



ارزیابی روش‌های تولید موج در کانال موج عددی به روش SPH^۱

عارفه امامی^۱، احمدرضا مصطفی قره‌باغی^۲، احسان دلاوری^۳

۱- دانشجوی دکتری سازه‌های دریایی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی سهند تبریز

۲- استاد سازه‌های دریایی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی سهند تبریز

۳- دانشجوی دکتری سازه‌های دریایی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی سهند تبریز

A_emami@sut.ac.ir

خلاصه

روش هیدرودینامیک ذرات هموار شده (SPH) به عنوان روش عددی بدون شبکه بر پایه ذرات لاگرانژی استوار است. در این روش سیال مانند مجموعه‌ای از ذرات در نظر گرفته شده و معادلات ناویه-استوکس به عنوان معادلات حاکم حل می‌شوند. ماهیت لاگرانژی این روش باعث می‌شود تا برخلاف روش‌های اویلری بر پایه شبکه، جملات کنوکسیونی موجود در معادلات دیفرانسیل حاکم بر مسئله، بدون هیچ‌گونه دیفیوژن عددی محاسبه گردند. شبیه‌سازی امواج پیشرونده در یک کانال موج، یکی از اساسی‌ترین گام‌ها برای شروع مدل‌سازی مسائل مهندسی سواحل و سازه‌های دریایی از جمله اندرکنش موج-سازه و انتقال رسوب است. از این رو در این مقاله روش‌های مختلف پیشنهاد شده برای تولید امواج منظم، به روش SPH مدل‌سازی و مورد مقایسه قرار گرفت. جهت این منظور کانال موجی به طول ۴ متر و عرض یک متر که در سمت چپ آن موجساز پیستونی و در سمت راست آن جاذب موج قرار دارد، در نظر گرفته شد. مدل‌سازی به صورت دوبعدی بر روی ۳۰۸۰۰ ذره با گام زمانی 5×10^{-5} ثانیه صورت گرفت. در نهایت نتایج حاصل از مدل‌سازی روش‌های مختلف تولید موج با تئوری امواج دریا مقایسه شده و مناسب‌ترین روش تولید موج در مدل عددی SPH ارزیابی گردید.

کلمات کلیدی: SPH، کانال موج عددی، امواج پیشرونده، جاذب موج، موجساز

۱. مقدمه

روش‌های بر پایه شبکه مانند روش‌های تفاضل محدود و المان محدود، به‌طور گسترده در زمینه‌های مختلفی از دینامیک سیالات محاسباتی و مکانیک جامدات محاسباتی به کار می‌روند. برخلاف موفقیت‌های بزرگ بدست آمده توسط این روش‌ها، استفاده از روش‌های عددی بر پایه شبکه در برخی از موارد، با دشواری‌ها و مشکلاتی همراه است. ریشه این مشکلات در استفاده از شبکه نهفته است. عمل شبکه‌بندی ناحیه محاسباتی، عملی وقت‌گیر و پرهزینه بوده و با توجه به اینکه تمام فرمول‌بندی روش‌های ذکر شده، بر پایه شبکه استوار است، کیفیت شبکه‌بندی تأثیر زیادی در دقت پاسخ‌ها دارد. جهت غلبه بر مشکلات، حجم زیادی از تحقیقات، بر روی نسل جدیدی از روش‌های محاسباتی به نام روش‌های بدون شبکه متمرکز شده است. در این میان، روش‌های بر پایه ذرات به عنوان یکی از محبوب‌ترین روش‌های بدون شبکه شناخته شده‌اند [۱]. یکی از این روش‌های بدون شبکه، روش هیدرودینامیک ذرات هموار شده (SPH) بوده که به عنوان یک روش جدید بدون شبکه بر پایه ذرات لاگرانژی است که در آن معادلات ناویه استوکس به عنوان معادلات حاکم بر مسئله حل می‌شوند. روش SPH در اکثر زمینه‌های موجود در مکانیک سیالات و مکانیک جامدات مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲]. در بررسی‌های صورت گرفته ثابت شده است که روش هیدرودینامیک ذرات هموار شده در مسائل مربوط به سطح آزاد، به ویژه با تغییر شکل‌های بسیار بزرگ، بسیار مؤثر و کارآمد بوده و مشکلات مربوط به روش‌های لاگرانژی بر پایه شبکه از جمله عوجاج بیش از حد شبکه در اینگونه مسائل را ندارد [۳].

¹ Smooth Particle Hydrodynamic