

با حمایت صندوق نوآوری و شکوفایی  
و به سفارش یک شرکت دانش‌بنیان منتشر می‌شود:

## توسعه مدل تصحیحات شبکه‌ای ماهواره‌ای



مهلت ارسال پروپوزال‌ها:

۱۴۰۰/۰۳/۲۹

با توجه به اینکه موقعیت‌یابی دقیق در کاربردهای گسترده‌ای از جمله کشاورزی مدرن، نقشه‌برداری، پهبادها، خودران‌ها و غیره مورد توجه است، امروزه خدمات موقعیت‌یابی ماهواره‌ای از اهمیت بسزایی برخوردار شده است. یکی از مهم‌ترین فناوری‌های مورد استفاده در سرویس‌های موقعیت‌یابی ماهواره‌ای، نرم‌افزار تصحیحات شبکه‌ای ماهواره‌ای است.

هدف این پروژه توسعه یک مدل تصحیحات شبکه‌ای ماهواره‌ای است که قابل رقابت با مدل‌های iMax، VRS و FKP باشد. در واقع در این پروژه می‌بایست ایستگاه‌های مرجع موجود را به صورت شبکه‌ای از ایستگاه‌ها تعریف کرد، به گونه‌ای که به جای اعلام اصلاحات توسط یک ایستگاه مرجع، شبکه تعریف‌شده بتواند با دقت بالاتر اصلاحات موردنیاز را محاسبه و به کاربر اعلام نماید، بنابراین انتظار می‌رود که مجری تحقیق بتواند با مدل‌سازی تفاضلی، حل ابهام فاز، مدل‌سازی شبکه‌ای و تلفیق ماژول‌ها، یک مدل تصحیحات شبکه‌ای ماهواره‌ای با دقت مناسب ارائه نماید.

شرکت در این فراخوان تحقیقاتی و ارائه پروپوزال در قالب انفرادی، گروهی، شرکتی و سازمانی مجاز است.



پروپوزالی که بیشترین تناسب را با الزامات این نیاز تحقیقاتی داشته باشد انتخاب و به عنوان مجری به شرکت دانش‌بنیان متقاضی معرفی خواهد شد.



## بسمه تعالی

صندوق نوآوری و شکوفایی به منظور تقویت توان توسعه فناوری شرکت‌های دانش‌بنیان با رویکرد نوآوری باز و همکاری فناورانه، خدمت جدیدی را طراحی و عرضه کرده است که در قالب آن، نیازهای تحقیقاتی و فناورانه شرکت‌های دانش‌بنیان و متعاقباً، گروه‌های پژوهشی و فناور توانمند برای اجرای طرح‌های تحقیقاتی و توسعه فناوری‌های مورد نیاز این شرکت‌ها را شناسایی می‌نماید.

آنچه پیش رو دارید، نیاز تحقیقاتی/فناورانه یکی از شرکت‌های دانش‌بنیان متقاضی است که توسط صندوق نوآوری و شکوفایی شناسایی و در قالب فراخوان منتشر شده است. لطفاً به موارد زیر توجه فرمائید:

