شبیه‌سازی خصوصیات هیدرولیکی زهکش‌های زیرزمینی با استفاده از مدل CFD

علی‌اصغر میرزایی[۱]، امیرحسین ناظمی[۲]، سید علی اشرف صدرالدینی[۳]

تاریخ دریافت : ۹۰/۰۵/۱۰
تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۸/۲۳

مقاله برگرفته ازطرح پژوهشی

چکیده

زهکش‌ها مهمترین قسمت آبیاری محسوب می‌شود که برای طراحی و ساخت زهکش‌هایی با کارایی بالا و جلوگیری از ماندابی شدن زمین لازم است که اطلاعات کاملی از چگونگی مکانیسم جریان درون لوله‌های زهکش داشته باشد. به دلیل پیچیده بودن هندسه مجاری لوله زهکش، استفاده از دینامیک سیالات برای مطالعه خصوصیات هیدرولیکی جریان درون لوله‌های زهکش، بسیار مناسب می‌باشد. در این تحقیق، با استفاده از مدل عددی CFD و کامپیوتری FLUENT، رفتار جریان داخل لوله زهکش زیرزمینی را تعیین نحوه توزیع سرعت و فشار و همچنین پروفیل سطح آب در لوله‌های زهکش و نیز گرادیان هیدرولیکی برای مقطع طولی نیم متر پایین‌تر از کف لوله زهکش را به منظور طراحی هیدرولیکی زهکش‌ها شبیه‌سازی شد. بدین منظور، از مدل فیزیکی زهکش زیرزمینی که در آزمایشگاه گروه مهندسی آب دانشگاه تبریز ساخته شده، استفاده شد و سپس جریان درون لوله زهکش توسط مدل CFD شبیه‌سازی شدند و با ترسیم خطوط جریان توسط FLUENT نقاطی که افت زیادی دارند مشخص شدند بردارهای خطوط جریان در outlet و intel لوله زهکش و همچنین پروفیل سطح آب و گرادیان هیدرولیکی در مقطع طولی زهکش برای دبی ۶۹/۶۷ لیتر بر ثانیه شبیه‌سازی شدند.نتایج دست آمده از شبیه‌سازی مطابقت بسیار خوبی با نتایج آزمایشگاهی دارد و بیانگر این موضوع است که مدل CFD می‌تواند ابزار بسیار مناسبی برای شناخت هیدرولیک جریان درون زهکش‌های زیرزمینی و کمک به طراحی آن باشد.

واژه‌های کلیدی: توریع سرعت، زهکش زیرزمینی، مدل CFD ، FLUENT، outlet، intel

Archive of SID

[۱]- دانشجوی دکترای آبیاری و زهکشی دانشگاه تبریز
[۲]- استاد گروه مهندسی آب دانشگاه تبریز
[۳]- دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه تبریز

www.SID.ir

مقدمه

در طی دهه‌های گذشته زهکشی اراضی به عنوان یک تکنیک موثر برای کنترل آب ماندگی، شوری و احیای اراضی کشاورزی توسعه یافته است .زهکشی بخش مهمی از مدیریت آب و عنصری مؤثر در سیستم تولید محصولات کشاورزی می‌باشد اغلب سیستم‌های کشاورزی که بیشترین مقدار محصول را تولید می‌کنند در اراضی با زهکشی خوب قرار دارند. بهره‌وری اراضی کشاورزی در صورتی می‌تواند حفظ و تقویت شود که خصوصیات و وضعیت زهکشی در اراضی تحت کشت معلوم شود (علیزاده,۱۳۸۴). زهکشی بخش مهمی از مدیریت آب و آشنایی از خصوصیات زهکش عامل مهمی در بالا بردن کارایی سیستم زهکشی می‌باشد که صرف استفاده از زهکش نمی‌تواند برای این امر مفید باشد، بلکه برای نیل به این هدف لازم است زهکش‌ها علاوه بر نگهداری مناسب و ادوات و تجهیزات مناسب، به خوبی طراحی و اجرا شود. از میان روش‌های مختلف زهکشی، اعم از زهکشی روباز، زهکشی با چاه و زهکشی لوله‌ای، زهکشی لوله‌ای یا زیرزمینی بهترین راه‌حل برای اغلب نواحی جهان است که کاربرد آن در مقیاس وسیع می‌تواند به طرز مؤثری مشکلات زهدار بودن را با هزینه‌های نسبتاً معمولی و با حداقل ایجاد مشکل برای عملیات کشاورزی و زیرساخت‌ها حل کند این نوع زهکش‌ها معمولاً در اراضی نیمه خشک تحت آبیاری برای کنترل شوری و ماندابی شدن خاک نصب می‌شوند. به‌دلیل پیچیدگی حرکت آب و انتقال املاح در خاک، مدل‌های شبیه‌سازی برای تشریح عملکرد سیستم‌های مدیریت آب که ممکن است شامل زهکش زیرزمینی، سطحی و آبیاری باشند، به کار می‌روند. در حال حاضر برای ساخت زهکش‌های زیرزمینی جدید و ارزیابی آن و از طرفی دیگر مطالعه رفتار جریان در حین گذشتن از لوله زهکش به خاطر اندازه کوچک و ساختار پیچیده آن‌ها مشکل می‌باشد، مدل‌های فیزیکی می‌توانند تا حدودی مشکل مطالعه هیدرولیک جریان درون زهکش‌ها را برطرف کند (شمسایی,۱۳۸۷).

