بسمه تعالی

فرم پیشنهاد پایان‌نامه (پروژه پایانی) دوره کارشناسی

دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی

پردیس فنی مهندسی شهید عباسپور، دانشگاه شهید بهشتی

نام و نام خانوادگی دانشجو:	شماره دانشجویی:	رشته تحصیلی:
کامیار بخشی‌پور رودسری	۹۶۲۳۶۰۱۷	مهندسی مکانیک و انرژی
استاد راهنما: آقای دکتر مجید واثقی		
تلفن ثابت (به همراه پیش‌شماره) و موبایل: ۲۲۹۳۸۸۰۹-۰۲۱ ، ۰۹۳۷۶۷۲۳۵۷۳		
آدرس پست الکترونیک: km.bakhshipour@gmail.com ،k.bakhshipour@mail.sbu.ac.ir		

مشخصات پایان‌نامه:

عنوان به فارسی	طراحی، شبیه‌سازی و ساخت تونل باد زیر صوت جهت تحقیقات آیرواکوستیکی
عنوان به انگلیسی	Design, Simulation and Construction of Subsonic Wind Tunnel for Aeroacoustic Investigation
واژه‌های کلیدی	آیروآکوستیک، طراحی و ساخت تونل باد، شبیه‌سازی عددی جریان سیال

شرح اختصاری موضوع :

آیروآکوستیک شامل هر دو بخش انتشار صدا و جریان سیال می‌شود و در طیف وسیعی از جریان سیال اعم از داخلی و خارجی کاربرد دارد. برای بررسی رفتار آیروآکوستیکی یک جسم می‌توان به اندازه‌گیری در هوای آزاد محیط پرداخت. اما این روش با مشکلات زیر همراه است:

- هزینه بالای ساخت نمونه و وسایل اندازه‌گیری
- عدم کنترل بر شرایط آب و هوایی
- اثرپذیری نتایج از عوامل محیطی

یکی از راه حل‌ها، انجام آزمایش بر نمونه‌ها به‌صورت مقیاس شده در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی است [1]. در گذشته به‌دلیل نبود یا کمبود امکانات شبیه‌سازی برای بررسی رژیم جریان، جدایش، مسائل آکوستیکی وغیره روی اجسام مختلف از تونل باد به‌صورت مستقیم استفاده می‌شد تا پارامترهای ذکر شده شناسایی گردد و متناسب با آن طراحی بهبود یافته و در نهایت در هزینه محصول نهایی صرفه‌جویی و خطای احتمالی به حداقل کاهش یابد. پیشرفت روز افزون حوزه شبیه‌سازی، به‌دلیل حجم بالای محاسبات و عدم پیاده‌سازی واقعی، همچنان برای ارزیابی حل از روش تجربی استفاده می‌شود.

هدف از انجام پروژه:

هدف از این پژوهش، طراحی، شبیه‌سازی و ساخت تونل باد زیر صوت آیروآکوستیکی دمشی جهت مطالعه ویژگی‌های صوتی حاصل از گذر جریان سیال از روی اجسام قرار گرفته در قسمت آزمون تونل است. این پروژه در راستای تامین تجهیزات مورد نیاز یک پروژه دکتری انجام می‌شود. جریان هوای مورد نیاز تونل باد توسط کمپرسور هوای موجود تامین می‌گردد.

کاربرد:

از این تجهیز می‌توان برای بررسی تجربی پدیده‌های آیروآکوستیکی و همچنین به‌منظور ارزیابی نتایج شبیه‌ساز عددی استفاده کرد.

مراحل انجام پایان نامه:

مرحله یک: مطالعات

در این بخش ابتدا به مطالعه حوزه آیروآکوستیک، الزامات و دستورالعمل‌های طراحی تونل باد پرداخته می‌شود و منابع علمی موردنیاز جهت ادامه مراحل فراهم می‌گردد. همچنین طرح‌ها و ایده‌های مناسب، ارائه و بهترین آن‌ها برای مطالعه و بررسی در مراحل بعد انتخاب می‌شود.

