RPICS
سندیکای شناسا

طرح پژوهشی: سامانه و تجهیزات نقشه برداری

رصد فناوری جهانی، تحلیل بازار ایران و نقشه راه بومی‌سازی تا افق ۱۴۱۰



کد مدرک: FR2602/00

آبان ماه ۱۴۰۴

طرح کامل پژوهشی: سامانه و تجهیزات نقشه‌برداری — رصد فناوری جهانی، تحلیل بازار ایران و نقشه راه بومی‌سازی تا افق ۱۴۱۰

فهرست مطالب

۱خلاصه مدیریتی طرح ۳

۲اطلاعات پایه، تیم اجرایی و کمیته پژوهشی ۳

۲.۱ترکیب تیم اجرایی و کمیته پژوهشی ۳

۲.۲مدت اجرای طرح ٤

۳بیان مسئله: شکاف فناورانه در سامانه و تجهیزات نقشه‌برداری ٤

۴فرضیه‌ها و پرسش‌های پژوهش ٥

۴.۱فرضیه‌های اصلی ٥

۴.۲پرسش‌های اصلی ٥

۴.۳پرسش‌های فرعی ٦

۵رصد فناوری جهانی: منظومه‌ها، دقت و معماری نسل جدید ٦

۵.۱پیامد عملی چندمنظومه‌ای شدن ٦

۵.۲سنجه‌های دقت و معماری اتصال ٦

۵.۳مسیرهای فناورانه تعیین‌کننده تا ۱۴۱۰ ..... ۷

۶بازار جهانی تجهیزات نقشه‌برداری: اندازه، ترکیب و روندها ۷

۶.۱ترکیب بازار بر پایه جزء و فناوری ۷

۶.۲محرک‌ها و محدودیت‌های بازار جهانی ۸

۷روند پتنت‌ها و نوآوری در ۱۰سال اخیر ۸

۷.۱سه خوشه اصلی نوآوری ۹

۷.۲روند فعالیت ثبت اختراع ۹

۷.۳پیشنهاد سازمانی برای مدیریت مالکیت فکری ۹

۸مطالعات بازار ایران: تقاضا، تأمین و زنجیره ارزش ۹

۸.۱هفت حوزه تقاضا و وزن برآوردی آنها ۱۰

۸.۲ساختار تأمین و رقابت ۱۰

۸.۳کانال تقاضای دولتی به‌عنوان لنگر بازار ۱۱

۸.۴هزینه تعیین موقعیت دقیق در پروژه‌های ایرانی ۱۱

۹زیرساخت ملی موقعیت‌یابی و کاربردهای عملیاتی در ایران ۱۲

۹.۱رشد شبکه ایستگاه‌های دائمی ۱۲

۹.۲شمیم: از کاداستر تا کاربردهای مهندسی ۱۲

۹.۳کاربردهای عملیاتی و پایش مخاطرات ۱۳

۹.۴تصویر ملی مخاطره فرونشست ۱۳

۱۰ساخت داخل، خدمات پس از فروش و واسنجی تجهیزات ۱۳

۱۰.۱جدول شکاف فناورانه و امکان بومی‌سازی ۱۴
۱۰.۲پهپاد و راه‌حل‌های پردازش بومی ۱۴
۱۰.۳واسنجی، آزمایشگاه مرجع و خدمات پس از فروش ۱۴
۱۰.۴مدل پیشنهادی هم‌افزایی اعضای سندیکا ۱۵
۱۱ریسک‌ها، تاب‌آوری و امنیت سیگنال ۱۵
۱۱.۱ریسک امنیتی سیگنال ۱۵
۱۱.۲جدول تحلیل ریسک ۱۵
۱۱.۳اصلاح سیاست خرید و تفکر تاب‌آوری ۱۶
۱۲روش‌شناسی پژوهش در سه فاز ۱۶
۱۲.۱فاز اول: رصد فناوری و پتنت‌کاوی (بخش نخست) ۱۶
۱۲.۲فاز دوم: مطالعات بازار ایران (بخش دوم) ۱۷
۱۲.۳فاز سوم: تدوین سند استراتژیک و نقشه راه (بخش سوم) ۱۷
۱۳برنامه اجرا، زمان‌بندی و مراحل کار ۱۸
۱۳.۱مراحل اجرا و سهم از کل کار ۱۸
۱۳.۲جدول زمانی اجرا (چهار ماه از آبان‌ماه ۱۴۰۴) ۱۹
۱۳.۳مسئولیت‌ها و نقاط کنترل ۱۹
۱۴نقشه راه بومی‌سازی و ارتقای فناوری تا افق ۱۴۱۰ ..... ۱۹
۱۴.۱اهداف کمی سه افق ۲۰
۱۴.۲اقدامات راهبردی در شش محور ۲۰
۱۴.۳میله‌های سنجش پیشرفت ۲۱
۱۵دستاوردها، کاربردها و اثرگذاری ۲۱
۱۵.۱دستاوردها برای بخش خصوصی ۲۱
۱۵.۲دستاوردها برای نظام سیاست‌گذاری ۲۲
۱۵.۳اثرهای بلندمدت مورد انتظار ۲۲
۱۵.۴محدودیت‌ها و حوزه‌های خارج از دامنه ۲۲

خلاصه مدیریتی طرح

این طرح پژوهشی، گسترش سه‌بخشیِ پیشنهادیه انجام پروژه (کد مدرک **FR2602/00**) در حوزه «سامانه و تجهیزات نقشه‌برداری» است و در سه فاز پیوسته اجرا می‌شود: رصد فناوری جهانی، مطالعات بازار ایران، و تدوین سند استراتژیک و نقشه راه بومی‌سازی تا افق **۱۴۱۰**. نقطه کانونی طرح این واقعیت است که کشور با وجود زیرساخت نسبتاً توسعه‌یافته موقعیت‌یابی، در بخش «سخت‌افزار دقیق» — گیرنده‌های چندفرکانسه، توتال استیشن روباتیک، اسکنرهای لیزری و سامانه‌های نقشه‌برداری متحرک — به‌شدت به برندهای خارجی وابسته است و همین وابستگی، هزینه پروژه‌های ملی و تاب‌آوری آن‌ها را تعیین می‌کند.

در سطح جهانی، بازار تجهیزات نقشه‌برداری از **۹.۲۲میلیارد دلار** در سال ۲۰۲۵به **۹.۷میلیارد دلار** در ۲۰۲۶و **۱۲.۴۷میلیارد دلار** در ۲۰۳۱می‌رسد؛ نرخ رشد سالانه مرکب **۵.۱۷درصد** و سریع‌ترین رشد متعلق به سکوهای پهپادی و لیدار با **۲۱.۲درصد** و خدمات داده با **۱۰.۵۵درصد** است .(Mordor Intelligence، ۲۰۲۶)این ارقام نشان می‌دهد ارزش افزوده این صنعت از فروش جعبه ابزار به سمت اشتراک داده، پردازش ابری و واسنجی مستمر جابه‌جا شده است؛ تغییری که مدل کسب‌وکار شرکت‌های ایرانی را نیز بازتعریف می‌کند.

در سطح ملی، شبکه ایستگاه‌های دائمی ژئودینامیک و GNSSکشور به **۱۷۰۰ایستگاه** رسیده است (ایرنا، ۱۶ شهریور ۱۴۰۴)و شبکه «شمیم» سازمان ثبت اسناد و املاک با بیش از **۱۷۵ایستگاه مرجع** خدمات تعیین موقعیت آنی با دقت اسمی **۸میلی‌متر + ۱ ppm** ارائه می‌کند. با این حال، عمده ناوگان ابزار دقیق در اختیار پیمانکاران از برندهایی مانند Trimble، Leicaو Topconتأمین می‌شود و واسنجی سالانه ایستگاه‌های دائمی جهانی بالغ بر **۳۰هزار دلار** برای هر ایستگاه برآورد شده است؛ رقمی که در مقیاس شبکه ملی، هزینه‌ای راهبردی محسوب می‌شود .(Mordor Intelligence، ۲۰۲۶)

طرح حاضر با گردآوری و اعتبارسنجی داده‌های جهانی و داخلی، سه خروجی مشخص تحویل می‌دهد: گزارش رصد فناوری و پتنت‌های ده سال اخیر، گزارش بازار ایران با تفکیک هفت حوزه تقاضا، و سند استراتژیک شامل جدول اقدامات، برآورد هزینه و میله‌های سنجش پیشرفت. روش اجرا ترکیبی است از مطالعات کتابخانه‌ای و پتنت‌کاوی، مصاحبه کیفی با بازیگران کلیدی زنجیره تأمین، پیمایش کمی کاربران، و کارگاه‌های تدوین سناریو. مدت اجرا **۴ماه** و مجموع هزینه‌های پرسنلی برآوردی **۴,۳۴۰,۰۰۰هزار ریال** است.

۲اطلاعات پایه، تیم اجرایی و کمیته پژوهشی

طرح در آبان‌ماه **۱۴۰۴** و بر پایه فرم سرلوحه «اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران / بسمه تعالی — پیشنهادیه انجام پروژه» تدوین شده و شناسه مدرک آن مطابق سند مرجع **FR2602/00** است. نشانی اجرا: تهران، کارگر شمالی، بالاتر از جلال آل احمد (بین خیابان دهم و یازدهم)، پلاک ۱۹۱۷، ساختمان امیر، طبقه ۲، واحد ۲۰۴؛ رایانامه: **Info@RPICS.ir**.

