

# شبکه ایستگاههای دائم ژئودینامیک ایران (پردازش و نتایج)

سازمان نقشه برداری کشور

اداره کل نقشه برداری زمینی و بنیادی

اداره ژئودزی و ژئودینامیک

تابستان ۱۴۰۴



بخش اول:

سیستمهای تعیین موقعیت ماهواره‌ای

## تعریف:

► یک سیستم تعیین موقعیت ماهواره‌ای، سیستمی است که با استفاده از امواج ارسالی یا منعکس شده از اجرامی که به دور زمین در گردش هستند، موقعیت نقاط در سطح یا در نزدیکی سطح زمین را تعیین می‌کند.

## تاریخچه طراحی سیستم‌های تعیین موقعیت ماهواره‌ای



▶ اسپوتنیک نخستین ماهواره فضایی جهان بود که در اکتبر ۱۹۵۷ توسط اتحاد جماهیر شوروی به مدار زمین پرتاب شد. در همین زمان دانشمندان در دانشگاه ماساچوست آمریکا متوجه شدند فرکانس سیگنالهای رادیویی دریافتی از ماهواره روسی به محض نزدیک شدن به زمین افزایش و با دور شدن آن کاهش می‌یابد این کشف سرآغاز طراحی سیستمهای تعیین موقعیت جهانی توسط ایالات متحده آمریکا بود.

▶ اولین سیستم ناوبری ماهواره‌ای کاربردی که نیروی دریایی ایالات متحده آن را در سال ۱۹۶۰ راه اندازی کرد، ترانزیت یا ناوست نام داشت. این سیستم شامل پنج ماهواره بود که تقریباً هر یک ساعت یک بار می‌توانست مختصات یک محل را مشخص کند. این سیستم ابتدا برای فراهم آوردن اطلاعات دقیق مکانی مورد نیاز برای زیردریایی‌های حامل موشک بالستیک پولاریس و همچنین برای سامانه ناوبری کشتیهای نیروی دریایی، آب‌نگاری و زمین‌سنجی استفاده می‌شد. این سیستم از سال ۱۹۶۴ به بعد، به شکل پیوسته خدمات موقعیت‌یابی ماهواره‌ای را ابتدا برای زیردریایی‌های پولاریس و بعدها برای عموم ارائه کرد.

▶ با توجه به سرعت پایین تعیین موقعیت در سیستم ترانزیت، ارتش آمریکا بر آن شد تا سیستمی متشکل از ماهواره‌های فضایی ایجاد کند تا سیگنالهای پیوسته به زمین ارسال کنند. کمپانی Aerospace Corporation در این زمینه پژوهشهایی انجام داد که نتیجه آن مفهومی از فناوری جی پی اس را آفرید که امروزه با آن سر و کار داریم

► سیستم تعیین موقعیت جهانی یا GPS به‌عنوان یکی از مهم‌ترین دستاوردهای فناوری ماهواره‌ای، نقش بسیار مهمی در جهانی‌سازی و ارتباطات امروزی ایفا می‌کند. از زمان شروع استفاده از جی پی اس در سال ۱۹۷۳ توسط ایالات متحده آمریکا به‌عنوان یک سیستم نظامی، این فناوری به‌سرعت به سطوح جدیدی از کاربرد رسیده است.

► در ابتدا، جی پی اس برای اهداف نظامی و امنیتی استفاده می‌شد. در سال ۱۹۸۳ یک هواپیمای مسافربری کره که ۲۶۹ مسافر داشت، از مسیر اصلیش منحرف شد و به اشتباه وارد حریم هوایی شوروی شد. ارتش شوروی هم این ورود ناگهانی را به‌عنوان یک حمله تلقی و هواپیمای مسافربری را سرنگون کرد. بعد از این سانحه غم‌انگیز، رونالد ریگان - رئیس‌جمهور وقت آمریکا - خواستار این شد که سیستم GPS برای استفاده‌های غیرنظامی و به‌صورت رایگان در اختیار همه قرار بگیرد.

► در آغاز، نیروی هوایی آمریکا دو سیگنال دقیق و واضح برای استفاده نظامی و یک سیگنال ضعیف شده و با کیفیت پایین‌تر برای کاربردهای همگانی می‌فرستاد که منجر به خطایی در حدود ۱۰۰ متر می‌شد. در نهایت در سال ۲۰۰۰ (میلادی) در زمان رییس‌جمهور - بیل کلینتون - سیگنال با کیفیت بالا در اختیار همگان قرار گرفت.



## بخش دوم

سیستم تعیین موقعیت جهانی

GPS

# ساختار سیستم تعیین موقعیت ماهواره‌ای GPS

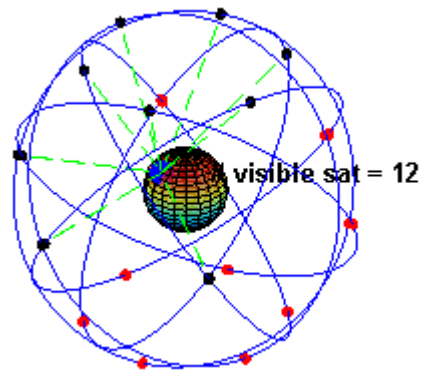
▶ بخش فضایی

▶ بخش کنترل

▶ بخش کاربر

# بخش فضایی

▶ بخش فضایی از ماهواره‌های مستقر در مدار زمین تشکیل شده‌است که به اختصار ماشین‌های فضایی نیز نامیده می‌شوند. در طراحی نخستین جی‌پی‌اس، بیست و چهار ماهواره مورد نیاز بود که در هشت مدار دایره‌ای و در هر مدار حداکثر سه ماهواره قرار می‌گرفتند. بعدها این طرح تبدیل به شش مدار شد و در هر مدار حداکثر چهار ماهواره در نظر گرفته شد.



▶ مدارها به شکلی تنظیم شده‌اند که در همه ساعات شبانه روز و تقریباً از همه نقاط سطح زمین، دستکم ۶ ماهواره در خط دید باشند. برای دستیابی به این موضوع، فاصله یکسانی برای ماهواره‌های موجود در مدار مشترک در نظر گرفته نشده‌است (با هم ۹۰ درجه نیستند). اگر ساده‌تر در نظر بگیریم فاصله زاویه‌ای بین بین ماهواره‌ها به شکل ۳۰، ۱۰۵، ۱۲۰ درجه است که در مجموع ۳۶۰ درجه می‌شود.

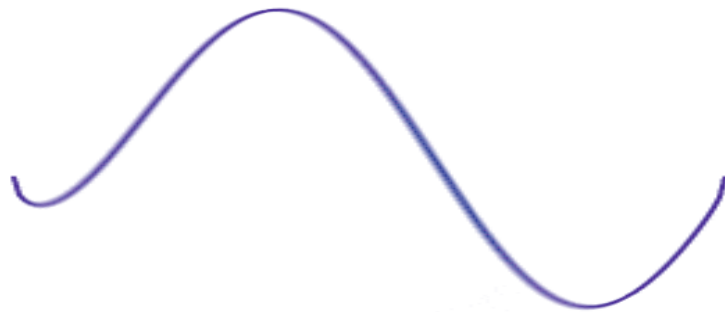
▶ بلندی مداری حداکثر حدود ۲۰۲۰۰ کیلومتر است، یعنی شعاع مداری حداکثر ۲۶۶۰۰ کیلومتر است. هر ماهواره، در هر روز نجومی دو بار و همان مسیر قبلی را نسبت به زمین می‌پیماید.

▶ در فوریه ۲۰۱۶، ۳۲ ماهواره در سامانه جی‌پی‌اس حضور داشتند که ۳۱ ماهواره، فعال بودند. ماهواره‌های اضافی، دقت محاسبات گیرنده‌های جی‌پی‌اس برای اندازه‌گیری‌های دقیق را افزایش می‌دهند. با افزایش شمار ماهواره‌ها چینش آن‌ها در مدارها به شکل ناهمسانی تغییر کرد. مزیت این شکل از چینش نسبت به فرم استاندارد این است که در صورت از دست رفتن یکی از ماهواره‌ها (عدم کارکرد درست)، کارایی سامانه، کاهش نمی‌یابد. با وضعیت امروزی از هر نقطه زمین و در هر زمانی در حدود ۹ ماهواره به شکل هم‌زمان در خط دید قرار دارند. این امر باعث افزایش چشمگیر اعتماد به دقت، نسبت به حضور دستکم ۴ ماهواره، برای تعیین مکان می‌شود.

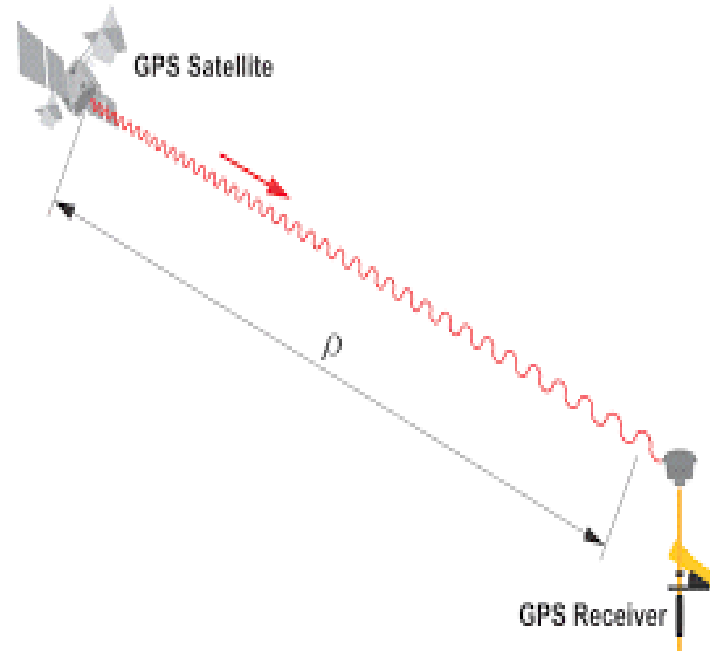
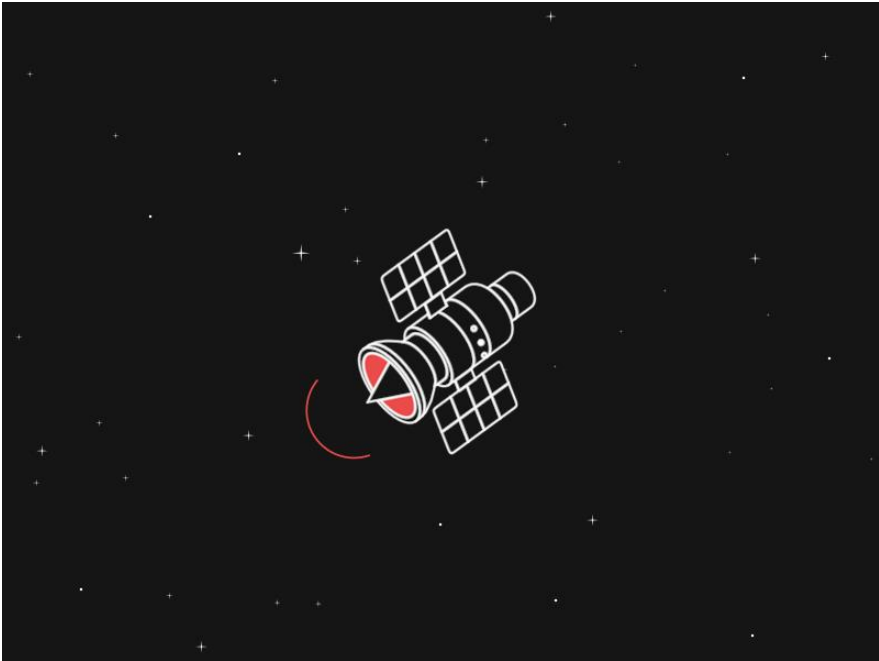
## بخش فضایی: سیگنالهای ارسال شده توسط ماهواره‌ها



در علم پردازش سیگنال و فیزیک، سیگنال به تابعی گفته می شود که اطلاعاتی پیرامون یک پدیده را با خود حمل می کند. این معنی در علم الکترونیک مفهوم بهتری به خود گرفته و اینگونه تعبیر می شود که سیگنال به یک جریان الکتریکی یا الکترومغناطیسی گفته می شود که اطلاعاتی را از یک وسیله یا شبکه به وسیله یا شبکه دیگر انتقال داده و با خود حمل می کند. در علم نقشه برداری منظور از سیگنال آن دسته از اطلاعات مفیدی است که دارای اعتبار بوده و به دست کاربر رسیده است.



# سیگنالهای GPS



## L5

این سیگنال، سومین سیگنال GPS است که در ۱۱۷۶ مگاهرتز کار می کند. با توجه به اینکه این سیگنال جدید است، هنوز برای کاربران قابل استفاده نیست اما پیش بینی می شود در آینده نزدیک این سیگنال نیز در اختیار کاربران قرار گیرد.

## L2

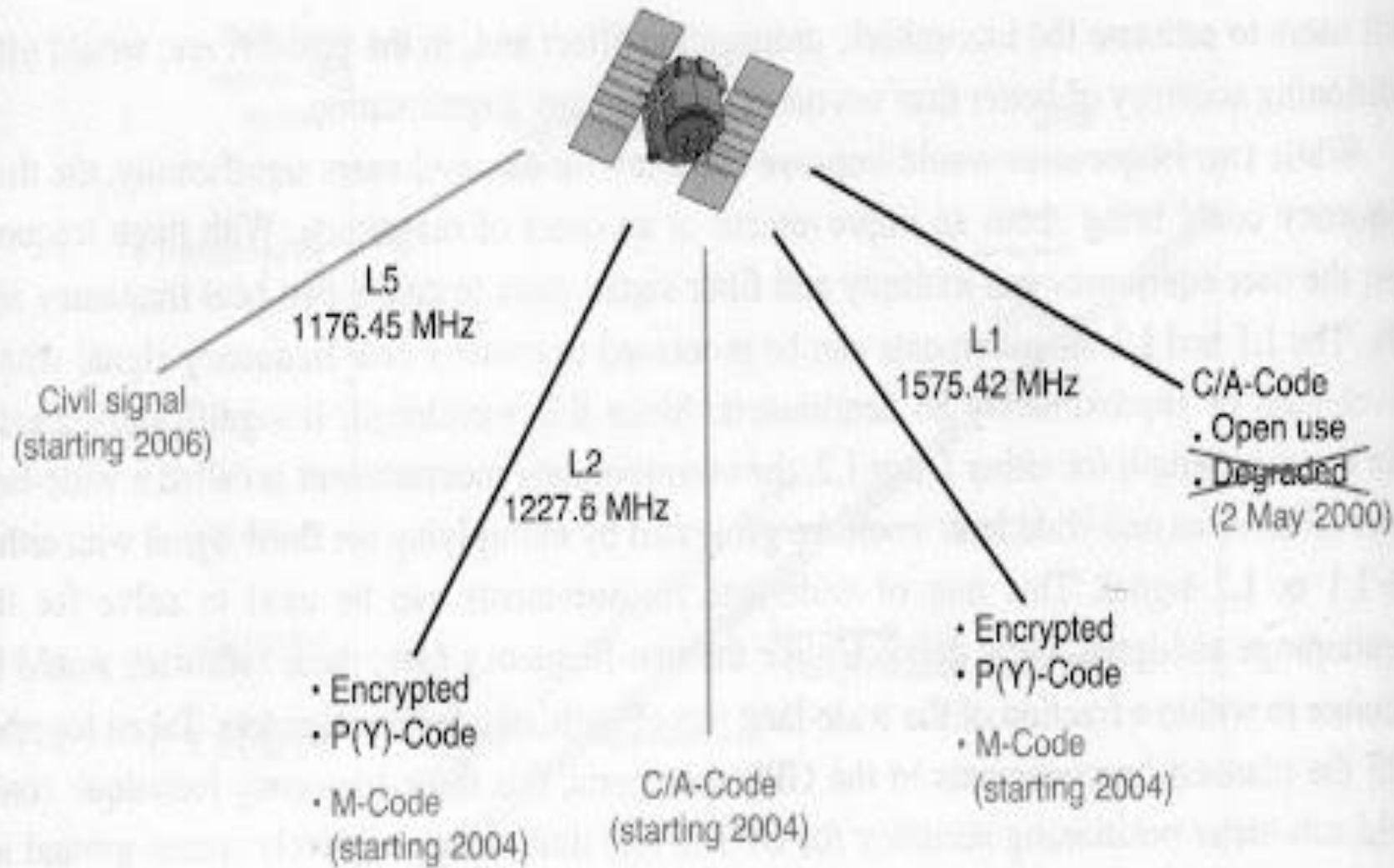
این سیگنال بعد از سیگنال L1 ایجاد شده است و دارای کد نظامی و کد استفاده غیرنظامی می باشد. L2 از فرکانس ۱۲۲۷.۶۰ مگاهرتز استفاده می کند که سریعتر از L1 است. این فرکانس موجب میشود سیگنال بهتر از موانعی مانند پوشش ابر، درختان و... عبور کند. با این حال، از آنجایی که L2 جدیدتر است، زیرساخت آن هنوز کامل نشده است. به همین دلیل، نمی توان از آن به تنهایی استفاده کرد و معمولاً همراه با فرکانس های L1 استفاده شود

## L1

این سیگنال قدیمی ترین سیگنال GPS است. دارای دو بخش است: P. P- کد (C/A) و کد دقیق P. code برای استفاده نظامی استفاده می شود، در حالی که C/A برای عموم آزاد است. سیگنال L1 از فرکانس ۱۵۷۵.۴۲ مگاهرتز استفاده می کند. از آنجایی که L1 قدیمی ترین و شناخته شده ترین سیگنال است، حتی ارزان ترین دستگاه های GPS نیز قادر به دریافت آن هستند. با این حال، به دلیل اینکه فرکانس آن نسبتاً آهسته است، در عبور از موانع چندان مؤثر نیست.

## بخش فضایی: اطلاعاتی که توسط سیگنالهای ماهواره‌ای ارسال میشوند

- ▶ **فاز موج حامل:** فاز موج حامل ارسالی از سمت ماهواره‌های تعیین موقعیت سیستم GPS، یک سیگنال فرکانسی رادیویی سینوسی است که در فرکانس مشخص، از سمت ماهواره به سمت گیرنده GPS/GNSS ارسال می‌شود. فاز موج حامل در سیستم‌های GPS بصورت تعداد سیکل‌های کامل فاز ارسالی از ماهواره GPS، شمارش می‌گردد.
- ▶ **کد فاصله یابی:** یک مجموعه‌ای از ۰ و ۱ است که اجازه‌ی محاسبه‌ی زمان سیر موج سیگنال ماکروویو از ماهواره تا گیرنده را می‌دهد. به این مجموعه، دنباله‌ی نویز شبه تصادفی Pseudo-Random Noise یا کدهای PRN می‌گویند. این کدها برای هر ماهواره مقدار منحصر به فردی دارند.
- ▶ **داده‌های ناوبری:** یک پیام رمزنگاری شده باینری است که اطلاعاتی تحت عنوان پارامترهای کپلری، موقعیت ماهواره و سرعت آن‌ها بصورت افم‌ریزهای ماهواره، پارامترهای بایاس ساعت ماهواره، آلمانک، وضعیت سلامت ماهواره و سایر اطلاعات تکمیلی را تولید می‌کند. این مقادیر، با استفاده از یک مدولاسیون خاص روی سیگنال‌های ارسال شده از سمت GPS، سوار می‌شوند.

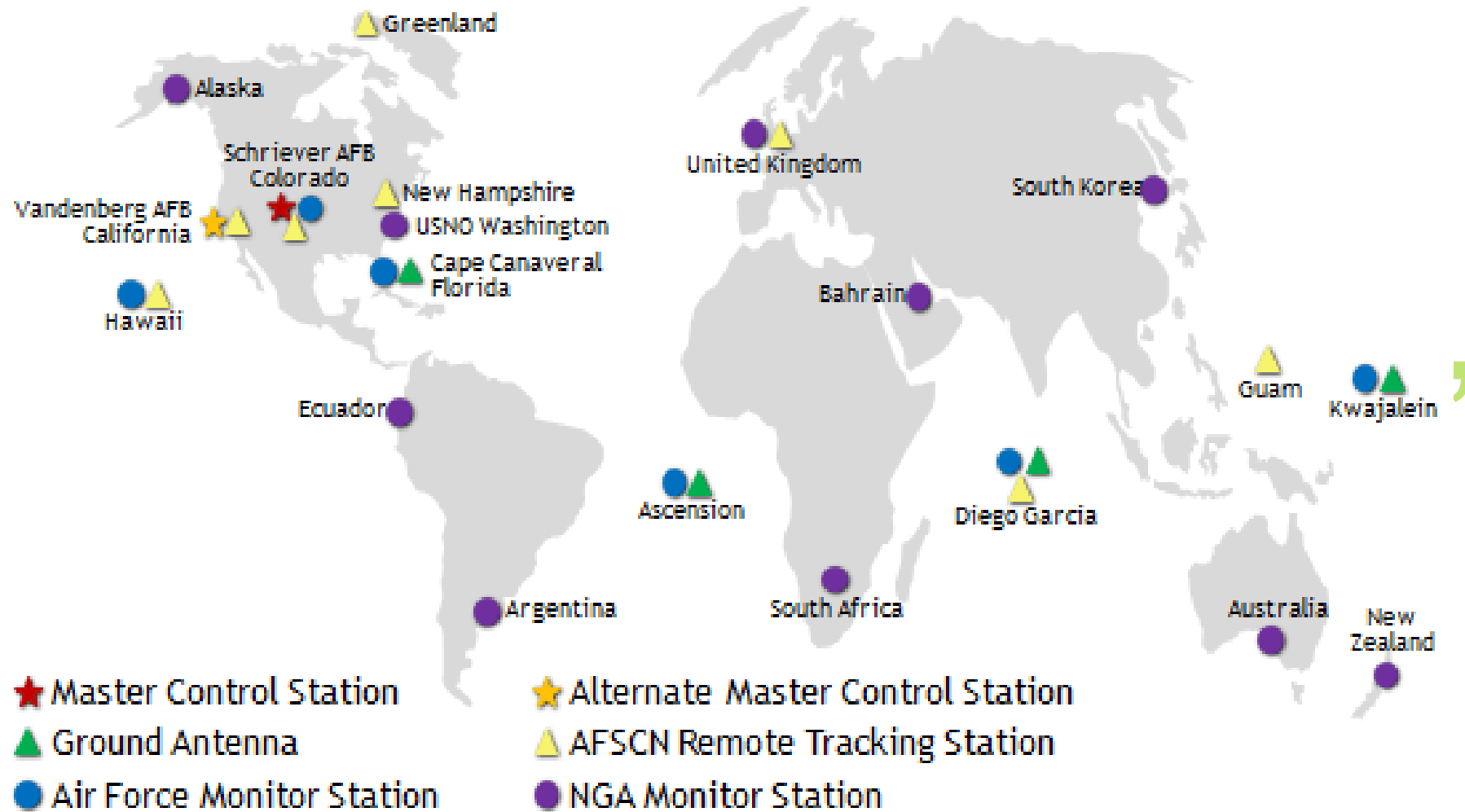


**Figure 2.12** GPS signals circa 2010. Each satellite will transmit three signals for the civil users: a C/A-coded signal on both L1 and L2, and a wide-band signal on L5. The P(Y)-coded and M-coded signals will be encrypted.

