربرد $f(Fr_1, S, X, \lambda_j, M) = 0$ با یکدیگر مرتبط شوند. یکی از اهداف تحقیق حاضر تعریف و تعیین تابع f برای مجموع عوامل جهش و به سخن دیگر برای تمام مقادیر طول نسبی λ_j خصوصاً برای $\lambda_j = 1$ است. در آزمایشهای انجام شده X و λ_j در محدوده وسیعی شامل $117.82 < X < 33.08$ و $1 < \lambda_j < 0.2$ تغییر داده شد.

در شکل (۴) تغییرات نسبت عمقهای ثانویه آزمایشگاهی کنترل شده بوسیله دیواره انتهایی لبه تیز (Y_S) به عنوان تابعی از Fr_1 نشان داده شده و با مقادیر بدست آمده از عمق نسبی ثانویه بدون استفاده از دیواره انتهایی (Y_e) مقایسه گردیده است.



شکل ۴- تغییرات نسبت عمقهای ثانویه جهش هیدرولیکی در مقطع دوزنقه ای در برابر اعداد فرود اولیه در حالت آزمایشگاهی و به دو صورت با و بدون کاربرد دیواره انتهایی

همانطور که مشاهده می شود در محدوده وسیعی از اعداد فرود اولیه (۲ تا ۱۰)، دیواره های انتهایی تاثیر قابل ملاحظه ای بر عمق نسبی ثانویه ندارد. با برآزش معادله ای بر مقادیر آزمایشگاهی، می توان دریافت که تغییرات $Y_S = f(Fr_1)$ از نوع نمایی مانند رابطه زیر می باشد.

$$Y_S = 1.94(Fr_1 - 1)^{0.80} \quad R^2 = 0.993 \quad (6)$$

در این رابطه $Fr_1 = 1$ معادل با جوابی برابر ۱ $Y_S = 1$ می باشد.

تجزیه و تحلیل مقادیر تجربی نشان داد که امکان مرتبط دانستن Y_S با ارتفاع نسبی دیواره انتهایی S وجود دارد. در شکل (۵) تغییرات $Y_S = f(S)$ نشان داده شده است.

شکل (۵) نشان می دهد که در مورد دیواره انتهایی لبه تیز، تغییرات Y_S در مقابل S خطی بوده و با اندک تصحیح و با تقریب بسیار خوب می توان نوشت

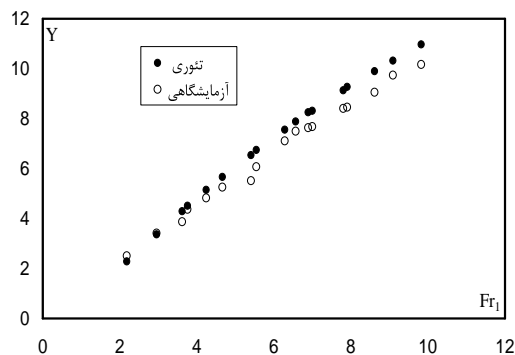
$$Y_S = 1.149S + 2.348 \quad R^2 = 0.962 \quad (7)$$

حال با جایگذاری Y_S از رابطه (۶) در معادله (۷)، معادله زیر برای تعیین ارتفاع نسبی دیواره انتهایی بر حسب اعداد فرود اولیه بدست خواهد آمد.

(۵)

$$Y_e^2 = \frac{Fr_1^2 \left[1 - \frac{1+M}{Y_e(1+MY_e)} \right] [2(1+MY_e)^2] + (1+2M) \left(1 + \frac{2M}{3} \right)}{(1+2M) \left(1 + \frac{2MY_e}{3} \right)}$$

