بررسي جريان در سرريزهاي استوانه‌اي

زهرا رفيعي — دانشجوي كارشناسي ارشد تأسيسات آبياري، دانشگاه مازندران
مير خالق ضياتبار احمدي — استاد گروه آبياري، دانشگاه مازندران
داود فرسادي‌زاده — عضو هيأت علمي گروه آبياري، دانشگاه تبريز
محسن مسعوديان — عضو هيأت علمي گروه آبياري، دانشگاه مازندران

چكيده

بررسي مشخصه‌هاي جريان در سرريزهاي استوانه‌اي به دليل انحناي زياد خطوط جريان بر روي آنها در طراحي و كاربرد اين سازه‌ها اهميت زيادي دارد. در اين تحقيق وضعيت جريان در سرريزهاي استوانه‌اي و اثرات برخي از عوامل نظير قطر سرريز، بار هيدروليكي روي سرريز و عمق پاياب در ضريب دبي و توسعه معادله آن به روش تجربي مورد مطالعه قرار گرفت. آزمايشها روي سرريزهاي با قطر مختلف و با جريانهاي متفاوت انجام گرفت. نتايج حاصل از آزمايشها نشان داد كه ضريب دبي در سرريزهاي استوانه‌اي بيشتر از ساير سرريزهاي لبه پهن مي‌باشد. اين ضريب با افزايش نسبت بار كل هيـدروليـكي روي سرريـز در بالادست به قطر سرريز با يك رابطه تواني افزايش مي‌يابد. همچنين آستانه استغراق در محدوده دبي ۰/۵ تا ۲۰ ليتر بـر ثانيه ۰/۸۹ - ۰/۷ مي‌باشد.

كلمات كليدي: سرريزهاي استوانه‌اي، ضريب دبي، آستانه استغراق.

Flow Characteristics Over Cylindrical Weirs

Z. Rafieey, kh. Z. Ahmadi and M. Masoudian   Department of Irrigation Eng., University of Mazandaran, Sari, Iran
D. Farsadi zadeh   Dept. of Irrigation Eng., University of Tabriz, Tabriz, Iran

Abstract

Study of flow characteristics over cylindrical weirs is very important in design and application of such structures due to high curvature in their streamlines. In this research, flow conditions for cylindrical weirs and the effects of some factors like diameter of the weir, hydraulic head and downstream depth on the discharge coefficient for developing of its equation by experimental approaches were investigated. The tests were performed on the weirs with different diameters and flow rates. The results of tests showed that the discharge coefficient of cylindrical weirs is greater than the other broad-crested one's. It increases in a power relationship with increasing the ratio of total head in upstream to the diameter of the weir. Also the submergence threshold with 0.5 to 20 liters/second flow rates is 0.7-0.89.

Key words: Cylindrical weir, Discharge coefficient, Submergence threshold.

۱- مقدمه

سرریزهاي استوانهاي يكي از انواع سرريزهاي لبهپهن ميباشند كه براي اندازهگيري جريان به خصوص در محدوده دبي بالا مورد استفاده قرار ميگيرند. كاربرد سرريزهاي استوانهاي و تاج دايرهاي در سازههايي مانند سرريز سدها، دريچههاي غلتكي و سدهاي لاستيكي از مواردي است كه مهندسين طراح با آن مواجه ميباشند [۵]. بررسي تغييرات ضريب دبي و عوامل مؤثر بر آن در سرريزهاي استوانهاي، به دليل انحناي زياد خطوط جريان بر روي اين سرريزها، در طراحي و كاربرد اين سازهها اهميت زيادي دارد. محققين هيدروليك جنبههاي مختلفي از اين سرريزها را مورد مطالعه قرار دادهاند.

اسكاند وسانانس [۸] تأثير مكش و هوادهي جريان آب را در سرريزهاي استوانهاي مورد بررسي قرار دادند و متوجه شدند كه اولاً اگر نسبت بار هيدروليكي در بالادست به قطر سرريز (H/D) از حد معيني بيشتر شود، باعث ايجاد مكش ميشود، ثانياً مكش آب مانع از جدايي جريان ىشود و ضريب دبي را ۱۵ تا ۲۰ درصد افزايش ميدهد.

چانسون و مونتس [۶] نحوه جريان در سرريزهاي استوانهاي را بررسي كردند. ايشان ۸ سرريز با قطرهاي مختلف را آزمايش كردند و با ايجاد ۵ شرايط متفاوت در بالادست، تأثير آن را در ضريب دبي مطالعه نمودند و به اين نتيجه رسيدند كه تغيير شيب بالادست تأثيري در ضريب دبي ندارد ولي ساير شرايط بررسي شده ضريب دبي را به شدت تحت تأثير قرار ميدهند.

رامامورتي [۱۰] در مطالعه سرريزهاي لولهاي روند تغييرات نسبت عمق آب روي سرريز به عمق آب در بالادست (h_0/h_1) را در مقابل H/D نمايش داد. نمودار حاصل نشان داد كه تغييرات h_0/h_1 تا حد $H/D = 0.8$ ثابت و در حدود ۰/۷ است. با افزايش H/D، h_0/h_1 نيز افزايش مييابد.

كاسيدي [۳] به منظور ارائه يك روش تحليلي براي تعيين ضريب دبي، توزيع فشار و پروفيل جريان روي سرريزهاي ريزشي، به نتايج جالبي دست پيدا كرد. او در مطالعه سرريز لولهاي با بدنه قائم در بالادست و بدنه شيبدار در پايين دست، به اين نتيجه رسيد كه در نسبت معيني از عمق آب روي سرريز به قطر سرريز (h_0/D)، قدر مطلق فشار روي بدنه سرريز لولهاي بيشتر از ساير سرريزهاي ريزشي است.

شريفي [۱] در سال ۱۳۷۴ تأثير ارتفاع آستانه و شيب بالادست را در ضريب دبي سرريزهاي لولهاي مورد بررسي قرار داد. ايشان آزمايشهايي در ۴ سطح مختلف از شيب نماي بالادست با ۵ تكرار انجام داد و نشان داد كه با احتمال بيش از ۹۰ درصد عوامل ارتفاع آستانه و شيب بالادست، روي ضريب دبي تأثير ميگذارد.

در اين تحقيق، عوامل مؤثر بر جريان يك بعدي در سرريزهاي استوانهاي به روش تحليل ابعادي تعيين شده است. سپس پارامترهاي فيزيكي و هيدروليكي مؤثر از طريق آزمايشهاي تجربي به صورت منحنيهاي بدون بعد ارائه گرديده است تا بتوان ضريب دبي را به صورت تابعي از عوامل مؤثر ارزيابي كرد.

۱- ۱- تئوري جريان در سرريزهاي استوانهاي

تابع جريان در سرريزهاي استوانهاي براساس خصوصيات هندسي، سينماتيكي و ديناميكي جريان به صورت رابطه (۱) به دست آمد. (علائم در روي شكل (۱) نشان داده شدهاند).

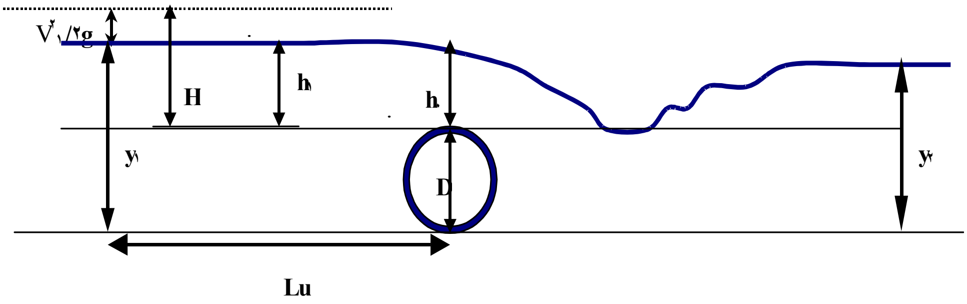
$$f(y_1, y_2, D, B, Lu, S, Q, \sigma, \mu, \rho, g, \delta) = 0 \qquad (۱)$$

تحليل ابعادي با استفاده از تئوري Π باكينگهام صورت گرفت و پارامترهاي بيبعد مؤثر در جريان به صورت رابطه (۲) به دست آمد [۲].

$$f_1\left(\frac{y_2}{y_1}, \frac{D}{y_1}, \frac{B}{y_1}, \frac{Lu}{y_1}, S, \frac{Q}{g^{0.5} y_1^{2.5}}, \frac{\rho g^{0.5}}{y_1^{4.5}\mu}, \frac{\delta}{\mu(y_1^{0.5} g)}, \frac{\sigma}{\mu(y_1^{0.5} g)}\right) = 0 \qquad (۲)$$

به دليل جزئي بودن تأثير لزجت (μ)، ضريب تراكم (δ) و كشش سطحي (σ) و نيز ثابت بودن شيب كانال (S)، فاصله ايستگاه اندازهگيري در بالادست (Lu) و عرض فلوم (B)، از پارامتر بيبعد مربوط به آنها در رابطه (۲) چشمپوشي گرديد و نتيجه به صورت رابطه (۳) خلاصه شد كه در آن تأثير عمق آب در پاييندست (y_2)، عمقآب در بالادست (y_1)، دبي جريان (Q) و قطر سرريز (D) در نحوه جريان، با پارامترهاي بيبعد زير بيان ميگردد:

$$f_1\left(\frac{y_2}{y_1}, \frac{D}{y_1}, \frac{Q}{g^{.5} y_1^{2.5}}\right) = 0 \qquad (۳)$$



