

کاهش شدت صوت در خروجی موتور جت به کمک نازل دندانه‌دار

محمد امیان^۱، سهند گلرنگ^۲، مهناز ذاکری^۳

۱ مجتمع دانشگاهی هوافضا، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، m.ommian@gmail.com

۲ کارشناس ارشد مهندسی هوافضا

۳ استادیار دانشکده مهندسی هوافضا، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۱۱

چکیده

مسئله سروصدا و ایجاد آلودگی صوتی در پرواز هواپیماها همواره به‌عنوان یک معضل اساسی مطرح بوده است. به‌دلیل آثار فیزیولوژیکی مضر که سروصدای تولیدشده توسط هواپیما روی خلبان، مسافران، کارکنان فرودگاه‌ها و ساکنان حومه فرودگاه دارد، کاهش شدت صوت اهمیت بیشتری پیدا کرده است. در این مقاله صدای ناشی از نازل خروجی جت به‌عنوان یک منبع مهم آلوده‌کننده صوتی هواپیما مورد توجه قرار گرفته است. دندانه‌دار کردن نازل به‌عنوان یکی از جدیدترین فناوری‌های کاهش شدت صوت برای موتورهای جت مورد استفاده قرار می‌گیرد که در آن آثار ناشی از تغییر پارامترهای هندسی نازل دندانه‌دار بر میدان جریان خروجی نازل و سطح صدای تولیدی بررسی و تحلیل شده است. نتایج نشان می‌دهد که تغییر در طول دندانه‌ها تأثیر چندانی بر میدان جریان و سطح صدای تولیدی ندارد، در حالی که میزان نفوذ دندانه‌ها و تعداد دندانه‌ها پارامتر مهمی در افت سرعت در ناحیه مرکزی و شدت صوت می‌باشد.

واژگان کلیدی

موتور جت، شدت صوت، نازل چورون، نازل دندانه‌دار

۱. مقدمه

جابه‌جایی یک جسم و نیروهای اثرودینامیکی غیراستاتیکی روی سطح جسم، تولید نوسانات فشاری^۱ می‌کند که با سرعت صوت در محیط منتشر می‌شوند. سازوکار دیگر تولید سروصدا (نوفه) ناشی از پدیده آشفتگی می‌باشد. چون آشفتگی ذاتاً پدیده‌ای تصادفی و احتمالی^۲ است، دارای طیف فرکانسی گسترده‌ای می‌باشد. برای مثال مجاور لبه‌های تیز قسمت عمده‌ای از انرژی آشفتگی به

اثرآکوستیک شاخه‌ای از علم آکوستیک است که به مطالعه سروصدای تولیدی توسط آشفتگی^۱ جریان سیال یا برهمکنش نیروهای اثرودینامیکی با سطوح می‌پردازد. نوفه یا سروصدای اثرودینامیکی اساساً بر مبنای دو پدیده متفاوت رخ می‌دهد. اولین پدیده، نوفه ضربه‌ای^۲ است که ناشی از حرکت سطوح یا قرار گرفتن سطوح در شرایط غیریکنواخت جریان می‌باشد. اثر

انرژی اکوستیکی تبدیل می‌شود [۱]. سروصدای ایجادشده توسط هواپیماها به‌خصوص در مناطق نزدیک فرودگاه‌ها همواره به‌عنوان یک معضل اساسی مطرح بوده و با توسعه روزافزون حمل‌ونقل هوایی این مسئله بیش از پیش اهمیت پیدا کرده است. سطح صدا، میزان ارتعاش هوایی است که صدا را به‌وجود می‌آورد. از طرف دیگر، صداهای اندازه‌گیری شده با استاندارد آستانه شنوایی در ۱۰۰۰ هرتز سنجیده می‌شود، در واقع سطح صدا بیانگر این است که صدای اندازه‌گیری شده چه مقدار از آستانه شنوایی انسان بیشتر است. در هواپیما صدا زمانی به‌وجود می‌آید که جریان هوا از

روی سازه یا درون موتور عبور کند و سبب نوسانات فشاری گردد. این نوسانات فشاری، صدای ایجادشده را به‌سمت بیرون و داخل کابین منتقل می‌کند. شکل ۱ اجزای مختلف تولیدکننده صدا در هواپیما را نمایش می‌دهد [۱]. منابع عمده تولیدکننده صدا در بدنه شامل سطوح کنترل و ارایه فرود می‌باشند که با توجه به زیرسیستم‌های خود دارای محدوده فرکانسی متفاوتی هستند. تغییرات شدید تولیدشده از ناحیه موتور در فشار، دما و ناپیوستگی در کنترل جریان سبب نوسانات اغتشاشی و آلودگی صوتی می‌شود.