## بخش کنترل

- ▶ این بخش شامل ایستگاه‌های کنترل زمینی است که دارای مختصات معلوم هستند و موقعیت آن‌ها از طریق روش‌های کلاسیک تعیین موقعیت بدست آمده‌است.
- ▶ شمار ایستگاه‌های کنترل زمینی پیشتر ۵ عدد بود که ایستگاه اصلی آن در ایالت کلرادو اسپرینگ ایالات متحده قرار داشت.
- ▶ تعداد این نقاط کنترل زمینی اکنون به حدود ۱۲ ایستگاه رسیده است

بخش دوم: سیستم تعیین  
موقعیت جهانی GPS



نقشه پراکندگی ایستگاههای کنترل زمینی

## موقعیت مکانی نقاط کنترل زمینی

- ▶ پایگاه هوایی Schriever در کلرادو، به عنوان ایستگاه کنترل اصلی ایفای نقش می‌کند.
- ▶ جزیره استوایی Ascension در اقیانوس اطلس جنوبی، دماغه کاناورال در فلوریدا، جزیره مرجانی دیه‌گو گارسیا واقع در اقیانوس هند و جزیره Kwajalein در اقیانوس آرام نیز به عنوان ایستگاه آنتن زمینی (فرستنده) عمل می‌کنند.
- ▶ ایستگاه‌های پایش (گیرنده) در ابتدا ایستگاه‌های بالا در نظر گرفته شدند اما در سال ۲۰۰۵ ایستگاه‌های جدیدی در آرژانتین، بحرین، انگلستان، اکوادور، واشنگتن دی سی و استرالیا به آن‌ها اضافه شد. لازم به ذکر است که یک ایستگاه کنترل اصلی موقتی پشتیبان در نزدیکی واشنگتن دی سی قرار دارد. یک ایستگاه کنترل اصلی جانشین دائمی نیز در پایگاه هوایی Vanderberg ایالت کالیفرنیا در دست احداث است.

# وظایف نقاط کنترل زمینی

- ▶ ایستگاه‌های پایش مدام در حال رهگیری سیگنال‌های ناوبری از همه ماهواره‌ها بوده و دائماً این داده‌ها را به منظور پردازش، به ایستگاه کنترل اصلی ارسال می‌کنند. ایستگاه کنترل اصلی محاسبات مربوط به پیش‌بینی موقعیت مدار را برای هر ماهواره در صورت فلکی و نیز محاسبات مربوط به تصحیحات ساعت‌های ماهواره‌ها را انجام می‌دهد.
- ▶ ایستگاه کنترل اصلی، داده‌های ساعت و مدار به‌روزرسانی شده فوق‌الذکر را به چهار ایستگاه آنتن زمینی ارسال می‌کند. سپس این داده‌ها به منظور حفظ دقت سیستم روزی سه بار از این ایستگاه‌ها به هر ماهواره ارسال می‌شوند. ایستگاه‌های زمینی همچنین دستورات (رایانه‌ای) را به منظور مدیریت روزمره، به‌روزرسانی نرم‌افزار و تنظیمات مدار به ماهواره‌ها ارسال می‌کنند.
- ▶ هر ماهواره همیشه در میدان دید حداقل دو ایستگاه زمینی و معمولاً در میدان دید سه ایستگاه زمینی می‌باشد.

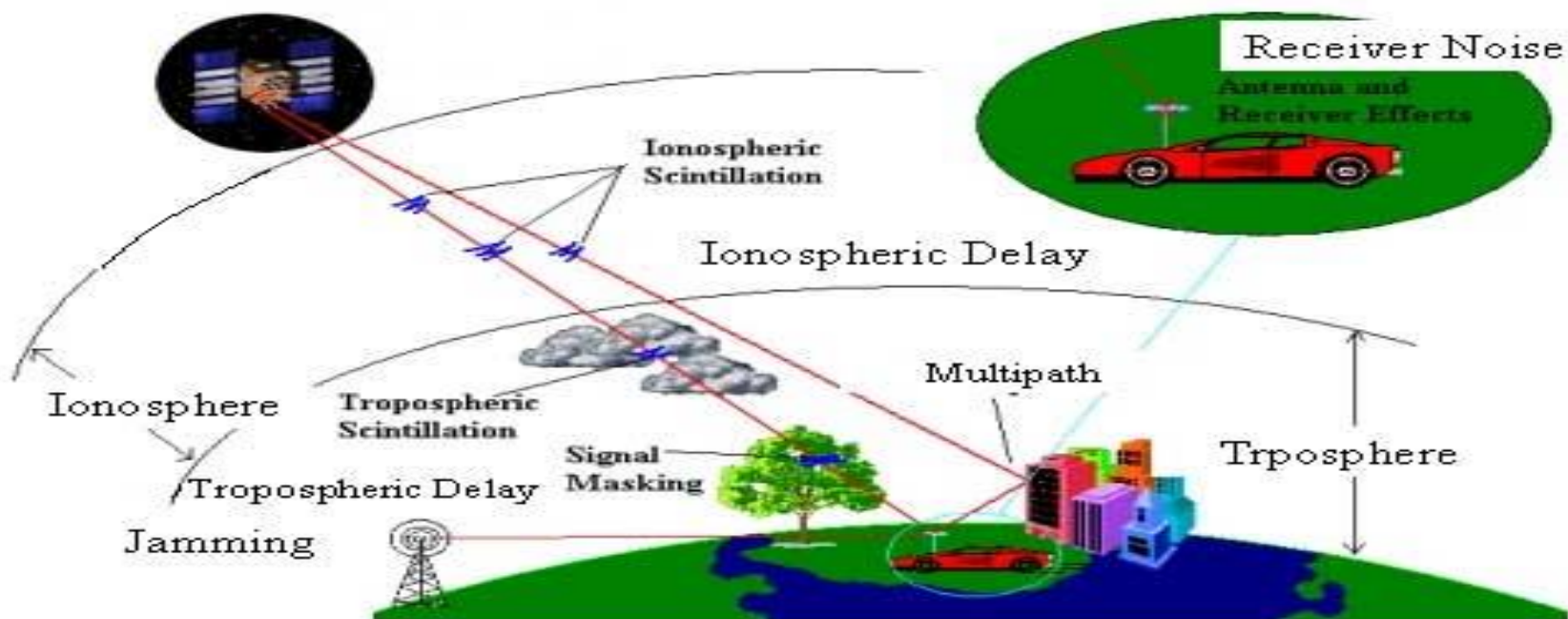
## بخش کاربران سیستم تعیین موقعیت جهانی

آخرین بخش از سامانه جی پی اس، قسمت کاربران سامانه است که خود شامل دو بخش است:

- آنتن دریافت کننده اطلاعات ارسالی از ماهواره‌ها
- گیرنده (پردازش کننده اطلاعات دریافتی و تعیین کننده موقعیت محل آنتن)



# Errors on GPS Signal



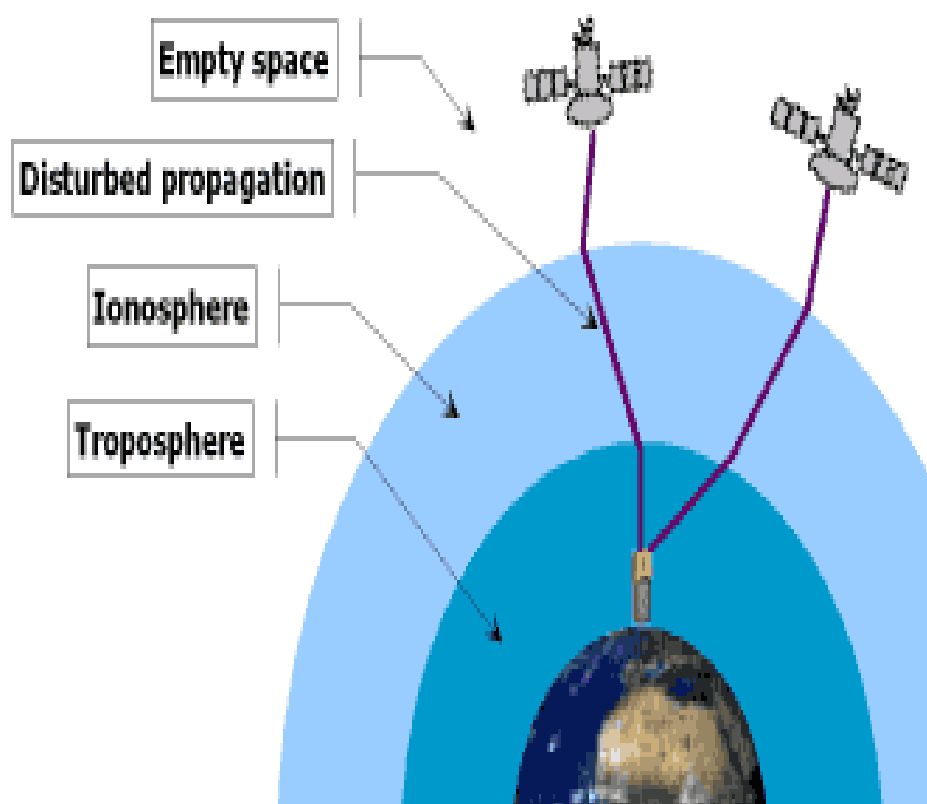
بخش سوم

خطاهای تعیین موقعیت ماهواره‌ای

# انواع خطاها

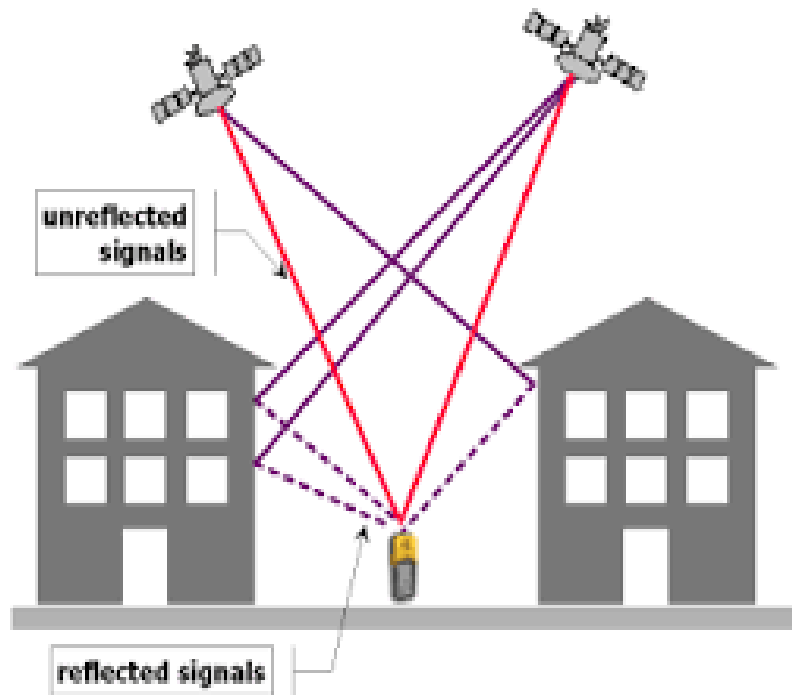
► گیرنده های جی پی اس/جی ان اس در واقع با استفاده از اندازه گیری فاصله بین گیرنده تا ماهواره های جی پی اس/جی ان اس و دانستن موقعیت ماهواره های موجود روی مدارات مختلف با استفاده از اطلاعات دقیقی که ماهواره ها منتشر میکنند (مانند افمیزیهای دقیق)، موقعیت گیرنده های زمینی را محاسبه می کنند. در محاسبه ی این فاصله هندسی، عوامل مختلفی موثر هستند که هر کدام می توانند به نوبه خود باعث ایجاد یکسری خطاها در محاسبه موقعیت گیرنده شوند. گیرنده های جی پی اس بدون اعمال تصحیحات (اطمینان از صحت بالای گیرنده)، در بهترین حالت می توانند دقتی در حد ۳ متر یا بهتر در افق داشته باشند و در اندازه گیری های قائم، می توان با استفاده از گیرنده های GNSS به دقتی در حد ۵ متر یا بهتر در ۹۵ درصد مواقع رسید. (خطاهای موقعیت GPS همیشه از نظر ارتفاعی تقریباً ۱.۵ تا ۲ برابر اندازه گیری های افقی هستند.)

## اختلالات اتمسفری



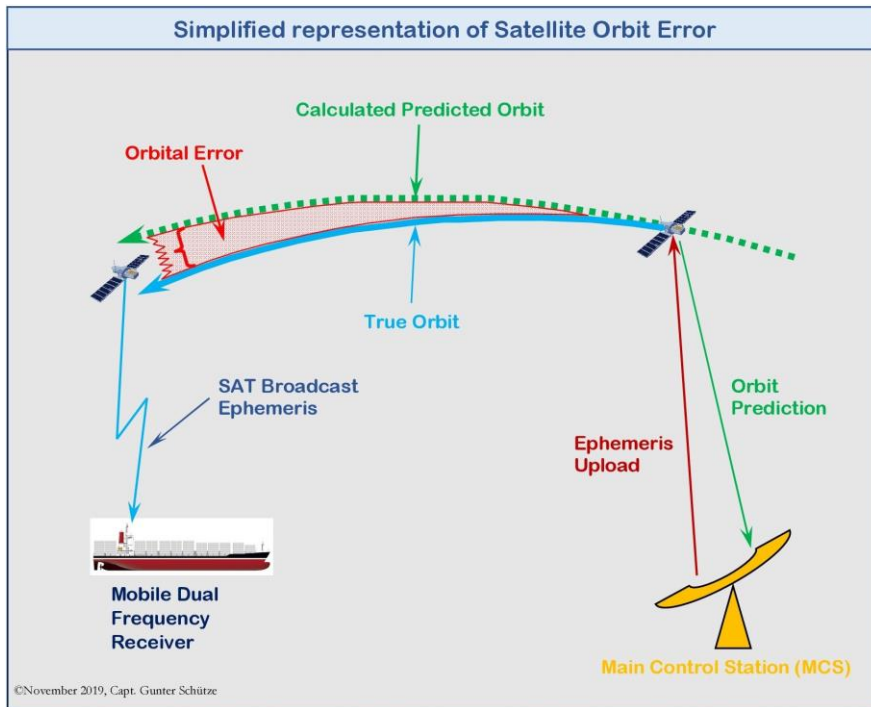
تروپوسفر و یونوسفر می‌توانند سرعت انتشار سیگنال ماهواره‌های GPS را تغییر دهند. با توجه به شرایط جوی، لایه لایه بودن اتمسفر می‌تواند باعث شکست سیگنال‌های ماهواره هنگام عبور از جو به سمت زمین شود. برای رفع این مشکل، گیرنده می‌تواند از دو فرکانس جداگانه برای به حداقل رساندن خطای سرعت انتشار استفاده کند. و یا با استفاده از مدل‌های تهیه شده برای انواع تأثیرات اتمسفر (تروپوسفر و یونوسفر) بسته به شرایط، این نوع خطای موجود روی سیگنال ماهواره‌ها را جبران نماید. این خطا می‌تواند تا ۵ متر روی موقعیت هر نقطه تحت اندازه‌گیری، تأثیر گذار باشد.

## خطای چند مسیری



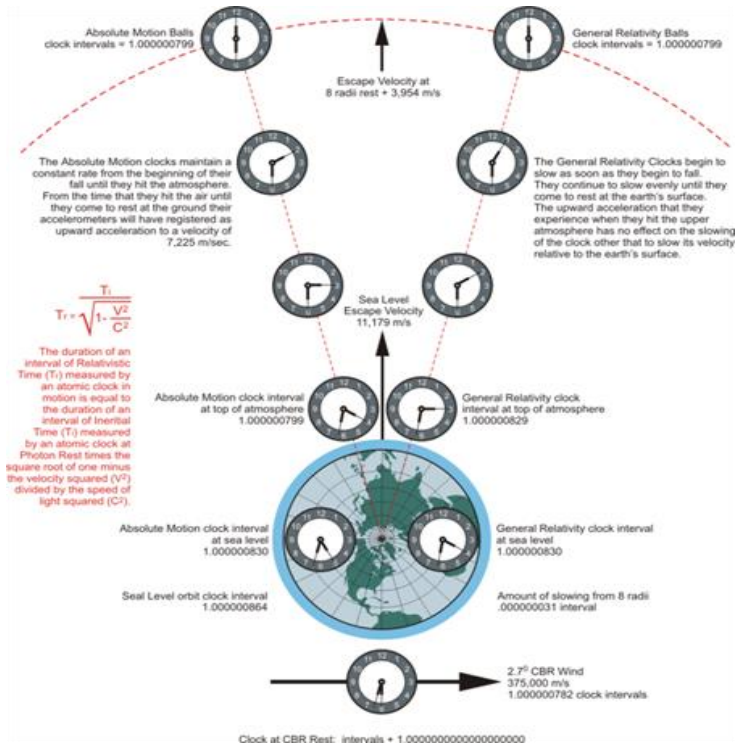
یکی از منابع خطای احتمالی در محاسبات GPS، اثر چند مسیری است. این خطا به علت برخورد سیگنال با موانع موجود در محدوده قرار گیری گیرنده بوجود خواهد آمد. در واقع سیگنال به جای اینکه مستقیماً از ماهواره ارسال شده و توسط گیرنده دریافت شود، پس از یک یا چند شکست به گیرنده می‌رسد و همین باعث تاخیر در زمان رسیدن سیگنال به گیرنده شده و باعث یک خطای احتمالاً بزرگ در تعیین موقعیت به وسیله GPS خواهد شد. برای جلوگیری از ایجاد این نوع از خطاها استفاده از گیرنده‌هایی با آنتن‌هایی با کیفیت بالا و یا مجهز به چوک رینگ بسیار حائز اهمیت است.

## خطای انحراف ماهواره از مسیر



سیستم GPS دائماً انحراف ماهواره‌ها از مسیر را مورد بازبینی قرار می‌دهد و تصحیحات افمریس را محاسبه کرده و منتشر می‌کند. با این وجود، ندرتاً به دلیل متوقف شدن تولید تصحیحات و در نتیجه به روز نبودن اطلاعات در بعضی از موارد، وجود خطاهایی در تعیین محل دقیق ماهواره اجتناب‌ناپذیر است.

## خطای ساعت ماهواره

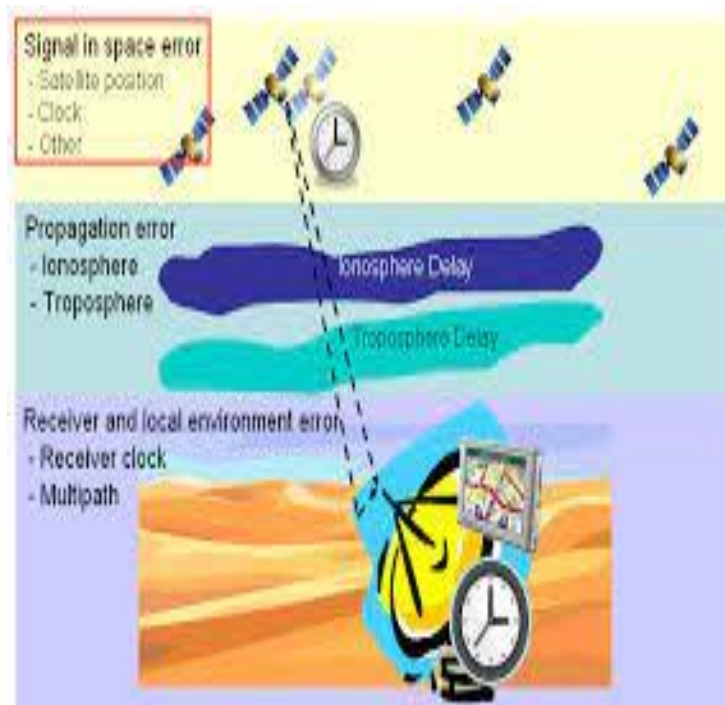


از آن جا که فاصله بین گیرنده تا ماهواره با محاسبه زمان سیر موج محاسبه می شود، دقت ساعت ماهواره های جی پی اس روی دقت موقعیت یابی، بسیار اثر گذار خواهد بود.

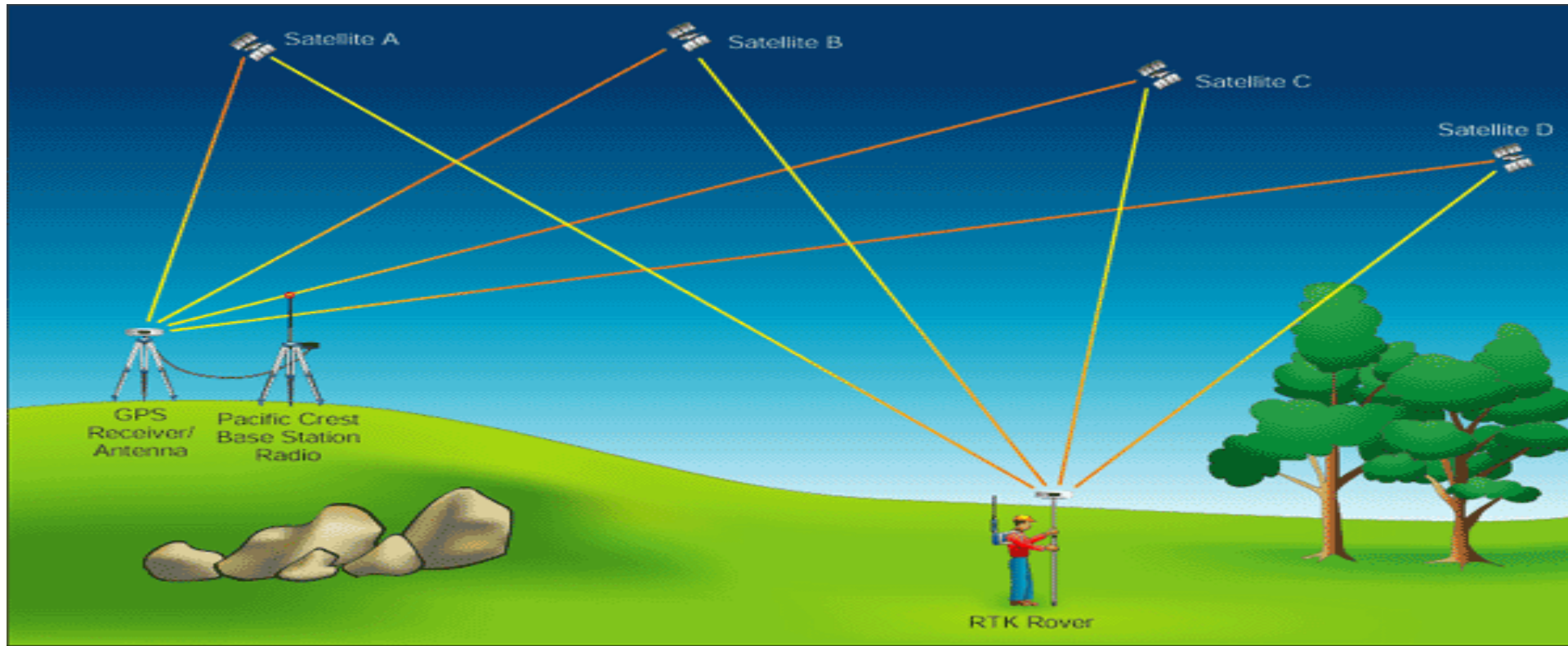
ساعت های موجود در ماهواره های GPS، از نوع اتمی هستند و دقت ساعت اتمی ماهواره های GPS هر تیک ساعت، یک نانو ثانیه است. این مقدار در اندازه گیری های GPS که با ضرب در سرعت نور محاسبه می شوند، بسیار چشمگیر است.

به دلیل همگام نبودن ساعت اتمی ماهواره ها، این مقدار از خطا در ساعت ماهواره می تواند اندازه گیری موقعیت را تا ۲ متر یا بیشتر دچار خطا کند.

