

## مدل سازی عددی شکست سد با روش هیدرودینامیک ذرات هموار شده (SPH)

حبیبه شیبانی فرد<sup>1</sup>، محمد ذونعمت کرمانی<sup>2</sup>، غلامعباس بارانی<sup>3</sup>، رسول معمارزاده<sup>4</sup>

1- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های آبی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

2- استادیار بخش مهندسی آب، دانشگاه شهید باهنر کرمان

3- استاد بخش مهندسی عمران، دانشگاه شهید باهنر کرمان

4- دانشجوی دکتری مهندسی عمران، دانشگاه شهید باهنر کرمان

sheybanifard@agr.uk.ac.ir

### خلاصه

پیش بینی شکست سد از عناصر اصلی در طراحی سد می باشد. مسأله برداشتن مانع از جلوی یک ستون آب مثالی برای شکست سد به شمار می رود. هدف این مقاله استفاده از یک روش نوین عددی بدون شبکه بندی به نام هیدرودینامیک ذرات هموار شده<sup>5</sup> (SPH) برای شبیه سازی شکست سد و موج ناشی از آن است. در این روش کاملاً لاگرانژی، جریان به صورت ذرات گسسته که کلیه کمیت های آن شامل جرم، فشار و سرعت را دارا می باشند، در نظر گرفته می شود. به منظور صحت سنجی مدل عددی حاضر در شبیه سازی مسأله شکست سد، از داده های آزمایشگاهی موجود استفاده شده است. مقایسه نتایج عددی و آزمایشگاهی حاکی از دقت بالای مدل عددی هیدرودینامیک ذرات هموار شده در مدل سازی مسأله شکست سد است (میانگین درصد خطای نسبی برای مسافت پیشانی موج پیش رونده برابر با 1/9 درصد و برای ارتفاع پیشانی موج پیش رونده 4/15 درصد است).

**کلمات کلیدی:** جریان سطح آزاد، شکست سد، مدل سازی عددی، روش هیدرودینامیک ذرات هموار شده

### 1. مقدمه

اکثر پدیده های حاکم در طبیعت بوسیله معادلات دیفرانسیل جزئی بیان می شوند که به ندرت میتوان آنها را بطور تحلیلی حل نمود، یکی از این پدیده ها جریان با سطح آزاد است. جریان با سطح آزاد همواره با تغییرات زیادی در سطح و هندسه اولیه همراه است، که این امر در کانال های مصنوعی و در انهار طبیعی امری عادی می باشد. امواج آب یکی از با اهمیت ترین جریان های با سطح آزاد هستند. در سال های گذشته مدل سازی عددی این جریان ها همواره مبتنی بر روش های اولیری که همواره با شبکه بندی همراه هستند (روش حجم محدود<sup>6</sup> و...)، بوده است [1]. روش های اولیری در شبیه سازی پدیده های پیچیده ای از قبیل جریان های با سطح آزاد با مشکلاتی از جمله پخش عددی به دلیل عبارت انتقال، پیوسته بودن و منعطف نبودن مدل سازی سطح آزاد همراه است [2]، که این مساله کاربرد این روش ها را در مسائلی از این قبیل محدود کرده است. در سال های اخیر روش های جدید بدون شبکه بندی برای مسائل مختلف دینامیک سیالات توسعه داده شده اند. در این روش ها میدان سیال بوسیله یک گروه ذرات در حال حرکت در سیستم لاگرانژی بیان می شود. در روش های لاگرانژی موقعیت سیال به طور خود کار توسط ذرات مشخص می شود، از این رو روش های مبتنی بر ذرات توانایی مدل سازی هر نوع سطح و مرزی را دارا می باشند. یکی از روش های رایج بدون شبکه بندی، روش هیدرودینامیک ذرات هموار شده است [1]. که این روش در آغاز برای مسائل فیزیک نجومی و بعدها در مسائل مکانیک جامدات و سیالات بکار گرفته شد [3].

<sup>1</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های آبی دانشگاه شهید باهنر کرمان

<sup>2</sup> استادیار بخش مهندسی آب دانشگاه شهید باهنر کرمان

<sup>3</sup> استاد بخش مهندسی عمران دانشگاه شهید باهنر کرمان

<sup>4</sup> دانشجوی دکتری مهندسی عمران دانشگاه شهید باهنر کرمان

<sup>5</sup> Smoothed Particle Hydrodynamics

<sup>6</sup> Finite Volume Method