شکل ۱. منابع عمده تولید صوت در هواپیما

بیشتر فعالیت‌ها در جهت کاهش شدت صوت در حوزه موتور انجام شده است که شاید مهم‌ترین آن استفاده از موتور توربوفن است. در این موتورها ضمن کاهش مصرف سوخت، به‌دلیل کاهش سرعت گازها در خروجی، از شدت صوت نیز کاسته شده است. شکل ۲ نشان‌دهنده منابع تولید سروصدا در یک موتور توربوفن است. جهت مشخصه انتشار نوفه ناشی از جت، توربین و نیمی از نوفه فن به سمت عقب بوده، در صورتی که نوفه کمپرسور و نیمه دیگر سروصدای فن به سمت جلو می‌باشد. تفکیک نوفه‌های درون یک موتور توربوفن در هنگام برخاست و کاهش ارتفاع تا فرود هواپیما در شکل ۳ نمایش داده شده است. این شکل نشان می‌دهد که نوفه موتور قسمت عمده سروصدای هواپیما را تشکیل می‌دهد. البته در هنگام کاهش ارتفاع هواپیما، سروصدای ناشی از بدنه نسبت به نوفه موتور افزایش می‌یابد. گفتنی است در این مطالعه، تنها سروصدای ناشی از جریان خروجی جت و چگونگی کاهش آن بررسی شده است [۲-۳].

تا زمان استفاده از هواپیماهای ملخی با سرعت پایین اقدامات جدی و مؤثری برای کاهش شدت صدا صورت نگرفت، اما امروزه کنترل و کاهش آلودگی صوتی ناشی از هواپیما، به‌خصوص در مناطق مسکونی اطراف فرودگاه به‌عنوان مسئله‌ای جدی مطرح می‌باشد؛ به‌گونه‌ای که در اروپا، دفاتر طراحی و ساخت هواپیما موظفند علاوه بر دریافت گواهینامه نوع^۵، شرایط لازم برای دریافت گواهینامه صوت^۶ را نیز بگذرانند [۱].

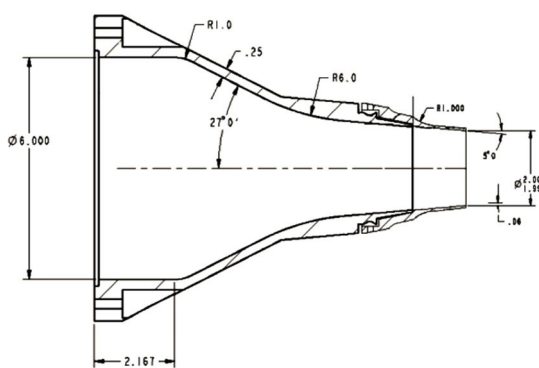
۲. صدای ناشی از نازل خروجی

بررسی صدای حاصل از جت خروجی از سال ۱۹۵۲ م، توسط جیمز لایت‌هیل^۷ آغاز و مشخص شد که این نوع صدا با آشفتگی جریان پیوند می‌خورد. استخراج تئوری کمی در جهت بررسی شدت صوت ناشی از ناپایداری امواج صوتی در طول ۵۰ سال پس از آن ادامه یافت، اما با طراحی و ساخت ابزارآلات دقیق اندازه‌گیری صوت در دهه ۸۰ م، داده‌های جدیدی در اختیار

تراست مورد ارزیابی قرار گرفت و میزان کاهش آن کمتر از ۰/۲۵ درصد گزارش داده شد. این نتیجه نقطه عطفی در توسعه این فناوری شده و سرمایه‌گذاری‌های صنعتی را در این زمینه در پی داشت [۷].

۳. نازل‌های مورد بررسی

بریج و برون (۲۰۰۴) برای آنکه در حوضه کاهش سروصدای نازل مطالعاتی انجام دهند، نازلی طراحی کردند که از نظر شکل ظاهری در صنعت بسیار کاربرد داشت و می‌توانست در آزمون‌های تجربی مختلف به آسانی مورد استفاده قرار گیرد [۸]. بنابراین برای ایجاد یک هندسه مینا در خانواده نازل‌های دنداندار، سامانه SMC^{۱۵} توسعه یافت. این هندسه مینا، مطابق با شکل ۴ بود (اعداد برحسب اینچ می‌باشند).

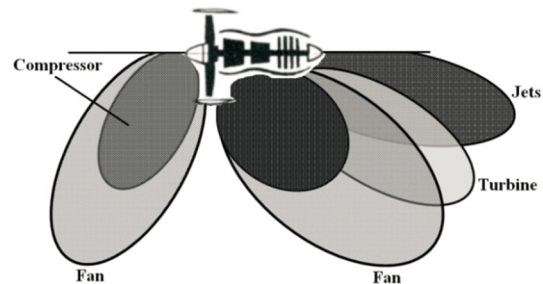


شکل ۴. نقشه نازل مینا [۸]

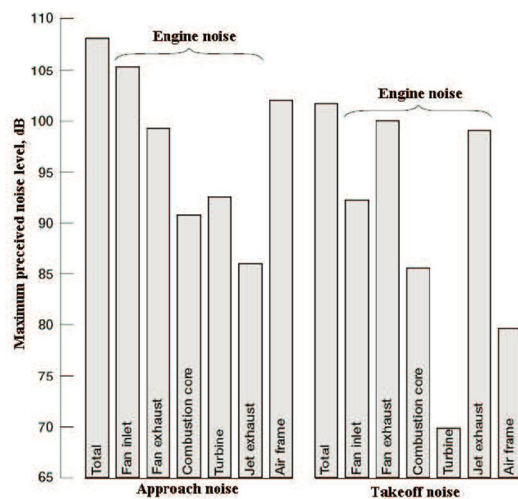
قسمت انتهایی این نازل به‌گونه‌ای طراحی شده است که قابل جاشدن می‌باشد تا هندسه‌های دیگر نازل‌های دنداندار، نصب شده و مورد آزمایش قرار گیرند. نازل‌های مختلف دندان‌داری که در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته‌اند، در شکل ۵ نمایش داده شده‌اند. جدول ۱ پارامترهای متغیر در نازل‌های دنداندار مورد نظر را نشان می‌دهد. در این جدول، N تعداد دندان‌ها، L طول دندان‌ها در راستای محور جت، α میزان انحراف دندان از محور جت و P میزان نفوذ، برابر با اختلاف شعاع از نوک دندان تا پایه دندان می‌باشد. شرایط فیزیکی جریان (شرایط مرزی) در نظر گرفته شده برای تحلیل همه نازل‌ها در جدول ۲ آمده است. این جدول معروف به ماتریس تانا می‌باشد و به دلیل آنکه بیشتر مراجع (همچون [۵]، [۸] و [۹]) حالت ۷ را مورد بررسی قرار داده‌اند، در این مقاله نیز این وضعیت مورد بحث قرار خواهد گرفت. نسبت

محققان قرار گرفت. نتایج حاصل مبین این بود که صدای ناشی از نازل خروجی جت از دو جزء اصلی تشکیل شده است: اختلاط جریان خروجی موتور و اتمسفر آزاد و ایجاد شوک در سرعت‌های بالا در خارج از نازل [۲].

از جمله روش‌های کاهش سروصدای تولیدشده توسط جریان جت خروجی می‌توان به کاهنده‌های چند المانی^۱، مکنده‌های هوا^۲، پروفیل سرعت معکوس^۳، پوشش صوتی دمایی^۴، قطعات مخلوط‌کننده^۵، بالچه‌های خروجی^۶ و نازل دنداندار^۷ اشاره کرد. در این مقاله کاهش سروصدای جریان جت خروجی به کمک نازل دنداندار مورد بحث و بررسی قرار گرفته است و برای کسب اطلاعات بیشتر از دیگر روش‌ها به منابع [۴] تا [۶] مراجعه شود.



شکل ۲. الگوی نمونه از سروصدای تولیدشده توسط یک موتور توربوفن



شکل ۳. تفکیک میزان سروصدای یک موتور توربوفن

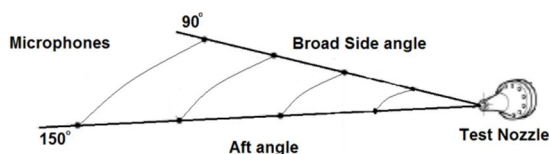
نمونه در زمان بلندشدن و کاهش ارتفاع تا فرود [۳]

دنداندار کردن نازل به‌عنوان یکی از جدیدترین فناوری‌ها در کاهش صدا برای موتورهای توربوفن با نسبت کنارگذر متوسط و بالا به کار می‌رود. دنداندار کردن نازل سبب افزایش نرخ اختلاط می‌شود. در سال ۱۹۹۸ م، اثر دنداندار کردن نازل بر مقدار

T_j/T_∞ نسبت دمای استاتیک جت به دمای محیط و Ma نسبت سرعت جریان جت خروجی به سرعت صوت در محیط می‌باشد [۱۰].