شكل ۱ - مقطع عرضي جريان در سرريز استوانه‌اي

تحليل جريان در سرريزهاي استوانه‌اي براساس رابطه سرريزهاي لبه پهن نشان مي‌دهد كه ضريب دبي در اين سرريزها به صورت رابطه (۴) مي‌باشد [۳].

$$Cd = \frac{q}{g^{0.5}(\frac{2}{3}H)^{\frac{3}{2}}} \qquad (۴)$$

با توجه به اين‌كه پارامتر بي‌بعد $\frac{Q}{g^{.5}y_1^{2.5}}$ در رابطه (۳) معادل ضريب دبي مي‌باشد، عوامل مؤثر بر ضريب دبي به صورت رابطه (۵) به دست مي‌آيد. در صورتي‌كه عمق پاياب سطح آب در بالادست را تحت تاثير قرار دهد، جريان مستغرق مي‌شود. در اين تحقيق پارامتر بي‌بعد $\frac{y_2}{y_1}$ به عنوان معياري براي استغراق سرريز در نظر گرفته شده است.

$$Cd_s = f(\frac{y_2}{y_1},\frac{D}{y_1}) \qquad (۵)$$

۲- مواد و روشها

تحقيق حاضر در آزمايشگاه هيدروليك گروه آبياري دانشگاه تبريز در فلومي به عرض ۲۵ سانتيمتر انجام گرفت. اين فلوم به طول ۱۰ متر و ارتفاع ۴۰ سانتيمتر از جنس فلز با ديوارههاي شيشهاي بوده و در هر فاصله ۲ متري به يك دريچه كشويي كه به صورت اتوماتيك تنظيم مي‌شود، مجهز است. يك سيستم آرام كننده در ابتداي فلوم نصب شده و جريان آب در انتهاي آن با سرريز مثلثي اندازه‌گيري مي‌شود. محدوده جريان آب در اين فلوم ۵۰ - ۰ ليتر بر ثانيه مي‌باشد و دبي با دقت بالايي قابل تنظيم است. بـه منظور اندازه‌گيري سطح آب در نقاط مختلف فلوم از سنسورهاي اولتراسونيك كه خروجي آنها به كامپيوتر منتقل و با نرمافزار مربوطه پردازش مي‌گردد، استفاده ميشود. عمق آب در هر فاصله زماني بادقت ۰/۱ ميليمتر توسط نرم‌افزار قابل مشاهده و ذخيره كردن است. همچنين سنسور ديگري روي سرريز مثلثي انتهاي فلوم نصب شده است كه عمق جريان روي سرريز را نشان مي‌دهد.

براي اندازه‌گيري پروفيل سطح آب در فواصل كوتاه كه با سنسورها امكانپذير نبود، از ليمنيمتري كه دقت آن ۰/۱ ميليمتر است، استفاده شد شكل (۲). سرريزهاي استفاده شده در ايـن بررسي، لوله‌هايي از جنس P. V. C با قطرهاي ۶۳، ۹۱، ۱۱۱، ۱۲۵، ۱۶۰ و ۲۰۰ ميليمتر و به طول ۲۵۰ ميليمتر (برابر عرض كانال) بود.

سرريزها پس از آببندی به وسيله نوار لاستيكي در فلوم نصب مي‌شدند. جريان آب با دبي ثابت در كانال برقرار می‌شد و پروفيل سطح آب در بالادست سرريز (در فواصل چند سانتي‌متري) با ليمنيمتر اندازه‌گيري مي‌شد. اين عمل براي كليه سرريزها در محدوده دبيهاي ذكر شده انجام شد. براي بررسي جريان در شرايط مستغرق دو سنسور، يكي در بالادست (در ايستگاه اندازهگيري) و ديگري در پايين‌دست سرريز (بلافاصله در پشت دريچه، جايي كه سطح آب ثابت مي‌شد)، نصب گرديد. در هر مرحله از جريان آب با دبي ثابت, عمق آب در پاييندست و بالادست سرريز، توسط اين سنسورها اندازهگيري مي‌شد. پس از اطمينان از صحت اندازه‌گيريها، با ثابت نگه داشتن كليه پارامترها، سطح پاياب سرريز افزايش داده مي‌شد كه اين عمل بـه وسيله دريچه نصب شده در پاييندست سرريز انجام گرفت.

شکل ۲- اندازه‌گيري پروفيل سطح آب در سرريز استوانه‌اي

در اين حالت مجدداً كليه اندازهگيريها انجام ميگرفت و اين عمل آنقدر تكرار ميشد تا سطح پاياب به سطح سراب نزديك شود. پس از انجام مراحل فوق، دبي تغيير داده ميشد و آزمايشها تكرار ميگرديد. اين كار براي يك سرريز در محدوده دبي قابل دسترس (۰/۵ تا ۲۰ ليتر بر ثانيه) انجام گرفت.