- ۱) شرکت در این فراخوان تحقیقاتی و ارائه پروپوزال در قالب انفرادی، گروهی، شرکتی یا سازمانی مجاز است. همه پژوهشگران، دانشجویان، دانش‌آموختگان و اعضای هیئت‌علمی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی، شرکت‌های دانش‌بنیان و فناور و سایر علاقمندان می‌توانند با تدوین و ارسال پروپوزال در این فراخوان شرکت کنند.
- ۲) پروپوزال‌ها صرفاً باید در چارچوب تدوین‌شده صندوق نوآوری و شکوفایی و حداکثر تا تاریخ ۱۴۰۰/۰۳/۲۹ در قالب Word در سامانه غزال به آدرس <https://ghazal.inif.ir/grant> ارسال شوند. پروپوزال‌هایی که در چارچوبی غیراز آن، یا به روش‌های دیگر به دست صندوق برسند، وارد فرایند ارزیابی نخواهند شد.
- ۳) پس از اتمام مهلت ارسال پروپوزال‌ها، فرایند ارزیابی آن‌ها توسط صندوق نوآوری و شکوفایی آغاز خواهد شد. پروپوزالی که بیشترین تناسب را با الزامات این نیاز تحقیقاتی داشته باشد، انتخاب و به‌عنوان «مجری» برای مذاکرات تکمیلی به شرکت دانش‌بنیان متقاضی معرفی خواهد شد.
- ۴) در صورت توافق پروپوزال‌دهنده منتخب (مجری تحقیق) و شرکت دانش‌بنیان (متقاضی تحقیق)، قرارداد ۳‌جانبه‌ای مابین «صندوق»، «متقاضی» و «مجری» منعقد خواهد شد. در قالب این قرارداد، صندوق نوآوری تا ۷۰ درصد هزینه اجرای طرح تحقیقاتی را به شکل بلاعوض به متقاضی خواهد پرداخت تا به‌طور مرحله‌ای و متناسب با پیشرفت اجرای طرح، در اختیار مجری قرار گیرد.
- ۵) گرچه در این فراخوان، گام‌های کلی برای اجرای تحقیق مورد نظر پیش‌بینی و معرفی شده است، اما پیشنهاددهندگان می‌توانند از هر روش یا فناوری دلخواه و در قالب یک برنامه تحقیقاتی متفاوت برای حل این مسئله تحقیقاتی و دستیابی به اهداف آن استفاده کنند.
- ۶) تدوین و ارسال پروپوزال 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 دانسته و مفاد کلیه طرح‌های ارسالی محرمانه نزد صندوق باقی خواهد ماند.
- ۷) هرگونه سؤال یا ابهام در خصوص این فرایند را با شرکت بومرنگ به‌عنوان کارگزار صندوق در میان بگذارید (شماره تماس: ۸۸۳۹۸۵۴۳ و ۸۸۳۹۸۵۶۳-۰۲۱)

## درباره شرکت دانش‌بنیان متقاضی

این فراخوان به سفارش یک شرکت دانش‌بنیان نوپای نوع ۲ و فعال در زمینه طراحی، تولید و تأمین سامانه‌های تعیین موقعیت ماهواره‌ای تدوین شده است. از جمله محصولات این شرکت، تجهیزات نقشه‌برداری ماهواره‌ای، ردیاب خودرویی و سامانه مانیتورینگ موقعیت لحظه‌ای است.

شرکت متقاضی در ابتدای سال ۱۳۹۹ تصمیم گرفت به حوزه ارائه سرویس موقعیت‌یابی دقیق در کشور ورود کند. به همین دلیل تولید دو محصول گیرنده مرجع GNSS و نرم‌افزار ارسال تصحیحات نقطه‌ای را در دستور کار خود قرار داد. در ادامه با معرفی این دو محصول به کارفرماها، متوجه شد که وجود مدل تصحیحات شبکه‌ای برای ارائه این سرویس بسیار اهمیت دارد.



## ضرورت مسئله

در گذشته موقعیت‌یابی توسط ستارگان، قطب‌نما و سایر عوامل طبیعی صورت می‌گرفت. امروزه با پیچیدگی‌های جغرافیایی استفاده از روش‌های سنتی بی‌معنا شده است و جای خود را به فناوری‌های مدرن داده‌اند. با توجه به کاربردهای متنوع و گسترده موقعیت‌یابی در زمینه‌های کشاورزی، نقشه‌برداری، نظامی، حمل‌ونقل و حوزه‌های دیگر، بشر ناگزیر به توسعه فناوری‌های مدرن در موقعیت‌یابی است. یکی از فناوری‌های مدرن که توانسته است کمک شایانی در پیشبرد موقعیت‌یابی داشته باشد، سامانه ناوبری جهانی (GNSS) است.

