



مطالعه آزمایشگاهی تأثیر موقعیت کارگذاری پارشال فلوم بر مشخصات هیدرولیکی سازه تنظیم و اندازه‌گیری دبی دریچه سالونی-پارشال فلوم در شرایط جریان آزاد

رضا بابایی فقیه محله^۱، مهدی اسمعیلی ورکی^۲، بهنام شفیعی ثابت^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، دانشگاه گیلان

۲- استادیار گروه مهندسی آب و وابسته پژوهشی گروه مهندسی آب و محیط زیست پژوهشکده حوضه آبی

دریای خزر، دانشگاه گیلان

۳- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

reza.babae70@gmail.com

خلاصه

یکی از گام‌های اساسی جهت صرفه‌جویی و هدایت مصرف‌کنندگان آب کشاورزی برای بهره‌برداری بهینه، افزایش راندمان آبیاری است. تحویل حجمی آب اولین گام برای کنترل مصارف کشاورزی و سعی در کاهش تلفات در این‌گونه مصارف است. در این تحقیق تأثیر موقعیت قرارگیری پارشال فلوم بر مشخصات هیدرولیکی سازه تحویل حجمی دبی، دریچه سالونی پارشال فلوم به صورت آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که موقعیت کارگذاری پارشال فلوم از دریچه در میزان بازشدگی‌های ۲۴ تا ۷۲ درصد تأثیر معنی‌داری بر عمق‌های بالادست دریچه و چاهک اول پارشال فلوم نداشته اما در میزان بازشدگی ۱۲ درصد، در موقعیت‌های قرارگیری پارشال فلوم از دریچه به مقدار نصف عرض فلوم (B/2) و هم‌عرض فلوم (B)، عمق بالادست دریچه به ترتیب ۱ و ۲/۴ درصد و عمق چاهک اول به ترتیب ۳/۳ و ۲/۴ درصد افزایش یافته‌اند. همچنین موقعیت قرارگیری B/2 پارشال فلوم از دریچه کمترین میزان افت انرژی به مقدار ۳۲/۴ درصد را نتیجه می‌دهد.

کلمات کلیدی: دریچه سالونی، پارشال فلوم، تحویل حجمی دبی، شبکه آبیاری، تنظیم و اندازه‌گیری دبی

۱. مقدمه

با توجه به محدودیت منابع آبی در کشور، استفاده بهینه از آب موجود در بخش‌های مختلف و بخصوص بخش کشاورزی به‌عنوان عمده‌ترین مصرف‌کننده آب، اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. در این راستا سیاست کلان دولت بر صرفه‌جویی و هدایت مصرف‌کنندگان آب کشاورزی برای بهره‌برداری بهینه استوار است یکی از گام‌های اساسی در این زمینه افزایش راندمان آبیاری برای بهره‌وری از آب و افزایش سطح زیر کشت آبی است. ایجاد شرایط تحویل حجمی آب نظیر تشکیل تشکلهای آب بران و تجهیز نقاط تحویل به وسایل و ادوات اندازه‌گیری جریان از مهم‌ترین اقداماتی است که در جهت افزایش کار آبی آب و ارتقای راندمان آبیاری در طی دهه اخیر مورد توجه دولت قرار گرفته است.

در شبکه‌های آبیاری و زهکشی، توزیع و تحویل دقیق و عادلانه آب از اهم وظایف مدیریت بهره‌برداری از شبکه می‌باشد. برای انجام این مهم در کنار سازه‌های اندازه‌گیری دقیق، بهره‌برداری و نگهداری صحیح از این سازه‌ها و به کارگیری روابط صحیح حاکم بر آن‌ها در جهت تحویل حجمی مناسب به آب بران و مشترکین شبکه‌ها از مهم‌ترین اهداف شبکه می‌باشد [۱].

تنظیم سطح آب در کانال‌های آبیاری، با توجه به شرایط بهره‌برداری از کانال، توسط دو سیستم کنترل بالادست و کنترل پایین‌دست صورت می‌گیرد. در سیستم کنترل بالادست که بیشتر مناسب سیستم‌های تحویل و توزیع گردشی و توافقی می‌باشند، سازه‌های تنظیم تراز آب بالادست خود را ثابت نگه می‌دارند. انواع سازه‌های سرریز ثابت لبه طولانی، دریچه‌های کشویی و قطاعی، دریچه‌های خودکار هیدرولیکی موسوم به دریچه‌ی

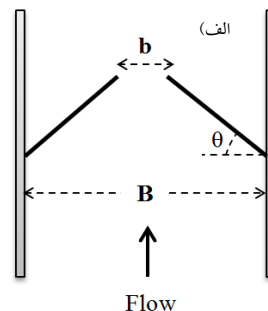
^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، دانشگاه گیلان

^۲ استادیار گروه مهندسی آب و وابسته پژوهشی گروه مهندسی آب و محیط زیست پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر، دانشگاه گیلان

^۳ استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

آمیل از انواع شناخته شده‌ی سازه‌های آب‌بند کنترل بالادست می‌باشد. در سیستم‌های کنترل پایین دست که بیشتر مناسب سیستم‌های توزیع برحسب تقاضا می‌باشند، سازه‌های تنظیم تراز آب پایین دست خود را به صورت خودکار ثابت نگه می‌دارند. شناخته شده‌ترین انواع تجهیزات هیدرو مکانیکی مورد استفاده در این سازه‌ها، دریچه‌های موسوم به آویس و آویو است [۲].

