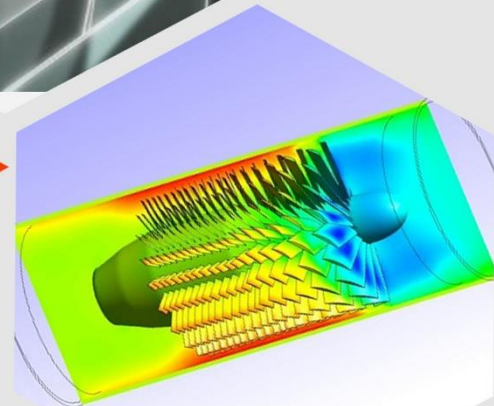


۱۵۲

توسعه نرم افزار تحلیل آیروالاستیسیته و ارتعاشات مجموعه پره توربین و کمپرسور

مهلت ارسال درخواست:

۱۴۰۳/۰۴/۱۰



تداخل سازه و سیال یکی از مسائل مهم مهندسی است که در حوزه‌ها و کاربردهای مختلفی مطرح می‌شود. این مبحث از ترکیب دینامیک جامدات و سیالات حاصل می‌شود. هنگامی که سیال بر روی سازه کار انجام می‌دهد، سبب ارتعاش سازه می‌شود که در محدوده‌های خاصی از سرعت سبب افزایش نامایی دامنه ارتعاشات شده و در نتیجه، ناپایداری سیستم می‌گردد. به منظور بررسی دقیق ارتعاشات سازه و تعیین مرز ناپایداری نیاز است که معادلات حاکم بر دینامیک سازه و آیرو دینامیک با در نظر گرفتن اثرات متقابل آن‌ها، بطور همزمان استخراج و حل شوند. هدف از این پژوهش، توسعه نرم‌افزاری جامع به منظور پیش بینی رفتار یک ردیف پره از منظر ارتعاشات و آیروالاستیسیته است. خروجی طرح حاضر، توسعه روابط آیرو دینامیک برای جریان زیر صوت (تراکم پذیر و تراکم ناپذیر، ماخ ۰.۱ الی ۰.۹)، صحت‌سنجی ضرایب آیرو دینامیکی با خطای کمتر از ۵٪، ارتعاشات و تحلیل سازه پره (استخراج فرکانس‌های طبیعی) با خطای کمتر از ۵٪ و استخراج سرعت فلاتر پره و صحت‌سنجی با خطای کمتر از ۸٪ خواهد بود.

درخواستی که بیشترین تناسب را با الزامات این اکتساب فناوری داشته باشد، انتخاب و به عنوان «مشارکت‌کننده» برای مذاکرات تکمیلی به هسته پژوهشی متقاضی معرفی خواهد شد.

اعلام آمادگی برای مشارکت در اکتساب فناوری حاصل از این فراخوان تحقیقاتی و ارائه درخواست تنها برای شرکت‌ها و شتاب‌دهنده‌های دانش بنیان مجاز است.



باسمه تعالی

صندوق نوآوری و شکوفایی به منظور حمایت از گروه‌های پژوهشی توانمند و فعال در حوزه فناوری‌های رو به آینده، خدمت جدیدی را طراحی و عرضه کرده است که در قالب آن، هسته‌های پژوهشی توانمند با فناوری‌های راهبردی و رو به آینده را به‌عنوان عرضه‌کننده فناوری و متعاقباً، شرکت‌ها و شتاب‌دهنده‌های توانمند و دانش‌بنیان را به‌عنوان متقاضی مشارکت در اکتساب فناوری شناسایی می‌نماید. آنچه پیش رو دارید، عرضه فناوری یکی از هسته پژوهشی است که توسط صندوق نوآوری و شکوفایی شناسایی و پس از بررسی و تصویب در قالب فراخوان منتشر شده است. لطفاً به موارد زیر توجه فرمایید:

- ۱) اعلام آمادگی برای مشارکت در اکتساب فناوری حاصل از این فراخوان تحقیقاتی و ارائه درخواست تنها برای شرکت‌ها و شتاب‌دهنده‌های دانش‌بنیان مجاز است. تمام شرکت‌ها و شتاب‌دهنده‌های دانش‌بنیان می‌توانند با تدوین و ارسال تقاضای مشارکت در اکتساب فناوری در این فراخوان شرکت کنند.
- ۲) درخواست‌های مشارکت در اکتساب فناوری صرفاً باید در چارچوبی که در انتهای همین فراخوان آمده است، تدوین و حداکثر تا تاریخ ۱۴۰۳/۰۴/۱۰ در سامانه غزال صندوق نوآوری و شکوفایی به نشانی (ghazal.inif.ir) ثبت شوند. درخواست‌هایی که در چارچوبی غیراز آن، یا به روش‌های دیگر به دست صندوق برسند، وارد فرایند ارزیابی نخواهند شد.
- ۳) پس از اتمام مهلت ارسال درخواست مشارکت در اکتساب فناوری، فرایند ارزیابی آن‌ها توسط صندوق نوآوری و شکوفایی آغاز خواهد شد. درخواستی که بیشترین تناسب را با الزامات این اکتساب فناوری داشته باشد، انتخاب و به‌عنوان «مشارکت‌کننده» برای مذاکرات تکمیلی به هسته پژوهشی متقاضی معرفی خواهد شد.
- ۴) در صورت توافق درخواست‌کننده منتخب (مشارکت‌کننده) و هسته پژوهشی (مجری)، قرارداد ۳ جانبه‌ای مابین «صندوق»، «مشارکت‌کننده» و «مجری» منعقد فراخوان مشارکت در اکتساب فناوری طرح خواهد شد. در قالب این قرارداد، صندوق نوآوری حداکثر تا ۷۰ درصد هزینه اجرای طرح تحقیقاتی را به شکل بلاعوض و به‌طور مرحله‌ای و متناسب با پیشرفت اجرای طرح، به مجری خواهد پرداخت و مابقی هزینه‌های اجرای طرح، بر عهده مشارکت‌کننده خواهد بود.
- ۵) حمایت صندوق صرفاً منوط به موافقت مجری و مشارکت‌کننده در خصوص مالکیت مادی و معنوی این طرح، بر اساس شرایط مندرج در بند «تسهیم مالکیت فکری» این فراخوان خواهد بود.
- ۶) تدوین و ارسال درخواست مشارکت در قالب این فراخوان، به‌منزله بهره‌مندی از حمایت‌های صندوق نوآوری و شکوفایی نخواهد بود و برای فرستنده حقی ایجاد نمی‌کند. صندوق نوآوری و شکوفایی خود را ملزم به رعایت محرمانگی می‌داند و مفاد کلیه طرح‌های ارسالی محرمانه نزد صندوق نوآوری و شکوفایی باقی خواهد ماند.
- ۷) حمایت و راهبری صندوق نوآوری و شکوفایی در موضوع این فراخوان، صرفاً تا مرحله اکتساب فناوری است و مسئولیت همکاری‌های بعدی مانند تجاری‌سازی، تولید صنعتی، افزایش مقیاس و غیره بر عهده مشارکت‌کننده و مجری است.
- ۸) هرگونه سوال یا ابهام در خصوص این فرایند را با شرکت بومرنگ به‌عنوان کارگزار صندوق نوآوری و شکوفایی در میان بگذارید (شماره تماس: ۰۹۳۶۱۷۹۵۷۰۷ و ۰۶۶۵۳۳۸۶۴-۰۲۱ داخلی ۲۲۱)

خلاصه فناوری

یکی از چالش‌های موجود در روند توسعه و بهبود بازدهی قطعات دوار، پدیده خستگی¹ (HCF) است. این پدیده را می‌توان نتیجه تنش‌های ارتعاشی در پره دانست. از آنجا که عامل اصلی در پدیده خستگی، ارتعاشات بیش از حد پره‌های توربوماشین است، لذا طراحی و اجرای تدابیری برای کاهش این ارتعاشات ضروری به نظر می‌رسد. طراحی روش‌هایی برای کاهش ارتعاشات پره‌های دوار کاری بسیار دشوار بوده و پارامترهای زیادی از جمله دمای بالای کاری و شتاب‌های دورانی وارده بر پره در این مساله موثر خواهد بود.

در این پژوهش، هدف توسعه نرم‌افزاری جهت پیش‌بینی رفتار یک مجموعه ردیف پره از منظر ارتعاشات و فلاتر² خواهد بود. با توسعه این ابزار، طراحان توربوماشین به حلگری سریع دست پیدا خواهند کرد که در زمانی کوتاه و با دقت بالا رفتار دینامیکی پره (استخراج فرکانس‌های طبیعی) و پدیده فلاتر در رژیم‌های جریان مختلف (تراکم‌ناپذیر و تراکم‌پذیر زیر صوت) را پیش‌بینی خواهد کرد.

1 High Cycle Fatigue
2 Flutter



درباره تیم پژوهشی

ر	نام و نام خانوادگی	رشته و مقطع تحصیلی	وضعیت فعلی	نقش در طرح
۱	محمد رکن آبادی	دکتری مهندسی هوافضا	دانشجو دانشگاه صنعتی شریف	مجری
۲	حسن حدادپور	دکتری مهندسی هوافضا	استاد دانشگاه صنعتی شریف	مشاور
۳	داوود حججی نجف آبادی	دکتری مهندسی هوافضا	دانشجو دانشگاه صنعتی شریف	همکار
۴	عاطفه حسنی	دکتری مهندسی مکانیک	دانشجو دانشگاه بوعلی همدان	همکار
۵	محمدامین قمری	ارشد مهندسی هوافضا	فارغ التحصیل دانشگاه صنعتی شریف	همکار
۶	حسن رکن آبادی	کارشناسی نرم افزار	دانشجو دانشگاه شهید بهشتی	همکار

تیم پژوهشی، شامل دانشجویان و فارغ التحصیلانی هستند که با راهنمایی آقای دکتر حدادپور از اساتید دانشکده هوافضای دانشگاه صنعتی شریف، به توسعه نرم افزارهای تخصصی حوزه مکانیک و هوافضا می پردازند. از جمله سابقه همکاری تیم، توسعه نرم افزارهایی در حوزه ماشین های دوار است که به صنعت ارائه شده است. در این طرح پژوهشی، تیم مورد نظر قصد دارد نرم افزار تحلیل آیروالاستیسیته و ارتعاشات حوزه توربوماشین را توسعه داده و با همکاری یک شرکت دانش بنیان، به صنایع بزرگ کشور ارائه دهد. رزومه و مقالات چاپ شده سرپرست تیم، آقای دکتر رکن آبادی در [اینجا](#) قابل مشاهده است.

ضرورت مسئله

به دلیل ساختار پیچیده توربوماشین‌ها که شامل ردیف‌هایی از پره‌های استاتور و روتور می‌باشند، پدیده‌های مخربی مانند شوک، جدایش جریان و توربولانس در توربوماشین‌ها اتفاق می‌افتند. با توجه به این که در توربوماشین‌ها فاصله بین پره‌ها کم است، نیروهای آیرودینامیکی پره‌ها بر هم موثر بوده و باعث ایجاد ارتعاشات نامنظمی می‌شوند. به طور کلی آیروالاستیسیته^۳ تقابل بین نیروهای اینرسی، آیرودینامیک و نیروهای الاستیک می‌باشد. اثرات متقابل این نیروها تاثیر به‌سزایی بر طراحی دارند. پدیده‌های آیروالاستیسیته در توربوماشین‌ها را می‌توان با دو دید کلاسیک و جامع نگاه کرد. در دید کلاسیک روابط مربوط به تقابل سیال و سازه را به صورت مجزا از هم مورد بررسی قرار می‌دهند. در صورتی که امروزه در دیدی جامع تقابل سیال و سازه به صورت کوپل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

هدف از این پژوهش، توسعه نرم‌افزاری جامع به منظور پیش بینی رفتار یک ردیف پره از منظر ارتعاشات و آیروالاستیسیته است. با توسعه این نرم‌افزار، اثر پارامترهایی مانند هندسه پره، شرایط مرزی و آیرودینامیک بر روی خواص دینامیکی و فلاتر پره بررسی و ارزیابی خواهد شد. پروژه مورد نظر در چهار فاز اصلی شامل، مدل‌سازی ارتعاشات و تحلیل سازه پره، آیرودینامیک حوزه توربوماشین، تحلیل فلاتر پره توربوماشین و توسعه نرم‌افزار پیاده‌سازی خواهد شد.

مسئله اصلی تحقیق

(عرضه فناوری):

« توسعه نرم‌افزار تحلیل آیروالاستیسیته و ارتعاشات مجموعه پره توربین و کمپرسور »

³ Aeroelasticity

مسئله اصلی تحقیق

از آنجایی که مساله ارتعاشات و فلاتر در توربوماشین‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد، لذا یافتن راهکارهایی برای افزایش عمر کاری موتورها و افزایش راندمان ارتعاشی و آیرودینامیکی از مسائل مطرح برای طراحان توربوماشین‌ها است. از طرفی روش‌های مرسوم مورد استفاده برای تحلیل و بررسی فلاتر پره توربوماشین‌ها بسیار زمان‌بر بوده و نیازمند صرف هزینه قابل توجهی است. از این رو استفاده از روش‌های مناسب که منجر به حلی دقیق و سریع شود، بسیار ارزشمند خواهد بود.

هدف از این پژوهش، توسعه نرم‌افزاری به منظور پیش‌بینی رفتار ارتعاشات و آیروالاستیسیته یک ردیف پره است. به منظور مدل‌سازی جریان داخلی از تئوری‌های آیرودینامیکی متناسب با توربوماشین‌ها در جریان‌های تراکم‌ناپذیر (تئوری وایتهد^۴) و تراکم‌پذیر (تئوری اسمیت^۵) زیرصوت استفاده می‌شود. به طوری که در تئوری‌های مورد نظر اثر متقابل نیروهای آیرودینامیکی یک ردیف کامل در نظر گرفته شده و فرض می‌شود که پره‌ها مسطح باشند. همچنین از اثرات غیرخطی صرف‌نظر می‌شود. لازم به ذکر است که تنها اثرات سازه‌ای شرود در معادلات لحاظ خواهد شد.

در نهایت پس از حل معادله سازه و سیال مورد نظر به روش اجزاء محدود، می‌توان اثر عواملی همچون ابعاد سازه پره، زاویه نصب، تابیدگی، شرود، ناهمسانی پره‌ها، ماخ و سرعت دوران آن را بر روی ارتعاشات و سرعت فلاتر را بررسی و ارزیابی کرد. لازم به ذکر است که صحت‌سنجی نتایج بدست آمده در هر مرحله از معادلات از جمله بخش سازه، ضرایب آیرودینامیکی و آیروالاستیک دو بعدی و سه بعدی با منابع معتبر موجود انجام خواهد شد.

⁴ Whitehead Aerodynamic Theory
⁵ Smith Theory



مزایا

- توسعه حلگر آیرودینامیک سریع به منظور استخراج ضرایب آیرودینامیک در جریان تراکم‌ناپذیر و تراکم‌پذیر زیر صوت
- پیش‌بینی سرعت فلاتر یک مجموعه ردیف پره در کوتاه‌ترین زمان جهت تحلیل مدل در مراحل طراحی مفهومی توربوماشین‌ها
- بررسی و تحلیل اثرات شروع، هندسه بلیده^۶، شرایط مرزی، سرعت جریان ورودی بر روی سرعت فلاتر



کاربرد

- بررسی مناطق ناپایدار در منحنی عملکرد کمپرسور و فن به کمک تحلیل آیروالاستیک



خروجی‌های مورد انتظار تحقیق

- توسعه روابط آیرودینامیک برای جریان زیر صوت (تراکم‌پذیر و تراکم‌ناپذیر-ماخ ۰.۱ الی ۰.۹)
- صحت‌سنجی ضرایب آیرودینامیکی با خطای کمتر از ۵٪
- ارتعاشات و تحلیل سازه پره (استخراج فرکانس‌های طبیعی) با خطای کمتر از ۵٪
- استخراج سرعت فلاتر پره و صحت‌سنجی با خطای کمتر از ۸٪



هزینه و زمان اجرای طرح

- هزینه اجرای طرح در بازه ۷۰۰ تا ۹۰۰ میلیون تومان برآورد می‌شود.
- مدت‌زمان اجرای طرح بین ۱۱ تا ۱۳ ماه برآورد می‌شود.



^۶ Blade

تسهیم مالکیت فکری

- مالکیت معنوی: مشارکت کننده در مالکیت معنوی ناشی از اجرای تحقیق تسهیم خواهد بود و انتشار مقاله مشترک توسط مجری و مشارکت کننده در ژورنال های داخلی و خارجی، ارائه مقاله در کنفرانس ها و سمینارها با موافقت و اشاره به نام همه دست اندرکاران مجاز خواهد بود.
- مالکیت منافع مادی: سهم مشارکت شرکت/شتاب دهنده متقاضی حداقل ۱۰ و حداکثر ۳۵ درصد خواهد بود (منافع مالی ناشی از توسعه این فناوری بر اساس توافق طرفین و مشترک خواهد بود و با توجه به سهم آورده نقدی و غیرنقدی توسعه دهنده، سهم مالکیت قابل مذاکره و توافق است).



ارسال درخواست

- درخواست های مشارکت صرفاً باید در چارچوب مورد نظر صندوق نوآوری و شکوفایی، تدوین و حداکثر تا تاریخ ۱۴۰۳/۰۴/۱۰ در سامانه غزال صندوق نوآوری و شکوفایی به نشانی ghazal.inif.ir ثبت شوند. درخواست هایی که در چارچوبی غیر از آن، یا به روش های دیگر به دست صندوق نوآوری و شکوفایی برسند، وارد فرایند ارزیابی نخواهند شد.





تلفن: ۰۲۱-۴۲۱۷۰۰۰۰ نمابر: ۰۲۱-۴۲۱۷۰۱۱۵

کدپستی: ۱۹۹۱۹۱۳۱۱۱

تهران، میدان ونک، خیابان ملاصدرا، خیابان پردیس، زاینده رود شرقی،
شماره ۲۴، مجتمع شکوفایی شرکت‌های دانش‌بنیان

پست الکترونیک: info@inif.ir



تلفن: ۰۲۱۶۶۵۳۳۸۶۴-۶۶۵۳۹۷۳۴

کدپستی: ۱۴۵۹۸۵۳۳۹۵

تهران، ناحیه نوآوری شریف، میدان شهید تیموری، به سمت بزرگراه شیخ
فضل‌الله نوری، خیابان لطفعلی‌خانی، خیابان پارس، شماره ۱۵، واحد ۴

پست الکترونیک: info@boomerangtt.com