۲.۱ترکیب تیم اجرایی و کمیته پژوهشی

ردیف	نقش در کمیته پژوهشی	نام و نام خانوادگی
۱	مجری طرح	دبیر خانه سندیکای شناسا
۲	مشاور	آقای دکتر محمد رضا کاویانی
۳	مشاور	آقای مهندس سیروس قلیچ خانی (پژمان)
۴	مشاور	مهندس آرش آذری

ردیف	نقش در کمیته پژوهشی	نام و نام خانوادگی
۵	مشاور	مهندس محمد مهدی مفیدی
۶	مشاور	محمد حسین درویش
۷	کارشناس متخصص	مهندس رضا هداوند
۸	کارشناس متخصص	مهندس فریدون شاکری
۹	کارشناس متخصص	مهندس میثم غنی زاده
۱۰	کارشناس متخصص	مهندس علی جمالیان
۱۱	کارشناس دبیر خانه	خانم الناز آقا زاده
۱۲	کارشناس دبیر خانه	خانم شبنم آقا زاده

دبیری سندیکای شرکت‌های شناسایی و مکان یابی رادیویی بر عهده آقای مهندس سیروس قلیچ خانی است و هماهنگی ارتباط با اعضای سندیکا در تمام مراحل میدانی از همین مسیر انجام می‌شود.

۲.۲مدت اجرای طرح

مدت اجرای این طرح **۴ماه** و تاریخ شروع پیشنهادی **آبان ۱۴۰۴** است. جهت‌گیری کد خروجی و مسئولیت تحویل نهایی، با کمیته پژوهشی فوق و زیر نظر مجری طرح خواهد بود.

۳بیان مسئله: شکاف فناورانه در سامانه و تجهیزات نقشه‌برداری

مسئله اصلی این پژوهش، فاصله میان «توان زیرساختی» و «توان سخت‌افزاری» در حوزه نقشه‌برداری ایران است. کشور شبکه‌ای از ایستگاه‌های دائمی GNSSبا پوشش سراسری و سامانه‌ای ملی برای تعیین موقعیت آنی در اختیار دارد، اما ابزار دقیقی که این زیرساخت را به داده قابل استفاده تبدیل می‌کند – گیرنده‌های چندفرکانسه، توتال استیشن روباتیک، اسکنرهای لیزری سه‌بعدی و سامانه‌های نقشه‌برداری متحرک – عمدتاً از برندهای خارجی تأمین می‌شود. کارشناسان این وابستگی را به‌روشنی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین نقاط ضعف ساختاری بخش ژئوماتیک کشور معرفی کرده‌اند و افزون بر افزایش هزینه، آن را عامل آسیب‌پذیری در برابر محدودیت‌های وارداتی و تحریم دانسته‌اند ایسنا، ۷خرداد ۱۴۰۵.

چهار لایه این شکاف را می‌توان تفکیک کرد. لایه نخست، **لایه سنسور:** نبود زیرساخت کافی برای طراحی و ساخت سنسورهای دقیق، مانع اصلی توسعه فناوری بومی و ارتقای دقت پروژه‌هاست. لایه دوم، **لایه داده:** نبود نظام منسجم و قابل دسترس برای تبادل داده‌های مکانی و ضعف در داده‌های باز و یکپارچه ملی، کیفیت برنامه‌ریزی کلان و هماهنگی میان دستگاه‌های اجرایی را کاهش می‌دهد. لایه سوم، **لایه پردازش و نرم‌افزار:** بخش بزرگی از سکوهای جهانی پردازش داده مکانی در دسترس نیست و در نتیجه، بخشی از ارزش افزوده پردازش در خارج از کشور محقق می‌شود. لایه چهارم، **لایه خدمات:** واسنجی، تعمیر و پشتیبانی تجهیزات به‌طور تاریخی پرهزینه و کم‌پشتوانه بوده است و هزینه‌های بالای خدمات پس از فروش، از دغدغه‌های دیرپای نقشه‌برداران ایرانی است.

در سطح جهانی، مسئله شکل دیگری دارد؛ افزایش دقت از «مزیت» به «پیش‌نیاز» تبدیل شده است. تقاضا برای دقت در حد سانتی‌متر و میلی‌متر برای راه‌اندازی روبات‌های ساختمانی خودکار، پایش سازه‌های حیاتی و تحویل دیجیتال پروژه‌های ریلی و جاده‌ای به معیار خرید تبدیل شده و به همین دلیل سهم سخت‌افزار در بازار

جهانی همچنان غالب است؛ درآمد سخت‌افزار در ۲۰۲۵برابر **۵.۵۱میلیارد دلار** و معادل **۵۹.۷درصد** کل بازار بوده است (Mordor Intelligence، ۲۰۲۶).این نکته پیام روشنی برای سیاست‌گذار دارد: بدون تسلط بر سخت‌افزار، نمی‌توان در لایه‌های نرم‌افزار و داده نیز موقعیت پایدار ساخت.

مسئله سوم به کاربردهای ملی بازمی‌گردد. فرونشست زمین در ایران رکوردهای جهانی ثبت کرده و در استان‌هایی مانند کرمان نرخ سالانه به **۴۰سانتی‌متر** و در جنوب استان البرز و ورامین به **بیش از ۳۰و ۲۰ سانتی‌متر** می‌رسد همشهری آنلاین، ۱۴۰۱سازمان نقشه‌برداری کشور با استفاده از شبکه ایستگاه‌های دائمی، تغییرات سطح زمین، لرزه‌خیزی، گسل‌ها و فرونشست‌ها را استخراج می‌کند (ایرنا، ۱۶شهریور ۱۴۰۴).بنابراین نبود ابزار دقیق بومی، مستقیماً بر توان پایش مخاطرات و مدیریت بحران اثر می‌گذارد. در سطح منطقه‌ای نیز اخلال و جعل سیگنال GNSSدر خلیج فارس و تنگه هرمز به الگویی تکرارشونده بدل شده است؛ در یک بازه ۲۴ساعته، اختلال GPSو AISدر بیش از **۱,۱۰۰شناور** ثبت شد و موقعیت‌های گزارش‌شده شناورها به نقاط ناممکن و خشکی منتقل شد (Inside GNSS).این شواهد، موضوع تاب‌آوری سیگنال و سامانه‌های پشتیبان را از سطح جهانی به سطح امنیت ملی و حمل‌ونقل دریایی ایران می‌کشاند. جمع این سه مسئله، چهارچوب فکری طرح حاضر را می‌سازد.

۴فرضیه‌ها و پرسش‌های پژوهش

۴.۱فرضیه‌های اصلی

۱. **فرضیه وابستگی ساختاری:** سهم واردات در تأمین تجهیزات دقیق نقشه‌برداری ایران بیش از سهم تولید داخل است و این ترکیب، هزینه تمام‌شده پروژه‌های ملی را به‌طور معناداری افزایش می‌دهد.

۲. **فرضیه جابه‌جایی ارزش:** در بازار داخلی نیز – همانند بازار جهانی – ارزش افزوده از فروش سخت‌افزار به سمت خدمات واسنجی، پردازش ابری و اشتراک داده در حرکت است و مدل‌های کسب‌وکاری که فقط فروش تجهیزات را دنبال می‌کنند، حاشیه سود کمتری خواهند داشت.

۳. **فرضیه کارایی زیرساخت:** با افزایش تراکم ایستگاه‌های دائمی GNSSو توسعه شبکه RTK، خطای تعیین موقعیت آنی در بخش بزرگی از کاربری‌های نقشه‌برداری کاداستر و عمرانی به سطح زیر ۵سانتی‌متر کاهش می‌یابد و می‌تواند جایگزین بخشی از نیاز به گیرنده‌های گران‌قیمت خارجی شود.

۴. **فرضیه امکان بومی‌سازی مرحله‌ای:** بومی‌سازی در لایه‌های «سخت‌افزار کامل» ظرف افق ۱۴۱۰امکان‌پذیر نیست، اما در لایه‌های سکوهای پهپادی، نرم‌افزار پردازش، ثابت‌کننده‌های شبکه و یکپارچه‌سازی سامانه‌ها، دستیابی به سطح رقابتی در همان افق واقع‌بینانه است.

۴.۲پرسش‌های اصلی

۱.وضعیت امروز و مسیر پیش‌روی فناوری‌های حوزه سامانه و تجهیزات نقشه‌برداری در جهان چیست و کدام شاخه‌ها تا ۱۴۱۰تعیین‌کننده خواهند بود؟

۲.اندازه، ترکیب و زنجیره ارزش بازار تجهیزات و خدمات نقشه‌برداری در ایران چگونه است و سهم هر حوزه تقاضا چقدر است؟

۳.چه ترکیبی از سیاست صناعتی، تنظیم‌گری و سازوکارهای مالی می‌تواند بومی‌سازی را از مرحله «مونتاژ» به مرحله «طراحی» منتقل کند؟

۴.۳پرسش‌های فرعی

.۱دقت، تکرارپذیری و پایداری گیرنده‌های چندفرکانسه موجود در بازار ایران در مقایسه با سنجه‌های اعلامی سازندگان چگونه است؟

.۲ساختار هزینه تعیین موقعیت دقیق در پروژه‌های ایرانی، میان سخت‌افزار، تصحیح اینترنتی، خدمات واسنجی و نیروی انسانی چگونه توزیع شده است؟

.۳کدام مؤلفه‌های زنجیره ارزش (ثابت‌کننده GNSS، آنتن، گیرنده چندفرکانسه، اسکنر، پهپاد، نرم‌افزار پردازش) اولویت نخست بومی‌سازی را دارند؟

.۴الزامات آزمایشگاهی، استاندارد و انسانی برای ایجاد آزمایشگاه مرجع واسنجی تجهیزات نقشه‌برداری چیست؟

.۵چگونه می‌توان سند راهبردی این حوزه را با برنامه هفتم توسعه و نظام بودجه‌ریزی کشور همراستا کرد؟

۵رصد فناوری جهانی: منظومه‌ها، دقت و معماری نسل جدید

فاز نخست طرح، رصد فناوری جهانی است. در حال حاضر چهار منظومه ماهواره‌ای ناوبری جهانی عملیاتی وجود دارد — GPSایالات متحده، GLONASSروسیه، BeiDouچین و Galileoاتحادیه اروپا — که دو منظومه منطقه‌ای QZSSژاپن و NavICهند نیز آن‌ها را تکمیل می‌کنند. پوشش جهانی هر منظومه معمولاً با آرایشی از ۱۸تا ۳۰ماهواره در مدار میانی زمین و در چند صفحه مداری محقق می‌شود و حدود انتزاعی Galileoشامل ۲۴ماهواره فعال در سه صفحه مداری است (ویکی‌پدیا، .(Satellite navigation

۵.۱پیامد عملی چندمنظومه‌ای شدن

تغییر بنیادین دهه گذشته، گذار از تک‌منظومه به چندمنظومه و تک‌فرکانس به چندفرکانس است. گیرنده‌های نسل جدید هم‌زمان از چهار منظومه و چند فرکانس استفاده می‌کنند و همین افزونگی، اثر خطای چندمسیری در محیط شهری و اغتشاش یونسفری را کاهش می‌دهد. مزیت عملی این معماری برای کاربر ایرانی روشن است: در تنگه‌های شهری، دره‌های کوهستانی و مناطق با دید محدود به آسمان، تعداد ماهواره‌های قابل مشاهده و هندسه آرایش ماهواره‌ها بهبود می‌یابد.

۵.۲سنجه‌های دقت و معماری اتصال

روش تعیین موقعیت	زیرساخت لازم	دقت اسمی	کاربرد نمونه
کد تک‌فرکانس (SPS)	فقط گیرنده	۳تا ۱۰متر	ناوبری عمومی و ثبت موقعیت
DGPS/SBAS	ایستگاه مرجع یا تقویت منطقه‌ای	۰.۵تا ۲متر	حمل‌ونقل، کشاورزی مقدماتی
RTKشبکه‌ای (شبکه شمیم)	ایستگاه‌های مرجع و اتصال اینترنتی	۸میلی‌متر + ۱ ppm	کاداستر، نقشه‌برداری ثبتی، پیاده‌سازی UTM
PPPو PPP-RTK	تصحیح ماهواره‌ای/ابر-based	۲تا ۵سانتی‌متر (با همگرایی کوتاه)	پروژه‌های بزرگ، پایش ژئودینامیک
ژئودزی و پایش تغییرشکل	گیرنده ثابت و پردازش چندروزه	میلی‌متر	پایش گسل، فرونشست، سد و سازه

دقت قابل حصول با شبکه «شمیم» در شرایط آسمان باز و در حالت RTKشبکه‌ای، **۸میلی‌متر + ۱ ppm** ثبت شده است؛ به این معنا که به ازای هر کیلومتر فاصله از ایستگاه مرجع، یک میلی‌متر به خطا افزوده می‌شود. این سنجه در حالی اعلام می‌شود که تراکم ایستگاه‌ها تعیین‌کننده اصلی دقت است (رایمند، به‌روزرسانی ۱۴۰۴).

۵.۳مسیرهای فناورانه تعیین‌کننده تا ۱۴۱۰

۱. **سنجش لیزری هوایی و زمینی:** سکوهای پهپادی و لیدار هوایی سریع‌ترین بخش رشدی بازار جهانی هستند و این سکو در ایران نیز در معدن، راه‌سازی و پایش پروژه‌ها جایگاه محکمی پیدا کرده است.

۲. **هوش مصنوعی در پردازش داده مکانی:** انتقال ارزش به سمت پردازش ابری، طبقه‌بندی خودکار ابر نقاط و تشخیص عوارض از تصویر، مرز میان «ابزار» و «خدمت» را از میان برداشته است. افزایش ۱۷درصدی درآمد اشتراکی یکی از بازیگران جهانی در سه‌ماهه نخست ۲۰۲۵نمونه‌ای از این جابه‌جایی است (Mordor Intelligence، ۲۰۲۶).

۳. **یکپارچگی حسگرها:** تلفیق GNSSبا واحد اندازه‌گیری اینرسی و اودومتری چرخ، به استانداردی برای نقشه‌برداری متحرک و کار در محیط شهری تبدیل شده است.

۴. **مدل‌های تحویل خدمت:** مدل «سخت‌افزار به‌عنوان خدمت» با بازه اثر **۰.۴+درصد** بر نرخ رشد سالانه مرکب و بازه اثر **۰.۷+درصد** برای پردازش ابری، ساختار خرید پیمانکاران کوچک را تغییر داده است (Mordor Intelligence، ۲۰۲۶).

۵. **تاب‌آوری و جایگزین‌های مکانیابی:** مخاطره اخلال و جعل GNSSدر منطقه خلیج فارس، توسعه سیستم‌های مکانیابی زمینی، کمک‌های اینرسی و گیرنده‌های سخت‌سازی‌شده چندمنظومه‌ای را از یک بحث فنی به یک ضرورت امنیتی تبدیل کرده است (Inside GNSS).

۶بازار جهانی تجهیزات نقشه‌برداری: اندازه، ترکیب و روندها

بازار جهانی تجهیزات نقشه‌برداری در سال ۲۰۲۵برابر **۹.۲۲میلیارد دلار** بود، در ۲۰۲۶به **۹.۷میلیارد دلار** می‌رسد و با نرخ رشد سالانه مرکب **۵.۱۷درصد** تا ۲۰۳۱به **۱۲.۴۷میلیارد دلار** خواهد رسید. بزرگ‌ترین بازار منطقه‌ای، آسیا و اقیانوسیه با **۳۸.۱درصد** درآمد سال ۲۰۲۵است و سریع‌ترین نرخ رشد با **۸.۶درصد** به خاورمیانه و آفریقا تعلق دارد (Mordor Intelligence، ۲۰۲۶).این دو رقم برای ایران اهمیت مضاعف دارد: ایران در همسایگی سریع‌ترین بازار رشدیابنده جهان قرار دارد و هم‌زمان در منطقه‌ای با بیشترین شدت پروژه‌های زیرساختی فعالیت می‌کند.

۶.۱ترکیب بازار بر پایه جزء و فناوری

شاخص	۲۰۲۵	افق ۲۰۳۱	نرخ رشد سالانه مرکب
اندازه کل بازار	۹.۲۲میلیارد دلار	۱۲.۴۷میلیارد دلار	۵.۱۷٪
سخت‌افزار	۵.۵۱میلیارد دلار (۵۹.۷٪)	—	—
خدمات (واسنجی و پردازش و ابر)	—	بیش از ۳.۰۶میلیارد دلار	۱۰.۵۵٪

شاخص	۲۰۲۵	افق ۲۰۳۱	نرخ رشد سالانه مرکب
توتال استیشن	۳۳.۸٪درآمد	سهم غالب حفظ می‌شود	—
پهپاد و لیدار	۱۲.۸٪درآمد	رشد انفجاری	۲۱.۲٪
ساخت‌وساز و زیرساخت (کاربرد)	۴۵.۴٪مخارج	رشد پایدار	—
نقشه‌برداری بحران و اضطراری	۱.۰۴میلیارد دلار	دو برابر شدن	۱۲.۹٪
کشاورزی و جنگل	۱.۰۱میلیارد دلار	—	۹.۲۵٪

سهم فناوری‌ها از بازار جهانی تجهیزات نقشه‌برداری در ۲۰۲۵

مقایسه دو نرخ رشد، پیام راهبردی روشنی دارد: بازار کل با **۵.۱۷درصد** رشد می‌کند، اما خدمات با **۱۰.۵۵درصد** و سکوهای پهپادی و لیدار با **۲۱.۲درصد**. به بیان دیگر، شرکت‌هایی که تنها فروشنده تجهیزات باقی بمانند، عملاً از متوسط بازار عقب می‌مانند؛ رشد واقعی در ترکیب «سکوی هوایی + پردازش ابری + قرارداد نگهداشت و واسنجی» نهفته است.

نرخ رشد سالانه مرکب بخش‌های بازار جهانی تا ۲۰۳۱

۶.۲محرک‌ها و محدودیت‌های بازار جهانی

در سمت محرک‌ها، سرمایه‌گذاری دولت‌ها در مدرن‌سازی زیرساخت با اثر **۱.۴+درصد** بر نرخ رشد، شهرنشینی سریع در کشورهای در حال توسعه با **۱.۱+درصد**، پذیرش گردش‌کارهای پهپادی با **۰.۹+درصد** و تقاضای دقت سانتی‌متری برای روبات‌های ساختمانی با **۰.۳+درصد** شناسایی شده است. نمونه‌های شاخص عبارت‌اند از کاربست توتال استیشن روباتیک و گیرنده‌های GNSSدر توسعه آزادراه حلقه بیرونی توکیو و تخصیص **۱.۱ تریلیون دلار** عربستان در پروژه‌های کلان چشمانداز ۲۰۳۰که سفارش پهپاد-لیدار و سامانه‌های پایش زمان واقعی را افزایش داده است.

در سمت محدودیت‌ها، کمبود نیروی متخصص و هزینه اولیه بالا با **۱.۲-درصد**، چرخه‌های سخت خرید دولتی با **۰.۷-درصد**، هزینه بالای نگهداشت و واسنجی با **۰.۵-درصد** و خطر تداخل طیفی ناشی از بازآرایی باندهای نسل پنجم با **۰.۴-درصد** اثرگذارند. نکته مهم برای ایران، دو محدودیت آخر است: هزینه نگهداشت ایستگاه دائمی GNSSبیش از **۳۰هزار دلار در سال** برآورد شده و اختلال طیفی در مراکز شهری، یک تهدید عملیاتی جاری است .(Mordor Intelligence، ۲۰۲۶)

۷روند پتنت‌ها و نوآوری در ۱۰سال اخیر

شرح کار سند مرجع، بررسی پتنت‌های **۱۰سال اخیر** را با کلیدواژه‌های مشترک با کارفرما و با استفاده از موتورهای جستجوی رایگان الزام کرده است؛ محدودیتی که خود یکی از مفروضات طراحی این فاز است (سند مرجع، FR2602/00).بر همین اساس، پتنت‌کاوی در سه خوشه کلیدواژه انجام می‌شود: گیرنده و ثابت‌کننده GNSS، سکوهای نقشه‌برداری هوایی و لیدار، و روش‌های پردازش و تصحیح خطا.

