

تأثیر صفحات مستغرق بر میزان آبگیری در آبگیرهای جانبی

تورج هنر^{۱*} و صادق مظلوم شهرکی^۲

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۴/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۹/۰۶

^۱ دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه شیراز

^۲ دانشجوی سابق کارشناس ارشد سازه های آبی، بخش مهندسی آب، دانشگاه شیراز

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: toorajhonar@yahoo.com

چکیده

صفحات مستغرق در دهانه آبگیرها به عنوان یک سازه هیدرولیکی کنترل کننده رسوب استفاده می‌شود. تحقیق حاضر در آزمایشگاه هیدرولیک بخش مهندسی آب دانشگاه شیراز انجام گرفت در این تحقیق عملکرد هیدرولیکی مدل صفحات مستغرق در جریان‌های زیربحرانی مورد مطالعه قرار گرفت و تأثیر تعداد ردیف‌های عرضی صفحات مستغرق، زاویه نصب صفحات و نیز دبی جریان بر میزان آبگیری و پروفیل سطح آب در کانال اصلی در مجاورت آبگیر جانبی با زاویه آبگیری ۵۵ درجه با ورودی گرد شده که به عنوان بهترین زاویه آبگیری معرفی شده است بررسی گردید. در این تحقیق سیستم صفحاتی با چهار زاویه نصب ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درجه همراه با دو آرایش صفحه‌های موازی سه‌تایی و دوتایی در عرض ورودی انتخاب گردید و آزمایش‌ها در چهار دبی متفاوت انجام پذیرفت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که به دلیل وجود صفحات، رقوم پروفیل سطح آب در بالادست صفحات افزایش می‌یابد و در مقایسه با شرایط عدم وجود صفحات، نسبت آبگیری افزایش می‌یابد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که صفحات مستغرق با آرایش موازی سه‌تایی در عرض ورودی با زاویه نصب ۳۰ درجه از بهترین راندمان آبگیری برخوردار می‌باشند.

واژه های کلیدی: آبگیر جانبی، پروفیل سطح آب، صفحات مستغرق، نسبت آبگیری

Effect of Submerged Vanes on Intake Ratio of Lateral Intakes

T Honar*¹ and S Mazloun shahraki²

Received: 7 July 2013, Accepted: 27 November 2013

¹-Assoc. Prof., Dept. of Water Engin., Univ. of Shiraz, Iran

²- Former M.Sc. student, Dept. of Water Engin., Univ. of Shiraz, Iran

*Correspondent Author Email: toorajhonat@yahoo.com

Abstract

Submerged vanes are commonly used as hydraulic structures for sediment control at intake entrance. In the present research which was undertaken at the Hydraulic Laboratory in Water Engineering Department of Shiraz University, the hydraulic performance of these structures in sub-critical flows was studied experimentally, and the effects of submerged vanes, angle variations of submerged vanes and discharge rates on intake ratio and water surface profiles in the main channel near the lateral intake with rounded entrance and angle of 55 degree which is named as the best intake angle were investigated. In this study the submerged vanes had four installation angles of 10, 20, 30 and 40 degrees along with the two setups of 2 and 3 parallel vanes across the entrance, considering four levels of discharge values. The results showed that the application of submerged vanes, regardless of their angles, caused in the increase of water surface elevation near the upstream of the vanes as compared to the no vanes condition. The submerged vane cause an increase in intake ratio. Finally the results showed that the submerged vanes with angle of 30 degree and three parallel vane setup across the entrance had the best intake efficiency.

Keywords: Intake ratio, Lateral intake, Submerged vanes, Water surface profile

مقدمه

کاهش ظرفیت انتقال جریان در کانال آبگیر، آسیب دیدن تأسیسات انتقال و نیروگاهی و تحمیل هزینه‌های بالای لایروبی را انتظار داشت. صفحات مستغرق به عنوان یک سازه کم هزینه کنترل کننده رسوبات توجه زیادی را در دو دهه اخیر به خود معطوف داشته است. مشخصه اصلی صفحات مستغرق این است که بر اثر اختلاف فشار دو طرف صفحه جریان ثانویه‌ای در اطراف آنها ایجاد شده و رسوبات بستر را به داخل رودخانه منتقل می‌نماید و در نتیجه از ورود رسوبات به داخل آبگیر جلوگیری می‌کنند. بر اساس مطالعات اواینگ (۲۰۰۱) این صفحات با ایجاد جریان چرخشی

آبگیری از رودخانه‌ها با اهداف مختلفی از جمله آبرسانی شهری، مصرف کشاورزی و تولید برق انجام می‌گردد. از اهداف مهمی که در طراحی آبگیرهای جانبی مد نظر طراحان قرار می‌گیرد، افزایش راندمان آبگیری و کنترل رسوب در دهانه آبگیرها می‌باشد. با توجه به اینکه همواره جریان آب همراه با بار رسوبی می‌باشد بنابراین به ناچار مقداری از رسوبات وارد آبگیر می‌شود که در روند آبگیری ایجاد مشکل می‌کند. در صورت عدم توجه کافی به طراحی مناسب تأسیسات کنترل رسوب در آبگیرها، می‌توان مشکلاتی از قبیل

کارائی صفحات مستغرق در کنترل رسوب ورودی به آبیگر را مورد بررسی قرار گرفت. ادگار و وانگ (۱۹۹۱) محدودیت‌های استفاده از صفحات مستغرق را در ورودی دهانه آبیگر به کمک مدل‌های فیزیکی بررسی نمودند. اوینگ (۲۰۰۱) با بررسی تأثیر عدد فرود جریان بر روی راندمان کارایی صفحات مستغرق اقدام به بهینه‌یابی طول و عرض و زوایای صفحات مستغرق بر اساس جدول ۱ نمود.

