



مدل چند فازی تخمین سطح آزاد جریان سیال به روش MPS

مرتضی کلاهدوزان^۱، محمد فیاض^۲

۱- استادیار دانشکده عمران و محیط زیست دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی امیرکبیر

mklhdzan@aut.ac.ir

خلاصه

پدیده سطح آزاد با مرز متحرک بدلیل شرایط مرزی پیچیده و غیر مستقیم، معادلات غیر خطی، دامنه محاسبات در حال تغییر و امکان برخورد سطح های آزاد با یکدیگر از جمله پیچیده ترین مسائل محاسباتی است. در تحقیق حاضر از یک روش لاگرانژی بدون مش بندی با نام روش حرکت ذرات بصورت نیمه ضمنی یا MPS برای حل معادلات جریان غیر قابل تراکم با سطح آزاد استفاده شده است. در این روش معادلات حاکم بر چند فاز گاز، سیال و جامد بطور همزمان حل می شوند. همچنین اندرکنش فاز های مختلف قابل محاسبه و اعمال در مدل می باشند. جهت نشان دادن توانایی مدل از مثال شکست سد استفاده شده است که توانایی این مدل را نسبت به دیگر مدل های مشابه به نمایش می گذارد.

کلمات کلیدی: روش های لاگرانژی، روش های VOF، روش حرکت ذره MPS، چگالی ذره، شعاع موثر.

۱. مقدمه

با توجه به نیاز اجتناب ناپذیر تخمین سطح آزاد جریان، رشد روشهای عددی در مسائل هیدروینامیک جهت تخمین سطح آزاد بصورت قابل توجهی در حال گسترش است. اخیراً در این زمینه تحقیقات زیادی صورت گرفته است که می توان به روشهای VOF تک فاز و دو فاز، روشهای لاگرانژی SPH و MPS اشاره کرد. Ashgriz & Poo در سال ۱۹۹۲ مدل تک فازی VOF را در محیطهای هیدروینامیکی توسعه دادند که این مدل توسط Van der meer, 1992 گسترش داده شد و به مدل SKYLLA (مدلی بر مبنای VOF ترکیب شده با الگوریتم FLAIR که الگوریتمی با دقت مرتبه دو است) تبدیل شد [1,2]. آزمایشات Christensen و همکاران در سال ۲۰۰۲ مشخص کرد که نادیده گرفتن اثر حرکت هوا به داخل جریان و بالعکس به خصوص در محیطهای با آشفتهگی بالا موجب خطاهای زیادی در حل می شود. از اینرو Hieu & Tanimoto 2002 مدل دو فازی VOF را ارائه کردند. با وجود پیشرفت های زیاد روش VOF، پخشیدگی عددی در این روشها امری اجتناب ناپذیر به نظر می رسد [3]. با توجه به اینکه روشهای لاگرانژی از مش بندی های اولری استفاده نمی کنند، لهذا خطای حاصل از پخشیدگی عددی را نخواهند داشت. Koshizuka و همکاران در سال ۱۹۹۶ روش MPS تک فازی را برای اولین بار و در مسائل فیزیک هسته ای به کار بردند [4]. فرهادی و همکاران در سال ۲۰۰۶ مدل تک فازی MPS را برای استفاده تخمین سطح آزاد در جریانهای ایده آل مورد استفاده قرار داد. در این تحقیق روش MPS بصورت مدلی دو فازه (هوا و سیال) برای جریانهای ویسکوز توسعه داده شده است. این مدل ضمن اینکه قادر است در هر لحظه گزارش موقعیت، سرعت، و فشار ذرات (گاز و سیال) را در اختیار قرار دهد، آشفتهگی جریان را نیز مدلسازی می نماید. در این مدل اثر ذرات سیال مجاور و واکنش بین ذرات همسایه در حل معادلات حاکم در نظر گرفته شده است. این مسئله خود باعث تغییر اساسی در روش معمول حل معادلات جریان سیالات شده است. روش حل معادلات در این مدل بصورت نیمه ضمنی بوده که جهت افزایش سرعت همگرایی با روش Projection ترکیب شده است. از اینرو سرعت حل قابل قبول تری نسبت به مدل های مشابه تخمین سطح آزاد جریان دارد.

۲. معادلات حاکم

معادلات حاکم در مدل توسعه داده شده معادلات ناویر استوکس تنشی بصورت زیر است: