



مدل سازی شکست سد با استفاده از روش بدون شبکه مبنا ذره ای SPH

هادی لشکر بلوک¹، محمدرضا چمنی²، احمد رضا پیشه‌ور³، امیر مهدی حلبیان⁴

1- کارشناس ارشد عمران - h.lashkarbolouk@gmail.com

2- هیأت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان - mchamani@cc.iut.ac.ir

3- هیأت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان - mahdi@cc.iut.ac.ir

4- هیأت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان - apishe@cc.iut.ac.ir

h.lashkarbolouk@gmail.com

خلاصه

در بررسی بسیاری از پدیده‌های طبیعی با معادلاتی مواجه هستیم که با حل این معادلات می‌توان به پیش‌بینی و شبیه‌سازی از روند این پدیده‌ها در حالت‌های گوناگون پرداخت. از جمله این معادلات می‌توان به معادله‌ی ناویر-استوکس اشاره کرد که این معادلات توسط روش‌های عددی به صورت تقریبی حل می‌شود. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش SPH اشاره کرد که روش عددی بدون شبکه‌بندی مبنا ذره‌ای می‌باشد. در این روش فضای پیوسته حل به یکسری نقاط مشخص گسسته می‌گردد که هیچ ارتباطی با یکدیگر ندارند و براحتی می‌توانند در کل فضای مسأله حرکت کنند. از جمله مسائلی که دارای جریان با سطح آزاد، تغییر مکان‌های زیاد سیال می‌باشد و معادله ناویر استوکس بر حرکت سیال آن حاکم است، مسأله شکست سد است. در مقاله‌ی حاضر حرکت آب در مسأله‌ی شکست سد با استفاده از روش عددی SPH مدل‌سازی گردید. پس از مدل‌سازی و برای تعیین دقت و صحت مدل‌سازی، نتایج خروجی از مدل‌سازی‌ها از قبیل موقعیت پیشانی موج و پروفیل سطح آب با داده‌های آزمایشگاهی مقایسه شد و از درستی و صحت مدل‌سازی‌ها اطمینان حاصل گردید. نتایج حل عددی نشان می‌دهد که روش SPH، روشی کارآمد و نسبتاً دقیق در مدل‌سازی جریان با سطح آزاد و تغییر مکان‌های زیاد است. در ادامه نتایجی که برآورد آنها در آزمایشگاه به آسانی امکان‌پذیر نمی‌باشد، مانند دبی خروجی از دریچه، ارتفاع سطح آب در دیواره‌ی بالادست و سرعت پیشانی موج، به‌منظور شناخت بهتر مسأله‌ی شکست سد ارائه شده است.

کلمات کلیدی: مدل‌سازی، روش عددی SPH، شکست سد، موقعیت پیشانی موج، پروفیل سطح آب.

1. مقدمه

معادله‌ی ناویر-استوکس بر بسیاری از پدیده‌های سیالاتی حاکم است و با حل آن می‌توان پارامترهایی مانند سرعت، فشار، سطح آب و تغییرات چگالی را در پدیده‌ی مورد نظر بدست آورد. این معادله علیرغم خطی بودن، جز در پدیده‌های ساده در بسیاری از پدیده‌ها حل دقیقی ندارد و باید با استفاده از روش‌های عددی حل گردد. روش‌های عددی بسته به نوع گسسته‌سازی فضای حل دو دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شوند. دسته اول روش‌هایی هستند که در آن‌ها نقاط در طول مدت زمان حل مکان ثابتی دارند و حرکت نمی‌کنند و همچنین بین نقاط با یکدیگر ارتباط مشخص و از پیش تعیین شده‌ای وجود دارد که به این دسته از روش‌ها، روش‌های عددی بر پایه‌ی شبکه‌بندی گفته می‌شود. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش اجزا محدود¹، روش المان محدود² و روش احجام محدود³ اشاره کرد. گروه دیگری از روش‌ها، روش‌هایی هستند که در آن‌ها نقاط محاسباتی هیچ ارتباط مشخص و از پیش تعیین شده‌ای با نقاط کناری ندارند و می‌توانند به‌راحتی در کل فضای مسأله حرکت کنند که تحت عنوان روش‌های بدون شبکه شناخته می‌شوند. در این گونه روش‌ها، فضای پیوسته مسأله به مجموعه‌ای از نقاط گسسته می‌شوند که این نقاط می‌توانند دارای جرم، حجم، چگالی و سرعت باشند.

¹ Finite difference method

² Finite element method

³ Finite volume method