۳- نتايج و بحث

براي بررسي ضريب سرريز در حالت آزاد, نتايج حاصل از آزمايشها در مورد همه سرريزها به صورت جداولي تنظيم گرديد. نتايج به دست آمده براي سرريز ۲۰۰ ميليمتري به عنوان نمونه در جدول (۱) نشان داده شده است. همچنين براي بررسي جريان در حالت مستغرق, نسبت ضريب سرريز در حالت مستغرق به ضريب سرريز در حالت آزاد در مورد هر سرريز، با دبيهاي مختلف (۱۵- ۱۰ دبي) و بازاي بازشدگيهاي مختلفي از دريچه پايين دست (عمقهاي مختلفي از پاياب) محاسبه شد.

سپس نسبتي از $\frac{y_2}{y_1}$ كه در آن ضريب دبي تغيير محسوس مييابد به عنوان آستانه استغراق تعيين شد. تعيين آستانه استغراق در سرريز ۲۰۰ ميليمتري با دبي ۳/۲۲ ليتر بر ثانيه در جدول (۲) نشان داده شده است. نمودارهايي نيز براي تعيين آستانه استغراق در مورد همه سرريزها مانند نمودار شكل (۵) ارائه گرديد.

مقادير C_d به دست آمده در جريان آزاد روي سرريزهاي استوانه‌اي در شكل (۳) نشان داده شده است. همچنان كه شكل (۳) نشان مي‌دهد، مقدار C_d در اين سرريزها نزديك يك و يا در اغلب موارد بيشتر از يك است. در حالي كه اين ضريب در ساير سرريزهاي لبه پهن كمتر از يك ميباشد. علت اين امر ميتواند به خاطر انحناي زياد جريان در سرريزهاي استوانه‌اي باشد، چراكه انحناي جريان در اين سرريزها، سبب ايجاد مكش نسبتاً زياد در پايين دست سرريز میشود و ضريب دبي را افزايش مي‌دهد. با افزايش ميزان دبي در يك قطر ثابت، نسبت H/D افزايش پيدا میكند و در نتيجه مكش و به تبعيت از آن، C_d افزايش مييابد. به دليل مشابه با افزايش قطر سرريز در يك دبي ثابت، نسبت H/D كاهش مييابد و ميزان مكش در پايين دست سرريز و مطابق با آن ضريب دبي كم ميشود [۸]. روند تغييرات C_d در مقابل H/D درنمودار شكل (۴) نشان داده شده است. اين نمودار نشان ميدهد كه C_d با افزايش H/D افزايش مي‌يابد و روند آن در محدوده جريان آزاد از يك رابطه تواني به صورت رابطه (۶) تبعيت ميكند.

$$C_d = 1.336\,(H/D)^{0.13}$$
$$y_2 / y_1 \prec 0.7 - 0.89 \qquad (۶)$$

محدوده تغییرات ضریب دبي را مطابق شکل (۴) مي‌توان به ۳ بخش تقسيم کرد:

I) افزایش H/D تا H/D = 0.5 ضریب C_d را تحت تأثیر قرار می‌دهد و جریان عبوري از سرريز را به مقدار زيادي افزايش مي‌دهد.

II) روند تغیرات C_d در محدوده $0.5 < H/D < 1$ کاهش می‌یابد و شيب منحني کمتر مي‌شود.

III) مقدار C_d در H/Dهاي بزرگتر از يك تقريباً ثابت مي‌شود و افزايش H/D تأثير چنداني در جريان عبوري از سرريز ندارد.

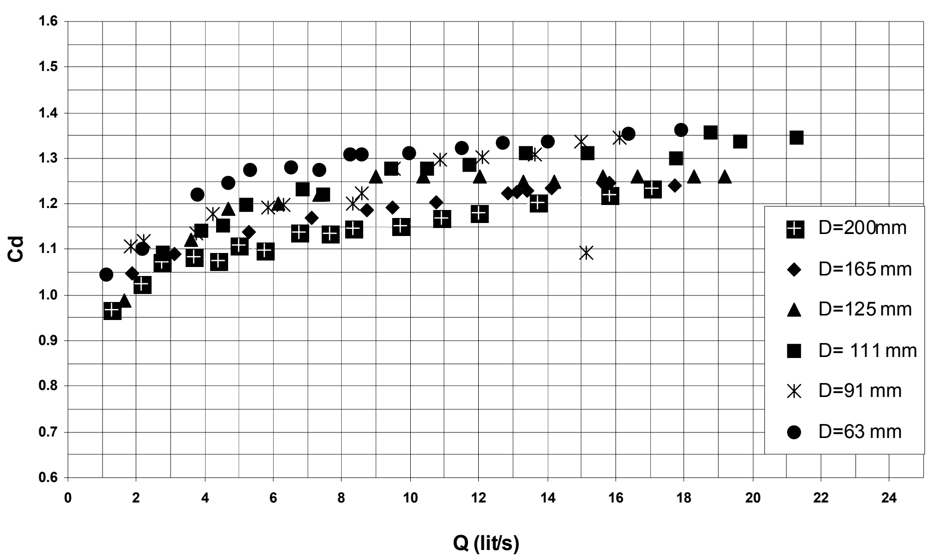
براي بررسي جريان در حالت مستغرق، آزمايشهاي متعددي با تغيير ارتفاع سطح آب در پاييندست سرريز (y_2) صورت گرفت. نتايج نشان داد كه بعد از حد معيني نسبت دبي عبوري به دبي آزاد با افزايش سطح پاياب، كاهش مي‌يابد.

جدول۱- نتایج برداشت پروفیل سطح آب در سرریز ۲۰۰ میلیمتري

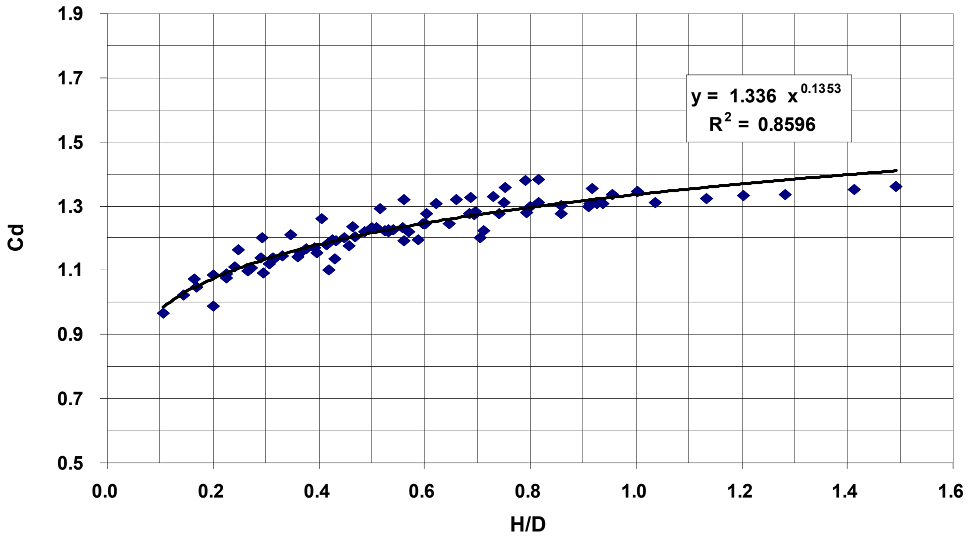
دبي Q Lit/S	تراز آب روي سرريز y_0 cm	تراز آب بالادست y_1 cm	عمق آب روي سرريز h_0 cm	عمق آب بالادست h_1 cm	نسبت عمق آب روي سرريز به عمق آب بالادست h_0/h_1	بار سرعت $v_1^2/2g$ m	بار هيدروليکي H m	نسبت بار هيدروليکي به قطر سرريز H/D	ضريب دبي Cd
۱/۲۷	۲۱/۴۹	۲۲/۱۲	۱/۴۹	۲/۱۲	۰/۷۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۲۱	۰/۱۱	۰/۹۷
۲/۱۴	۲۲/۰۳	۲۲/۸۹	۲/۰۳	۲/۸۹	۰/۷۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۲۹	۰/۱۴	۱/۰۲
۲/۷۵	۲۲/۳۵	۲۳/۳۱	۲/۳۵	۳/۳۱	۰/۷۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۳۳	۰/۱۷	۱/۰۷
۳/۶۹	۲۲/۸۰	۲۴/۰۰	۲/۸۰	۴/۰۰	۰/۷۰	۰/۰۰۰۲	۰/۰۴۰	۰/۲۰	۱/۰۸
۴/۳۷	۲۳/۱۴	۲۴/۵۰	۳/۱۴	۴/۵۰	۰/۷۰	۰/۰۰۰۳	۰/۰۴۵	۰/۲۳	۱/۰۸
۴/۹۷	۲۳/۴۰	۲۴/۸۰	۳/۴۰	۴/۸۰	۰/۷۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۴۸	۰/۲۴	۱/۱۱
۵/۷۵	۲۳/۷۷	۲۵/۳۳	۳/۷۷	۵/۳۳	۰/۷۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۵۳	۰/۲۷	۱/۱۰
۶/۷۶	۲۴/۰۵	۲۵/۸۰	۴/۰۵	۵/۸۰	۰/۷۰	۰/۰۰۰۶	۰/۰۵۸	۰/۲۹	۱/۱۴
۷/۶۴	۲۴/۴۵	۲۶/۳۰	۴/۴۵	۶/۳۰	۰/۷۱	۰/۰۰۰۷	۰/۰۶۳	۰/۳۲	۱/۱۴
۸/۳۱	۲۴/۶۰	۲۶/۶۲	۴/۶۰	۶/۶۲	۰/۶۹	۰/۰۰۰۸	۰/۰۶۶	۰/۳۳	۱/۱۵
۹/۷۰	۲۵/۱۲	۲۷/۳۱	۵/۱۲	۷/۳۱	۰/۷۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۷۳	۰/۳۷	۱/۱۵
۱۰/۹۲	۲۵/۵۹	۲۷/۸۴	۵/۵۹	۷/۸۴	۰/۷۱	۰/۰۰۱۳	۰/۰۷۸	۰/۳۹	۱/۱۷
۱۲/۰۰	۲۵/۹۰	۲۸/۳۰	۵/۹۰	۸/۳۰	۰/۷۱	۰/۰۰۱۵	۰/۰۸۳	۰/۴۲	۱/۱۸
۱۳/۷۰	۲۶/۳۰	۲۸/۹۵	۶/۳۰	۸/۹۵	۰/۷۰	۰/۰۰۱۸	۰/۰۹۰	۰/۴۵	۱/۲۰
۱۵/۸۰	۲۷/۰۰	۲۹/۷۵	۷/۰۰	۹/۷۵	۰/۷۲	۰/۰۰۲۳	۰/۰۹۸	۰/۴۹	۱/۲۲
۱۷/۰۵	۲۷/۳۵	۳۰/۱۸	۷/۳۵	۱۰/۱۸	۰/۷۲	۰/۰۰۲۶	۰/۱۰۲	۰/۵۱	۱/۲۳

