



عنوان کارگاه: شبیه‌سازی عددی آیروآکوستیک

چکیده

شناخت پدیده‌های آیروآکوستیکی و توانایی در پیش‌بینی و کنترل صدایی که در جریان‌های پیچیده سیال ایجاد می‌شود در کاربردهای بسیاری ضرورت می‌یابد. تولید صدا از جت‌های پرسرعت، بدنه اشیای متحرک، فن‌ها، توربوماشین‌ها و پره بالگردها از مثال‌های متداول در این زمینه می‌باشد. بسیاری از این جریان‌ها بسیار پیچیده‌اند و روش‌های تجربی و عددی موجود قادر به پیش‌بینی و تعیین دقیق میزان تولید صدا در این موارد نیستند. باید به این نکته توجه داشت که بسیاری از روش‌های متداول در دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) قادر به پیش‌بینی مناسب جریان‌های متغیر با زمان نمی‌باشند حال آن که مسایل آیروآکوستیک بنا به طبیعتشان وابسته به زمان هستند. به علاوه استفاده از یک روش عددی مرتبه بالا که سازگار، پایدار و همگرا باشد نمی‌تواند به تنهایی ضامن یافتن یک حل مناسب موجی باشد. ایجاد ناهمگنی، خطای فاز و حتی خطای دامنه در روش‌های عددی متداول CFD امری شناخته شده و عادی می‌باشد. خطای حاصل از این روش‌ها برای امواج کم دامنه فرکانس بالا (امواج آکوستیکی) بسیار محسوس است زیرا در برخی موارد دامنه این امواج از دامنه خطای روش عددی نیز کوچکتر می‌شود. اتخاذ تدابیر ویژه عددی برای محاسبه دقیق این امواج ضروری به نظر می‌رسد.

اگرچه می‌توان با استفاده از یک شبکه محاسباتی بسیار ریز یک جواب عددی مناسب بدست آورد لیکن در عمل پیاده کردن چنین شیوه‌ای عملی نیست زیرا به حافظه و زمان محاسبه کامپیوتری بسیاری نیاز خواهد بود. روش‌های متفاوتی برای حل این معضل ارائه گردیده‌اند که یکی از موفقترین این روش‌ها افزایش تعداد نقاط در سلول محاسباتی اختلاف محدود و بالنتیجه فراهم نمودن اطلاعات بیشتر در هر نقطه برای روش عددی می‌باشد. جزییات طراحی این روش در طی کارگاه ارائه می‌شود.

برای ارزیابی روش‌های عددی جدید همواره از مسایل مدل استفاده می‌شود. ابتدا معادله موج مرتبه اول خطی مورد بررسی قرار می‌گیرد. این معادله که پایه تمامی معادلات موج می‌باشد دارای جواب تحلیلی می‌باشد و استفاده از آن برای برآورد کردن خطای دامنه و فاز روش‌های عددی در CFD مرسوم می‌باشد. به علاوه در مسایل یک‌بعدی مواردی نظیر شرایط مرزی آزاد و دیوار جامد در جواب مساله نقشی ندارند و روش عددی بدون از این حواشی قابل بررسی می‌باشد.

در مرحله بعدی، یک مساله دوبعدی شبیه‌سازی شده است. در این مساله نیز روش‌های جدید با حل تحلیلی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. در این مساله نحوه پراکنده شدن پالس‌های دوبعدی آکوستیکی در یک جریان یکنواخت مورد تحلیل واقع می‌شوند. معادلات خطی شده اولر بر این جریان حاکمند و در شرایط مورد بررسی در این مطالعه دارای جواب تحلیلی نیز می‌باشند.

در خاتمه پیشرفت‌های جدید و زمینه‌های علمی مناسب برای فعالیت در شاخه آیروآکوستیک عددی معرفی و توضیح مختصری در مورد آنها ارائه می‌گردد.