دریچه‌ی سالونی^۱ یک سازه‌ی تنظیم سطح آب است که در سال ۱۹۸۰ توسط پیتر لانگمن^۲ به منظور مدیریت نوسان‌های سطح آب توسعه یافت. این سازه، به سبک درب‌های سالن طراحی شده و رقوم سطح آب بالادست خود را با باز یا بسته شدن در امتداد جریان در دبی‌های متفاوت، تنظیم می‌نماید [۳]. در شکل (۱) نمایی از پلان و بالادست دریچه سالونی آورده شده است. از جمله مزایای این سازه می‌توان به میان‌گذر بودن جریان و امکان کنترل بهتر سطح آب، حمل، نصب و جانمایی آسان و سریع، قابلیت خودکار سازی دریچه، امکان عبور اجسام شناور و رسوبات به صورت هم‌زمان و برخورداری از تجهیزات ساده مکانیکی اشاره کرد [۴].



شکل ۱- نمای دریچه سالونی، (الف) پلان، (ب) نمای پایین دست [۴]

شرکت آکواسیستم (۲۰۱۳) ضمن ارائه‌ی معادلات دبی دریچه سالونی در شرایط جریان آزاد و مستغرق، آستانه استغراق این سازه را $0.7/3$ معرفی کرد که مطابق با آن، چنانچه درجه استغراق دریچه (نسبت عمق آب پایین دست دریچه به عمق آب بالادست دریچه، y_1 / y_0) کمتر از $0.7/3$ باشد، جریان عبوری از دریچه آزاد و در غیر این صورت جریان مستغرق می‌باشد [۴].

نقایب و منعم (۱۳۹۲) با استفاده از نمودارهای ارائه شده توسط آکواسیستم، روابط دبی-اشل دریچه‌های سالونی با عرض‌های ۳ تا ۸ فوت و بازشدگی $2/7$ تا $7/3$ فوت را در درجه استغراق‌های ۴۰ تا ۹۵ درصد ارائه دادند. زاویه بازشدگی این دریچه‌ها، ثابت و برابر ۷۰ درجه می‌باشد [۵]. یوسفوند و منعم (۱۳۹۳) دریچه‌ی سالونی را به عنوان سازه کنترل و تنظیم آب در کانال‌های آبیاری معرفی و روابط دبی در زوایای مختلف بازشدگی دریچه‌های سالونی هم عرض کانال در شرایط جریان آزاد را ارائه نمودند [۶]. صادقی و منعم (۱۳۹۳) به بررسی و مقایسه عملکرد دریچه سالونی و کشویی در کانال آبیاری، با استفاده از مدل هیدرودینامیک ICSS پرداختند. نتایج نشان داد که دریچه سالونی در مقایسه با دریچه کشویی، در شرایط تغییرات ملایم جریان چه در حالت افزایشی و چه در حالت کاهش، عملکرد بهتری در کنترل و تنظیم تراز سطح آب دارد و موجب کاهش تغییرات دبی ورودی به آبنگه‌ها می‌شود [۷].

اندازه‌گیری جریان در هر سازه‌ی آبی، یک وجه مهم طراحی برای مهندسين آب است. در صورت عدم وجود دستگاه‌های اندازه‌گیری مناسب، کشاورزان قادر به استفاده‌ی مناسب از آب نمی‌باشند. اندازه‌گیری با روش‌های مختلف متناسب با شرایط مورد نظر مانند درجه کانال یا آبراهه و وجود جریان رسوبی، انجام می‌شود [۸]. در حال حاضر انواع مختلفی از دستگاه‌های اندازه‌گیری جریان وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها سرریزها، فلوم‌ها، دبی سنج‌های پروانه‌ای و یا روش‌های مبتنی بر مساحت-سرعت می‌باشند. از این میان پارشال فلوم‌ها به دلیل افت بسیار کم در مقایسه با سرریزها، عدم حساسیت در مقابل سرعت ورودی، کار کردن تحت شرایط استغراق یا آزاد، خود شویی و جلوگیری از رسوب گذاری به علت افزایش سرعت آب در گلوگاه و غیرقابل دخل و تصرف بودن میزان دبی عبوری از آن، دارای کاربرد بیش‌تری می‌باشند [۹ و ۱۰]. این نوع از فلوم‌ها که عموماً برای مصارف کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند، قادرند جریان‌هایی از ۱ تا ۸۵۰۰ لیتر در ثانیه را با دقت بسیار مناسبی اندازه‌گیری نمایند [۱۱].

کن (۱۹۱۷) و نتوری فلوم را که دارای مقطع عرضی مستطیلی یا دوزنقه‌ای که شامل بخش همگرا، واگرا و یک بخش گلوبی کوتاه بین آن‌ها بود، توسعه داد. کف این و نتوری فلوم مسطح و هم‌تراز با کف کانال قرار می‌گرفت [۱۲]. پارشال (۱۹۲۸) مطالعاتی برای بهبود و نتوری فلوم انجام داد و به این نتیجه رسید که با کاهش نسبتاً اندک هد، عملکرد بهتری در و نتوری فلوم به وجود می‌آید همچنین با افزایش سرعت آب در

¹ Lopac gate

² Peter Langemann

پارشال فلوم نسبت به کانال، پارشال فلوم عملکرد قابل قبولی در جریان‌های رسوبی خواهد داشت. مطالعات وی نشان داد که در جریان آزاد، افت سرریزهای استاندارد ۴ برابر پارشال فلوم است [۸].

اسکوگرو و همکاران (۱۹۶۶) برای پارشال فلوم در شرایط جریان آزاد و مستغرق، منحنی واسنجی ارائه کردند. در این مطالعه پارشال فلوم در شرایط آزاد و مستغرق مورد مطالعه قرار گرفت [۱۳]. آبت و استکر (۱۹۹۰) پارشال فلومی با عرض گلویی ۷/۲۶ سانتی‌متر را در یک کانال با شیب‌های مختلف تاج مورد آزمایش قرار دادند. نتایج این مطالعات نشان داد که اندازه‌گیری جریان در این شرایط نیازمند یک تعدیل ۰/۷۵ درصدی به ازای هر ۱ درصد شیب جانبی در تاج گلوگاه پارشال فلوم است [۱۴]. بلاسدل (۱۹۹۴) با تحلیل مجدد معادله ارائه شده توسط پارشال^۱، نشان داد که این معادله مقدار دبی را با دقت ۵ درصد پیش‌بینی می‌کند [۱۵]. تورنتون و همکاران (۲۰۰۹) آزمایش‌هایی برای تعیین مناسب بودن پارشال فلوم برای اندازه‌گیری جریان‌های فوق بحرانی انجام دادند. نتایج نشان داد که پارشال فلوم می‌تواند جریان را با دقت $\pm 5\%$ درصد برای هر دو رژیم جریان فوق بحرانی و زیر بحرانی برای یک محدوده‌ی مشخص جریان، اندازه‌گیری کند [۱۶]. آماندا و همکاران (۲۰۱۳) آزمایش‌هایی روی پارشال فلوم با عرض گلویی ۱/۵ متر انجام دادند. نتایج آزمایش‌ها منجر به تشخیص سه ناحیه زیر بحرانی، انتقالی و فوق بحرانی، بر اساس نسبت همگرایی (Cr) شد [۱۷].

تحقیق و توسعه‌ی سازه‌های تنظیم سطح آب و اندازه‌گیری جریان با عملکرد و بهره‌وری بالا یکی از نیازهای شبکه‌های آبیاری است. استفاده توأم دریاچه سالونی به‌عنوان سازه تنظیم دبی و پارشال فلوم به‌عنوان سازه‌ی اندازه‌گیری به دلیل افت کم جریان در این سازه‌ها و عدم رسوب‌گذاری و تجمع رسوبات شناور در آن‌ها که موجب تنظیم و اندازه‌گیری دقیق جریان می‌شود، روش مناسبی برای افزایش بهره‌وری در شبکه‌های آبیاری می‌باشد. هدف کلی این تحقیق بررسی تأثیر موقعیت کارگذاری پارشال فلوم نسبت به دریاچه بر مشخصات هیدرولیکی سازه تنظیم و اندازه‌گیری دبی دریاچه سالونی-پارشال فلوم، در شرایط مختلف باز شدگی دریاچه و عمق پایاب آزاد پارشال فلوم است.

۲. مواد و روش‌ها

الف. تحلیل ابعادی

عوامل مؤثر بر دبی عبوری از سازه پارشال فلوم- دریاچه‌ی سالونی تابعی از خصوصیات هندسی دریاچه، پارشال فلوم و کانال، مشخصه‌های سینماتیکی و دینامیکی جریان بوده که آن‌ها را می‌توان به‌صورت معادله زیر نوشت:

$$F(Q, y_0, b, B, d, h_a, h_b, w, g, \rho, \mu) = 0 \quad (1)$$

که در آن عمق آب در بالادست دریاچه y_0 ، عرض باز شدگی دریاچه b ، عرض کانال B ، موقعیت کارگذاری پارشال فلوم نسبت به دریاچه d ، عمق آب در چاهک اول پارشال فلوم h_a ، عمق آب در چاهک دوم پارشال فلوم h_b ، عرض گلویی پارشال فلوم w ، لزجت دینامیکی سیال μ ، شتاب ثقل g و جرم مخصوص سیال ρ است. با به‌کارگیری تئوری باکینگهام در تحلیل ابعادی، می‌توان رابطه (۱) را به‌صورت رابطه تابعی زیر نوشت

$$\frac{Q}{y_0^{2.5} g^{0.5}} = f\left(\frac{\mu}{\rho g^{0.5} y_0^{0.66}}, \frac{b}{y_0}, \frac{d}{y_0}, \frac{B}{y_0}, \frac{h_a}{y_0}, \frac{h_b}{y_0}, \frac{w}{y_0}\right) \quad (2)$$

