

SID



ابزارهای پژوهش



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه‌های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم‌های آموزشی

سامانه ویراستاری (ویرایش متون فارسی، انگلیسی، عربی)

کارگاه‌ها و فیلم‌های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



آموزش مهارت‌های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت‌های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI



آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

تخمین میزان آبشستگی در زیر خطوط لوله مستغرق توسط نرم افزار Flow-3D

مریم معصومی¹، سعید عباسی²

1- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش آب و سازه‌های هیدرولیکی دانشگاه زنجان

2- استادیار گروه مهندسی عمران دانشگاه زنجان

m.masoomi@znu.ac.ir

خلاصه

تخمین میزان عمق آبشستگی زیر خطوط لوله مستغرق واقع بر بستر دریا در طراحی این لوله‌ها بسیار مهم می‌باشد. لوله‌های مستغرق برخلاف بقیه سازه‌ها که بصورت عمودی در آب بنا شده‌اند بصورت افقی بر بستر اقیانوس و رودخانه قرار گرفته‌اند. بنابراین طراحی لوله‌های مستغرق با پایداری می‌تواند نسبتاً پیچیده باشد آبشستگی زیر لوله‌ها جنبه‌ای است که طراحان و مهندسان نمی‌توانند در فرایند طراحی لوله‌ها آن را نادیده بگیرند. مقاله حاضر با استفاده از نرم افزار Flow-3d به بررسی پدیده آبشستگی زیر خطوط لوله و تخمین عمق آبشستگی در زیر خطوط لوله انتقال پرداخته شده و نتایج حاصله نشان از دقت نرم افزار حاضر در تخمین عمق آبشستگی دارد مناسب بودن نرم افزار برای کارهای آبی می‌باشد.

کلمات کلیدی: لوله مستغرق، لوله انتقال، آبشستگی، Flow-3d

1. مقدمه

زمانی که یک لوله در بستر دریا نصب می‌شود موجب ایجاد جریان‌های محیطی در اطراف خود می‌شود. در نتیجه گردابه‌ها در اطراف خط لوله ایجاد می‌شوند. رگاب و جریان‌های گردابه‌ای باهم ترکیب می‌شوند و منجر به ضعیف شدن لوله می‌شوند. Mao در سال 1986 به توضیح نقش دو گردابه کوچک که در بالادست و پایین دست خط لوله ایجاد می‌شوند پرداخت. آنها ذرات رسوب را کنار می‌زنند تا زمانی که یک بازشدگی کوچک در زیر خط لوله ایجاد شود و منجر به فرسایش تونلی شود. Chiew در سال 1990 با انجام یکسری آزمایشات نتیجه گرفت رگاب در بیشتر موارد منجر به شروع آبشستگی می‌شود. وجود فشار زیاد در بالادست و فشار کم در پایین دست خط لوله منجر به نشست جریان از رسوبات و فشار آوردن نشت بر ذرات خاک می‌شود. زمانی که گرادیان فشار موجود به اندازه گرادیان شناوری ذرات گسترش می‌یابد آبشستگی آغاز می‌شود. Sumer و همکاران در سال 2001 آزمایشاتی را برای بررسی شروع آبشستگی در شرایط وجود جریان و موج انجام دادند. فشار در دو سطح لوله‌ای که بطور مستقیم مدفون شده بود در دو نقطه در ماسه در دو طرف بالادست و پایین دست لوله اندازه‌گیری شد. نشان داده شد گسترش نشست جریان و در نتیجه رگاب مهم‌ترین فاکتور در منجر شدن به شروع آبشستگی می‌باشد. در مطالعه آنها شرایط شروع آبشستگی برای هر دو شرایط جریان و شرایط موج بررسی شد. لوله‌ها ممکن است هنگامی که سیلاب باعث آبشستگی عمومی در بستر رودخانه می‌شود تا اندازه‌ای در معرض جریان آب قرار گرفته و آب شستگی موضعی زیر خط لوله ایجاد شود. با توسعه حفره آبشستگی و شکل‌گیری دهانه آزاد زیر خطوط لوله، ارتعاشات و نیروهای وارده بر خطوط لوله افزایش می‌یابد و در صورت عمیق بودن حفره آبشستگی و خم شدن حفره درون لوله احتمال شکست آن به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد. بطور کلی آبشستگی در اطراف خطوط لوله بنا به دلایل مختلفی ایجاد می‌شود زمانی که لوله بطور مستقیم بر روی بستر فرسایش پذیر قرار می‌گیرد، در صورت قوی بودن جریان‌های دریایی یا برقراری جریان نشستی در بستر لوله و حرکت دانه‌های رسوب، پدیده آبشستگی آغاز می‌شود. خسارات ناشی از شکستگی علاوه بر اختلال در بهره‌برداری و هزینه‌های بازسازی، منجر به خسارات زیست محیطی قابل توجهی می‌شود. از این رو در راستای اصول پدافند غیرعامل، پیش‌بینی آبشستگی اطراف لوله‌های خطوط انتقال به جهت مهار آبشستگی و جلوگیری از بروز خسارت مورد توجه محققین بوده است.

