

مطالعه آزمایشگاهی هیدرولیک جریان در مخزن استوانه‌ای پرورش ماهی

مسعود ساجدی سابق^{۱*}، مجتبی صانعی^۲، حسین‌علی عبدالحی^۳، شهرام بهمنش^۴ و عباس متین‌فر^۵
^۱ مربی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، ^۲ دانشیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران و ^{۳،۴،۵} دانشیار، موسسه تحقیقات شیلات ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۱۰

تایخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۱۵

چکیده

مخازن استوانه‌ای پرورش ماهی، به دلیل مصرف آب کمتر و راندمان تولید بیشتر در سطح جهان توسعه روز افزون یافته است. مطالعه هیدرولیک جریان این مخازن، اولین قدم برای شناختن پدیده رسوب‌گذاری و راندمان تخلیه رسوب می‌باشد. در این مقاله با تحلیل سرعت جریان در عمق‌های مختلف مخزن، شرایط جریان در آزمایشگاه هیدرولیک پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری مورد مطالعه آزمایشگاهی قرار گرفته است. نتایج بیانگر آنست که در راستای جریان ورودی، در نزدیکی دیواره گرادیان سرعت جریان به سمت دیواره افزایش می‌یابد و به دلیل عدم تطابق خطوط هم سرعت در لایه‌های مختلف با یکدیگر، جریان‌های چرخشی ثانویه، به خصوص در نزدیکی دیواره مخزن شکل می‌گیرند. همچنین، متناسب با شدت جریان جت، جریان انعکاسی در محل برخورد جت آب با دیواره مخزن، به وجود می‌آید که در فاصله‌ای کوتاه مجدداً با دیواره مخزن برخورد نموده و سرعت جریان به صورت موضعی به خصوص در لایه‌های میانی و تحتانی افزایش می‌یابد و جریان انعکاسی، در لایه‌های سطحی در طول بیشتری مستهلک می‌شوند و با افزایش تخلیه میانی مخزن، جریان در لایه‌های تحتانی از شدت بیشتری برخوردار می‌شود. به دلیل جریانات موضعی و ثانویه، مقادیر کمی هیدرولیکی در دبی‌های مختلف متفاوت می‌باشند. اندازه‌گیری‌ها در عمق ۰/۲ ارتفاع آب از کف بستر مخزن، دامنه تغییرات بین ۰/۶ تا ۱/۷۸ را برای نسبت سرعت به سرعت متوسط جریان در دبی‌های مورد بحث نشان می‌دهد. همچنین، نتایج بیانگر آنست که عدد فرود محاسباتی در هر نقطه از حجم سیال، تابع نسبت شعاع موضعی نقطه به شعاع مخزن خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: جریان‌های ثانویه، رسوب، سرعت جریان، مخازن استوانه‌ای، ورتکس

مقدمه

روابط و منحنی‌هایی ارائه شده است، مثلاً به پیشنهاد Ebeling و همکاران (۲۰۰۵)، سرعت جریان ورودی سیستم، ۱۰ برابر سرعت مطلوب مخزن می‌تواند باشد. جریان ورودی سیستم پس از طی مسیر مارپیچی از خروجی‌های مرکزی و جانبی مخزن خارج می‌شود. قسمت عمده مواد جامد ترسیبی (شامل باقی‌مانده غذا

جریان ورودی مخزن استوانه‌ای پرورش ماهی، به صورت جت مستغرق از کناره مخزن می‌باشد. برای حفظ سلامت ماهی، سرعت چرخشی بهینه آب در مخزن، معادل ۰/۵ تا دو برابر طول پیکر ماهی در ثانیه پیشنهاد می‌شود. برای سرعت جریان ورودی مخزن،

بالا تولید می‌کنند (Ross و Watten, ۱۹۹۸). درجه بالای اختلاط جریان موجب بهره‌برداری از منابع آب و زمین در تولید بالای ماهی می‌شود (Ross و همکاران, ۱۹۹۵؛ Ross و Watten, ۱۹۹۸). علی‌رغم الگوی یکنواخت جریان، مطالعات متعددی بر روی تأثیر جریان ورودی بر روی شستشوی ذرات جامد، اختلاط جریان و پروفیل سرعت جریان در این مخازن انجام شده است (Skybakmoen و Tvinnereim, ۱۹۸۹؛ Summerfelt و همکاران, ۲۰۰۴). بر روی تأثیر نسبت قطر به عمق مخزن بر الگوی جریان نیز مطالعاتی توسط Larmoyeux و همکاران (۱۹۷۳) انجام شده است.

در مخازن استوانه‌ای نسبت قطر به عمق بر یکنواختی جریان تأثیر می‌گذارد. اگر این نسبت کم باشد (مانند مخازن عمیق)، در خروجی مرکزی یک سطح هلالی شکلی را ایجاد می‌کند که منجر به تشکیل ناحیه غیرچرخشی با سرعت پایین و درجه اختلاط ضعیف می‌شود (Timmons و همکاران, ۱۹۹۸). Larmoyeux و همکاران (۱۹۷۳)، برای جلوگیری از ایجاد ناحیه غیرچرخشی نسبت ۱:۵ و ۱:۱۰ را پیشنهاد نمودند. در هر صورت تعیین این نسبت به عواملی از قبیل هزینه زمین، ارتفاع آب، تراکم ماهی، گونه ماهی، سطوح تغذیه و نوع بارهای انتقالی بستگی دارد (Timmons و همکاران, ۱۹۹۸).

Mufeed و همکاران (۲۰۰۴)، در مقایسه هیدرولیکی دو مخزن استوانه‌ای پرورش ماهی، به قطرهای ۱/۲ و ۱/۵ متر، توصیه‌هایی برای کنترل خطای آزمایشگاهی ارائه کردند. از جمله ورود آب به صورت سطحی در مخزن ۱/۵ متری (قطر لوله ۲/۵ سانتی‌متر و قطر نازل‌ها سه میلی‌متر) موجب تلاطم بالا و هوادهی سطحی شده و توزیع سرعت را غیریکنواخت می‌سازد. همچنین، ناحیه سکون در بالادست جریان ورودی ایجاد می‌شود. برعکس نازل منفرد مستغرق در مخزن ۱/۲ متری (قطر لوله ۲/۵ سانتی‌متر و قطر نازل‌ها ۱۳ میلی‌متر) هیچ یک از این پیامدهای منفی را نداشته است.

بدیهی است، ناهمگنی جریان در رفتار تغذیه‌ای و توسعه فیزیولوژیکی گروه ماهیان جوان تاثیرات نامطلوبی را موجب می‌شود. بدون توجه به اندازه

و فضولات) از خروجی مرکزی مخزن تخلیه می‌شود. Ebeling و همکاران (۲۰۰۵)، با احتساب ۲۰-۱۰ درصد زهکش میانی، ۹۰-۸۰ درصد زهکش جانبی، اندازه‌گیری سرعت در سه جهت و در اعماق پنج تا ۱۰ سانتی‌متر از کف، عمق میانه و ۱۰ سانتی‌متر از سطح آب و در یک شبکه نیم‌متری و با احتساب سرعت جریان چرخشی پنج تا شش درصد سرعت جت آب از نازل معیارهای طراحی حوضچه پرورش ماهی و شرایط هیدرولیکی را مورد مطالعه قرار دادند.

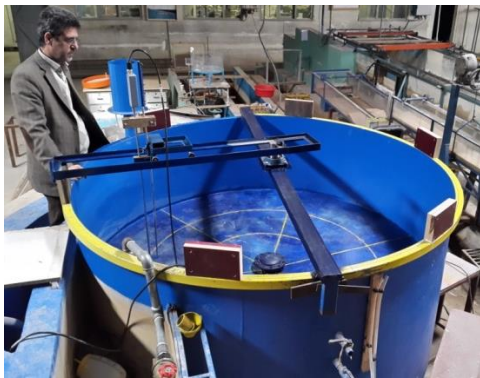
هیدرولیک جریان چرخشی در مخزن استوانه‌ای بسته به عوامل مؤثر در چرخش آب، به چرخش آزاد و چرخش اجباری تقسیم می‌شود. در چرخش آزاد با افزایش شعاع سرعت جریان افزایش می‌یابد، در حالی که در چرخش اجباری با افزایش شعاع سرعت جریان کاهش می‌یابد (Llora و Baradad, ۲۰۰۸). پدیده فنجان چای بیانگر چرخش اجباری در ناحیه بیرونی است، به طوری که در قسمت میانی تا شعاع مشخصی، سرعت جریان افزایش می‌یابد و پس از آن سرعت جریان کاهش می‌یابد. در مخازنی که هسته هوا به داخل حفره مرکزی کشیده می‌شود (مانند سرریز نیلوفری سد مخزنی) نیز در قسمت میانی چرخش آزاد و در قسمت بیرونی چرخش اجباری ایجاد می‌شود، در صورتی که در مخازنی که هسته هوا وجود نداشته باشد و صرفاً فرورفتگی در سطح آب مشاهده می‌شود (مانند تخلیه تحتانی وام حمام در حالت استغراق)، قسمت میانی دارای چرخش اجباری و در قسمت بیرونی چرخش آزاد ایجاد می‌شود (مدل چرخش رانکین).