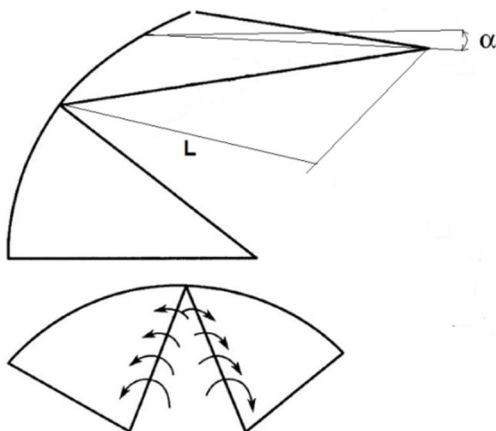
۲. بررسی آثار تغییر طول دندانه‌ها (L)

۳. بررسی آثار تغییر تعداد دندانه‌ها (N)

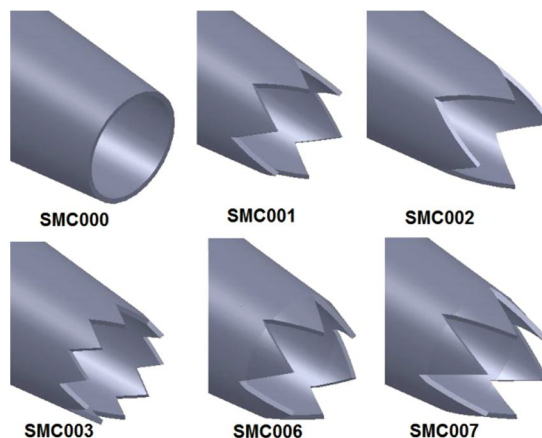


شکل ۶. نحوه قرارگیری میکروفن‌ها

طیف فرکانسی در زاویه ۹۰ و ۱۵۰ درجه، برای مقایسه میزان صدا در بالادست و پایین‌دست جریان برای نازل‌های مختلف در نمودارها ترسیم شده است. تأثیر استفاده از نازل‌های دندانه‌دار در کاهش میزان صدا، مخصوصاً در زاویه ۱۵۰ درجه، در نمودارهای سطح صدای کلی^{۱۹} مشاهده می‌گردد و برای آنکه مقایسه‌ای کیفی مناسب بین نازل‌های دندانه‌دار انجام شود، میزان سطح صدای کلی نازل مینا از سطح صدای کلی نازل‌های دندانه‌دار کم شده و به‌صورت یک نمودار در زوایای مختلف نمایش داده شده است. همان‌طور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، دندانه‌های نازل چورون با ایجاد جریانی ثانویه، گردابه‌هایی در خلاف جهت جریان اصلی تولید می‌کنند. این گردابه‌ها سبب افزایش سریع در پهنای ناحیه اختلاط (منطقه مخلوط) شده، که در اثر آن یک عدم تعادل بین جریان متوسط و آشفته ایجاد و سبب کاهش تولید آشفستگی و کاهش کلی ماکزیمم سطح آشفستگی می‌گردد. این اثر دلیلی بر کاهش نوفه فرکانس پایین می‌باشد. اثر دوم نازل‌های چورون، تقابل بین گردابه‌ها و آشفستگی جریان جت بوده که این اثر باعث تولید نوفه فرکانس بالا می‌شود. با اینحال، در حالت کلی، وجود این دندانه‌ها سبب بهبود عملکرد نازل از لحاظ صوتی می‌شود.



شکل ۷. دیاگرام جریان ثانویه بین دندانه‌های نازل چورون



شکل ۵. هندسه نازل مینا و نازل‌های دندانه‌دار [۸]

جدول ۱. پارامترهای متغیر نازل‌های دندانه‌دار [۸]

P (mm)	α (°)	L (mm)	N	Nozzle
-	-	-	0	SMC000
0.985	5	22.6	6	SMC001
1.395	5	32	4	SMC002
0.609	5	14	10	SMC003
3.525	18.2	22.6	6	SMC006
3.681	13.3	32	6	SMC007

جدول ۲. شرایط جریان در تحلیل نازل‌ها

NPR ¹⁶	T_j/T_∞	Ma
1.861	0.835	0.9

شکل ۶ شماتیک نحوه قرارگیری میکروفن‌ها را در زاویه عمود بر نازل^{۱۷} (۹۰ درجه) تا زوایای مقابل نازل^{۱۸} (۱۵۰ درجه) نشان می‌دهد.