GNSS، سیستم‌هایی هستند که به گیرنده‌ها اجازه می‌دهند موقعیت خود را (طول، عرض و ارتفاع جغرافیایی) با خطای چند متری مشخص کنند. این قابلیت از طریق انتقال امواج رادیویی بین گیرنده‌ها و ماهواره صورت می‌گیرد. سیستم تعیین موقعیت ماهواره‌ای با استفاده از امواج دریافتی از سمت ماهواره‌های موجود در مدار و به کمک گیرنده‌های زمینی امکان تعیین محل قرار گرفتن یک نقطه در فضای سه‌بعدی را فراهم می‌آورد. GNSS از سیستم‌های ماهواره‌ای مختلفی شامل سامانه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) متعلق به ایالات متحده آمریکا، گلوناس روسیه (GLONASS)، گالیله اتحادیه اروپا (Galileo) و سیستم موقعیت‌یاب محلی بیدو (BeiDou) تشکیل شده است. این سیستم‌ها با ایستگاه‌های ویژه‌ای بر روی زمین در تماس هستند و همواره موقعیت آن‌ها در فضا مشخص است. دستگاه گیرنده، از طریق ارتباط با تعدادی از این ماهواره‌ها، فاصله کاربر را تا آن‌ها تعیین می‌کند و سپس موقعیت کاربر را روی زمین به دست می‌آورد.

سامانه‌های ناوبری جهانی در تعیین موقعیت با خطایی در حدود ۱۵ الی ۱۰۰ متر مواجه‌اند و گیرنده‌ها این خطا را تشخیص نمی‌دهند. در برخی کاربردها همانند راه‌سازی، حمل‌ونقل و نظامی نیاز به دقتی در حدود سانتی‌متر می‌باشد. بر همین اساس روش‌هایی به‌منظور بهبود دقت توسعه داده شده است، این روش‌ها مشتمل بر دو نوع تصحیحات نقطه‌ای و مدل تصحیحات شبکه‌ای است. روش اول نیازمند تعداد زیاد گیرنده‌های مرجع است که در کشور پهناور ایران بسیار هزینه‌بر است و در برخی موارد از دقت لازم برخوردار نیست. به همین دلیل روش دوم مورد توجه قرار گرفته است که فناوری آن در اختیار سه شرکت اروپایی و امریکایی است و به کشور ایران نیز خدماتی ارائه می‌کنند که همراه با معایبی است. از جمله این معایب، استفاده از فناوری کشورهای دیگر در موقعیت‌یابی و هزینه‌های کلان و مسائل امنیتی است، بنابراین نیاز است تا روش‌های تصحیحات شبکه‌ای در کشور توسعه یابد.