مرحله دو: طراحی و شبیه‌سازی

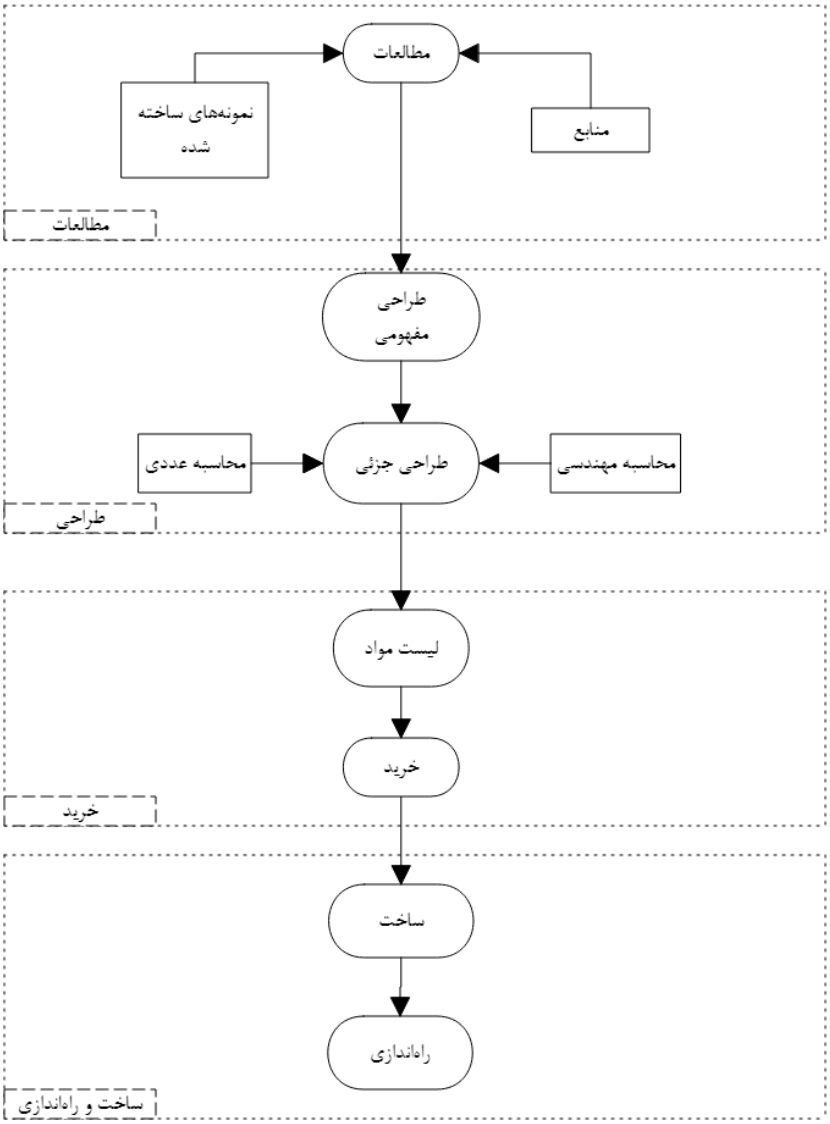
با استفاده از اطلاعات کسب شده در مرحله قبل، ابتدا یک طرح مفهومی از تونل باد تهیه می‌شود و سپس پارامترهای طراحی با انجام شبیه‌سازی عددی جریان سیال مورد ارزیابی و بهسازی قرار می‌گیرد و بر اساس آن طراحی جزیی تونل انجام می‌شود.

مرحله سه: خرید

با استفاده از مشخصات طرح نهایی برای خرید اقدام می‌شود.

مرحله چهار: ساخت و راه‌اندازی

بر اساس طراحی صورت گرفته اقدام به ساخت، نصب و راه‌اندازی تونل باد آیروآکوستیکی می‌شود. در نهایت، انجام اصلاحات احتمالی بر اساس نتایج حاصل از اندازه‌گیری تجربی می‌تواند در دستور کار قرار بگیرد.



شکل ۱- نمودار انجام پروژه

سابقه علمی پایان‌نامه (در داخل و خارج کشور):

تونل‌های باد انواع مختلفی اعم از تونل باد باز و بسته دارند که در این پژوهش، هدف تونل باد نوع باز است. همچنین تغذیه جریان تونل باد می‌تواند از طریق مخازن فشار و یا فن‌های دمنده و یا مکنده باشد. در این پروژه جریان هوای مورد نیاز تونل باد توسط کمپرسور هوای موجود تامین می‌گردد. بر این اساس، این پروژه از طرح دانشگاه‌هایی همچون برونل[2]، ویرجینیا تِک[3]، اشتوتگارت [4]، موسسه تحقیقاتی صوت و ارتعاشات دانشگاه سوتمپتون[5] نیز بهره می‌برد.