در رابطه (۱)، پارامتر بدون بعد دبی است، همچنین با توجه به انجام آزمایش‌ها در محدوده‌ی جریان متلاطم، تأثیر عدد رینولدز بر دبی جریان ناچیز است. در نهایت رابطه (۲) به‌صورت رابطه (۳) نوشته می‌شود.

$$Q = f\left(Fr, \frac{b}{y_0}, \frac{B}{y_0}, \frac{d}{y_0}, \frac{h_a}{y_0}, \frac{h_b}{y_0}, \frac{w}{y_0}\right) \quad (3)$$

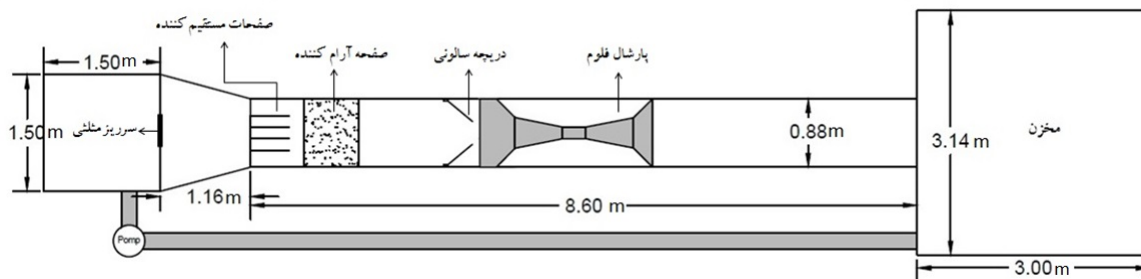
ب. تجهیزات آزمایشگاهی و روش انجام آزمایش‌ها

آزمایش‌های این پژوهش در آزمایشگاه هیدرولیک گروه مهندسی آب دانشگاه گیلان و در فلوم با سیستم باز چرخانی به طول ۸/۱۵ متر، عرض ۰/۸۸ متر و عمق ۱ متر که دارای دیواره‌هایی از جنس شیشه و کف فلزی است، انجام شد. به‌منظور تأمین دبی جریان از پمپ سانتریفیوژ که قادر بود دبی سیستم را تا ۷۰ لیتر بر ثانیه تأمین نماید، استفاده گردید. جریان ورودی توسط پمپ وارد مخزن اندازه‌گیری بالادست شده که در انتهای آن سرریز مثلی جهت اندازه‌گیری دبی جریان قرار داشت. سپس جریان با عبور از سرریز وارد مخزن آرام‌کننده پایین دست شده و مجدداً وارد کانال می‌گردید. جهت کاهش

¹ Parshall

تلاطم جریان ورودی به کانال و ممانعت از شکل گیری جریان های عرضی در ورودی کانال، از صفحات مستقیم کننده کننده جریان در ابتدای کانال استفاده شد. در شکل (۲) نمایی از پلان طرح کلی فلوم آزمایشگاهی و مدل پارشال فلوم و دریچه سالونی و در شکل (۳) تصاویری از موقعیت های کارگذاری پارشال فلوم نسبت به دریچه (d)، آورده شده است.

در این تحقیق از مدل دریچه سالونی هم عرض کانال با قابلیت تنظیم زاویه بازشدگی و پارشال فلوم استاندارد با عرض گلویی ۶ اینچ استفاده گردید. برای بررسی عملکرد سازه در شرایط مختلف جریان در مجموع ۱۵۰ آزمایش در دامنه دبی های ۱۶ تا ۶۴ لیتر بر ثانیه در شرایط آزاد و ۳ موقعیت کارگذاری پارشال فلوم نسبت به دریچه (d) به فاصله های صفر، نصف عرض کانال (B/2) و هم عرض کانال (B) و در ۵ مقدار بازشدگی دریچه سالونی ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۶۰ سانتی متر (به ترتیب با نسبت بازشدگی ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸ و ۷۲ درصد) انجام شد. در هر آزمایش، بعد از تنظیم دبی، عمق جریان در بالادست دریچه سالونی (h_1)، ابتدای تبدیل ورودی (h_2)، چاهک اول (h_a) و دوم (h_b) و نیز خروجی پارشال فلوم (h_3) قرائت گردید. در ادامه نتایج حاصله ارائه شده است.



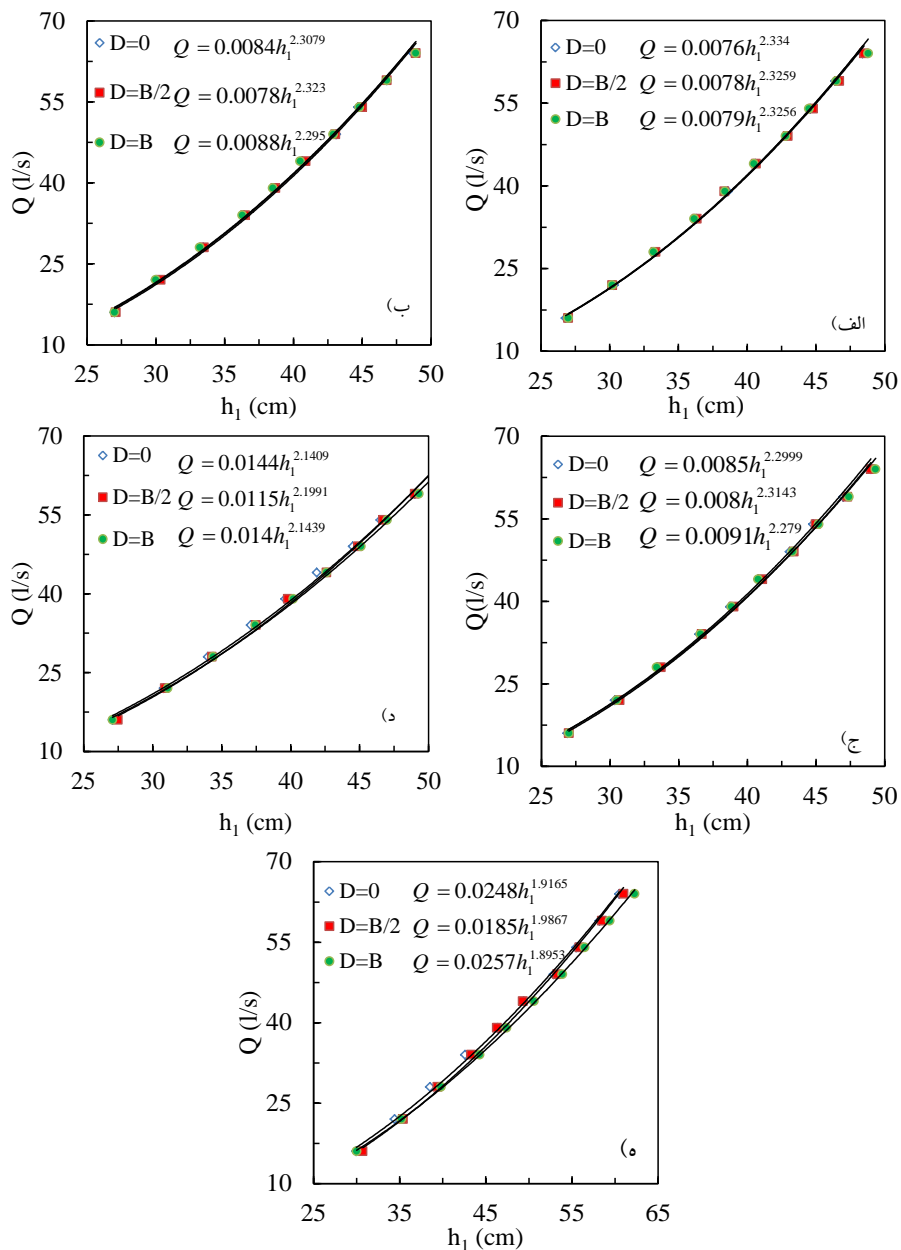
شکل ۲- نمایی از طرح کلی پلان فلوم آزمایشگاهی