۷.۱سه خوشه اصلی نوآوری

خوشه نخست — دریافت و تصحیح سیگنال. تمرکز پتنت‌ها در این خوشه بر گیرنده‌های چندمنظومه‌ای با توان رد چندمسیری، آنتن‌های آرایه‌ای با الگوی سرشاخه‌ای و روش‌های محاسبه‌ای برای تشخیص و خنثی‌سازی تداخل عمدی است. رشد این خوشه با افزایش مخاطره امنیت سیگنال شدت گرفته و از منطق «دقت بیشتر» به منطق «اطمینان بیشتر» منتقل شده است.

خوشه دوم — سکوهای برداشت داده. پرونده‌های این خوشه حول یکپارچه‌سازی لیدار سبک‌وزن بر پهپاد، پایدارسازی سکوهای متحرک خودرویی و کاهش وزن و مصرف انرژی اسکنرهای دستی شکل گرفته‌اند. این خوشه پرتکرارترین خوشه پتنت در بازه ده‌ساله است.

خوشه سوم — پردازش، مدل‌سازی و تحویل. ثبت اختراع در این خوشه از الگوریتم‌های ثبتیابی ابر نقاط و تولید خودکار مدل سه‌بعدی، به سمت جریان‌های کاری ابری، دوقلوی دیجیتال و سنجه‌های کیفیت خودکار حرکت کرده است. اثر تجاری این خوشه در بازار جهانی با رشد ۱۷درصدی درآمد اشتراکی یکی از بازیگران پیشرو در سه‌ماهه نخست ۲۰۲۵قابل مشاهده است .(Mordor Intelligence، ۲۰۲۶)

۷.۲روند فعالیت ثبت اختراع

بازه زمانی	جهت غالب پتنت‌ها	دلالت برای ایران
۱۳۹۴–۱۳۹۶ (۲۰۱۵–۲۰۱۷)	مینیاتوری‌سازی سنسور، بهبود زمان همگرایی RTK	پنجره مالکیت فکری این نسل بازتر است
۱۳۹۷–۱۳۹۹ (۲۰۱۸–۲۰۲۰)	فرکانس‌های جدید و گیرنده‌های چندمنظومه‌ای	هم‌راستایی با نوسازی ناوگان داخلی
۱۴۰۰–۱۴۰۲ (۲۰۲۱–۲۰۲۳)	PPP-RTK، لیدار پهپادی، پردازش ابری	امکان ورود در لایه نرم‌افزار و سکو
۱۴۰۳–۱۴۰۴ (۲۰۲۴–۲۰۲۵)	تشخیص تداخل، پایداری PNT، هوش مصنوعی مکانی	منطقه ضروری برای حفظ امنیت داده

۷.۳پیشنهاد سازمانی برای مدیریت مالکیت فکری

پتنت‌کاوی این طرح نباید به یک گزارش توصیفی محدود شود. پیشنهاد می‌شود خروجی این فاز در قالب یک «پایگاه دانش فریدام‌تواپرات» تحویل شود که مشخص کند در انتخاب‌های فناورانه پیشنهادی طرح، چه فضای حقوقی آزاد و چه محدودیت‌های ثبت‌شده وجود دارد. تجربه نشان می‌دهد ریسک مالکیت فکری در لایه سخت‌افزار بیشتر و در لایه نرم‌افزار قابل مدیریت‌تر است؛ بنابراین مسیر بومی‌سازی پیشنهادی در فصل‌های بعد، ابتدا روی لایه‌های با ریسک حقوقی کمتر متمرکز می‌شود.

۸مطالعات بازار ایران: تقاضا، تأمین و زنجیره ارزش

مطالعات بازار ایران در این طرح بر پایه دو مسیر موازی پیش می‌رود: مسیر اطلاعات ثانویه (اسناد، مدارک و گزارش‌های رسمی نهادهایی مانند وزارت صمت، سازمان گمرک، سامانه کدال و گزارش‌های سالانه) و مسیر میدانی اولیه (شبکه توزیع، رقبا و تولیدکنندگان، مشتریان). در مسیر میدانی، بر پایه شرح کار سند مرجع، حداکثر **۱۰مصاحبه کیفی B2B** به‌ازای هر حوزه، مصاحبه با تمام بازیگران کلیدی B2Gو پیمایش کیفی B2Cبا

۵۰۰پرسشنامه میدانی (تهران، ۲۰۰و اصفهان، مشهد و تبریز هر کدام (۱۰۰به‌علاوه **۱,۰۰۰پرسشنامه آنلاین** پیش‌بینی شده است؛ حوزه‌های نظامی خارج از محدوده پژوهش باقی می‌ماند (سند مرجع، FR2602/00).

۸.۱هفت حوزه تقاضا و وزن برآوردی آنها

برآورد ترکیب تقاضای داخلی تجهیزات و خدمات نقشه‌برداری

حوزه تقاضا	سهم برآوردی	فناوری کلیدی موردنیاز	شدت حساسیت به دقت
عمرانی و زیرساخت (راه، سد، مترو، ساختمان)	۳۴٪	توتال استیشن روباتیک، پهپاد فتوگرامتری، GNSS RTK	بالا
کاداستر و املاک و اراضی	۲۲٪	گیرنده مولتی‌فرکانسه، شبکه شمیم، نرم‌افزار UTM	بسیار بالا
معدن و اکتشاف	۱۳٪	لیدار زمینی، پهپاد، محاسبه حجم	بالا
نفت و گاز و انرژی	۱۱٪	نقشه‌برداری لوله، تهیه نقشه تأسیسات، پایش تغییرشکل	بالا
کشاورزی دقیق و منابع آب	۸٪	هدایت RTK، تصویربرداری چندطیفی	متوسط
حمل‌ونقل و ناوبری و امداد	۷٪	نقشه‌برداری متحرک، سامانه موقعیت‌یاب خودرویی	متوسط
سایر (آموزش، پژوهش، خدمات اندازه‌گیری)	۵٪	تجهیزات آزمایشگاهی و واسنجی	متوسط

وزن‌های جدول بالا برآورد کارشناسی اولیه طرح بر پایه شدت فعالیت هر حوزه و الزامات قانونی آن است و اعتبارسنجی نهایی آنها در فاز دوم پژوهش، از راه تقاطع داده‌های ثانویه با نتایج پیمایش میدانی انجام می‌شود. منطق توزیع این وزن‌ها بر سه معیار استوار است: حجم سرمایه‌گذاری سالانه هر حوزه، الزام رگولاتوری به برداشت داده مکانی، و شدت پیامد خطای مکانی در آن حوزه. به همین دلیل کاداستر با وجود حجم ریالی کوچک‌تر از عمرانی، سهم بالایی گرفته است؛ زیرا خطای موقعیت در آن پیامد حقوقی و ثبتی دارد و به داده‌ای با دقت سطح سانتی‌متر نیاز دارد.

۸.۲ساختار تأمین و رقابت

ساختار تأمین بازار ایران سه‌لایه است: واردکنندگان و نمایندگی‌های برندهای بین‌المللی، مونتاژکنندگان و تولیدکنندگان داخلی با ارزش افزوده محدود، و ارائه‌دهندگان خدمات فنی مانند واسنجی، تعمیر و آموزش. کارشناسان، وابستگی به برندهای خارجی را مهم‌ترین نقطه ضعف بخش ژئوماتیک کشور دانسته‌اند و در مقابل، توان نسبی ایران در حوزه سنجش از دور راداری و پایش فرونشست را نقطه قوت فنی معرفی کرده‌اند که تهیه نقشه‌های فرونشست تهران، اصفهان، مشهد، کرمان و دشت‌های بحرانی با دقت میلی‌متری و استفاده از تصاویر راداری را در بر می‌گیرد (ایسنا، ۷خرداد ۱۴۰۵).

لایه زنجیره ارزش	وضعیت رقابت داخلی	میزان وابستگی به واردات	فرصت اصلی	اقدام پیشنهادی
گیرنده GNSS چندفرکانسه	ضعیف	بسیار بالا	جایگزینی در بخش‌هایی با دقت متوسط	تسهیل واردات قطعات و مونتاژ سپس طراحی برد
توتال استیشن روباتیک	بسیار ضعیف	تقریباً کامل	توسعه نسل نیمه‌خودکار مکمل	همکاری فناورانه با شرکت‌های منطقه
لیدار زمینی و هوایی	نوپا	بالا در سخت‌افزار، متوسط در پردازش	سکوی پهپادی و نرم‌افزار پردازش ابر نقاط	سرمایه‌گذاری مشترک سندیکا و دانش‌بنیان‌ها
نرم‌افزار پردازش و GIS	متوسط تا خوب	متوسط	عرضه راه‌حل نهایی بومی با فرمت استاندارد	استانداردسازی تبادل داده و بومی‌سازی سنجه‌های کیفیت
شبکه ایستگاه‌های دائمی	خوب	متوسط در سخت‌افزار، پایین در بهره‌برداری	توسعه تراکم و ارتقای سرویس	تدوین استاندارد ملی واسنجی ایستگاه‌ها
خدمات واسنجی و نگهداشت	ضعیف	پایین	ایجاد آزمایشگاه مرجع	تأسیس آزمایشگاه مرجع با تأییدیه نهاد ملی
آموزش و توانمندسازی نیروی انسانی	متوسط	پایین	استانداردسازی دوره‌های تخصصی	بسته آموزش شغلی مشترک صناعت و دانشگاه

۸.۳کانال تقاضای دولتی به‌عنوان لنگر بازار

پروژه‌های دولتی — به‌ویژه کاداستر و حدنگاری، راه و شهرسازی، آب و برق و نفت — لنگرگاه اصلی تقاضا در این بازار هستند. سازمان ثبت اسناد و املاک با بیش از **۴۴۰واحد ثبتی** زیرساخت اجرایی لازم برای پیشبرد کاداستر را در اختیار دارد (دیجی‌کالا مگ، خرداد ۱۴۰۵).این ویژگی دو پیامد دارد: نخست آنکه هر تغییر در سیاست خرید دولتی، به‌سرعت در حجم تقاضا بازتاب می‌یابد؛ دوم آنکه استانداردهای فنی پذیرفته‌شده در خرید دولتی، عملاً به استاندارد بازار تبدیل می‌شوند. بنابراین راهبرد پیشنهادی طرح، تمرکز بر «تقاضای لنگر» دولتی و اتصال آن به زنجیره تأمین داخلی است.

۸.۴هزینه تعیین موقعیت دقیق در پروژه‌های ایرانی

یکی از خروجی‌های کمی این فاز، تفکیک ساختار هزینه تعیین موقعیت دقیق در پروژه‌های ایرانی است. بر پایه چارچوب هزینه‌ای سند مرجع و ساختار قیمت‌گذاری خدمات فنی، هزینه تمام‌شده یک عملیات نقشه‌برداری دقیق در سه سرفصل اصلی توزیع می‌شود: هزینه سخت‌افزار و استهلاک آن، هزینه تصحیح و اشتراک داده، و هزینه نیروی انسانی متخصص. فرضیه طرح آن است که سهم سخت‌افزار در پروژه‌های بزرگ بیشترین وزن را دارد، در حالی که با اشتراکی شدن تجهیزات، سهم هزینه بهره‌برداری به‌تدریج افزایش می‌یابد. این فرضیه در

قالب پرسش‌های پیمایش از پیمانکاران آزمون می‌شود و نتیجه آن پایه برآورد تقاضای تجهیزات در فاز سوم خواهد بود.

۹زیرساخت ملی موقعیت‌یابی و کاربردهای عملیاتی در ایران

زیرساخت موقعیت‌یابی ایران در دهه گذشته دو مسیر موازی را طی کرده است: توسعه شبکه ایستگاه‌های دائمی ژئودینامیک و GNSSتوسط سازمان نقشه‌برداری کشور، و ایجاد شبکه ایستگاه‌های مرجع برای تعیین موقعیت آنی در قالب سامانه «شمیم» توسط سازمان ثبت اسناد و املاک. بر پایه اعلام رئیس سازمان نقشه‌برداری کشور، **۷۰۰ایستگاه دائمی ژئودینامیک** در کشور حرکات سطح زمین را به‌صورت شبانه‌روزی رصد می‌کنند و داده‌های آن‌ها برای استخراج تغییرات سطح زمین، لرزه‌خیزی، گسل‌ها و فرونشست‌ها به سامانه مرکزی ارسال می‌شود (ایرنا، ۱۶شهریور .(۱۴۰۴

۹.۱رشد شبکه ایستگاه‌های دائمی

رشد شبکه ایستگاه‌های دائمی GNSSایران

مقطع	تعداد ایستگاه	مرجع و توضیح
۱۳۹۵	۱۴۴	آغاز به کار سامانه شمیم بر بام واحدهای ثبتی (دیجی‌کالا مگ، (۱۴۰۵
دهه ۱۴۰۰	۱۷۵(شمیم)	افزایش تراکم برای مناطق کم‌پوشش و ارتقای دقت (رایمند)
۱۴۰۴	۷۰۰(شبکه ملی ژئودینامیک و GNSS)	سنجه رسمی سازمان نقشه‌برداری کشور (ایرنا، (۱۴۰۴

نکته قابل توجه آن است که این دو شبکه از دو خط سیاستی جداگانه تغذیه می‌شوند: شبکه نقشه‌برداری با رسالت پایش ژئودتیکی، لرزه‌ای و زیرساخت مرجع مختصاتی؛ و شبکه شمیم با رسالت تسریع کاداستر و پاسخ به نیازهای ثبتی. همپوشانی کاربردی این دو شبکه، فرصت صرفه‌جویی ملی است اما بدون حکمرانی داده مشترک، می‌تواند به دو بار سرمایه‌گذاری در زیرساخت مشابه منجر شود.

۹.۲شمیم: از کاداستر تا کاربردهای مهندسی

معماری شمیم سه بخش دارد: شبکه ایستگاه‌های مرجع دائمی GNSS، مرکز ارائه سرویس و پشتیبانی، و بخش کاربران. ایستگاه‌ها روی ساختمان واحدهای ثبتی در سراسر کشور نصب شده‌اند و میانگین فاصله آن‌ها حدود **۱۲۵کیلومتر** تخمین زده شده است. دقت تعیین موقعیت در حالت RTKشبکه‌ای به فاصله گیرنده متحرک از نزدیک‌ترین ایستگاه مرجع وابسته است و در شرایط آسمان باز، دقتی معادل **۸میلی‌متر + ۱ ppm** گزارش شده است (رایمند، به‌روزرسانی .(۱۴۰۴کاربری‌های فراتر از کاداستر شامل نقشه‌برداری راه، سد و پل، ناوبری دقیق حمل‌ونقل و امداد، مطالعات تکتونیک و زلزله، فرونشست، مدیریت بحران و مطالعه لایه‌های یونسفر و تروپسفر است.

۹.۳کاربردهای عملیاتی و پایش مخاطرات

کاربرد	سنجه کلیدی	نهاد بهره‌بردار	وضعیت زیرساخت لازم
پایش فرونشست و تغییرشکل	دقت میلی‌متری	سازمان نقشه‌برداری کشور	موجود، نیازمند گسترش تراکم
پایش گسل و لرزه‌خیزی	سری زمانی چندساله	پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌ها	موجود
کاداستر و صدور سند تک‌برگ	دقت سانتی‌متری	سازمان ثبت اسناد و املاک	موجود با متوسط فاصله ۱۲۵کیلومتر
پروژه‌های عمرانی بزرگ	دقت سانتی‌متری	وزارت راه و شهرسازی و پیمانکاران	موجود در مناطق پرتراکم
مدیریت بحران و امداد	موقعیت زمان واقعی	هلال احمر و مدیریت بحران	نیازمند سرویس مستقل از اینترنت
کشاورزی دقیق	هدایت RTK ماشین‌آلات	کشاورزان و شرکت‌های خدمات	نیازمند سرویس پایدار روستایی

سازمان نقشه‌برداری کشور همچنین سامانه زیرساخت مکانی ملی را با **۲۵هزار لایه اطلاعاتی** راه‌اندازی کرده و اعلام کرده ظرفیت ارائه **۱۰۰هزار لایه** را دارد (ایرنا، ۱۶شهریور ۱۴۰۴). این سنجه، نقطه شروع منطقی برای یکپارچه‌سازی داده‌های مکانی ملی است — یکی از ضعف‌هایی که کارشناسان بر آن تأکید کرده‌اند.

۹.۴تصویر ملی مخاطره فرونشست

اهمیت زیرساخت بالا در آن است که بخش بزرگی از کشور با مخاطره فرونشست روبه‌روست. رکورد نرخ فرونشست در برخی نواحی استان کرمان به **۴۰سانتی‌متر در سال**، در جنوب استان البرز به **بیش از ۳۰ سانتی‌متر**، و در جنوب تهران و نواحی ورامین به **بیش از ۲۰سانتی‌متر در سال** می‌رسد؛ در حالی که در سطح جهانی نرخ فرونشست عمده پهنه‌ها زیر ۱۰سانتی‌متر است و نرخ بالای ۱۵سانتی‌متر به‌ندرت دیده می‌شود (همشهری آنلاین، ۱۴۰۱). در چنین شرایطی، پایش پیوسته با ابزار دقیق و تفسیر صحیح سری‌های زمانی، از یک فعالیت پژوهشی به یک الزام ایمنی عمومی بدل می‌شود و هر ضعف در ناوگان تجهیزات و واسنجی، مستقیماً روی کیفیت این پایش اثر می‌گذارد.

۱۰ساخت داخل، خدمات پس از فروش و واسنجی تجهیزات

بررسی وضعیت داخلی نشان می‌دهد که نقطه قوت ایران در لایه «داده و پردازش تصویر» متمرکز است، نه در لایه «سنسور و سخت‌افزار دقیق». ایران در چند بخش به دستاوردهای قابل توجهی رسیده است؛ از جمله توسعه شبکه ژئودزی و ایستگاه‌های دائمی GNSS، توان چشمگیر در پایش فرونشست با تصاویر راداری و اندازه‌گیری میلی‌متری نشست زمین، تولید نقشه‌های کاداستر ملی، پیشرفت در هیدروگرافی و نقشه‌برداری دریایی در حوزه خلیج فارس و دریای عمان، توسعه گسترده سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در شهرداری‌ها و صناعت آب، برق، گاز و حمل‌ونقل، و تهیه نقشه گسل‌ها و میکروژئودزی برای کلان‌شهرهایی مانند تهران، تبریز، کرج و قزوین (ایسنا، ۷خرداد ۱۴۰۵).

۱۰.۱جدول شکاف فناورانه و امکان بومی‌سازی

فناوری	وضعیت توان داخلی	حلقه گم‌شده	افق واقع‌بینانه بومی‌سازی
گیرنده GNSS چندفرکانسه	مونتاژ و کالیبراسیون	برد فرکانس رادیویی و تراشه همبستگی	۱۴۱۰برای نسل دقت متوسط
ثابت‌کننده GNSS	تولید نمونه	پایداری بلندمدت و استاندارد	۱۴۰۷
توتال استیشن روباتیک	بسیار محدود	موتور گردان، انکودر و اپتیک دقیق	خارج از افق (همکاری خارجی)
لیدار زمینی	نوپا	لیزر و اسکنر خطی با نرخ بالا	۱۴۱۰در کاربردهای خاص
پهپاد فتوگرامتری	قابل قبول	دوربین کالیبره و مأموریت بلند	۱۴۰۷
نرم‌افزار پردازش ابر نقاط	خوب	سنجه‌های اعتبارسنجی و مقیاس‌پذیری	۱۴۰۶
نقشه‌برداری متحرک (MMS)	متوسط	یکپارچه‌سازی اینرسی با GNSS	۱۴۰۹
خدمات واسنجی و آزمایشگاه مرجع	ضعیف	استاندارد ملی و مرجعیت تأیید صلاحیت	۱۴۰۶

۱۰.۲پهپاد و راه‌حل‌های پردازش بومی

شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی در سال‌های اخیر در ساخت پهپاد فتوگرامتری، نرم‌افزار پردازش تصاویر و مدل‌سازی سه‌بعدی معادن و پروژه‌های عمرانی فعال شده‌اند؛ تا جایی که بخش زیادی از عملیات نقشه‌برداری معادن، راه‌سازی و پایش پروژه‌ها با پهپاد انجام می‌شود و وابستگی نسبت به ده سال قبل کاهش یافته است (ایسنا، ۷خرداد ۱۴۰۵).این مسیر با جهت بازار جهانی همراستاست: سکوهای پهپادی و لیدار با نرخ رشد سالانه مرکب **۲۱.۲درصد** سریع‌ترین بخش بازار تجهیزات نقشه‌برداری هستند و سهم آن‌ها از درآمد سال ۲۰۲۵برابر **۱۲.۸درصد** بوده است (Mordor Intelligence، ۲۰۲۶).بنابراین بومی‌سازی این لایه، هم توجیه فنی و هم توجیه بازار دارد.

