

تأثیر زاویه و موقعیت آبگیر در میزان دبی رسوب ورودی انحرافی در قوس رودخانه به کمک

مدل CCHE2D

رضوان زنگنه^۱، امیرعباس کمان بدست*^۲ و علیرضا مسجدی

(۱) دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه سازه های آبی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

(۲) گروه سازه های آبی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

(۳) گروه سازه های آبی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

* نویسنده مسئول: Ka57_amir@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۹/۲۴

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۵/۱۰

چکیده

آبگیرها از جمله سازه‌هایی هستند که برای برداشت آب از رودخانه‌ها طراحی و اجراء می‌شوند رودخانه‌ها همراه آب مقداری رسوب با خود حمل می‌کنند که این رسوب حاصل فرسایش بستر رودخانه و فرسایشی است که در اثر وقوع بارندگی و یا جاری شدن رواناب سطحی بر روی حوزه آبریز بوجود می‌آید. چنانچه عمل آگیری از رودخانه صورت گیرد، ورود رسوبات به آبگیر، مشکلاتی را به جهت رسوب گذاری به همراه خواهد داشت. در این تحقیق از مدل ریاضی CCHE2D به دلیل هزینه کمتر نسبت به روشهای موجود، تسریع در روند مطالعات و همچنین استفاده از نتایج برای سایر موارد مشابه استفاده شد. به منظور بررسی شرایط هیدرولیکی جریان و رسوب در آبگیر با زاویه های مختلف ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درجه و موقعیت ۲۵، ۴۰، ۵۵ و ۷۰ با مدل ریاضی CCHE2D به شبیه سازی دبی و رسوب ورودی به این آبگیرها پرداخته شده است. نتایج حاصل از آزمایشات نشان می‌دهد که آبگیر در موقعیت ۷۰ و زاویه ۹۰ درجه با ۸/۴ درصد، کمترین رسوب انحرافی به آبگیر را دارد. این گزینه می‌تواند مشکل رسوب گذاری و کمبود آب در بعضی از فصول سال را مرتفع سازد.

واژه‌های کلیدی: آبگیر، مدل ریاضی، رسوب گذاری، هیدرولیک جریان و شبیه سازی.

مقدمه

از زمان‌های قدیم تا کنون، رودخانه‌ها یکی از منابع اصلی تأمین کننده آب شیرین به حساب می‌آیند که با احداث آبگیر، برداشت آب از آن‌ها انجام می‌گیرد. آبگیرها از جمله سازه‌هایی هستند که برای برداشت آب از رودخانه‌ها طراحی و اجراء می‌شوند، لذا داشتن شناخت و آگاهی کامل نسبت به مسائل طراحی و مشکلاتی که پس از اجراء در این سازه حادث می‌شود، می‌تواند کمک مؤثر و شایانی در امر بهینه سازی برداشت آب از رودخانه‌ها باشد. از جمله نکاتی که بایستی در طراحی عمومی آبگیرها به آن اشاره نمود مواردی نظیر تأمین نمودن آب به میزان مطلوب در هر زمان جهت رفع نیازها بدون در نظر گرفتن دبی رودخانه است، مشروط بر آنکه نیازها از جریان رودخانه تجاوز نکنند. آبگیری از آب‌های سطحی (رودخانه‌ها) معمولاً به دو صورت انجام می‌شود: روش پمپاژ و روش ثقلی که روش ثقلی بدلیل پیوسته بودن جریان و عدم صرف انرژی به روش پمپاژ ترجیح داده می‌شود. چنانچه شرایط توپوگرافی و میزان نیاز آبی و شرایط ریخت شناسی و غیره اجازه دهد می‌توان آب را به صورت ثقلی منتقل نمود. انتخاب محل مناسب آبگیری برای موفقیت پروژه ضروری می‌باشد. باید توجه داشت که بعد از اجراء پروژه مشکلات ایجاد شده در اثر انتخاب نامناسب محل به سختی قابل اصلاح می‌باشد. استفاده از آبشکن می‌تواند تاثیر قابل توجهی بر دبی ورودی آبگیر ایفا کند. طراحی آبشکن‌ها خود نیاز به بررسی چندین پارامتر شامل: موقعیت، طول، جنس و ... دارد. با استفاده از یک طراحی خوب می‌توان دبی ورودی به آبگیر را افزایش داد (سازمان مدیریت منابع آب، ۱۳۸۴) (شکل ۱).



شکل ۱: نمایی از یک آبگیر

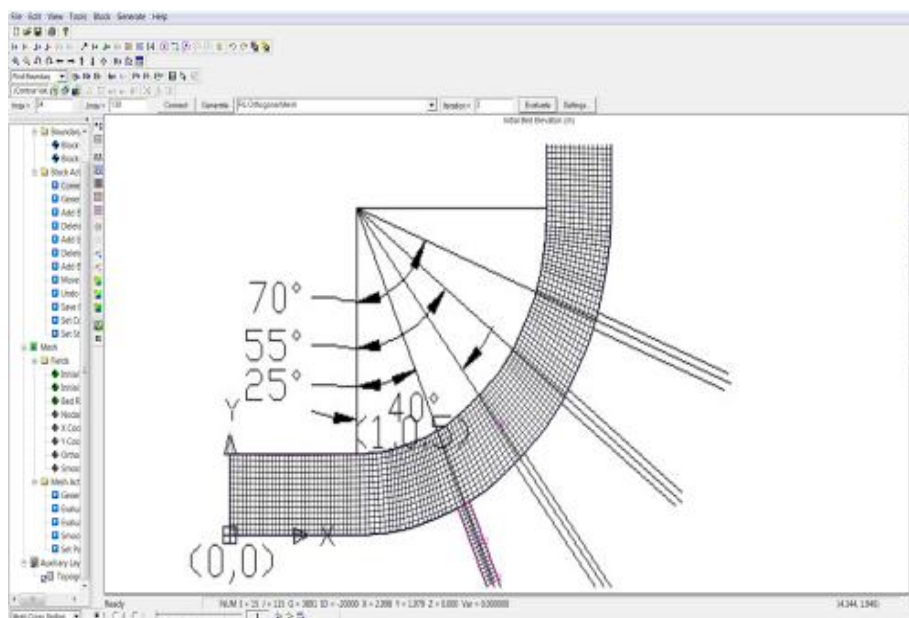
تکنیک مدل‌سازی عددی بر اساس معادلات ریاضی و قانون بقا توسعه یافته است. از این روش برای شبیه سازی مسائل جریان از قبیل سرعت جریان، پروفیل ارتفاعی سطح آب و ... استفاده می‌شود. مدل به کار گرفته شده در این تحقیق به نام CCHE2D، یک مدل جفت می‌باشد که محاسبات جریان و رسوب به طور همزمان انجام می‌دهد. همچنین Mesh به کار

گرفته شده در آن از نوع ساخت یافته بوده و حل معادلات با روش تفاضل محدود به صورت ضمنی انجام می‌پذیرد. این مدل در سال ۲۰۰۷ توسط یاکزین ژانگ از موسسه‌ی مرکز ملی دانش هیدرولیک محاسباتی و مهندسی زیر نظارت دانشکده‌ی فنی مهندسی دانشگاه می‌سی‌سی‌پی آمریکا نوشته شده است. اسماعیل نژاد (۱۳۸۱) با ساختن یک میکرومدل، هیدرولیک جریان ورودی به آبیگرهای سد انحرافی حمیدیه را مورد مطالعه قرار داد. وی جهت رفع مشکل رسوب گذاری در آبیگرهای چمران و آزادگان، تغییر موقعیت آبیگر چمران، کاهش عرض و افزایش تراز کف آبیگر آزادگان بصورت توأم، را مناسب ترین گزینه معرفی کرد. تائبی و همکاران (۱۳۸۸) نیز شبیه سازی عددی جریان را در قوس ۹۰ درجه با استفاده از مدل CCHE2D مورد تحلیل قرار دادند. نتایج نشان داد محدوده سرعت های زیاد در ابتدای خم تا زاویه ۵۰ درجه قوس در قسمت دیواره داخلی فلوم می‌باشد و از ۵۰ درجه به بعد به طرف میانه فلوم و در انتهای فلوم به سمت دیواره خارجی منحرف می‌شود. روغنیان (۱۳۸۹) خصوصیات هیدرولیکی جریان در رودخانه کارون را با استفاده از مدل CCHE2D بررسی نمود و دریافت که در قوس خارجی سرعت و تنش برشی به نسبت دیگر قسمت‌ها (قوس داخلی) بیشتر است. کمان بدست و بهشتی (۱۳۹۰) با استفاده از نرم افزار CCHE2D اقدام به شبیه سازی بررسی خصوصیات هیدرولیکی جریان در رودخانه کارون بازه ملاثانی - اهواز کردند. در این تحقیق منحنی دبی- اشل ایستگاه هیدرومتری اهواز به عنوان شرط مرزی پائین دست و هیدروگراف جریان ایستگاه ملاثانی با دوره بازگشت ۲، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ ساله به عنوان سیلاب طراحی شرط مرزی بالادست استفاده و اجرای مدل به صورت غیر ماندگار حداکثر رقوم آب به دست آمد. برای نمونه مقادیر رقوم سطح آب، برآیند سرعت، دبی در واحد عرض، برآیند تنش برشی و عدد فرود برای سیلاب ۲۵ ساله برابر ۱۶/۱۲ متر، ۱/۳۷۴ متر بر ثانیه، ۷/۸۱ متر مربع بر ثانیه، ۲۱/۵۸ نیوتن بر مجذور ثانیه و ۰/۲۰۱ برآورده شده است. نیکنام (۱۳۹۱) روند رسوب گذاری در مخزن سد دز را با استفاده از نرم افزار CCHE2D شبیه سازی نمود و نشان داد که عمده ذرات درشت دانه در بالادست و ذرات ریز دانه در پایین دست رسوب می‌کند. عمده رسوبات بدلیل عمق زیاد مخزن و سرعت کم جریان در بالادست ترسیب می‌شوند. منادی زاده (۱۳۹۲) به بررسی آزمایشگاهی تأثیر آبشکن بر الگوی جریان در آستانه آبیگر کشت و صنعت دهخدا با استفاده از میکرومدل پرداخت. برای این منظور در آزمایشگاه میکرومدلی از محدوده مورد مطالعه ساخته شد و آزمایشات لازم بر روی آن انجام گرفت نتایج حاصله نشان میدهد که چنانچه آبشکن در فاصله ای به اندازه عرض رودخانه در دهانه آبیگر به فاصله ۸۲ متری از مرکز آبیگر در بالادست آن احداث شود آبشکن بیشترین تاثیر را بردی ورودی به آبیگر خواهد داشت و باعث افزایش ۳۵ درصدی حجم آب ورودی به آبیگر می شود. Brain و همکاران (۱۹۹۹) به بررسی راه کارهای افزایش کارایی صفحات مستغرق پرداختند. آزمایشات انجام شده توسط ایشان نشان داد که شدت رسوبات ورودی بستر به داخل آبیگر پس از نصب صفحات مستغرق زمانی می‌تواند ناچیز باشد که

نسبت دبی در واحد عرض آبگیر به دبی در واحد عرض کانال اصلی، کمتر از حدود $0/2$ باشد. Johnson و همکاران (۲۰۰۱) برای صفحات مستغرق زاویه $30 - 25$ درجه را برای تولید بیشترین جریان ثانویه توصیه کرده‌اند.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه آبگیر ساخته شده در دانشگاه شهیدچمران اهواز شبیه‌سازی شد. کانال اصلی متشکل از یک کانال به طول ۳ متر و یک قوس به شعاع بیرونی ۲ متر و عرض $0/5$ متر می‌باشد که به وسیله یک لوله به قطر ۲۰۰ میلی لیتر به سیستم تغذیه آب آزمایشگاه هیدرولیک متصل شده است. با توجه به آزمایشات مشابه انجام گرفته از اطلاعات هیدرولیک آن‌ها استفاده شده است، برای موقعیت‌های دیگر به کمک نرم افزار اقدام شد (شکل ۲).



شکل ۲: شماتیک مدل ریاضی

همانگونه که اشاره شد، مدل مورد استفاده در این تحقیق CCHE2D است که در سال ۱۹۹۷ در مرکز بین المللی محاسبات علوم مهندسی آب^۱ توسط وانگ، سام و جیا تحت نظر دانشگاه می‌سی‌سی‌پی آمریکا تهیه شد. این مدل یک مدل دو بعدی متوسط عمقی می‌باشد که شرایط جریان در این مدل به صورت غیرماندگار است و می‌تواند در این حالت جریان آب و رسوب را بر اساس روش المان محدود شبیه‌سازی کند. شبیه‌سازی جریان آب بر اساس حل معادلات متوسط عمقی ناویر-استوکس می‌باشد. تنش برشی متلاطم با استفاده از تخمین بوزینسک محاسبه می‌گردد و برای محاسبه لزجت گردآب‌های متلاطم از سه مدل توربولانت مختلف می‌توان استفاده نمود. مجموعه معادلات حاصله به صورت ضمنی با

¹ National Center for Computational Hydro science and Engineering (NCCHE)

استفاده از روش حجم کنترل و عناصر موثر حل می‌شوند. استفاده از این روش نوسان‌های عددی را از بین برده و حل پایداری ارائه می‌نماید. شبیه‌سازی جریان رسوب (چسبنده و غیر چسبنده) با استفاده از مدل‌های انتقال غیر تعادلی انجام می‌گیرد. از سه روش مختلف انتقال برای شبیه‌سازی بار بستر، بار معلق و بار کل استفاده می‌گردد. معادلاتی که در این قسمت به کار برده می‌شوند عبارتند از معادلات انتقال بار بستر، بار معلق و معادله تغییرات تراز بستر. این معادلات به روش المان موثر^۲ یا تفاضل‌های نمایی حل می‌شوند (کمانبدست، ۱۳۸۹).

روابط اصلی مدل‌سازی

دو رابطه اصلی مدل‌سازی به صورت (رابطه ۱) و (رابطه ۲) می‌باشد.

$$\frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad \text{رابطه ۱:}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial Z}{\partial x} + \frac{1}{h} \left[\frac{\partial(h\tau_{xx})}{\partial x} + \frac{\partial(h\tau_{xy})}{\partial y} \right] - \frac{\tau_{bx}}{\rho h} + f_{cor}v$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial Z}{\partial y} + \frac{1}{h} \left[\frac{\partial(h\tau_{yx})}{\partial x} + \frac{\partial(h\tau_{yy})}{\partial y} \right] - \frac{\tau_{by}}{\rho h} + f_{cor}u \quad \text{رابطه ۲:}$$

که در آن‌ها، u مولفه سرعت در راستای X ؛ v مولفه سرعت در راستای y ؛ g شتاب ثقل؛ Z ارتفاع سطح آب؛ ρ دانسیته آب؛ h عمق سطح آب در نقطه مورد نظر؛ f_{cor} اثر کوریولیس (اثر پیچشی)؛ τ_{xx} ، τ_{xy} ، τ_{yx} و τ_{yy} مولفه‌های تنش برشی رینولدز؛ τ_{bx} و τ_{by} مولفه‌های تنش برشی در سطح بستر هستند. نتایج به دست آمده در بر دارنده‌ی نتایج جریان، به دو شکل گرافیکی و جدول می‌باشد. نتایج گرافیکی شامل نمای پلان حوزه و چگونگی توزیع پارامترهای هیدرولیکی مورد نظر مانند سرعت، و تنش برشی در مدل محاسباتی می‌باشد (کمانبدست، ۱۳۸۹).