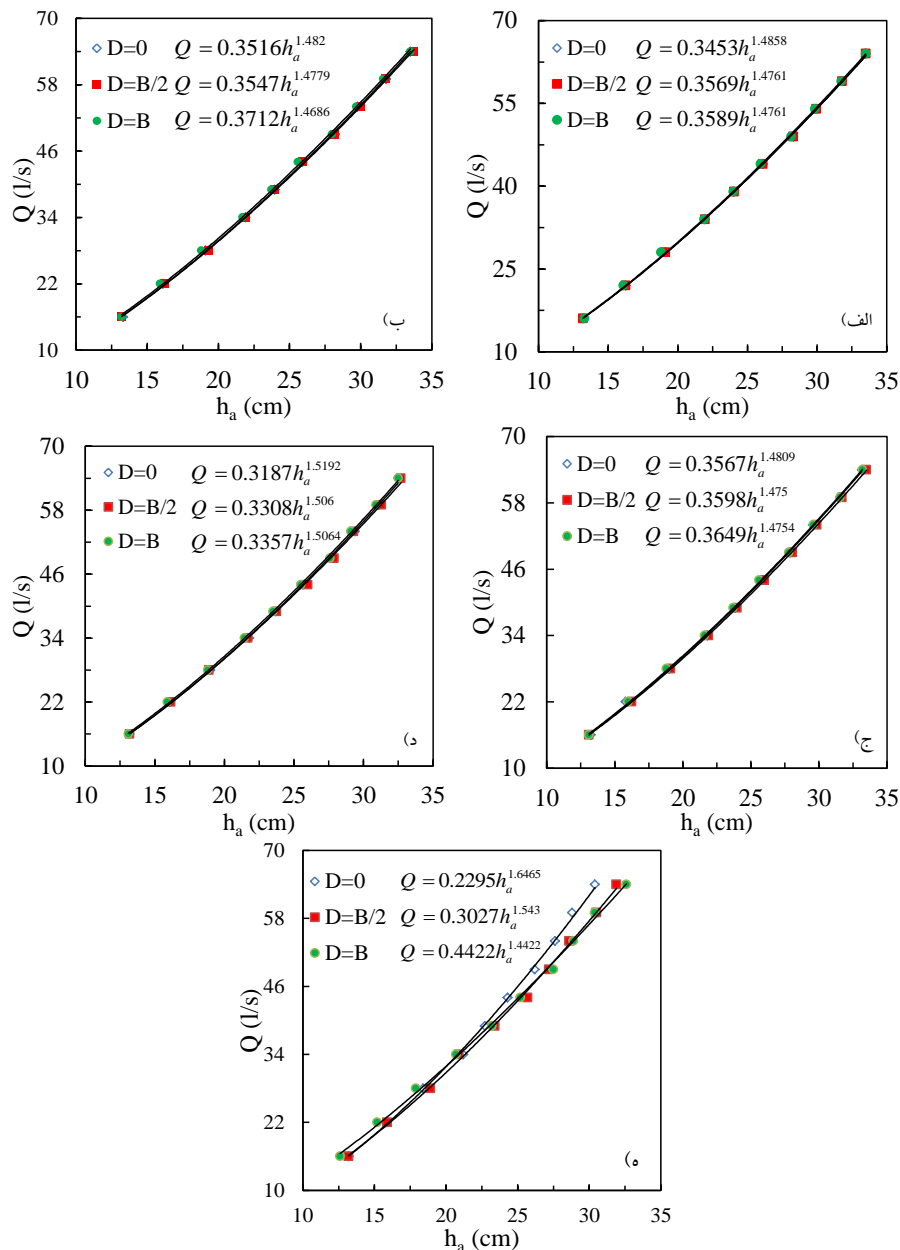
شکل ۳- تصاویری از فلوم آزمایشگاهی، دریچه سالونی و پارشال فلوم، الف) $d=0$ ، ب) $d=B/2$ و ج) $d=B$