در پایین‌دست خود ضمن دور کردن جریان با بار رسوبی زیاد از مقابل آبیگر، باعث هدایت جریان سطحی به داخل آبیگر می‌شود. ایده استفاده از صفحات مستغرق جریان با الهام از جریان حلزونی در پیچ رودخانه‌ها، به منظور دور کردن رسوبات بار بستر، اولین بار در سال ۱۹۴۷ توسط پاپلر در دانشکده علوم مسکو مطرح گردید که بعدها با انجام آزمایش‌هایی بر روی یک مدل هیدرولیکی مورد تأیید قرار گرفت. سپس توسط سایر محققین راهکارهای افزایش

جدول ۱- ابعاد توصیه شده توسط اوینگ برای صفحات مستغرق.

| پارامتر | زاویه صفحات | ارتفاع صفحات | طول صفحات | فاصله طولی | فاصله عرضی | فاصله از دیواره آبیگر |
|---------|--------------------------|------------------------------------|---------------|------------|------------|-----------------------|
| محدوده | $15 \leq \alpha \leq 45$ | $0.2 \leq \frac{H_v}{h} \leq 0.45$ | $2H_v - 3H_v$ | $4H_v$ | $2H_v$ | $3H_v$ |

* H_v ارتفاع صفحات، α زاویه نصب صفحات و h ارتفاع جریان در کانال اصلی

مانع نقش منفی در نسبت آبیگری داشته باشد اما وجود این صفحات همراه با ایجاد جریان چرخشی باعث تغییراتی در پروفیل طولی سطح آب در مجاورت آبیگر می‌گردد که می‌تواند راندمان آبیگری را تحت تأثیر قرار دهد لذا با توجه به اندک بودن تحقیقات انجام شده در خصوص عملکرد صفحات مستغرق بر روی وضعیت آبیگری و نیز تأثیر این سازه بر روی پروفیل سطح آب کانال اصلی در مجاورت آبیگر، هدف از این مطالعه بررسی این عوامل برای بهترین زاویه آبیگری (۵۵) درجه با ورودی گردگوشه می‌باشد.

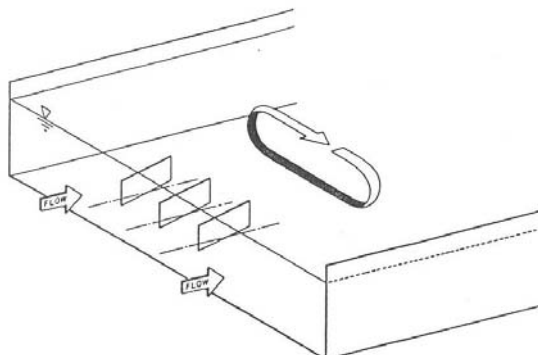
مواد و روش‌ها

تئوری تحقیق

مطابق شکل ۱ وقتی یک صفحه در جهت جریان قرار می‌گیرد اختلاف فشار ایجاد شده در طرفین صفحه موجب می‌گردد که مؤلفه سرعت سیال در امتداد سمت پرفشار رو به بالا و در سمت کم‌فشار رو به پایین حرکت نماید که نتیجه این عمل تشکیل چرخش افقی یا گردابی در انتهای صفحه می‌باشد که می‌تواند به صورت مارپیچ به طرف پایین‌دست حرکت نماید و میدان تنش برشی را تغییر دهد. وجود یک صفحه

