بنیاد ملی علم ایران
Iran National Science Foundation



با حمایت بنیاد ملی علم ایران و به سفارش
یک شرکت دانش بنیان منتشر می‌شود:

فراخوان

توسعه دانش فنی و پیاده‌سازی نرم‌افزار جبران تغییرفرم بافت مغز در سامانه‌های راهبری جراحی مغز و اعصاب مبتنی‌بر انطباق تصاویر اولتراسوند حین‌عمل و MRI پیش از عمل

مهلت ارسال پروپوزال‌ها:

۱۴۰۵/۰۸/۲۶

جراحی تومورهای مغزی از جمله مداخلات پیچیده‌ای است که نیازمند دقت بالا در تعیین موقعیت تومور و مرز آن با بافت سالم است. سامانه‌های راهبری جراحی با استفاده از تصاویر MRI پیش از عمل، نقش مهمی در برنامه‌ریزی و هدایت جراح، به‌ویژه در نمونه‌برداری و برداشت تومورهای کوچک و عمقی، دارند. با این حال، پس از باز شدن جمجمه و در طول جراحی، بافت مغز تحت تأثیر عواملی مانند نشت مایع مغزی، جاذبه و برداشت بافت دچار جابه‌جایی یا «تغییر فرم مغز» (Brain Shift) می‌شود. این جابه‌جایی که در برخی موارد می‌تواند به چندین سانتی‌متر برسد، موجب کاهش تطابق تصاویر پیش از عمل با وضعیت واقعی مغز و افت دقت سامانه‌های راهبری می‌شود.

در این طرح، یک پلتفرم هوشمند برای جبران خودکار تغییر فرم مغز و به روزرسانی تصاویر MRI بر اساس داده‌های سونوگرافی حین عمل توسعه خواهد یافت. با بهره‌گیری از روش‌های پیشرفته پردازش تصویر و شبکه‌های عصبی عمیق، سامانه قادر خواهد بود اطلاعات MRI را با شرایط واقعی مغز در حین جراحی منطبق کند. همچنین، تحلیل تصاویر سونوگرافی و تفکیک تومور از بافت سالم می‌تواند به برداشت دقیق‌تر تومور، کاهش آسیب به بافت‌های حیاتی و کاهش احتمال عود کمک کند. انتظار می‌رود این فناوری ضمن ارتقای عملکرد سامانه‌های راهبری جراحی، زمینه توسعه محصول، افزایش توان رقابتی و تجاری‌سازی آن در مراکز پیشرفته جراحی مغز و اعصاب را فراهم سازد.

- پروپوزالی که بیشترین تناسب را با الزامات این نیاز تحقیقاتی داشته باشد انتخاب و به عنوان مجری به شرکت دانش‌بنیان معرفی خواهد شد.
- شرکت در این فراخوان تحقیقاتی و ارائه پروپوزال تنها برای اعضای هیئت‌علمی فعال دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی کشور مجاز است.

ارسال پروپوزال از طریق:

rtms.insf.org

ارتباط با کارگزاری خیام:

۰۲۱۶۶۵۸۰۹۴۳

شرکت راهبر فناور خیام

پیشینه طرح پژوهشی

پدیده جابه‌جایی و تغییر شکل بافت مغز در حین جراحی، از دهه ۱۹۹۰ میلادی با گسترش سامانه‌های هدایت جراحی و مشاهدات درون‌اتاق عمل، به عنوان عامل اصلی افت دقت سیستم‌های هدایت جراحی شناسایی شد. نخستین تلاش‌ها برای مواجهه با این پدیده، بر تصویربرداری مجدد حین عمل با MRI متمرکز بود؛ اما هزینه بسیار بالا، اشغال فضای وسیع در اتاق عمل و ایجاد وقفه طولانی در روند جراحی، محققان را به سمت راهکارهای جایگزین سوق داد. در ادامه، روش‌های ردیابی اپتیکی سطح قشر مغز و سپس مدل‌سازی‌های بیومکانیکی مبتنی‌بر روش اجزای محدود معرفی شدند تا تغییر شکل ساختارهای عمقی را بر اساس جابه‌جایی‌های سطحی و رفتار فیزیکی بافت مغز تخمین بزنند. با این وجود، حساسیت بالای این مدل‌ها به شرایط مرزی نامعین (همچون نرخ متغیر تخلیه مایع مغزی- نخاعی و ناهمگنی بافتی) در کنار بار پردازشی سنگین، مانع از تثبیت آن‌ها به عنوان راهکاری جامع و بلادرنگ در بالین گردید. همگام با این تلاش‌ها، ارزیابی‌های پیشین در بسترهای آزمایشگاهی و حیوانی نیز نشان داد که تکیه صرف بر مدل‌های مکانیکی یا ردیابی‌های سطحی، بدون بهره‌گیری از داده‌های پیوسته و حجمی از عمق بافت، به تنهایی پاسخگوی پیچیدگی‌های حین عمل نخواهد بود.

برای غلبه بر این بن‌بست، سونوگرافی حین عمل به عنوان مدالیته‌ای در دسترس، سریع و ایمن در کانون توجه قرار گرفت. با این حال، چالش بنیادین در انطباق تصاویر سونوگرافی حین‌عمل با MRI پیش از عمل، تفاوت فاحش فیزیک تصویربرداری، نویز ذاتی، میدان دید محدود و سایه‌های آکوستیک است. با ظهور الگوریتم‌های نوین پردازش تصویر و سپس شبکه‌های یادگیری عمیق بدون‌ناظر، امکان تخمین مستقیم میدان‌های تغییر شکل غیرخطی و حتی تبدیل ساختاری دو مدالیته به یکدیگر فراهم شد تا محاسبات در مقیاس زمانی چند ثانیه‌ای امکان‌پذیر شود. با وجود این پیشرفت‌های چشمگیر علمی، پیشرفته‌ترین سامانه‌های هدایت جراحی تجاری موجود در بازار دنیا هنوز قابلیت انطباق تغییرشکل‌پذیر و بلادرنگ را به صورت پایدار پیاده‌سازی نکرده و صرفاً به هم‌پوشانی صلب یا نیمه‌صلب وابسته‌اند. بر همین اساس، پیوند دادن دستاوردهای اخیر هوش مصنوعی با زیرساخت‌های بومی ناوبری، کالیبراسیون دقیق سه‌بعدی پروب‌های سونوگرافی و آزمودن مستقیم مدل‌ها در اتاق عمل، مسیر روشنی برای پر کردن این شکاف فناورانه و دستیابی به سامانه‌ای جامع و مقاوم در محیط واقعی جراحی فراهم خواهد کرد.

شرح طرح پژوهشی

سامانه‌های متداول هدایت جراحی مغز و اعصاب، مبنای محاسباتی خود را بر فرض صلب بودن ساختار جمجمه و انطباق پایدار داده‌های پیش از عمل با آناتومی واقعی بیمار بنا نهاده‌اند؛ فرضی که پس از انجام برش کرانیوتومی و گشوده شدن سخت‌شامه، به دلیل تخلیه مایع مغزی- نخاعی، اثر جاذبه، تغییرات همودینامیک و کاهش فشار درون‌جمجمه‌ای نقض می‌شود. در این مرحله، بافت مغز دچار جابه‌جایی و فرونشست ناهمگن و غیرخطی در بازه‌ای بین ۵ تا ۲۵ میلی‌متر می‌گردد که این ناهمخوانی هندسی میان تصاویر تشخیصی باکیفیت MRI و پیکربندی لحظه‌ای بافت، مستقیماً به افت دقت ناوبری و تهدید مرزهای ایمن در دستیابی به حداکثر میزان برداشت تومور می‌انجامد. برای مهار این چالش، به‌روزرسانی برخط تصاویر تشخیصی با تکیه بر سونوگرافی سه‌بعدی درون‌جراحی به عنوان راهکاری در دسترس و ایمن مطرح شده است؛ با این حال، تفاوت‌های بنیادین در فیزیک تشکیل تصویر، وجود نویزهای دانه‌ای و آرتیفکت‌های صوتی، میدان دید محدود و افت کنتراست در سونوگرافی، فرایند تطبیق و هم‌پوشانی را با موانع اساسی روبه‌رو می‌سازد.

مسئله محوری این پژوهش از منظر ریاضی، حل یک مسئله معکوس بدحالت (Inverse Ill-posed Problem) برای کشف و برآورد میدان برداری تغییر شکل سه‌بعدی است؛ نگاشتی فضایی که بتواند مختصات آناتومیک موجود در تصویر MRI پیش از عمل را به فضای تغییریافته سونوگرافی حین‌عمل پیوند بزند. این چالش صرفاً به هم‌پوشانی بصری یا ترازسازی خطی محدود نمی‌شود، بلکه میدان تغییر شکل تخمین‌زده شده باید واجد پیوستگی فضایی، همسانی توپولوژیک و فاقد هرگونه تاخوردگی غیرفیزیکی یا اعوجاج ساختگی باشد تا هندسه کانتورهای حیاتی نظیر کپسول داخلی، عروق عمقی، ساقه مغز و حواشی تومور به درستی حفظ شوند. از سوی دیگر، با توجه به اثرگذاری مستقیم ابعاد و موقعیت تومور، میزان برداشت بافت، مرحله عمل و تفاوت‌های فیزیولوژیک فردی بر الگوی جابه‌جایی مغز، این نگاشت نیازمند پایداری و تعمیم‌پذیری بالا است؛ ضمن آنکه حفظ توازن دقیق میان دقت بالا و زمان پردازش اندک، شرط تحقق‌پذیری بالینی آن در جریان پیوسته جراحی خواهد بود.

خروجی این طرح با ارتقای سطح آمادگی فناوری به تراز ۶ و پیاده‌سازی آزمایشی در محیط بالینی، جایگاه مؤثری را در سراسر زنجیره ارزش تجهیزات پزشکی پوشش می‌دهد.

چالش‌های نیاز فناورانه

در مسیر دستیابی به راهکار نوین برای جبران تغییر فرم بافت مغز، طرح پژوهشی حاضر با چالش‌های چندوجهی روبه‌رو است که عبور از آن‌ها شرط اساسی برای گذار از مدل‌سازی‌های نظری با کاربرد بالینی است.

۱. نخستین گلوگاه، شکاف بنیادین در مدالیته‌های تصویربرداری میان MRI و سونوگرافی است؛ جایی که تفاوت ماهوی در فیزیک تشکیل تصویر، حضور نویزهای دانه‌ای (Speckle)، سایه‌های آکوستیک و میدان دید محدود سونوگرافی، هم‌ترازسازی دقیق تصاویر را با دشواری روبه‌رو می‌سازد. پرسش کلیدی در این بخش، شناسایی و توسعه روش‌های پیش‌پردازشی کارآمد و مدل‌های یادگیری عمیقی است که بتوانند با تنظیم پارامترها، کیفیت تصویر را به سطحی برسانند که شکاف میان دو مدالیته را به حداقل ممکن کاهش دهد.

۲. چالش دوم، به ماهیت ناپایدار و غیرخطی پدیده «Brain Shift» مربوط می‌شود که تحت تأثیر متغیرهای محیطی نظیر تخلیه مایع مغزی-نخاعی، اثر جاذبه و نحوه برداشت تومور، رفتاری به‌شدت پویا از خود نشان می‌دهد. در اینجا با یک پارادوکس محاسباتی روبه‌رو هستیم؛ مدل‌سازی بیومکانیکی کلاسیک (مانند روش المان محدود)، اگرچه از دقت تئوریک بالایی برخوردار است، اما هزینه زمانی سرسام‌آور و وابستگی شدید به شرایط اولیه دارد. لذا، اصلی‌ترین چالش مهندسی، طراحی الگوریتم‌های جایگزینی است که بتوانند ضمن حفظ دقت، محاسبات پیچیده تغییر فرم را در بازه زمانی کوتاه انجام دهند. این امر مستلزم یافتن موازنه‌ای دقیق میان استنتاج مدل‌های هوش مصنوعی و شبیه‌سازی‌های فیزیکی است تا سرعت و دقت توأمان تأمین گردند.

۳. در نهایت، چالش تعمیم‌پذیری مطرح است؛ چرا که الگوهای تغییر فرم مغز و شرایط آناتومیک در هر بیمار منحصربه‌فرد است و یک مدل‌سازی موفق باید بتواند فارغ از تنوع ساختار سر و تومور، عملکردی پایدار ارائه دهد. این نیاز، توسعه الگوریتم‌های منعطف‌تری را می‌طلبد که به جای اتکا به مدل‌های سخت‌گیرانه، بتوانند ویژگی‌های تعمیم‌پذیر را از داده‌های متنوع استخراج کنند.