[1]Southampton

مسائل طراحی‌ای که در تونل باد باید لحاظ گردد بسته به نوع کارکرد مانند رژیم جریان، سرعت کاری، آیروآکوستیکی وغیره، الزامات و تجهیزات مختلفی را می‌طلبد. اما در همه آن‌ها، مسئله یکنواخت بودن جریان مشترک است. برای یکنواخت‌سازی جریان بنابر نتایج تحقیقاتی مانند [6] ,[5] می‌توان از انواع توری فلزی و مقاطع لانه زنبوری استفاده کرد که بنابر برخی تحقیقات، می‌توان هر دو نوع را با هم به‌کار برد تا جریان از لحاظ یکنواختی بهبود یابد [6] ,[5]. اما مشکلی که در توری و مقاطع لانه زنبوری وجود دارد، موضوع افت فشار است. پینکر و هربرت، روابطی برای افت فشار در توری ارائه داده‌اند[7]. این درحالی است که مِهتا و بردشاو نشان دادند که در محاسبه با این روابط، محدودیت در بازه انتخاب پارمترها وجود دارد [10]–[8].

هوای ورودی به تونل باد، دارای سرعت نامطلوب است. برای رسیدن به سرعت موردنظر در محفظه آزمون، پیش از محفظه آزمون از نازل یا شیپوره استفاده می‌کنند. انحنای مسیر داخل نازل باید به‌گونه‌ای باشد که کمترین تغییر در رژیم جریان اتفاق افتاده و مانع از اغتشاش در سرعت‌های پایین و جدایش جریان، ایجاد پدیده موج شوک[۲]و مانع از افت فشار در سرعت‌های بالا شود. طرح‌های زیادی در این حوزه، مانند [13]–[11] ارائه شده که بهترین آنها مدل سارگیسون و همکاران بوده است [14].

با توجه به اینکه این تونل باد به منظور ارزیابی صوت تولید شده حاصل از گذر جریان سیال از روی جسم ساخته می‌شود، مسائل صوتی و ارتعاشی بیش از پیش برجسته می‌شوند و باید اقداماتی همچون شناسایی و کنترل صدای پس‌زمینه[۳]را در طراحی لحاظ کرد. به‌عنوان نمونه، ژائو و همکاران مطالعه خود را برای توسعه الگوریتمی برای کاهش اجزای صدای پس‌زمینه که توسط جت سیال و شیر ورودی ایجاد می‌شد انجام دادند [15].

جنس ماده استفاده شده برای بدنه تونل نیز، تاثیر به سزایی در کاهش صدا دارد. از جمله این مواد می‌توان به فایبرگلاس، کامپوزیت چوب-پلاستیک[۴]وغیره اشاره کرد. مولر و همکاران از این مواد برای طراحی نازل خود استفاده کردند تا صدای پس‌زمینه را به‌صورت خوبی کاهش دهند [16].

در زمینه شناسایی موقعیت نیز کوپ و اِهرنفرید نشان دادند که بواسطه روش بیم‌فرمینگ[۵] می‌توان موقعیت منابع تولید صوت پس‌زمینه را شناسایی کرد [17]. از طرفی کونشتنر و همکاران

[۲] Shock wave
[۳] Background noise
[۴] Plywood
[۵] Beam forming

نشان دادند که با پوشاندن جدار داخلی تونل با چند لایه صفحه متخلخل، می‌توان با جذب اصوات منتشر شده، صدای پس‌زمینه داخل محفظه را کاهش داد [4]. البته بنابر ادعای هانلی و دادز، در سرعت‌های گذرصوت و مافوق صوت، صدای پس‌زمینه از برخورد سیال با این صفحات می‌تواند زیاد باشد [18]. از این رو، شوتزن‌هافر و همکاران نشان دادند که با پوشاندن این صفحات توسط توری، می‌توان این مقدار را تقلیل داد [19].

طبق ایده‌های حاصل از مطالعات و مطالبی که در بالا ارائه شد، در این پژوهش به طراحی تونل باد آیروآکوستیکی نوع باز، با توجه به الزامات طراحی، پرداخته خواهد شد و قصد بر آن است تا پس از طراحی بهینه از لحاظ یکنواختی جریان، به ساخت آن پرداخته شود تا تجهیزی با کیفیت بالا برای آزمایش‌های آیروآکوستیکی فراهم گردد. از این رو، بر مسائل صوتی نیز تمرکز زیادی شده تا کمترین نویز ممکن تولید شود.

منابع و مراجع:

[1] H. H. Brouwer, “Anechoic wind tunnels,” 1997.