داده‌های جریان

داده‌های جریان شامل شرایط اولیه‌ی جریان، شرایط مرزی و پارامترهای جریان در مدل CCHE2D می‌باشند. داده‌های شرایط اولیه جریان شامل رقوم بستر اولیه، تراز سطح آب اولیه و زبری اولیه بستر می‌باشد. رقوم اولیه بستر همچنان که پیش‌تر گفته شد از طریق درون یابی Mesh بر اساس توپوگرافی اولیه فلووم و آبگیر تعریف شده است. همچنین تراز اولیه‌ی سطح آب متناسب با اشل اندازه‌گیری شده در محل آبگیر تعیین شده است. تمام آزمایشات با دبی ۲۵ لیتر بر ثانیه برای ورودی فلووم، و ارتفاع سطح آب ۱۱ سانتی متر در آبگیر انجام شد (دبی انحرافی آبگیر: ۳/۴۵ لیتر بر ثانیه و آزمایشات کالیبراسون بر روی آبگیر با زاویه انحراف ۹۰ درجه انجام شد).

^۲ Efficient Element

داده‌های رسوب

به طور مشابه داده‌های رسوب شامل شرایط اولیه‌ی رسوب، شرایط مرزی و پارامترهای رسوب در مدل CCHE2D می‌باشند. شرایط اولیه رسوب عبارتند از قابلیت فرسایش پذیری بستر، بیشینه‌ی ضخامت فرسایش و نهشت، نمونه‌ها و ضخامت لایه‌های رسوبات کف بستر. شرایط مرزی رسوب شامل دبی رسوب معلق، دبی رسوب بستر و درصد کلاس‌های اندازه‌ی قرار گرفته در هر یک می‌باشد. بنابر این برای تعریف شرایط اولیه و مرزی رسوب ابتدا باید کلاس بندی اندازه‌ی دانه‌ها را برای مدل تعریف نمود (جدول ۱).

جدول ۱: کلاس‌بندی و درصد اندازه‌ی ذرات رسوب

شماره کلاس	۱	۲	۳
اندازه قطر (m)	۰/۰۰۰۱۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۴
درصد کلاس ذرات	۳۹	۴۵	۱۶

دبی رسوب برای دبی ۲۵ لیتر بر ثانیه به ترتیب برابر با ۱۱/۶ گرم بر ثانیه می‌باشد.

کالیبره کردن

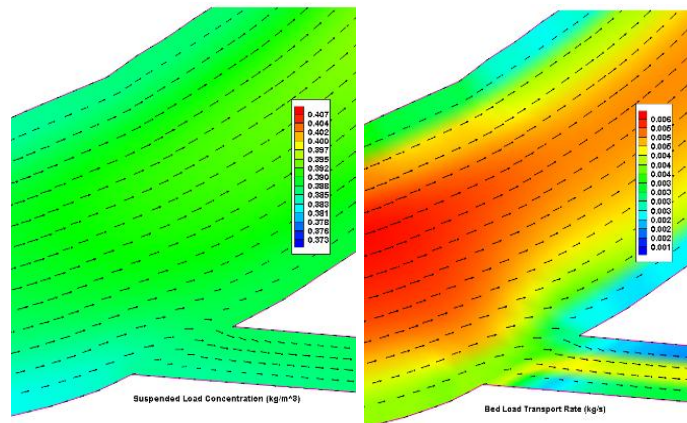
با توجه به نتایج آزمایشات حساسیت سنجی، دو پارامتر زیر برای کالیبره کردن مدل (کالیبراسیون) استفاده می‌شود. برای کالیبره کردن مدل، آزمایش‌ها با استفاده از داده‌های مشاهده‌ای و در حالت‌های مختلف ضریب زبری و مدل‌های آشفتگی انجام شد. جزئیات آزمایش‌ها به شرح زیر است. مقادیر ضریب زبری مانینگ (n): ۰/۰۲، ۰/۰۲۵، ۰/۰۳، ۰/۰۳۵ و ۰/۰۴. مدل‌های مهم و معمول آشفتگی که در این نرم افزار استفاده می‌شود: Parabolic Eddy Viscosity، K-Epsilon Model، Model Mixing Length Model، ضریب مدل آشفتگی تنها زمانی باید وارد شود که مدل Parabolic Eddy Viscosity یا Mixing Length انتخاب شده باشند.

نتایج و بحث

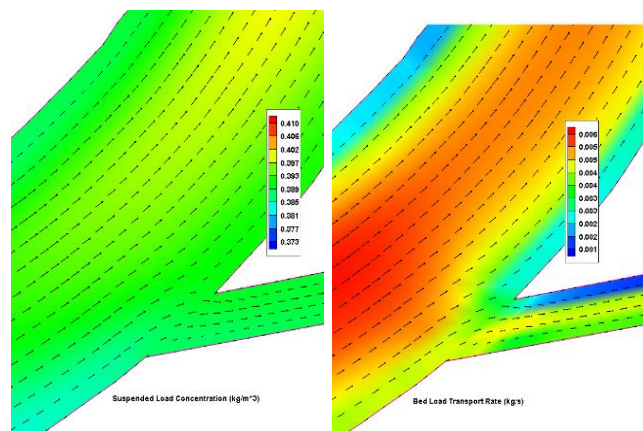
نتایج به دست آمده برای سناریوهای مختلف در بر دارنده‌ی نتایج رسوب، به دو شکل گرافیکی و جدول می‌باشد. نتایج گرافیکی شامل نمای پلان آبگیر و چگونگی توزیع پارامترهای هیدرولیکی مورد نظر مانند تمرکز غلظت بار معلق و کف در مدل محاسبه‌ای می‌باشد.

نتایج گرافیکی آزمایش‌های اصلی

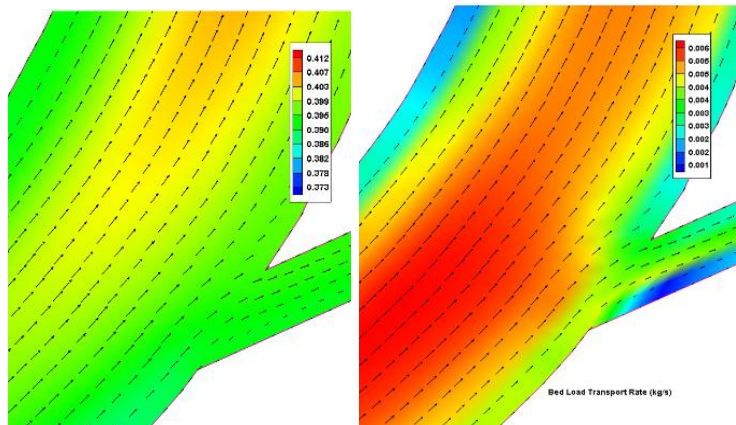
این نتایج شامل دبی در واحد سطح و جهت و اندازه سرعت که در ۴ موقعیت و ۵ زاویه جمعا ۲۰ سناریو آمده است. (شکل ۱) تا (شکل ۴) تمرکز غلظت بار معلق و کف در آبگیر با زاویه ثابت و (شکل ۵) تا (شکل ۹) در موقعیت ثابت را نشان می‌دهند.



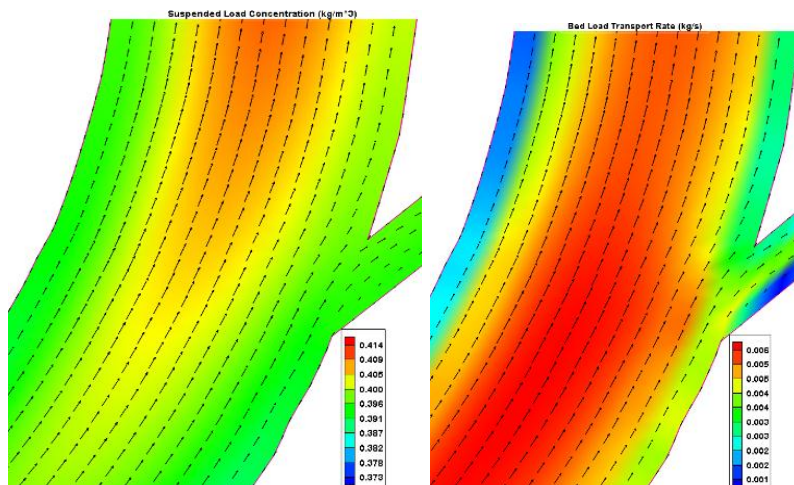
شکل ۱: تمرکز غلظت بار معلق و کف در آبگیر با زاویه ۳۰ درجه و موقعیت ۲۵ درجه



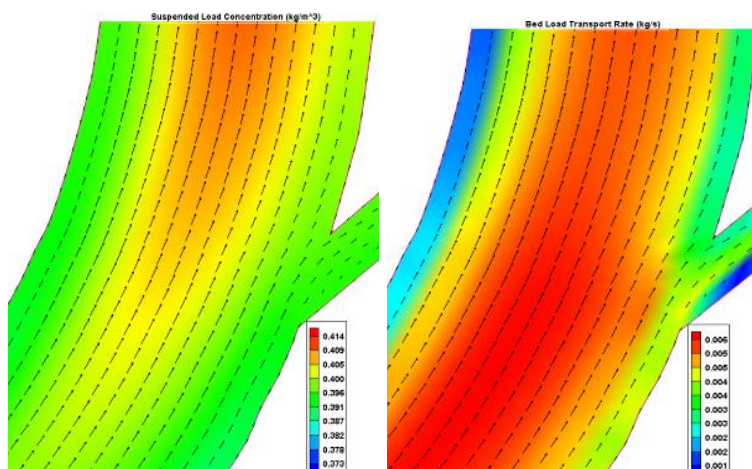
شکل ۲: تمرکز غلظت بار معلق و کف در آبگیر با زاویه ۳۰ درجه و موقعیت ۴۰ درجه



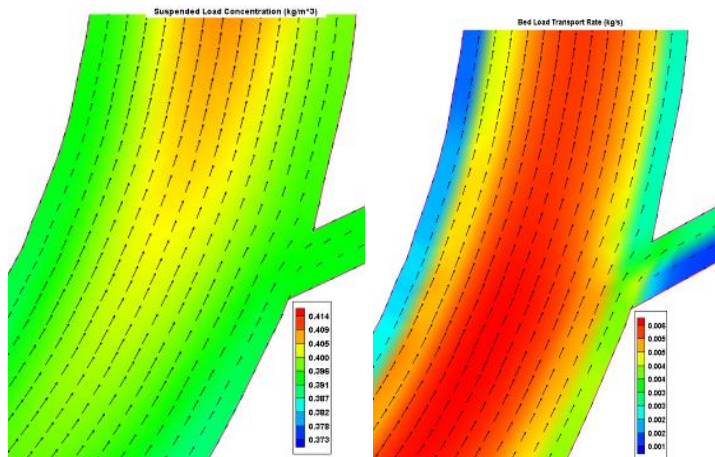
شکل ۳: تمرکز غلظت بار معلق و کف در آبگیر با زاویه ۳۰ درجه و موقعیت ۵۵ درجه



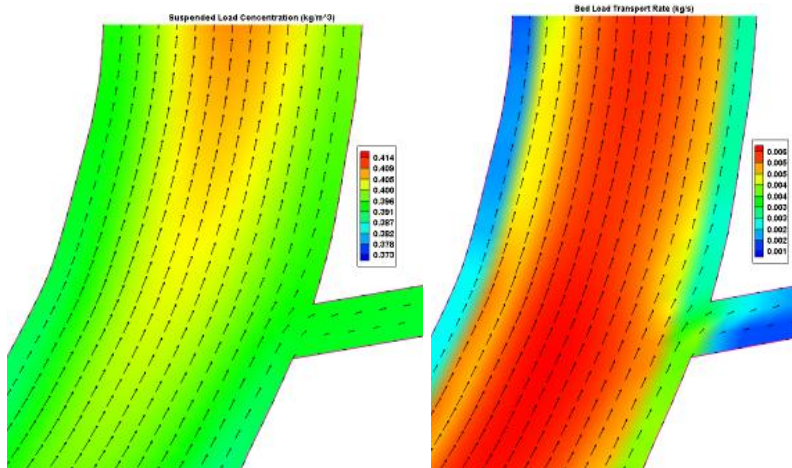
شکل ۴: تمرکز غلظت بار معلق و کف در آبگیر با زاویه ۳۰ درجه و موقعیت ۷۰ درجه



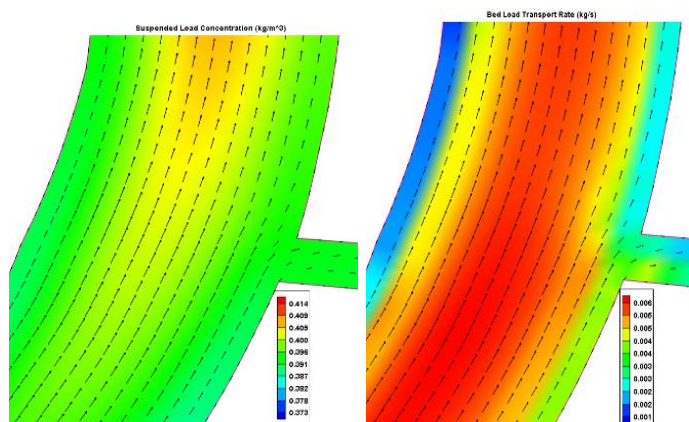
شکل ۵: تمرکز غلظت بار معلق و کف در آبگیر در موقعیت ۷۰ درجه با زاویه ۳۰ درجه



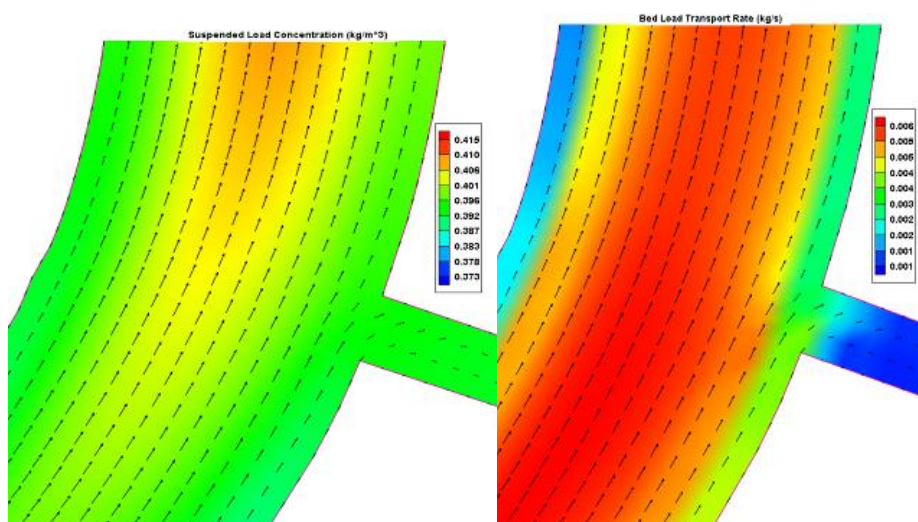
شکل ۶: تمرکز غلظت بار معلق و کف در آبگیر درموقعیت ۷۰ درجه با زاویه ۴۵ درجه