جدول۲- تعيين حد استغراق در سرريز ۲۰۰ ميليمتري با دبي ۳/۲۲ ليتر بر ثانيه

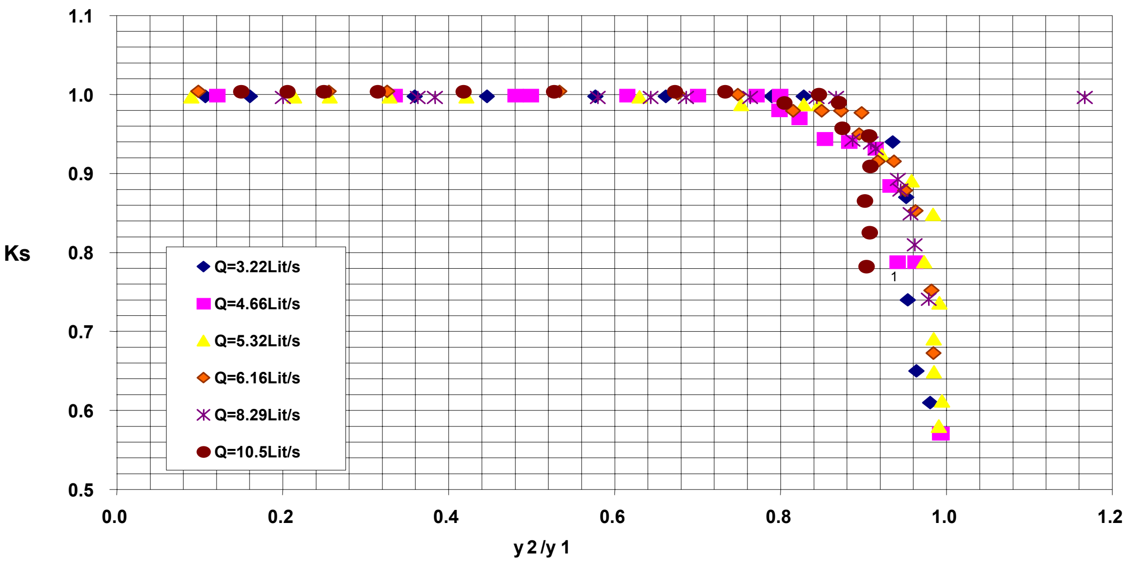
دبي واقعي Qs Lit/S	دبي آزاد Qf Lit/S	نسبت تراز آب پايين دست به تراز آب بالادست y_2/y_1	عمق آب بالادست سرريز h_1 cm	سرعت v1 m/s	بار سرعت $v_1^2/2g$ m	بار هيدروليكي H m	ضريب دبي واقعي Cds	ضريب دبي آزاد Cdf	نسبت ضريب دبي واقعي به ضريب دبي آزاد Cds/Cdf
۳/۲۲	۳/۲۳	۰/۱۱	۳/۶۲	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۳۶	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۰
۳/۲۲	۳/۲۳	۰/۱۶	۳/۶۲	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۳۶	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۰
۳/۲۲	۳/۲۳	۰/۳۶	۳/۶۲	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۳۶	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۰
۳/۲۲	۳/۲۳	۰/۴۵	۳/۶۲	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۳۶	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۰
۳/۲۲	۳/۲۳	۰/۵۸	۳/۶۲	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۳۶	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۰
۳/۲۲	۳/۲۳	۰/۶۶	۳/۶۲	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۳۶	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۰
۳/۲۲	۳/۲۳	۰/۷۹	۳/۶۲	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۳۶	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۰
۳/۲۲	۳/۲۳	۰/۸۳	۳/۶۲	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۳۶	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۰
۳/۲۲	۳/۲۶	۰/۹۴	۳/۶۴	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۳۷	۱/۰۸	۱/۱۰	۰/۹۸
۳/۲۲	۳/۲۸	۰/۹۵	۳/۶۵	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۳۷	۱/۰۸	۱/۱۲	۰/۹۶
۳/۲۲	۵/۹۲	۰/۹۵	۵/۱۵	۰/۰۵۳	۰/۰۰۰۱۴	۰/۰۵۲	۰/۶۵	۱/۱۹	۰/۵۵
۳/۲۲	۶/۶۲	۰/۹۶	۵/۵۵	۰/۰۵۲	۰/۰۰۰۱۴	۰/۰۵۶	۰/۵۸	۱/۱۹	۰/۴۹
۳/۲۲	۸/۲۱	۰/۹۸	۶/۴۵	۰/۰۵۰	۰/۰۰۰۱۳	۰/۰۶۵	۰/۴۶	۱/۱۷	۰/۳۹