۱۰.۳واسنجی، آزمایشگاه مرجع و خدمات پس از فروش

هزینه بالای نگهداشت و واسنجی، به‌عنوان یک محدودیت جهانی با اثر **۰.۵-درصد** بر نرخ رشد بازار شناخته شده است و نگهداشت سالانه ایستگاه دائمی GNSSبیش از **۳۰هزار دلار** برآورد می‌شود (Mordor Intelligence، ۲۰۲۶).در بازار ایران، این محدودیت شدیدتر است؛ زیرا خدماتی مانند تعمیر و کالیبراسیون توتال استیشن، تئودولیت، ترازیاب و گیرنده‌های GNSSوابسته به قطعات وارداتی و در بسیاری موارد به بازگشت تجهیز به خارج از کشور است. در سالهای گذشته، همین دغدغه‌ها – هزینه بالای خدمات پس از فروش، کمبود پشتیبانی و دشواری دسترسی به فناوری روز – انگیزه شکل‌گیری تولید و خدمات داخلی در این حوزه بوده است.

پیشنهاد این طرح، تأسیس یک «آزمایشگاه مرجع واسنجی تجهیزات نقشه‌برداری» با وظایف زیر است: تدوین و انتشار دستورکارهای واسنجی بر پایه استانداردهای بین‌المللی، صدور گواهی واسنجی مورد قبول خریدهای

دولتی، پایش دقت طولانی‌مدت گیرنده‌های بازار و انتشار عمومی نتایج، و آموزش کاربران در زمینه محاسبه عدم‌قطعیت اندازه‌گیری. تجربه جهانی نشان می‌دهد هزینه لازم برای واسنجی سالانه ایستگاه‌های دائمی، در مقیاس شبکه ملی قابل توجه است؛ بنابراین یک مرکز داخلی با صرفه‌جویی در ارز و کاهش زمان ازکارافتادگی، توجیه اقتصادی روشنی دارد.

۱۰.۴مدل پیشنهادی هم‌افزایی اعضای سندیکا

سه مدل همکاری پیشنهاد می‌شود. **مدل اول (اشتراک ناوگان):** اعضای سندیکا تجهیزات گران‌قیمت مانند لیدار و توتال استیشن روباتیک را به‌صورت مشترک خریداری و بر پایه نوبت و پروژه بهره‌برداری کنند تا سرمایه‌گذاری اولیه میانی شود. **مدل دوم (مرکز داده مکانی مشترک):** تمرکز داده‌های خام مکانی اعضای سندیکا در یک مرکز پردازش مشترک، همراه با استاندارد تبادل داده. **مدل سوم (پیمانکار محوری):** شرکت‌های بزرگ به‌عنوان پیمانکار اصلی و شرکت‌های کوچک به‌عنوان تأمین‌کننده خدمات تخصصی — همان ساختاری که در بازار جهانی با عنوان «سخت‌افزار به‌عنوان خدمت» و مدل اشتراکی شناخته می‌شود. اجرای همزمان این سه مدل، هم‌زمان ریسک سرمایه‌گذاری را توزیع می‌کند و هم ظرفیت اجرای پروژه‌های بزرگ با استاندارد یکسان را در اعضای سندیکا ایجاد می‌کند.

۱۱ریسک‌ها، تاب‌آوری و امنیت سیگنال

پایداری زیرساخت موقعیت‌یابی کشور به دو دسته ریسک وابسته است: ریسک‌های فنی ناشی از سیگنال و محیط، و ریسک‌های ساختاری ناشی از تأمین، ارز و تحریم. طرح حاضر هیچ‌کدام را نادیده نمی‌گیرد، زیرا هر دو مستقیماً بر طراحی زنجیره تأمین داخلی اثر می‌گذارند.

۱۱.۱ریسک امنیتی سیگنال

اخلال و جعل GNSSاز یک بحث نظری به یک رخداد عملیاتی در منطقه تبدیل شده است. در پی تنش‌های اخیر، در یک بازه ۲۴ساعته بیشتر از **۱٬۱۰۰شناور** در خلیج فارس اختلال GPSو AISرا تجربه کردند و موقعیت‌های گزارش‌شده شناورها به نقاط ناممکن و حتی نقاط خشکی منتقل شد. تحلیل‌ها نشان می‌دهد موقعیت مشتق از GNSSمی‌تواند در پهنه‌های وسیع نه فقط به‌طور لحظه‌ای از دست برود، بلکه به‌صورت سیستماتیک منحرف شود؛ و این انحراف در سامانه‌های پایین‌دستی که موقعیت ماهواره‌ای را قطعی می‌پندارند، تسری پیدا می‌کند .(Inside GNSS)این رخداد برای ایران — که در دو سوی آن تنگه راهبردی قرار دارد و پروژه‌های دریایی، بندری و ناوبری گسترده‌ای دارد — پیام مستقیمی دارد: در برخی پهنه‌ها باید موقعیت ماهواره‌ای را «توصیه‌ای» نه «قطعی» فرض کرد و برای آن سامانه پشتیبان طراحی کرد.

۱۱.۲جدول تحلیل ریسک

ریسک	منشأ	پیامد بر طرح	شدت	راهکار کاهش ریسک
اخلال و جعل GNSSدر پهنه‌های جنوبی و مرزی	عامل انسانی و محیط رادیویی	برداشت داده نادرست در پروژه‌ها و ناوبری	زیاد	گیرنده چندمنظومه‌ای سخت‌سازی‌شده، تلفیق با اینرسی، پایش پیوسته صحت موقعیت
تداخل طیفی و بازآرایی باندهای نسل پنجم	سیاستگذاری طیفی	افت دقت در مراکز شهری	متوسط	حفاظت طیفی، گزارش‌دهی تداخل، آموزش کاربران

ریسک	منشأ	پیامد بر طرح	شدت	راهکار کاهش ریسک
فرونشست و تغییرشکل زمین	بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب	تغییر مرجع مختصاتی و خطای تجمعی	زیاد	بازنگری دوره‌ای چارچوب مرجع، تراکم ایستگاه‌ها در پهنه‌های بحرانی
محدودیت واردات و نقل‌وانتقال ارز	تحریم و سیاست‌های ارزی	تأخیر پروژه‌ها و افزایش هزینه نگهداشت	زیاد	مونتاژ داخلی، ذخیره قطعات راهبردی، قرارداد نگهداشت بلندمدت
فرسودگی ناوگان و نبود واسنجی منظم	سرمایه‌گذاری ناکافی	افت کیفیت داده و اختلافات حقوقی در کاداستر	متوسط	آزمایشگاه مرجع واسنجی و گواهی دوره‌ای
کمبود نیروی متخصص	مهاجرت و ظرفیت آموزش	توقف بهره‌روی در بهره‌گیری از تجهیزات جدید	متوسط	بسته آموزش شغلی و همکاری دانشگاه و صناعت

۱۱.۳اصلاح سیاست خرید و تفکر تاب‌آوری

سه تغییر سیاستی می‌تواند تاب‌آوری بخش را عملاً بالا ببرد. نخست، وارد کردن «الزام اثبات تاب‌آوری» در خریدهای دولتی تجهیزات دقیق؛ یعنی عرضه‌کننده باید نمایش دهد که سامانه در شرایط تداخل رادیویی و نبود اتصال اینترنتی چگونه رفتار می‌کند. دوم، الزام به ارائه برنامه نگهداشت و واسنجی در قرارداد خرید، نه صرفاً تحویل فیزیکی دستگاه. سوم، تدوین سازوکار انتقال فناوری در قراردادهای بزرگ به‌گونه‌ای که مونتاژ داخلی، آموزش نیروی انسانی و مستندسازی فنی جزو تعهدات عرضه‌کننده باشد — الگویی که تجربه سیاست‌های صناعتی در حوزه‌های دیگر مزیت آن را نشان داده است.

۱۲روش‌شناسی پژوهش در سه فاز

روش پژوهش در سه فاز منطبق بر ساختار سه‌بخشی پروپوزال مرجع طراحی شده است. مدت کل اجرا **۴ماه** برآورد شده و هر فاز خروجی مستقل و قابل تحویل دارد تا کارفرما بتواند در پایان هر مرحله، کفایت خروجی را تأیید کند.

۱۲.۱فاز اول: رصد فناوری و پتنت‌کاوی (بخش نخست)

روش کار این فاز، مطالعه کتابخانه‌ای و جستجوی نظام‌مند منابع است. بررسی گزارش‌ها و مقالات و بهره‌گیری از به‌روزترین گزارش‌های بین‌المللی بازار، همراه با پتنت‌کاوی بازه **۱۰سال اخیر** با کلیدواژه‌های مشترک با کارفرما انجام می‌شود. محدودیت اعلام‌شده در سند مرجع — استفاده صرفاً از منابع رایگان و در دسترس — در این طرح حفظ شده و برای جبران آن، اعتبارسنجی متقابل یافته‌ها از دو منبع مستقل الزامی شده است.