۳. تحلیل نتایج

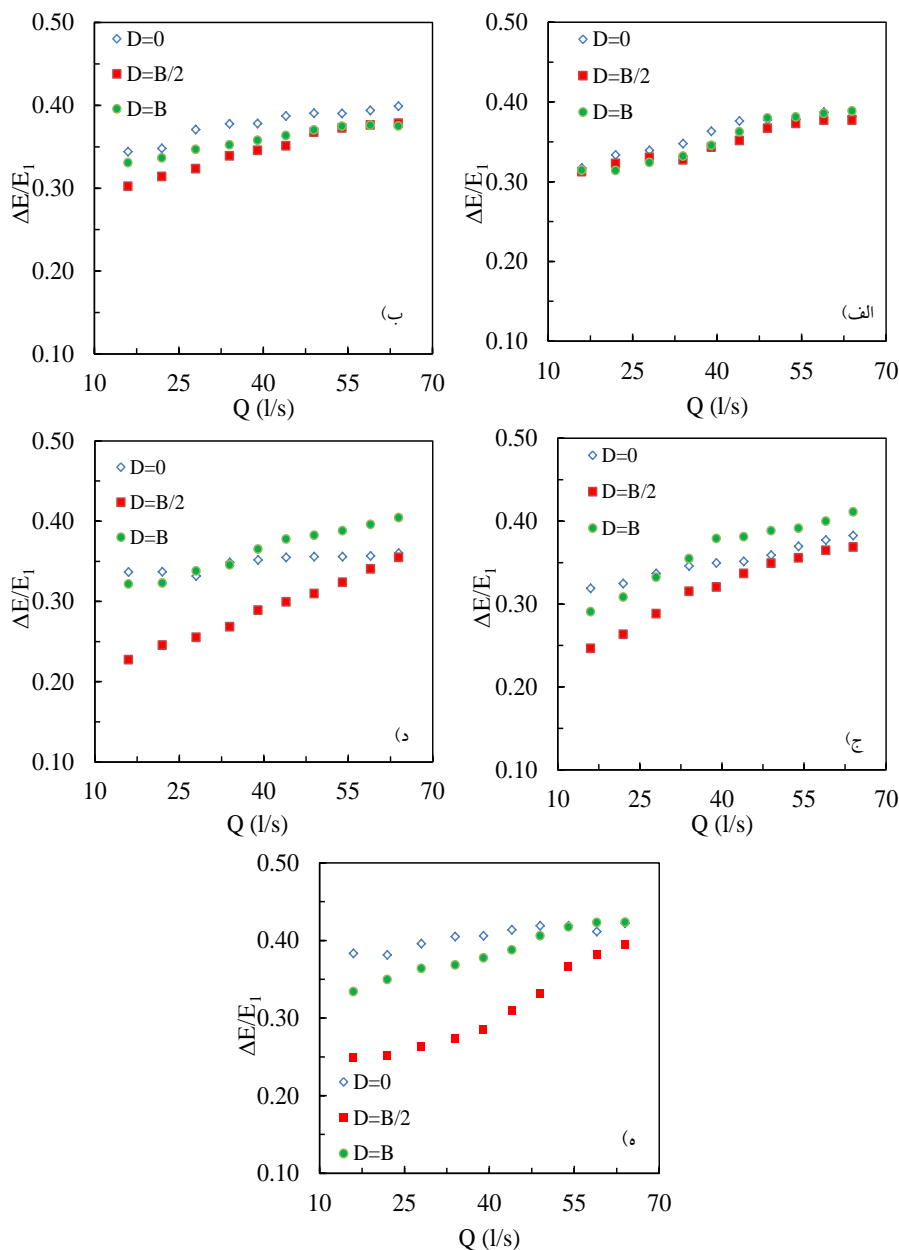
در نمودارهای شکل های (۴) و (۵) تغییرات عمق قبل از دریچه سالونی (h_1) و عمق در چاهک اول پارشال فلوم (h_a) در برابر دبی در موقعیت های کارگذاری مختلف پارشال فلوم (d) در مقادیر بازشدگی مختلف (b) دریچه نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می گردد، مقدار اختلاف h_1 و h_a در موقعیت های مختلف کارگذاری در بازشدگی های ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸ و ۷۲ درصد، کمتر از ۱ درصد بوده و اختلاف معنی داری ندارد اما با کاهش میزان بازشدگی دریچه به ۱۲ درصد h_1 به میزان ۱ و ۲/۴ درصد و h_a به میزان ۳/۳ و ۲/۴ درصد به ترتیب در موقعیت های کارگذاری B/2 و B پارشال فلوم در مقایسه با موقعیت کارگذاری صفر پارشال فلوم، افزایش می یابد.



شکل ۴- نمودار دبی-اِشل قبل از درِیچه سالونی (h_1) در موقعیت‌های کارگذاری مختلف بارشال فلوم در بازدهی‌های مختلف، (الف) ۷۲ درصد b ، (ب) ۴۸ درصد b ، (ج) ۳۶ درصد b ، (د) ۲۴ درصد b و (ی) ۱۲ درصد b



شکل ۵- نمودار دی-اشل چاهک اول پارشال فلوم (h_a) در موقعیت‌های کارگذاری مختلف پارشال فلوم در بازشدگی‌های مختلف، الف) ۷۲ درصد (b ، ۴۸ درصد) ج) ۳۶ درصد (b ، ۲۴ درصد) د) ۱۲ درصد (b ، ۱۲ درصد) نتایج تغییرات افت نسبی انرژی ($\Delta E/E_1$) برای فواصل بازشدگی مختلف در موقعیت‌های کارگذاری مختلف پارشال فلوم، در شکل (۶) آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود متوسط افت نسبی انرژی در موقعیت‌های کارگذاری صفر، $B/2$ و B پارشال فلوم نسبت به درجه به ترتیب برابر است با ۳۶/۹، ۳۲/۴ و ۳۶/۵ درصد. همچنین افت نسبی انرژی در موقعیت‌های کارگذاری $B/2$ و B پارشال فلوم به ترتیب ۱۲/۳ و ۱/۱ درصد در مقایسه با موقعیت کارگذاری صفر، کاهش یافته است.