گام‌های پژوهشی الزامات طرح

گام اول: مرور ادبیات، طراحی پروتکل تحقیق و آماده‌سازی داده‌های پایه

این فاز شامل بررسی دقیق بنچ‌مارک‌های بین‌المللی، جمع‌آوری دیتاست‌های مورد نیاز جهت آموزش مدل‌های یادگیری عمیق، تحلیل مقالات و متدولوژی‌های روز، تدوین پروتکل هماهنگ تصویربرداری و اخذ تاییدیه کمیته اخلاق جهت انجام تست‌های بالینی است. خروجی این فاز تدوین سند معماری سیستم، پروتکل جمع‌آوری داده و تهیه دیتاست پیش‌پردازش‌شده جهت بنچ‌مارک اولیه و مجوز انجام تست‌های بالینی خواهد بود.

گام دوم: پیش‌پردازش تصاویر اولتراسوند، بازسازی سه‌بعدی و بخش‌بندی باقیمانده تومور

تمرکز این مرحله بر پیاده‌سازی پروتکل‌های پردازش و بهبود کیفیت تصاویر سونوگرافی، بازسازی سه‌بعدی تصاویر التراسوند و توسعه مدل هوش مصنوعی برای بخش‌بندی است. با توجه به نیاز مهم جراح برای افتراق مرز تومور باقیمانده و بافت سالم، بخش‌بندی تصاویر التراسوند در سه کلاس تومور، فضای خالی ناشی از تخلیه تومور (Cavity) و بافت سالم مغز است. بخش‌بندی و بازسازی تصاویر در فرایند انطباق، ارزیابی و نمایش میدان تغییر شکل نقش کلیدی خواهند داشت.

گام سوم: انطباق صلب تصاویر اولتراسوند و MRI

هدف عملیاتی این فاز، پالایش انطباق اولیه میان فضای تصاویر MRI و اولتراسوند (iUS) است تا با حذف نویزهای سیستمی ناشی از خطاهای احتمالی کالیبراسیون پروب، خطاهای ردیابی و کالیبراسیون دستگاه، یک بستر دقیق و قابل‌اطمینان فراهم شود. در این مرحله، با طراحی یک الگوریتم انطباق صلب ۶ درجه آزادی (DOF-6)، تمامی خطاهای تجمعی ناشی از مراحل قبلی خنثی می‌گردد؛ به‌گونه‌ای که پس از این مرحله، هرگونه خطای باقی‌مانده به‌طور خالص به ماهیت تغییرشکل (Deformation) بافت مغز منتسب شده و بستری استاندارد و ایزوله برای ورود به محاسبات غیرصلب در فاز بعدی فراهم می‌شود.

گام چهارم: جبران تغییرفرم غیرخطی بافت (Non-rigid) و ادغام تصاویر

این گام به برآورد فرونشست و کشیدگی غیریکنواخت بافت مغز با روش‌های مبتنی‌بر یادگیری عمیق یا الاستیک می‌پردازد تا ضمن جلوگیری از اعوجاج‌های غیرفیزیکی، ماژول انطباق غیرصلب و سیستم ادغام داده‌ها با کنترل شفافیت برای جراح توسعه یابد.

گام پنجم: بهینه‌سازی محاسباتی الگوریتم‌های توسعه‌یافته

در این فاز، کاهش زمان استنتاج و سبک‌سازی مدل‌های محاسباتی به منظور انطباق با محدودیت‌های ضرباهنگ اتاق عمل (بدون افت دقت) پیگیری می‌شود و خروجی آن، نسخه بهینه‌شده و شتاب‌یافته ماژول‌ها به همراه گزارش آزمون سرعت و مصرف منابع خواهد بود.

گام ششم: توسعه نرم‌افزار و رابط کاربری بالینی (GUI)

طراحی ساختار ماژولار و رابط کاربری ارگونومیک با رعایت اصول عمومی استانداردهای نرم‌افزار پزشکی (مشابه IEC ٦٢٣٠٤ و ISO ٦٢٣٦٦) در این مرحله انجام می‌شود تا بستری یکپارچه شامل بخش‌های پردازش و نمایش تعاملی برای اتصال به سیستم‌های راهبری جراحی فراهم گردد.