گام	فعالیت	خروجی	سنجه کیفیت
۱-۱	تدوین درخت فناوری سامانه و تجهیزات نقشه‌برداری	نقشه درختی چهار سطحی	پوشش تمام مؤلفه‌های سامانه

گام	فعالیت	خروجی	سنجه کیفیت
۱-۲	گردآوری داده بازار و فناوری جهانی	پایگاه داده شاخص‌های کلیدی	دو منبع مستقل برای هر عدد
۱-۳	پتنت‌کاوی و تحلیل خوشه‌ای	پایگاه دانش فریدام‌تواپرات	پوشش ۱۰سال و سه خوشه
۱-۴	تحلیل روند و سناریوسازی فناورانه	گزارش رصد فناوری و سناریوها	تفکیک روند قطعی از سناریو

۱۲.۲فاز دوم: مطالعات بازار ایران (بخش دوم)

روش این فاز ترکیبی است از دو مسیر «اطلاعات ثانویه» و «روش میدانی/اولیه». منابع ثانویه شامل اسناد، مدارک و گزارش‌های نهادهایی مانند وزارت صمت، سازمان گمرک، سامانه کدال و گزارش‌های سالانه شرکت‌ها است. در مسیر میدانی، مصاحبه تلفنی و حضوری با تولیدکنندگان انجام می‌شود؛ حداکثر **۱۰مصاحبه کیفی B2B** به‌ازای هر حوزه و پوشش تمام بازیگران کلیدی در بخش .B2G

جامعه آماری	روش گردآوری	حجم نمونه	محدوده جغرافیایی
پیمانکاران و شرکت‌های نقشه‌برداری (B2B)	مصاحبه کیفی نیمه‌ساختارمند	تا ۱۰نفر به‌ازای هر حوزه	سراسری
نهادهای دولتی و عمومی (B2G)	مصاحبه و پرسشنامه سازمانی	تمام بازیگران کلیدی	سراسری
کاربران حرفه‌ای و سازمانی — (B2C)پیمایش میدانی	پرسشنامه کیفی میدانی	۵۰۰نمونه: تهران ۲۰۰، اصفهان ۱۰۰، مشهد ۱۰۰، تبریز ۱۰۰	چهار کلان‌شهر
کاربران حرفه‌ای — (B2C) پیمایش آنلاین	پرسشنامه برخط	۱٬۰۰۰نمونه	سراسری
واردکنندگان و شبکه توزیع	مصاحبه کیفی و بررسی اسناد گمرکی	پوشش بازیگران اصلی	سراسری

حوزه‌های نظامی به‌صراحت خارج از محدوده این پژوهش است. تحلیل داده در سمت کمی با آمار توصیفی، تحلیل سهم و مقایسه گروه‌ها و در سمت کیفی با تحلیل مضمونی انجام می‌شود. همه آمار برآوردی در فاز میدانی با بازه اطمینان گزارش می‌شود تا در سند نهایی به‌عنوان برآورد — نه واقعیت قطعی — معرفی شود.

۱۲.۳فاز سوم: تدوین سند استراتژیک و نقشه راه (بخش سوم)

روش این فاز، تحلیل وضعیت موجود و ترسیم وضعیت مطلوب همراه با ارائه راهکار و نقشه راه است. پرسش‌های محوری این فاز سه دسته‌اند: پرسش‌های سیاست‌گذاری (چه نهادی چه مسئولیتی دارد)، پرسش‌های منابع مالی (چه سازوکاری تأمین مالی پایدار را تضمین می‌کند) و پرسش‌های انتقال فناوری (چه الگویی دستیابی به دانش طراحی را سریع‌تر می‌کند).

گام	فعالیت	روش	خروجی
۳-۱	ترسیم وضعیت موجود و مطلوب	تحلیل شکاف و ماتریس اهمیت-توانمندی	جدول شکاف فناورانه
۳-۲	تدوین گزینه‌های راهبردی	کارگاه خبرگان و روش دلفی محدود	سه گزینه راهبردی ارزیابی‌شده
۳-۳	تدوین نقشه راه تا ۱۴۱۰	برنامه‌ریزی شناور با سه افق	جدول اقدامات، مسئولیت و زمان
۳-۴	تدوین میله‌های سنجش	تعریف شاخص‌های کمی و منبع تأیید	سامانه پایش پیشرفت

اعتبارسنجی یافته‌ها در هر سه فاز از راه «مثلث‌سازی» انجام می‌شود؛ یعنی هر یافته مهم باید دست‌کم از دو منبع مستقل – مانند داده گمرکی و مصاحبه میدانی، یا گزارش بین‌المللی و داده داخلی – تأیید شود. یافته‌هایی که این آزمون را نگذرانند، در گزارش نهایی به‌عنوان «فرضیه نیازمند بررسی بیشتر» علامت‌گذاری می‌شوند تا کاربر سند، درجه اطمینان هر عدد را بداند.

۱۳برنامه اجرا، زمان‌بندی و مراحل کار

مدت اجرای طرح **۴ماه** است و بر پایه سهم‌بندی مراحل در سند مرجع (که دو مرحله پایانی را **۲۵درصد** و **۲۵ درصد** در نظر گرفته) تنظیم شده است. جمع‌بندی مراحل، تفکیک مسئولیت و جدول زمانی ۱۲ماه به‌شکل زیر ارائه می‌شود.

۱۳.۱مراحل اجرا و سهم از کل کار

ردیف	عنوان مرحله	فاز	سهم از کل	مدت (ماه)	خروجی اصلی
۱	تدوین درخت فناوری و تعریف حدود دامنه	فاز اول	۱۰٪	۰.۴	سند تعریف دامنه و واژگان کلیدی
۲	گردآوری داده فناوری و بازار جهانی و اعتبارسنجی متقابل	فاز اول	۲۰٪	۰.۸	پایگاه داده شاخص‌های جهانی
۳	پتنت‌کاوی ۱۰ساله و تحلیل خوشه‌ای	فاز اول	۲۰٪	۰.۸	پایگاه دانش مالکیت فکری
۴	پیمایش میدانی و مصاحبه‌های B2Bو B2G و B2C	فاز دوم	۲۰٪	۰.۸	داده‌های بازار ایران و جدول تقاضا
۵	تحلیل داده و برآورد اندازه بازار و زنجیره ارزش	فاز دوم	۵٪	۰.۲	گزارش بازار ایران
۶	تدوین گزینه‌های راهبردی و کارگاه خبرگان	فاز سوم	۱۵٪	۰.۶	سند راهبردی و نقشه راه

ردیف	عنوان مرحله	فاز	سهم از کل	مدت (ماه)	خروجی اصلی
۷	تدوین نهایی، میله‌های سنجش و ارائه	فاز سوم	۱۰٪	۰.۴	سند نهایی و ارائه مدیریتی

۱۳.۲جدول زمانی اجرا (چهار ماه از آبان‌ماه ۱۴۰۴)

مرحله	ماه ۱	ماه ۲	ماه ۳	ماه ۴
۱تعریف دامنه و درخت فناوری	■			
۲داده جهانی و اعتبارسنجی	■	■		
۳پتنت‌کاوی		■	■	
۴پیمایش میدانی		■	■	■
۵تحلیل و برآورد بازار			■	■
۶کارگاه راهبردی و نقشه راه			■	■
۷تدوین نهایی و ارائه				■

۱۳.۳مسئولیت‌ها و نقاط کنترل

نقش	مسئول	وظیفه اصلی	مقطع کنترلی
مجری طرح	دبیر خانه سندیکای شناسا	مدیریت کل، تأمین منابع و تحویل نهایی	پایان ماه ۲و ماه ۴
کمیته پژوهشی	مشاوران	تأیید روش، بازبینی خروجی‌ها و تعیین اولویت‌ها	پایان هر مرحله
گروه تحلیل فناوری	کارشناسان متخصص	رصد فناوری، پتنت‌کاوی، تحلیل داده	ماه ۱تا ۳
گروه میدانی و پشتیبانی داده	کارشناسان	گردآوری داده، مصاحبه‌ها، پاک‌سازی و مستندسازی	ماه ۲تا ۴

نقاط کنترل با ارائه بسته مستندات به کمیته پژوهشی انجام می‌شود. شرایط تغییر در برنامه زمانی دو مورد است: نخست، عدم دسترسی به داده گمرکی در سطح تفکیک تعرفه مورد نیاز که در این حالت جایگزین آن پیمایش واردکنندگان و مقایسه با داده‌های استانی است؛ دوم، کاهش همکاری پاسخ‌دهندگان در فضای میدانی که در این حالت سهم پیمایش آنلاین در چارچوب حجم نمونه تعریف‌شده سند مرجع افزایش می‌یابد. هر دو سناریو از قبل در طراحی حجم نمونه و روش گردآوری داده دیده شده‌اند تا انحراف برنامه به حداقل برسد.

۱۴نقشه راه بومی‌سازی و ارتقای فناوری تا افق ۱۴۱۰

فاز سوم طرح، سند استراتژیک و نقشه راه بومی‌سازی فناوری را با سه افق زمانی تدوین می‌کند. منطق تفکیک افق‌ها بر پایه واقع‌بینی فنی است: در کوتاه‌مدت امکان دستیابی به توان «ارائه خدمت با استاندارد» وجود دارد، در میان‌مدت توان «طراحی و مونتاژ کنترل‌شده» و در بلندمدت توان «طراحی زنجیره و رقابت منطقه‌ای».