شكل ۳- نمودار نمايش مقادير Cd در سرريزهاي استوانه‌اي با قطرهاي مختلف

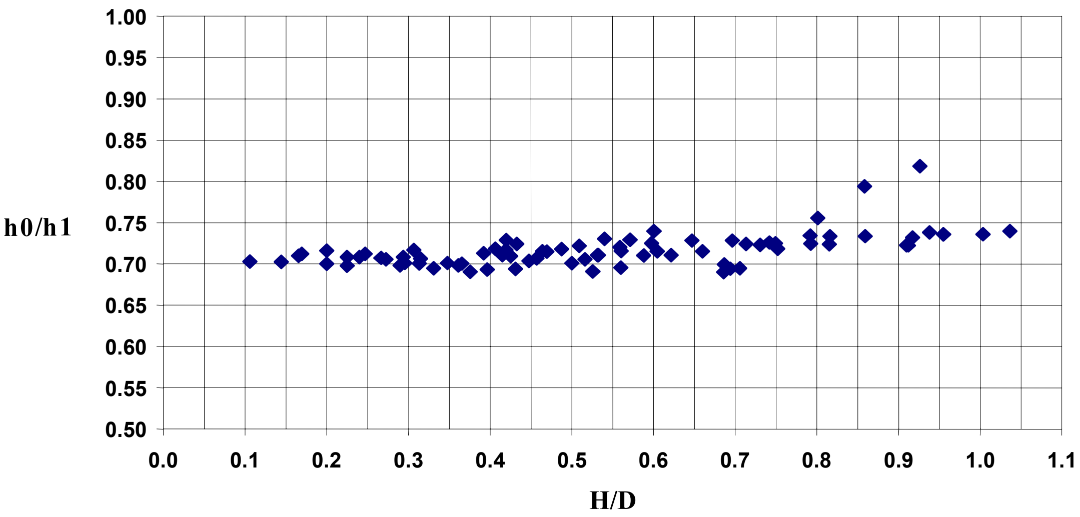


شكل ۴- نمودار نمايش رابطه بين H/D و C_d در سرريزهاي استوانهاي با قطرهاي مختلف



شكل ۵- نمودار نمايش حد استغراق در سرريزهاي استوانهاي

در هر آزمايش به ازاي بار آبي بالادست (y_1)، دبي جريان آزاد كه از رابطه دبي اشل قابل محاسبه است (Qf)، با دبي جريان واقعي كه به صورت مستقيم اندازهگيري ميشد (Qs)، در شرايط مختلف سطح پاياب مقايسه گرديد. با تعريف ضريب كاهش دبي به صورت (Ks=Qs/Qf)، روند تغييرات Ks به ازاي نسبت y_2/y_1 ارزيابي گرديد [۹]. شكل (۵) تاثير عمق پاياب روي Ks را در دبيهاي مختلف نشان ميدهد. مطابق اين شكل، در محدودهاي كه مقدار Ks مساوي با يك است پاياب اثري بر دبي ندارد و با شروع تأثير پاياب بر دبي، اين نسبت كاهش مييابد. نقطه شروع كاهش Ks و يا Cds/Cdf به عنوان آستانه استغراق (حد استغراق) تعيين شده است. آستانه استغراق در محدوده دبي ۵/ ۰ تا ۲۰ ليتر بر ثانيه حدود ۰/۸۹ – ۰/۷ ميباشد.