## مسئله اصلی

### تحقیق

### (نیاز تحقیقاتی):

### مسئله این تحقیق

### عبارت است از

### «توسعه مدل

### تصحیحات شبکه‌ای

### ماهواره‌ای»

## مشروح مسئله تحقیقاتی

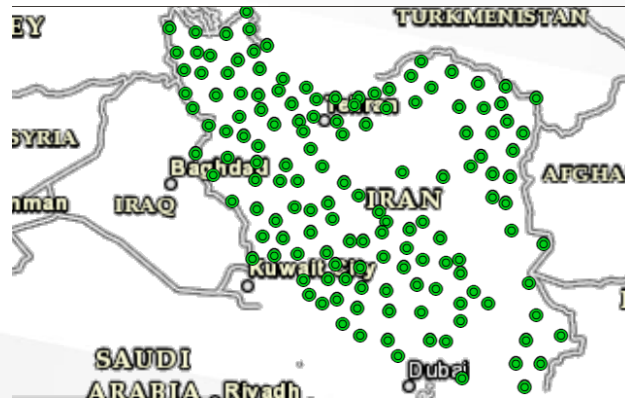
به منظور موقعیت‌یابی ماهواره‌ای (استفاده از سامانه‌های GPS/GNSS)، نیاز به دریافت سیگنال از حداقل ۴ ماهواره وجود دارد تا موقعیت به صورت مختصات بر مبنای طول، عرض و ارتفاع جغرافیایی تعیین شود. در حالت استاندارد دقت به دست آمده بین ۵ تا ۲۵ متر صحت دارد. وجود خطاهای اتمسفری (یونسفر و تروپوسفر)، خطاهای مداری (موقعیت و ساعت ماهواره)، خطای گیرندگی (ساعت گیرنده و نویز) و خطای محیطی (چندمسیری) باعث پایین آمدن دقت در تعیین موقعیت می‌شود. حذف یا کاهش خطاهای موقعیت‌یابی با استفاده از گیرنده مرجعی<sup>۱</sup> امکان‌پذیر می‌شود که دارای مختصات دقیق است. گیرنده مرجع داده‌های هر نوبت<sup>۲</sup> مشاهداتی را به همراه موقعیت دقیق به صورت آنلاین یا آفلاین منتشر می‌کند تا در کمتر از ۷۰ کیلومتر، هر گیرنده بتواند با استفاده از این داده‌ها، خطاهای موجود را کاهش دهد. در شعاعی که گیرنده، داده‌های مشاهداتی را منتشر می‌کند هر چه فاصله بیشتر باشد اعتبار این داده‌ها کمتر و اثربخشی کمتری در کاهش خطاهای موجود دارند. استاندارد در این خصوص  $1\text{cm}+1\text{PPM}$  است (در اینجا 1PPM به معنی یک میلی‌متر خطا به ازای هر کیلومتر فاصله از گیرنده مرجع است). مثلاً در ۵۰ کیلومتری خطای حداقلی ۶ سانتیمتر متصور هستیم که این خطا آستانه از دست رفتن حل ابهام فاز برای رسیدن به دقت سانتیمتری در گیرنده‌های نقشه‌برداری ماهواره‌ای است. این نوع ارسال کمیت‌های مشاهداتی (تصحیحات) به گیرنده با یک گیرنده مرجع را ارسال تصحیحات نقطه‌ای می‌نامند. اگر بخواهیم دقت بهتر از ۵ سانتی‌متر را تضمین کنیم باید ایستگاه‌هایی فشرده با فواصل کم در نظر بگیریم تا بتوانیم به دقت با سانتیمتر برسیم و این مستلزم هزینه بالا برای تأمین، نصب و نگهداری از ایستگاه‌های مذکور است.

روش دوم استفاده از نرم‌افزار تولید و ارسال تصحیحات شبکه‌ای است که داده‌های گیرنده‌های مرجع را دریافت می‌کند و با تکنیک درون‌یابی و مدل‌سازی، اثر فاصله از گیرنده مرجع را تا حدودی از بین می‌برد و موجب می‌شود علاوه بر اینکه تراکم ایستگاه‌های مرجع کاهش یابد، دقت به دست آمده مستقل از فاصله گیرنده مرجع باشد. در حال

<sup>1</sup> CORS

<sup>2</sup> Epoch

حاضر این فناوری در اختیار سه شرکت Leica، Trimble، و Geo++ است و به شرکت‌های متقاضی، خدمات عرضه می‌کنند. برخی سازمان‌ها در ایران نیز از این شرکت‌ها خدمات می‌گیرند که از لحاظ اقتصادی، پشتیبانی و امنیتی دلایل موجهی برای داشتن یک نرم‌افزار بومی تخصصی است.



شکل ۱: تراکم ایستگاه‌های مرجع دریافت‌کننده موقعیت کاربران در سراسر کشور.

در طی ۱۵ سال گذشته چندین مدل تولید تصحیحات شبکه‌ای توسط شرکت‌های مذکور طراحی و توسعه یافته‌اند و سازمان جهانی موقعیت‌یابی برخی از این مدل‌ها را به صورت استاندارد پذیرفته و پروتکلی جهانی برای آن‌ها طراحی کرده است که VRS، iMax، FKP از جمله این مدل‌ها می‌باشد. در این پروژه تحقیقاتی انتظار می‌رود که مجری، حداقل یک مدل تصحیحات شبکه‌ای قابل مقایسه و رقابت با یکی از مدل‌های مذکور را ارائه دهد.

### گام‌های تحقیق:

- در مرحله اول نیاز است مدل‌سازی تفاضلی صورت گیرد، داده‌های گیرنده‌های مرجع اخذ و ساختار Double Difference اجرا شود.
- بر مبنای مشاهدات تفاضلی، حل ابهام فاز برای حداقل ۷۰ کیلومتر حل و پارامترهای یونسفری، تروپوسفری، ساعت و مدار ماهواره ارائه شود.
- مدل تصحیحات شبکه‌ای نوشته شود.