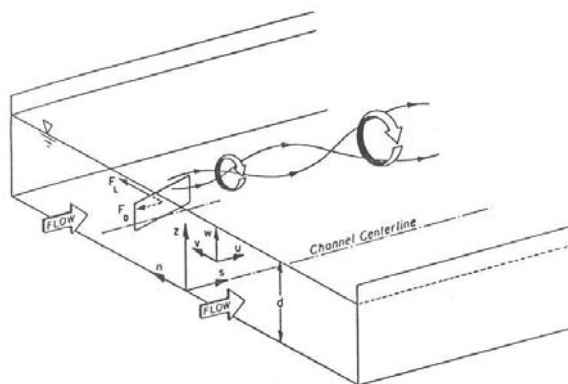
کشاورزی و شمس‌الدینی‌نژاد (۲۰۰۲) نیز تأثیر زوایای مختلف کارگذاری صفحات مستغرق در کنترل و کاهش جریان‌های ثانویه در محل آبیگر جانبی ۹۰ درجه را مورد بررسی قرار دادند. اما کرمی‌مقدم و کشاورزی (۱۳۸۶) تأثیر همزمان تغییر زاویه نصب آبیگر و گرد شدگی را بر میزان آبیگری بررسی کردند و آنان زاویه ۵۵ درجه را به عنوان بهترین زاویه آبیگری از نقطه نظر نسبت آبیگری معرفی نمودند. زینی‌وند و شفافی (۱۳۸۶) برای اولین بار از صفحات مستغرق در محل تلاقی رودخانه‌ها جهت کنترل چاله فرسایشی استفاده کرده و نحوه تغییر راندمان کارایی صفحات مستغرق به منظور کنترل آبستگي را مورد بررسی قرار دادند و نتایج مناسبی ارائه دادند. البته گوهری (۱۳۸۹) نیز تأثیر صفحات مستغرق را در کنترل رسوب ورودی به آبیگر جانبی را بررسی کرد و به منظور هدایت جریان به سمت آبیگر و افزایش کارائی صفحات مستغرق از آبشکن استفاده کرده و اثر پارامترهای طول آبشکن و زوایای صفحات مستغرق را بر میزان رسوب ورودی به آبیگر مطالعه کرد. هر چند ساخت سازه صفحات مستغرق در مجاورت دهانه آبیگر می‌تواند مشابه یک

شوند، مسلماً با نصب ردیف صفحات طبق شکل ۲ در می‌توان رسوبات را بر روی سطح بزرگتری نیز توزیع نمود.



شکل ۲- تغییرات جریان در اثر وجود چند صفحه .

مستغرق در بستر رودخانه همراه با زاویه‌ای با جهت جریان موجب می‌گردد که رسوبات از قسمت مکشی صفحه برداشته شود و در قسمت فشاری ته‌نشین



شکل ۱- تغییرات جریان در اثر وجود یک صفحه مستغرق.

$$f\left(\frac{Q_w}{\sqrt{gH_v^5}}, \frac{Q_b}{\sqrt{gH_v^5}}, \frac{B_m}{H_v}, \frac{B_w}{H_v}, \frac{k_s}{H_v}, \frac{\delta_b}{H_v}, \frac{\delta_n}{H_v}, \frac{\delta_s}{H_v}, \frac{y}{H_v}, \frac{v}{\sqrt{gH_v}}, \frac{\sigma}{\rho g H_v^3}, \frac{1}{H_v}, S_b, K_s, N, \alpha, \theta\right) = 0 \quad [1]$$

و با توجه به ثابت بودن تعداد زیادی از متغیرها،

پارامترهای $\frac{Q_w}{\sqrt{gH_v^5}}$ و $\frac{Q_b}{\sqrt{gH_v^5}}$ و $\frac{v}{\sqrt{gH_v}}$ و $\frac{y}{H_v}$ و N و

α و مورد بررسی قرار می‌گیرند و در نهایت با ترکیب

$\frac{Q_w}{\sqrt{gH_v^5}}$ و $\frac{Q_b}{\sqrt{gH_v^5}}$ و $\frac{v}{\sqrt{gH_v}}$ و $\frac{y}{H_v}$ پارامترهای بی‌بعد

جدید زیر بدست می‌آید.

$$\pi = \frac{\frac{Q_w}{\sqrt{gH_v^5}}}{\frac{Q_b}{\sqrt{gH_v^5}}} = \frac{Q_w}{Q_b}$$

آنالیز ابعادی به روش پی باکینگهام

متغیرهای مؤثر بر میزان جریان انحرافی به آبیگر جانبی همراه با صفحات مستغرق عبارتند از: عمق جریان در کانال اصلی (y)، سرعت جریان نزدیک شونده (v)، میزان جریان آبیگر (Q_w)، دبی جریان در کانال اصلی (Q_b)، شتاب ثقل (g)، عرض کانال اصلی (B_m)، عرض آبیگر (B_w)، شیب کانال اصلی (S_b)، زبری بستر (K_s)، زاویه آبیگر با کانال اصلی (θ)، ارتفاع صفحات مستغرق (H_v)، طول صفحات مستغرق (l)، تعداد ردیف صفحات مستغرق (N)، زاویه نصب صفحات مستغرق (α)، فاصله طولی صفحات مستغرق از یکدیگر (δ_s)، فاصله عرضی صفحات مستغرق از هم (δ_n)، فاصله عرضی اولین صفحه از دهانه آبیگر (δ_b)، لزجت دینامیکی (μ)، کشش سطحی (σ) و جرم حجمی (ρ). با انتخاب متغیرهای H_v و ρ و g به عنوان متغیرهای تکراری در روش پی باکینگهام تعداد ۱۷ پارامتر بی‌بعد به شرح معادله (۱) به دست می‌آید.

