

شبیه سازی عددی جت خروجی مافوق صوت برای یک نازل همگرا واگرا متقارن محوری

شهرام میرزایی^۱

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی مالک اشتر تهران / مجتمع دانشگاهی هوافضا، shahram.mirzaie69@gmail.com

چکیده

گلوی نازل و سپس از طریق یک بخش گسترش واگرا، هنگامی که فشار کافی را به نازل داد و یک جت مافوق صوت تشکیل شود. افزایش سرعت گاز خروجی، انرژی حرارتی را به انرژی جنبشی تبدیل می کند. سرعت آگروز بسته به ضریب انبساط نازل برای طراحی، متفاوت است. و همچنین سرعت آگروز بسته به ضریب انبساط برای طراحی، ده برابر سرعت صوت در هوا در سطح دریا غیر معمول نیست. در حدود نیمی از رانش متورموشک از فشارهای نامتعادل داخل محفظه ی احتراق به وجود می آید و بقیه از فشارهای داخل نازل به عنوان گاز گسترش می یابد. فشار در برابر دیوار نازل، متورموشک را در یک جهت و شتاب گاز خروجی را در جهت دیگر کنترل می کند. [۱]

در طول فاز صعود، موشک هایی که در سرعت های بالای بادی در ارتفاع های بالا حرکت می کنند، شعاع های کم عمقی را ایجاد می کنند که تحت شرایط مناسب می توانند لایه مرزی را به خوبی در بالای جریان شعاعی جدا کنند. از لحاظ فیزیکی، این فرایند ناشی از شوک متقاطع ناشی از انبساط آگروز است. تعامل گردان نامنظم با لایه مرزی موجب جدا شدن جریان از سطح خروجی نازل می شود. محدوده این جداسازی می تواند مهم باشد زیرا جریان جدا شده از سطوح تثبیت کننده آیرودینامیکی مانند لعاب ها و باله ها که معمولاً در ناحیه جدا شده هستند، باهم تداخل می کنند. علاوه بر این، گازهای پلوم گرم ممکن است در ناحیه جداسازی نفوذ کنند و موجب آسیب های ساختاری بالقوه ای و تداخل با دستگاه های ارتباطی واقع در این مناطق شوند. شواهدی از این روند بر روی موشک ساترن ۷ و موشک های شاتل فضایی دیده شده است. [۲]

تحقیقات اولیه در بررسی جریان پلوم، شامل روش های تحلیلی یا تجربی بودند. ویلکوکس و همکارانش [۳] عکس برداری هایی از انواع پلوم انجام دادند. آزمایش آنها برای چهار نازل مختلف (بازوای ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰ درجه) با چهار عدد ماخ متفاوت (۲، ۳، ۴، ۵) و در محیط ساکن انجام گرفته است. نتایج آنها برای نازل ۱۰ درجه نشان داده است که محل دیسک ماخ به عدد ماخ خروجی نسبت عکس و با نسبت فشار کمتری شود و همچنین در اعداد ماخ بالا، وابستگی محل دیسک ماخ به نسبت فشار کمتر می شود، همچنین برای نازل با زاویه ی بیشتر از ۴۰ درجه تاثیر زاویه بر محل دیسک ماخ تقریباً ناچیز است.

دش در مرجع [۴] کدهای BOAT و GENMIX را مقایسه کرده است، که یکی از کسانی که تحقیقات خود را فقط در جریان در پلوم

جریان روی موشک با پلوم خروجی از آن مورد مطالعه قرار گرفته اند. شبیه سازی عددی اثرات پلوم خروجی روی عملکرد آیرودینامیکی یک موشک مسئله ی اصلی این تحقیق است. در تحقیق حاضر با در نظر گرفتن شرایط مسئله و تعریف یک موشک مناسب، به محاسبه و تحلیل ضرایب آیرودینامیکی به کمک روش های دینامیک سیالات عددی و نرم افزار تجاری فلوئنت پرداخته می شود. شبیه سازی عددی توانسته است کلیه بخش های آرایش جریان، نظیر ناحیه جدایش پشت موشک، امواج انبساطی در گوشه ی انتهای موشک و نواحی دیواره ی پشت جسم خروجی جت جریان در انتهای سطح جانبی پشت موشک به دلیل فشار پلوم و تبدیل انعکاس موج ضربه ای قائم در محور تقارن به یک دیسک ماخ رابه خوبی پیش بینی نموده است. نتایج نشان دادند که عدد ماخ و فشار پلوم تاثیر زیادی در آرایش جریان پشت موشک، به خصوص تشکیل و انعکاس های مختلف امواج فشاری و انبساطی نواحی جدایی جریان دارند، که جداسازی جریان الکتریکی ناشی از انفجار قوی زمانی که به طور کامل به عنوان جریان کاملاً متلاطم مدل سازی شده باشد، به صورت جدایی کامل و آرام و ضعیف عمل می کند.

واژه های کلیدی

آیرودینامیک، شبیه سازی عددی، پلوم، موشک، نازل

مقدمه

امروزه شبیه سازی جریان خروجی موشک یکی از اساسی ترین مسائل در طراحی موشک می باشد. یکی از پدیده هایی که در پشت موشک رخ می دهد پدیده ی پلوم است. جریان جت خروجی از نازل موشک ها و هواپیما ها، شامل گازهای داغ (گاهی با درصد کمی ذرات جامد) و با سرعت زیاد است. این جریان که شبیه تخلیه یک جریان جت در جریانی موازی است، به اصطلاح پلوم نامیده می شود.

جریان گازهای خروجی از آگروز موشک در عبور از بدنه ی موشک بدون واکنش باقی می ماند و رفتاری به عنوان یک گاز ایده آل را دارد که با گاز ایده آل دیگری مخلوط می شود که این رفتار جریان هوای آزاد است. رانش موشک با فشار در محفظه ی احتراق و نازل ایجاد می شود. طبق قانون سوم نیوتون، فشار برابر و مخالف در آگروز عمل می کند و باعث تسریع به سرعت های بالا می شود. گاز داغ تولید شده در محفظه ی احتراق مجاز است تا از طریق باز کردن