



شبیه سازی مسائل موج در جریان ویسکوز به روش MPS

حنیفه ایمانیان¹، مرتضی کلاهدوزان²، امیررضا زراتی³

1- دانشجوی دکتری 2- استادیار 3- استاد

دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران

hanifeh_iman@aut.ac.ir

خلاصه

در این مقاله، مدل لاگرانژی دو بعدی قائم با روش نیمه ضمنی ذره متحرک (MPS) جهت مدلسازی مسائل موج و برخورد با سازه های دریایی توسعه داده شده است. به منظور اعمال مدل به جریان ویسکوز، لازم است اثر تلاطم در نظر گرفته شود. با این هدف، از ویسکوزیته گردابی ثابت استفاده شده است. مدل عددی حاضر در چند مثال روند یابی موج در کانال و برخورد موج به دیواره به کار رفته است. مقایسه نتایج حاصل از مدل عددی حاضر با اطلاعات آزمایشگاهی و عددی موجود در ادبیات فنی نشاندهنده افزایش توانایی مدل در برآورد سطح آب به خصوص در مقایسه با سایر مدل های غیر ویسکوز است. همچنین میدان فشار بر خلاف اکثر مدل های لاگرانژی به خوبی محاسبه شده است.

کلمات کلیدی: موج، مدلسازی عددی، لاگرانژی، روش MPS، مدل آشفتگی

1. مقدمه

جریان های با سطح آزاد، به خصوص در مناطق دریایی یا کانال های موجدار به سبب نقش تجاری و اقتصادی خود، اهمیت هیدرولیکی خاصی دارند. شبیه سازی هیدرودینامیکی این مناطق به خاطر پیچیدگی هایی که در شرایط مرزی و سطح آزاد آنها وجود دارد، تا حدودی پیچیده می باشد. با وجود پیشرفت های زیادی که در مدلسازی عددی سطوح آزاد آب به دست آمده است، همچنان دشواری هایی در شبیه سازی سطوح آزاد پیچیده یا اندرکنش سازه و آب وجود دارد.

اخیرا روش های لاگرانژی در زمینه مدلسازی سطح آزاد بسیار مورد توجه قرار گرفته اند. یکی از جدیدترین این روش ها، روش نیمه ضمنی ذره متحرک (MPS) است که اولین بار توسط Koshizuka & Oka (1996) معرفی شد [1]. در گذشته روش MPS برای مدلسازی تعدادی از پدیده های هیدرولیکی چون شکست سد، شکست موج، خروج جت و جریان روی سرریز بکار گرفته شده است [2, 3].

Gotoh and Sakai (2006) یک مدل چند فازه MPS را برای شبیه سازی مسائل با فازهای مایع و گاز یا مایع و جامد، انتقال رسوب و اجسام شناور توسعه دادند [4]. Ataie-Ashtiani and Farhadi (2006) نتایج کرنل مختلف را با هم مقایسه کرده و رابطه ای جهت افزایش پایداری مدل لاگرانژی ارائه دادند [5]. Shibata and Koshizuka (2007) مدل MPS سه بعدی را جهت شبیه سازی برخورد موج به عرشه کشتی و پیش بینی فشار ناشی از برخورد بکار بردند [6]. Suzuki et al. (2007) روش MPS را با روش هامیلتونی ترکیب کرده و روش جدیدی پیشنهاد نمود [7]. فیاض (1386) متغیرهای دیگری مانند تنش سطحی به مدل چند فازه MPS افزود و پایداری و دقت مدل را ارتقا بخشید [8]. Khayyer and Gotoh (2009) روی بخش بقای ممتوم مدل کار کردند و رابطه جدیدی برای تغییرات فشار پیشنهاد دادند [3]. آنها همچنین برای غلبه بر نوسانات فشار کمی تراکم پذیری را برای سیال قائل شدند. سپس Khayyer and Gotoh (2010) مدل مرتبه بالاتری برای پایداری سازی و ارتقای محاسبات فشار در مدل MPS معرفی کردند [9]. Shakibaeinia and Jin (2010) تراکم پذیری کمی را برای مدل MPS قائل شده و در شرایط مرزی، استراتژی جایگزینی ذرات را پیشنهاد نمودند [10]. Tanaka and Masunaga (2010) برای هموارسازی نوسانات فشار در زمان و مکان تلاش هایی انجام دادند [11]. Lee et al. (2010) مسائل برخورد بین دو فاز مایع یا مایع و جامد را با روش MPS مدلسازی کردند [12]. به منظور غلبه بر نوسانات غیرفیزیکی فشار، Kondo and