ISAV2011
اولین کنفرانس بین المللی آکوستیک و ارتعاشات
۳۰ آذر و ۱ دی ۱۳۹۰ تهران - ایران
دانشگاه صنعتی امیرکبیر

تحلیل عددی رفتار حباب تپنده در یک میدان صوتی

سید حجت‌اله مؤمنی ماسوله[۱*]، زهرا مختاری[۱]، حمیدرضا مساح[۲]

[۱]گروه ریاضی، دانشگاه شاهد، صندوق پستی: ۱۵۹-۱۸۱۵۱، تهران، ایران.

[۲]پژوهشکده صوتیات، تهران، ایران.

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: momeni@shahed.ac.ir

چکیده

مقاله حاضر درباره شبیه‌سازی رفتار دینامیکی حباب تپنده در سیال به روش‌های عددی می‌باشد. برای بررسی این رفتار حباب تپنده معادله ریلی- پلسه[۱] بعنوان معادله حاکم بر فرآیند ارایه می‌شود. در این بررسی حل عددی معادله ریلی- پلسه با روش‌های اویلر[۲]، اویلر اصلاح شده[۳]، تفاضل مرکزی[۴]، RKF45[۵] و RKF78 ارائه می‌گردند و نتایج بدست آمده با هم مقایسه می‌شوند. در مقاله پیش‌رو رفتار حباب با دو فشار هیدرواستاتیک مختلف پایین و بالا توسط روش‌های مذکور بررسی می‌گردند. در فشار هیدرواستاتیک پایین رفتار حباب از انبساط تا فروپکیدن و سپس واجست‌های آن توسط ۵ روش بالا با طول گام ثابت زمانی حاصل می‌شوند؛ اما در فشار هیدرواستاتیک بالا و طول گام ثابت این روش‌های عددی قادر به ترسیم واجست‌های حباب پس از فروپکیدن آن نیستند. برای رفع این مشکل، بر خلاف روش‌های RKF45 و RKF78 که در آن‌ها تغییر طول گام تنها متضمن افزایش دقت است، از طرحی برای تغییر طول گام استفاده می‌شود که بتواند فروپکیدن و به‌دنبال آن واجست‌های حباب را رصد نماید. با اعمال این الگوریتم در RKF78، تعداد مراحل برنامه برای رسیدن به جواب و درنتیجه زمان محاسبات بطور قابل توجهی کاهش می‌یابند. همچنین نتایج شبیه‌سازی معادله ریلی –پلسه توسط روش‌های ارائه شده با طول گام متغیر با نتایج تجربی سازگار هستند.

کلمات کلیدی: معادله ریلی- پلسه؛ شبیه‌سازی عددی؛ روش رونگه- کوتا- فلبرگ؛ اویلر؛ اویلر اصلاح شده؛ تفاضل مرکزی.

۱. مقدمه

حل معادلات غیرخطی همواره مورد توجه بسیاری از محققین بوده است. گونه‌ای از این معادلات، گونه ریلی- پلسه است که رفتار حباب دارای حرکت تپشی را الگوسازی می‌کند. این حباب‌ها در سیال محیطی به هنگام فشار محیطی پایین تشکیل می‌شوند که

[1] Rayleigh- Plesset
[2] Euler
[3] Modified Euler
[4] Central difference
[5] Runge- Kutta- Fehlberg