



## شبیه سازی سه بعدی شکست سد به همراه مانع پایین دست با استفاده از هیدرودینامیک ذرات هموار

یوسف حسن زاده<sup>۱</sup>، حامد تقی زاده<sup>۲</sup>، ابوالفضل ارزنلو<sup>۳</sup>، فرهود کلاته<sup>۴</sup>

۱- استاد دانشکده عمران دانشگاه تبریز

۲- کارشناس ارشد مهندسی عمران، سازه های هیدرولیکی

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، سازه های هیدرولیکی دانشگاه تبریز

۴- استادیار دانشکده عمران دانشگاه تبریز

abolfazl\_arzanlou@yahoo.com

### خلاصه

به طور کلی با سه دیدگاه متفاوت می توان مسائل هیدرودینامیک را تحلیل کرد که عبارتند از روش های اویلری، روش های لاگرانژی و روش های ترکیبی لاگرانژی و اویلری. در این روش مقادیر پارامترهای مختلف سیال از قبیل چگالی، سرعت و فشار مشخص است، مقدار یک متغیر وابسته با جمع زدن بر روی ذرات مجاور محاسبه می شود. در این تحقیق معادلات حاکم بر جریان ناشی از شکست سد به همراه مانع با استفاده از مدل لاگرانژی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان دهنده ی این مطلب می باشد که مدل SPH با دقت بسیار مناسبی الگوی جریان و سطح آزاد را شبیه سازی کرده و نسبت به مدل VOF دارای عملکرد مناسبی بوده است. همچنین توانایی برآورد پارامتر مهم فشار و دقت آن نسبت به مدل VOF یکی دیگر از مزیت های این مدل بوده است.

**کلمات کلیدی:** روش لاگرانژی بدون شبکه، هیدرودینامیک ذرات هموار، شکست سد

### ۱. مقدمه

تحلیل و مدلسازی هیدرودینامیک جریانهای با سطح آزاد از لحاظ صنعتی و محیط زیستی دارای اهمیت فراوانی می باشد. در این زمینه مسائل مختلفی را می توان مطرح نمود از جمله مدلسازی امواج سطحی و برخورد آنها با ساحل، شکست سد و امواج حاصل از آن، امواج ضربه ای ناشی از ریزش بهمن، امواج ناشی از زمین لغزش های زیر سطحی، امواج ناشی از زمین لرزه ها و فوران های آتشفشان های زیر دریایی در اقیانوس ها و غیره. در سالهای اخیر با پیشرفت مدل های مختلف عددی، مدلسازی عددی مسائل که در گذشته تنها با استفاده از مدل های آزمایشگاهی ممکن بود، تحقق یافته است. به طور کلی با سه دیدگاه متفاوت لاگرانژی، اویلری و ترکیب لاگرانژی و اویلری می توان مسائل هیدرودینامیک را تحلیل کرد. انتخاب هر کدام از سه شیوه فوق برای تحلیل مساله بستگی به ماهیت مسأله و ویژگی های آن دارد. در دهه های گذشته، مدلسازی عددی این مسائل عمدتاً با استفاده از روشهای اویلری صورت می گرفت اما استفاده از روش های اویلری موجود که عمدتاً مبتنی بر تولید شبکه هستند برای تحلیل این گونه مسائل می تواند زمانبر و مشکل باشد و خطای پخش عددی که در روش های با ماهیت اویلری در اثر گسسته سازی ترم های انتقال در معادلات ناویر-استوکس به وجود می آید می تواند تاثیر منفی در دقت نتایج داشته باشد. همچنین این روشها در مسائل دارای سطح آزاد همراه با تغییر شکل های زیاد و مسائلی که در آنها

<sup>۱</sup> استاد دانشگاه تبریز

<sup>۲</sup> کارشناس ارشد سازه های هیدرولیکی

<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های هیدرولیکی

<sup>۴</sup> استادیار دانشگاه تبریز