۴. نتایج و بحث

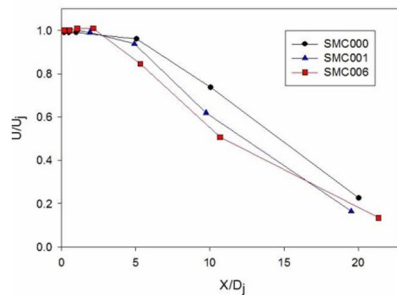
با توجه به مطالعات انجام‌شده، پارامترهای موثر در هندسه نازل‌های چورون (نازل دندانه‌دار)، طول دندانه‌ها، میزان نفوذ دندانه‌ها و تعداد دندانه‌ها می‌باشد. بنابراین نازل‌های ذکرشده می‌توانند در سه دسته کلی مورد مقایسه و تحلیل قرار گیرند:

۱. بررسی آثار تغییر میزان نفوذ (P)

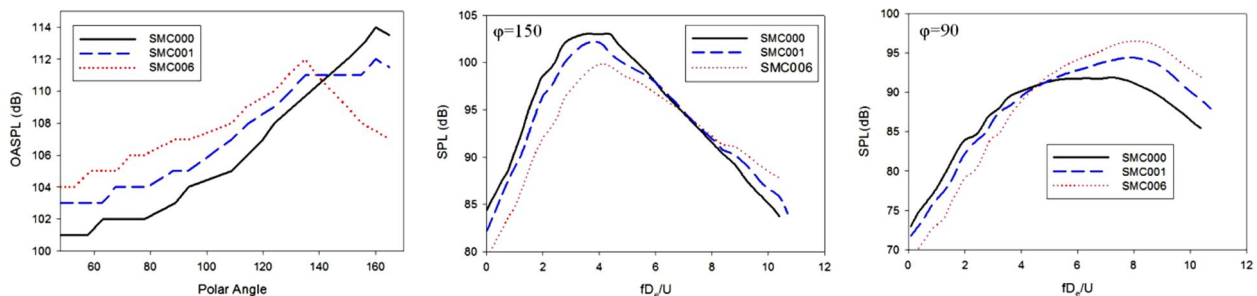
۴-۱. بررسی اثر تغییر میزان نفوذ دندانه‌ها

مطابق با جدول ۱ در نازل‌های SMC001 و SMC006 تعداد دندانه‌ها و طول آنها ثابت بوده، در حالی که میزان نفوذ دندانه‌ها متغیر است. انتظار می‌رود با تغییر در میزان نفوذ دندانه‌ها، قدرت گردابه‌های تولیدشده نیز تغییر کند. سرعت در ناحیه مرکزی جت برای نازل‌های مورد نظر در شکل ۸ نمایش داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، با افزایش میزان نفوذ دندانه‌ها سرعت در ناحیه مرکزی به شدت افت کرده و طول هسته پتانسیل افزایش می‌یابد، در حالی که به نظر می‌رسد با افزایش فاصله میزان تأثیرگذاری نفوذ دندانه‌ها کاهش می‌یابد. طیف فرکانسی موجود

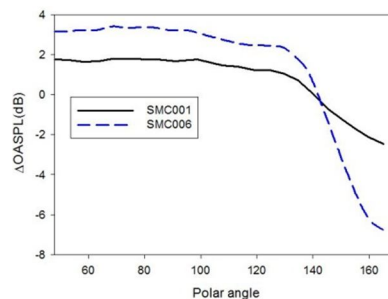
در شکل ۹ نشان می‌دهد که چگونه نازل‌های دندانه‌دار نوفه فرکانس پایین را کاهش داده و نوفه فرکانس بالا را افزایش می‌دهند. در زاویه ۹۰ درجه افزایش نوفه فرکانس بالا ۳ تا ۵ دسی‌بل بیشتر از نازل میناست، در حالی که کاهش نوفه فرکانس پایین در زاویه ۱۵۰ درجه به همان میزان می‌باشد. شکل ۱۰ نیز اثر افزایش میزان نفوذ دندانه‌ها را به صورت اختلاف سطح صوت نسبت به سطح صوت نازل مینا نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۱۰ نازل SMC006 نسبت به نازل SMC001 اختلاف بیشتری در زاویه ۹۰ و ۱۵۰ درجه ایجاد می‌کند که نشان‌دهنده افزایش نوفه فرکانس بالا و کاهش شدیدتر نوفه فرکانس پایین می‌باشد.