مدل‌های کامپیوتری به‌دلیل کاهش هزینه‌ها و کوتاه کردن مدت زمان دستیابی به نتایج اجرای یک سناریو بر روی یک سیستم، به‌صورت گسترده‌ای در علوم مختلف به‌کار می‌روند. از طرفی توسعه کامپیوترهای با سرعت بالا، راه را برای انجام فعالیت در زمینه دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) هموار کرده است (مهرابیان،۱۳۸۶). با پیشرفت روزافزون سخت افزاری و نرم افزاری کامپیوترها، استفاده از CFD راه حلی مطمئن و ارزان جهت شبیه‌سازی جریان‌های مختلف شده است که جریان در درون لوله‌های زهکش از جمله این جریان‌هاست. چرا که طراحی هیدرولیکی لوله زهکش یکی از کاربردهای جدید CFD است. داده‌های آزمایشگاهی و تئوری با دینامیک سیالات محاسباتی(CFD) تکمیل شده و وسیله‌ای مقرون به صرفه جهت شبیه‌سازی جریان‌های واقعی است. مدل‌های عددی مانند FLUENT به دلیل هزینه پایین، سرعت بالا و در اختیار قراردادن اطلاعات کامل می‌تواند گزینه مناسبی برای تولید و مطالعه هیدرولیک جریان زهکش‌ها باشند. چن و همکاران (۲۰۰۲) جریان برروی سرریز پلکانی را با استفاده از مدل عددی و فیزیکی شبیه‌سازی کردند. مدل آشفتگی $k-\varepsilon$ برای شبیه‌سازی جریان مورد استفاده قرار گرفت. شبکه نامنظم۴ برای مرزهای غیر منتظم به کار برده شد و مدل حجم سیال برای حل مسئله سطح آزاد به کار گرفته شد. سطح آزاد سرعت‌ها و فشار بر روی سرریز پلکانی با مدل عددی به دست آمد. سونگ و همکاران (۱۹۹۹) تاثیر شکل سازه را برروی جریان با سطح آزاد در یک لوله به‌صورت عددی بررسی کردند. برای تسریع در جواب دادن مدل از سه گام استفاده شد سطح آزاد آب به‌صورت آزاد فرض شد تا بتواند تغییر کرده و ایجاد موج نماید. معادلات حاکم برای جریان به سختی تراکم‌پذیر (مدل هیدرودینامیکی جریان تراکم‌پذیر) ، از روش صریح حجم محدود۵ حل شد نتایج مدل عددی شامل متوسط زمانی تغییرات پروفیل طولی و عرضی سطح آب و توزیع سرعت و فشار در نقاط مختلف سازه با مدل فیزیکی مقایسه شد و نتایج تطابق مناسبی را نشان دادند. ژائو و همکاران (۲۰۰۸) تقاطع در لوله فاضلاب را به‌صورت عددی و فیزیکی مدل کردند. در این تحقیق محل تقاطع به صورت ۹۰ درجه در نظر گرفته شده و برای شبیه‌سازی عددی جریان از مدل Ansys CFX که مبنای حل آن روش المان محدود می‌باشد، استفاده کردند آنها مدل آزمایشگاهی را با لوله‌ای به قطر ۰/۱۵۲ متر و محل تقاطع را با اندازه $3D\times2D$ ساختند. پالائو و سالوادور ۲۰۰۴ از دینامیک سیالات (CFD) برای

[4] Unstructured
[5] *Explicit finite volume method*

Archive of SID
www.SID.ir

شبیه‌سازی جریان در یک مجرای گردابی استفاده نمودند. وی و همکاران در تحقیقی با استفاده از مدل سه بعدی CFD توزیع فشار و سرعت داخل مجاری قطره چکان‌ها را به‌صورت گرافیکی ارائه نمودند. .سونگ و همکاران (۱۹۹۹) تاثیر هندسه سازه را بر روی جریان با سطح آزاد در یک لوله تونلی با مدل عددی بررسی کردند. صلاح‌الدین و همکاران (۲۰۰۴) از مدل سه بعدی فلوئنت برای بررسی جریان متلاطم جدا شده در اطراف پایه پل قائم استفاده کردند. هاردی و همکاران (۲۰۰۶) رفتار رودخانه با هندسه پیچیده را بوسیله مدل عددی شبیه‌سازی و به صورت سه‌بعدی ارائه کردند. در این تحقیق از تابع دیواره استاندارد و با فرض توزیع لگاریتمی سرعت برای تعیین تاثیر دیواره در پروفیل سرعت استفاده شد. مدل CFD در بررسی و شبیه‌سازی سازه‌های هیدرولیکی مورد استفاده قرار میگرفته و با توجه به تطبیق خوبی که نتایج به‌دست آمده از داده‌های آزمایشگاهی و تئوری با دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) داشته است وسیله‌ای مقرون به صرفه برای شبیه‌سازی جریان‌های واقعی است. مدل عددی مانند FLUENT به دلیل هزینه پایین، سرعت بالا و در اختیار قراردادن اطلاعات کامل می‌تواند گزینه مناسبی برای تولید و مطالعه هیدرولیک جریان زهکش‌ها باشند. هدف از این تحقیق، بررسی خصوصیات هیدرولیکی زهکش زیرزمینی و شبیه سازی جریان در لوله زهکش با استفاده از مدل کامپیوتری Fluent می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مشخصات مدل فیزیکی

کار آزمایشگاهی در این تحقیق بر روی مدل فیزیکی که در آزمایشگاه هیدرولیک گروه مهندسی آب دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تبریز ساخته شده است، انجام گرفت (شکل۱). ابعاد محفظهٔ مدل که خاک و لوله‌های زهکشی در آن قرار می‌گیرد شامل طول دو متر ، عرض یک متر و ارتفاع نیم متر می‌باشد. کف مدل به عنوان لایهٔ غیر قابل نفوذ در نظر گرفته می‌شد. جهت تعیین موقعیت سطح ایستابی در خاک از پیزومترهایی که در مدل تعبیه شده بود، استفاده گردید. که ارتفاع آب در پیزومترها نشان دهنده موقعیت سطح ایستابی است.

شکل(۱): نمایی کلی از مدل فیزیکی زهکش زیرزمینی

در قسمت فوقانی مدل، یک سیستم آبیاری جهت آبیاری و تغذیهٔ سطحی آب زیرزمینی قرار داده شده است در هر یک از دو سوی مدل سه سطح تغذیه‌ای جهت تغذیهٔ جانبی آب زیرزمینی تعبیه شده است که سطوح تغذیه به وسیلهٔ توری‌های فلزی، جهت جلوگیری از عبور خاک پوشانده شده بودند. در این تحقیق، از خاک با بافت شنی ریز که دارای هدایت هیدرولیکی نسبتاً بالایی بود، برای انجام آزمایشات استفاده گردید. برای انجام آزمایشات از لوله‌های استیل استوانه‌ای شکل، به قطر دو سانتیمتر و طول هشتاد سانتیمتر، به‌عنوان لوله‌های زهکش زیرزمینی استفاده شد. لوله‌های زهکشی به رایزرهایی به ارتفاع پنجاه سانتیمتر متصل شده بودند. ارتفاع این رایزرها قابل تنظیم بود و از این طریق عمق لوله‌های زهکش درون خاک تغییر داده می شد لوله طوری در کانال نصب می شد تا فاصله

Archive of SID

www.SID.ir

کف آن از بستر کانال مقداری ثابت با شد و شیب کف لوله مطابق با شیب طولی کف کانال باشد. برای مسدود نمودن انتهای پایین دست کانال طوری که خروج آب فقط ازلوله امکان‌پذیر باشد ازیک صفحه فیبر شیشه استفاده شد.

پارامترهای مقایسه شده بین مدل‌های عددی و فیزیکی

h بار هیدرولیکی به متر که در نتایج مقایسه مدل‌های فیزیکی و عددی پارامتر بی‌بعد h/d که در آن d عمق معادل بوده ، مورد استفاده قرار گرفته است.

V سرعت در لوله زهکش بر حسب متر برثانیه. در نتایج در نتایج مقایسه مدل‌های فیزیکی و عددی پارامتر بی‌بعد V/V_c که در آن V_c سرعت بحرانی بوده است استفاده میشود.

U_w سرعت جریان آب زلال بر حسب متر برثانیه است.

در نتایج، پارامتر بی‌بعد U_w/V_c، مورد استفاده قرار گرفته است.

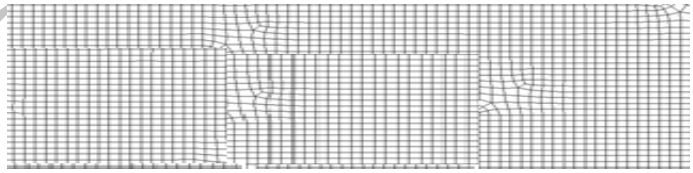
مشخصات مدل عددی

معرفی مدل فلوئنت

فلوئنت نرم‌افزاری چند منظوره برای مدل کردن جریان سیال، انتقال حرارت و واکنش‌های شیمیایی است که قابلیت آنالیز جریان‌های پیچیده را دارا می باشد. فلوئنت روش شبیه‌سازی کامپیوتری برای تحلیل و حل مسائل طراحی کاربردی بر اساس اصول اساسی دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) مانند بقای جرم، مومنتم و انرژی است و مدل سه‌بعدی CFD فلوئنت، معادلات ناویراستوکس را به طور کامل در ابعاد و اندازه‌های واقعی حل می‌کند فلوئنت، کدی از CFD برای دامنه گسترده‌ای از مدل‌سازی جریان‌ها است. قابلیت منحصر به فرد آن در حل مسائل بدون ساختار بر اساس روش حجم محدود در اجرای موازی تقریبا ایده‌آل به نظر می رسد .از مدل‌های چند فازی آن به مدل اویلر با مجموعه‌ای از معادلات سیالات برای انتشار آن‌ها یا فازها در هم می‌توان اشاره کرد. مدل حجم سیال برای سطح آزاد جریان جهت پیش‌بینی پروفیل جریان مورد نظر فراهم شده است .فلوئنت برنامه‌ای دو قسمتی است که شامل یک پیش‌پردازشگر به نام گمبیت بوده و یک برنامه اصلی به نام فلوئنت می‌باشد. گمبیت برای تعریف هندسه و ساختار شبکه مساله مورد نظر برای مدل‌سازی به کار می‌رود. اطلاعات شبکه از گمبیت به فلوئنت وارد می‌شود (سلطانی,۱۳۸۶).

شبکه‌بندی لوله زهکش

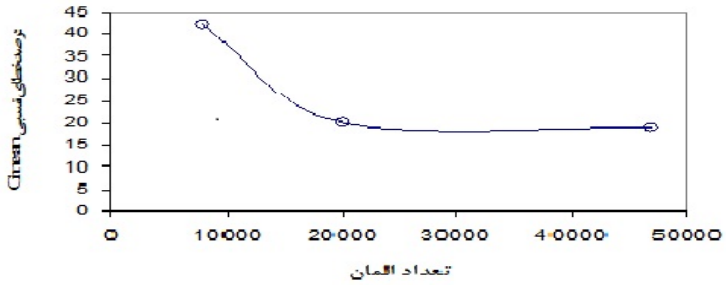
برای شبکه‌بندی مدل فیزیکی لوله زهکش جهت بررسی خصوصیات هیدرولیکی مجرای عبور آب لوله زهکش، هندسه دو بعدی لوله زهکش با توجه به ابعاد مدل فیزیکی در محیط AutoCad ترسیم و شکل ایجاد شده را با فرمت sat از این محیطexport اتوکد شد. پس از import کردن فایل آن به محیط Gambit، تغییراتی روی آن انجام شد تا محدوده هندسی مناسب مدل ایجاد شود (شکل۲).



شکل(۲): شبکه‌بندی لوله زهکش

بهترین الگوی شبکه برای مدل زهکش، الگوی ترکیبی است که برای حالت سه‌بعدی با تعداد تقریبی ۳۰۰۰۰، ۷۲۰۰۰ و ۲۲۰۰۰۰ المان و برای حالت دو بعدی تعداد ۸۰۰۰ ، ۲۰۰۰۰ و ۴۷۰۰۰ المان مورد آزمون قرار داده شد که برای حالت سه‌بعدی شبکه دارای۷۲۰۰۰ المان و حالت دوبعدی ۲۰۰۰۰ المان در نهایت به‌عنوان بهترین شبکه انتخاب گردید. نمودار روند تغییرات خطای نسبی فاصله زهکش به تعداد المان‌ها در شکل(۳) ارائه شده است

Archive of SID
www.SID.ir



شکل(۳): روند تغییرات خطای نسبی فاصله زهکش به تعداد المان

محدوده هندسی سازه به بلوک‌های زیادی تقسیم شد که تعداد این بلوک‌ها در مدل دوبعدی ۳۳ عدد بود. اطلاعات شبکه‌های استفاده شده در مدل در جدول(۱) ارائه شده است. گام زمانی بین ۰/۰۰۰۰۵ تا ۰/۰۰۲ ثانیه برای در نظر گرفته شده است.

جدول(۱): مشخصات شبکه انتخاب شده

مدل	گره ها	وجوه	سلول‌ها
دو بعدی	۲۰۷	۴۳۳	۲۰۷
سه بعدی	۷۶۰	۲۲۰۳	۷۲۰

مدل جریان چند فازی که در این تحقیق مورد آزمایش قرار گرفته‌اند که با توجه به ماهیت جریان در زهکش و تاثیر دو فاز آب و هوا برروی یکدیگر، جریان به صورت دوفازی شبیه‌سازی و فاز اولیه و ثانویه به ترتیب هوا و آب تعریف شد. مشخصات دو فاز آب و هوا از پایگاه اطلاعاتی مواد موجود در فلوئنت مطابق جدول(۲) انتخاب شد.

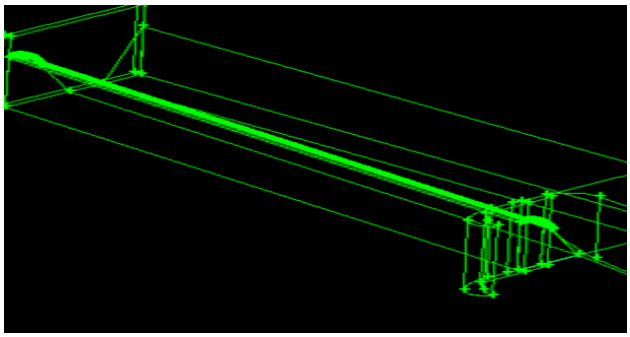
جدول(۲): مشخصات دو فاز آب و هوا مورد استفاده برای اجرای مدل فلوئنت

فاز	چگالی (کیلوگرم برمترمکعب)	لزجت (کیلوگرم.متربرثانیه)
هوا	۱/۲۲	۱/۷۸۹۴e- ۵
آب	۹۹۸/۲	۰/۰۰۱۰۰۳

برای ایجاد شبکه قابل فراخوانی توسط مدل Fluent از مدل Gambit استفاده شد. ابتدا فایل ایجاد شده توسط مدل Gambit خوانده شد و برای ایجاد شبکه مناسب تصحیحات لازم برروی آن انجام شد. شکل(۴) مدل فراخوانی شده در فضای Gambit را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل(۴): مدل فراخوانی شده سازه در فضای Gambit

در انتها نوع مرزها در محیط گمبیت مشخص شد و فضای کار به عنوان فضای سیال تعریف شد تا در مراحل بعد مشخصات دقیق تر آن در فلوئنت تعریف شود.

شرایط مرزی

در شرط مرزی ورودی لوله زهکش، دو پارامتر سطح آزاد آب و سطح لوله باید به مدل داده شوند. پارامتر سطح آزاد آب از رابطه زیر بدست می‌آید که در آن، $\vec{a}$ محل هر نقطه روی سطح آزاد آب و $\hat{g}$ بردار واحد در جهت نیروی ثقل می‌باشد.

$$y_{local} = -(\vec{a}.\hat{g}) \qquad (۱)$$

پارامتر سطح لوله نیز از رابطه زیر به‌دست می‌آید که در آن، $\vec{b}$ محل هر نقطه روی کف لوله زهکش و $\hat{g}$ بردار واحد در جهت نیروی ثقل می‌باشد.

جدول(۳): مقادیر دبی و سرعت ورودی در مدل عددی

دبی در مدل اصلی (مترمکعب بر ثانیه)	دبی در مدل عددی(لیتر بر ثانیه)	سرعت ورودی در مدل عددی(متربر ثانیه)
۴۹۵	۴۸/۹۲	۰/۰۳۰۷۵۰
۷۰۵	۶۹/۶۷	۰/۰۴۳۷۹۶
۲۲۰۴	۲۱۷/۸۰	۰/۱۳۶۹۱۶

