

مدل سازی عددی برخورد سازه به سیال در حالت ورود متقارن و نا متقارن

مجتبی غفاری

فارغ التحصیل کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی امیرکبیر

ghafari@aut.ac.ir

محمدرضا خدمتی

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

Khedmati@cic.aut.ac.ir

چکیده

در این مقاله، پدیده کوبش سازه به سیال به صورت دو بعدی و به روش شبیه سازی عددی مطالعه می شود. جهت مدل کردن پدیده کوبش، روش حجم محدود در یک برنامه CFD استفاده شده است. جهت مدل کردن سطح آزاد روش حجم سیال به کار گرفته شده است. تاثیر سرعت نسبی برخورد، شکل هندسی سطح مقطع سازه و ورود نامتقارن سازه به آب بر توزیع فشار روی سازه ناشی از برخورد بررسی می شود. نشان داده شده افزایش سرعت برخورد، کاهش زاویه راس و ورود نامتقارن سازه به آب، فشار بیشتری را بر سازه تحمیل خواهد نمود.

کلمات کلیدی: برخورد با آب، توزیع فشار، ورود نامتقارن، برهم کنش سیال-سازه

مقدمه

در طی برخورد شدید میان سیال و سازه، نیروهای ضربه ای با ماکزیمم فشار بسیار بالا بر سازه اعمال می شوند. اهمیت این موضوع خصوصاً در صنایع کشتی سازی و سازه های دریایی کاملاً روشن است. برخورد شدید شناورهای تندرو با سطح آب و همچنین برخورد امواج دریا با سازه های دریایی نظیر سکوهای نفتی، تاثیر قابل ملاحظه ای بر سازه دارد [۱]. محاسبه فشار وارد بر سازه، تلاش جهت کاهش فشار، بهینه سازی سازه و انتخاب مصالحی مانند فولاد، آلومینیوم و مواد مرکب برای جلوگیری از ایجاد خسارات احتمالی از اهمیت شایان توجهی برخوردار است [۲]. همچنین در صورت متناوب بودن ضربه ها، بررسی تنش های خستگی حائز اهمیت است. کوبش سازه به سیال فرایندی بسیار غیر خطی است که این امر ناشی از پیچیدگی شرایط جریان آب در حین برخورد است. ابتدایی ترین مطالعه در این مورد را فن کارمن^۱ در سال ۱۹۲۹ با بسط تئوری مجانب^۲ با خطی در نظر گرفتن شرط سطح آزاد و شرایط مرزی برای مساله به انجام رساند [۳]. نیروی ضربه ای روی یک گوه در مدت زمان فرو نشستن با نیرو روی یک Sea Plane در حال نفوذ در آب آرام تخمین زده شد و از ناهمگنی و ارتفاع آب در سطح آزاد صرف نظر شد. او نظریه جرم اضافی ظاهر شده^۳ ناشی از حرکت سیال که القا شده از حرکت شیء است را مطرح کرد. فن کارمن با استفاده از تئوری بقای مومنتم و ساده سازی هایی از قبیل صرف نظر کردن از لزجت و فرضیاتی چون تراکم ناپذیر بودن و غیر چرخشی بودن آب توانست حلی را برای یک گوه دو بعدی به دست آورد [۴]. فرمول فن کارمن توسط واگنر^۴ در سال ۱۹۳۲ برای آب جمع شده در کنار گوه (ناهمگنی به وجود آمده در سطح آزاد آب ناشی از برخورد) تصحیح شد. این امر باعث بدست آمدن یک تئوری عمومی مناسب برای حل تحلیلی ورود یک گوه دو بعدی با زاویه راس کوچک به آب ساکن شد [۵]. روش تعیین فشار واگنر در لبه شیء سقوط کننده در آب دارای نقطه تکیه (فشار بی نهایت) بود. واتانابی^۵ در سال ۱۹۸۶ با تطابق دادن حل در منطقه پاشش جت با روش ورق توسعه یافته حل شده توسط واگنر این مشکل را رفع نمود [۶]. در روش های تحلیلی معمولاً سیال غیر لزج، بدون اصطکاک، تراکم ناپذیر و غیر چرخشی در نظر گرفته می شود. همچنین در بسیاری از مطالعات از نیروهای ناشی از جاذبه و کشش سطحی صرف نظر می شود. با اینحال تئوری راضی کننده ای که حالتی عمومی داشته باشد و برای حالات گوناگون به کار رود، راجع به پدیده اسلیمینگ بدست نیامده و این امر به علت پیچیدگی های زیر است:

مهمترین تلاش ها در حل های تحلیلی مربوط به ژائو و فالتینسن^۶ (۱۹۹۳)، آرای^۷ (۱۹۹۴)، وروس^۸ (۱۹۹۶)، اسچومان^۸ (۱۹۹۸) و موزافریجا^۹ (۱۹۹۸) است [۸]. یکی از جدیدترین تحلیل ها در زمینه اسلیمینگ به روش عددی توسط آکوئلت^{۱۰} و همکاران در سال ۲۰۰۵ انجام شده است که از نتایج بدست آمده توسط بعضی از این افراد برای معتبر سازی کار انجام شده در این مطالعه استفاده شده است [۹].

¹ Von Karman

² -Asymptotic Theory

³ -Added Apparent Mass

⁴ -Wagner

⁵ -Watanabee

⁶ -Faltinsen

⁷ -Arai

⁸ -Schumann

⁹ -Muzaferija

¹⁰ -Aquelet