همچنان که در شکل (۳) مشاهده می شود، تغییرات آزمایشگاهی و محاسبه شده نسبت عمق ثانویه با معادله ای به صورت $Y = f(Fr_1)$ حاکی از آن است که در محدوده اعداد فرود بالاتر ($Fr_1 > 5$)، نتایج بدست آمده از رابطه (۵) برای عمق نسبی ثانویه، بزرگتر از داده های آزمایشگاهی است که این به دلیل صرف نظر کردن از افت اصطکاک و نادیده گرفتن تاثیر نیروهای خارجی و در نظر نگرفتن وزن موثر آب و همچنین فرض یکنواخت بودن توزیع سرعت در رابطه ممنتوم می باشد. می توان گفت که تساوی $Y_e \approx Y_S$ فقط در محدوده مشخصی از اعداد فرود اولیه ($Fr_1 < 5$) صدق می کند و با افزایش آن تاثیر نادیده گرفتن فرضیات مذکور، بر نسبت عمقهای ثانویه افزایش می یابد ولی این تاثیر ناچیز است و ما می توانیم مشاهده کنیم که برای $Fr_1 \approx 10$ انحراف نسبی $\frac{Y_e - Y_S}{Y_e} = 7\%$ می باشد. اما این اختلاف اندک بین نتایج عملی و نتایج تئوری در شرایط آزمایشگاهی است و در عمل با توجه به بکارگیری مصالح زبرتری برای ساخت حوضچه های آرامش و همچنین تاثیر بیشتر وزن موثر آب به دلیل افزایش حجم عبوری این اختلاف بیشتر خواهد شد.

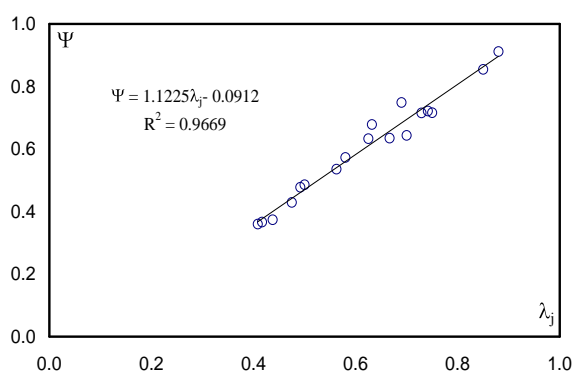


شکل ۳- تغییرات نسبت عمقهای ثانویه جهش هیدرولیکی در مقطع دوزنقه ای در برابر اعداد فرود اولیه در دو حالت تئوری و آزمایشگاهی در شرایط بدون کاربرد دیواره انتهایی

محور افقی آن λ_j می باشد، (شکل ۶)، مشاهده شد که نقاط بدست آمده در اطراف خطی پراکنده شده اند که معادله خط برازش داده شده از آنها به صورت رابطه (۱۱) می باشد.

$$\Psi = 1.1225\lambda_j - 0.0912 \quad R^2 = 0.967 \quad (11)$$

برای وضعیت نهایی جهش آبی $\lambda_j \cong 1$ ، کاربرد معادله (۱۱) نشان می دهد که $\Psi \approx 1$ بوده و معادله (۹) مجدداً تکرار می شود.

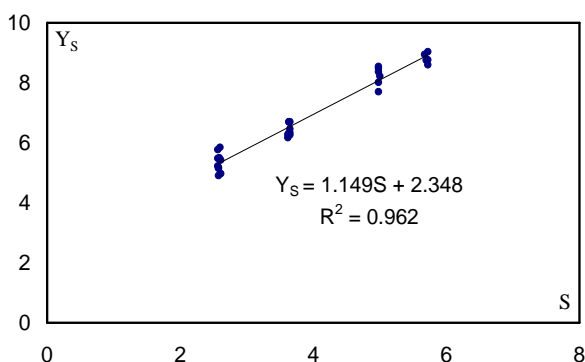


شکل ۶ - تغییرات آزمایشگاهی Ψ در مقابل λ_j در جهش آبی کنترل شده بوسیله دیواره های انتهایی لبه تیز

اثر دیواره های انتهایی بر کاهش طول جهش هیدرولیکی
در قسمتهای قبلی بیان شد که نصب دیواره انتهایی لبه تیز اثر کاهنده معنی داری بر نسبت اعماق ثانویه جهش هیدرولیکی ندارد. اصولاً دیواره ای انتهایی فقط برای کنترل وضعیت جهش آبی نصب می شود. در این بخش موضوع مورد مطالعه مشاهده و تعیین میزان اثر کاهندگی دیواره های انتهایی بر روی طول جهش است. رسیدن به این هدف منوط به اثبات آن است که در شرایط یکسان هیدرولیکی، طول جهش هیدرولیکی در مقطع دوزنقه ای بدون دیواره انتهایی L_j ، بزرگتر از فاصله x ، مربوط به موقعیت دیواره انتهایی باشد.