[2] A. Vathylakis, T. P. Chong, and J. H. Kim, “Design of a low-noise aeroacoustic wind tunnel facility at Brunel University,” in *20th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference*, 2014, p. 3288.

[3] M. Remillieux *et al.*, “Calibration and demonstration of the new Virginia Tech anechoic wind tunnel,” in *14th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference (29th AIAA Aeroacoustics Conference)*, 2008, p. 2911.

[4] R. Künstner, J. Potthoff, and U. Essers, “The aero-acoustic wind tunnel of Stuttgart University,” *SAE Trans.*, pp. 1119–1135, 1995.

[5] T. P. Chong, P. F. Joseph, and P. O. A. L. Davies, “Design and characterisation of a quiet, low turbulence open jet blow down wind tunnel in ISVR,” 2008.

[6] R. I. Loehrke and H. M. Nagib, “Control of free-stream turbulence by means of honeycombs: a balance between suppression and generation,” 1976.

[7] R. A. Pinker and M. V Herbert, “Pressure loss associated with compressible flow through square-mesh wire gauzes,” *J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 11–23, 1967.

[8] P. Bradshaw, “Wind-tunnel screens: Flow instability and its effect on aerofoil boundary layers,” *Aeronaut. J.*, vol. 68, no. 639, p. 198, 1964.

[9] R. D. Mehta and P. Bradshaw, “Design rules for small low speed wind tunnels,” *Aeronaut. J.*, vol. 83, no. 827, pp. 443–449, 1979.

[10] A. Welsh, “Low turbulence wind tunnel design and wind turbine wake characterization,” 2013.

[11] J. E. Sargison, G. J. Walker, and R. Rossi, “Design and calibration of a wind tunnel with a two dimensional contraction,” 2004.

[12] J. H. Bell and R. D. Mehta, “Contraction design for small low-speed wind tunnels,” 1988.

[13] T. Morel, “Design of two-dimensional wind tunnel contractions,” 1977.

[14] H. Hoghooghi, M. N. Ahmadabadi, and M. D. Manshadi, “Optimization of a subsonic wind tunnel nozzle with low contraction ratio via ball-spine inverse design method,” *J. Mech. Sci. Technol.*, vol. 30, no. 5, pp. 2059–2067, 2016.

[15] X. Zhao and J. Lei, “Improved Technique for Evaluation of Wall Pressure Fluctuations from Turbulent Boundary Layer,” *AIAA J.*, vol. 58, no. 8, pp. 3320–3331, 2020.

[16] T. Mueller, D. Scharpf, S. Batill, R. Strebinger, C. Sullivan, and S. Subramanian, “The design of a subsonic low-noise, low-turbulence wind tunnel for acoustic measurements,” in *28th Joint Propulsion Conference and Exhibit*, 1992, p. 3883.

[17] L. Koop and K. Ehrenfried, “Microphone-array processing for wind-tunnel measurements with strong background noise,” in *14th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference (29th AIAA Aeroacoustics Conference)*, 2008, p. 2907.

[18] J. R. DODS J and R. Hanly, “Evaluation of transonic and supersonic wind-tunnel background noise and effects of surface pressure fluctuation measurements,” in *7th Aerodynamic Testing Conference*, 1972, p. 1004.

[19] L. A. Schutzenhofer and P. W. Howard, “Suppression of background noise in a transonic wind-tunnel test section,” *AIAA J.*, vol. 13, no. 11, pp. 1467–1471, 1975.

زمان بندی (مرتبط با بند ۴):

مراحل اجرای پایان‌نامه	مهر ۱۳۹۹	آبان ۱۳۹۹	آذر ۱۳۹۹	دی ۱۳۹۹	بهمن ۱۳۹۹	اسفند ۱۳۹۹	فروردین ۱۴۰۰	اردیبهشت ۱۴۰۰	خرداد ۱۴۰۰	تیر ۱۴۰۰	مرداد ۱۴۰۰	شهریور ۱۴۰۰
مطالعه												
طراحی مفهومی و پایه												
شبیه‌سازی عددی جریان												
طراحی جزیی												
ساخت												
راه اندازی تونل												
نگارش پایان‌نامه												

هزینه ها، امکانات مورد نیاز و محل تامین آن‌ها:

- استفاده از سامانه رایانشی موازی دانشگاه شهید بهشتی (سرمد)
- استفاده از امکانات آزمایشگاه مکانیک سیالات

تاریخ و امضای استاد راهنما:

تاریخ و امضای دانشجو: کامیار بخشی‌پور رودسری