ICHMT2014-XXXX

بررسی عددی ضرایب آئرودینامیکی و انتقال حرارت ایرفویل دو گوه ای در جریان مافوق صوت

نفیسه بنازاده نیشابوری[1]، روح اله رفعی[2]

[1]سمنان، دانشگاه سمنان / دانشکده مهندسی هوافضا، nafise14898@gmail.com
[2]سمنان، صندوق پستی 35131-19111، دانشگاه سمنان/ دانشکده مهندسی مکانیک، rafee@semnan.ac.ir

چکیده

در این مقاله، در ابتدا رفتار جریان تراکم پذیر لزج اطراف ایرفویل دو گوه ای با روش عددی و تحلیلی بررسی شده است. سپس توزیع شار حرارتی بر سطح پره برای زاویه حمله صفر درجه در زمانهای مختلف با روش عددی محاسبه شده و نتایج حاصل با یکدیگر مقایسه شده اند. کانتور دمای داخل پره در مدت زمان عملکرد و نحوه تغییرات شار حرارتی بر روی سطح ایرفویل بررسی داده شده است و توزیع دمای وتر پره نیز بررسی گردیده است. مشخصه های آئرودینامیکی ایرفویل، نیروهای برآ و پسا با حل عددی معادلات تراکم پذیر دو بعدی ناویر استوکس به همراه مدل آشفتگی تنش رینولدز در میدان جریان اطراف ایرفویل بدست آمده اند. تمام مشخصه های اساسی جریان شامل موج شوک مایل در جلوی ایرفویل، فن انبساطی در شانه های ایرفویل با شبیه سازی عددی بدست آمدند. در روش تحلیلی نیز از تئوری موج شوک انبساط برای بررسی رفتار جریان استفاده شده است. ضرایب برآ و پسا در زوایای حمله ی مختلف برای زاویه انحراف 10 درجه از هر دو روش عددی و تحلیلی بدست آمدند. مشاهده شد که ضرایب برآ بدست آمده از هر دو روش نسبت به ضرایب پسا تطابق بهتری با هم دارند که علت آن نادیده گرفتن لزجت در حل تحلیلی است.

واژه های کلیدی

ایرفویل دو گوه ای، شبیه سازی عددی، ضریب انتقال حرارت، موج شوک مایل، ضریب برآ.

مقدمه

ایرفویل های مافوق صوت به دو دسته تقسیم می شوند: ایرفویل از دو سو محدب[1] و ایرفویل دو گوه ای که سطح مقطع پروفیل های آن ها در شکل 1 نشان داده شده است. حضور این اجسام در میدان جریان مافوق صوت سبب ایجاد موج های شوک و انبساط می گردد. این ناپیوستگی ها در پرواز مافوق صوت منجر به افزایش درگ نامطلوب می شوند. این مولفه اضافی پسا زمانیکه موج شوک به جسم چسبیده باشد کمینه می شود. از اینرو با طراحی باریکتر سطح مقطع و لبه حمله و فرار تیز، از جدا شدن موج شوک جلوگیری می کنند. این در حالی است که اگر از ایرفویلهای متداول زیرصوتی استفاده شود، وجود لبه حمله گرد در آنها سبب جدا شدن موج شوک از لبه حمله می شود که افزایش درگ را به دنبال دارد. بنابرین پروفیل های نشان داده شده در شکل 1 دارای نسبت برآ به پسا بهتر در مقایسه با ایرفویل های زیر صوت در پرواز مافوق صوت هستند. در کار حاضر، تلاشی برای یافتن پاسخ آئرودینامیکی و ضریب انتقال حرارت جابه جایی ایرفویل دو گوه ای دو بعدی در جریان مافوق صوت با عدد ماخ جریان آزاد 2/5 در زوایای حمله مختلف با شبیه سازی عددی انجام شده است. نتایج بدست آمده از حل عددی با نتایج تئوری شوک انبساط مقایسه می شوند. در ادامه مساله به صورت گذرا با زمان حل شده و مقادیر ضریب انتقال حرارت در سطح ایرفویل در زوایای حمله مختلف با روش عددی محاسبه شدند.

ایرفویل از دو سو محدب ایرفویل دو گوه ای

شکل 1: نمایی از سطح مقطع ایرفویل های مافوق صوت[12]

جریان مافوق صوت اطراف سازه های هوانوردی کاربرد زیادی در صنعت هوافضا دارد. ایرفویل های دو گوه ای به طور وسیعی در مهندسی هوافضا استفاده می شوند و موضوع مطالعات فراوان از سال 1947 بوده اند. عباس و همکارانش [2-1] یک ایرفویل دو گوه ای ماوراء صوت را با تخمین بارهای آئرودینامیکی ناپایدار غیر خطی بررسی کردند. از آنجا که دما تاثیر زیادی بر رفتار دینامیکی و استاتیکی سازه های پروازی در رژیم های ماوراء صوت و مافوق صوت دارد و منجر به بی ثباتی و شکست سازه می شود، آن ها اثرات گرمایش آئرودینامیکی را بر اساس دمای دیواره آدیاباتیک تخمین زدند. وانچ [3] ایرفویل های دو گوه ای را در جریان ماوراء صوت[2] برای بدست آوردن ضرایب آئرودینامیکی ایرفویل ها در جریان های آزاد و شرایط هندسی مختلف با بکارگیری تقریب اصلاح شده پرانتل مایر بر پایه ی اعداد ماخ ماوراء صوت مطالعه کرد. بلوگین و کچف [4] نشان دادند که حل موج شوک ضعیف برای تقریب خطی پایدار است در حالیکه حل موج شوک قوی ناپایدار است.

اولنیچاک و همکارانش [5] یک ایرفویل دو گوه ای را با دینامیک سیالات محاسباتی و آزمایشات مطالعه کردند. آن ها فشار سطحی و نرخ انتقال حرارت را اندازه گرفتند و جریان را با روش تداخل سنجی بررسی کردند. آن ها نشان دادند که نواحی جدایی محاسبه شده

[1] Convex Airfoil

[2] Hypersonic