متر با گرد شدگی لبه ورودی به شعاع ۲۰ سانتی‌متر مورد بررسی قرار گرفت. کانال اصلی دارای مقطع مستطیلی با عرض ۵۰ سانتی‌متر، عمق ۴۰ سانتی‌متر، طول ۱۵ متر و شیب کف ۰/۳ در ۱۰۰۰ می‌باشد. به موازات کانال اصلی یک کانال فرعی به طول ۸ متر، عرض ۴۰ سانتی‌متر و عمق ۴۰ سانتی‌متری آب تخلیه شده توسط آبگیر جانبی را به حوضچه انتهایی منتقل می‌کند. اندازه گیری عمق آب از ۰/۵ متر قبل از آبگیر تا ۱ متر بعد از آبگیر در فواصل ۲۰ سانتی‌متری توسط عمق سنج نقطه‌ای با دقت ۰/۱ میلی‌متر برداشت گردید و میزان ریان تخلیه شده از کانال‌های اصلی و فرعی توسط دو سر ریز مثلی که در انتهای کانال‌ها قرار دارند اندازه‌گیری و ثبت گردید. شکل ۳ پلان مدل آزمایشگاهی و تجهیزات وابسته را نشان می‌دهد.

$$\pi_1 = \frac{v}{\sqrt{gH_v}} = \frac{v}{\sqrt{gy}} = F_r$$

$$\pi_2 = \frac{Q_b}{\sqrt{gH_v^5}}$$

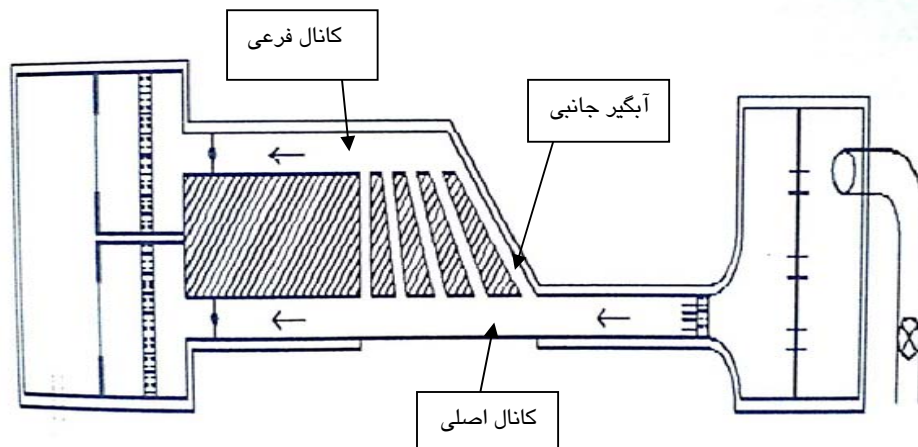
با تعریف π_0 بنام نسبت آبگیری (Q_r)، π_2 به نام پارامتر جریان (Q^*) و π_1 بنام عدد فرود (F_r)، رابطه بی‌بعد تحقیق به صورت رابطه (۲) استخراج می‌شود.

$$[2] Q_r = f(Q^*, \alpha, N, F_r)$$

که در این رابطه F_r عدد فرود جریان در بالادست آبگیر، Q_r نسبت آبگیری و Q^* پارامتر جریان می‌باشد.

روش آزمایش

این تحقیق در آزمایشگاه هیدرولیک بخش مهندسی آب دانشگاه شیراز در دهانه آبگیر به طول ۵۰ سانتی-



شکل ۳- مدل آزمایشگاهی و تجهیزات وابسته (بدون مقیاس).

باشد که در این تحقیق برای تعیین بهینه صرفا دو پارامتر زاویه نصب و تعداد ردیف‌های عرضی صفحات به عنوان متغیرهای اصلی مورد آزمایش و بررسی قرار گرفت. سیستم صفحات مستغرق مورد استفاده بر اساس توصیه اوپانگ (۲۰۰۱) مطابق با جدول ۲ و شکل ۴ شامل آرایش موازی سه‌تایی در عرض و آرایش

به منظور بررسی تأثیر صفحات مستغرق بر میزان آبگیری و پروفیل طولی سطح آب در مجاورت آبگیرهای جانبی ۵۵ درجه با ورودی گرد شده به شعاع ۲۰ سانتی‌متر یک مدل آزمایشگاهی مطابق شکل ۳ همراه با استفاده از سیستم صفحات مستغرق ساخته شد. این سیستم دارای پارامترهای طراحی زیادی می-

موازی با جهت جریان در کانال اصلی مطابق با شکل ۵ در کف کانال نصب و مورد آزمایش قرار گرفتند.

موازی دوتایی در عرض می‌باشد. جنس این صفحات از ورق گالوانیزه با ضخامت ۱ میلی‌متر بوده که در ۴ زاویه ۱۰ درجه، ۲۰ درجه، ۳۰ درجه و ۴۰ درجه و

جدول ۲- مشخصات صفحات مستغرق استفاده شده در آزمایش.

| δ_b | δ_n | δ_s | l | H_v | نوع آرایش صفحات مستغرق |
|------------|------------|------------|------|-------|------------------------|
| ۶ cm | ۹ cm | ۱۲ cm | ۸ cm | ۳ cm | موازی سه تایی در عرض |
| ۷ cm | ۸ cm | ۱۰ cm | ۸ cm | ۳ cm | موازی دو تایی در عرض |

بدون نصب صفحات مستغرق و صفحات مستغرق با آرایش موازی سه‌تایی در عرض و صفحات مستغرق با آرایش موازی دوتایی در عرض انجام پذیرفت.

آزمایش‌ها در دو حالت بدون کنترل و با کنترل از پایین- دست روی یک بستر صلب بتنی غیرفرسایشی برای چهار دبی ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ لیتر بر ثانیه در شرایط



شکل ۵- نحوه قرارگیری صفحات مستغرق.



شکل ۴- نمونه ای از صفحات مستغرق با آرایش موازی سه تایی در عرض.

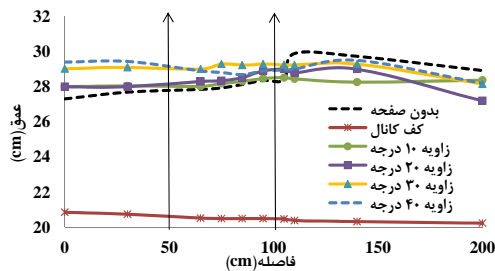
مستغرق در کانال اصلی باعث ایجاد مقاومت در برابر جریان در کانال اصلی گردیده و افزایش عمق جریان بلافاصله بالادست صفحات مستغرق را به دنبال داشته است. در صفحات با زاویه نصب ۱۰ درجه به دلیل زاویه کمتر برخورد جریان با صفحات مستغرق و ایجاد جریان چرخشی ضعیف در پایین‌دست صفحات، آبیگری کانال انحرافی از جریان‌های فوقانی، پدیده افزایش موضعی عمق جریان ایجاد می‌گردد و صفحات در این زاویه نصب مانعی مقابل جریان انحرافی به آبیگر می‌باشند. در حالتی که زاویه نصب صفحات مستغرق ۲۰ درجه باشد، در این شرایط جریان چرخشی مناسبی در پایین‌دست صفحات ایجاد شده و به صورت حلزونی گسترش می‌یابد لذا بخش کمتری از

نتایج و بحث

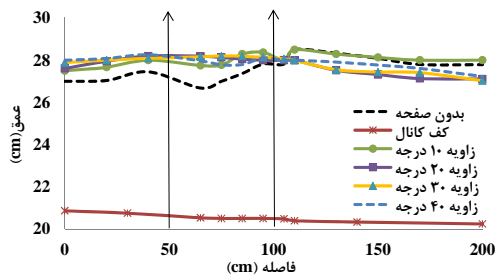
پروفیل‌های سطح آب

آزمایش‌های صفحات مستغرق در چهار زاویه قرارگیری ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درجه با جهت جریان در کانال اصلی و در چهار دبی ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ لیتر بر ثانیه انجام گرفت. شکل‌های ۶ و ۷ تغییرات پروفیل سطح آب را در راستای کانال اصلی برای دبی ۲۰ لیتر بر ثانیه در شرایط نصب صفحات مستغرق با آرایش موازی سه‌تایی در عرض و شکل‌های ۸ و ۹ تغییرات پروفیل سطح آب را در راستای کانال اصلی برای دبی ۲۰ لیتر بر ثانیه در شرایط نصب صفحات مستغرق با آرایش موازی دوتایی در عرض برای شرایط مختلف کنترل پایین‌دست نشان می‌دهد. ساخت سازه صفحات

پایین دست صفحات قابل مشاهده نبوده و این امر بیانگر زاویه مناسب برخورد جریان با صفحات بوده و نشان-دهنده افت انرژی کمتری در محل برخورد با صفحات مستغرق می‌باشد.



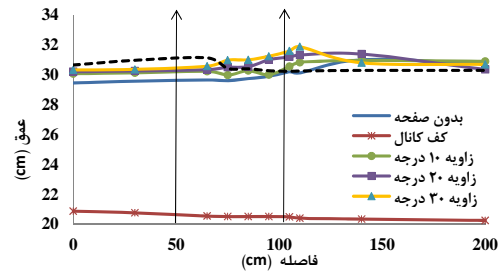
شکل ۷- پروفیل طولی سطح آب برای آرایش موازی سه‌تایی در عرض بدون کنترل پایین دست.



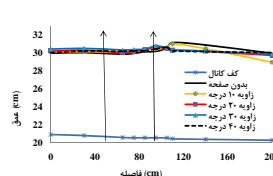
شکل ۹- پروفیل طولی سطح آب برای آرایش موازی دوتایی در عرض بدون کنترل پایین دست.

آگیری در مقابل پارامتر جریان در دو حالت نصب صفحات مستغرق و عدم نصب صفحات با توجه به شکل های ۱۰ تا ۱۳ نشان می‌دهد که احداث صفحات مستغرق با زوایای نصب مختلف در دهانه آبگیرهای جانبی افزایش نسبت آگیری به میزان ۹ تا ۲۹ درصد را به دنبال دارد. نمودارها بیانگر افزایش میزان آگیری با افزایش در زاویه نصب صفحات مستغرق می‌باشد. با در نظر گرفتن این نکته که در تمامی آزمایشات عامل منفی تأثیر سازه صفحات مستغرق با توجه به ثابت

جریان منحرف شده سطحی به سمت دهانه آگیر به دیواره پایین دست کانال اصلی برخورد کرده و افزایش ناگهانی عمق در پروفیل طولی مشاهده نمی‌شود. برای صفحات با زاویه نصب ۳۰ درجه همانند زاویه نصب ۲۰ درجه افزایش ناگهانی عمق آب در کانال اصلی در



شکل ۶- پروفیل طولی سطح آب برای آرایش موازی سه‌تایی در عرض با کنترل پایین دست.

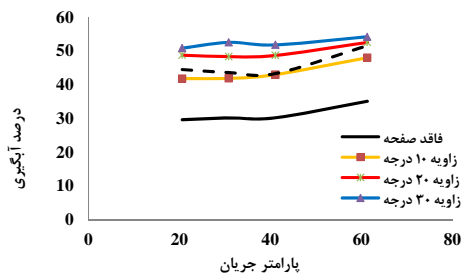


شکل ۸- پروفیل طولی سطح آب برای آرایش موازی دوتایی در عرض با کنترل پایین دست.

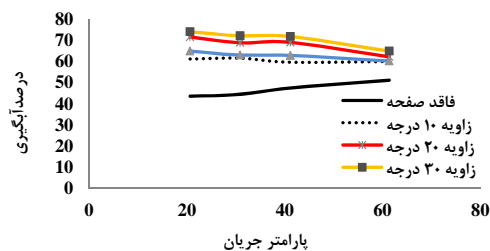
تعیین بهترین زاویه نصب صفحات مستغرق ساخت سازه صفحات مستغرق در کانال اصلی باعث ایجاد مقاومت در برابر جریان در کانال اصلی شده و این مقاومت افزایش عمق در محل آگیری را به دنبال دارد و به تبع این امر، زاویه‌ای به عنوان بهترین زاویه نصب انتخاب می‌شود که بتواند در گام اول افزایش عمق بیشتری را هم در بالادست محل نصب صفحات و هم در محل آگیری ایجاد کند و در گام دوم نسبت آگیری بیشتری را فراهم کند. بررسی تغییرات نسبت

افزایش عمق نسبت به سایر زوایای نصب افزایش به مراتب کمتری را نشان می‌دهد و میزان آبگیری را بین ۹ تا ۱۱ درصد افزایش می‌دهد. زوایای نصب ۲۰ درجه نسبت آبگیری را در مقایسه با شرایط عدم نصب صفحات به میزان ۱۴ تا ۲۳ درصد افزایش داده و همچنین منجر به افزایش عمق در مجاورت آبگیر می‌شود. زاویه نصب ۳۰ درجه به دلیل زاویه مناسب برخورد منجر به افزایش عمق در بالادست و در مجاورت آبگیر می‌شود و نسبت آبگیری را بین ۱۶ تا ۲۹ درصد در مقایسه با حالت عدم نصب صفحات افزایش می‌دهد. زاویه نصب ۴۰ درجه نسبت به سایر زوایا افزایش عمق بیشتری را در بالادست محل آبگیری ایجاد می‌کند ولی به دلیل زاویه زیاد برخورد جریان با صفحات در محل آبگیری عمق کاهش یافته و آبگیری نسبت به زوایای ۲۰ و ۳۰ درجه کاهش می‌یابد و در مقایسه با حالت عدم نصب صفحات نسبت آبگیری را ۱۱ تا ۱۵ درصد افزایش می‌دهد. با توجه به توضیحات فوق و بررسی پروفیل ساخت سازه صفحات مستغرق در کانال اصلی باعث ایجاد مقاومت در برابر جریان در کانال اصلی شده و این مقاومت افزایش عمق در محل آبگیری را به دنبال دارد و به تبع این امر، زاویه‌ای به عنوان زاویه بهینه نصب انتخاب می‌شود که بتواند در گام اول افزایش عمق بیشتری را هم در بالادست محل نصب صفحات و هم در محل آبگیری ایجاد کند و در گام دوم نسبت آبگیری بیشتری را فراهم کند. پروفیل‌های سطح آب برداشت شده در زوایای مختلف نصب صفحات مستغرق، زاویه نصب ۳۰ درجه ضمن افزایش عمق بالادست، عمق آب در محل آبگیری را افزایش داده و باعث کاهش ناحیه جدایی جریان در کانال اصلی می‌شود که این امر سبب می‌گردد قسمت اعظمی از جریان سطحی به سمت دهانه آبگیر متمایل شده و آبگیری بیشتری ایجاد گردد لذا زاویه نصب ۳۰ درجه در هر دو حالت صفحات دوردیفه و سه‌رديفه به عنوان بهترین زاویه نصب انتخاب می‌شود.