در جریان ورودی به مخزن آب پرورش ماهی، که معمولاً از یک یا چند روزه در عمق با زاویه ۴۵ درجه از دیواره مخزن تابیده می‌شود، موجب چرخش اجباری آب در مخزن می‌شود. بنابراین نیروی مؤثر در چرخش آب از طرف جت مستغرق اعمال می‌شود. این قسمت از چرخش آب، چرخش اجباری بوده و متأثر از نیروی خارجی می‌باشد و قسمت میانی دارای چرخش آزاد می‌باشد.

مخازن استوانه‌ای با جریان چرخشی مماسی ورودی و با نرخ جریان تبدالی کمتر از مخازن مستطیلی، عموماً الگوی جریان یکنواختی را با سرعت

مواد و روش‌ها

مخزن استوانه‌ای پرورش ماهی و تاسیسات وابسته: به منظور بررسی شرایط هیدرولیکی جریان در مخازن استوانه‌ای پرورش ماهی، ابتدا مخزنی طراحی و ساخته شد. ابعادی که برای این مخزن در نظر گرفته شد، متناسب با طرح تیپ توصیه شده Summerfelt و همکاران (۲۰۰۴) می‌باشد. ایشان برای مخزن با قطر ۹/۲ متر سرعت بهینه جریان مخزن را ۳۰-۳۷ سانتی‌متر بر ثانیه پیشنهاد داده‌اند. بنابراین مخزنی با قطر ۲/۱۴ متر و ارتفاع ۰/۵۹ متر طراحی و ساخته شد (شکل ۱). آزمایش‌های انجام شده نشان می‌دهد که سرعت جریان در لایه‌های شعاعی و عمقی جریان متفاوت بوده و در دبی معادل از ۵۶ سانتی‌متر بر ثانیه نیز تجاوز می‌کند که به سرعت معادل ۵۴ سانتی‌متر بر ثانیه نزدیک می‌باشد. جریان ورودی از طریق جت آب از سه نازل ورودی به قطر داخلی هر یک هشت میلی‌متر و در فواصل پنج سانتی‌متر از یکدیگر و ۱۰ سانتی‌متر از کف برای نازل زیرین، برقرار شد (شکل ۲).



شکل ۱- مخزن استوانه‌ای پرورش ماهی و تاسیسات وابسته



شکل ۲- نازل‌های ورودی جریان به مخزن

مخزن و عمق جریان، نازل منفرد مستغرق تاثیرات مطلوبی بر الگوی جریان می‌گذارد. حفاظت از شرایط هیدرولیکی مشابه داخل مخزن بر اهداف بیولوژیکی تاثیر مثبت داشته و خطای آزمایشگاهی ناشی از اختلاف رفتار جریان را به حداقل می‌رساند.

تشابه شرایط جریان در مدل فیزیکی با برقراری تشابه مکانیکی شامل تشابه شکل (هندسی)، تشابه حرکتی (سینماتیکی) و نیروها (دینامیکی) بین مدل و پروتوتیپ برقرار خواهد شد. تشابه هندسی مخزن، به ابعاد و حجم مخزن مربوط می‌شود، به عبارتی نسبت بین مقیاس طولی در مدل و پروتوتیپ عدد ثابتی خواهد بود. تشابه سینماتیکی مخزن، به سرعت جریان در مخزن مربوط می‌شود، به عبارتی نسبت بین مقیاس سرعت جریان در مدل و پروتوتیپ عدد ثابتی خواهد بود.