شکل ۸. سرعت در ناحیه مرکزی در میزان نفوذ مختلف



شکل ۹. سطح صوت در دور دست برای میزان نفوذ مختلف؛ طیف فرکانسی در زوایای ۹۰ و ۱۵۰ درجه و در حالت کلی



شکل ۱۰. اختلاف سطح صدای کلی بین نازل مینا و نازل‌های دندانه‌دار

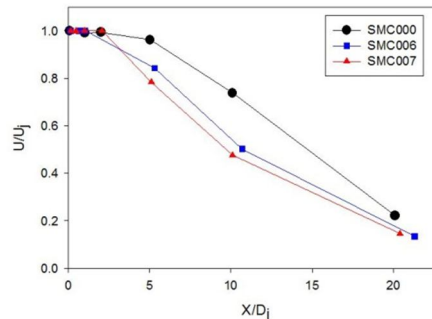
۴-۲. بررسی اثر تغییر طول دندانه‌ها

مطابق با جدول ۱ نازل‌های SMC006 و SMC007 به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که پارامتر مؤثر در مقایسه آنها تغییر طول دندانه‌ها

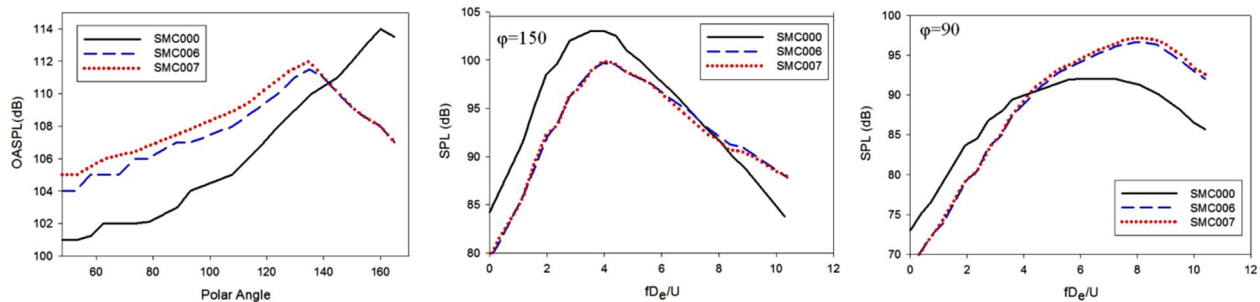
می‌باشد. در شکل ۱۱ تغییرات سرعت در ناحیه مرکزی (افت سرعت) نشان می‌دهد که تا ۴۰ درصد تغییر در طول دندانه‌ها، تغییر چندانی در الگوی جریان خروجی نازل نخواهد داشت.

نوفه در فرکانس بالا شده است، طیف فرکانس تولید شده، نسبت به تغییر طول دندانها چندان حساس نبوده و حتی نوفه فرکانس بالا نیز تحت تاثیر این تغییرات قرار نگرفته است.

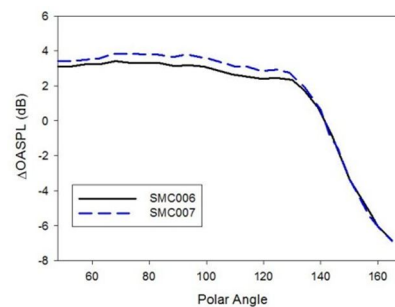
بنابراین می‌توان انتظار داشت با تغییر طول دندانها قدرت گردابه‌های تولید شده تقریباً بدون تغییر مانده است. با توجه به شکل ۱۲ می‌توان دریافت با اینکه وجود دندانها باعث کاهش



شکل ۱۱. سرعت در ناحیه مرکزی برای طول‌های مختلف دندان



شکل ۱۲. سطح صوت در دور دست برای طول‌های مختلف دندان، طیف فرکانسی در زوایای ۹۰، ۱۵۰ درجه و در حالت کلی