گام هفتم: جمع‌آوری داده‌های بالینی، حاشیه‌نویسی و ارزیابی

این گام شامل اخذ تصاویر جراحی واقعی، نشانه‌گذاری نقاط مبنا (Landmarks) توسط متخصصین جهت تعیین شاخص‌های TRE و اعتبارسنجی میزان جبران جابه‌جایی بافت است که خروجی آن ایجاد دیتاست بالینی بومی و گزارش کامل کارایی الگوریتم بر روی بیماران واقعی خواهد بود. بخش‌بندی تومور و مرزهای آن نیز را می‌توان به عنوان ملاک‌های ارزیابی درنظر گرفت.

گام هشتم: تحلیل نتایج، تجمیع مستندات و تدوین گزارش نهایی

در مرحله پایانی، جمع‌بندی آماری شاخص‌های دقت و سرعت صورت می‌گیرد تا ضمن تهیه پرونده فنی با ساختار مهندسی پزشکی جهت تسهیل توسعه‌های آتی، گزارش نهایی جامع پروژه پژوهشی تدوین و ارائه شود.

الزامات طرح

۱. الزامات فنی و شاخص های کمی ارزیابی

ارزیابی دقت و عملکرد ماژول در دو فاز اصلی، بر پایه خطای انطباق در نقطه هدف (TRE) و سنجه‌های اعتبارسنجی تصویر صورت می‌پذیرد:

- فاز اول: انطباق صلب MRI پیش‌ازعمل و iUS حین‌عمل

این فاز بر هم‌راستاسازی صلب تصاویر MRI پیش‌ازعمل با تصاویر اولتراسوند در مراحل ابتدایی جراحی و پیش از جابجایی شدید بافت، تمرکز دارد. خروجی‌های این مرحله شامل ماژول نرم‌افزاری انطباق، ماتریس تبدیل بین فضای مختصات MRI و iUS و تصاویر هم‌تراز شده اولیه است. معیار ارزیابی، میانگین خطای انطباق در نقطه هدف (mTRE) مبتنی‌بر لندمارک‌های آناتومیک قابل شناسایی است که باید در بازه پذیرش ۲ تا ۳ میلی‌متر قرار گیرد. زمان پردازش قابل‌قبول برای این فاز حدود ۲۰ تا حداکثر ۳۰ ثانیه تعیین شده است.

- فاز دوم: انطباق غیرصلب و جبران تغییرفرم بافت مغز

مسئله اصلی این فاز، برآورد میدان تغییرشکل سه‌بعدی و اعمال نگاشت غیرصلب برای اصلاح تصاویر MRI مطابق با هندسه تغییریافته بافت است. خروجی‌های مورد انتظار شامل الگوریتم انطباق غیرصلب، میدان تغییرشکل سه‌بعدی و تصاویر تصحیح‌شده هستند. شاخص اصلی ارزیابی، میانگین خطای انطباق در نقطه هدف (mTRE) در بازه ۱ تا ۲ میلی‌متر است؛ هم‌زمان، شاخص شباهت ساختاری (SSIM) به‌عنوان معیار تکمیلی جهت تضمین حفظ ساختار آناتومیک طبیعی، پیشگیری از تاخوردگی (folding) و ممانعت از کاهش کاذب خطا ناشی از انعطاف بیش از حد مدل ارزیابی می‌شود. زمان مجاز اجرای کامل این فرایند حدود ۲ تا ۳ دقیقه در نظر گرفته شده است.

۲. الزامات عملیاتی و پیاده‌سازی پایلوت

- علاوه‌بر بررسی معیارهای فنی در محیط آزمایشگاهی، باید قابلیت استفاده عملیاتی روش پیشنهادی طی یک پایلوت بالینی بر روی ۱۰ بیمار کاندید عمل جراحی مغز و اعصاب بررسی شود. در این ارزیابی که پس از اخذ مجوز از کمیته اخلاق انجام می‌پذیرد، انتظار می‌رود فرایند انطباق پس از اسکن بافت با پروب اولتراسوند، با حداقل مداخله کاربر و به صورت خودکار انجام شود.

- به‌منظور تضمین یکپارچه‌سازی بدون چالش با بستر نرم‌افزاری موجود شرکت، می‌بایست هسته محصول با زبان C++ پیاده‌سازی شده و مدل‌های یادگیری عمیق به قالب استاندارد ONNX تبدیل شوند.

- اگرچه سامانه‌های راهبری جراحی از یک پردازنده گرافیکی متعارف برای رندر سه‌بعدی و نمایش تصاویر پزشکی بهره می‌برد، اما مبنای سنجش زمان‌های ارائه‌شده در هر دو فاز، اجرا روی یک پردازنده مرکزی (CPU) چندهسته‌ای قدرتمند بوده و استفاده از GPU پیش‌شرط الزامی به شمار نمی‌رود.

۳. سازگاری با استانداردهای متعارف حوزه پزشکی

با توجه به ماهیت پزشکی محصول، ضروری است طراحی و توسعه آن به‌گونه‌ای انجام شود که با استانداردها و الزامات متعارف حوزه تجهیزات و نرم‌افزارهای پزشکی هم‌راستا بوده و با آن‌ها در تضاد آشکار نباشد. هرچند اخذ تأییدیه یا انطباق رسمی با این استانداردها در این مرحله الزام اجرایی طرح نیست، اما انتظار می‌رود معماری فنی، ساختار داده، ملاحظات ایمنی و شیوه توسعه نرم‌افزار با چارچوب‌های شناخته‌شده این حوزه (از جمله چرخه عمر نرم‌افزارهای پزشکی و مدیریت ریسک) متناسب باشد. معماری محصول نهایی باید به گونه‌ای باشد که با زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری سامانه راهبری موجود شرکت سازگاری کامل داشته باشد.

٤. راهکارهای غیرجذاب

در این طرح، راهکارهایی که نیازمند سخت‌افزارهای نامتعارف و اختصاصی باشند، به مداخله دستی و کالیبراسیون‌های زمان‌بر جراح وابسته بمانند، زمان اجرای آن‌ها فراتر از محدوده‌های قابل پذیرش باشد، یا از نظر دقت به مقادیر هدف نرسیده و تغییرشکل‌های غیرواقعی ایجاد کنند، از نظر کاربرد عملیاتی در اتاق عمل نامناسب و غیرجذاب تلقی می‌شوند.

خروجی‌های نهایی

خروجی بنیادین این طرح، توسعه، پیاده‌سازی و اعتبارسنجی بالینی یک ماژول نرم‌افزاری تخصصی برای سامانه راهبری جراحی مغز و اعصاب است. این ماژول با هم‌راستاسازی تصاویر MRI پیش‌ازعمل و تصاویر اولتراسوند حین‌عمل (iUS)، خطای ناشی از جابه‌جایی و جابجایی بافت مغز (Brain Shift) را جبران کرده و دقت راهبری جراحی را در طول عمل به‌روزرسانی می‌نماید.

حوزه‌های اولویت‌دار تیم پژوهشی

- مهندسی پزشکی
- مهندسی برق
- مهندسی کامپیوتر
- تصویربرداری پزشکی
- رادیولوژی
- جراحی مغز و اعصاب

تسهیم مالکیت فکری و مادی

مالکیت معنوی

مجری در مالکیت معنوی ناشی از اجرای پژوهش سهیم خواهد بود و انتشار مقاله مشترک توسط مجری و متقاضی در ژورنال‌های داخلی و خارجی، ارائه مقاله در کنفرانس‌ها و سمینارها با موافقت و اشاره به نام همه دست‌اندرکاران مجاز خواهد بود.

مالکیت مادی

مالکیت مادی و منافع حاصل از دستاوردهای طرح در ابتدا، به نسبت مشارکت مالی بنیاد و شرکت متقاضی تسهیم می‌گردد. پس از مرحله تجاری‌سازی، کلیه حقوق و مالکیت مادی مذکور به‌طور کامل متعلق به شرکت خواهد شد. ضمناً، شرکت متقاضی مجاز است بر اساس توافق فی‌مابین، بخشی از منافع سهم خود را به مجری اختصاص دهد.