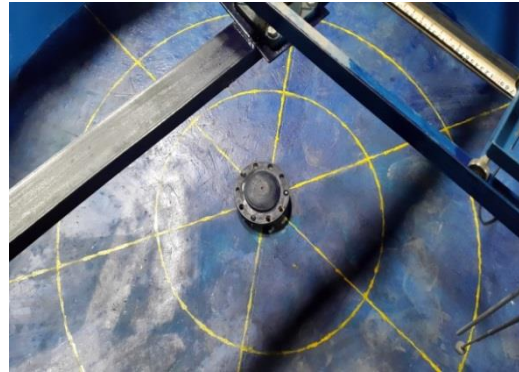
تشابه دینامیکی مخزن، به تشابه نیروهای مخزن مربوط می‌شود، به عبارتی نسبت بین مقیاس نیروهای مخزن در مدل و پروتوتیپ عدد ثابتی خواهد بود. نتایج تحلیل هیدرودینامیک مخازن بیانگر آنست که اعداد رینولدز (نسبت نیروی اینرسی به نیروی لزجت) و فرود (نسبت نیروی اینرسی به نیروی ثقل) معیارهای اصلی برای برقراری تشابه در مدل و پروتوتیپ می‌باشند. اغلب در جریان‌ات روباز به دلیل آنکه عدد رینولدز بالا و تاثیر لزجت ناچیز می‌باشد، تشابه بر اساس عدد فرود ایجاد می‌شود.

بدن ماهی نیز به دلیل ساختار آئرو دینامیکی و وجود دم متقارن در انتها و باله‌های حرکتی در بالا و پایین بدن ماهی در جریان آرام به راحتی و بدون ایجاد تلاطم در آب جابه‌جا می‌شود، ولی در زمانی که جریان آب از وضعیت آرام به متلاطم تغییر وضعیت می‌دهد، به دلیل آنکه لایه‌های جریان دارای سرعت یکسانی نیستند، جریان‌های چرخشی کوچکی در پشت سر ماهی ایجاد می‌شود که می‌تواند بر هیدرودینامیک جریان و رسوب مخزن تأثیرگذار باشد.

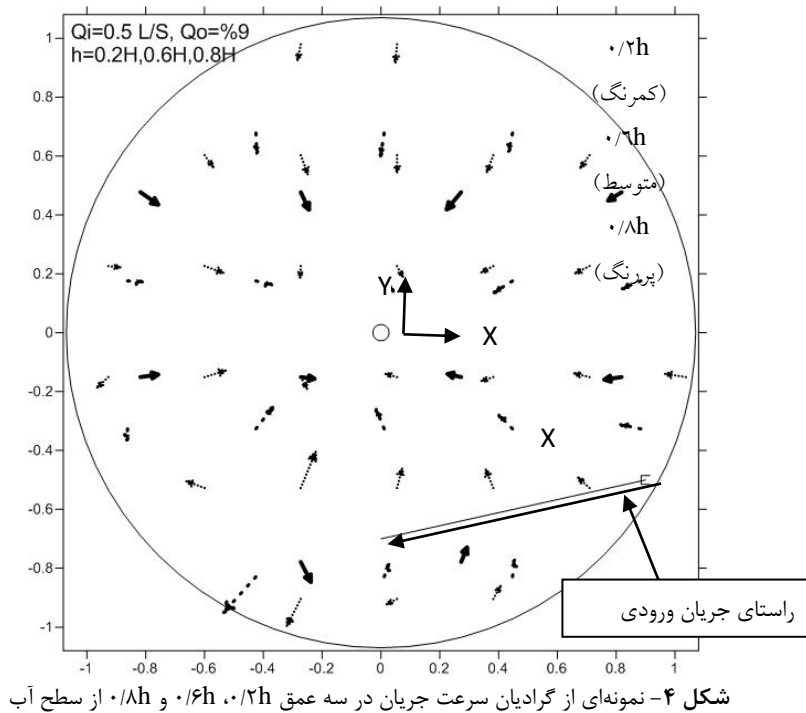
در این مقاله الگوی سرعت جریان در مخزن استوانه‌ای، برای دبی‌های مختلف جریان ورودی و خروجی مورد ارزیابی آزمایشگاهی قرار گرفته است. آزمایش‌ها در آزمایشگاه هیدرولیک پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری انجام شده است.

