

مقایسه‌ی عددی تلاطم در مخزن دو و سه بعدی مستطیلی دو فازی تحت تحریک عرضی

اسعد میره‌کی^۱، محمدرضا انصاری^۲

^۱تهران، تربیت مدرس، a.mirahky@yahoo.com

^۲تهران، تربیت مدرس، MRA_1330@modares.ac.ir

چکیده

در تحقیق حاضر، تلاطم سطح سیال مایع در مخزن دو و سه بعدی در فرکانس و دامنه تحریک‌های مختلف و همچنین در دو عرض مختلف مخزن سه بعدی بررسی شده است. به این منظور با استفاده از نرم افزار متن باز این فوم مخزن مستطیلی در حالت دو و سه بعدی با در نظر گرفتن دو فاز مایع و گاز به صورت آب و هوا با فرض مغشوش بودن جریان مدل سازی شده است. با استفاده از نتایج کسر حجمی سیال و دسته بندی آن به صورت ماتریس می توان سطح سیال مایع را نشان داد. در ادامه نشان داده شده است که عرض مخزن در فرکانس تحریک دورتر از فرکانس طبیعی اول مخزن تاثیر بیشتری در نتایج دو و سه بعدی خواهد داشت. با افزایش دامنه تحریک در فرکانس طبیعی اول از یک حد مشخص به بعد باید مخزن به صورت سه بعدی در نظر گرفته شود.

واژه های کلیدی

تلاطم، مخزن دو و سه بعدی، روش حجم سیال، فرکانس تحریک

۱- مقدمه

تلاطم^۱ سیال مایع در مخازن تحت تحریک خارجی در زمینه های فراوانی در سیستم های دینامیک مانند تانکرها، نفت کش ها، کشتی های حامل سوخت مایع، مخازن ذخیره آب، سوخت و غیره کاربرد دارد. اگر فرکانس تحریک خارجی نزدیک فرکانس طبیعی مخزن باشد حرکت مایع در مخازن نیروی زیادی را به مخزن وارد می سازد [۱ و ۲]. دامنه موج های تشکیل شده سیال مایع در مخازن، بستگی به دامنه و فرکانس تحریک مخزن، عمق سیال، ویژگی سیال های داخل مخزن و هندسه مخزن دارد. این پارامترها، تاثیر مستقیم در دینامیک پایداری و عملکرد مخزن خواهد داشت [۳]. از کارهای اولیه و جامع در این زمینه می توان به کار آبرامسون [۴] اشاره کرد، این تحقیق کارهای انجام شده پیشین را گردآوری و تالیف کرد. این گردآوری از کارهای پیشرو در دیدگاه تحلیلی تلاطم در مخازن است که پس از گذشت سال ها، همچنان مرجع معتبری در این زمینه است. از معادلات ریاضی، ارزیابی های آزمایشگاهی و مدل های محاسباتی آن برای برآورد تقریبی فرکانس های تلاطم و الگوهای سطح آزاد استفاده می شود. این تحقیق بیشتر در زمینه تلاطم سوخت مایع در هواپیما است. ابراهیم [۵] کتابی جامع را به صورت مروری از کارهای قبل

چاپ کرد این کتاب بیشتر نتایج تحلیلی را برای انواع هندسه ها و تحریک های مختلف مخازن نشان می دهد. فالتینس و تیموخا [۶] در مخزن مستطیلی با سیال غیر قابل تراکم، برای تلاطم غیر خطی و جریان غیر چرخشی با فرض سقف بی نهایت مخزن و دور بودن فرکانس تحریک از فرکانس طبیعی مخزن با روش مودال، تلاطم سطح را بررسی کرده اند و حالت های ایجاد رزونانس را در مخزن نشان دادند. قاسمی [۷] یک روش مودال برای حل مسأله تلاطم غیرخطی در مخزن مستطیلی بر پایه جریان پتانسیل ارائه داد. ایشان این روش را برای هر دو فاز سیال در مخزن بسط داده است. در این تحقیق تاثیر چگالی فاز بالای سیال بر دامنه نوسانات سطح مشترک نشان داده شده است.

جی و همکاران [۸] با تقسیم بندی حوضه های قابل استفاده از روش های مختلف حل، موج های تشکیل شده در مخزن را دسته بندی کرده اند. آنها اولین تقسیم بندی معادلات دو و سه بعدی را انجام دادند اما در این تقسیم بندی ناحیه فرکانس طبیعی اول را شامل نمی شود. گونی و همکاران [۹] با حل عددی پدیده تلاطم با استفاده از نرم افزار این فوم در حالت های مختلف تاثیر افزایش چگالی فاز گاز را بر دامنه تلاطم سطح مشترک با فرض غیر چرخشی بودن سیال ها با استفاده از روش حجم محدود^۲، بررسی کردند. و نشان دادند تلاطم سطح مشترک فازها با افزایش چگالی فاز گاز آرام تر می شود. آنها فرکانس تحریک را نزدیک فرکانس طبیعی مخزن در نظر نگرفتند. پینگ و وین [۱۰] با نرمالیزه کردن متغیرها^۳ و حل با گرید نامنظم^۴ سطح مشترک را با روش حجم سیال^۵ در حالت های تحریک مخزن با فرکانس طبیعی اول به دست آوردند که تطابق نسبتاً خوبی را با نتایج آزمایشگاهی دارد. باریوس و همکاران [۱۱] معادلات حاکم بر سیال را با روش عددی برای مخزن مستطیلی انجام دادند. آنها دامنه تحریک را طوری به دامنه محاسباتی تبدیل کردند که نیازی به شبکه سازی مجدد یا متحرک نباشد. آنها همچنین تحلیل تشدید را در تحریک همساز انجام داده اند.

والنتاین و فرندسن [۱۲] حرکات تلاطمی سطح آزاد را در دو مخزن دو بعدی تحت تحریک افقی به صورت عددی بررسی کردند. اولین مجموعه حل آنها بر پایه مدلی غیر لزج و کاملاً غیرخطی بود

² Finite Volume Method

³ Normalized variable diagram

⁴ Unstructured grid

⁵ Volume Of Fluid

^۱ Sloshing