شکل ۱۳. اختلاف سطح صدای کلی بین نازل مبنا و نازل‌های دنداندار

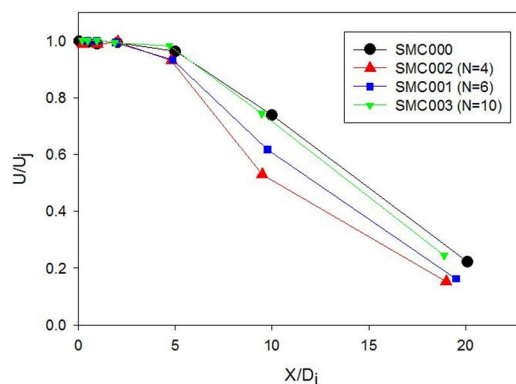
۴-۳. بررسی اثر تغییر تعداد دندانها

می‌باشد. مشابه با نتایج به دست آمده از میدان جریان خروجی، اختلاف قابل توجهی در سطح صدای تولیدی توسط نازل‌ها با تعداد دندانهای مختلف، مخصوصاً در زاویه ۱۵۰ درجه به دست نیامد. نکته اصلی که در شکل ۱۵ می‌توان مشاهده کرد، این است که نازل با بیشترین تعداد دندان با آنکه نوفه فرکانس بالای قابل توجهی تولید نکرده، اما باعث کاهش نوفه فرکانس پایین شده است. باید توجه داشت که تغییرات دما نیز در سطح صدای تولیدی

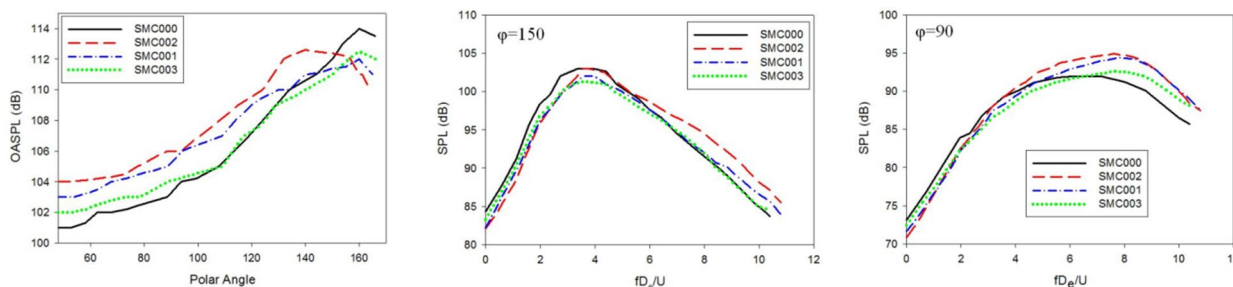
مطابق با جدول ۱ نازل‌های SMC001، SMC002، SMC003 و SMC003 به گونه‌ای طراحی شده‌اند که پارامتر مؤثر در مقایسه آنها تغییرات تعداد دندانها باشد. از شکل ۱۴ می‌توان به این نتیجه رسید که افزایش تعداد دندانها تأثیر معکوس بر افت سرعت در ناحیه مرکزی خواهد داشت. همچنین با افزایش تعداد دندانها ($N=10$) الگوی جریان خروجی نازل تقریباً مشابه نازل مبنا (بدون دندان) بوده و نازل با $N=4$ دارای بیشترین افت در سرعت ناحیه مرکزی

باعث کاهش نوفه فرکانس بالا (زاویه ۹۰ درجه) و افزایش نوفه فرکانس پایین (زاویه ۱۵۰ درجه) شود.

مؤثر است، حال آنکه تحقیق انجام شده برای جریان سرد بوده است. بررسی جریان گرم سیال نشان می‌دهد که افزایش حرارت



شکل ۱۴. سرعت در ناحیه مرکزی برای تعداد دندانهای مختلف



شکل ۱۵. سطح صوت در دور دست برای تعداد دندانهای مختلف؛ طیف فرکانسی در زوایای ۹۰، ۱۵۰ درجه و در حالت کلی

۵. نتیجه گیری

پارامتر مهمی در اندازه افت سرعت در ناحیه مرکزی و نوفه است. افزایش نفوذ دندانها سبب افزایش نوفه فرکانس بالا و کاهش نوفه فرکانس پایین می‌شود. تعداد دندانها نیز پارامتر مهمی در کاهش نوفه فرکانس پایین است، در حالی که افزایش تعداد دندانها تأثیر چندانی بر نوفه فرکانس بالا نخواهد داشت. لذا با دنداندار کردن نازل می‌توان شدت صوت را ۲ الی ۵ دسی‌بل کاهش داد.