همانطور که در شکل (۷) مشاهده می شود، برای عمق اولیه مساوی و وضعیت نهایی جهش، یعنی هنگامی که $\lambda_j \cong 1$ ، طول جهش در شرایط بدون دیواره و با وجود آن در برابر اعداد فرود مورد مقایسه قرار گرفته است.

$$S = 1.69(Fr_1 - 1)^{0.80} - 2.04 \quad (8)$$



شکل ۵- چگونگی تغییرات آزمایشگاهی $Y_s = \xi(S)$ در جهش کنترل شده بوسیله دیواره های انتهایی لبه تیز در کانال دوزنقه ای با شیب جانبی ۴۵ درجه

رابطه کلی موثر بر کنترل جهش هیدرولیکی

همانطور که در شکل (۲) نشان داده شده است در ازای یک مقدار انتخابی برای موقعیت دیواره انتهایی x و عمق اولیه h_1 ، جهش هیدرولیکی می تواند شکلهای مختلفی داشته باشد. همچنین برای یک مقدار یکسان از وضعیت نسبی $X = \frac{x}{h_1}$ ، طول نسبی جهش $\lambda_j = \frac{L_j}{x}$ ، بر حسب شرایط جریان می تواند کوچکتر از یک و یا برابر آن باشد. به سخن دیگر در معادله (۸) بر حسب اعداد فرود اولیه Fr_1 که در ارتباط با ارتفاع نسبی دیواره انتهایی S می باشند، λ_j می تواند بین مقادیری کوچکتر از یک و یک نوسان کند. برای وضعیت نهایی جهش یعنی $\lambda_j \cong 1$ ، تجزیه و تحلیل مقادیر تجربی بدست آمده حاکی از آن است که بهترین رابطه بدون بعد بر اساس $f(Fr_1, S, X) = 0$ به صورت زیر بیان می شود.

$$S = 0.114(X + 7) - Fr_1^{0.6} \quad (9)$$

رابطه (۹) را می توان برای تمام حالت‌های جهش آبی با مقدار λ_j (۱) نیز تعمیم داد. با تعریف Ψ به صورت یک رابطه بی بعد از رابطه (۹)، که در ذیل نشان داده شده است $\Psi = (S + Fr_1^{0.6} - 0.8) / (0.114X)$ (۱۰) و محاسبه آن برای λ_j کمتر از یک و برازش نتایج حاصل از آن بر روی نموداری که محور عمودی آن Ψ و

$$X = \frac{x}{h_1} = \frac{S + Fr_1^{0.6} - 0.8}{0.114} \quad (14)$$

در نتیجه برای $\lambda_j = \frac{L_j(Sill)}{x} = 1$ یعنی هنگامی که محل قرار گیری دیواره انتهایی لبه تیز تا درجه برابر طول جهش کنترل شده باشد روابطی برحسب $\frac{x = L_j(Sill)}{L_j}$ بدست می آید. از آنجا که S و Y_s نیز همانگونه که در قسمت‌های قبلی آمد، تابعی از اعداد فرود هستند، معادلاتی به صورت نسبت طول جهش کنترل شده به طول جهش بدون دیواره انتهایی برحسب عدد فرود به صورت معادلات (۱۵) و (۱۶) نتیجه می شود که نتایج حاصل از آن در شکل (۸) نشان داده شده است.

