پردازش موازی برای مدل‌سازی مسأله‌ی شکست سد با استفاده از روش SPH

مجیددری[۱]،محمدرضاچمنی[۲]،کیوان اصغری[۳]

کارشناسی ارشد مهندسی آب ، دانشکده مهندسی عمران،دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشیارگروه مهندسی آب ، دانشکده مهندسی عمران،دانشگاه صنعتی اصفهان

استادگروه مهندسی آب ، دانشکده مهندسی عمران،دانشگاه صنعتی اصفهان

majid.dorri۱۹۸۵@gmail.com

خلاصه

یکی از روش‌هایی که امروزه استفاده از آن در دینامیک سیالات محاسباتی، به طور روزافزون در حال افزایش است، روش SPH است. یکی از مهم‌ترین معضلات این روش، حجم بالای محاسبات است. یک راه برای کاهش زمان محاسبات این روش، استفاده از پردازش موازی است. در این پژوهش با استفاده از روش SPH، محاسبات مسأله‌ی شکست سد با به‌کارگیری تکنیک SMP به‌طور موازی پردازش شده است. نتایج نشان می-دهد که استفاده از پردازش موازی برای مدل‌سازی به وسیله SPH کاهش اثرگذاری بر زمان محاسبات دارد.

کلمات کلیدی: پردازش موازی، SMP، SPH، شکست سد

۱. مقدمه

روش *SPH*[۱] یک روش ذره‌مبنای بدون شبکه است که در ابتدا برای مدل‌سازی مسایل اخترفیزیک به‌کارگرفته شد. (لوسی، ۱۹۷۷؛ گینگولد و موناقان، ۱۹۷۷) اما با مقاله‌ی موناقان (۱۹۹۴) امکان استفاده از این روش در جریان‌های سطح آزاد نیز فراهم شد [۱]. به‌علت اینکه این روش، قدرت مدل‌سازی جریان‌های سطح آزاد با تغییر شکل زیاد را دارد، امروزه استفاده از این روش برای جریان‌های سطح آزاد، مورد توجه قرار گرفته است. یکی از مشکلات اساسی روش *SPH* حجم بالای محاسبات است. برای مسایلی که تعداد ذرات زیادی برای مدل‌سازی احتیاج است، زمان محاسبات به‌طور قابل توجه‌ای افزایش می‌یابد. برای رفع این عیب، استفاده از پردازش موازی در روش *SPH* مورد توجه قرار گرفته است. فراری و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از برنامه‌نویسی *MPI*[۲] از پردازش موازی برای مدل‌سازی مسأله شکست سد در حالت سه‌بعدی استفاده کردند [۲]. هرالت و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از زبان برنامه‌نویسی *CUDA*[۳]، مدل‌سازی *SPH* را به‌طور کامل بر روی *GPU*[۴] انجام دادند و مسأله‌ی برخورد موج ناشی از شکست سد به یک سازه بلند را بررسی کردند [۳].

روش‌های برنامه‌نویسی مطرح برای پردازش موازی *MPI*، *SMP*[۵] و *GPU* هستند. از این بین استفاده از روش *MPI* به‌دلیل سرعت کم انتقال داده‌ها از یک پردازنده به پردازنده‌ی دیگر، تنها وقتی مقرون به‌صرفه است که حجم محاسبات در قیاس با میزان انتقال داده‌ها، قابل توجه نباشد. از طرف دیگر، استفاده از این نوع پردازش موازی نیاز به برنامه‌نویسی طاقت‌فرسایی دارد. استفاده از روش *GPU* و برنامه‌نویسی *CUDA*، در قیاس با روش برنامه‌نویسی *MPI*، آسان‌تر است، اما بهینه‌سازی کد نوشته شده به این زبان به‌نوبه‌ی خود کار آسانی نیست. به‌علاوه به‌علت اینکه انتقال داده‌ها بین پردازنده گرافیکی و حافظه آن زمان محاسبات را افزایش می‌دهد، استفاده از روش *GPU* نیز به مقدار مورد انتظار (در بهبود زمان مدل‌سازی بوسیله‌ی

---

۱ Smoothed particle hydrodynamics
۲ Message passing interface
۳ Compute unified device architecture
۴ Graphic processing unit
۵ Shared memory parallelism