برای یافتن رابطه‌ای بین پارامترهای هندسی نازل‌های دنداندار، مشخصه‌های جریان و سطح صدا در دور دست، مطالعه‌ای پارامتریک روی دسته‌ای از نازل‌ها انجام شد. در این مقاله نازل‌های دنداندار در سه دسته مقایسه و مشاهده شد که تغییر طول دندانها، وقتی تعداد دندانها و میزان نفوذ آنها ثابت باشد، تأثیر چندانی بر میدان جریان و سطح صدای تولیدی نخواهد داشت. میزان نفوذ دندانها

۶. مأخذ

- divergent nozzles, *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 81, pp. 337-358, 1982.
- [5] J. Bridges, C. Brown, *Validation of the Small Hot Jet Acoustic Rig for Jet Noise Research*, 11th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference, 2005.
- [6] V. Gray, O. Gutierrez, D. Walker, *Assessment of Jets as Acoustic Shields by Comparison of Single and Multi tube Suppressor Nozzle Data*, NASA/TM X-71450, Technical Paper, 1973.
- [1] J. Michel, T. Smit, *Aircraft Noise*, Cambridge University Press, 1989.
- [2] M. E. Goldstein, *Aero acoustics*, McGraw-Hill Book Company, 1976.
- [3] P. Sougat, T. Huttli, C. Wagner, *Large Eddy Simulations for Acoustics*, 2nd Ed, Cambridge University Press, New York, 2007.
- [4] C. K. W. Tam, H. K. Tanna, Shock associated noise of supersonic jets from convergent-

[9] S. F. Birch, D. A. Lyubimov, V. P. Maslov, A. N. Secundov, and Noise Predictions for Chevron Nozzle Flows, 27th AIAA Aeroacoustics Conference, 2006.

[10] G. Calkins, J. Mabe, Variable Geometry Chevrons for Jet Noise Reduction, 27th AIAA Aeroacoustic Conference, May 2006.

[7] K. Zaman, J. E. Bridges, D. L. Huff, Evaluation from Tabs to Chevron Technology—a Review, Proceedings of the 13th Asian Congress of Fluid Mechanics, 2010.

[8] J. Bridges, C. Brown, Parametric Testing of Chevrons on Single Flow Hot Jets, 10th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference, 2004.

پی نوشت

1. turbulence
2. impulsive noise
3. pressure fluctuations
4. stochastic
5. type certificate
6. noise certificate
7. James Lighthill
8. multi-element suppressors
9. ejectors
10. inverted velocity profile

11. thermal acoustic shield
12. mixer lobes
13. exhaust flaps
14. Chevron nozzle
15. small metal Chevron
16. nozzle pressure ratio
17. broad side angle
18. aft angle
19. overall sound pressure level

شرکت برای عموم آزاد است

دوره های آموزشی مهندسی مکانیک
 ...، Gambit & Fluent, Catia
 دوره های آموزشی مهندسی نفت و گاز
 ...، Piping, PDMS
 دوره های آموزشی پتروشیمی و مهندسی پلیمر
 ...، HYSYS, ASPEN, COMSOL
 دوره های مهندسی شیمی
 دوره های آموزشی فیزیک و مهندسی هسته ای
 ...، MCNP
 دوره های آموزشی مهندسی صنایع
 ...، Msp, P6, Comfor
 دوره های آموزشی عمران و معماری
 ...، 3D MAX, Safe, Etabs
 دوره های آموزشی انرژی
 دوره های آموزشی مدیریت کیفیت
 دوره های مدیریت
 دوره های آموزشی گرافیک
 ...، Photoshop, IN Design, ...

دوره های آموزشی شبکه و امنیت اطلاعات
 CCNA, CCNP, JAVA, C#, CH+, ...
 دوره های آموزشی برنامه نویسی
 دوره های آموزشی مالی و حسابداری
 دوره های آموزشی اداری و تجاری
 دوره های آموزشی پیشرفته Excel
 دوره های آموزشی ICDL 1, 2, 3
 دوره های آموزشی گرافیک
 ...، Photoshop, IN Design, ...

انگلیسی، آلمانی فرانسه
 دوره های ترمیک زبان های خارجی
 فن ترجمه، مکاتبات بازرگانی
 مقاله، آموزش مدرسی زبان

TOEFL, IELTS

www.jdamirkabir.ac.ir

خیابان حافظ، روبروی دانشگاه صنعتی
 امیرکبیر، کوچه آرژانتین پلاک ۳۴

۸۸۸۹۲۱۴۴
 ۸۸۸۹۵۹۶۹
 ۸۸۸۰۷۰۰۸

با اعطاء گواهینامه معتبر

✓ برگزاری دوره های آموزشی جهت سازمان ها، مراکز، شرکت ها، موسسات و کارخانجات
 ✓ برگزاری دوره های ضمن خدمت ویژه کارکنان دولت ۶-۵-۰۰۵-۸۸۹۲۰۰۰۵