روش انجام آزمایش‌ها: ابتدا جریان ورودی از طریق جت آب از سه نازل وارد مخزن می‌شود. سطح آب داخل مخزن از طریق سرریز مخزن جانبی که به مرکز مخزن اصلی متصل است، تنظیم می‌شود. مقدار دبی ورودی با استفاده از سرریز مثلثی که در محل خروجی آب نصب شده است، اندازه‌گیری شد. سپس، مقدار خروجی مرکزی با استفاده از شیر تحتانی تنظیم شد. دبی‌های ورودی عبارت بودند از ۰/۵، ۰/۷ و ۰/۹ لیتر بر ثانیه و دبی‌های خروجی متناظر به ترتیب ۰/۰۴۵، ۰/۰۵۶ و ۰/۰۶۷ لیتر بر ثانیه است. اندازه‌گیری سرعت جریان در مخزن به وسیله سرعت‌سنج دو جهته، در ۲۴ نقطه در هر عمق و در اعماق ۰/۲، ۰/۶ و ۰/۸ از سطح آب، به عبارتی در ۷۲ نقطه برای هر دبی انجام شده است. آزمایش‌ها برای سه دبی و هر دبی برای سه خروجی تحتانی انجام شده است.

از طریق مرکز مخزن، کل جریان خارج و از سرریز جانبی قسمت عمده جریان برای کنترل عمق جریان در مخزن عبور نموده و مقدار کمی از جریان (جریان تحتانی)، از شیر تخلیه تحتانی برای تخلیه رسوبات مخزن خارج می‌شود (شکل ۳).



شکل ۳- خروجی مرکزی مخزن استوانه‌ای

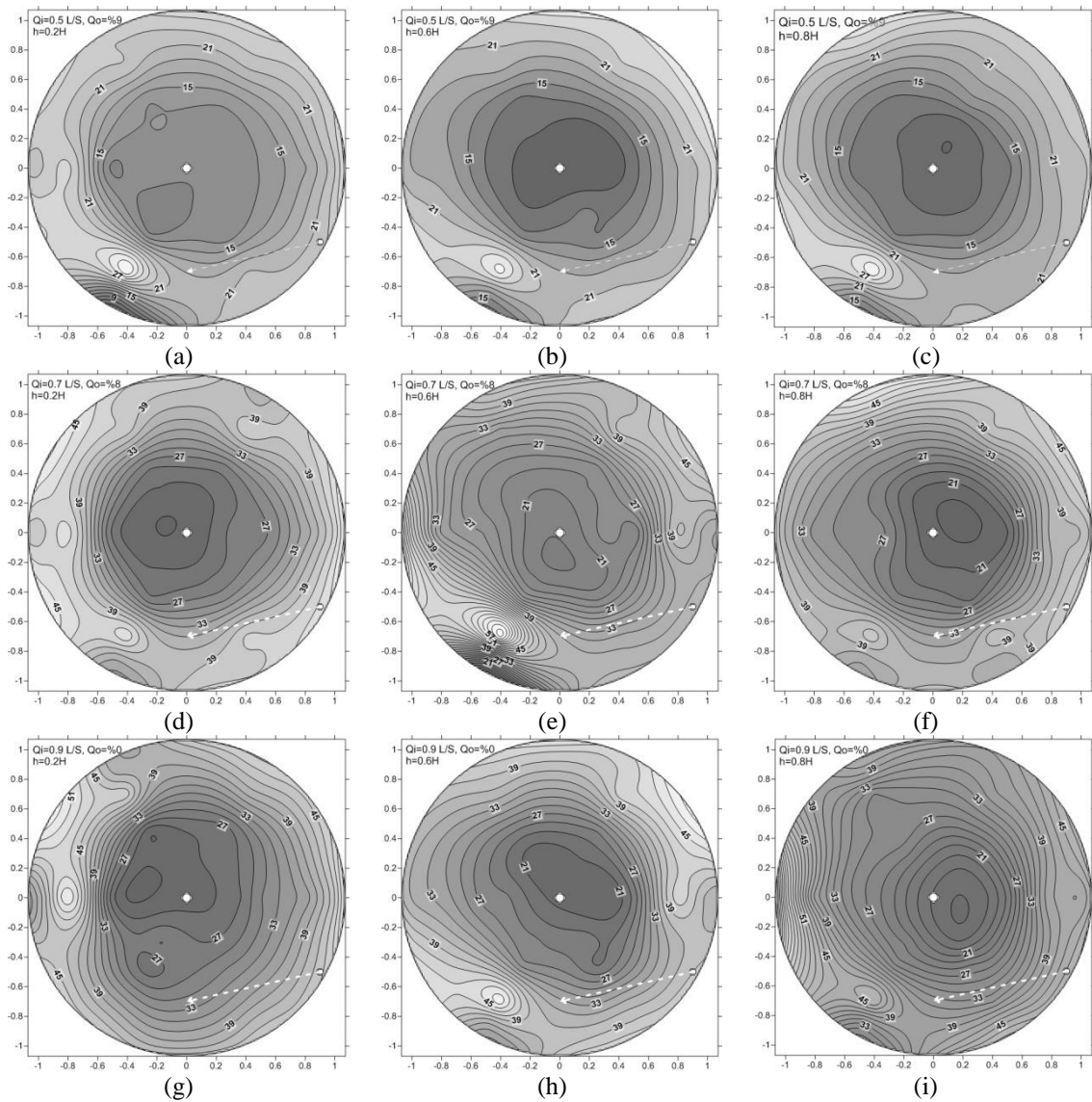


شکل ۴- نمونه‌ای از گرادیان سرعت جریان در سه عمق ۰/۲h، ۰/۶h و ۰/۸h از سطح آب

سمت دیواره افزایش می‌یابد و به دلیل عدم تطابق خطوط هم سرعت در لایه‌های مختلف با یکدیگر، جریان‌های چرخشی ثانویه، به خصوص در نزدیکی دیواره مخزن شکل می‌گیرند. همچنین، سرعت جریان در ربع سوم و چهارم از همگنی بیشتری برخوردار است.

شکل ۴ نشان می‌دهد که گرادیان سرعت جریان در لایه تحتانی قوی‌تر و در راستای جریان ورودی، در نزدیکی دیواره گرادیان سرعت جریان به سمت دیواره می‌باشد.

شکل ۵ نشان می‌دهد که در راستای جریان ورودی، در نزدیکی دیواره گرادیان سرعت جریان به



شکل ۵- خطوط هم سرعت جریان در اعماق ۰/۲، ۰/۶ و ۰/۸ از سطح آب، برای سه دبی ورودی و خروجی

عمق موضعی (متر)، r شعاع موضعی (متر) و R شعاع مخزن (متر) می‌باشد.

مقادیر A و α و β برای شرایط مختلف دبی ورودی و دبی خروجی مرکزی به قرار جدول ۱ تغییر می‌کند. لازم به ذکر است که تأثیر موقعیت ایستگاه ($\theta/360$) بر رابطه مذکور ناچیز بوده و به تعداد شش ایستگاه در اطراف مخزن بسنده شده است.

با استفاده از Solver نرم‌افزار Excel، رابطه زیر با رگرسیون ۸۵ درصد برای پارامترهای بدون بعد به دست می‌آید:

$$\frac{V}{(g \cdot y)^{0.5}} = A \times \left(\frac{y}{h}\right)^{\alpha} \times \left(\frac{r}{R}\right)^{\beta} \quad (1)$$

که در آن، V سرعت جریان در عمق y (متر بر ثانیه)، g شتاب ثقل زمین (متر بر مجذور ثانیه)، y

جدول ۱- مقادیر پارامترهای ثابت برای رابطه (۱)

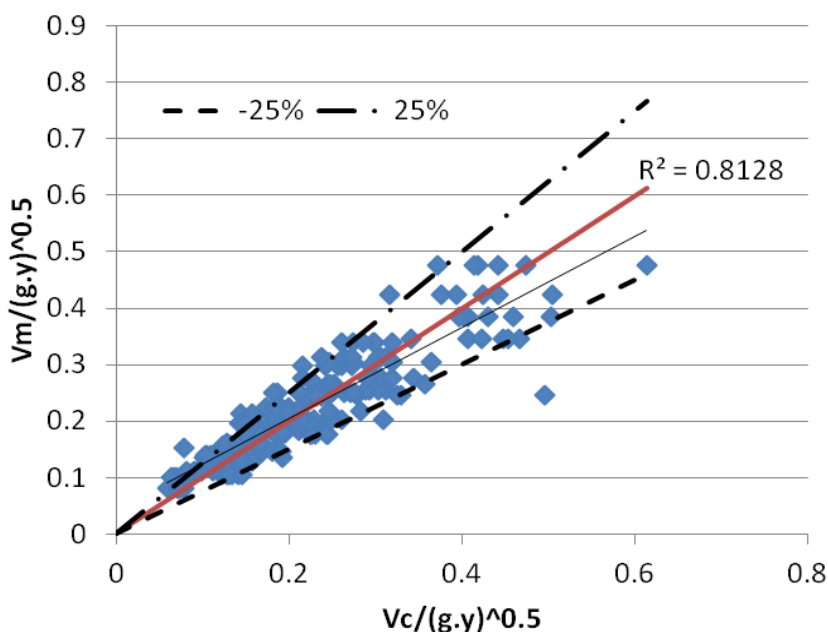
دبی ورودی (LS ⁻¹)	دبی خروجی (LS ⁻¹)	A	α	β	رنج تغییرات (درصد)
۰/۵	۰/۰۴۵	۰/۱۲۸	-۰/۵	۰/۷۲	۲۵
۰/۷	۰/۰۵۶	۰/۲۲	-۰/۴۸	۰/۶۲	۲۵
۰/۹	۰/۰	۰/۲۲	-۰/۴۸	۰/۶۲	۲۵