شکل ۷: تمرکز غلظت بار معلق و کف در آبگیر درموقعیت ۷۰ درجه با زاویه ۶۰ درجه



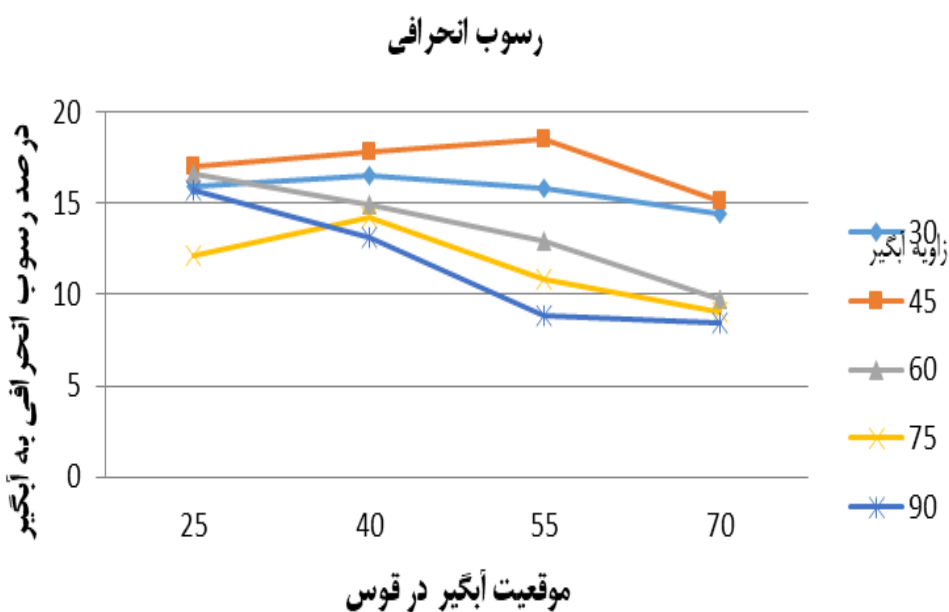
شکل ۸: تمرکز غلظت بار معلق و کف در آبگیر درموقعیت ۷۰ درجه با زاویه ۷۵ درجه



شکل ۹: تمرکز غلظت بار معلق و کف در آبگیر در موقعیت ۷۰ درجه با زاویه ۹۰ درجه

نتایج عددی

این نتایج در واقع تمرکز غلظت بار معلق و تمرکز غلظت بار کف آبگیر با ۵ زاویه مختلف ۳۰، ۴۵، ۷۵، ۹۰ درجه و در ۴ موقعیت ۲۵، ۴۰، ۵۵ و ۷۰ از ابتدای قوس می باشند. دبی (L/S) ۲۵ در تمام سناریوها ثابت می باشد. در این دبی عدد فرود ۰/۴۳ می باشد. خلاصه نتایج آزمایشات انجام شده به صورت عددی در (جدول ۲) و (شکل ۱۰) آمده است.



شکل ۱۰: نمودار نتایج رسوب انحرافی به آبگیر در زاویه و موقعیت های مختلف

جدول ۲: نتایج آزمایشات مدل در زاویه و موقعیت های مختلف

نام آزمایش	زاویه آبگیر	موقعیت آبگیر در قوس	رسوب ورودی (gr/s)	رسوب انحرافی به آبگیر (gr/s)	درصد رسوب انحرافی به آبگیر
سناریو ۱		۲۵		۱/۸۴	۱۵/۹
سناریو ۲		۴۰		۱/۹۱	۱۶/۵
سناریو ۳	۳۰	۵۵		۱/۸۳	۱۵/۸
سناریو ۴		۷۰		۱/۶۷	۱۴/۴
سناریو ۵		۲۵		۱/۶۲	۱۴
سناریو ۶		۴۰		۲/۰۶	۱۷/۸
سناریو ۷	۴۵	۵۵		۲/۱۵	۱۸/۵
سناریو ۸		۷۰		۱/۴	۱۲/۱
سناریو ۹		۲۵		۱/۹۳	۱۶/۶
سناریو ۱۰		۴۰		۱/۳۸	۱۴/۹
سناریو ۱۱	۶۰	۵۵		۱/۵	۱۲/۹
سناریو ۱۲		۷۰		۱/۱۳	۹/۷
سناریو ۱۳		۲۵		۱/۴	۱۲/۱
سناریو ۱۴		۴۰		۱/۶۵	۱۴/۲
سناریو ۱۵	۷۵	۵۵	۱۱/۶	۱/۲۵	۱۰/۸
سناریو ۱۶		۷۰		۱/۰۴	۹
سناریو ۱۷		۲۵		۱/۸۲	۱۵/۷
سناریو ۱۸		۴۰		۱/۵۲	۱۳/۱
سناریو ۱۹	۹۰	۵۵		۱/۰۲	۸/۸
سناریو ۲۰		۷۰		۰/۹۷	۸/۴

در جدول و شکل بالا، درصد رسوبات انحرافی در آبگیر با هر زاویه و موقعیت بصورت درصد بیان شده است و مقادیر حداقل و حداکثر نیز مشخص شده است. در یک نگاه کلی می توان گفت با افزایش موقعیت از ابتدای قوس، میزان رسوب انحرافی به آبگیر روند کاهشی را دارد، که می توان گفت با نزدیک شدن جریان در کانال اصلی به سمت آبگیر خطوط جریان تحت تاثیر آن قرار گرفته و به تدریج به سمت کانال انحرافی منحرف می شوند. تاثیر این انحراف در ادامه قوس با کاهش خطوط جریان به سمت آبگیر خواهد بود که منجر به کاهش نسبی دبی می شود. همچنین با افزایش درجه زاویه

آبگیر نیز می‌توان گفت در این حالت چرخش خطوط جریان افزایش یافته و درصد رسوب انحرافی به آبگیر کاهش می‌یابد هر چند که در بعضی زاویه‌ها مانند ۳۰ درجه تراکم و هجوم زیاد خطوط باعث کاهش جریان ورودی می‌شود.