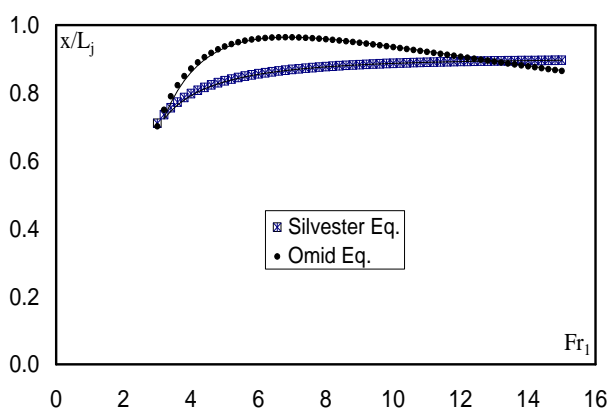
رابطه بدست آمده برای نسبت طول جهش کنترل شده بر طول جهش کنترل نشده برحسب معادله امید به صورت

$$\frac{x}{L_j} = \frac{1.69(Fr_1 - 1)^{0.80} + Fr_1^{0.6} - 2.84}{0.8Fr_1^{1.16}} \quad (15)$$

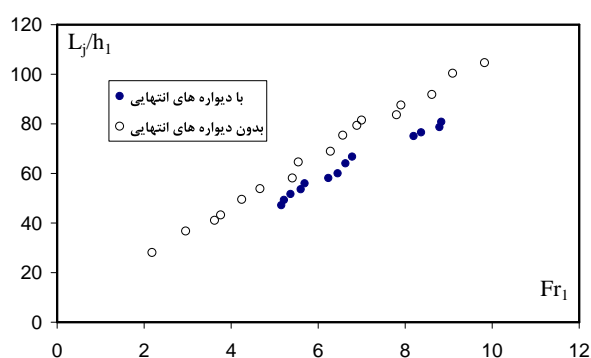
و رابطه بدست آمده برای نسبت طول جهش کنترل شده بر طول جهش کنترل نشده برحسب معادله سیلوستر برای $M < 0.1$ به صورت

$$\frac{x}{L_j} = \frac{1.69(Fr_1 - 1)^{0.80} + Fr_1^{0.6} - 2.84}{0.81(1 + 10M)(1.94(Fr_1 - 1)^{0.80} - 1)} \quad (16)$$

می باشد.



شکل ۸ - تغییرات نسبت طول جهش هیدرولیکی کنترل شده و طول جهش بدون دیواره در برابر اعداد فرود اولیه بدست آمده از روابط (۱۵) و (۱۶) در مقطع دوزنقه ای



شکل ۷ - مقایسه طول جهش در شرایط بکارگیری دیواره های انتهایی لبه تیز و عدم استفاده از آنها در مقابل اعداد فرود مختلف در مقطع دوزنقه با شیب جانبی ۴۵ درجه $h_1 = 23 \text{ mm}$

مشاهده می شود که در محدوده وسیعی از اعداد فرود، همواره طول جهش با بکارگیری دیواره انتهایی کوچکتر از طول جهش در هنگام عدم استفاده از آن است و در نتیجه طول حوضچه آرامش در این شرایط به مقدار قابل توجهی کوتاهتر می شود.

در شکل (۸) مقایسه روابط بدست آمده از آزمایشات برای طول جهش هیدرولیکی کنترل شده با دیواره های انتهایی لبه تیز در مقطع دوزنقه ای با روابطی که امید و سیلوستر برای طول جهش هیدرولیکی بدون دیواره های انتهایی ارائه داده اند برای شیب های جانبی مختلف و در محدوده اعداد فرود بین ۳ تا ۱۰ آورده شده است. امید (۱۳۷۵) برای طول جهش هیدرولیکی در مقاطع دوزنقه ای و برای شیب جانبی ۱:۱ رابطه زیر را ارائه داده است.

$$\frac{L_j}{h_1} = 7.01Fr_1^{1.16} \quad (12)$$

سیلوستر (۱۹۶۴) نیز رابطه (۲) را برای طول جهش هیدرولیکی کنترل نشده و با شرط $M < 0.25$ ارائه نموده است که می توان آن را با توجه به اینکه دیواره انتهایی اثری بر عمق ثانویه جهش ندارد ($Y \cong Y_s$) به صورت زیر نوشت.

$$\frac{L_j}{h_1} = 7.1(1 + 10M)(Y_s - 1) \quad (13)$$

حال با توجه به اینکه $X = \frac{x}{h_1}$ می باشد، برای عمق اولیه یکسان h_1 می توان نوشت $\frac{x}{L_j} = \frac{X}{L_j/h_1}$ ، و همچنین

