



ارائه روش جدید بدون شبکه نیمه ضمنی ذرات متحرک (MPS) با ضریب پنالیتی برای حل معادلات دیفرانسیلی بیضوی

مرتضی کلاهدوزان^۱، صائب فرجی^۲، میثم بالی^۳

۱، ۲، ۳- دانشکده عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران

saebfaraji@aut.ac.ir

خلاصه

در این تحقیق روش جدید بدون شبکه نیمه ضمنی ذرات متحرک (MPS) با ضریب پنالیتی برای حل معادلات دیفرانسیلی بیضوی ارائه شده است. روش های معمول MPS برای اعمال شرایط مرزی، از چند لایه ذره مجازی که در اطراف ناحیه مسئله قرار می گیرند، استفاده می کنند. معادلات دیفرانسیلی حاکم بر ناحیه مسئله در ذرات مجازی اعمال نمی شوند، از این جهت استفاده از این ذرات باعث افزایش هزینه محاسباتی گسسته سازی و حل می گردد. در این مطالعه، از روش ضریب پنالیتی برای اعمال شرایط مرزی استفاده شده است، در نتیجه نیازی به ذرات مجازی نبوده و هزینه محاسباتی روش کاهش می یابد. با حل مثال های عددی در زمینه مسائل هیدرولیکی کارایی و دقت روش نشان داده شده است. نتایج حاصل از حل مثال های عددی نشان می دهند که با حفظ دقت، هزینه محاسباتی الگوریتم پیشنهادی نسبت به روش های معمول MPS کاهش می یابد.

کلمات کلیدی: روش بدون شبکه، روش نیمه ضمنی ذرات متحرک (MPS)، روش ضریب پنالیتی، معادلات دیفرانسیلی بیضوی.

۱. مقدمه

در سال های اخیر روش های بدون شبکه، برای حل معادلات مشتقات جزئی حاکم بر پدیده های فیزیکی مورد توجه قرار گرفته اند. روش های بدون شبکه از ذره ها (گرها) برای گسسته سازی ناحیه مورد مطالعه استفاده می کنند، سپس با در نظر گرفتن یک ناحیه تاثیر برای هر ذره مقدار جواب مسئله در ذرات با استفاده از یک رابطه که تابعی از کمیت های مجهول در ذره ها است، تخمین زده می شود. با جاگذاری رابطه تخمین زده شده در معادله دیفرانسیلی حاکم بر پدیده و با توجه به شرایط مرزی پدیده فیزیکی، مسئله حل شده و کمیت های مجهول ذره ای بدست می آیند. هزینه محاسباتی گسسته سازی بی سازمان ناحیه مسئله، در روش های بدون شبکه نسبت به روش های مبتنی بر المان (مانند المان محدود) بسیار کمتر است. علاوه بر این، برای حل پدیده هایی با مرزهای متحرک، که در مکانیک سیالات بسیار معمول هستند، روش های بدون شبکه نسبت به روش های مبتنی بر المان کارایی بهتری از خود نشان می دهند. با بهره گیری از روش های بدون شبکه اجرای فرآیند نظریف نیز به مراتب آسانتر شده است.

روش بدون شبکه نیمه ضمنی ذرات متحرک (MPS) از جمله روش های بدون شبکه است که کارایی خود را در حل مسائل جامداتی و به ویژه مسائل سیالاتی به خوبی نشان داده است. این روش که اولین بار توسط کوشیزوکا و اوکا[1] ارائه شد، از تابع کرنل برای رابطه تخمین استفاده می کند. بعدها از این روش برای حل پدیده هایی هیدرولیکی مثل شکست سده جریان روی سرریز استفاده شد [2,3]. در تحلیل پدیده هایی که ماهیت دو یا چند فازی دارند نیز از این روش استفاده شده است [4]. عطایی آشتیانی و فرهادی [5] با مقایسه بین توابع کرنل مختلف راهکارهایی برای پایدارسازی بیشتر این روش ارائه دادند. روش MPS با روش همیلتونی ترکیب شد و روش جدیدی با کارایی بیشتر بوجود آورد [6]. روشی با مرتبه بالاتر از دقت نیز

^۱ استادیار دانشکده عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

^۲ دانشجوی دکتری دانشکده عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)