¹ دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های هیدرولیکی دانشگاه زنجان

² استادیار گروه مهندسی عمران دانشگاه زنجان

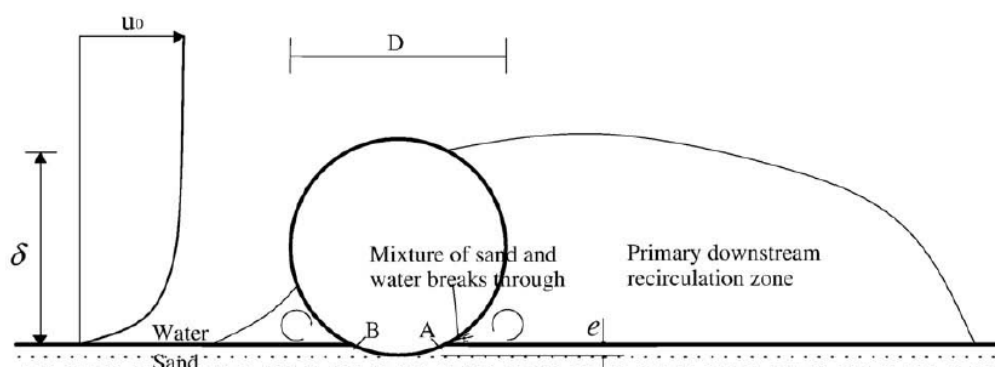
اغلب مطالعات آزمایشگاهی در فلوم با ابعاد کوچک در آزمایشگاهها برای مطالعه آبشستگی مجاور خطوط لوله انجام گرفته است. مدل‌های فیزیکی ابزار مناسبی برای درک مکانیزم آبشستگی مجاور خطوط لوله می‌باشد ولی محدودیت‌های موجود در شرایط آزمایشگاهی نتایج این مدل‌ها تحت تاثیر قرار می‌دهد. بعنوان مثال شباهت کامل بین مدل و نمونه اولیه در بیشتر مواقع غیر ممکن می‌باشد.

دینامیک جریان توسط مدل‌های عددی مختلف مدلسازی می‌گردد. اگرچه استفاده از روش‌های CFD مرسوم مختلف با سختی‌های مربوط به بعضی از عوارض مانند آشفتگی، سطح آزاد و شرایط مرزی مختلف در مدل همراه است. مدل‌های عددی بر مبنای حل کامل معادله نویر استوکس جزئیات بیشتری از رفتار جریان را ارائه می‌دهد. یکی از مشکلات این روش ردیابی سطح جریان و مرزهای متغیر که منجر به حرکت دلخواهانه مرزها می‌شود می‌باشد. برای حل این مشکل دو روش قوی و انعطاف پذیر MAC توسط Harlow و Welch در سال 1965 و روش VOF که توسط Hirt و Nichols در سال 1981 ارائه شده است. که روش دوم در نرم افزار Flow-3D مورد استفاده قرار گرفته است. روش اول از ذرات نشانگر برای تعریف سطح آزاد استفاده می‌کند و روش دوم معادلات انتقال را برای کسری از حجم سیال حل می‌کند.

در مقاله حاضر با در نظر گرفتن مدل آشفتگی $K-w$ و مش بندی در اطراف لوله 5 میلی متری و در بقیه نقاط 1 سانتی متر می‌باشد به پیش بینی عمق آبشستگی زیر خطوط لوله پرداخته شده است. برای این منظور نرم افزار Flow-3d که یک نرم افزار تحت CFD می‌باشد مورد استفاده قرار گرفته است و نتایج حاصله نشان از دقت نرم افزار حاضر در تخمین عمق آبشستگی دارد.

2. بررسی اجمالی پدیده آبشستگی حول خطوط لوله

شکل 3-1 نشان دهنده شماتیک جریان در اطراف یک لوله نیمه مدفون نشان می‌دهد. جریان وارد شده دارای لایه مرزی به ضخامت d و سرعت آزاد جریان u_0 می‌باشد. از نقطه نظر عمومی انتظار می‌رود یک گردابه بزرگ و دو گردابه کوچک در اطراف لوله نشان داده شده در شکل 3-1 ایجاد شوند. در جلوی لوله جریان از کف دریا جدا می‌شود و سپس دوباره به قسمت جلوی لوله متصل می‌شود. بعنوان نتیجه‌ای از جدایش جریان در جلوی خط لوله، یک گردابه بالادستی کوچک تشکیل می‌شود. لایه‌های برشی دوباره اتصال یافته به سطح لوله باریک از سطح لوله در قسمت فوقانی لوله جدا می‌شوند و منجر به ایجاد گردابان فشار می‌شوند. پس از آن جریان دوباره در قسمت پایین دست لوله به بستر دریا متصل می‌شود. یک ناحیه چرخشی بزرگ در پشت لوله ایجاد می‌شود. یک گردابه کوچک در پایین دست در گوشه بین لوله و کف دریا که در اثر ناحیه چرخش ابتدایی ایجاد می‌شود. انتظار می‌رود در جلو لوله فشار زیادی در جایی که جریان تا حدی راکد است وجود داشته باشد، اگرچه انتظار می‌رود فشار در ناحیه ضعیف کمتر باشد. تفاوت فشار در ناحیه بالادست و پایین دست خط لوله منجر به نشی جریان در زیر خط لوله می‌شود. نشی جریان در کف دریا یک نیروی گرادیان هیدرولیکی را بر ذرات خاک اعمال می‌کند اگر خاک زیر لوله نفوذ پذیر باشد. ترکیبی از ماسه و آب در طول پایین دست خط لوله زمانی که گرادیان فشار نشی گسترش می‌یابد به گرادیان شناوری دانه‌های ماسه، به این پدیده منجر به رگاب می‌شود.

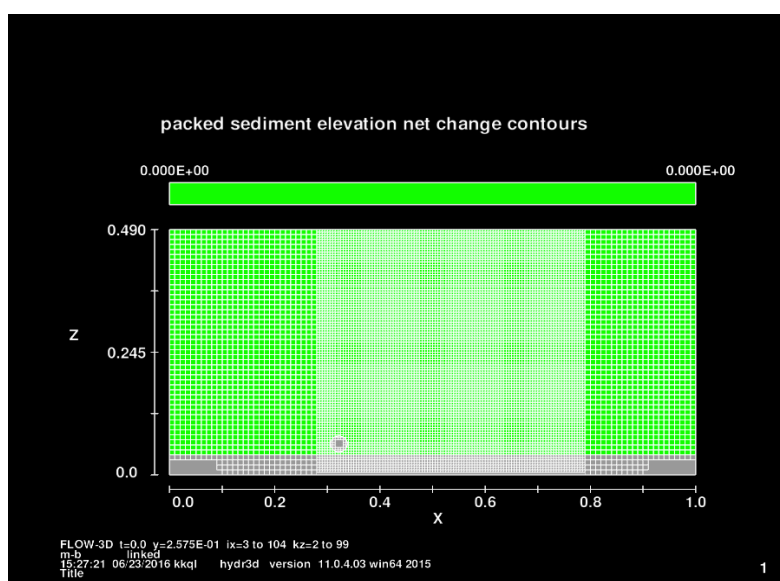


شکل 3-1 - شماتیک جریان اطراف یک لوله نیمه مدفون [1]