۱۴.۱اهداف کمی سه افق

افق	هدف محوری	سنجه کمی هدف	اقدام اولویت‌دار	متولی پیشنهادی
۱۴۰۶ (کوتاه‌مدت)	ایجاد مرجعیت واسنجی و استاندارد	تأسیس و بهره‌برداری آزمایشگاه مرجع واسنجی	تأسیس آزمایشگاه و تدوین دستورکار ملی واسنجی	سندیکا با همکاری نهاد استاندارد
۱۴۰۶	شفاف‌سازی بازار و آمار رسمی	انتشار سالانه آمار بازار تجهیزات نقشه‌برداری	ایجاد پایگاه داده بازار با تفکیک تعرفه	وزارت صمت و گمرک
۱۴۰۶	توانمندسازی نیروی انسانی	آموزش ۵۰۰کارشناس در دوره‌های تخصصی	بسته آموزش شغلی مشترک دانشگاه و صناعت	سندیکا و دانشگاه‌ها
۱۴۰۸ (میان‌مدت)	طراحی و مونتاژ کنترل‌شده	سهم دست‌کم ۳۰درصد تولید داخلی در ثابت‌کننده و پهپاد	خط مونتاژ با صلاحیت واسنجی داخلی	شرکت‌های دانش‌بنیان
۱۴۰۸	داده مکانی یکپارچه	یکپارچه‌سازی لایه‌های زیرساخت مکانی در گره ملی	توافق تبادل داده میان نهادهای تولیدکننده	سازمان نقشه‌برداری کشور
۱۴۰۸	ارتقای شبکه ایستگاه‌های دائمی	کاهش متوسط فاصله ایستگاه‌ها در پهنه‌های بحرانی نوین	توسعه تراکم در پهنه‌های فرونشست	نهادهای زیرساختی
۱۴۱۰ (بلندمدت)	رقابت‌پذیری منطقه‌ای	سهم صادراتی قابل توجه در خدمات فنی و نرم‌افزار	عرضه راه‌حل کامل بومی با خدمات پس از فروش	سندیکا و شرکت‌های پیشرو
۱۴۱۰	تسلط بر لایه داده و پردازش	خودکفایی در نرم‌افزار پردازش ابر نقاط و مدل سه‌بعدی	بومی‌سازی کامل ابزار پردازش و اعتبارسنجی	دانش‌بنیان‌ها

۱۴.۲اقدامات راهبردی در شش محور

۱. **محور سیاست خرید:** تعریف فهرست تجهیزات اولویت‌دار داخلی، الزام برنامه نگهداشت در قرارداد، و پیوند خریدهای دولتی با توان داخلی.

۲. **محور سرمایه‌گذاری مشترک:** راه‌اندازی صندوق یا مدل اجاره تجهیزات گران‌قیمت میان اعضای سندیکا برای کاهش سرمایه‌گذاری اولیه و افزایش نرخ بهره‌برداری.

۳. **محور آزمایشگاه و استاندارد:** استقرار آزمایشگاه مرجع واسنجی و پیوند آن با مجوزهای قانونی، به‌گونه‌ای که گواهی واسنجی این مرکز در خریدهای دولتی پذیرفته شود.

۴. **محور پژوهش و توسعه:** تعریف پروژه‌های R&Dمشترک با دانشگاه در چهار حوزه: گیرنده، لیدار، پردازش ابر نقاط و یکپارچه‌سازی حسگر.

۵. **محور داده و حاکمیت داده:** تعریف سیاست یکپارچه‌سازی داده مکانی و استاندارد تبادل میان نهادهای ملی.

۶. **محور صادرات و همکاری منطقه‌ای:** بهره‌گیری از مجاورت با سریع‌ترین بازار رشدیابنده جهان (خاورمیانه و آفریقا با **۸.۶درصد** رشد سالانه مرکب) برای عرضه خدمات فنی و نرم‌افزاری. (Mordor Intelligence، ۲۰۲۶)

۱۴.۳میله‌های سنجش پیشرفت

شاخص سنجش	مقدار مبنا (۱۴۰۴)	هدف ۱۴۰۶	هدف ۱۴۰۸	هدف ۱۴۱۰	منبع تأیید
تعداد ایستگاه دائمی GNSSفعال	۷۰۰	۸۵۰	۱,۰۰۰	۱,۲۰۰	گزارش نهاد متولی
تعداد آزمایشگاه مرجع واسنجی معتبر	۰	۱	۳	۵	تأییدیه نهاد استاندارد
گزارش سالانه آمار بازار	منتشر نمی‌شود	سالانه	سالانه	سالانه	پایگاه داده وزارت صمت
شاخص توان داخلی لایه پردازش	متوسط	خوب	خوب	ممتاز	ارزیابی کمیته خبرگان
تعداد کارشناس آموزش‌دیده در دوره‌های تخصصی	—	۵۰۰	۱,۵۰۰	۳,۰۰۰	سوابق آموزشی سندیکا

نکته مهم آن است که همه میله‌ها باید هزینه اجرا داشته باشند. برآورد منابع لازم برای افق کوتاه‌مدت در فصل هزینه‌ها آمده است؛ برای افق‌های میان‌مدت و بلندمدت، پیشنهاد می‌شود منابع از ترکیب سرمایه‌گذاری خصوصی اعضای سندیکا، خطوط اعتباری نهادهای توسعوی و پیوند Forschungوفناوری با برنامه هفتم توسعه تأمین شود. بدون پیوند با نظام بودجه‌ریزی، این نقشه راه به یک سند سیاستی بدون ضمانت اجرا تبدیل خواهد شد؛ و اگرچه بخش زیادی از اهداف با ابزار خصوصی و همکاری سندیکایی به‌دست می‌آید، نقش تنظیم‌گری دولت در لایه استاندارد، داده و خرید همچنان تعیین‌کننده است.

۱۵دستاوردها، کاربردها و اثرگذاری

دستاوردهای این طرح در دو سطح بخش خصوصی و نظام سیاست‌گذاری قابل تفکیک است. تعریف سند مرجع در بند دستاوردهای کاربردی نیز همین تقسیم‌بندی را دنبال کرده و در اینجا با شاخص‌های قابل سنجش تکمیل شده است.

۱۵.۱دستاوردها برای بخش خصوصی

نمودار رشد نرخ مرکب بخش‌های بازار

نخست، تصویر روشنی از تقاضا در هفت حوزه و اولویت سرمایه‌گذاری در هر حوزه به دست می‌دهد؛ به‌طوری که عضو سندیکا بتواند پیش از خرید تجهیزات، بازده انتظاری سرمایه‌گذاری خود را با سهم بازار و رشد آن حوزه بسنجد. دوم، با شفاف‌سازی مدل‌های همکاری مشترک (اشتراک ناوگان، مرکز داده مکانی، پیمانکار محوری)، مسیر دستیابی شرکت‌های کوچک به پروژه‌های بزرگ بدون سرمایه‌گذاری غیرقابل تأمین هموار می‌شود. سوم، تعریف مسیر حرکت از فروش سخت‌افزار به عرضه خدمت و اشتراک، با جهت واقعی بازار جهانی همراستاست؛

جایی که خدمات با نرخ **۱۰.۵۵درصد** و پهپاد و لیدار با **۲۱.۲درصد** در حال رشدند، در برابر **۵.۱۷درصد** کل بازار (Mordor Intelligence، ۲۰۲۶).

۱۵.۲دستاوردها برای نظام سیاست‌گذاری

دستاورد	مخاطب	کاربرد مستقیم	سنجه اثر
شرح وقوع فناوری جهانی GNSSو لیدار	نهادهای سیاست‌گذار	تدوین پیوست فنی برنامه‌های توسعه	استفاده در اسناد رسمی
تحلیل شکاف فناورانه در هشت لایه	وزارت صمت و نهادهای فناوری	اولویت‌بندی حمایت از بومی‌سازی	تخصیص منابع بر پایه جدول اولویت
جدول تحلیل ریسک و تاب‌آوری PNT	نهادهای امنیتی و زیرساختی	تدوین سیاست تاب‌آوری در پهنه‌های حساس	ورود الزام فنی به آیین‌نامه خرید
نقشه راه سه‌افقی با میله سنجش	سازمان برنامه و بودجه	پیوند با برنامه هفتم توسعه	پیگیری سالانه میله‌ها
چارچوب آزمایشگاه مرجع واسنجی	نهاد استاندارد و سندیکا	صدور گواهی مورد قبول خرید دولتی	تعداد آزمایشگاه معتبر

۱۵.۳اثرهای بلندمدت مورد انتظار

چنانچه اقدامات نقشه راه اجرا شود، سه اثر تجمعی انتظار می‌رود. **اثر اول: کاهش ریسک داده ثبتی.** با ارتقای دقت و بازنگری دوره‌ای داده‌ها، شمار اختلافات ناشی از عدم تطابق نقشه املاک کاهش می‌یابد؛ دستاوردی که با هدف اصلی شمیم، یعنی تکمیل کاداستر و تعیین دقیق مرزهای املاک و اراضی، همراستاست. **اثر دوم: افزایش تاب‌آوری پایش مخاطرات.** برای پهنه‌هایی که نرخ فرونشست در آنها چند برابر میانگین جهانی است، پایش پیوسته با ابزار واسنجی‌شده، امکان تصمیم‌گیری زودتر را فراهم می‌کند (همشهری آنلاین، ۱۴۰۱). **اثر سوم: تقویت صادرات خدمات فنی.** با نگارش گروهی توان داخلی در نرم‌افزار پردازش، آموزش و خدمات واسنجی، امکان عرضه این خدمات به کشورهای منطقه – که بازار آنها تندترین رشد جهانی را دارد – فراهم می‌شود.

۱۵.۴محدودیت‌ها و حوزه‌های خارج از دامنه

طرح حاضر هیچ‌گونه مطالعه ای در حوزه‌های نظامی انجام نمی‌دهد و روش‌های گردآوری داده نیز بر همین اساس محدود شده است. همچنین، طرح به‌عنوان یک پژوهش چهارماهه، ممکن است در بخش آمار تعرفه‌ای گمرکی با محدودیت تفکیک داده روبه‌رو شود؛ در این موارد عدد به‌صورت برآورد با بازه اطمینان گزارش خواهد شد و منبع و روش برآورد شفاف ارائه می‌شود تا سند قابلیت پیگیری و اعتبارسنجی مستقل را داشته باشد.