نتیجه‌گیری

با بررسی نتایج مشخص شد رسوبات انحرافی در آبگیر با زاویه ۳۰ درجه و موقعیت ۲۵ درجه با ۱۶/۵ درصد بیشترین رسوب انحرافی به آبگیر می‌باشد. همچنین آبگیر باهمین زاویه و موقعیت ۷۰ درجه با ۱۴/۴ درصد، کمترین رسوب انحرافی به آبگیر را دارد. مشابه قبل مشاهده می‌شود که درصد رسوبات انحرافی در آبگیر با زاویه ۴۵ درجه و موقعیت ۵۵ درجه با ۱۸/۵ درصد بیشترین رسوب انحرافی به آبگیر می‌باشد. همچنین آبگیر با موقعیت ۷۰ درجه با ۱۲/۱ درصد، کمترین رسوب انحرافی به آبگیر را دارد. در حالت زاویه ۷۰ نیز درصد رسوبات انحرافی در آبگیر با موقعیت ۲۵ درجه با ۱۶/۶ درصد بیشترین رسوب انحرافی به آبگیر می‌باشد. همچنین آبگیر با موقعیت ۷۰ درجه با ۹/۷ درصد، کمترین رسوب انحرافی به آبگیر را دارد. در زاویه ۷۵ درجه، رسوبات انحرافی در آبگیر نیز با موقعیت ۴۰ درجه با ۱۴/۲ درصد بیشترین رسوب انحرافی به آبگیر می‌باشد. همچنین آبگیر با موقعیت ۷۰ درجه با ۹ درصد، کمترین رسوب انحرافی به آبگیر را دارد. رسوبات انحرافی در آبگیر با زاویه ۹۰ و موقعیت ۲۵ درجه با ۱۵/۷ درصد بیشترین رسوب انحرافی به آبگیر می‌باشد. همچنین آبگیر با موقعیت ۷۰ درجه با ۸/۴ درصد، کمترین رسوب انحرافی به آبگیر را دارد. در تمام حالات با افزایش درجه موقعیت آبگیر کاهش درصد رسوب انحرافی به آبگیر را می‌توان مشاهده کرد. نتایج اخذ شده از شبیه‌سازی نشان می‌دهد که وجود قوس قبل از آبگیر بر روی جریان رودخانه و نحوه‌ی آبیگری تأثیر بسزایی داشته و باعث می‌شود که آب به سمت آبگیر منحرف شده. همچنین نتایج مشخص نمود انتخاب بهترین موقعیت آبگیر تأثیر بسزایی در کاهش رسوب ورودی به آبگیر شده که به خوبی می‌توان مشاهده کرد. آبگیر با موقعیت ۷۰ و زاویه ۹۰ درجه در قوس کمترین رسوب انحرافی به آبگیر را دارا است.

منابع

- اسماعیل نژاد، م. (۱۳۸۱). بررسی آزمایشگاهی هیدرولیک جریان ورودی به آبگیرهای سد انحرافی حمیدیه با استفاده از میکرومدل، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی تأسیسات آبیاری، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- تائبی، ح.، شفاعی بجستان، م. و کاهه، م. (۱۳۸۱). شبیه‌سازی عددی جریان در قوس ۹۰ درجه با استفاده از مدل CCHE2D، هشتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران.
- روغنیان، س. (۱۳۸۹). بررسی خصوصیات هیدرولیکی جریان در رودخانه کارون با استفاده از مدل CCHE2D، پایان‌نامه کارشناسی ارشد - دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات خوزستان.

سازمان مدیریت منابع آب ایران. (۱۳۸۴). راهنمای روشهای رسوبگیری در آبگیرها، نشریه شماره ۱۴۴-ن سازمان

مدیریت و برنامه ریزی کشور معاونت امور فنی.

کمان بدست، ا و بهشتی، ع. (۱۳۹۰). تحلیل عددی پارامترهای هیدرولیکی در رودخانه ها، اولین کنفرانس بین المللی و

سومین کنفرانس ملی سد و نیروگاه های برق آبی.

کمان بدست، الف، (۱۳۸۹). کتاب راهنمای نرم افزار CCHE2D انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.

منادی زاده، م. (۱۳۹۲). بررسی آزمایشگاهی هیدرولیک جریان در آستانه آبگیر کشت و صنعت دهخدا با استفاده از

میکرو مدل، پایاننامه کارشناسی ارشد - دانشگاه آزاد شوشتر.

نیکنام، ع. (۱۳۹۱). شبیه سازی الگوی رسوب گذاری در مخزن سد دز با استفاده از نرم افزار CCHE2D، سومین

کنفرانس مدیریت منابع آب ایران- ساری.

Brian, D., Barkdoll, R. and Joob Odgaard, A. (1999). Sediment Control At Lateral Diversion:

Limits and Enhacements To Vane Use. Journal of Hydraulic Engineering, 122, 7, pp: 862-870.

Johnson, P.A., Hey, R.D., Tessier, M. and Rosgen, D. L. (2001). Use Of Vanes For Control Of

Scour At Vertical Wall Abutments. Journal Of Hydraulic Engineering, 127, 9, , pp: 772-778.