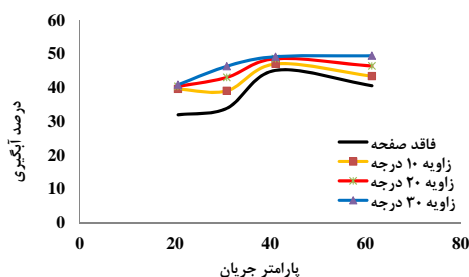
بودن طول و سطح مقطع صفحات یکسان بوده است بنابراین علت تفاوت در آبگیری عملکرد این صفحات می‌باشد. در نتیجه افزایش زاویه نصب صفحات که منجر به افزایش آبگیری می‌شود به عنوان یک عامل مثبت توانسته است با تقویت جریان‌های چرخشی در پایین‌دست صفحات، جریان سطحی را به شکل بهتر و مناسب‌تری به آبگیر هدایت نماید. شکل‌های ۱۰ و ۱۱ تغییرات نسبت آبگیری مقابل پارامتر جریان در شرایط کنترل روی پایین‌دست را برای صفحات با آرایش موازی سه‌تایی در عرض و آرایش دوتایی در عرض نشان می‌دهد. کمترین افزایش در نسبت آبگیری در مقایسه با حالت عدم نصب صفحات مربوط به زاویه ۱۰ درجه با ۱۱ درصد و بیشترین افزایش را صفحات با زاویه نصب ۳۰ درجه به میزان ۲۹ درصد ایجاد می‌کنند. نمودارها نشان می‌دهند که برای جریان ورودی ۲۰ لیتر بر ثانیه (پارامتر جریان ۴۰) در کانال اصلی، نسبت آبگیری ماکزیمم بوده و برای جریان‌های بالاتر این نسبت کاهش می‌یابد. علت می‌تواند افزایش عمق جریان در کانال اصلی بیشتر از میزان توصیه شده نسبت به ارتفاع صفحات باشد که باعث کاهش کارایی صفحات گردد. بنابر تحقیقات اوینگ (۲۰۰۱) نسبت ارتفاع صفحات به عمق جریان در کانال اصلی حداکثر باید ۰/۶ باشد. شکل‌های ۱۲ و ۱۳ تغییرات نسبت آبگیری مقابل پارامتر جریان در شرایط بدون کنترل در پایین‌دست را برای صفحات با آرایش موازی سه‌تایی در عرض و دوتایی در عرض نشان می‌دهد. با بررسی نمودارها مشاهده می‌شود که با افزایش جریان ورودی به کانال اصلی نسبت آبگیری بیشتر می‌شود زیرا عمق جریان در کانال اصلی زیاد شده و عدد فرود کاهش می‌یابد. در این حالت نسبت آبگیری حداقل ۹ درصد توسط صفحات با زاویه نصب ۱۰ درجه و حداکثر ۲۳ درصد بوسیله صفحات با زاویه نصب ۳۰ درجه نسبت به شرایط عدم نصب صفحات افزایش می‌یابد. زاویه نصب ۱۰ درجه به دلیل زاویه کم برخورد جریان،



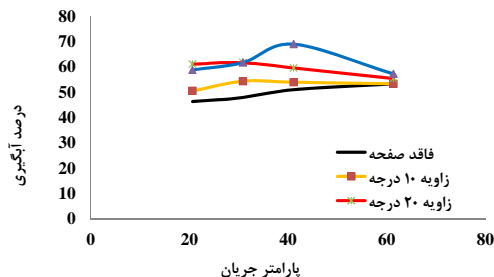
شکل ۱۲- نسبت آگیری زوایا برای آرایش موازی سه‌تایی در عرض بدون کنترل پایین‌دست.



شکل ۱۰- نسبت آگیری زوایا برای آرایش موازی سه‌تایی در عرض با کنترل پایین‌دست.



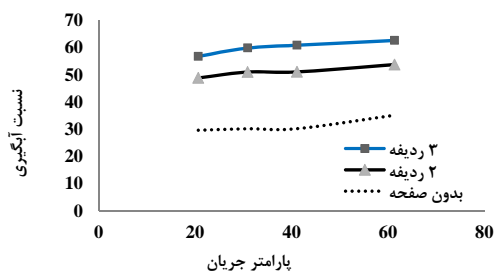
شکل ۱۳- نسبت آگیری زوایا برای آرایش موازی دوتایی در عرض بدون کنترل پایین‌دست.



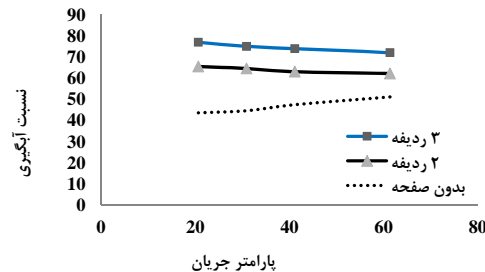
شکل ۱۱- نسبت آگیری زوایا برای آرایش موازی دوتایی در عرض با کنترل پایین‌دست.