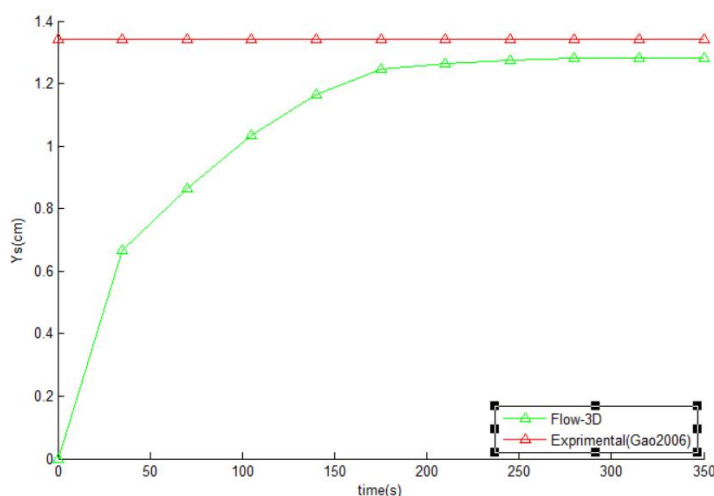
3. مدل‌سازی عددی

برای مدل‌سازی در مقاله حاضر از نرم افزار Flow-3D یک نرم افزار چندجانبه و سازگار با شرایط پیچیده جریان در مدل‌سازی بصورت 3 بعدی می‌باشد و برای اینگونه مدل‌سازی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش حل معادلات در این برنامه براساس شیوه احجام محدود در شبکه بندی با ساختار می‌باشد. در این نرم افزار از دو تکنیک عددی برای شبیه سازی هندسی استفاده شده است. روش حجم سیال که برای نشان دادن رفتار سیال در سطح آزاد مورد مطالعه قرار می‌گیرد و روش کسرمساحت - حجم مانع که این روش برای شبیه سازی سطوح و احجام صلب مثل مرزهای صلب کاربرد دارد. در این مقاله مدل آزمایشگاهی Gao و همکاران در سال 2006 که برای لوله ثابت انجام شده است برای صحت سنجی مورد استفاده قرار گرفته است. که در آن لوله با قطر 0,032 متر و آب با سرعت 0,255 متر در ثانیه، ذرات رسوب با قطر متوسط 0,38 میلی‌متر و پارامتر شیلدز 0,039 در نظر گرفته شده در فلوم آزمایشگاهی به عرض 0,5 متر انجام گرفته است.

شکل 1-3 نشان دهنده ناحیه محاسباتی برای مدل‌سازی حاضر و ناحیه مش بندی شده می‌باشد، که در اطراف لوله اندازه مش ها 5 میلی‌متر و در نواحی دورتر اندازه مش ها 1 سانتی متر می‌باشد.