## خطای ساعت گیرنده



همانند خطای ساعت ماهواره، خطای ساعت گیرنده نیز اختلاف زمانی بین ساعت گیرنده و زمان GPS است و می‌توان آن را به شکل یک مدل ساده چند جمله‌ای نمایش داد. البته می‌دانیم که قبل از شروع هر پروژه نقشه‌برداری با GPS، گیرنده‌های ژئودتیک با زمان GPS هم زمان می‌شوند. اما این همزمان‌سازی تنها تا کسری از یک میلی‌ثانیه اعتبار دارد و همان مقدار باقی‌مانده خطای ساعت گیرنده را تشکیل می‌دهد. این نوع خطا در گیرنده‌های مختلف دارای مقادیر متفاوتی می‌باشد که به سخت‌افزار داخلی و نوسان‌ساز بکار رفته در گیرنده بستگی دارد. به‌عنوان مثال دامنه این خطا از ۲۰۰ نانو ثانیه تا چند میلی‌ثانیه گزارش شده است که عامل تعیین‌کننده‌ای در قیمت گیرنده‌ها است.



## بخش چهارم

انواع روشهای تعیین موقعیت ماهواره‌ای

## SPP(SINGLE POINT POSITIONING)

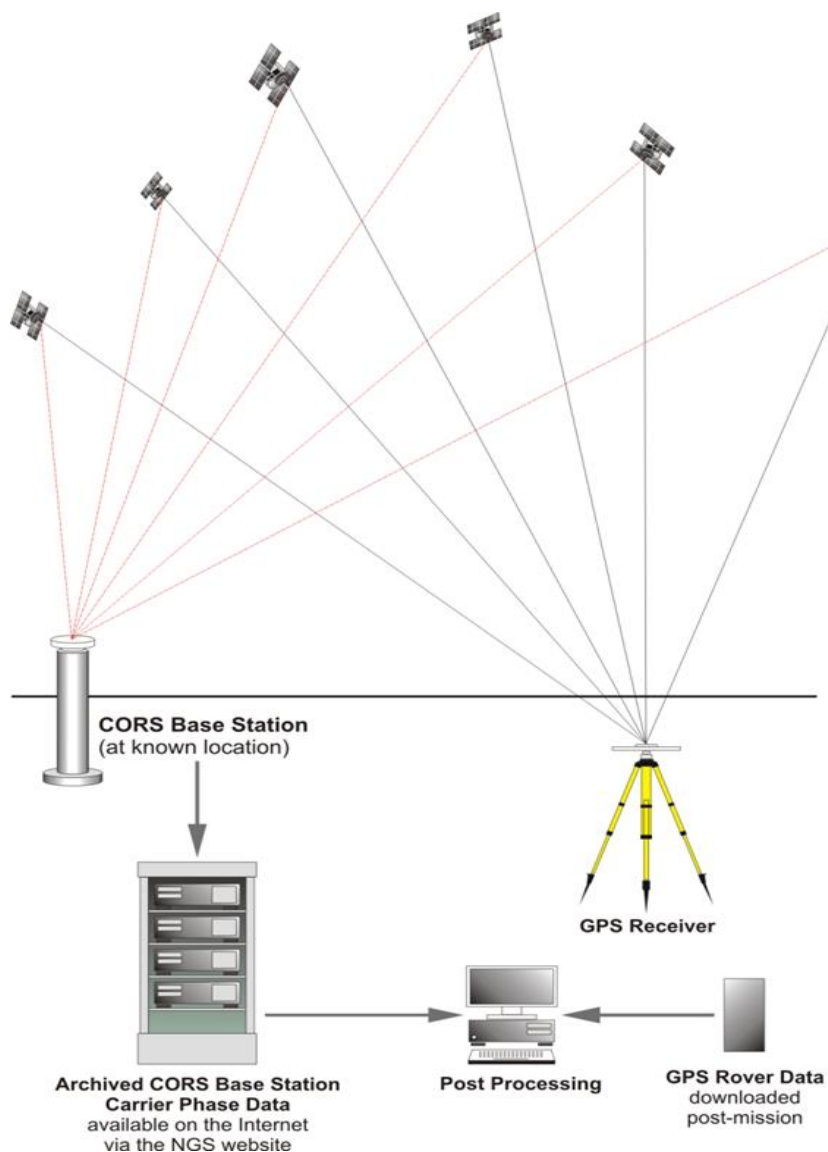
▶ یکی از روش‌های متداول در استفاده از سیستم جی‌پی‌اس است که بدون نیاز به دسترسی به اطلاعات دقیق ساعت و مدارهای ماهواره‌ها، می‌تواند موقعیت را تعیین کند. دقت این روش در حدود ۱ تا ۳ متر است که بسته به شرایط مختلف محیطی ممکن است متغیر باشد.

▶ در این روش، تنها از مشاهدات شبه‌فاصله برای تعیین موقعیت، بدون استفاده از اطلاعات دقیق مسیر و زمانی ماهواره‌ها استفاده می‌شود. به عبارت ساده‌تر، در روش SPP برای تعیین موقعیت، فقط با استفاده از اطلاعات مشاهدات شبه‌فاصله که از ماهواره‌ها دریافت می‌شود، موقعیت مورد نظر به روز و تعیین می‌شود. این روش به دلیل سادگی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

## PPP(PRECISE POINT POSITIONING)

▶ یک تکنیک تعیین موقعیت که با استفاده از مشاهدات کد و فاز خطاهای سیستم GNSS را حذف و یا مدل میکند تا موقعیت با استفاده از تنها یک گیرنده، با دقت بالا بدست آید. روش PPP به تصحیحات ساعت و مدار ماهواره‌های GNSS که در یک شبکه از ایستگاه‌های مرجع جهانی تولید می‌شوند وابسته است. به محض اینکه تصحیحات محاسبه شدند، از طریق ماهواره‌ها و یا اینترنت به کاربران ارسال می‌شوند. این تصحیحات توسط گیرنده به کار گرفته شده و منتج به تعیین موقعیت در سطح سانتیمتر و یا بهتر، بدون نیاز به ایستگاه مبنا می‌شوند.

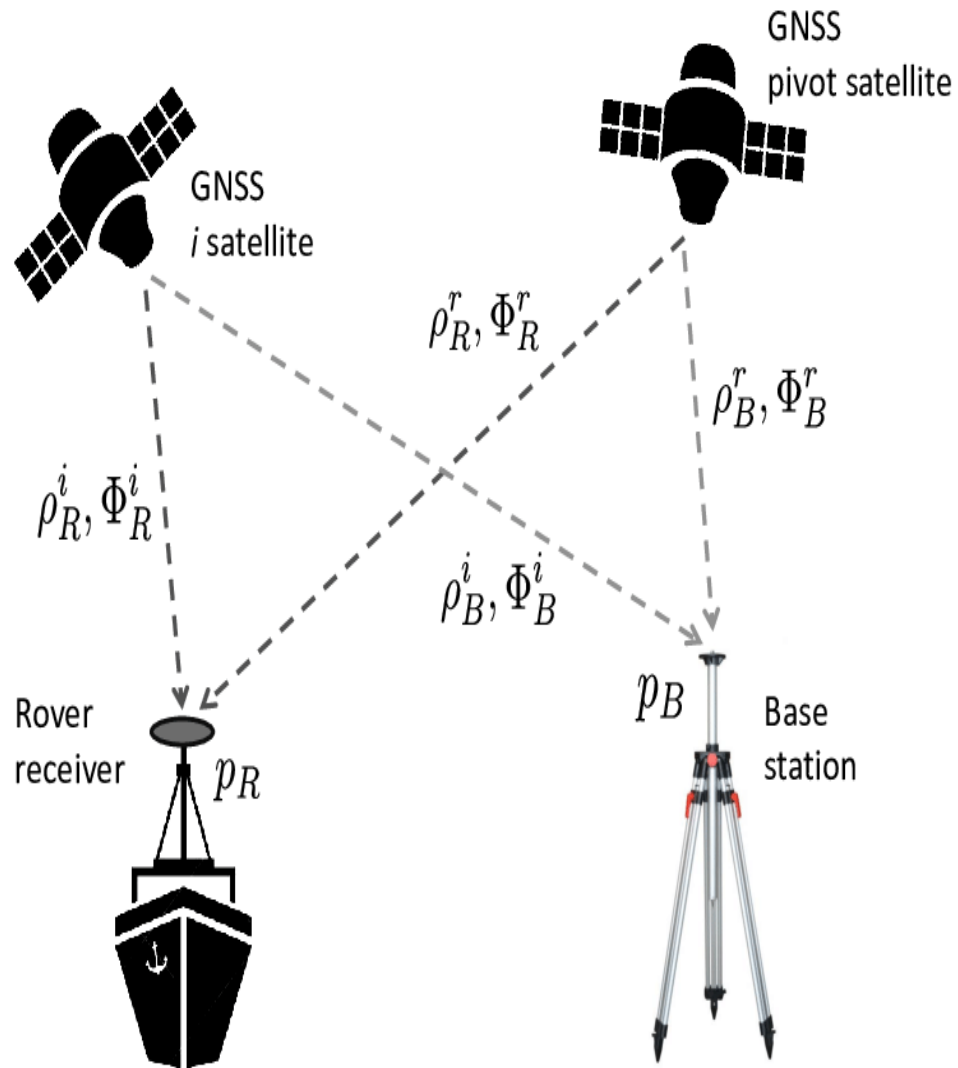
# static



روش اندازه‌گیری تعیین موقعیت نسبی به روش استاتیک متشکل از تعدادی گیرنده ثابت است که طی مدت تقریباً ۳۰ دقیقه تا چندین ساعت حداقل تعداد چهار ماهواره را ردیابی می‌کند. در این روش به کمک حداقل دو گیرنده و به طور همزمان مشاهدات (ضربان) فاز و شبه فاصله به ماهواره‌های قابل دید در طول مدت اندازه‌گیری انجام شده، مشاهدات مربوطه پس از اندازه‌گیری به صورت پس پردازش، پردازش می‌شوند. بنابراین، این روش تعیین موقعیت یکی از روش‌های غیر آنی تعیین موقعیت محسوب می‌شود. از این روش در تعیین موقعیت شبکه نقاط کنترل و به طور کلی در تعیین موقعیت دقیق استفاده می‌شود. متناسب با طول موردنظر، اندازه شبکه و مدت زمان اندازه‌گیری در این روش دقت تا زیر سانتی‌متر را می‌توان انتظار داشت. که پس از پردازش، مختصات نقطه مجهول را محاسبه می‌کند. این نوع بررسی در درجه اول برای ایجاد کنترل در جایی که هیچ کنترلی با دقت بسیار بالا وجود ندارد استفاده می‌شود. تعیین موقعیت استاتیک دقیق‌ترین روش تعیین موقعیت با جی پی اس محسوب می‌شود.

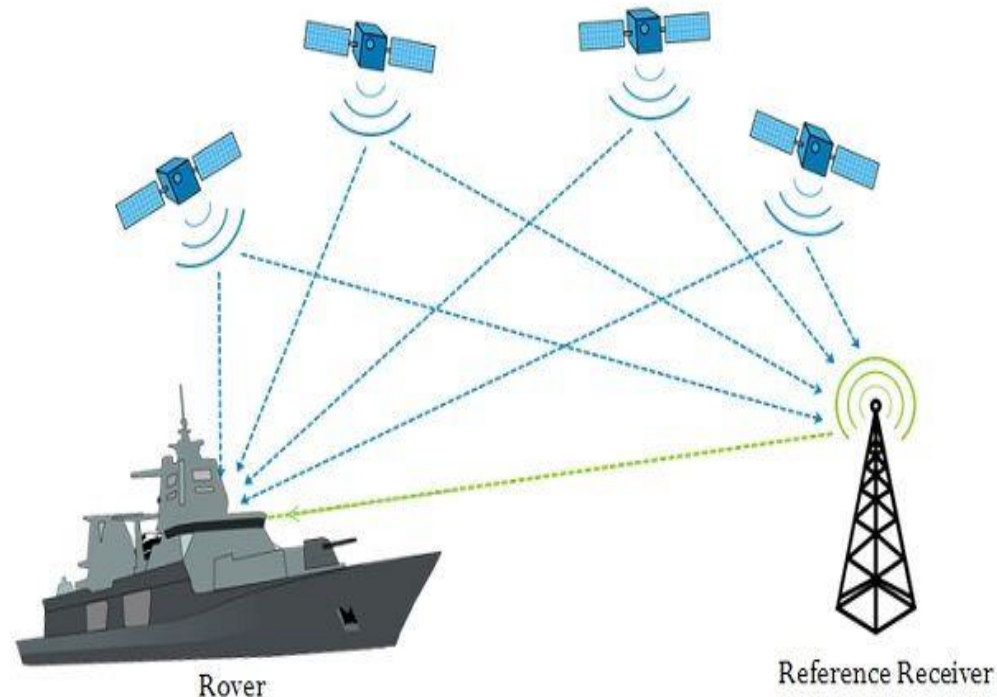
بخش چهارم: انواع روشهای  
تعیین موقعیت ماهواره‌ای

# Kinematic



این روش زمانی استفاده میشود که  
نیاز است موقعیت یک جسم  
متحرک مانند ماشین یا کشتی  
محاسبه شود

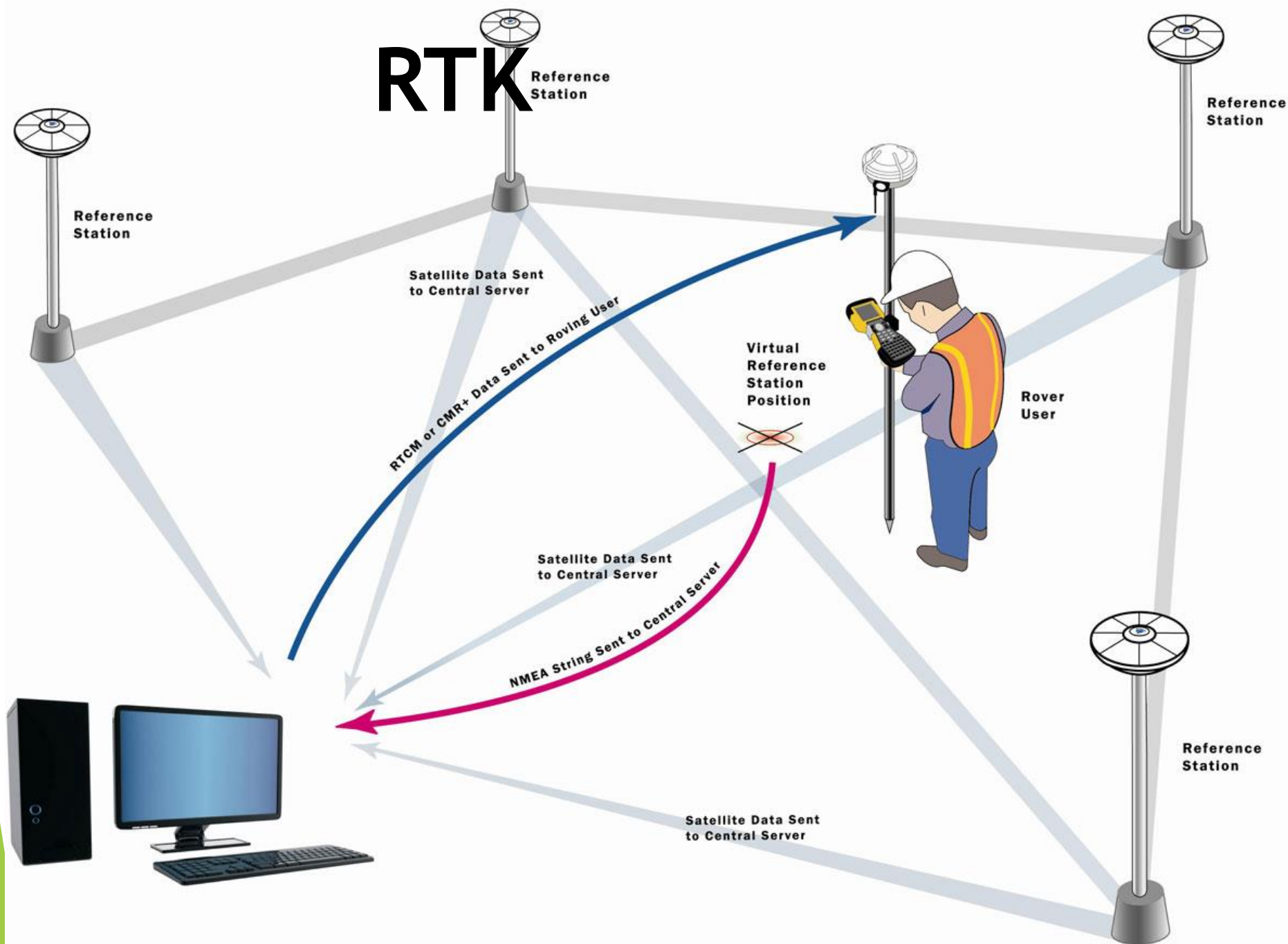
# DGPS



بخش چهارم: انواع روشهای  
تعیین موقعیت ماهواره‌ای

روش موقعیت یابی تفاضلی بر این فرض بنا شده است که هر دو گیرنده نزدیک به هم (به عنوان مثال در محدوده ای به شعاع چند صد کیلومتر) خطاهای اتمسفری یکسانی را متحمل می شوند. به این دلیل، GPS یا GNSS تفاضلی از حداقل دو گیرنده استفاده می کند. یک گیرنده باید در یک موقعیت (یا نقطه) معلوم و دقیق قرار گیرد؛ این گیرنده به عنوان بیس یا ایستگاه رفرنس (مرجع) در نظر گرفته می شود، و گیرنده دیگر به عنوان گیرنده روور. گیرنده بیس اختلاف بین موقعیت حاصل از ماهواره GNSS و مقدار واقعی و معلوم را محاسبه می کند. این اختلاف به عنوان یک فاکتور تصحیح خطا به گیرنده روور (یا چند گیرنده روور) به منظور تصحیح مشاهدات ارسال می شود. این اطلاعات تصحیح شده را می توان به صورت آنی در عملیات میدانی با استفاده از سیگنال های رادیویی به کار گرفت، یا از طریق پس پردازش بعد از جمع آوری دیتا با استفاده از نرم افزار پردازش مخصوص استفاده کرد.

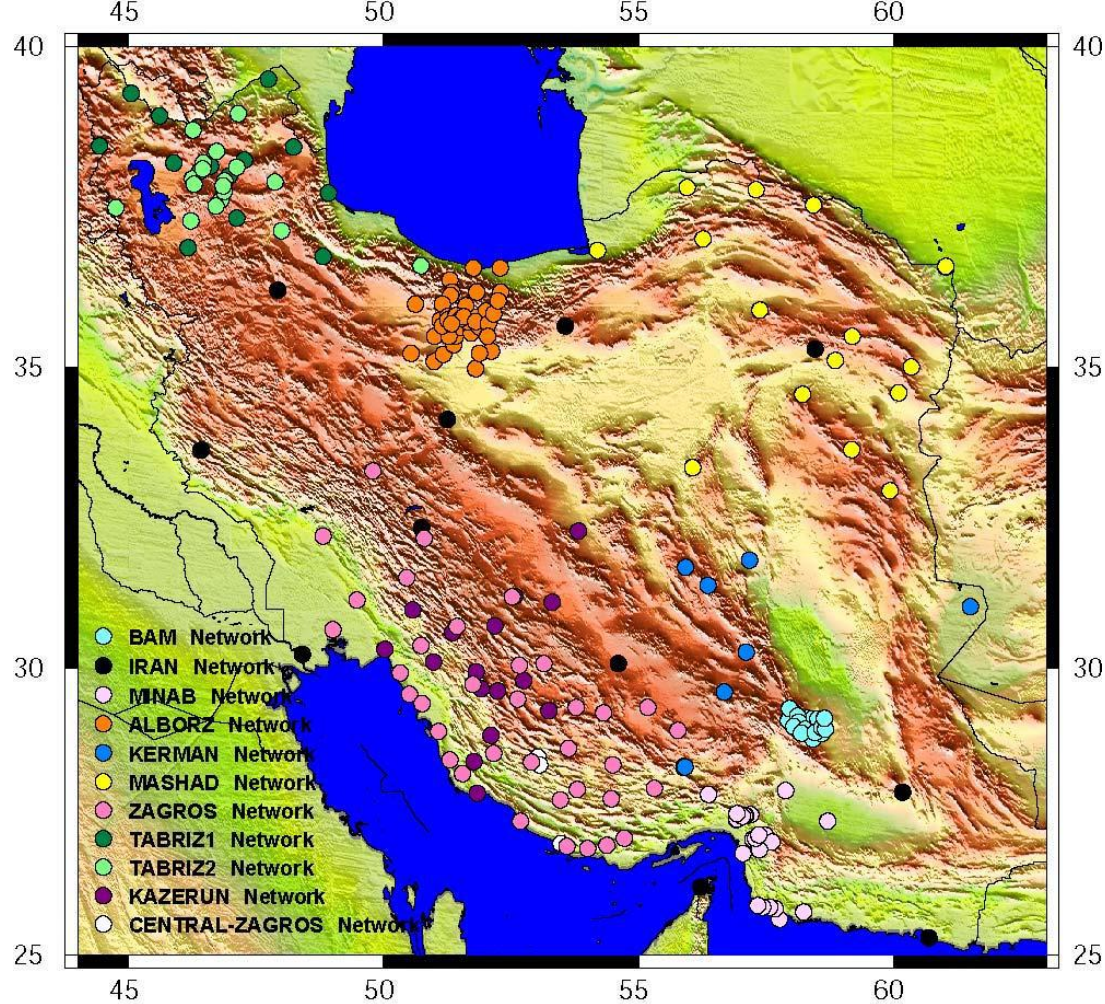
بخش چهارم: انواع روشهای  
تعیین موقعیت ماهواره‌ای



# REAL TIME KINEMATIC

▶ روش تعیین موقعیت آنی، RTK، در اواسط دهه ۹۰ توسط سازندگان GPS ارائه گردید که با استفاده از آن می‌توان به صورت آنی به دقت‌های مورد نظر در نقشه‌برداری دست یافت. در روش RTK کاربر برای تعیین موقعیت به طور معمول نیاز به یک ایستگاه مرجع در فاصله حداکثر ۱۰ کیلومتری دارد تا بتواند به دقت سانتیمتری در تعیین موقعیت دست یابد.

▶ وجه تشابه DGPS و RTK در این است که هر دو تکنیک، از دو گیرنده بهره می‌برند. گیرنده مبنا، روی یک نقطه با مختصات معلوم تنظیم شده است. گیرنده متحرک نیز شما هستید. داده‌ها در گیرنده مبنا جمع‌آوری می‌شوند. تفاوت این دو روش این است که در روش RTK، این داده‌ها به صورت آنی به گیرنده متحرک فرستاده می‌شوند ولی در روش DGPS، این داده‌ها، ذخیره می‌شوند تا در مراحل بعدی پردازش شوند.