فرود محاسباتی در هر نقطه از حجم سیال، تابع نسبت شعاع موضعی نقطه به شعاع مخزن خواهد بود. در شکل ۶ نیز تغییرات فرود محاسباتی و مشاهده‌ای برای دبی‌های مورد آزمایش نشان داده شده است. این شکل نشان می‌دهد که مقادیر عدد فرود محاسباتی منتج از رابطه (۲) با مقادیر عدد فرود مشاهده شده، در رنج ۲۵ درصد با ضریب همبستگی درصد برقرار است. در این شکل V_c سرعت محاسباتی جریان در عمق y و V_m سرعت مشاهده‌ای جریان در عمق y می‌باشند. از آنجا که ابعاد مخزن آزمایشگاهی و دبی‌های ورودی و خروجی جریان در این پژوهش، متناسب با ابعاد بهینه مخازن ایجاد شده است، نتایج این تحقیق، قابل توصیه می‌باشد.

جدول ۱ مقادیر پارامترهای ثابت برای رابطه (۱) را برای دبی‌های مورد آزمایش نشان می‌دهد که برای هر دبی به صورت جداگانه به دست آمده است. مقدار رگرسیون برای مقایسه مقادیر محاسباتی و مشاهده‌ای پارامترهای بی بعد رابطه (۱)، $0/85$ می‌باشد. اگر داده‌های سه دبی همزمان مقایسه شوند، توان متغیر y/h عدد $-0/006$ خواهد شد. به عبارتی این پارامتر معادل یک و در نتیجه حذف خواهد شد. نتیجه، گراف شکل ۶ و رابطه (۲) با ضریب رگرسیون مقادیر $0/81$ به دست می‌آید.

همان‌طور که از رابطه (۲) مشاهده می‌شود، عدد

$$\frac{V}{(g \cdot y)^{0.5}} = 2.42 \left(\frac{r}{R} \right)^{0.66} \quad (2)$$



شکل ۶- تغییرات فرود محاسباتی و مشاهده‌ای برای دبی‌های مورد آزمایش

نتایج و بحث

مشاهدات بیانگر آن است که:

۱. هیدرولیک جریان در راستای جریان نازل ورودی، متناسب با موقعیت جت و تعداد نازل، جریان‌های چرخشی ثانویه را ایجاد می‌کند که با کاهش دبی ورودی، توربولانس از لایه‌های میانی به لایه‌های پایینی کشیده می‌شود و در عمق‌های بیشتر دارای شدت بیشتری می‌باشد.
۲. متناسب با جریان‌های چرخشی کوچک ایجاد شده، محیط‌های با آرامش بیشتر در کنار آن ایجاد می‌شود.
۳. جریان جت ورودی پس از برخورد با جداره مخزن، شتاب موضعی یافته و مماس با دیواره مخزن ادامه مسیر می‌دهد.
۴. بسته به شدت جت و ابعاد مخزن، جریان انعکاسی در محل برخورد جت آب با دیواره مخزن، به وجود

- می‌آید که در فاصله‌ای کوتاه مجدداً با دیواره مخزن برخورد نموده و سرعت جریان به صورت موضعی به خصوص در لایه‌های میانی و تحتانی افزایش می‌یابد.
۵. جریان انعکاسی، در لایه‌های سطحی در طول بیشتری مستهلک می‌شوند و با افزایش تخلیه میانی مخزن، جریان در لایه‌های تحتانی از شدت بیشتری برخوردار می‌شود.
۶. گاهی جریان چرخشی عمودی، در محل انعکاس جریان از جداره مخزن و در اطراف محل خروج آب از نازل نیز ایجاد می‌شود.
۷. گرادیان کاهش سرعت جریان به صورت کلی به سمت میانه مخزن می‌باشد و در نزدیک جداره، شیب گرادیان هیدرولیکی بیشتر می‌باشد.
۸. میزان پراکندگی عدد فرود محاسباتی و مشاهداتی از الگوی مشابهی برخوردارند.
۹. با توجه به رابطه (۲) عدد فرود محاسباتی در هر نقطه از حجم سیال، تابع نسبت شعاع موضعی نقطه به شعاع مخزن خواهد بود.

منابع مورد استفاده

1. Summerfelt, S.T., J.W. Davidson, T.B. Waldrop, S.M. Tsukuda and J.B. Williams. 2004. A partial-reuse system for coldwater aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 31: 157-181.
2. Ebeling, J., M. Michael, B. Timmons, A. Joiner and R.A. Labatut. 2005. Mixed-Cell raceway: engineering design criteria, construction, and hydraulic characterization. *North American Journal of Aquaculture*, 67: 193-201.
3. Llorca, I.M. and J.O. Baradad. 2008. Hydrodynamic characterization of aquaculture tanks and design criteria for improving self cleaning properties. PhD Thesis, Department of Food and Agriculture, University of Catalonia, 230 pages.
4. Mufeed, O., M. Schrock and A. Gannam. 2004. Comparative hydraulics of two fishery research circular tanks and recommendations for control of experimental bias. *Journal of Applied Aquaculture*, 14: 3-4.
5. Larmoyeux, J.D., R.G. Piper and H.H. Chenoweth. 1973. Evaluation of circular tanks for salmonid production. *Fish-Cultur*, 35: 122-131.
6. Ross, R.M., B.J. Watten, W.F. Krise and M.N. DiLauro. 1995. Influence of tank design and hydraulic loading on the behavior, growth and metabolism of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquacultural Engineering*, 14: 29-47.
7. Ross, R.M. and B.J. Watten. 1998. Importance of rearing-unit design and stocking density to the behavior, growth and metabolism of lake trout (*Salvelinus namaycush*). *Aquacultural Engineering*, 19: 41-56.
8. Timmons, M.B., S.T. Summerfelt and B.J. Vinci. 1998. Review of circular tank technology and management. *Aquacultural Engineering*, 18: 51-69.
9. Tvinnereim, K. and S. Skybakmoen. 1989. Water exchange and self-cleaning in fish rearing tanks. *Aquaculture: A Biotechnology in Progress*. European Aquaculture Society, Bredena, Belgium, 1041-1047.

Experimental study of hydraulic current in cylindrical aquaculture tank

Masoud Sajedi Sabegh^{*1}, Mojtaba Saneie², Hosseinali Abdul Hai³, Shahram Behmanesh⁴ and Abbas Matinfar⁵

¹ Scientific Board, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, ² Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran and ^{3, 4 and 5} Associate Professor, Iranian Fisheries Sciences Research Organization, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: 05 May 2015

Accepted: 01 September 2015

Abstract

Aquaculture cylindrical tanks are growing in the world due to the less water consumption and more product efficiency. Study on hydraulic of this tank is the first step for recognition of sedimentation and solid removal efficiency. This paper is a laboratory study based on flow velocity analysis in different flow depth. The results showed that the flow velocity gradient increased in the vector of inlet current toward tank inner bank and due to the incoherence of iso-velocity layers in different depth, the secondary currents shaped particularly near the tank bank. Also, related to jet current forces, reflected current formed in different parts of the tank pyramid by incidence of jet current to bank of the tank. Local velocity in the middle and beneath depth increased and reflected current depreciate in longer distance on circular current. By increasing the outlet central discharge, the current velocity increased in deeper depth. Due to the local and secondary flows, there is not a match velocity pattern for different discharges in tank. Range of ratio of local velocity to average velocity at 0.2 of height from tank bottom changes between 0.6 and 1.78 for inlet discharges. Also, the results show that the calculated Froude number in each local point related to ratio of local radius to tank radius.

Keywords: Cylindrical tank, Flow velocity, Secondary currents, Sediment, Vortex

* Corresponding author: m_sabegh@yahoo.com