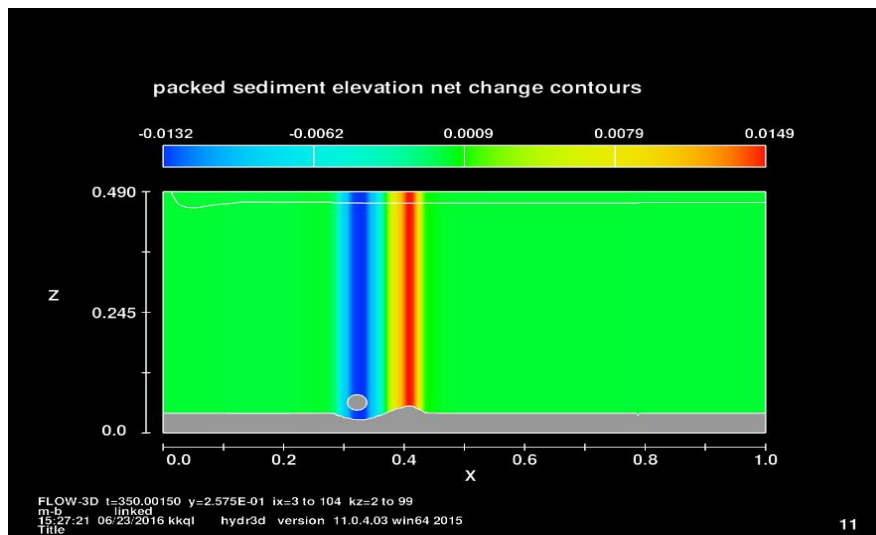
شکل 1-3-مش بندی ناحیه محاسباتی



شکل 2-3-مقایسه نتایج آزمایشگاهی و عددی

جدول 1-2 مقایسه نتایج روش های عددی و آزمایشگاهی و درصد خطا

خطا	عددی (Flow-3D)	آزمایشگاهی (Gao2006)
4,68%	1,28	1,34



شکل 3-3 شکل حفره آبخستگی زیر لوله در مدل عددی

شکل 3-3 نشان دهنده شکل حفره آبخستگی زیر خط لوله و رسوبات انباشته شده در قسمت پشت لوله می‌باشد. با توجه به شکل 2-2 عمق آبخستگی در مدل آزمایشگاهی اختلاف ناچیزی با جواب حاصل از نرم افزار دارد. مقایسه نتایج حاکی از مناسب بودن نرم افزار Flow-3D برای مدلسازی آبخستگی زیر خطوط لوله می‌باشد.

4. نتیجه گیری

در مقاله حاضر با استفاده از نرم افزار Flow-3D و مدل آشفتهگی $k-w$ به مدلسازی پدیده آبخستگی زیر خطوط لوله مستغرق پرداخته شده است. نتایج حاصله حاکی از توانایی نرم افزار حاصل در مدلسازی این پدیده می‌باشد. نتایج حاصله از مدلسازی عددی توسط نرم افزار Flow-3D دارای مطابقت با نتایج مدل آزمایشگاهی Gao و همکاران در سال 2006 می‌باشد که نشان دهنده مناسب بودن نرم افزار موجود برای مدلسازی عددی در مسائل رسوب و آبخستگی زیر خطوط لوله عبوری از مقاطع رودخانه و لوله های مستغرق در اعماق اقیانوس ها و دریاها می‌باشد و نشان دهنده مناسب بودن نرم افزار حاصل برای مدلسازی های آتی می‌باشد.

5. مراجع

1- Zang, Zhipeng, Cheng, Liang, Zhao, Ming, Liang, Dongfang, Teng, Bin, A numerical model for onset of scour below offshore pipelines, Coastal Engineering 56 (2009) 458-466



- 2- Fu-Ping Gao, Bing Yang, Ying-Xiang Wu, Shu-Ming Yan, Steady current induced seabed scour around a vibrating pipeline, *Applied Ocean Research* 28 (2006) 291–298.
- 3- MIRMOHAMMADI, A. KETABDARI M. J., Numerical simulation of wave scouring beneath marine pipeline using smoothed particle hydrodynamics, *International Journal of Sediment Research*, Vol. 26, No. 3, 2011, pp. 331–342
- 4- Chiew ,YM. Prediction of maximum scour depth at submarine pipelines. *Journal of Hydraulic Engineering ASCE* 1991;117:452–66..
- 5- Azamathulla, H. Md., Zakaria, Nor Azazi, Prediction of scour below submerged pipeline crossing a river using ANN, *water science and technology* 63.10,2011.Science

SID



ابزارهای پژوهش



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه‌های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم‌های آموزشی

سامانه ویراستاری (ویرایش متون فارسی، انگلیسی، عربی)

کارگاه‌ها و فیلم‌های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



آموزش مهارت‌های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت‌های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI



آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران