

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

فراخوان مشارکت در اکتساب فناوری طرح

# ارتقاء تکنولوژی مشعل متخلخل با کاربرد در دستگاه‌های بویلر چگالشی و اجاق گازهای خانگی

مهلت ارسال درخواست:

۱۴۰۲/۱۱/۳۰



در تجهیزات احتراقی، دستیابی به بازده حرارتی بالا، زمان پخت و گرمایش کمتر نیازمند عملکرد مشعل در دمای کاری بالاتر و مصرف سوخت بیشتر بوده و همین امر منجر به افزایش آلاینده‌گی خواهد شد. مشعل‌های متخلخل به دلیل ایجاد طیف متنوعی از رژیم‌های احتراقی، انعطاف‌پذیری قابل قبولی در تغییر میزان و سهم انتقال حرارت جابه‌جایی و تشعشعی دارند و از این رو می‌توانند شرایط انتقال حرارتی مناسبی را برای مصارفی همچون بویلرها و اجاق پخت و پز خانگی ایجاد کنند.

هدف این تیم پژوهشی، طراحی بهینه، ساخت مشعل متخلخل و ارتقاء تکنولوژی آن برای بویلر چگالشی و اجاق گاز خانگی تا سقف ۲۰ کیلووات براساس بهینه‌سازی پارامترهای ورودی و هندسی مشعل مبتنی بر مانیتورینگ تشعشعی مشعل الگو است؛ به طوری که موجب افزایش راندمان انتقال حرارت به بالای ۴۵ درصد و حداقل‌سازی مصرف سوخت و آلاینده‌های احتراق تا ۳۰ درصد شود و به لحاظ اقتصادی نیز به‌صرفه باشد. روش پیشنهادی این تیم، مبتنی بر طیف‌سنجی مشعل الگو و بازطراحی مشعل متخلخلی برای بویلر است. در نهایت، نقشه عملکردی و پایداری شعله بررسی می‌شود تا طراحی بهینه مشعل حاصل شود.



☑ 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 شتابنده‌های دانش بنیان مجاز است.



باسمه‌تعالی

صندوق نوآوری و شکوفایی به‌منظور 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 ۱۴۰۲/۱۱/۳۰ در سامانه غزال صندوق نوآوری و شکوفایی به نشانی ([ghazal.inif.ir](http://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: ۰۲۱-۶۶۵۳۹۷۳۴ و ۰۲۱-۶۶۵۳۳۸۶۴ و ۰۹۳۶۱۷۹۵۷۰۷)

## خلاصه فناوری

مشعل‌های متخلخل به دلیل ایجاد طیف متنوعی از رژیم‌های احتراقی از جمله احتراق مدفون، شعله سطحی و سلولی، از نظر قابلیت تغییر در میزان و سهم انتقال حرارت جابجایی و تشعشعی انعطاف‌پذیر بوده و می‌توانند شرایط انتقال حرارتی مناسبی را برای مصارفی همچون بویلرها و اجاق‌های پخت و پز خانگی ایجاد کنند. باین‌حال، کاربرد این نوع مشعل‌ها در شرایط مختلف در حالت بهینه خود نیست. حالت بهینه این نوع مشعل‌ها متناسب با ظرفیت مشعل، نوع کاربرد و سوخت آن متفاوت است. در نتیجه، پیچیدگی‌ها و چالش‌های جدی در طراحی بهینه از نظر دستیابی همزمان به راندمان انتقال حرارت بالا، آلاینده‌گی و میزان مصرف سوخت کم و در نهایت ساخت آن‌ها وجود دارد.

در تجهیزات احتراقی معمولاً رسیدن به بازده حرارتی بالا و زمان پخت و گرمایش کمتر، نیازمند عملکرد مشعل در دمای کاری بالاتر و مصرف سوخت بیشتری است. این موضوع منجر به افزایش آلاینده‌گی می‌شود که لازمه حل این مشکل، بازطراحی و رسیدن به طرح بهینه جدید از حیث پارامترهای ورودی و هندسی است. اکتساب این تکنولوژی، موانع، ریسک‌ها و پیچیدگی‌هایی بر سر راه خود دارد، زیرا افزایش دما برای افزایش بازده و کاهش زمان، موادی مقاوم در برابر حرارت بسیار بالا نیاز دارد و معمولاً تکنولوژی تولید پیچیده و گران‌قیمتی دارد که حتی می‌تواند هدف رسیدن به مشعل اقتصادی را تحت تأثیر منفی قرار دهد. جهت غلبه بر این چالش، باید هندسه مشعل متخلخل و سوراخ‌های سطح آن بازطراحی و بهینه‌سازی شوند تا دمای بالای شعله حاصل‌شده بیش از حد خاصی فراتر نرود، آلاینده‌ها در حداقل میزان خود باقی بمانند و زمان گرمایش و پخت کمتری نسبت به مشعل‌های معمولی داشته باشند. این بازطراحی و تغییر هندسه مشعل، آئرو‌دینامیک جریان ورودی و شکل شعله و رژیم احتراق انجام‌شده را به‌طور کلی تغییر داده و بازطراحی را پیچیده و زمان‌بر خواهد کرد.

هدف این گروه پژوهشی، ارائه یک روش برای حل چالش‌ها در فرآیند بازطراحی بر مبنای مجموعه‌ای متوالی از ایجاد تغییرات در پارامترهای ورودی و هندسی مشعل و اصلاح تغییرات انجام‌شده تا زمان رسیدن به طرح مطلوب بهینه خواهد بود که پس از دستیابی به آن، با مقیاس کردن مشعل به ابعاد موردنظر صنعتی و ساخت و تست مشعل در آن مقیاس از نظر پارامترهای مختلف عملکردی، نتیجه عملکرد مشعل بهینه‌شده مشخص می‌گردد.

## درباره تیم پژوهشی

نام و نام خانوادگی	وضعیت شغلی	همکار / مشاور طرح	رشته / مقطع تحصیلی
دکتر محمد ضابطیان طرقي	عضو هیئت علمی	مجری	مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی/ دکتری
دکتر امیررضا محمدپور	پژوهشگر	همکار	مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی/ دکتری
مهندس علی عاشوری	دانشجو	همکار	دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی
مهندس فاطمه اسکندری	دانشجو	همکار	دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی
دکتر حسین سلطانیان	پژوهشگر	همکار	مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی/ دکتری
مهندس سعید محمدباقری	دانشجو	همکار	دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی
مهندس ساسان ساعدی	دانشجو	همکار	دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی
مهندس سحر حیدری	دانشجو	همکار	دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی

دکتر محمد ضابطیان طرقي، دانشیار دانشکده مهندسی مکانیک و گروه تبدیل انرژی دانشگاه تربیت مدرس هستند. ایشان در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری از دانشگاه صنعتی شریف در رشته مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی فارغ‌التحصیل شده‌اند. همچنین بیش از ۱۶۰ مقاله در مجلات و کنفرانس‌های بین‌المللی به چاپ رسانده است و استاد راهنما و مشاور بیش از ۱۰۰ دانشجوی کارشناسی ارشد و دکتری بوده‌اند. شاخص h-index مقالات منتشرشده ایشان بر اساس Google Scholar، ۱۰ است. ایشان در چهار سال اخیر مجری ۵ پروژه پژوهشی در زمینه مشعل‌های احتراقی مختلف از جمله مشعل‌های متخلخل بوده‌اند. رزومه و مقالات چاپ‌شده از دکتر ضابطیان در زمینه احتراق و انرژی در اینجا قابل مشاهده است.

## ضرورت مسئله

افزایش شدید تقاضای انرژی به‌ویژه در بخش خانگی و تجاری سبب می‌شود تا عرضه گاز به بخش‌های مختلف کشور با مشکل مواجه شود، به‌طوری‌که مصرف روزانه گاز در فصول سرد سال (از آذر تا اسفند) حدوداً ۲۳۳ میلیون مترمکعب بیشتر از سایر فصل‌ها می‌باشد و تقاضای گاز طبیعی دچار اختلال می‌گردد. به‌علاوه افزایش شدید تقاضای آب گرم مصرفی به‌ویژه در بخش خانگی سبب می‌شود تا عرضه گاز به سایر بخش‌ها با مشکلات جدی مواجه شود. بر اساس تحقیقات، متوسط مصرف گاز طبیعی در سال برای کاربری مسکونی حدود ۴۰ درصد از کل انرژی را به خود اختصاص می‌دهد. در این خصوص یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر مصرف گاز و کاهش آلودگی محیط‌زیست، مشعل‌های پیش‌مخلوط هستند. مشعل متخلخل فیبر فلزی و مشعل محیط متخلخل منظم سرامیکی از جمله مشعل‌های پیش‌مخلوط متخلخل هستند. مشعل متخلخل فیبر فلزی مناسب برای استفاده در بویلرهای چگالشی بوده و مشعل متخلخل منظم سرامیکی در کاربرد اجاق‌های خانگی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. مشعل‌های پیش‌مخلوط متخلخل می‌توانند با ایجاد مشخصه‌های احتراقی و انتقال حرارتی بهینه، موجب افزایش راندمان حرارتی، کاهش مصرف سوخت و کاهش زمان پخت می‌شوند. همچنین مشعل‌های متخلخل به‌طور قابل‌توجهی آلاینده CO را نسبت به مشعل‌های متداول کاهش می‌دهند. بنابراین، استفاده از این تکنولوژی به‌روز دنیا ضرورت اولیه طرح است و نیاز به پژوهش جهت رسیدن به یک طراحی بهینه جهت ساخت و تست در آزمایشگاه و تعمیم طرح بهینه به مصارف تجاری و صنعتی در مشعل‌های متخلخل بویلرها و اجاق‌های پخت و پز خانگی ضرورت دیگر آن است.

## مسئله اصلی تحقیق

(عرضه فناوری):

« ارتقاء تکنولوژی مشعل متخلخل  
با کاربرد در  
دستگاه‌های بویلر چگالشی و اجاق  
گازهای خانگی »

## مسئله اصلی تحقیق

هدف اصلی این پژوهش توسعه روش‌های بهینه‌سازی و ورود به مسیر تجاری‌سازی مشعل‌های بهینه متخلخل برای کاربردهای تأمین آب گرم و پخت و پز خانگی و صنعتی است. برای دستیابی به این مهم، یک نمونه بستر آزمون مشعل گرمایش آب و یک نمونه بستر آزمون مشعل پخت و پز توسط این گروه پژوهشی ساخته شده است که برای بستر آزمون گرمایش آب در توان کاری ۱۰ تا ۱۶ کیلووات، بازده حرارتی ۵۰ تا ۶۰ درصد با آلاینده‌گی مونوکسید کربن بین ۲۰۰ تا ۵۰ بخش در میلیون (ppm) حاصل شده و برای بستر آزمون مشعل پخت و پز در توان کاری ۲ تا ۱۰ کیلووات به بازده حرارتی ۳۵ تا ۶۰ درصد با آلاینده‌گی مونوکسید کربن تا ۱ بخش در میلیون به دست آمده است. با این حال پیاده‌سازی تجاری و صنعتی این مشعل‌ها در مصارف بیان شده نیازمند بررسی و تحلیل پارامترهای هندسی و ورودی به مشعل و تغییر آن‌ها جهت رسیدن به یک طرح بهینه جهت ساخت است که به دلیل اثرات ناهم‌سوی پارامترهای اثرگذار مختلف بر خواص احتراقی و انتقال حرارت و زمان بر بودن این بررسی‌ها، نیاز به تست پارامترهای اثرگذار در شرایط آزمایشگاهی وجود دارد. هدف از پروژه حاضر، طراحی بهینه و ساخت مشعل‌های متخلخل بویلرها و اجاق‌های پخت و پز خانگی برای رسیدن به راندمان حرارتی بهینه، کاهش مصرف سوخت و آلاینده‌گی و دستیابی به محدوده عملکرد پایدار در مقیاس آزمایشگاهی بوده که در مرحله بعد تعمیم و پیاده‌سازی نتایج بهینه آزمایشگاهی به مصارف صنعتی انجام می‌شود. در واقع با تغییر پارامترهای مؤثر بر عملکرد مشعل متخلخل همچون مواد مورد استفاده در محیط متخلخل، میزان تخلخل هندسه مشعل و سطح مشعل، نسبت هم‌ارزی مخلوط سوخت و هوای ورودی و توان کاری و شبیه‌سازی احتراق در مشعل در محیط نرم‌افزار Fluent بر اساس پارامترهای ورودی انتخاب شده و بررسی میزان انتقال حرارت و بازده حرارتی هریک از طرح‌ها، نمونه آزمایشگاهی مناسب بر اساس نتایج شبیه‌سازی‌های عددی ساخته می‌شود.

## مزایا

- توسعه تکنولوژی طراحی و ساخت مشعل‌های بهینه متخلخل در شرایط مختلف
- افزایش راندمان حرارتی مشعل‌های متخلخل، کاهش مصرف سوخت، کاهش زمان پخت و گرمایش و کاهش آلاینده تولیدی
- تعیین نقطه عملکرد مناسب مشعل برحسب توان ورودی و کاربرد مورد انتظار از آن



## کاربرد

- مشعل‌های پخت و پز خانگی
- بویلرهای چگالشی گرمایش آب خانگی



## خروجی‌های مورد انتظار تحقیق

- تعیین ابعاد و فاصله بهینه‌شده برای سوراخ‌های مشعل بویلر آب گرم مصرفی به همراه میزان تخلخل و ضخامت لایه متخلخل تا رسیدن به ابعاد مشعل بویلر به حداکثر قطر ۸ و طول ۱۵ سانتی‌متر
- نسبت بهینه‌شده ابعاد مشعل پخت و پز خانگی به ابعاد ظرف پخت تا رسیدن به ابعاد مشعل سرامیکی به حداکثر ۸ و ۱۶ سانتی‌متر
- تعیین نقطه عملکرد مناسب مشعل‌های پخت و پز و بویلر آب گرم مصرفی برحسب توان ورودی و نسبت سوخت به هوا
- ارائه مشخصات مشعل متناسب بر اساس استانداردهای ملی خانگی و نیمه‌صنعتی (استاندارد ملی ایران شماره‌های ۵۳۶۳، ۱-۲-۱۰۳۲۵، ۳-۱-۱۰۳۲۵ و ۱-۱۴۲۰۵)



## هزینه و زمان اجرای طرح

- هزینه اجرای طرح در بازه ۷۰۰ تا ۹۰۰ میلیون تومان برآورد می‌شود.
- مدت‌زمان اجرای طرح بین ۱۲ تا ۱۸ ماه برآورد می‌شود.



## تسهیم مالکیت فکری

- مالکیت معنوی: مشارکت‌کننده در مالکیت معنوی ناشی از اجرای تحقیق سهیم خواهد بود و انتشار مقاله مشترک توسط مجری و مشارکت‌کننده در ژورنال‌های داخلی و خارجی، ارائه مقاله در کنفرانس‌ها و سمینارها با موافقت و اشاره به نام همه دست‌اندرکاران مجاز خواهد بود.
- مالکیت منافع مادی: سهم مشارکت شرکت/شتاب‌دهنده 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 توسعه‌دهنده، سهم مالکیت قابل مذاکره و توافق است).



## ارسال درخواست

- درخواست‌های مشارکت صرفاً باید در چارچوب موردنظر صندوق نوآوری و شکوفایی، تدوین و حداکثر تا تاریخ ۱۴۰۲/۱۱/۳۰ در سامانه غزال صندوق نوآوری و شکوفایی به نشانی [ghazal.inif.ir](http://ghazal.inif.ir) ثبت شوند. درخواست‌هایی که در چارچوبی غیراز آن، یا به روش‌های دیگر به دست صندوق نوآوری و شکوفایی برسند، وارد فرایند ارزیابی نخواهند شد.





تلفن: ۰۲۱-۴۲۱۷۰۰۰۰      نامبر: 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](mailto: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](mailto:info@boomerangtt.com)