نحوه پذیرش

پذیرش طرح‌ها به‌صورت رقابتی انجام می‌شود و پروپوزال‌های ارسالی از طریق سامانه کایپر، بر اساس شاخص‌های زیر اولویت‌بندی خواهند شد:

- تسلط علمی و جامعیت تخصصی افراد تیم پیشنهادی در حوزه‌های مرتبط
- انطباق زمان‌بندی، بودجه‌بندی و شرح خدمات با اهداف و نیازهای پژوهش مورد تقاضا
- بهره‌مندی از زیرساخت و تجهیزات مورد نیاز
- پروپوزال طبق فرمت پیشنهادی بنیاد تهیه و از طریق سامانه کایپر ارسال شده باشد.
- فونت حروف و اعداد فارسی B Nazanin و اندازه قلم ۱۳ و فونت حروف و اعداد انگلیسی Times New Roman و اندازه قلم ۱۱ باشد.

هزینه‌های قابل قبول

هزینه‌های طرح می‌بایست با ارائه مستندات شفاف در پروپوزال آورده شود:

- حق التحقیق نیروی انسانی
- خرید مواد مصرفی مورد نیاز
- هزینه برون‌سپاری خدمات

شرایط پیشنهاددهنده پروپوزال

پژوهشگر اصلی تیم لازم است عضو هیئت‌علمی فعال یکی از دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی کشور باشد. پس از دریافت پروپوزال از طریق سامانه، ارزیابی انجام گرفته و در صورت کسب امتیاز بالا، تیم برگزیده جهت مذاکره با بنیاد و شرکت متقاضی دعوت خواهد شد.

سقف حمایت

پژوهش پیشنهاد شده تا سقف ۸۰ درصد توسط بنیاد ملی علم ایران حمایت خواهد شد. بدیهی است که مابقی هزینه‌ها توسط شرکت متقاضی پژوهش تامین خواهد شد. بالاسری محل خدمت پژوهشگر به صورت مجزا توسط شرکت متقاضی پرداخت خواهد شد.

تاریخ فراخوان

کلیه افراد واجد شرایط به مدت یک ماه از تاریخ انتشار فراخوان یعنی تا تاریخ ۱۴۰۵/۰۸/۲۶ فرصت دارند که پروپوزال‌های خود را از طریق سامانه کایپر برای بنیاد ملی علم ایران ارسال نمایند.

شیوه ثبت نام و ارسال درخواست

پژوهشگران گرامی جهت ثبت‌نام می‌توانند به سامانه کایپر مراجعه و از طریق بخش متقاضیان/ پژوهشگران اقدام نمایند. در صورتی که در این سامانه پروفایل مشخصات فردی ندارید، ابتدا ثبت‌نام نموده و سپس بوسیله نام کاربری (Email) و رمز عبور اعطا شده وارد سامانه شوید. پس از ورود در بخش ارسال طرح جدید می‌توانید از کارتابل پژوهش شرکت‌های دانش‌بنیان اقدام به ارسال طرح نمایید.

مسئول پاسخگویی

پژوهشگران پس از مطالعه توضیحات فراخوان و آیین‌نامه‌های مربوطه در پورتال بنیاد علم، در صورت داشتن هرگونه ابهام یا سوال در خصوص فرایند ارسال طرح، شرایط و محتوای علمی فراخوان می‌توانند از پروفایل خود در سامانه کایپر با کارگروه دانش بنیان از طریق تیکت یا با ارسال رایانشانی hatamkhani.a@insf.org سوالات خود را مطرح نمایند یا با شماره تلفن ۰۲۱-۸۲۱۶۱۱۵۰ (آقای حتم‌خانی) تماس حاصل فرمایند.

بنیاد ملی علم ایران
Iran National Science Foundation

تهران، خیابان کارگر شمالی، بالاتر از تقاطع جلال آل احمد
خیابان پنجم، پلاک ۳۳
بنیاد ملی علم ایران
کدپستی: ۱۴۳۹۶۳۴۶۶۵
تلفن: ۸۲۱۶۱۰۰۰

پست الکترونیکی: info@insf.org

شرکت راهبر فناور خیام

تهران، شهرآرا، کوچه انوشه،خیابان فرزانه، پلاک ۴۲، طبقه ۳، واحد ۹
تلفن: ۰۲۱۶۶۵۸۰۹۴۳ وب‌سایت: Fanavarkhayyam.ir
پست الکترونیکی: rahbarfanavarkhayam@gmail.com