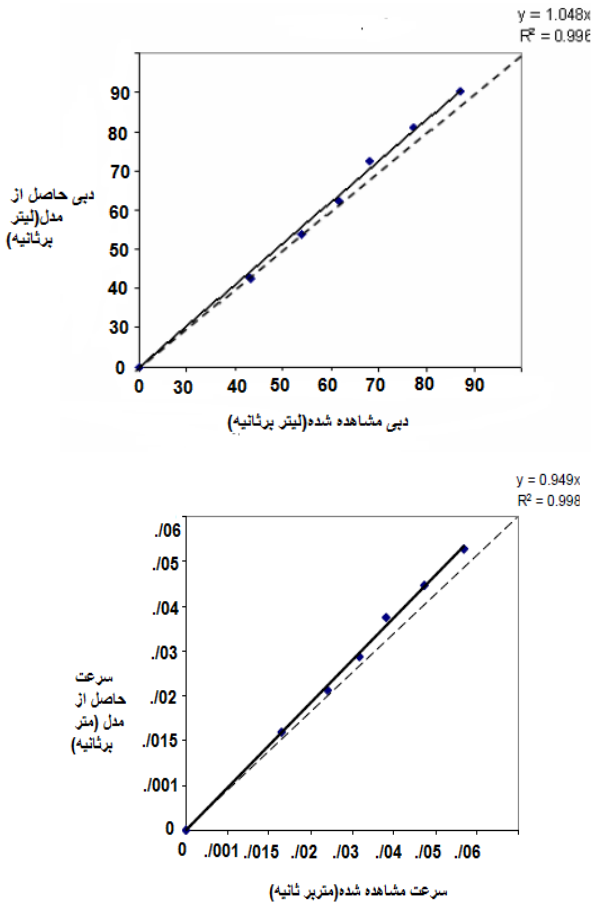
$$y_{local} = -(\vec{b}.\hat{g}) \qquad (۲)$$

شرط مرزی دیواره برای کف، جدار و سقف لوله زهکش و شرط مرزی فشارخروجی صفر برای خروجی در نظر گرفته شد. برای شرط مرزی دیواره لوله زهکش از آنجا که دیواره آن از جنس استیل ساخته شده، مقدار ارتفاع زبری مطلق ۰/۰۰۰۰۱ متر و ارتفاع زبری مطلق برای شرط مرزی دیواره در کف لوله و ارتفاع زبری مطلق برای شرط مرزی دیواره در سقف لوله زهکش صفر منظور گردید. برای تعریف شرایط مرزی ورودی آب، دبی ورودی به مدل معادل دبی ورودی به مدل فیزیکی که تحت مقیاس ۱:۴۰ ساخته شده، تعیین گردید و سرعت ورودی با توجه به اندازه هندسی شرایط مرزی ورودی به مدل داده شد. مقادیر دبی در مدل عددی با توجه به مقیاس ساخت آن و سرعت ورودی در مدل عددی در جدول(۳) آورده شده است.

شکل(۵ مقایسه نتایج مقادیر سرعت و دبی مشاهده شده در قسمت های مختلف طول زهکش که توسط مولینه اندازه گیری شده است و محاسبه شده توسط مدل را نشان می دهد که مدل مقدار دبی وسرعت را کمتر براورد می کند به طور کلی می توان گفت با توجه به R^2 مدل که توسط نرم افزار FLUENT حل شده است مدل با دقت خوبی قادر به پیش بینی جریان و سرعت داخل لوله زهکش موردمطالعه می باشند.

Archive of SID

www.SID.ir



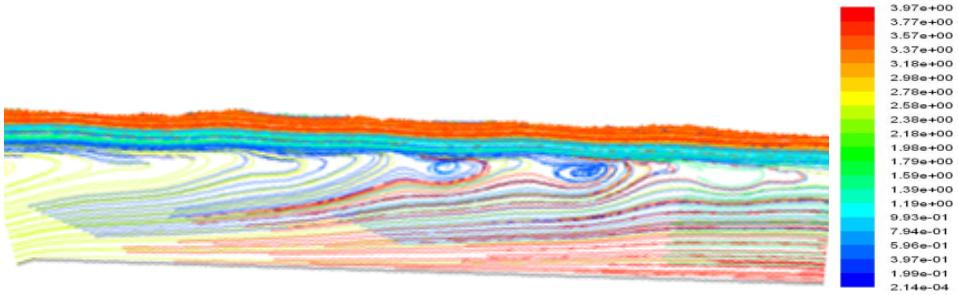
شکل(۵): مقایسه دبی و سرعت مشاهده شده در طول زهکش وحاصل از مدل

در بدو ورود شبکه به فلوئنت، شبکه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. باید دقت نمود که حجم حداقل در این مرحله عددی مثبت گزارش شود. سپس مقیاس‌ها در مدل مورد نظر باید مشخص شود که در این مدل مقیاس‌ها بر حسب متر تعیین شد. در مرحله بعد، ماندگار و غیرماندگار بودن جریان تعیین می‌شود که برای مدل مورد نظر در این تحقیق، حالت غیر ماندگار در لوله زهکش انتخاب می‌شود که پس از اجرای مدل با توجه به شرایط مرزی و اولیه، پس از مدتی جریان به حالت ماندگار می‌رسد.

نتایج وبحث

برای شبیه سازی جریان در لوله زهکش و بررسی مشخصه های هیدرولیکی از مدل دینامیکی CFD وکامپیوتری FLUENT استفاده کردیم که با استفاده از این مدل خصوصیات هیدرولیکی جریان درلوله زهکش در مدل فیزیکی ساخته شده در آزمایشگاه شبیه سازی شد. شکل ۶ خطوط جریان، برای مدل زهکش استخراج شده است همان طور که در این شکل دیده می‌شود، خطوط نزدیک کناره های لوله زهکش به صورت چرخشی است و در سطح آب، تداخل و تاثیر شدید دو فاز آب وهوا مشاهده می‌گردد.. گردابه ها تلفات انرژی جنبشی را افزایش می دهند و باعث اتلاف انرژی میگردند.خطوط جریان در انتها تقریبا به صورت موازی شده است که حاکی از آرام بودن جریان در انتها است در حالی که در ورودجریان به علت افت زیاد جریان اشفته است اما بعداز مدتی خطوط جریان تقزیبا موازی شده و جریان آرام میشود.

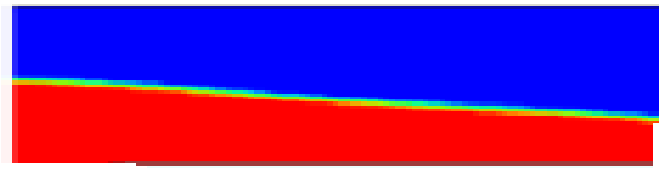
Archive of SID
www.SID.ir



شکل (۶): مدل سازی خطوط جریان درلوله زهکش

پروفیل سطح آب

سطح آب در زهکش باید طوری باشد که همواره مقداری ارتفاع آزاد وجود داشته باشد و این سطح آب همیشه ثابت نیست.با راه اندازی پمپ ، آب ازمخزن بالادست وارد کانال شده و فقط ازطریق لوله های زهکش تعبیه شده از انتهای باز پایین دست خارج می شد. با تنظیم دبی۶۹/۶۷ لیتر بر ثانیه ، وبعد از حصول اطمینان از پایداری جریان که باثبات رقوم سطح آب در پیزومترها کنترل می شد ، به قرائت پیزومترهای متصل به لوله و کانال اقدام شد . به این ترتیب پروفیل سطح آب درون لوله برای دبی ثبت شدکه پروفیل سطح آب محاسبه شده توسط مدل جریان متغیر غالبا پایین تر از پروفیل های مشاهده شده بود. شکل۷ شبیه سازی پروفیل سطح آب در مقطع طولی سازه و مقاطع عرضی زهکش جانبی نشان می‌دهند چنانچه از این نوع جریان بر می‌آید باید نوعی کف کاذب ایجاد شود که جریان از روی سطح آن عبور کند ودرزهکش جریان می یابد این پروفیل در طول لوله زهکش ثابت نیست. در این شکل رنگ آبی معرف فاز آب و رنگ قرمز معرف فاز هوا می‌باشد.

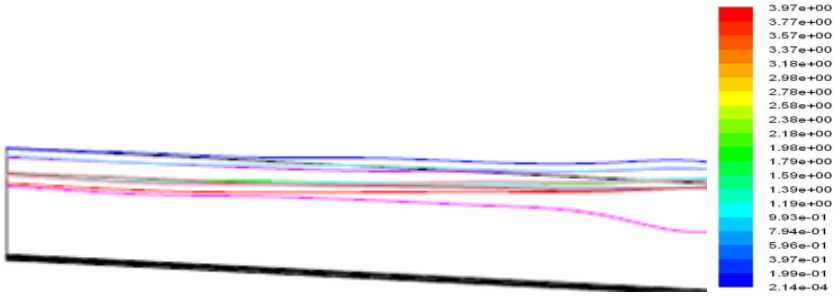


شکل(۷): پروفیل سطح آب در مقطع طولی زهکش برای دبی ۶۹/۶۷ لیتر بر ثانیه

گرادیان هیدرولیکی

برای محاسبه گرادیان هیدرولیکی در مدل، از عمق جریان و فشارهیدرواستاتیک برحسب متر آب نسبت به مبنای فرضی که برای مقطع طولی 5. متر پایین‌تر از کف لوله زهکش و برای مقاطع عرضی کف سازه فرض شده بود استفاده گردید تغییرگرادیان فشاری عمدتاً در گوشه های مجاری به دلیل تغییر جهت جریان اتفاق می افتد که عمده ترین دلیل استهلاک انرژی هیدرولیکی می باشد. و همانگونه که مشاهده میشود گرادیان هیدرولیکی در وسط لوله زهکش بیشتر است و هرچه به سطح نزدیک میشویم به علت کاهش فشار گرادیان کمتر میشود. شکل ۸ گرادیان هیدرولیکی را برای دبی طراحی در مقطع طولی زهکش و مقطع عرضی زهکش نشان می‌دهد که همانگونه که مشاهده میشود خطوط گرادیان هیدرولیکی وسطح آب در تمام طول زهکش بر هم منطبق نیستند.