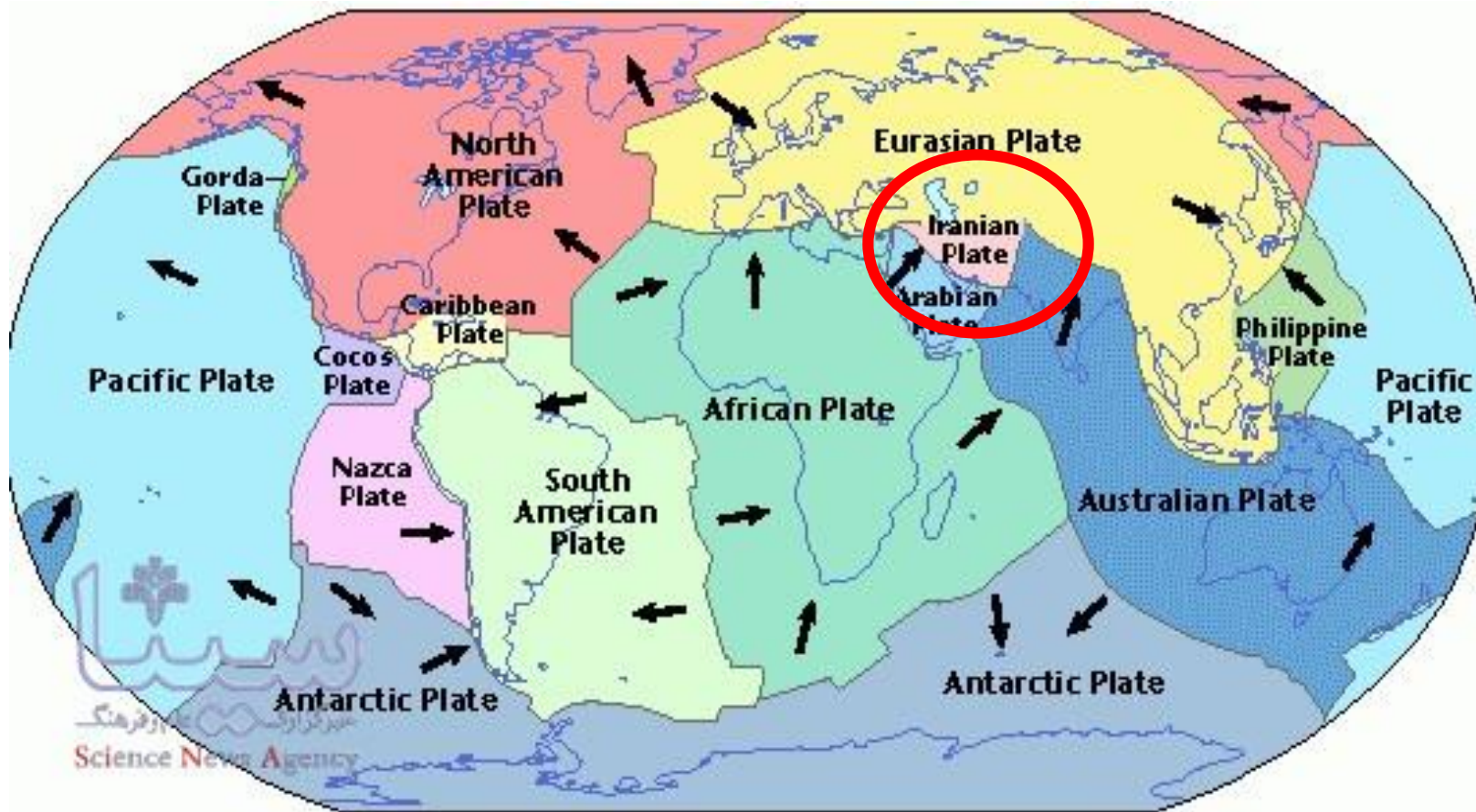
بخش پنجم

شبکه سراسری ژئودینامیک کشور

## مقدمه:

# نظریه زمین ساخت صفحه‌ای

▶ نظریه زمین ساخت صفحه‌ای به بررسی و مطالعه حرکات وسیع مقیاس در پوسته زمین می‌پردازد. براساس این نظریه، پوسته کره زمین از صفحاتی تشکیل می‌شود که شامل ۷ یا ۸ صفحه اصلی است و در مواردی خود از تعدادی صفحه کوچکتر ساخته شده است. این صفحات به‌صورت مداوم در حال حرکت هستند و بر اثر برخورد این صفحات، پدیده‌هایی همچون زلزله، شکستگی، کوه، درازگودال، چین خوردگی و دیگر پدیده‌ها حاصل می‌شود. میزان حرکت این صفحات از کمترین حد یعنی صفر میلی‌متر در سال تا بیشترین حد، در حدود ۱۰۰ میلی‌متر در سال، بسته به نوع، جایگاه و شرایط آن‌ها تخمین زده می‌شود. صفحه ایران صفحه تکتونیکی کوچکی است که با صفحات اوراسیا، عربستان، هند-استرالیا و آدریاتیک-ترکیه-یونان هم‌مرز است و ایران و افغانستان و بخش‌هایی از پاکستان و عراق را دربر می‌گیرد



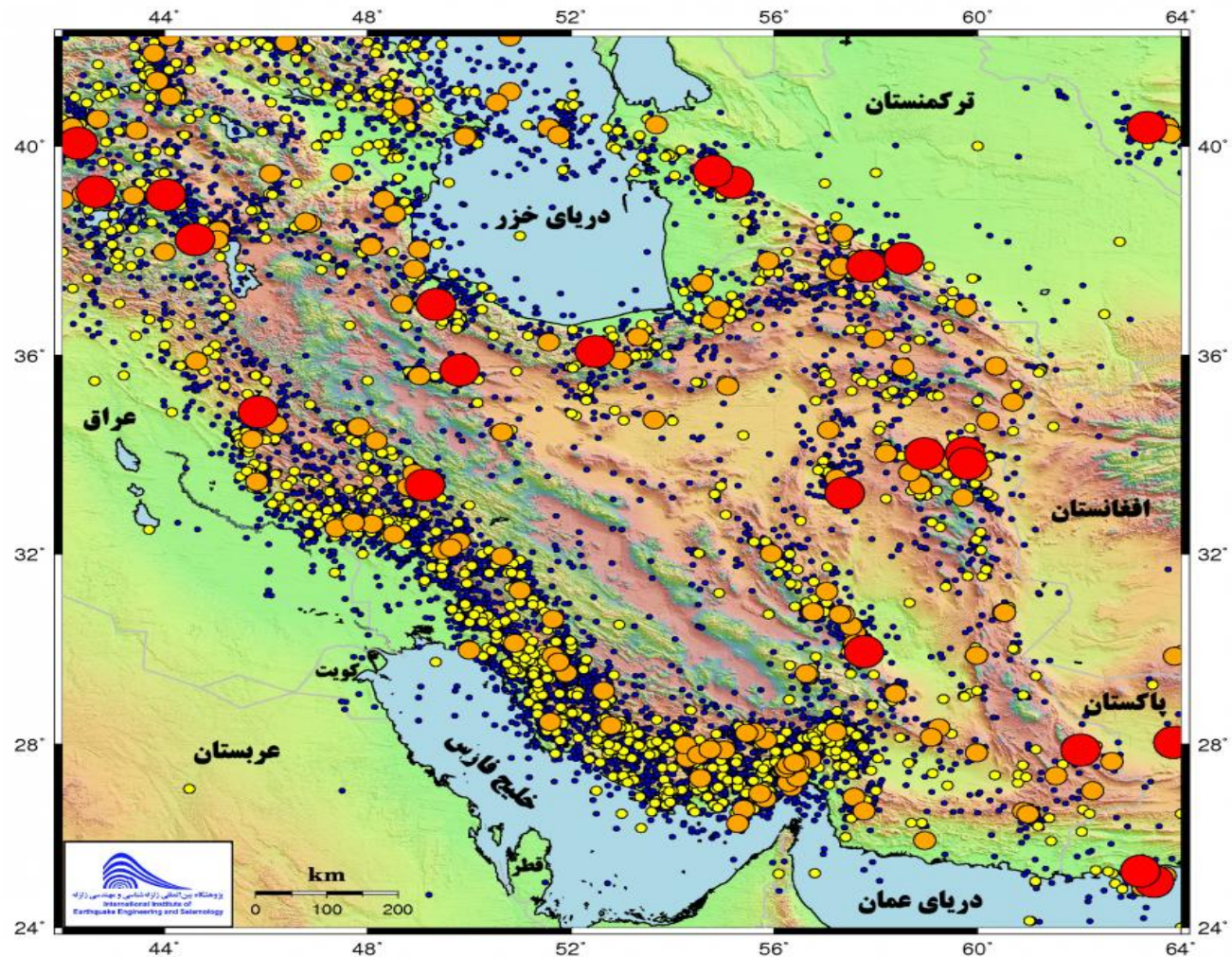
موقعیت صفحه ایران در صفحات تکتونیکی زمین

► دریای تتیس که زمانی تمام ایران را می پوشاند در آغاز دوره نوزیستی در ۶۵ میلیون سال پیش تقریباً از بین رفت؛ از سوی دیگر آنچه که امروزه با عنوان منطقه دریای سرخ - خلیج عدن می شناسیم در حال گسترش بیشتری بود. در نتیجه این رویداد، بخشی بزرگ به نام صفحه عربستان جدا شد و شروع به حرکت به سمت شمال-شرق نمود. حرکت این صفحه، صفحه ایران را به شدت فشرد و باعث شد تا کوه های زاگرس ارتفاع یابند. این جابجایی صفحه ای امروز نیز در جریان است و بیشتر زمین لرزه های ایران در مرز برخورد این دو صفحه در منطقه زاگرس متمرکز است. همچنین صفحه ایران در نقطه ای جنوبی تر (در مکران واقع در جنوب شرقی ایران) با پوسته اقیانوسی برخورد نمود که این پوسته به زیر صفحه ایران رفت. نتیجه این برخورد پدید آمدن رشته کوه هایی عظیم بود؛ اما در مقایسه با منطقه زاگرس، فعالیت های زمین لرزه ای کمتری در اینجا وجود دارد. بنابراین کشور ایران به دلیل قرار گرفتن میان صفحات عربستان و اوراسیا مدام در حال تغییر شکل و حرکت است که این حرکات پوسته ای گاه منجر به زمین لرزه های ویرانگری شده که خسارات جانی و مالی فراوانی بر جای گذاشته است.

# Seismicity Map of Iran

# نقشه لرزه خیزی ایران

بخش پنجم: شبکه سراسری  
ژئودینامیک کشور

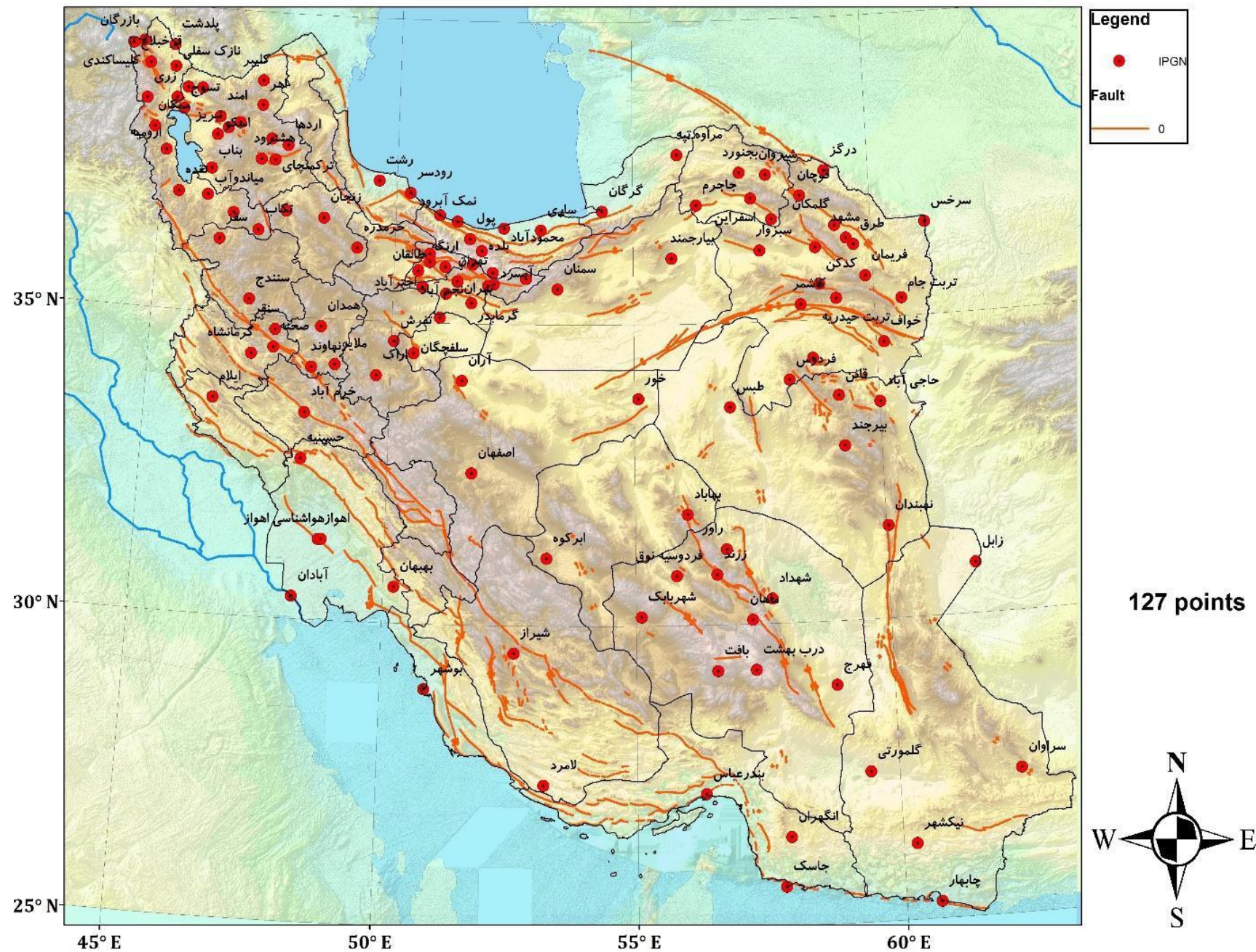


| 8916 events during 1900/01/01 to 2020/05/10        |                                                      |                                                      |                                                      |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Magnitude                                          |                                                      |                                                      |                                                      |
| <span style="color: blue;">●</span> $4 \leq M < 5$ | <span style="color: yellow;">●</span> $5 \leq M < 6$ | <span style="color: orange;">●</span> $6 \leq M < 7$ | <span style="color: red;">●</span> $7 \leq M \leq 8$ |
| N=7466                                             | N=1277                                               | N=150                                                | N=23                                                 |

## ایجاد شبکه سراسری ژئودینامیک کشور

با توجه به لرزه‌خیزی کشور ایران و زلزله‌های مرگباری که در این منطقه جغرافیایی روی داده است، لزوم انجام پایش تغییرات پوسته زمین و حرکات تکتونیکی مربوط به آن احساس می‌شد. مطالعات ژئودینامیک از دیرباز مورد توجه پژوهشگران بوده و سازمان نقشه‌برداری کشور به‌عنوان یکی از متولیان این امر با همکاری سازمان زمین‌شناسی کشور، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران و پژوهشگاه زلزله‌شناسی تحقیقات ارزنده‌ای در این زمینه انجام داده است. پس از زلزله ویرانگر بم در سال ۱۳۸۲، ایده اولیه ایجاد شبکه‌ای سراسری و دائمی از ایستگاههای GPS مطرح شد تا حرکات پوسته زمین و ساز و کار گسله‌های موجود در کشور مورد بررسی قرار گیرد. در راستای تحقق این ایده، شبکه ایستگاههای دائمی موسوم به شبکه دائمی ژئودینامیک کشور توسط سازمان نقشه‌برداری ایجاد گردید و فاز اول آن شامل ۱۰۶ ایستگاه در اوایل دی‌ماه ۱۳۸۵ به بهره‌برداری رسید. محل استقرار این ایستگاهها با توجه به تراکم جمعیت و لرزه‌خیزی منطقه انتخاب شده بود. این شبکه به‌مرور زمان و با خرید گیرنده‌های جدید گسترش یافت و در سال ۱۳۹۲ تعداد ایستگاههای آن به ۱۲۷ ایستگاه رسید. این شبکه هم‌اکنون با ۱۱۰ ایستگاه در سراسر ایران در حال فعالیت است.

## بخش پنجم: شبکه سراسری ژئودینامیک کشور



## نمای کلی از یک ایستگاه ژئودینامیک

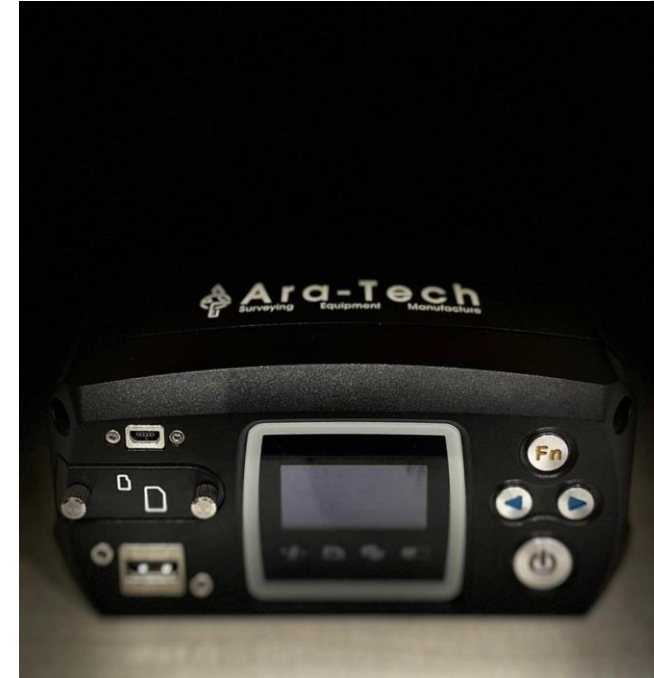
نصب شده به صورت پشت بامی



نصب شده بر روی پیلار



## تجهیزات مستقر در ایستگاه (انواع گیرنده)



## تجهیزات مستقر در ایستگاهها (انواع آنتن)



## تجهیزات مستقر در ایستگاه (سنسور هواشناسی)



حسگر هواشناسی بر روی ۴۹ ایستگاه از ایستگاههای شبکه ژئودینامیک نصب شده است و از داده های آن می توان جهت اهداف هواشناسی استفاده نمود.

## تجهیزات مستقر در ایستگاهها (مودم)

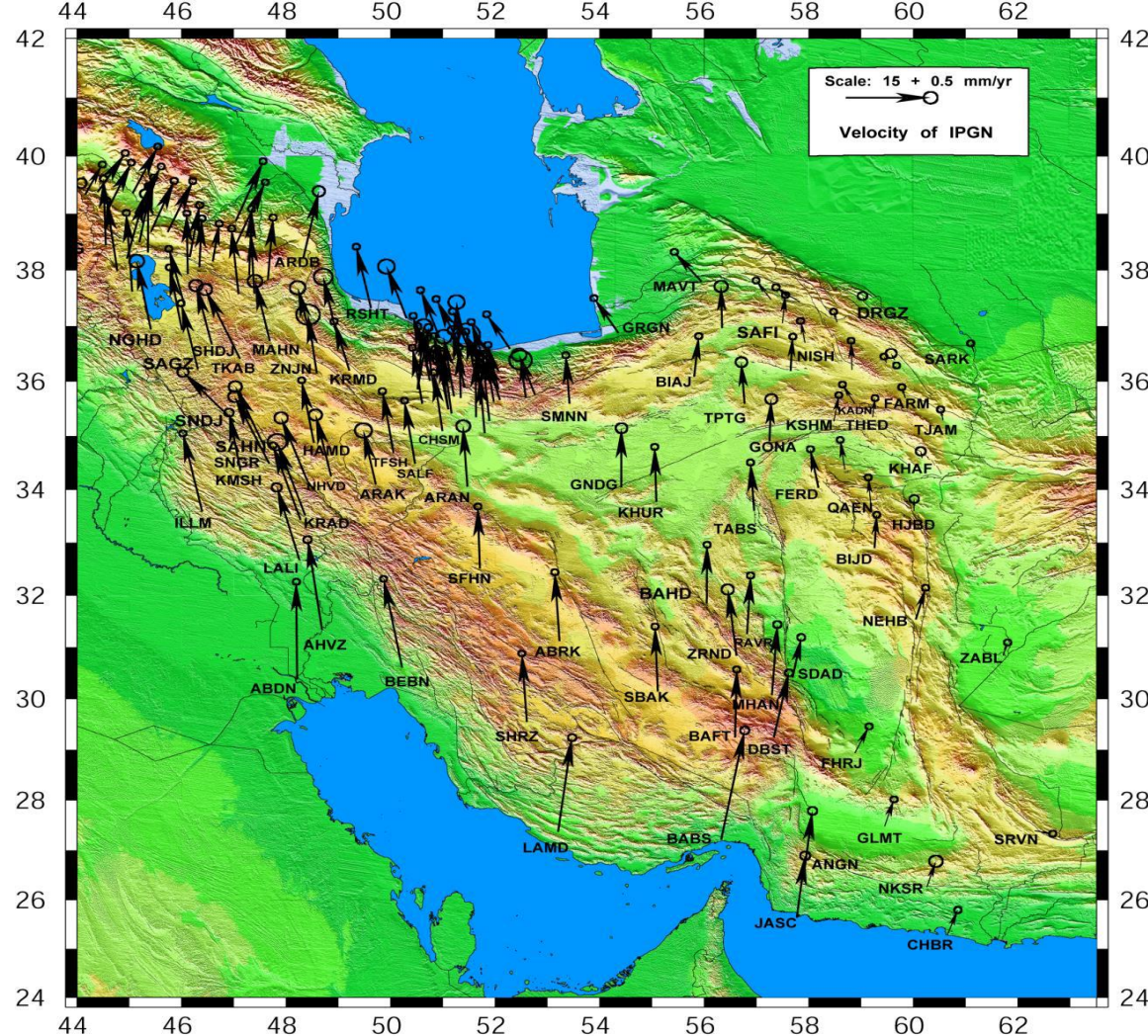


## تجهیزات مستقر در ایستگاه (انواع رک)



## تجهیزات مستقر در ایستگاه (UPS)





بخش ششم

پردازش شبکه سراسری ژئودینامیک کشور

## نرم افزار پردازش

### GAMIT(GNSS AT MIT)-GLOBK(GLOBAL KALMAN FILTER)

- ▶ نرم افزار گامیت گلوبک یک نرم افزار علمی با دقت بالا برای پردازش داده های GPS است. این نرم افزار توسط انستیتو فناوری ماساچوست توسعه یافته و تحت سیستم عامل لینوکس اجرا می شود.
- ▶ نرم افزار گامیت، مجموعه ای از برنامه ها برای پردازش داده های فاز به منظور تخمین موقعیت نسبی سه بعدی ایستگاههای زمینی و مدارهای ماهواره ای، تاخیرهای جوی و پارامترهای توجیه زمین است
- ▶ نرم افزار گلوبک یک فیلتر کالمن است که هدف اصلی آن ترکیب راه حل های ژئودتیکی مختلف مانند GPS، VLBI و SLR است. این فیلتر، مختصات محاسبه شده اولیه و ماتریس وریانس کوواریانس ایستگاه، پارامترهای جهت گیری زمین، پارامترهای مداری و موقعیت های تولید شده از تجزیه و تحلیل مشاهدات اولیه را به عنوان داده یا "شبه مشاهدات" می پذیرد. راه حل های ورودی عموماً با عدم قطعیتی که به همه پارامترهای جهانی اختصاص داده شده است، انجام می شوند، به طوری که می توان محدودیت ها (constraints) را به طور یکنواخت در راه حل ترکیبی اعمال کرد.
- ▶ نرم افزار به صورت دستوری و در فضای ترمینال لینوکس انجام می شود و فاقد فضای گرافیکی است.

```
##### IPGN- updated from procssings of 2006-2022 #####
##### ERROR 5010
In igb20_comb.apr there are 1402 sites, and 0 EXTENDED entries
Mapping to year 2024 DOY 065 JD 2460374.5
Not mapped if JD is 0.00

Checking to see if EOP tables are up to date
sh_update_eop -series usno -jd 2460374.5000 -noftp N -ftp_prog ftp -inv -min 7
Observations within the span of the current eop series table: usno
Not attempting to get new series

Searching archives: cddis sopac mit for sp3 file
Use SP3 accuracy code to exclude satellites
Maximum fit rms for including a satellite 0.100 m
DEBUG gnss G
Trying to get igs23042.sp3 from cddis archive
Getting requested orbit files
Attempting to get orbit igsf from CDDIS
Getting requested orbit files from CDDIS
Download command:
curl -s -f -L -u anonymous:shosseini@gamitserver.(none) --ssl -R -O 'ftp://gdc.cddis.eosdis.nasa.gov/gnss/products/2304/IGS[0-9]OPSFIN_20240650000_01D_15M_ORB.SP3.gz'
```

فضای ترمینال لینوکس برای اجرای دستورهای نرم افزار گامیت گلوبک

# ورودی نرم افزار

- ▶ نرم افزار گامیت گلوبک از فایل‌های فراوانی به عنوان ورودی پردازش استفاده میکند. برخی از این اطلاعات، اطلاعات جهانی GPS هستند که از سایتهای مرتبط با تهیه و تولید محصولات GPS دانلود و وارد نرم افزار میشود. لازم است این اطلاعات مرتب به روز رسانی شوند.
- ▶ برخی از این فایلها، فایل‌هایی هستند که استراتژی پردازش در آنها مشخص میشود. این فایلها بسته به نیاز کاربر قابل تغییر هستند
- ▶ برخی از این فایلها، مشخصات و مختصات ایستگاه‌هایی هستند که در پردازش مورد استفاده قرار میگیرد. لازم است کلیه تغییرات ایستگاه‌های قدیمی و مشخصات ایستگاه‌های احداث شده جدید در کلیه این فایلها اعمال شود. هرگونه ایراد در این فایلها موجب نتایج اشتباه می‌شود.