شکل۶- نمودار نمایش انحناي جريان با معيار h0/h1 در سرريزهاي استوانهاي با قطرهاي مختلف

همچنان که گفته شد يکي از خصوصيات بارز سرريزهاي استوانهاي، انحناي زياد خطوط جريان در اين سرريزها است. نمودار تغييرات انحناي جريان با معيار h_0/h_1 در سرريزهاي استوانهاي با قطرهاي مختلف ترسيم شد. نمودار حاصل نشان ميدهد که ميزان h_0/h_1 تا H/D مساوي ۰/۸ تقريباً ثابت و حدود ۰/۷ ميباشد. h_0 تقريباً برابر با عمق بحراني روي سرريز ميباشد [۷].

$$h_0 \approx 2/3H \approx 0.67\,(h_1 + v_1^2/2g) \qquad (۷)$$

$$h_0 / h_1 \approx 0.7 \qquad (۸)$$

با افزايش H/D نسبت h_0/h_1 نيز افزايش مييابد [۱۰]. اين امر به دليل اثر پاياب در H/Dهاي بالاتر است. زيرا در H/Dهاي بالاتر سرريز به عنوان يك مانع موضعي روي کف کانال عمل ميکند و انحناي خطوط جريان کمتر ميشود [۷].

۴- نتيجه گيري

بررسيهاي انجام يافته در اين تحقيق نتايج زير را به دست داده است:

- ضريب دبي در سرريزهاي استوانهاي به دليل انحناي زياد جريان در اين سرريزها بيشتر از ساير سرريزهاي لبه پهن ميباشد. اين ضريب با افزايش نسبت بار کل هيدروليکي در بالادست سرريز به قطر آن تا حد معيني افزايش مييابد.

- انحناي جريان روي سرريز استوانهاي به ازاي مقدار معيني از نسبت بار کل در بالادست سرريز به قطر آن ثابت و برابر با ۰/۷ ميباشد, زيرا عمق آب برروي سرريز در اين محدوده برابر با عمق بحراني است. با ا فزايش اين نسبت انحناي جريان کم ميشود.

- آستانه استغراق در سرريزهاي استوانهاي در محدوده دبي ۰/۵ تا ۲۰ ليتر بر ثانيه بين ۰/۷ تا ۰/۸۹ ميباشد. با افزايش اين نسبت سرريز مستغرق ميشود.

نمادها

بار هيدروليکي	H(cm)
قطر سرريز	D(m)
عمق آب روي سرريز	h_0(cm)
عمق آب در بالادست	h_1(cm)
لزجت	μ(Ns/m^2)
شتاب ثقل	g(m/s^2)
ضريب تراکم	δ(N/m^2)
کشش سطحي	σ(N/m)
شيب کانال	S
فاصله محل اندازهگيري	Lu(cm)

عرض فلوم	B(cm)
تراز آب روي سرريز	y_0(cm)
تراز آب در بالادست	y_1(cm)
تراز آب در پايين‌دست	y_2(cm)
دبي جريان	Q(lit/s)
ضريب دبي	C_d
ضريب دبي در جريان آزاد	C_{df}
ضريب دبي در جريان مستغرق	C_{ds}
سرعت	V(m/s)

مراجع

[۱] شريفي، م.، بررسي تأثير ارتفاع آستانه بر ضريب دبي در سرريزهاي لوله‌اي، پايان‌نامه كارشناسي ارشد تأسيسات آبياري، دانشگاه تربيت مدرس تهران، ۱۳۷۴.

[2] Bos, M. G. “Discharge Measurement Structures”, International Institute for Land Reclamation and Improvement /ILRI, Wageningen, The Netherlands, 1976.

[3] Cassidy, J. J. “Irrotational Flow Over Spillways of Finite Height”, J. Eng. Mech. Div., ASCE, Vol. 91, No. 6, pp. 155-173, 1965.

[4] Chadwick A. J. and J. C. Morfett “Hydraulics in Civil and Environmental Engineering”, Second Edition, Chapman & Hall Book Co. Inc., London, 1993.

[5] Chanson, H. “A Review of the Overflow of Inflatable Flexible Membrane Dams”, J. Irrig. and Drain. Eng., ASCE, Vol. 32, pp. 107-118, 1997.

[6] Chanson, H. and J. S. Montes “Over Flow Characteristics of Circular Weirs: Effects of Inflow Conditions”, J. Irrig. and Drain. Eng., ASCE, Vol. 124, No. 3, pp. 152-161, 1998.

[7] Chow, V. T. “Open Channel Hydraulics”, Mc Graw-Hill Book Co. Inc., New York, 1959.

[8] Escande, L. and F. Sananes “Etude Des Seuils Deversants a Fente Aspiratrice (weirs with suction slots)”, Jl La Houille Blanche, 14 (Spl.B), pp. 892-902, (In French), 1959.

[9] Henderson, F. M. “Open Channel Flow”, Macmillan Publishing Co. Inc., New York, 1966.

[10] Ramamurthy, A. S., U. S. Tim and M. V. J. Rao “Characteristics of Square - Edge and Round –Nosed Broad - Crested Weir”, J. Irrig. and Drain. Eng., ASCE, Vol. 114, No.1 pp. 61-73, 1998.