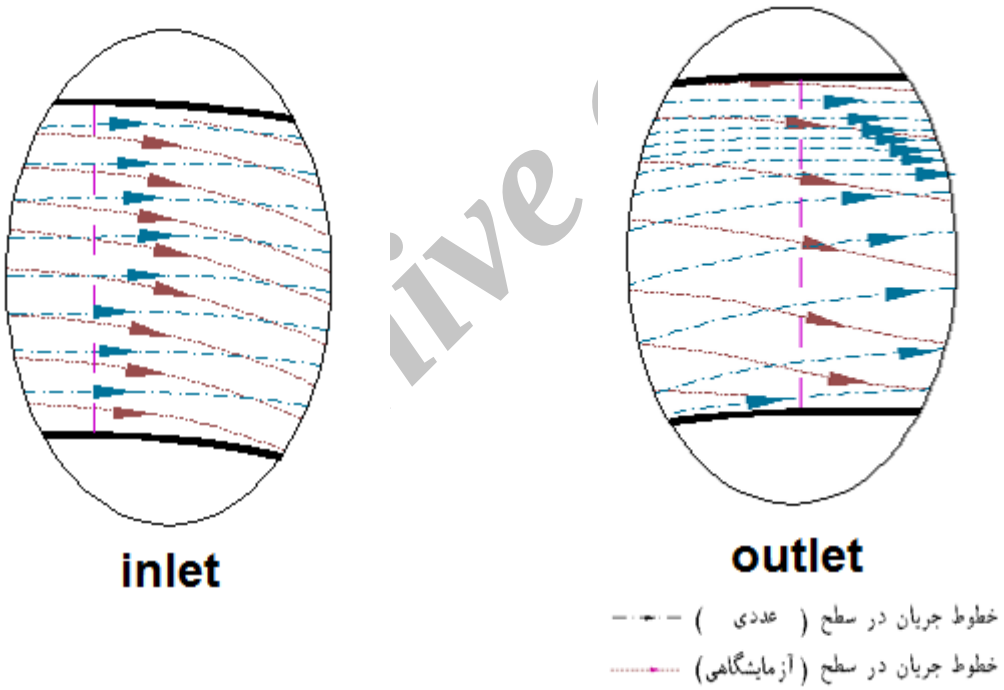
Archive of SID
www.SID.ir



شکل(۸): گرادیان هیدرولیکی در مقطع طولی سازه برای دبی۶۹/۶۷ لیتر بر ثانیه

شکل۹ بردارهای خطوط جریان شبیه سازی شده در ورودی (inlet) وخروجی لوله زهکش(outlet) توسط مدل را نشان میدهد که درهرجا که خطوط جریان به یکدیگر نزدیک شده باشند سرعت جریان افزایش یافته است. در ابتدای زهکش و در بدو ورود جریان آب جریان آرام برقرار است ولی در طول زهکش ممکن است به دلیل افت زیاد جریان متلاطم شودو همانطور که در شکل مشاهده میشودجریان در ورودی زهکش یکنواختر از خووجی آن است.

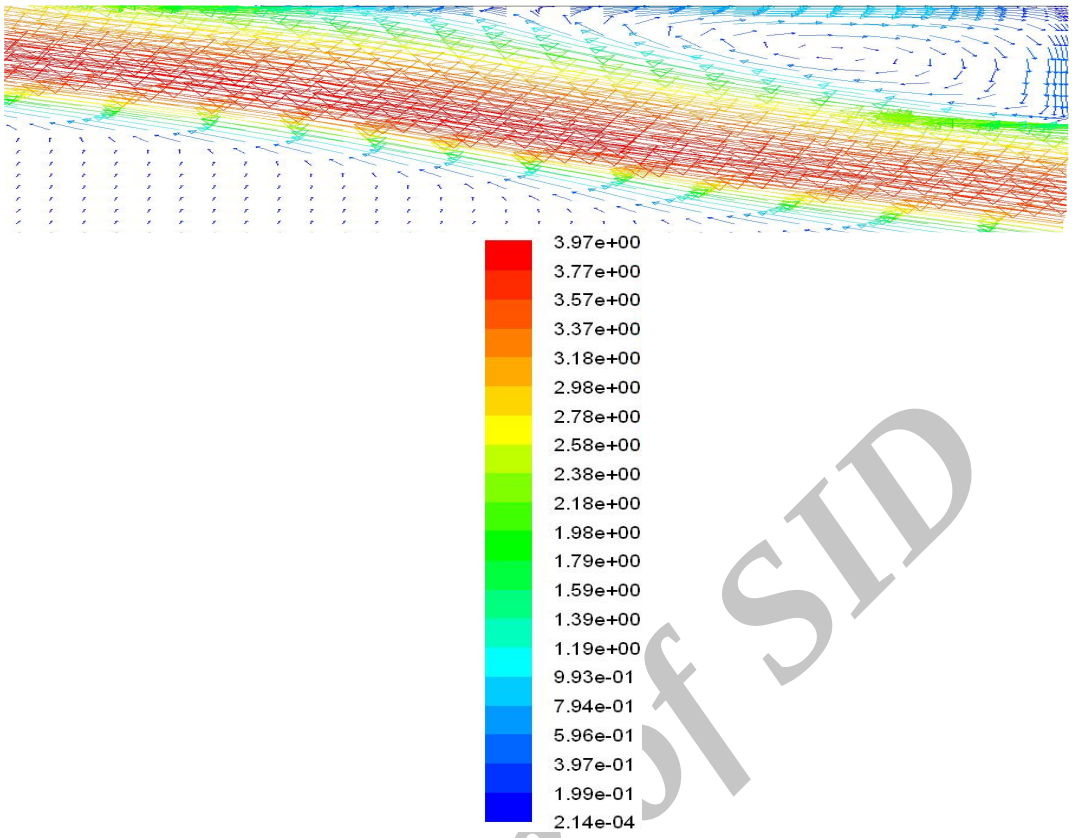
.



شکل (۹): بردارهای شبیه سازی شده خطوط جریان در محل ورودی وخروجی لوله زهکش

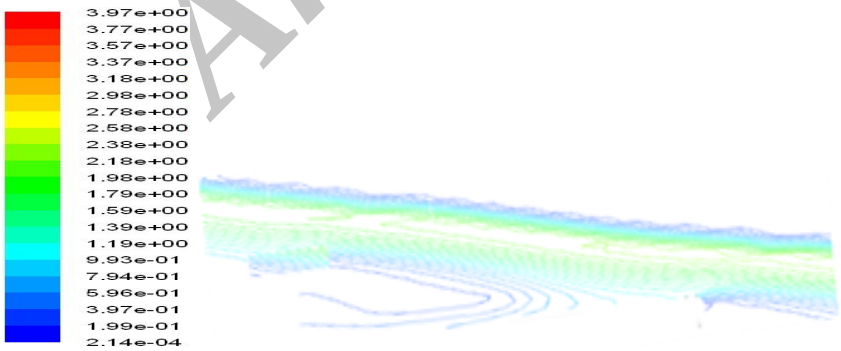
بردارهای سرعت در مقطع عرضی لوله بر حسب متربر ثانیه در دبی جریان ۶۹/۶۷ مترمکعب برثانیه درشکل ۱۰نشان داده شده است. در این نوع جریان توزیع سرعت در مقطع عرضی یکنواخت نیست وهمانطور که در شکل مشخص است بردارهای سرعت در اطراف لوله زهکش چرخشی است که باعث افت جریان می شود. و بیشترین سرعت نزدیک لوله زهکش است یعنی هنگامی که جریان به otlet نزدیک می شود به دلیل کاهش سطح مقطع سرعت افزایش می یابد.