## • فایل راینکس ایستگاهها:

داده‌های ارسالی از ماهواره‌ها نظیر مشاهدات کد، فاز موج حامل، اطلاعات مداری ماهواره‌ها و سایر اطلاعات مورد نیاز در فاصله زمانی ۲۴ ساعت و با نرخ ۳۰ ثانیه در گیرنده‌های ایستگاه‌های ژئودینامیک ذخیره می‌شوند. داده‌های خام ذخیره شده در هر گیرنده با فرمت خاصی ذخیره می‌شود که متفاوت از گیرنده‌های دیگر است. به منظور جلوگیری از معرفی فرمت‌های مختلف به نرم‌افزارهای پردازش داده‌ها، فرمت استاندارد راینکس برای پس‌پردازش این داده‌ها تعریف شده است. این فرمت داده شامل سه نوع فایل اسکی مشاهدات، اطلاعات ناوبری و اطلاعات اتمسفری و هواشناسی است. در صورت آنلاین بوده گیرنده، این داده‌ها به صورت مستقیم از گیرنده تخلیه می‌شود. در صورتی که گیرنده آفلاین باشد، این اطلاعات با حضور در محل ایستگاه و به وسیله کابل تخلیه گیرنده و نرم‌افزار مایکرومنیجر، تخلیه می‌شود.



```

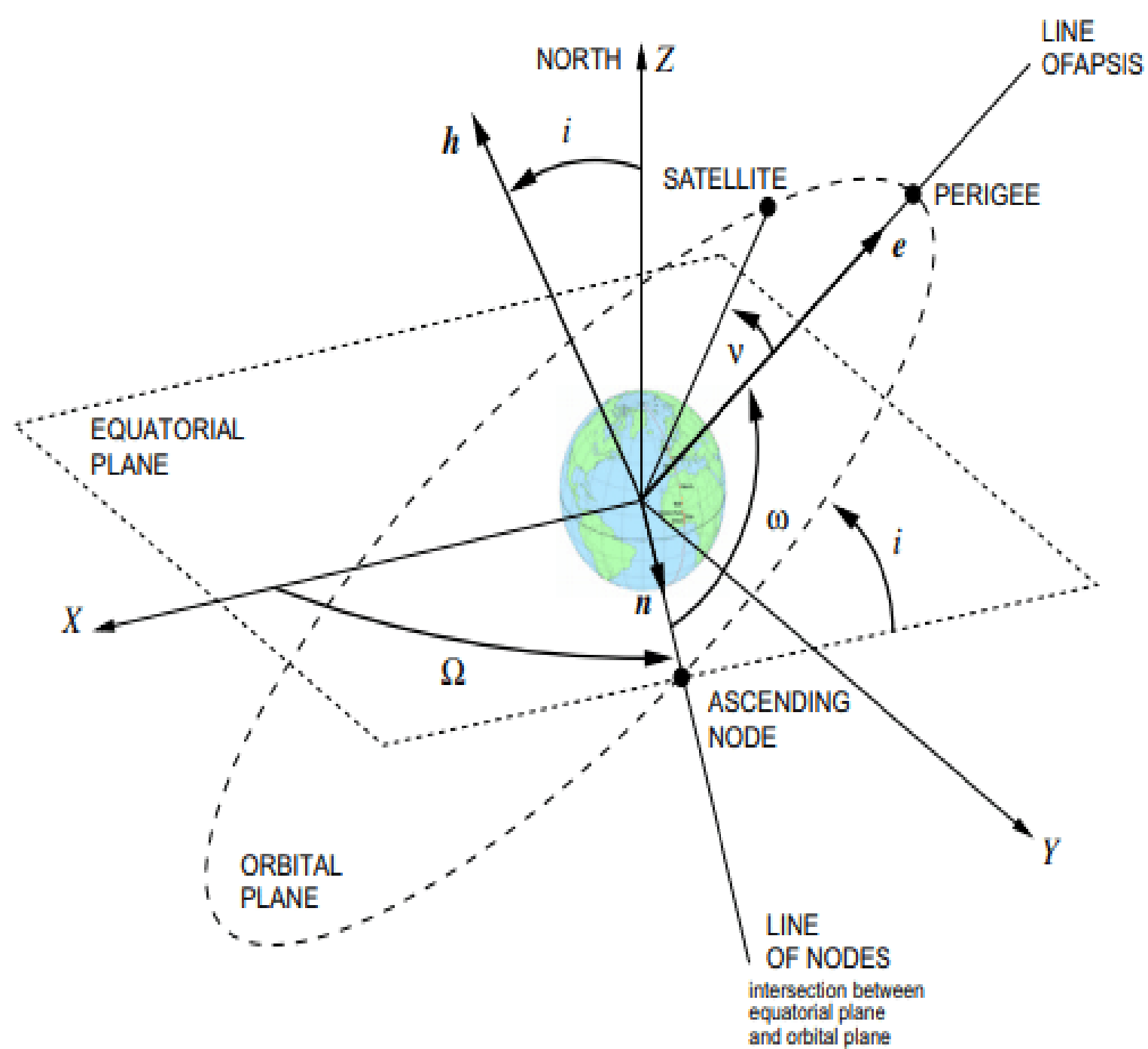
1      2.10          N: GPS NAV DATA          RINEX VERSION / TYPE
2 Assistant 1.0          20201210 125024 LCL PGM / RUN BY / DATE
3      0.1211D-07  0.0000D+00 -0.1192D-06  0.0000D+00          ION ALPHA
4      0.9421D+05  0.0000D+00 -0.1966D+06  0.0000D+00          ION BETA
5      0.931322574600D-09-0.888178419700D-15  319488          2128 DELTA-UTC: A0,A1,T,W
6      18                                          LEAP SECONDS
7                                          END OF HEADER
8 3 20 10 19 14 0 0.0-0.330483075231D-03-0.102318153949D-10 0.000000000000D+00
9      0.150000000000D+02 0.220000000000D+02 0.474162607919D-08 0.250661460905D+01 v
10     0.104494392872D-05 0.325534236617D-02 0.734627246857D-05 0.515371853065D+04 √a
11     0.136800000000D+06-0.447034835815D-07 0.148467390206D+01-0.149011611938D-07
12 i 0.966609760045D+00 0.239125000000D+03 0.893987007290D+00-0.802140555231D-08
13     0.501806616545D-09 0.100000000000D+01 0.212800000000D+04 0.000000000000D+00
14     0.200000000000D+01 0.000000000000D+00 0.186264514923D-08 0.150000000000D+02
15     0.132936000000D+06 0.400000000000D+01 0.000000000000D+00 0.000000000000D+00

```

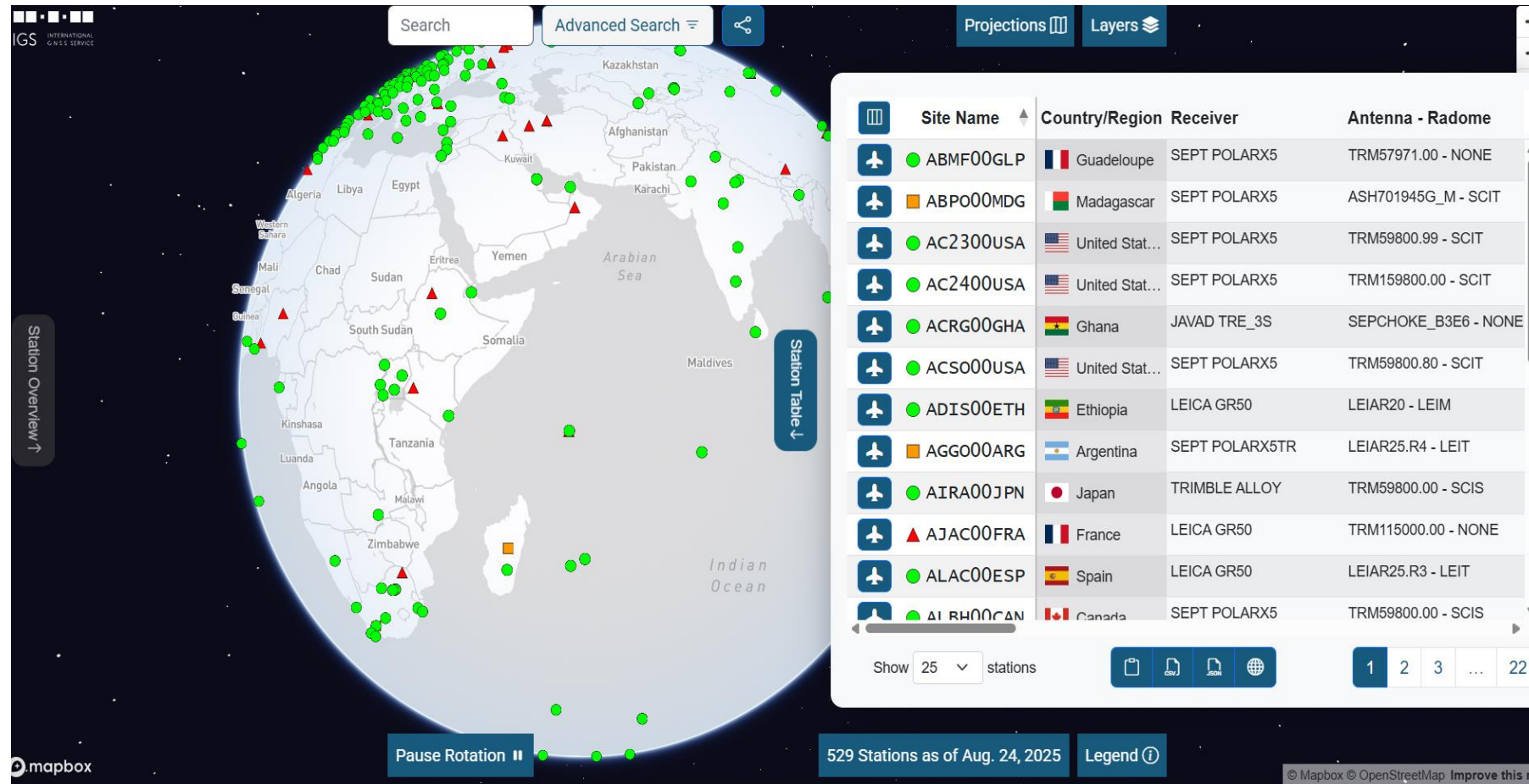
Diagram illustrating the RINEX NAV DATA file structure. The diagram shows the layout of the data fields in the RINEX file, with labels for various parameters and their corresponding values. The labels include 'e' (eccentricity), 'Ω' (longitude of ascending node), 'i' (inclination), and 'ω' (argument of perigee). The values are shown in scientific notation, and the diagram highlights the specific fields for these parameters.

### نمونه‌ای از یک فایل ناوبری

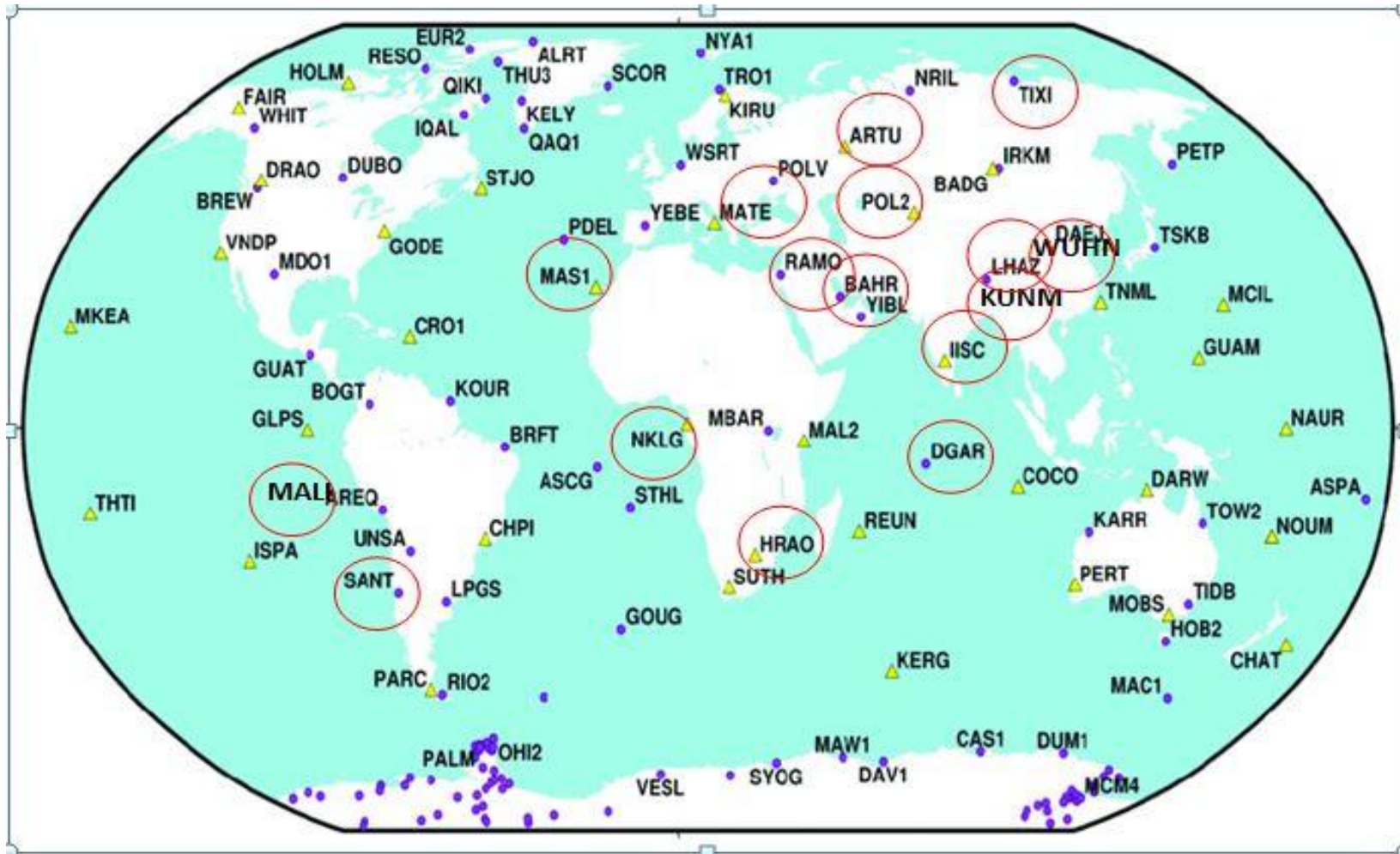
همان‌طور که اشاره شد فایل ناوبری شامل اطلاعات مداری ماهواره‌ها است. المان‌های کپلری در هر اپک، جهت محاسبه مختصات ماهواره‌ها، در این فایل موجود است. بخش Header نوع نسخه فایل RINEX، شامل ساعت و تاریخ و آفست ساعت و همچنین پارامترهای ION ALPHA و ION BETA به منظور محاسبه خطای یونسفر است. جهت محاسبه خطای ساعت ماهواره از سه ضریب ذکر شده در سطر اول هر اپک (پس از پارامترهای تاریخ و ساعت)، بعد از تاریخ و زمان آن، استفاده می‌شود.



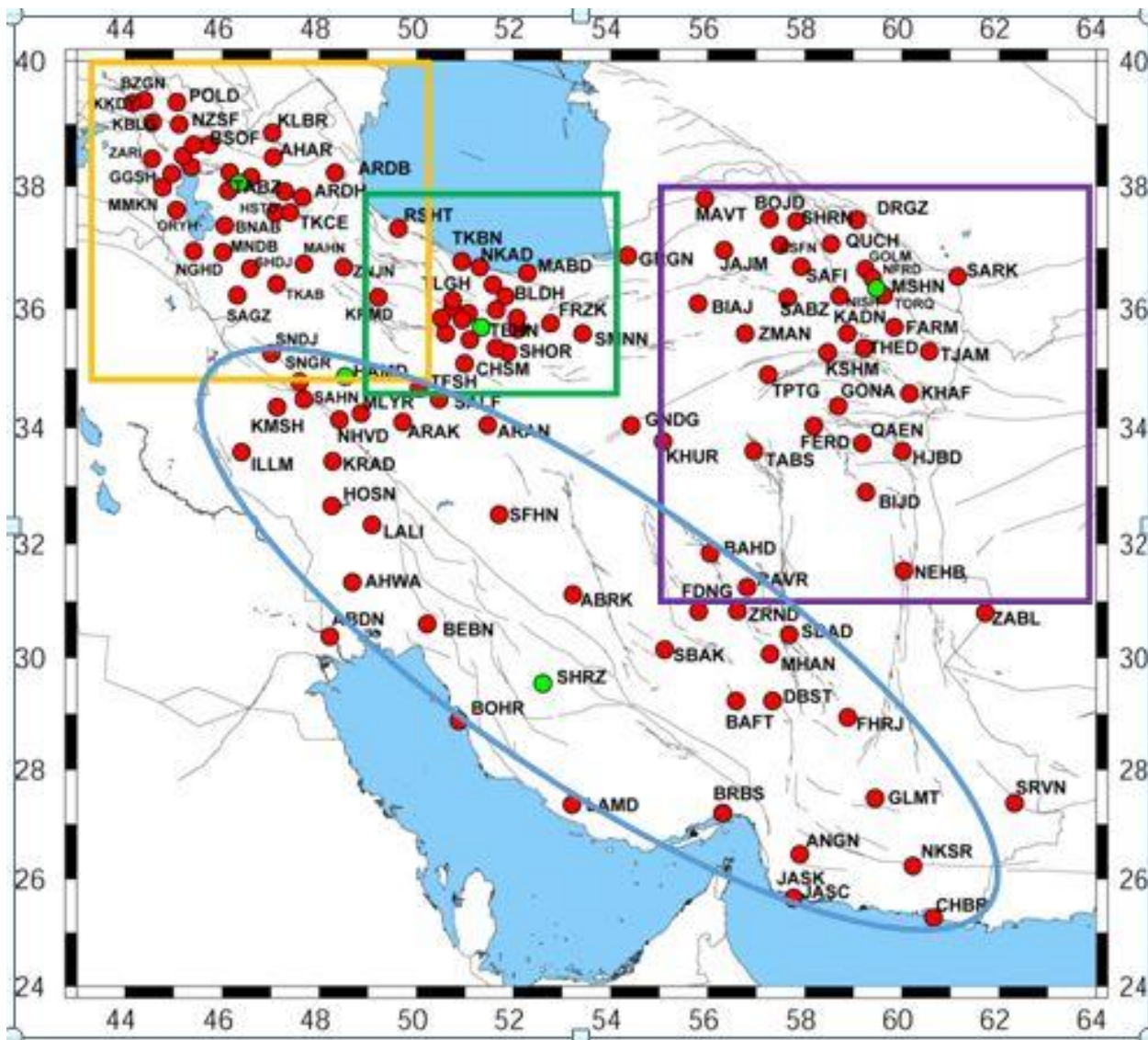
برای دستیابی به دقت بیشتر و نیز اتصال به شبکه جهانی، از برخی ایستگاههای جهانی GPS نیز در پردازش این شبکه استفاده می‌شود. این ایستگاهها در سراسر جهان پراکنده‌اند و اطلاعات مربوط به آنان نظیر فایل راینکس، مختصات، سری زمانی و سایر مشخصات ایستگاه برای عموم قابل دسترس است. برای ورود این ایستگاهها به پردازش داده‌های ژئودینامیک، پارامترهایی نظیر قدمت ایستگاه و کمیت و کیفیت داده‌های آن مدنظر قرار می‌گیرد ضمن اینکه سری زمانی ایستگاه نیز از جهت فرونشست و خطاهای سیستماتیک بررسی می‌شود.



شمای کلی ایستگاههای بین المللی GPS



پراکندگی ایستگاههای IGS مورد استفاده در پردازش طرح سراسری ژئودینامیک



با توجه به تعدد ایستگاهها، شبکه ایستگاههای دائمی به ۴ زیر شبکه به نامهای آذربایجان، تهران، خراسان و خوزستان-همدان تقسیم شده که در شکل ۵ محدوده تقریبی زیر شبکه ها با باکسهای رنگی نشان داده شده است. دایرههای سبزرنگ نشانگر ۵ ایستگاه مشترک (TEHN, SHRZ, TABZ, MSHN, HAMD) هستند که در هر چهار شبکه بطور مشترک پردازش شدهاند.