با توجه به رابطه (۷) نتیجه می شود که:

رابطه اعداد فرود اولیه با عمق نسبی ثانویه، همبستگی پارامترهای بدون بعد ارتفاع نسبی و اعداد فرود اولیه روشن شد. رابطه کلی موثر در کنترل جهش با پارامترهای بدون بعد، برای تمامی ساختارهای $1 \leq \lambda_j$ پیشنهاد گردید. رابطه مشاهده شده به خصوص به لحاظ ابعادی برای وضعیت نهایی جهش یعنی $\lambda_j = 1$ مناسب می باشد. نصب دیواره انتهایی برای کنترل جهش هیدرولیکی در مقطع دوزنقه ای با شیب جانبی ۱:۱ موجب کاهش قابل ملاحظه‌ای در طول حوضچه آرامش می شود. مطالعات نشان می دهد که در محدوده وسیعی از اعداد فرود همواره طول جهش با بکارگیری دیواره انتهایی کوچکتر از طول جهش بدون استفاده از آن است و دیواره های انتهایی موجب کاهش ۱۳ تا ۱۵ درصدی طول جهش هیدرولیکی در مقاطع دوزنقه ای با شیب جانبی ۱:۱ خواهد شد.

شکل (۸) نشان می دهد که نسبت $\frac{x}{L_j}$ همواره کوچکتر از یک و حتی کوچکتر از ۰/۹ در محدوده تغییرات اعداد فرود اولیه می باشد. همانگونه که ملاحظه می شود در اعداد فرود بالاتر قرار دادن دیواره انتهایی لبه تیز طول جهش هیدرولیکی دوزنقه ای را بین ۱۳ تا ۱۵ درصد کاهش خواهد داد.

نتیجه گیری

کنترل جهش آبی بوسیله یک دیواره انتهایی لبه تیز در کانالی با مقطع دوزنقه و زاویه دیواره جانبی ۴۵ درجه در آزمایشگاه مورد آزمایش و مطالعه قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده های تجربی بدست آمده نشان می دهد که نصب دیواره انتهایی تاثیر کاهنده معنی داری بر نسبت اعماق ثانویه جهش آبی ندارد. بعلاوه تحلیل مقادیر تجربی نشان داد که مقدار عمقهای نسبی ثانویه با افزایش ارتفاع نسبی دیواره‌های انتهایی افزایش می یابد. در نتیجه با توجه به

REFERENCES

1. Achour, B. & M. Debabeche. 2003. Control of Hydraulic Jump by Sill in a U-shaped Channel, Journal of Hydraulic Research, vol. 41, no.1, pp. 97-103.
2. Achour, B& M. Debabeche. 2003. Control of Hydraulic Jump by Sill in Triangular Channel, Journal of Hydraulic Research, vol. 41, no.3, pp. 319-325.
3. Ohtso, I. 1976. Free Hydraulic Jump and Submerged Hydraulic jump in Trapezoidal and Rectangular Channels, Trans. JSCS, Vol. 8, 1976, pp. 122-125
4. Omid, M. H. 1996. Behavior of Hydraulic Jump in Trapezoidal Sections, Iranian Journal of Agricultural Sciences, Vol. 27,(2) pp. 16-27.
5. Posey, C. J. & P.S Hsing. 1938, Hydraulic jump in trapezoidal channel, Engineering New Record, Vol. 121 ,Dec.22nd, p.p. 797-798.
6. Rajaratnam, N. 1964. Discussion of Silvester, Proc. ASCE, J. Hydr. Divi., 90(HY4), 341-350
7. Silvestre, R. 1964. Hydraulic jump in all shapes of horizontal channel, Proc. ASCE, J. Hydraulic Division, Vol. 90, HY1, January, p.p. 23-55
8. Wanoschek, R.& W.H. Hager. 1989. Hydraulic Jump in Trapezoidal channel, Journal of Hydraulic Research, vol. 27, no.3, pp. 429-446

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.