www.SID.ir



شکل (۱۰): بردارهای سرعت در مدل لوله زهکش در دبی ۶۹/۶۷ مترمکعب برثانیه

در اطراف لوله زهکش فشار کم است ودر وسط لوله که جریان آب برقرار است فشار بیشتر است شکل ۱۱ خروجی‌های کانتورهای فشار بر حسب پاسکال ارائه شده که فشار در طول مسیر، از قسمت ورودی تا خروجی زهکش به طور یکنواختی کاهش می یابد تا در خروجی به مقدار صفر می رسد و افت فشار در اثر ورودی و خروجی زهکش ناچیز و قسمت اعظم فشار در طول مسیر مستهلک می شود.



شکل (۱۱)ک کانتورهای فشار در دبی ۶۹/۶۷ مترمکعب برثانیه در مدل لوله زهکش

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت طراحی زهکشی های زیرزمینی برای جلوگیری از ماندابی و شور شدن اراضی، در این تحقیق با استفاده از مدل فیزیکیCFD و کامپیوتری FLUENT به بررسی خصوصیاات هیدرولیکی زهکش های زیرزمینی پرداخته شد و با استفاده از نتایج حاصل از بررسی‌های صورت گرفته پروفیل سطح آب, بردارهای سرعت لوله زهکش،گرادیان هیدرولیکی در مقطع طولی زهکش و کا نتورهای فشار که خوجی های مدل بودند ترسیم شدند که می توانند در بررسی خصوصیات هیدرولیک جریان درزهکش زیرزمینی ودر نتیجه طراحی این سازه ابزار مفیدی باشد. پروفیل سطح آب که با قرائت پیزومترهای متصل به لوله و کانال اندازه گیری شدند پایین تر از پروفیل سطح آب محاسبه شده توسط مدل بودند .نتایج دست آمده از شبیه سازی مطابقت بسیار خوبی با نتایج آزمایشگاهی دارد وبیانگر این موضوع است که مدل CFD می تواند ابزار بسیار مناسبی برای کمک به طراحی زهکش های زیرزمینی باشد.

منابع

۱. سلطانی، مجید و رحیمی، روح الله. ۱۳۸۶. دینامیک سیالات محاسباتی به کمک نرم افزار Fluent. انتشارات طراح
۲. شمسایی، ابوالفضل. ۱۳۸۷. هیدرولیک جریان در محیط‌های متخلخل، جلد اول مهندسی زهکشی. چاپ ششم. انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر.
۳. علیزاده، امین. ۱۳۸۴. زهکشی جدید. چاپ اول. انتشارات آستان قدس رضوی
۴. مهرابیان، مظفرعلی(ترجمه). ۱۳۸۶. دینامیک سیالات محاسباتی، اصول و کاربردها. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.
5. Song, C.C.S. , Fellow. and Zhou, F. 1999. Simulation of free surface flow over spillway. J. Hydr Eng, ASCE. 125(9):959-967
6. Chen, Q. , Dai, G. and Liu, H. 2002. Volume of fluid model for turbulence numerical simulation of stepped spillway over flow. J. Hydr Eng, ASCE. 128(7):683-688.
7. Palau-Salvador G., Arviza-Valverde J., Bralts V.F. 2004. Hydraulic flow behavior through an in-line emitter
8. labyrinth using CFD techniques. ASAE Paper No. 042252.
9. Salahedin, T.M. , Imran, J. and Chaudhry, F. 2004. Numerical modeling of three-dimensional flow field around circular piers. J. Hyd. Eng, ASCE. 130(2):91-100
10. Hardy, R.J. , Lane, S.N. , Lawless, M.R. , Best, J.L. , Elliot, L. & Ingham, D.B. 2006. Development and testing of a numerical code for treatment of complex river channel topography in three-dimensional CFD models with structured grids. 2006. J. Hydr Research. 43(5):468-480.
11. Zhao, C.H. , Zhu D.Z. & Rajaratnam, N. 2008. Computational and experimental study of surcharged flow at a 90◦ combining sewer junction. J. Hydr Eng, ASCE. 134(6):688-700

Archive of SID

www.SID.ir

Simulation Underground drainage using models CFD

A. A. Mirzaei[1] , A. H. Nazemi[2], A. Ashraf Sadredini[3]

Abstract

Drainage are major part irrigation that Drainage design and construction with high efficiency, and perevevt of Saturation land essintion is information perfect of how mechanism flow into the of the drainage pipes.this study using physical models CFD and computer FLUENTto give behavior of the underground drainage pipe to get the distribution velocity and profiles surface water in drainage pipes and hydraulic Gradient for 0.5 m long section of the floor below drainage pipes, this purpose desing hydraulic drainage simulations For a physical model of the drainage water in the Laboratory Engineering of water Tabriz University was built then flow drainage pipe simulations by the model CFD and whit drawn the lines flow by FLUENT poits that losses have been identified. also The lines flow in the drainage pipe outlet and intel were simulated. The results obtained by simulation match very well with the experimental results. In result CFD model that can be very useful tools for understanding the flow of underground drainage and to help design it.

Keywords: Underground drainage -CFD model- Tvry speed FLUENT- outlet و intel

Associate Professor Water Engineering Group University of Tabriz

Archive of SID

[1] Student Irrigation University of Tabriz
[2] Professor Water Engineering Group University of Tabriz
[3] Professor Water Engineering Group University of Tabriz

www.SID.ir