زیر شبکه های تعریف شده جهت پردازش شبکه دائمی ژئودینامیک کشور

## پارامترهای مداری دقیق:

مجموعه‌ای از داده‌های با  
دقت بالا است که  
موقعیت و سرعت دقیق  
ماهواره‌ها را در طول  
زمان نشان می‌دهد و از  
مشاهدات ایستگاه‌های  
ردیابی زمینی پردازش  
شده و به دست می‌آید.  
این فایل، افست ساعت  
ماهواره را نیز نشان  
میدهد

```
#cP2025 7 4 0 0 0.00000000 96 ORBIT IGB20 HLM IGS
## 2373 432000.00000000 900.00000000 60860 0.00000000000000
+ 32 G01G02G03G04G05G06G07G08G09G10G11G12G13G14G15G16G17
+ G18G19G20G21G22G23G24G25G26G27G28G29G30G31G32 0 0
+ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
+ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
+ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
++ 2 2 2 2 1 1 1 2 2 1 1 1 1 2 1 1 2
++ 1 1 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0
++ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
++ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
++ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
%c G cc GPS ccc cccc cccc cccc cccc cccc cccc cccc cccc cccc
%c cc cc cc ccc ccc cccc cccc cccc cccc cccc cccc cccc cccc
%f 1.2500000 1.025000000 0.000000000000 0.0000000000000000
%f 0.00000000 0.0000000000 0.000000000000 0.0000000000000000
%i 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
%i 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
/* FINAL ORBIT COMBINATION FROM WEIGHTED AVERAGE OF:
/* cod emr esa gfg grg jgx jpl mit ngs sio
/* REFERENCED TO IGS TIME (IGST) AND TO WEIGHTED MEAN POLE:
/* PCV:IGS20 OL/AL:FES2014b NONE Y ORB:CMB CLK:CMB
* 2025 7 4 0 0 0.00000000
PG01 -17272.048809 -5232.889021 19492.703850 307.268714 9 8 4 95
PG02 -19434.880879 -14052.824412 12325.795403 -130.437351 7 7 6 64
PG03 -17450.350887 3766.734133 19438.761254 692.205378 5 4 4 90
PG04 -26605.861092 -1112.871271 -918.285480 585.878848 8 5 5 91
PG05 11272.176611 10227.537906 -21943.907163 -214.007725 6 7 6 82
PG06 3346.452497 23534.841261 11775.788142 -433.985570 6 3 4 81
PG07 -11500.890706 10291.376872 -21001.147676 -43.485360 4 4 5 91
PG08 -24548.472103 -6116.095924 -8960.001272 529.001079 6 6 9 77
PG09 -22497.221346 8099.348311 -11727.245737 698.373011 8 5 5 86
PG10 9491.364614 -23693.467685 6920.537349 -471.549060 2 5 6 74
PG11 11505.096874 23981.547910 81.951059 -680.747522 5 6 5 84
PG12 17802.020878 -1566.097975 19359.429708 -591.046628 4 5 6 88
PG13 17778.557646 13416.980970 -14911.138857 701.048150 5 4 5 47
PG14 -11431.451722 23448.033681 4221.069410 667.818393 5 4 6 88
PG15 24826.596786 3579.189412 -9431.541657 313.688576 6 3 5 40
```

# station.info فایل اطلاعات ایستگاهها

بخش ششم: پردازش شبکه  
سراسری ژئودینامیک کشور

| SITE  | Station Name      | Session Start     | Session Stop      | Ant Ht | HtCod | Ant N  | Ant E  | Receiver Type     | Vers   | SwVer | Receiver SN     | Antenna Type | Dome | Antenna SN   |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|-------|--------|--------|-------------------|--------|-------|-----------------|--------------|------|--------------|
| ABAL  | Abali             | 2006 147 00 00 00 | 2009 267 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | TRIMBLE NETR5     | TZGD   | 8.30  | 37257313        | TRM41249.00  | TZGD | R5200348008  |
| ABDN  | Abadan            | 2006 030 00 00 00 | 2021 180 00 00 00 | 0.1850 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | IR2200512010    | ASH701945G_M | SNOW | CR5200348008 |
| ABRK  | Abarkuh           | 2005 261 00 00 00 | 9999 999 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | IR2200506021    | ASH701945E_M | SNOW | CR5200503025 |
| ABSD  | Absard            | 2004 347 00 00 00 | 2011 155 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | IR2200403019    | ASH701945G_M | SNOW | CR5200348006 |
| ABSD  | Absard            | 2011 163 00 00 00 | 2013 138 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | TRIMBLE NETR9     | TZGD   | 8.30  | 5038K70418      | ASH701945G_M | SNOW | CR5200348006 |
| ABSD  | Absard            | 2014 001 00 00 00 | 2014 158 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | IR2200506014    | ASH701945G_M | SNOW | CR5200348006 |
| ABSD  | Absard            | 2014 319 00 00 00 | 2016 178 23 59 30 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | CHC N71           |        | 8.30  | 281320          | CHCC220GR    | CHCD | 13190058     |
| ABSD  | Absard            | 2016 227 00 00 00 | 2017 138 23 59 30 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | CHC N71           |        | 8.30  | 31799           | CHCC220GR    | CHCD | 13190058     |
| ABSD  | Absard            | 2017 139 00 00 00 | 9999 999 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     |        | 8.30  | IR1200405006    | CHCC220GR    | CHCD | 13190058     |
| AHAR  | Ahar              | 2005 261 00 00 00 | 9999 999 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CQ00   | 8.30  | IR2200515014    | ASH701945G_M | SNOW | CR5200348005 |
| AHVA  | Ahvaz             | 2004 012 00 00 00 | 2004 317 00 00 00 | 0.0000 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | TRIMBLE 4000SSI   | 7.29   | 7.29  | -----           | TRM29659.00  | NONE | -----        |
| AHVA  | Ahvaz             | 2004 321 00 00 00 | 2006 309 00 00 00 | 0.0000 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | UC2200850007    | ASH701945E_M | SNOW | CR5200428007 |
| AHVA  | Ahvaz             | 2011 001 00 00 00 | 2011 291 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | IR2200512018    | ASH701945E_M | SNOW | CR5200348007 |
| AHVA  | Ahvaz             | 2012 016 00 00 00 | 9999 999 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | TRIMBLE NETR9     | TZGD   | 8.30  | 5044K71326      | TRM57971.00  | SCIT | 1441038045   |
| AHVZ  | Ahvaz havashenasi | 2005 158 00 00 00 | 2012 005 00 00 00 | 0.1950 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | IR2200421002    | ASH701945G_M | SNOW | CR5200348014 |
| AHVZ  | Ahvaz havashenasi | 2012 005 00 00 00 | 2012 209 23 59 00 | 0.1950 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | IR2200516008    | ASH701945G_M | SNOW | CR5200348014 |
| #AHVZ | Ahvaz havashenasi | 2012 005 00 00 00 | 2012 209 23 59 00 | 0.1950 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | IR2200516008    | ASH701945G_M | SNOW | CR5200348014 |
| AHVZ  | Ahvaz havashenasi | 2012 210 00 00 00 | 2012 262 23 59 00 | 0.1950 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | IR2200350007    | ASH701945G_M | SNOW | CR5200348014 |
| AHVZ  | Ahvaz havashenasi | 2012 263 00 00 00 | 2024 268 23 59 30 | 0.1950 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | IR2200452002    | ASH701945G_M | SNOW | CR5200348014 |
| AHVZ  | Ahvaz havashenasi | 2024 269 00 00 00 | 9999 999 23 00 00 | 0.0900 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | RAYMAND IRNET-G3B | CN00   | 8.30  | 50101B930008    | HXCCG7601A   | HXCG | C23          |
| AHWA  | Ahvaz             | 2015 250 00 00 00 | 2020 365 23 59 59 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | TRIMBLE NETR9     | TZGD   | 8.30  | 5044K71326      | TRM57971.00  | SCIT | 1441038045   |
| AHWZ  | Ahvaz-new         | 2021 001 00 00 00 | 9999 999 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | TRIMBLE NETR9     | TZGD   | 8.30  | -----           | TRM57971.00  | SCIT | -----        |
| AKHT  | Akhtarabad        | 2005 001 00 00 00 | 2014 302 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | UC2200404020    | ASH701945G_M | SNOW | CR5200348004 |
| AKHT  | Akhtarabad        | 2014 302 00 00 00 | 2015 023 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | CHC N71           | CHCD   | 8.30  | -----           | CHCC220GR    | CHCD | -----        |
| AKHT  | Akhtarabad        | 2015 023 00 00 00 | 2018 060 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | SOUTH NET-S8+     |        | 8.30  | S48146117109359 | HXCGG486A    | HXCS | 14040180     |
| AKHT  | Akhtarabad        | 2018 060 00 00 00 | 2022 137 23 59 59 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | CHC N71           | CHCD   | 8.30  | 031808          | HXCGG486A    | HXCS | 14040180     |
| AKHT  | Akhtarabad        | 2022 138 00 00 00 | 9999 999 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | HI-TARGET VNET8   | 2.9.12 | 4.70  | -----           | HITAT45101CP | HITZ | -----        |
| AMAD  | Aminabad          | 2005 228 00 00 00 | 2007 251 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | UC2200404003    | ASH701945B_M | SNOW | CR5200516008 |
| AMND  | Amand             | 2005 175 00 00 00 | 2013 334 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | IR2200408006    | ASH701945G_M | SNOW | CR5200428015 |
| AMND  | Amand             | 2013 334 00 00 00 | 9999 999 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | UC2200325002    | ASH701945G_M | SNOW | CR5200428015 |
| ARDB  | Ardebil           | 2012 319 00 00 00 | 2015 250 23 59 59 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | TRIMBLE NETR9     | TZGD   | 8.30  | 5044K71330      | TRM57971.00  | NONE | 1441021205   |
| ARDB  | Ardebil           | 2015 251 00 00 00 | 2023 362 23 59 59 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | IR2200440007    | ASH701945E_M | SNOW | CR520081684  |
| ARDB  | Ardebil           | 2023 363 00 00 00 | 9999 999 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | RAYMAND IRNET-G3B | CN00   | 8.30  | 20230019        | HXCCG7601A   | HXCG | C22110041068 |
| ARDH  | Ardeha            | 2005 274 00 00 00 | 9999 999 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | IR2200512017    | ASH701945E_M | SNOW | CR5200519013 |
| ARNG  | Arange            | 2005 190 00 00 00 | 2014 234 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CQ00   | 8.30  | IR2200506019    | ASH701945G_M | SNOW | CR5200348011 |
| ARNG  | Arange            | 2014 302 00 00 00 | 2016 194 23 59 30 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | CHC N71           |        | 8.30  | 31816           | CHCC220GR    | CHCD | 14030088     |
| ARNG  | Arange            | 2016 233 00 00 00 | 2017 169 23 59 30 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | CHC N71           |        | 8.30  | 281589          | CHCC220GR    | CHCD | 14030088     |
| ARNG  | Arange            | 2017 170 12 00 00 | 9999 999 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | CHC N71           |        | 8.30  | 2003218         | CHCC220GR    | CHCD | 14030088     |
| AVRZ  | Avarezi           | 2006 151 00 00 00 | 2010 029 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | LEICA GRX1200PRO  | CN00   | 8.30  | 462657          | LEIAX1202    | NONE | R5200348008  |
| BABS  | Bandar Abbas      | 2005 345 00 00 00 | 2011 035 00 00 00 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | IR2200512013    | ASH701945E_M | SNOW | CR5200514017 |
| BRBS  | Bandar Abbas      | 2011 039 00 00 00 | 2011 365 23 59 59 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | IR1200405001    | ASH701945E_M | SNOW | CR5200514017 |
| BRBS  | Bandar Abbas      | 2012 001 00 00 00 | 2014 298 23 59 59 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | IR2200440005    | ASH701945E_M | SNOW | CR5200514017 |
| BRBS  | Bandar Abbas      | 2014 299 00 00 00 | 2024 193 23 59 30 | 0.1440 | DHPAB | 0.0000 | 0.0000 | ASHTECH UZ-12     | CN00   | 8.30  | 20230019        | HXCCG7601A   | HXCG | C22110041068 |

## نتایج حاصل از پردازش داده‌های ژئودینامیک

- ▶ مختصات دقیق ایستگاه‌ها به همراه دقت محاسبات
- ▶ سری زمانی تغییرات ایستگاه‌ها
- ▶ بردار سرعت ایستگاه‌ها
- ▶ محاسبه چارچوب مرجع مختصات ملی
- ▶ سامانه ارسال تصحیحات تعیین موقعیت آنی به کاربران

|                |               |               |                |          |          |          |          |        |        |        |        |        |      |
|----------------|---------------|---------------|----------------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| gpr_ WGS84_GRS | 3503260.90912 | 3517273.82741 | 3992910.43849  | -0.02860 | 0.01443  | 0.01683  | 2023.541 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0007 | 0.0007 | 0.00 |
| gpr_ POLD_GRS  | 3488868.56765 | 3496371.61864 | 4023077.40885  | -0.02812 | 0.01466  | 0.01634  | 2023.511 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0007 | 0.0007 | 0.00 |
| gpr_ ORTH_GRS  | 3574040.98823 | 3581155.67303 | 3872780.11588  | -0.04539 | -0.01141 | 0.00170  | 2023.105 | 0.0016 | 0.0016 | 0.0016 | 0.0007 | 0.0007 | 0.00 |
| gpr_ MONT_GRS  | 3574428.74511 | 3545965.79061 | 3955292.68689  | -0.02465 | 0.00943  | 0.02286  | 2023.456 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0007 | 0.0007 | 0.00 |
| gpr_ NELA_GRS  | 3535739.06426 | 3482422.99810 | 3966208.52175  | -0.02865 | 0.01491  | 0.01874  | 2019.226 | 0.0036 | 0.0036 | 0.0040 | 0.0012 | 0.0011 | 0.00 |
| gpr_ ZARI_GRS  | 3565549.73194 | 3509956.05758 | 3945495.07298  | -0.02670 | 0.00941  | 0.02028  | 2019.307 | 0.0036 | 0.0036 | 0.0039 | 0.0011 | 0.0011 | 0.00 |
| gpr_ ISRA_3RS  | 3808364.46280 | 3734430.24809 | 3485683.80178  | -0.02500 | 0.01004  | 0.02490  | 2023.189 | 0.0015 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0007 | 0.0007 | 0.00 |
| gpr_ BOGH_GRS  | 3520419.75000 | 3454338.54081 | 4025857.49277  | -0.02800 | 0.01415  | 0.01711  | 2023.550 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0007 | 0.0006 | 0.00 |
| gpr_ MONT_GRS  | 3545049.92523 | 3442587.48910 | 4022161.76474  | -0.02313 | 0.01625  | 0.01301  | 2022.774 | 0.0018 | 0.0018 | 0.0020 | 0.0007 | 0.0007 | 0.00 |
| gpr_ ZARI_4RS  | 3451174.30937 | 3060335.70326 | 4391555.81461  | -0.01825 | 0.01538  | 0.00857  | 2023.572 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0011 | 0.0006 | 0.0006 | 0.00 |
| gpr_ ADIS_GRS  | 4913652.54784 | 3945822.84901 | 955383.53048   | -0.01723 | 0.01512  | 0.01689  | 2021.029 | 0.0037 | 0.0031 | 0.0017 | 0.0014 | 0.0012 | 0.00 |
| gpr_ RAMO_3RS  | 4514721.47398 | 3133508.10175 | 3228025.03572  | -0.01790 | 0.01542  | 0.01949  | 2023.522 | 0.0013 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0008 | 0.0006 | 0.00 |
| gpr_ MICO_4RS  | 4359415.46182 | 2874117.21881 | 3650777.99908  | -0.01584 | 0.01436  | 0.01417  | 2018.647 | 0.0045 | 0.0034 | 0.0039 | 0.0016 | 0.0012 | 0.00 |
| gpr_ ANKR_3RS  | 4121948.39212 | 2652187.84842 | 4069023.89437  | -0.00782 | -0.00344 | 0.00776  | 2021.709 | 0.0028 | 0.0021 | 0.0027 | 0.0008 | 0.0006 | 0.00 |
| gpr_ GLSV_3RS  | 3512888.69407 | 2068990.08074 | 4888903.31292  | -0.01929 | 0.01725  | 0.01339  | 2018.665 | 0.0038 | 0.0028 | 0.0049 | 0.0013 | 0.0009 | 0.00 |
| gpr_ BRAD_3RS  | 5085352.46056 | 2668396.16524 | -2768731.26401 | -0.00342 | 0.01740  | 0.01646  | 2021.967 | 0.0030 | 0.0022 | 0.0016 | 0.0010 | 0.0007 | 0.00 |
| gpr_ SOFI_3RS  | 4319371.84338 | 1866888.03102 | 4292064.04770  | -0.02124 | 0.01648  | 0.00038  | 2018.633 | 0.0045 | 0.0027 | 0.0045 | 0.0023 | 0.0014 | 0.00 |
| gpr_ VOIZ_2RS  | 3664939.94457 | 1409154.13859 | 5009571.53223  | -0.01499 | 0.01541  | 0.00803  | 2022.856 | 0.0018 | 0.0012 | 0.0022 | 0.0007 | 0.0005 | 0.00 |
| gpr_ SUTR_3RS  | 5041274.89379 | 1916054.41735 | -3397075.72154 | -0.00423 | 0.02113  | 0.01588  | 2018.648 | 0.0050 | 0.0027 | 0.0037 | 0.0017 | 0.0009 | 0.00 |
| gpr_ PENI_3RS  | 4052449.23025 | 1417681.36249 | 4701407.24224  | -0.01553 | 0.01703  | 0.00727  | 2018.648 | 0.0043 | 0.0025 | 0.0048 | 0.0021 | 0.0012 | 0.00 |
| gpr_ WATE_5RS  | 4641949.28863 | 1389045.68543 | 4133287.66244  | -0.01630 | 0.02188  | 0.01276  | 2018.667 | 0.0047 | 0.0025 | 0.0043 | 0.0016 | 0.0008 | 0.00 |
| gpr_ GRAD_7RS  | 4194423.57929 | 1162702.93883 | 4647245.55508  | -0.01736 | 0.01679  | 0.00179  | 2018.666 | 0.0044 | 0.0023 | 0.0047 | 0.0021 | 0.0011 | 0.00 |
| gpr_ MONT_5RS  | 4934545.97368 | 1321265.24607 | 3804656.31695  | -0.02429 | 0.01897  | 0.00724  | 2018.644 | 0.0049 | 0.0024 | 0.0040 | 0.0017 | 0.0008 | 0.00 |
| gpr_ POTS_5RS  | 3800689.41379 | 882077.60491  | 5028791.45493  | -0.01224 | 0.01916  | 0.01304  | 2018.679 | 0.0041 | 0.0022 | 0.0050 | 0.0014 | 0.0008 | 0.00 |
| gpr_ WTER_2RS  | 4075580.27405 | 931854.10250  | 4801568.31021  | -0.01148 | 0.01771  | 0.01266  | 2022.734 | 0.0020 | 0.0011 | 0.0021 | 0.0008 | 0.0004 | 0.00 |
| gpr_ ONSA_2RS  | 3370658.34207 | 711877.33699  | 5349787.09159  | -0.00834 | 0.01726  | 0.01538  | 2018.661 | 0.0037 | 0.0022 | 0.0053 | 0.0018 | 0.0011 | 0.00 |
| gpr_ NYAL_5RS  | 1202430.33025 | 252626.80971  | 6237767.76377  | -0.02410 | 0.00901  | 0.01122  | 2018.661 | 0.0023 | 0.0021 | 0.0060 | 0.0008 | 0.0007 | 0.00 |
| gpr_ MED1_3RS  | 4461400.49391 | 919593.83887  | 4449504.92974  | -0.00194 | 0.02533  | 0.02420  | 2018.650 | 0.0046 | 0.0023 | 0.0046 | 0.0023 | 0.0011 | 0.00 |
| gpr_ NYAL_2RS  | 6287385.71688 | 1071574.90168 | 39133.22951    | 0.00183  | 0.02185  | 0.02104  | 2021.738 | 0.0034 | 0.0015 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0005 | 0.00 |
| gpr_ GENO_3RS  | 4507892.12061 | 707621.73658  | 4441603.66316  | -0.01543 | 0.02004  | 0.00282  | 2018.640 | 0.0046 | 0.0022 | 0.0046 | 0.0023 | 0.0011 | 0.00 |
| gpr_ ATAC_3RS  | 4696889.25222 | 723994.73802  | 4239678.70872  | -0.00781 | 0.02069  | 0.01424  | 2018.640 | 0.0048 | 0.0022 | 0.0044 | 0.0024 | 0.0011 | 0.00 |
| gpr_ ZIMM_2RS  | 4331296.87059 | 567556.12408  | 4633134.09334  | -0.01393 | 0.01862  | 0.00489  | 2018.664 | 0.0045 | 0.0022 | 0.0047 | 0.0022 | 0.0010 | 0.00 |
| gpr_ GRAD_4RS  | 4581690.67543 | 556115.17173  | 4389361.00526  | -0.00851 | 0.01948  | 0.01440  | 2022.658 | 0.0022 | 0.0011 | 0.0020 | 0.0008 | 0.0004 | 0.00 |
| gpr_ WSKT_2RS  | 3828735.65188 | 443305.17544  | 5064884.85310  | -0.01098 | 0.01848  | 0.02132  | 2018.673 | 0.0040 | 0.0021 | 0.0050 | 0.0014 | 0.0007 | 0.00 |
| gpr_ TISE_3RS  | 4627851.65552 | 119640.28030  | 4372993.70540  | -0.02159 | 0.02038  | -0.00260 | 2018.655 | 0.0047 | 0.0021 | 0.0045 | 0.0023 | 0.0010 | 0.00 |
| gpr_ EBRE_4RS  | 4833519.88912 | 41537.37665   | 4147461.70415  | -0.01259 | 0.02051  | 0.00809  | 2018.650 | 0.0049 | 0.0021 | 0.0043 | 0.0024 | 0.0010 | 0.00 |



N. C. C.

شناسنامه ایستگاه دائمی ژئودینامیک و GNSS

Description Form of Permanent Geodynamic and GNSS Station

|                            |  |  |  |                 |  |  |  |                                  |  |  |  |                        |  |  |  |                                               |  |  |  |               |  |  |  |                        |  |  |  |
|----------------------------|--|--|--|-----------------|--|--|--|----------------------------------|--|--|--|------------------------|--|--|--|-----------------------------------------------|--|--|--|---------------|--|--|--|------------------------|--|--|--|
| <b>توضیحات:</b>            |  |  |  |                 |  |  |  | <b>مشخصات:</b>                   |  |  |  |                        |  |  |  |                                               |  |  |  |               |  |  |  |                        |  |  |  |
| نام ایستگاه: مشهد          |  |  |  |                 |  |  |  | کد استاندارد: MSHN               |  |  |  |                        |  |  |  | استان: خراسان رضوی                            |  |  |  |               |  |  |  |                        |  |  |  |
| Province: KHORASAN RAZAVI  |  |  |  |                 |  |  |  | Standard code: MSHN              |  |  |  |                        |  |  |  | Station Name: MASHHAD                         |  |  |  |               |  |  |  |                        |  |  |  |
| شهرستان: مشهد              |  |  |  |                 |  |  |  | تاریخ راهاندازی: ۱۳۸۱/۰۵/۱۰      |  |  |  |                        |  |  |  | سایر اطلاعات: ساختمان قدیم سازمان نقشه برداری |  |  |  |               |  |  |  |                        |  |  |  |
| Further Information:       |  |  |  |                 |  |  |  | Date of Installation: 2002/08/01 |  |  |  |                        |  |  |  | Town: MASHHAD                                 |  |  |  |               |  |  |  |                        |  |  |  |
| <b>مختصات:</b>             |  |  |  |                 |  |  |  |                                  |  |  |  |                        |  |  |  |                                               |  |  |  |               |  |  |  |                        |  |  |  |
| توضیحات                    |  |  |  | ایک مرجع        |  |  |  | بنسبی مرجع                       |  |  |  | ارتفاع بنسبی           |  |  |  | طول جغرافیایی                                 |  |  |  | عرض جغرافیایی |  |  |  | مبنای مختصاتی ملی      |  |  |  |
| Descriptions               |  |  |  | Reference epoch |  |  |  | Reference Ellipsoid              |  |  |  | Ellipsoidal Height (m) |  |  |  | Longitude                                     |  |  |  | Latitude      |  |  |  | Iranian Geodetic Datum |  |  |  |
| مبنای سطحانی قدیم          |  |  |  | 2010.01.01      |  |  |  | WGS84 (original)                 |  |  |  | 1086.8566              |  |  |  | 47.31716                                      |  |  |  | 36 20         |  |  |  | IRGD2010               |  |  |  |
| در زمان مرجع مشخصات        |  |  |  | 2017.01.01      |  |  |  | GRS80                            |  |  |  | 1087.6637              |  |  |  | 47.351413                                     |  |  |  | 36 20         |  |  |  | IRGD2017               |  |  |  |
| مبنای سطحانی قدیم بروز شده |  |  |  | 2017.01.01      |  |  |  | WGS84 (original)                 |  |  |  | 1087.1336              |  |  |  | 47.317195                                     |  |  |  | 36 20         |  |  |  | IRGD2010_R1            |  |  |  |

|                                  |  |  |  |              |  |  |  |                   |  |  |  |                               |  |  |  |             |  |  |  |                     |  |  |  |
|----------------------------------|--|--|--|--------------|--|--|--|-------------------|--|--|--|-------------------------------|--|--|--|-------------|--|--|--|---------------------|--|--|--|
| <b>تجهیزات مستقر در ایستگاه:</b> |  |  |  |              |  |  |  |                   |  |  |  |                               |  |  |  |             |  |  |  |                     |  |  |  |
| گیرنده                           |  |  |  | آنتن         |  |  |  | ارتفاع آنتن       |  |  |  | Phase center offset(vertical) |  |  |  | مدت استقرار |  |  |  |                     |  |  |  |
| Receiver                         |  |  |  | Antenna      |  |  |  | Height of antenna |  |  |  | L2                            |  |  |  | L1          |  |  |  | Duration            |  |  |  |
| TRIMBLE4000SSI                   |  |  |  | TRM29659.00  |  |  |  | 0.0905            |  |  |  | 0.1177                        |  |  |  | 0.0905      |  |  |  | 2002(213)-2004(355) |  |  |  |
| ASHTech UZ-12                    |  |  |  | ASH7019450_M |  |  |  | 0.0905            |  |  |  | 0.1202                        |  |  |  | 0.0915      |  |  |  | 2004(356) UP TO NOW |  |  |  |

IRGD2010: مبنای سطحانی قدیم کشور

IRGD2017: مبنای سطحانی جدید کشور منطبق با تعیین موقعیت نقطه‌ای دقیق (PPP) در ایک مرجع 2017.01.01

IRGD2010\_R1: مبنای سطحانی قدیم بروز شده پس از حذف اثرات حرکات پوسته (سازگار با نقشه‌های قدیمی موجود)

داده‌ها بصورت ۲۴ ساعته و با نرخ ۳۰ ثانیه و با استفاده از پارامترهای مداری دقیق (IGS) پردازش شده است.