از طرفی طبق تحقیقات کرمی‌مقدم و کشاورزی (۱۳۸۶) که تأثیر صفحات مستغرق در کنترل رسوب در دهانه آبگیر جانبی را بررسی نمودند، نشان دادند تأثیر آرایش موازی سه‌تایی در عرض نسبت به آرایش دوتایی در عرض در کاهش رسوب ورودی به دهانه آبگیر بیشتر می‌باشد و زاویه ۲۰ درجه را به عنوان زاویه مناسب برای کنترل رسوب معرفی نمودند. لذا با توجه به شکل ۱۴ و شکل ۱۵ آرایش موازی سه‌تایی در عرض با زاویه نصب صفحات ۳۰ درجه به دلیل راندمان آگیری بالاتر به میزان ۹ تا ۱۴ درصد نسبت به آرایش موازی دوتایی در عرض به عنوان بهترین آرایش نصب صفحات مستغرق انتخاب و معرفی می‌گردد.

تعیین بهترین آرایش نصب صفحات مستغرق
در دو حالت آرایش، آرایشی از صفحات مستغرق به عنوان بهترین آرایش انتخاب می‌شود که بتواند در شرایط یکسان، راندمان آگیری بیشتری را ایجاد نماید. با توجه به نمودارهای پروفیل سطح آب و تغییرات نسبت آگیری ملاحظه می‌شود که صفحات مستغرق با آرایش موازی سه‌تایی در عرض به دلیل مقاومت بیشتر در مقابل جریان در کانال اصلی و همچنین تأثیر همپوشانی صفحات بر جریان‌های ثانویه ایجاد شده توسط صفحات دیگر که سبب تولید جریان چرخشی قویتر می‌شود راندمان آگیری بالاتری را در مقایسه با آرایش موازی دوتایی در عرض ایجاد کرده است.



شکل ۱۵- مقایسه نسبت آگیری بدون کنترل پایین- دست در شرایط نصب با زاویه ۳۰ درجه.



شکل ۱۴- مقایسه نسبت آگیری با کنترل پایین دست در شرایط نصب با زاویه ۳۰ درجه .

نتیجه گیری کلی

افزایش عمق جریان در در مجاورت دهانه آگیر می- گردد و نسبت آگیری را به میزان ۱۶ تا ۳۹ درصد در مقایسه با شرایط عدم نصب صفحات ایجاد می نماید. لذا بهترین زاویه نصب صفحات مستغرق ۳۰ درجه توصیه می گردد. با مقایسه نسبت آگیری صفحات مستغرق با آرایش های مختلف در دبی های یکسان، مشخص می- شود که راندمان آگیری صفحات مستغرق با آرایش موازی سه تایی در عرض به دلیل ایجاد جریان چرخشی قویتر، ۹ تا ۱۴ درصد بیشتر از صفحات مستغرق با آرایش موازی دوتایی در عرض می باشد. بنابراین صفحات مستغرق با آرایش موازی سه تایی در عرض با زاویه نصب ۳۰ درجه به عنوان بهترین آرایش انتخاب و معرفی می گردد.

نتایج این تحقیق نشان می دهد که نصب صفحات مستغرق در ورودی دهانه آگیر باعث افزایش پروفیل سطح آب در کانال اصلی می شود و نسبت آگیری در مقایسه با عدم استفاده از صفحات مستغرق بیشتر می- شود. صفحات مستغرق با ایجاد جریان چرخشی در پایین دست خود باعث افزایش سرعت جریان و ایجاد گشتاور بیشتر می گردد لذا موجب افزایش نسبت آگیری به میزان ۹ تا ۲۹ درصد در آرایش های مختلف می گردد. همچنین با مقایسه راندمان های آگیری مشاهده گردید که در آرایش موازی سه تایی در عرض و دوتایی در عرض، زاویه نصب ۳۰ درجه به دلیل زاویه مناسب برخورد جریان با صفحات و ایجاد جریان چرخشی قویتر نسبت به سایر زوایای نصب، سبب

منابع مورد استفاده

زینی وند م و شفاعی بجستان م، ۱۳۸۶. بررسی آزمایشگاهی کاربرد صفحات مستغرق در محل تلاقی رودخانه ها. صفحه های ۳۸۵ تا ۳۹۳. ششمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد.
 گرمی مقدم م و کشاورزی ع، ۱۳۸۶. تأثیر صفحات مستغرق در کنترل رسوب در دهانه آگیر ۵۵ درجه با گردشگری لبه ورودی. صفحه های ۱۷۱ تا ۱۸۰. سومین کنگره مهندسی عمران. دانشگاه تبریز، تبریز.
 گوهری س، ۱۳۸۹. کنترل رسوب در آگیرها با کاربرد صفحات مستغرق و آبشکن صفحه های ۱۱۲ تا ۱۲۰. پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران، ۱۴-۱۶ اردیبهشت ماه. دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.

Keshavarzi A and Shamsaddinnejad AR, 2002. Plain secondary current at water intakes and its effect on sedimentation process. Pp. 1-7. CSCE/EWRI of ASCE Environmental Engineering Conference, Niagara.

Odgaard J and Wang Y, 1991. Sediment management with submerged vanes. I: Theory. Journal of Hydraulic Engineering ASCE 117(3): 267-283.

Ouyang HT, 2001. Design optimization of submerged vane system for sediment control. PhD Thesis at IOWA Univ 210p.