- مدل ورودی و خروجی مدل بر اساس استاندارد پروتکل RTCM نسخه سوم ایجاد شود.
- تمامی ماژول‌ها در یک نرم‌افزار به اجرا دربیایند.
- نهایی‌سازی صورت گیرد و نرم‌افزار خدمت ارائه دهد.

### خروجی‌های مورد انتظار تحقیق

- توسعه حداقل یک مدل تولید تصحیحات شبکه‌ای قابل مقایسه و رقابت با مدل‌های VRS، iMax و FKP



### الزامات تحقیق

- نرم‌افزار تصحیحات شبکه‌ای مورد نظر باید دارای مشخصات زیر باشد:
  - حل ابهام فاز برای حداقل ۷۰ کیلومتر
  - دقت ۱ الی ۵ سانتی‌متر (تست صحت و دقت مدل بر اساس خروجی نرم‌افزار GEO++)
  - حداکثر تأخیر مجاز در ارائه تصحیحات تا ۰/۵ ثانیه
  - تولید تصحیحات برای ۱۰۰ کاربر هم‌زمان
  - ارائه مدل با زبان C یا C++
  - عدم مقبولیت فرمت‌های متلب، جاوا و ...
  - عدم محدودیت مدل در تعداد ورودی RTCM
- قابلیت پشتیبانی از پروتکل‌های RTCM نسخه سوم و NTRIP نسخه اول در ورودی و خروجی مدل

### تجهیزات و زیرساخت‌هایی که متقاضی تحقیق می‌تواند در اختیار مجری قرار دهد

- در صورت نیاز متقاضی می‌تواند گیرنده‌های مرجع را به صورت امانی در طول انجام پروژه در اختیار مجری قرار دهد. هم‌چنین در صورت درخواست، نمونه داده‌های گیرنده‌های مرجع در اختیار مجری تحقیق قرار داده می‌شود.

### معیارهای ارزیابی و انتخاب مجری

- تحصیلات و سوابق تیم تحقیقاتی و تناسب آن با مسئله
- رویکرد فنی تیم تحقیقاتی به مسئله
- دسترسی به تجهیزات آزمایشگاهی و مواد اولیه و سایر الزامات اجرای تحقیق
- زمان و هزینه اجرای تحقیق



### تسهیم مالکیت فکری

- **مالکیت معنوی:** مجری در مالکیت معنوی ناشی از اجرای تحقیق 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 منافع مادی:** با توجه به مدل کسب‌وکار شرکت متقاضی، منافع مالی ناشی از توسعه این فناوری تماماً متعلق به شرکت متقاضی بوده و مجری صرفاً حق‌الزحمه اجرای پروژه تحقیقاتی را دریافت خواهد کرد.

### ارسال پروپوزال

پروپوزال‌ها صرفاً باید در چارچوب موردنظر صندوق نوآوری و شکوفایی، تدوین و حداکثر تا تاریخ ۱۴۰۰/۰۳/۲۹ در سامانه غزال به آدرس <https://ghazal.inif.ir/grant> ارسال شوند. پروپوزال‌هایی که در چارچوبی غیراز آن، یا به روش‌های دیگر به دست صندوق برسند، وارد فرایند ارزیابی نخواهند شد.





تهران، میدان ونک، خیابان ملاصدرا، خیابان پردیس، زاینده رود  
شرقی، شماره ۲۴، مجتمع شکوفایی شرکت های دانش بنیان  
کدپستی: ۱۹۹۱۹۱۳۱۱۱  
تلفن: ۰۲۱-۴۲۱۷۰۰۰۰  
پست الکترونیک: info@inif.ir



www.boomerangtt.com

telegram:boomerangtt

insta:boomerangtt.co

۰۲۱-۸۸۳۹۸۵۶۳-۸۸۳۹۸۵۴۳

آدرس: خیابان شریعتی، بالاتر از مطهری، کوچه بینا،  
پلاک ۸، طبقه دوم