پارامترهای ترانسفورماسیون از مبنای سطحانی IRGD2017 به IRGD2010 بر اساس مدل Molodensky-Badekas با نقطه مرکزی  $(\varphi = 32^\circ, \lambda = 54^\circ, H = 1200m)$

| پارامترهای دوران |        | پارامترهای انتقال      |           |
|------------------|--------|------------------------|-----------|
| $t_x(m)$         | 0.729  | $\epsilon_x(^{\circ})$ | -0.005836 |
| $t_y(m)$         | -0.416 | $\epsilon_y(^{\circ})$ | -0.007477 |
| $t_z(m)$         | -0.921 | $\epsilon_z(^{\circ})$ | -0.002842 |
| مقیاس            |        | $k(ppm)$               | 0.014070  |

## ۱- شناسنامه نقاط ژئودینامیک

شامل موقعیت، مشخصات و مختصات ایستگاههای ژئودینامیک در دو فریم جهانی (ITRF) و ملی (IRGD) که فریم ملی با تکیه بر پردازش ایستگاههای شبکه دائمی ژئودینامیک کشور و در اداره کل نقشه برداری زمینی و بنیادی ایجاد شده است.

کاربران نقشه بردار جهت انجام امور نقشه برداری، فایل مشاهداتی ایستگاههای ژئودینامیک به همراه شناسنامه این نقاط را از سازمان خریداری می کنند.

# سری زمانی تغییرات ایستگاهها

Globk Analysis GGVer 10.71.027 Sat Apr 15 13:58:38 EDT 2023  
AHAR\_GPS to N Solution 1 + 4282256.016 m

|            |         |         |
|------------|---------|---------|
| 2006.00137 | 6.01600 | 0.00162 |
| 2006.00411 | 6.01526 | 0.00150 |
| 2006.00685 | 6.01615 | 0.00143 |
| 2006.00959 | 6.01543 | 0.00150 |
| 2006.01233 | 6.01520 | 0.00147 |
| 2006.01507 | 6.01447 | 0.00162 |
| 2006.01781 | 6.01861 | 0.00146 |
| 2006.02055 | 6.01818 | 0.00160 |
| 2006.02329 | 6.01436 | 0.00163 |
| 2006.02603 | 6.01631 | 0.00150 |
| 2006.02877 | 6.01561 | 0.00142 |
| 2006.03150 | 6.01494 | 0.00144 |
| 2006.03424 | 6.01729 | 0.00143 |
| 2006.03698 | 6.01778 | 0.00134 |
| 2006.03972 | 6.01768 | 0.00137 |
| 2006.04246 | 6.01735 | 0.00145 |
| 2006.04520 | 6.01784 | 0.00145 |
| 2006.04794 | 6.01882 | 0.00151 |
| 2006.05068 | 6.01769 | 0.00156 |
| 2006.05342 | 6.01850 | 0.00185 |
| 2006.05616 | 6.01908 | 0.00166 |
| 2006.06164 | 6.02111 | 0.00174 |
| 2006.06712 | 6.01898 | 0.00153 |
| 2006.06986 | 6.02121 | 0.00189 |
| 2006.07534 | 6.01919 | 0.00152 |
| 2006.07808 | 6.01925 | 0.00138 |
| 2006.08082 | 6.01852 | 0.00153 |
| 2006.08356 | 6.01852 | 0.00169 |
| 2006.08630 | 6.01827 | 0.00179 |
| 2006.08904 | 6.01965 | 0.00190 |

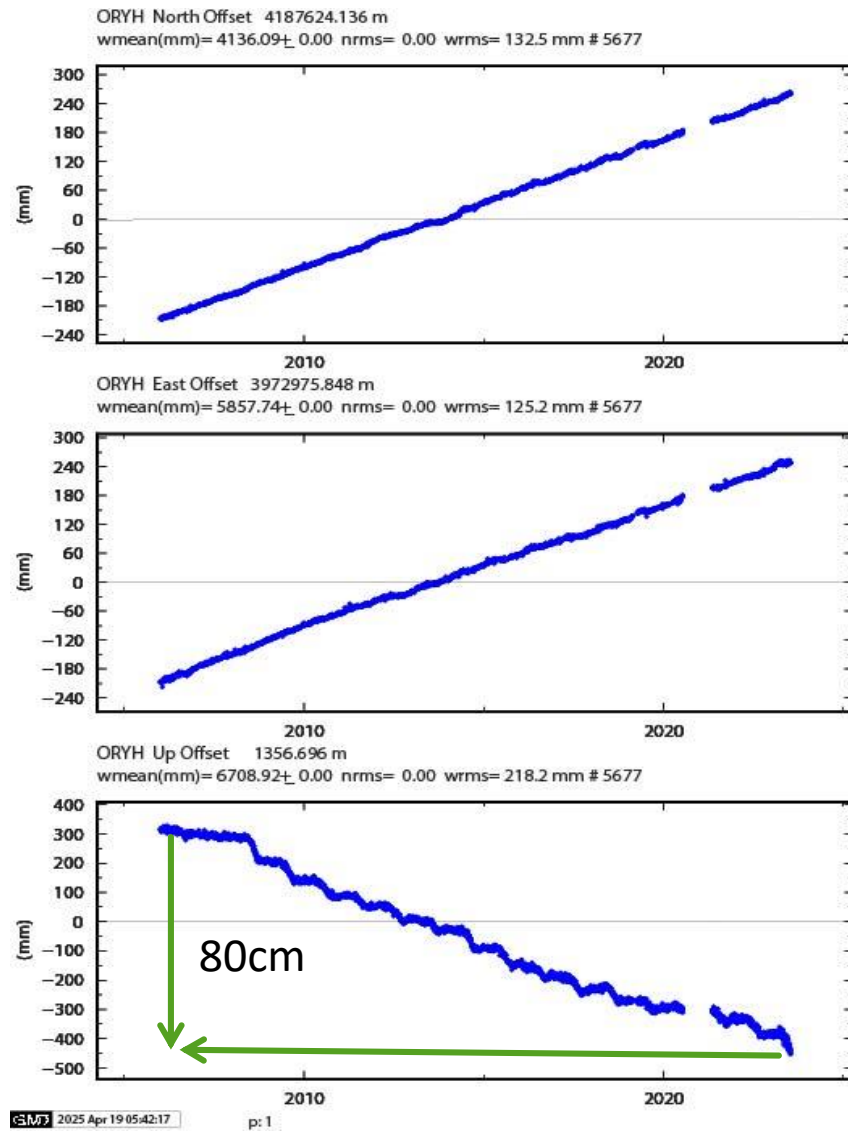
Globk Analysis GGVer 10.71.027 Sat Apr 15 13:58:38 EDT 2023  
AHAR\_GPS to E Solution 1 + 4100754.154 m

|            |         |         |
|------------|---------|---------|
| 2006.00137 | 4.15353 | 0.00157 |
| 2006.00411 | 4.15442 | 0.00145 |
| 2006.00685 | 4.15416 | 0.00140 |
| 2006.00959 | 4.15487 | 0.00143 |
| 2006.01233 | 4.15304 | 0.00140 |
| 2006.01507 | 4.15333 | 0.00150 |
| 2006.01781 | 4.15364 | 0.00135 |
| 2006.02055 | 4.15263 | 0.00150 |
| 2006.02329 | 4.15440 | 0.00153 |
| 2006.02603 | 4.15502 | 0.00140 |
| 2006.02877 | 4.15631 | 0.00131 |
| 2006.03150 | 4.15471 | 0.00135 |
| 2006.03424 | 4.15416 | 0.00134 |
| 2006.03698 | 4.15421 | 0.00124 |
| 2006.03972 | 4.15453 | 0.00129 |
| 2006.04246 | 4.15327 | 0.00136 |
| 2006.04520 | 4.15707 | 0.00136 |
| 2006.04794 | 4.15292 | 0.00155 |
| 2006.05068 | 4.15530 | 0.00149 |
| 2006.05342 | 4.15455 | 0.00173 |
| 2006.05616 | 4.15481 | 0.00155 |
| 2006.06164 | 4.15399 | 0.00160 |
| 2006.06712 | 4.15409 | 0.00147 |
| 2006.06986 | 4.15596 | 0.00187 |
| 2006.07534 | 4.15497 | 0.00144 |
| 2006.07808 | 4.15530 | 0.00134 |
| 2006.08082 | 4.15619 | 0.00148 |
| 2006.08356 | 4.15570 | 0.00158 |
| 2006.08630 | 4.15791 | 0.00168 |
| 2006.08904 | 4.15724 | 0.00189 |
| 2006.09178 | 4.15958 | 0.00164 |

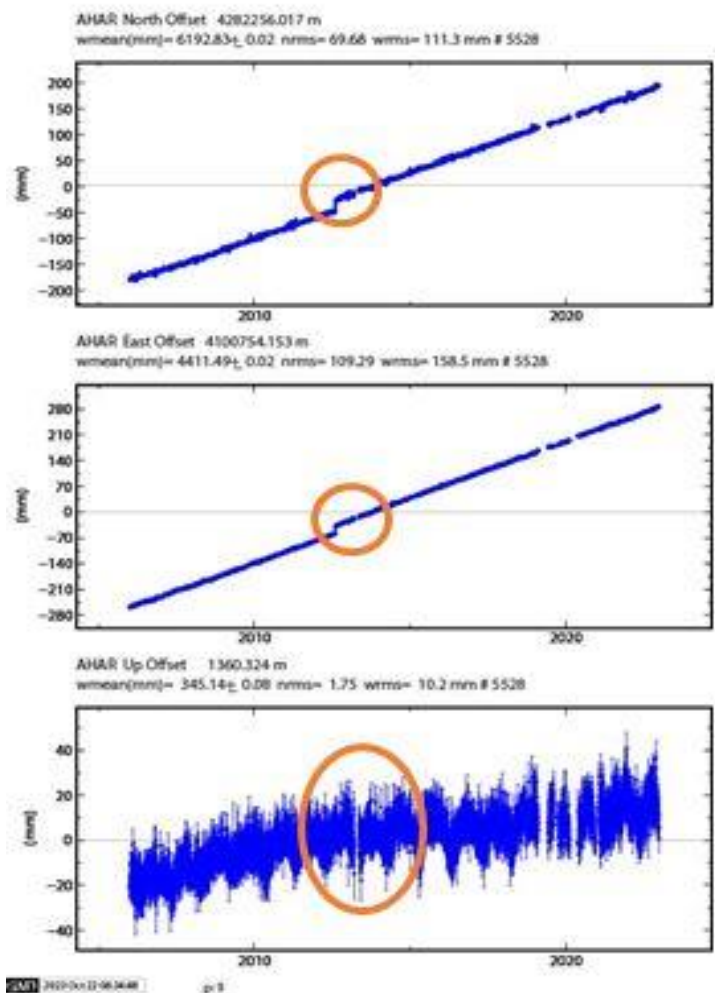
Globk Analysis GGVer 10.71.027 Sat Apr 15 13:58:38 EDT 2023  
AHAR\_GPS to U Solution 1 + 1360.324 m

|            |         |         |
|------------|---------|---------|
| 2006.00137 | 0.32411 | 0.00574 |
| 2006.00411 | 0.32334 | 0.00531 |
| 2006.00685 | 0.32033 | 0.00520 |
| 2006.00959 | 0.32667 | 0.00533 |
| 2006.01233 | 0.32005 | 0.00541 |
| 2006.01507 | 0.32163 | 0.00598 |
| 2006.01781 | 0.32596 | 0.00570 |
| 2006.02055 | 0.32608 | 0.00568 |
| 2006.02329 | 0.32845 | 0.00566 |
| 2006.02603 | 0.32410 | 0.00531 |
| 2006.02877 | 0.31852 | 0.00502 |
| 2006.03150 | 0.32061 | 0.00507 |
| 2006.03424 | 0.31961 | 0.00508 |
| 2006.03698 | 0.32328 | 0.00496 |
| 2006.03972 | 0.32327 | 0.00521 |
| 2006.04246 | 0.32288 | 0.00525 |
| 2006.04520 | 0.32471 | 0.00548 |
| 2006.04794 | 0.32089 | 0.00542 |
| 2006.05068 | 0.32641 | 0.00565 |
| 2006.05342 | 0.32957 | 0.00678 |
| 2006.05616 | 0.32812 | 0.00577 |
| 2006.06164 | 0.32901 | 0.00612 |
| 2006.06712 | 0.31798 | 0.00568 |
| 2006.06986 | 0.32937 | 0.00673 |
| 2006.07534 | 0.32742 | 0.00529 |
| 2006.07808 | 0.32661 | 0.00508 |
| 2006.08082 | 0.32194 | 0.00536 |
| 2006.08356 | 0.33163 | 0.00591 |
| 2006.08630 | 0.33554 | 0.00630 |
| 2006.08904 | 0.33000 | 0.00600 |

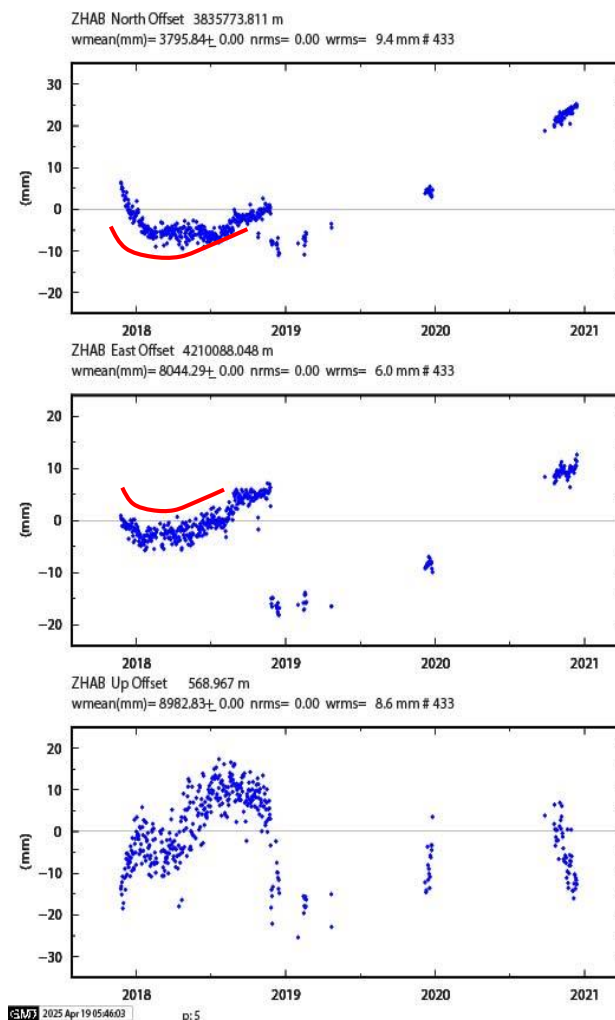
کاهش سطح آب دریاچه ارومیه در طول سالهای اخیر، موجب کاهش ارتفاع و فرونشست در ایستگاههای استانه‌های همجوار دریاچه شده است. میزان این نشست به اندازه ۸۰۰ میلیمتر در طول ۱۸ سال در ایستگاه ارومیه بوده که مقدار بسیار قابل توجهی است. پردازش تصاویر راداری و نقشه‌های فرونشست تهیه شده در این مناطق نیز موید این موضوع است. به همراه پدیده فرونشست، رفتاری سینوسی در مولفه ارتفاعی این ایستگاهها دیده می‌شود که تحت تاثیر اثرات فصلی است.



سری زمانی ایستگاه ژئودینامیک  
ارومیه



رفتار حین لرزه‌ای- زلزله اهر  
ورزقان



رفتار پس لرزه‌ای- زلزله سرپل  
ذهاب

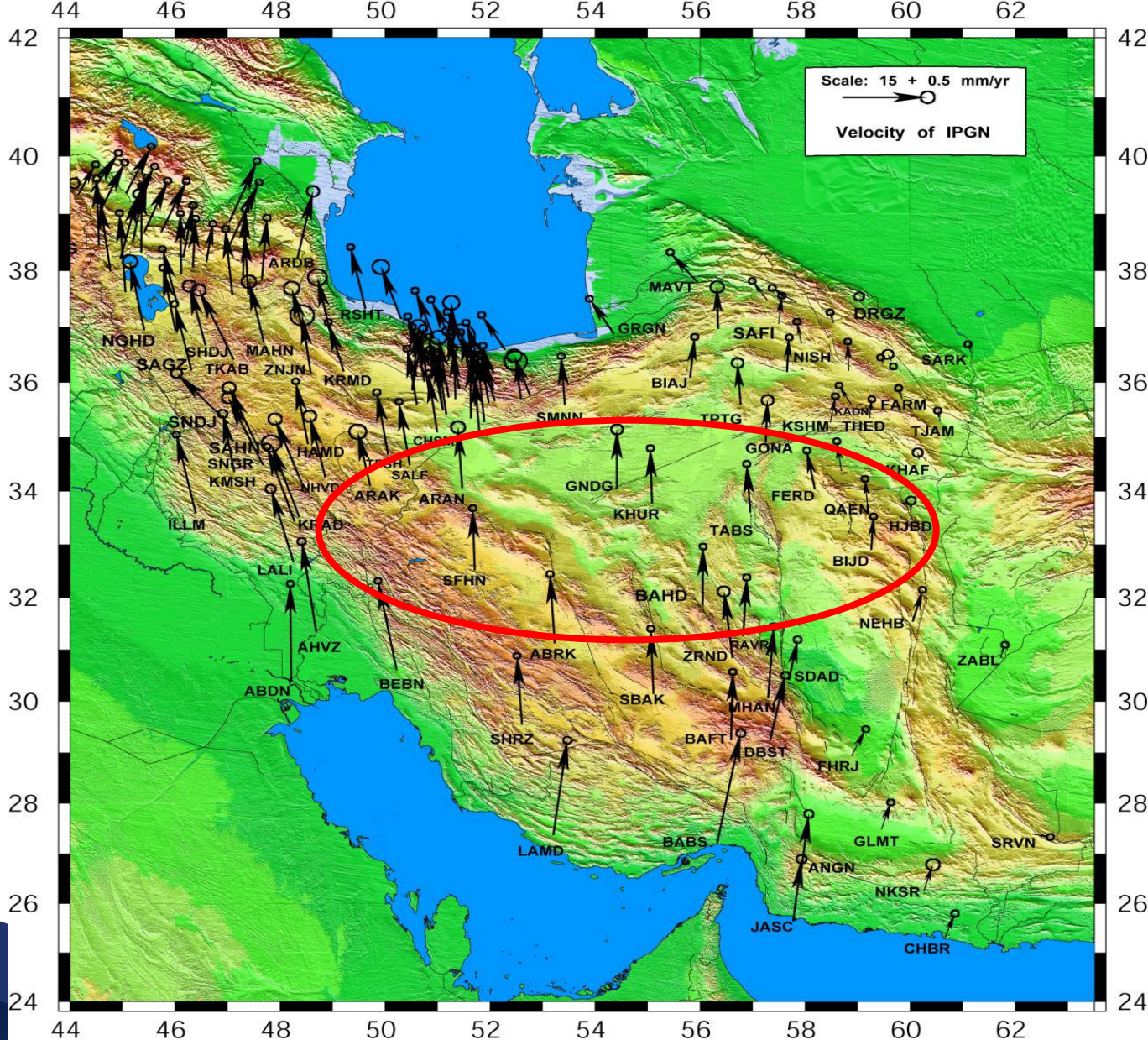
پس از رخداد زمین‌لرزه در نزدیکی یک ایستگاه GNSS، شاهد رفتارهای پس‌لرزه‌ای آن در طول زمان هستیم. به عنوان مثال زلزله سرپل ذهاب که مسبب اصلی آن قطعه‌ای از گسل پیشانی کوهستان بوده، عامل دو تغییر شکل در منطقه شده است؛ تغییر شکل آنی سطح زمین در لحظه وقوع یا تغییر شکل هم‌لرزه‌ای (حین لرزه‌ای) که در قسمت بالای پوسته رخ می‌دهد که دارای دمای کم، اصطکاک بالا و شکنندگی زیاد است. تغییر شکل دوم بلافاصله پس از وقوع زلزله و با مکانیسم آزاد شدن تنش به دلیل ویسکوزیته کم و دمای بالا در قسمت پایین و شکل‌پذیر پوسته زمین است که منجر به تغییر شکل پس‌لرزه‌ای می‌شود. در راستای آشکارسازی این نوع از رفتار زمین، پس از زلزله سرپل ذهاب در اواخر سال ۲۰۱۷، دو ایستگاه GNSS در مناطق تازه-آباد و سرپل‌ذهاب نصب گردید.

براساس نتایج بدست‌آمده و با محاسبات انجام شده بر روی گسل پیشانی کوهستان، بازه زمانی تغییر شکل‌های پس‌لرزه‌ای ناشی از زلزله ۷.۳ ریشتری سرپل‌ذهاب حدود ۱۵ ماه و دوره آرامش ویسکوالاستیک با توجه به مدلسازی مکانیکی-- ویسکوزیته و رئولوژی خزشی وابسته به دما، ۲۴ سال بدست آمده است. همچنین رفتار زمین در دوره پس‌لرزه‌ای یک منحنی غیرخطی می‌باشد.



