

با حمایت صندوق نوآوری و شکوفایی
و با پیشنهاد یک تیم پژوهشی از دانشگاه سمنان منتشر می شود:

فراخوان مشارکت در اکتساب فناوری طرح

طراحی و ساخت فراماده دوگانه به منظور جایگزینی در تایر خودرو

(طراحی سازه از ABS/TPU به روش شبیه سازی

اجزای محدود و بهینه سازی توپولوژی)

مهلت ارسال درخواست

۱۴۰۱/۰۳/۲۲



در سال های اخیر، مطالعه بر روی تغییر هندسه یک سازه به نام فراماده با استفاده از روش های بهینه سازی برای رسیدن به خواص بهبود یافته، رشد چشمگیری داشته است. هدف این طرح، استفاده از سلول های فراماده دوگانه برای جایگزین کردن تایرهای بادی به روش بهینه سازی توپولوژی و با توابع هدف استحکام فشاری و عمر خستگی خمشی است. نتایج نشان داده است تایرهای غیرپنوماتیک مقاومت کمتر و در نتیجه مصرف سوخت کمتر و رانندمان بالاتری نسبت به تایرهای پنوماتیک دارند. همچنین سفتی عمودی و تحمل بارهای خمشی در تایرهای غیرپنوماتیک بهبود یافته است. علاوه بر این، توانایی بالای تولیدات افزایشی در تولید ساختارهای پیچیده باعث شده است پریترهای سه بعدی روش مناسبی برای تولید این نوع تایرها باشند.



درخواستی که بیشترین تناسب را با الزامات این اکتساب فناوری داشته باشد، انتخاب و به عنوان «مشارکت کننده» 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 شرکت ها و شتابدهنده های 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 به عنوان عرضه‌کننده فناوری و متعاقباً، شرکت‌ها و شتاب‌دهنده‌های توانمند و دانش بنیان را به عنوان 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 دانش بنیان مجاز است. تمام شرکت‌ها و شتاب‌دهنده‌های دانش بنیان 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 ۱۴۰۱/۰۳/۲۲ در سامانه غزال صندوق نوآوری و شکوفایی به نشانی (www.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 به عنوان «مشارکت کننده» برای مذاکرات تکمیلی به هسته پژوهشی متقاضی معرفی خواهد شد.
- ۴) در صورت توافق درخواست کننده منتخب (مشارکت کننده) و هسته پژوهشی (مجری)، قرارداد ۳ جانبه‌ای مابین «صندوق»، «مشارکت کننده» و «مجری» منعقد فراخوان مشارکت در اکتساب فناوری طرح خواهد شد. در قالب این قرارداد، صندوق نوآوری حداکثر تا ۹۰ درصد هزینه اجرای طرح تحقیقاتی را به شکل بلاعوض و به طور مرحله‌ای و متناسب با پیشرفت اجرای طرح، به مجری خواهد پرداخت و مابقی هزینه‌های اجرای طرح، بر عهده مشارکت کننده خواهد بود.
- ۵) حمایت صندوق صرفاً منوط به موافقت مجری و مشارکت کننده 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، به منزله 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 مشارکت کننده و مجری می‌باشد.
- ۸) هرگونه سال یا ابهام در خصوص این فرایند را با شرکت ارزیابان فناوری بومرنگ به عنوان کارگزار صندوق نوآوری و شکوفایی در میان بگذارید (شماره تماس: ۰۲۱-۶۶۵۳۰۶۸۰)

خلاصه فناوری

از موارد بسیار مهم در طراحی تایر خودرو، بحث‌های عملکردی، صدا (نویز)، اثرات دما، استحکام فشاری، عمر خستگی خمشی و سایش می‌باشد. امروزه با توجه به افزایش محدودیت‌های سوخت و آلاینده‌گی، استفاده از مواد نوین یا طراحی‌های جدید مورد توجه قرار گرفته است. یکی از این موارد، فرامواد (متامتریال) چندگانه در تایر خودرو و استفاده از تولید افزایشی با پرنترهای سه‌بعدی است. از جمله فرامواد مکانیکی، موادی با ضریب پواسون منفی است. فرامواد مکانیکی یا اگزتیک‌ها در هنگام اعمال تنش کششی عمودی، برخلاف مواد معمول، در راستای عمود بر نیرو، ضخیم‌تر می‌شوند که در مقایسه با مواد معمولی با نسبت پواسون مثبت، دارای خصوصیات مکانیکی و دینامیکی متفاوتی از جمله افزایش مقاومت تورفتگی در صفحه، مقاومت در برابر شکستگی، مدول برشی عرضی بالا، جذب انرژی در اثر ضربه، عملکرد میرایی موج و غیره هستند. همچنین می‌توان فرامواد با ضریب انبساط حرارتی منفی (NHE) نیز ایجاد نمود تا در زمان افزایش دما در تایر و حین کارکرد آن در خودرو، از خرابی‌های احتمالی جلوگیری نمود. یکی از کاربردهای فرامواد، استفاده در تایر خودرو است که این تایرها از نوع غیرپنوماتیک هستند. این سلول‌های فراماده‌ای که از بهینه‌سازی الگوهای معرفی شده یا توپولوژی به دست می‌آیند، توسط دو ورق محافظت می‌شوند و سپس یک لایه لاستیک دور آن قرار می‌گیرد.

نام و نام خانوادگی	رشته/مقطع تحصیلی	همکار/مشاور طرح	وضعیت شغلی
محمد آزادی	دکتری مهندسی مکانیک	همکار	عضو هیئت علمی
شکوه دزیانیان	ارشد مهندسی مکانیک	همکار	دانشجوی ارشد
متعاقباً اعلام می گردد	ارشد مهندسی مکانیک یا پلیمر	همکار	دانشجوی ارشد

سوابق عرضه کننده فناوری و مسئول اصلی تیم پژوهشی

آقای دکتر محمد آزادی عضو هیئت علمی و دانشیار گروه مهندس خودرو، دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه سمنان هستند. ایشان در مقطع دکتری در رشته مهندسی مکانیک، گرایش طراحی کاربردی از دانشگاه صنعتی شریف فارغ التحصیل شده اند و ۱۴۵ مقاله داخلی و بین المللی، ۱۲۸ مقاله کنفرانسی و ۱۵ اختراع دارند، همچنین یک کتاب با عنوان طراحی موتور خودرو ترجمه کرده اند. تعداد دانشجویان تحت سرپرستی ایشان در مقطع کارشناسی ۱۲، در مقطع کارشناسی ارشد ۲۰ و در مقطع دکتری ۹ می باشد. همچنین استاد راهنمای ۴۱ پروژه کارشناسی، ۲۵ پایان نامه در مقطع کارشناسی ارشد و ۲ رساله دکتری هستند.

شاخص H-Index مقالات منتشر شده دکتر صحرایی بر اساس scholar Google، ۲۲ است. ایشان ۱۲ طرح خارج از دانشگاه را با مؤسسات مختلف داخلی صنعتی و بین المللی به اتمام رسانیده اند.

ضرورت مسئله

از زمان انتشار اولین تایر دوچرخه بادی تجاری توسط دانلوپ در سال ۱۸۸۸، بیش از ۱۰۰ سال است که تایر پنوماتیک به دلیل چهار مزیت عمده در بازار مورد توجه قرار گرفته است: (۱) اتلاف انرژی کم در سطوح ناهموار، (۲) سختی عمودی کم، (۳) فشار تماسی کم و (۴) جرم کم.

باین حال، تایرهای پنوماتیک معایب مختلفی نیز دارند از جمله: (۱) احتمال خرابی فاجعه‌بار هنگام رانندگی (پنچر شدن)، (۲) نگهداری لازم برای فشار مناسب داخلی هوا و (۳) روش پیچیده ساخت.

از اوایل دهه ۱۹۲۰، تلاش برای تولید تایر انعطاف‌پذیر با افزودن سیم به منظور ارائه تایر پنوماتیک با کیفیت و در عین حال تضمین ایمنی خودرو صورت گرفت. امروزه سعی می‌شود تا با استفاده از فرامواد به عنوان جایگزین هوای تایر پنوماتیک، تایرهای غیر پنوماتیک (NPT) ارائه گردد. اخیراً در رابطه با تایرهای بدون هوا نوآوری‌هایی صورت گرفته است. تایرهای غیر پنوماتیک (بدون هوا) به دلیل عمر بیشتر، عملکرد بهتر، وزن کم، استفاده از مواد کربنی کمتر و چرخه عمر پایدار محصول مورد توجه هستند.

مسئله اصلی تحقیق

«عرضه فناوری):
طراحی و ساخت
فراماده دوگانه
به منظور جایگزینی
در تایر خودرو»

مسئله اصلی تحقیق

در این طرح، هدف اصلی شامل بهینه‌سازی توپولوژی تایر خودرو از فرامواد دوگانه با تابع هدف استحکام فشاری و عمر خستگی خمشی است. برای این منظور، ابتدا الگوهای مختلف سازه برای فرامواد مطالعه شده و چندین مورد از این سازه‌ها، انتخاب شده و در کنار بهینه‌سازی شکل و توپولوژی، مورد تحلیل واقع خواهد شد. این فرایند با استفاده از شبیه‌سازی اجزای محدود در نرم‌افزارهای مربوطه همچون اباکوس، با توابع هدف استحکام فشاری و عمر خستگی خمشی، پیگیری می‌شود. سپس نمونه‌های استاندارد آزمون با سازه فرامواد چندگانه همچون ترکیب ABS و TPU، توسط دستگاه پرینت سه‌بعدی FDM ساخته می‌شوند.

خواص الاستیک و ضریب پواسون برای الگوهای فرامادی از جمله الگوی لانه‌زنبوری، کایرال و غیره بررسی می‌شود. پس از انتخاب چند نمونه، با استفاده از شبیه‌سازی اجزای محدود، از نقطه نظر استحکام مطالعه و مقایسه می‌شوند. در ادامه و بعد از انتخاب بهترین الگو یا سلول از لحاظ خواص الاستیک و ضریب پواسون، به کمک پرینتر سه‌بعدی نمونه‌های استاندارد برای آزمون خستگی خمشی و استحکام فشاری آماده می‌شود. بدین صورت تأثیر ضریب پواسون در عمر خستگی خمشی و استحکام فشاری بررسی می‌شود. سپس این روند برای حالت‌های دیگر از جمله استفاده از چند ماده و چند الگو در کنار هم نیز تکرار می‌شود.

از طرف دیگر توپولوژی برای یک نوع تایر با تابع هدف افزایش عمر خستگی و استحکام فشاری، به کمک نرم‌افزار اباکوس صورت می‌گیرد. بار دیگر به کمک سلول به دست آمده از توپولوژی نمونه استاندارد تولید و خواص خستگی و فشاری آن بررسی می‌شود. مقایسه نتایج حاصل از توپولوژی و نتایج حاصل از الگوهای فرامادی و همچنین مقایسه شبیه‌سازی اجزای محدود آن‌ها در نرم‌افزار اباکوس، منجر به انتخاب یک نوع سلول با خواص بالاتر می‌شود. پس از انتخاب سلول تایر اسکیل شده طراحی و به کمک پرینتر سه‌بعدی تولید می‌شود. آزمون‌های



خستگی خمشی و استحکام فشاری در تایر تولیدشده نیز قابل بررسی است. برای کارهای آینده نیز می توان به این سلول حرارت داده شود و خواص مکانیکی مجدداً بررسی شود.

مواد مصرفی در طرح ارائه شده شامل پلیمرهایی از جنس ABS و TPU، به منظور پرینت نمونه های استاندارد و تایر اسکیل شده است. این مواد به صورت فیلامنت در بازار وجود دارد و به راحتی قابل تأمین است. آکریلونیتریل بوتادین استایرن (ABS) نوعی پلیمر گرمانرم است که از پلیمریزاسیون استایرن و آکریلونیتریل در حضور پلی بوتادین به دست می آید و دارای ساختاری آمورف می باشد. ABS به دلیل قیمت مناسب و همچنین خواص متعادل مکانیکی، حرارتی و شیمیایی در زمره پرمصرف ترین مواد اولیه پلاستیکی محسوب می شود. ABS دارای استحکام ابعادی و مقاومت حرارتی خوب و نیز مقاومت به ضربه بالا می باشد. این پلیمر بسیار مقاوم به خراشیدگی است. این ماده عمدتاً در لوله های حمل مواد نفتی، لوله ها، وسایل خانه، اثاثیه، مبلمان، ترکیبات وسایل خودرو، تلفن و تجهیزات الکتریکی مورد استفاده قرار می گیرد. دمای ذوب این فیلامنت ها بین ۲۰۰ تا ۲۳۰ درجه سانتی گراد است. فیلامنت ترموپلاستیک پلی ارتان (TPU) یک فرم بسیار متداول از پلیمرهای کششی یا الاستومرها است که قابلیت استفاده در هر پرینتر سه بعدی FDM را دارد. در بین فیلامنت های قابل انعطاف، TPU از بقیه کمی محکم تر است و این باعث می شود که برای اکستروژن و چاپ مناسب تر باشد. TPU یک ماده با قدرتی متوسط است که انعطاف پذیری و دوام بالایی دارد و می تواند نیروهای فشاری و کششی بیشتری را از مواد معمول تری مانند ABS تحمل کند. از جمله خواص TPU ها می توان به حلالیت ارتجاعی بالا، خواص فشردگی خوب، مقاومت بالا در مقابل ضربه و سایش اشاره کرد. پس از پرینت، قطعات تحت آزمون خستگی خمشی دورانی قرار می گیرند تا صحنه گذاری نتایج عددی مشخص گردد. با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نیز، مکانیزم های خرابی و رفتار شکست ماده و سازه، تحلیل خواهد شد. در انتها، یک نمونه تایر در ابعاد کوچک (به صورت اسکیل شده و پایلوت)، توسط پرینتر سه بعدی ساخته شده و تحت آزمون فشار قرار می گیرد.



مزایا

به طور کلی تایرهای غیر پنوماتیک مزایای زیادی دارند از جمله:

- مقاومت غلتشی کمتر
- مصرف سوخت کمتر
- سازگار با محیط زیست
- روش ساخت آسان تر
- استفاده از مواد اولیه کمتر
- سواری بهتر
- احتمال ایجاد خطر کمتر
- عدم نیاز به تعمیر و پنچرگیری
- عدم نیاز به تنظیم فشار باد



کاربردها

- خودروهای سواری، باری و مسافری
- خودروهایی با کاربردهای نظامی و هوافضا
- سایر تجهیزات شامل ماشین های چمن زنی، موتورسیکلت ها، دوچرخه ها و ویلچرها



خروجی های مورد انتظار تحقیق

- طراحی و تولید یک تایر اسکیل شده از فرامواد دوگانه ABS/TPU با پرینتر سه بعدی
- دستیابی به ترکیب بهینه از پلیمر دوگانه ABS/TPU با افزایش عمر خستگی و استحکام فشاری



هزینه و زمان اجرای طرح

- هزینه اجرای طرح در بازه ۳۵۰ تا ۵۵۰ میلیون تومان برآورد می شود.
- مدت زمان اجرای طرح بین ۱۲ تا ۱۵ ماه برآورد می شود.



تسهیم مالکیت فکری

- مالکیت معنوی: مشارکت کننده در مالکیت معنوی ناشی از اجرای تحقیق سهیم 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 غیر نقدی 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 ۱۴۰۰/۰۳/۲۲ در سامانه غزال صندوق نوآوری و شکوفایی به نشانی ir.inif.ghazal.www 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 شرکت های دانش بنیان

پست الکترونیک: info@inif.ir



تلفن: ۰۲۱۶۶۵۳۳۸۶۴-۶۶۵۳۹۷۳۴

کدپستی: ۱۴۵۹۸۵۳۳۹۵

تهران، ناحیه نوآوری شریف، میدان شهید تیموری، به سمت بزرگراه شیخ
فضل الله نوری، خیابان لطفعلی خانی، خیابان پارس، شماره ۱۵، واحد ۴

پست الکترونیک: info@boomerangtt.com