شکل ۶- تغییرات افت نسبی سازه پارشال فلوم - دریاچه سالونی در موقعیت‌های کارگذاری مختلف پارشال فلوم (d)، در بازشدگی‌های مختلف، الف) $b=72\%$ ، ب) $b=48\%$ ، ج) $b=36\%$ ، د) $b=24\%$ و ه) $b=12\%$ درصد

۴. نتیجه گیری

در این تحقیق تأثیر موقعیت کارگذاری پارشال فلوم نسبت به دریاچه سالونی بر مشخصات هیدرولیکی سازه تنظیم و اندازه گیری دبی دریاچه سالونی-پارشال فلوم، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش‌های این تحقیق نشان داد که در مقادیر بازشدگی‌های ۲۴، ۳۶، ۴۸ و ۷۲ درصد، موقعیت قرارگیری پارشال فلوم نسبت به دریاچه، تأثیر معنی‌داری بر عمق‌های قبل دریاچه و چاهک اول پارشال فلوم ندارد اما در مقدار بازشدگی ۱۲ درصد، عمق h_1 و ۱ و ۲/۴ درصد و عمق h_a ۳/۳ و ۲/۴ درصد به ترتیب در موقعیت‌های کارگذاری $B/2$ و B از دریاچه نسبت به موقعیت صفر، افزایش می‌یابند. همچنین افت نسبی انرژی در موقعیت‌های قرارگیری $B/2$ و B پارشال فلوم به ترتیب ۱۲/۳ و ۱/۱ درصد نسبت به افت نسبی در موقعیت کارگذاری صفر کاهش یافته است. لازم به ذکر است که مقادیر افت نسبی انرژی در موقعیت‌های کارگذاری صفر، $B/2$ و B پارشال فلوم به ترتیب برابر ۳۶/۹، ۳۲/۴ و ۳۶/۵ بدست آمد.



۵. مراجع

۱. عیسی لو، ن. و حسین زاده دلیر، ع. و فرسادی زاده، د. و اشرف صدرالدینی، ع. (۱۳۸۵)، "ارزیابی عملکرد هیدرولیکی سازه‌های اندازه‌گیری جریان آب مطالعه موردی دریاچه‌های کشویی کانال M2R/D1L شبکه آبیاری و زهکشی مغان"، کارگاه فنی مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری شبکه‌های آبیاری و زهکشی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی.
۲. شمسانی، ا. (۱۳۸۲)، "سیستم‌های انتقال آب"، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۵۷۸ صفحه.
- [3] Oad, R., and K. Kinzli. (2006), "SCADA employed in Middle Rio Grande Valley to help deliver water efficiently," News letter of the water center at colorado state university.
- [4] Aqua Systems 2000 Inc. (2013), "Leaders in Water Management and Control", Aqua Systems 2000 Inc. (sited in: <http://www.as2i.net/products/control-gates/hydra-lopac-gate/>, 10/9/2013).
۵. نقائی، ر. و منعم، م. (۱۳۹۲)، "معرفی دریاچه سالونی، جهت تنظیم سطح آب در کانال‌های آبیاری و ارائه رابطه هیدرولیکی آن"، چهارمین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۶. یوسفوند، ف. و منعم، م. (۱۳۹۳)، "معرفی دریاچه سالونی و استخراج رابطه هیدرولیکی دبی در شرایط جریان آزاد"، سیزدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، تبریز، دانشگاه تبریز، گروه مهندسی آب
۷. منعم، م. و صادقی، س. (۱۳۹۳)، "آزمون کاربرد دریاچه سالونی در شبکه‌های آبیاری و مقایسه با سازه‌های مرسوم با استفاده از مدل ریاضی ICSS"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس تهران، تهران.
- [8] Parshall, R. L. (1928), "The improved venturi flume,". Transactions of American society of civil engineers., ASCE, 89(1): 841-851
۹. وزارت نیرو. (۱۳۷۳)، "ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی"، اندازه‌گیرهای جریان، نشریه شماره ۱۰۶.
- [10] Singh, J., S. K. Mittal and H. L. Tiwari. (2014), "Discharge relation for small Parshall flum in free flow condition," International journal of research in engineering and technology, 3(4): 317-321.
۱۱. برهمند، ن. و سامانی، ح. (۱۳۸۵)، "به دست آوردن معادلات و مدل‌هایی جهت محاسبه دبی در پارشال فلوم‌های مستغرق با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی غیرخطی و شبکه‌های عصبی مصنوعی"، همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران.
- [12] Cone, V.M. (1917), "The Venturi flume,". Journal of agricultural research, 9(4): 115-129.
- [13] Skogerboe, G. V., M. L. Hyatt, J. D. England and J. R. Johnson. (1966), "Measuring water with Parshall flumes,". Reports Utah water research laboratory. Paper 83.
- [14] Abt, S. R. and K. J. Staker. (1990), "Rating correction for lateral settlement of parshall flumes,". J. Irrig. Drain. Eng., ASCE, 116(6): 797-803.
- [15] Blaisdell, F. W. (1994), "Results of parshall flume tests,". J. Irrig. Drain. Eng., ASCE, 120(2): 278-291.
- [16] Thornton, Ch. I., B. A. Smith, S. R. Abt, and M. D. Robeson. (2009), "Supercritical flow measurement using a small Parshall flume,". J. Irrig. Drain. Eng., ASCE, 135(5): 683-692.
- [17] Cox, A. L., Ch. I. Thornton and S. R. Abt. (2013), "Supercritical flow measurement using a large Parshall flume" J. Irrig. Drain. Eng., ASCE, 139(8): 655-662.