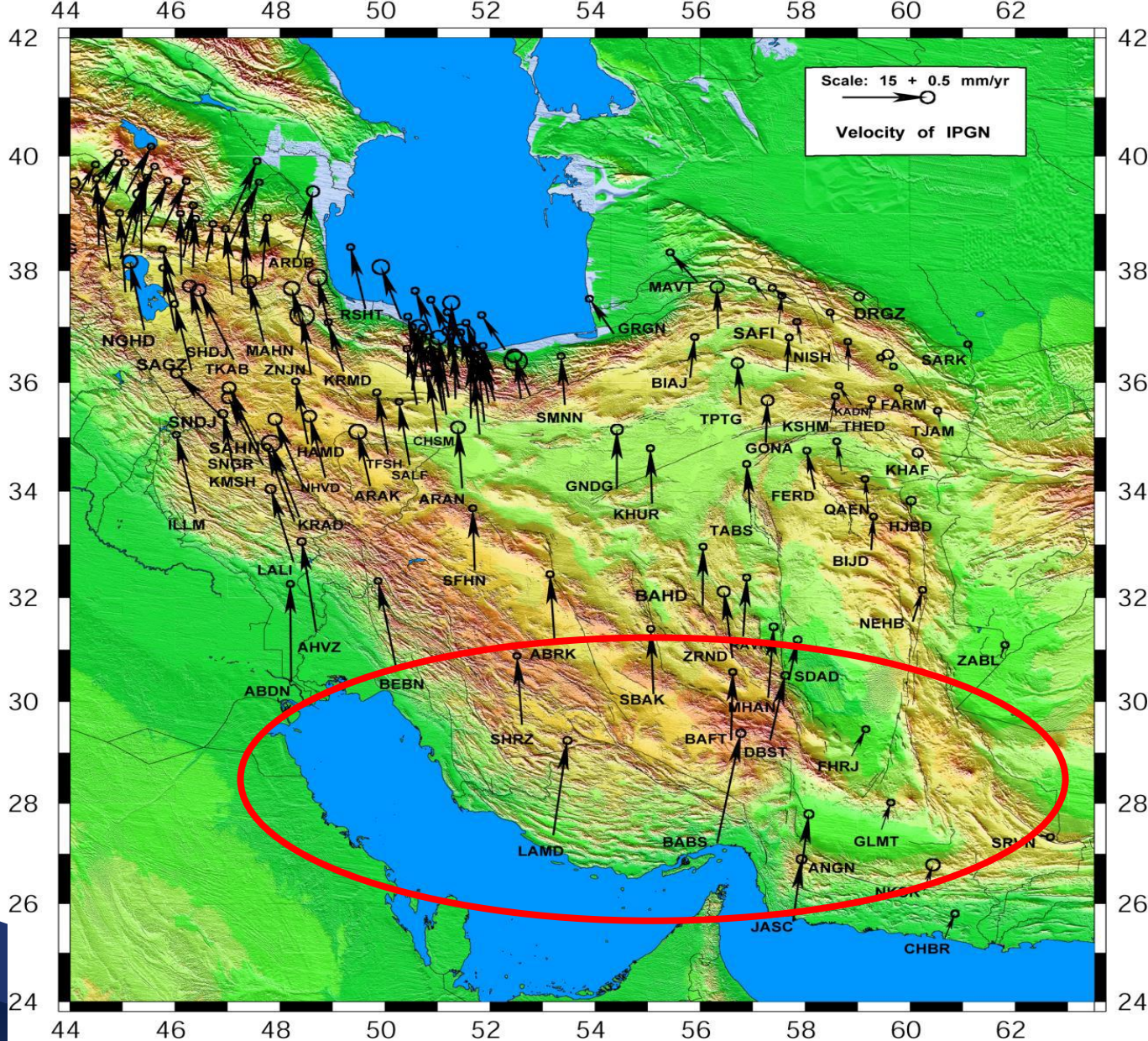
### ۳- مقدار عددی و بردار سرعت ایستگاهها

بلوک ایران مرکزی نیز دارای سرعت درون صفحه‌ای بسیار پایینی است، که تقریباً می‌توان آن را صلب در نظر گرفت. البته برخلاف تصور گذشته، این بلوک کاملاً صلب نبوده و دارای حرکات جزئی است که تغییر شکل‌های ناشی از آن در چند گسل موجود در آن جذب می‌گردد



### ۳- مقدار عددی و بردار سرعت ایستگاهها

باتوجه به نتایج حاصل از شبکه IPGN، در نیمه جنوبی **بلوک ایران**، همگرایی اوراسیا-عربستان بصورت متفاوت در شرق و غرب طول جغرافیایی ۵۸ درجه جذب می‌شود. در شرق طول جغرافیایی ۵۸ درجه، بیشترین کوتاه‌شدگی مربوط به فروانش مکران است که میزان اندکی از آن در کپه-داغ جذب می‌گردد؛ در حالی که در غرب طول جغرافیایی ۵۸ درجه، کوتاه‌شدگی بر روی محدوده کوهستانی زاگرس و البرز توزیع می‌شود. این تفاوت سرعت بین این دو، باعث ایجاد یک حرکت برشی بین ایران مرکزی و بلوک هلمند در شرق و در امتداد کویر لوت می‌شود. با توجه به نتایج حاصل از شبکه IPGN، با حرکت از سمت غرب به شرق و افزایش طول جغرافیایی، بین ایلام و کازرون، با افزایش سرعت مواجه هستیم. علت این افزایش، در وابستگی قطب اوپلر به طول جغرافیایی است. بعد از گذر از ناحیه عبوری زون تبدیل، بین تکتونیک کوهزایی و تکتونیک فروانش، در گسل زندان میناب، سرعت بیشتر به صورت فروانش در زون مکران آشکار می‌شود.

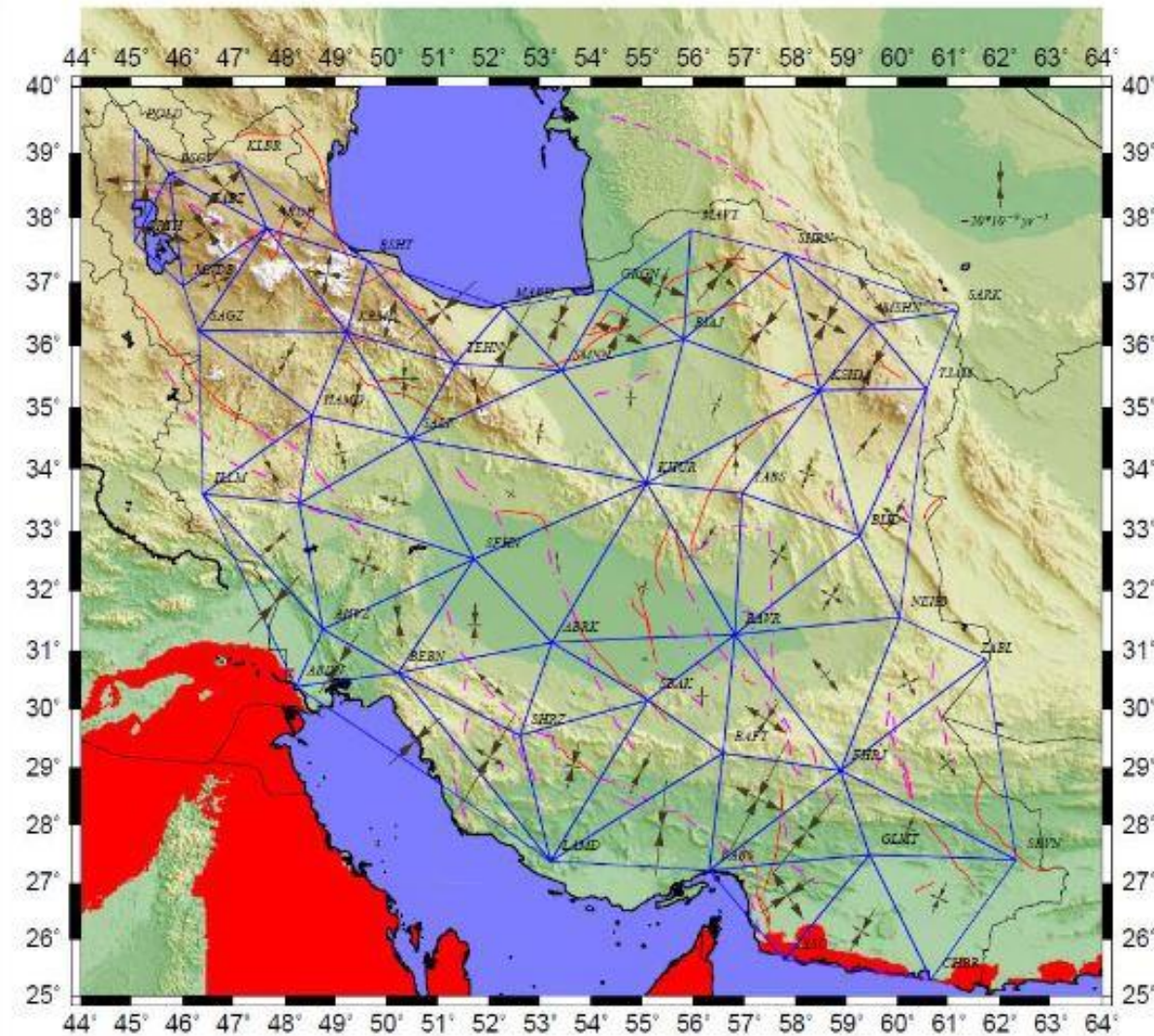


## ۴- نقشه نرخ استرین ژئودتیک و نرخ استرین برشی ژئودتیک

۱- کوتاه شدگی قابل توجه ای در منطقه مکران وجود دارد که بیشتر به صورت مولفه غالب فشارشی در راستای شمالغرب-جنوب شرق خود را نشان می دهد. علت تکتونیکی این پدیده، فرورانش صفحه عمان به زیر صفحه مکران است.

۲- تغییر شکل قابل توجه در زون عبوری زاگرس به مکران، بین طولهای جغرافیایی ۵۴ درجه تا ۵۸ درجه شرقی، که با یک حرکت لغزشی قابل توجه راستگرد مربوط به سیستم گسلی زندان میناب خود را نشان می دهد. علت این پدیده به دلیل تغییر مکانیسم تغییر شکل در گذر از ناحیه فشارشی-کوهزایی زاگرس به منطقه فرورانشی مکران است، که باعث ایجاد حرکت برشی راستگرد بین این دو ناحیه می گردد

۳- کاهش فشارش از زاگرس جنوبی به زاگرس شمالی که باعث دو رفتار متفاوت در دو سوی گسل شمالی-جنوبی کازرون شده است. در بخش جنوبی زاگرس شاهد مولفه های فشارشی محض با راستای عمود بر امتداد کوهزایی زاگرس هستیم، در حالی که در بخش شمال غربی زاگرس جایی که ضخامت کوهزایی بیشتر می شود، شاهد مولفه های فشارشی به همراه مولفه لغزش راستگرد در رفتار ایستگاههای آن ناحیه هستیم. اندازه مولفه های فشارشی با حرکت از غرب به شرق در راستای زاگرس افزایش می یابد.



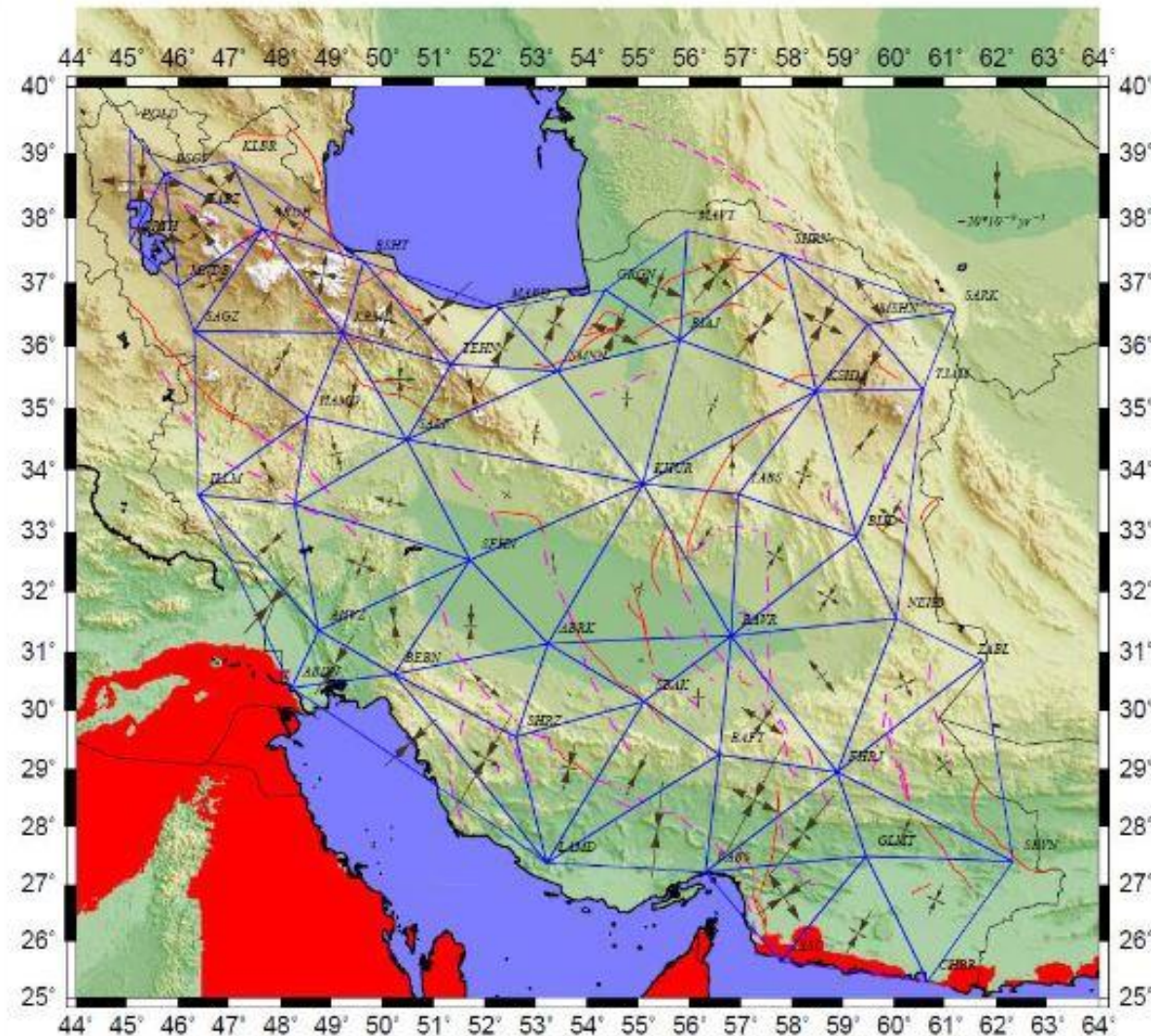
نقشه نرخ استرین ژئودتیک

## ۴- نقشه نرخ استرین ژئودتیک و نرخ استرین برشی ژئودتیک

۴- در ناحیه شمال غربی ایران شاهد الگوی لغزشی مهم و راستگردی که در سراسر گسل شمال تبریز خودنمایی می‌کند. با حرکت به سوی شمال غرب منطقه، راستگردی با مولفه فشارشی کوچکی همراه می‌شود. همچنین با نزدیک شدن به صفحه آناتولی شاهد یک چرخش به سمت شمال-غرب در امتداد بردارهای میدان استرین نسبت به بخش شرقی منطقه خواهیم بود. که به دلیل رفتار چرخشی صفحه آناتولی در خلاف عقربه‌های ساعت است، درحالی‌که با حرکت به سمت خزر شاهد یک دوران به سمت شمال شرق و صفحه خزر خواهیم بود. علت این چرخش بخاطر فرورانش میکرو پلیت آذربایجان به زیر صفحه خزر است.

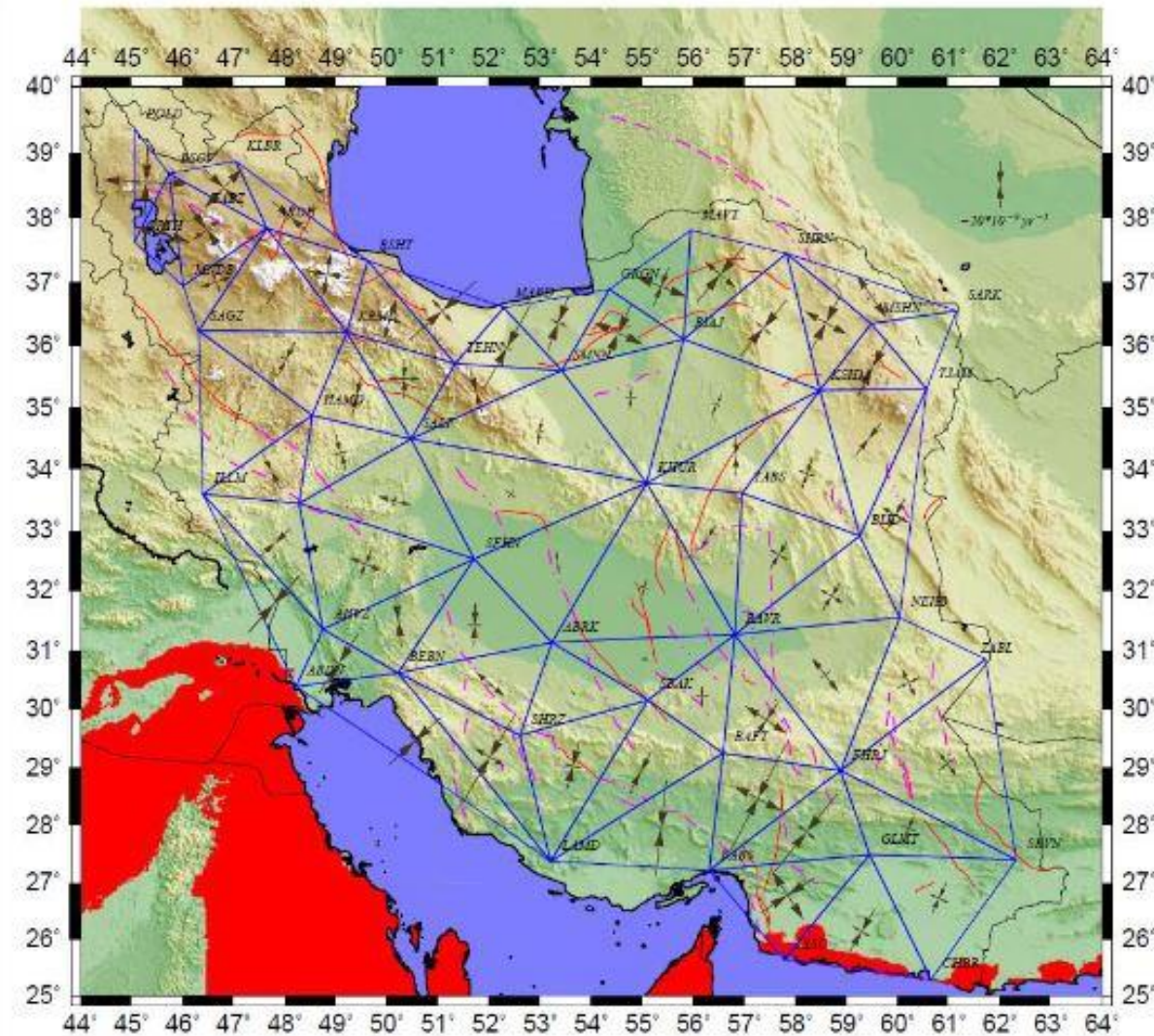
۵- تغییر رژیم تکتونیکی در طول کشیدگی البرز از شرق به سمت غرب که باعث رفتارهای متفاوت در سراسر البرز شده است. به طوری که در بخش شرقی البرز در ناحیه گسل مشا، شاهد رفتار فشارشی به همراه امتدادلغزی چپگرد هستیم، در حالی‌که در بخش البرز مرکزی چپگردی مشاهده نمی‌شود و رفتار این ناحیه به صورت مولفه غالب فشارشی محض خود را نمایش می‌دهد. همچنین با حرکت به سمت غرب از میزان اندازه بردارهای فشارش استرین کاسته می‌شود.

۶- همچنین براساس نتایج به دست آمده الگوی تغییرشکل در پلیت ایران مرکزی براساس شکل بردارهای حداکثر کشش و حداکثر فشارش استرین، بسیار کوچک و تقریباً نزدیک به صفر است. براین اساس می‌توان نتیجه گرفت که پلیت ایران مرکزی دارای رفتار درون صفحه ای بسیار کوچک و تقریباً صلب است.



نقشه نرخ استرین ژئودتیک

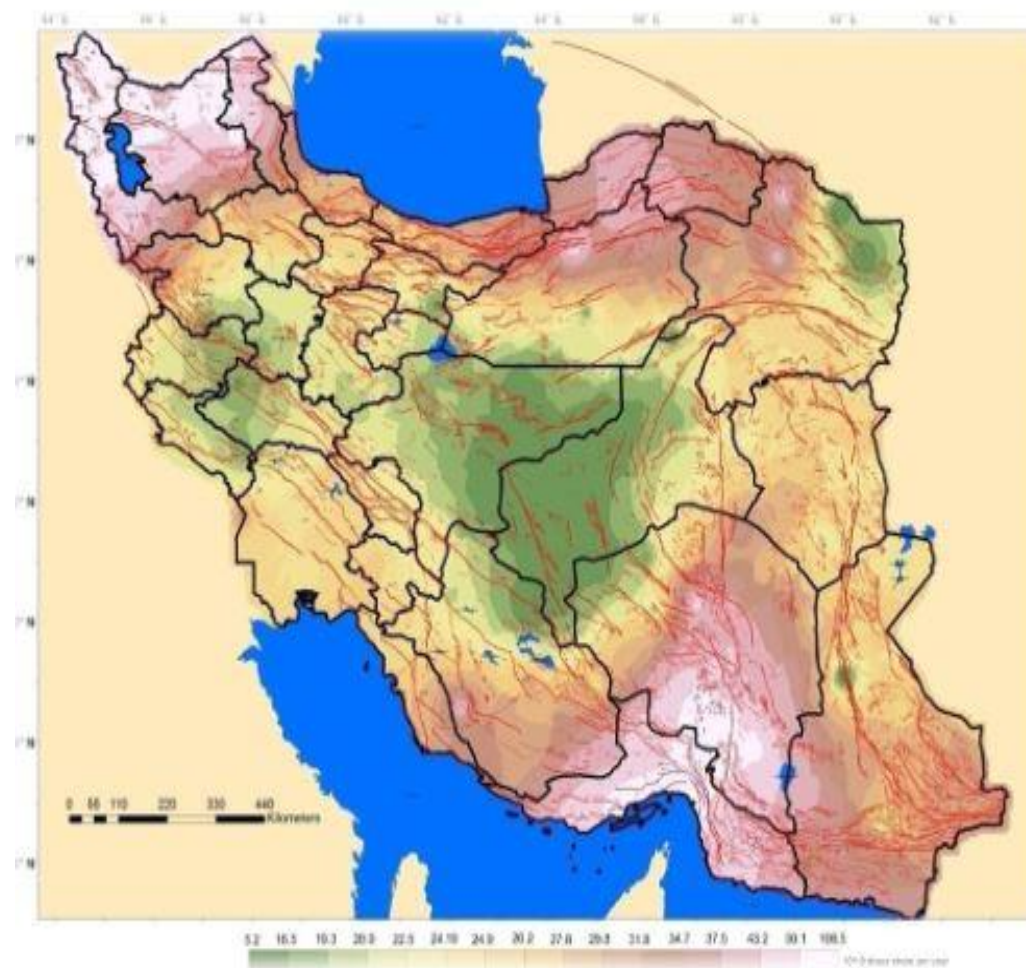
## ۴- نقشه نرخ استرین ژئودتیک و نرخ استرین برشی ژئودتیک



نقشه نرخ استرین ژئودتیک

۷- تغییر شکل عمده در منطقه شرق و جنوب شرق ایران که به دلیل کوتاه‌شدگی ناهمسان در دو سوی بلوک ایران لوت رخ داده است، منجر به یک برش شمالی-جنوبی بین ایران مرکزی و افغانستان می‌شود. اغلب، این برش شمالی-جنوبی در ایران شرقی اتفاق می‌افتد. گسل‌های لغزشی قابل توجه راستگرد این ناحیه بیانگر این نوع مکانیسم در این منطقه هستند. برش شمالی-جنوبی اشاره شده بویژه روی محدوده غربی کویر لوت و روی محدوده شرقی آن متمرکز می‌شود. این رژیم در این مناطق باعث ایجاد گسل‌های راستگرد قابل توجه می‌گردد. نرخ راستگردی در غرب بلوک لوت بیش از شرق آن است.

با توجه به نقشه تهیه شده و تراکم گسلهای کشور، مناطق زاگرس (استانهای فارس و هرمزگان)، ناحیه مرز عبوری استان کرمان، جنوب استان خراسان رضوی و حاشیه بلوک لوت؛ پهنه البرز (تهران، مازندران، گیلان)؛ شمال غرب ایران (آذربایجان شرقی و غربی)؛ خراسان شمالی و پهنه کپه داغ، تحت تاثیر تغییر شکل بیشتری هستند. همچنین ایران مرکزی که با رنگ سبز نمایش داده شده، دارای پایینترین نرخ استرین برشی است. با تطبیق نگاشتهای لرزه‌ای بالای ۴ ریشتر در طول ۱۲۰ سال اخیر مشخص است که مناطق دارای استرین برشی بالا دارای تعدد لرزه‌ای بیشتر با دوره بازگشت کوتاهترند و در منطقه ایران مرکزی که نرخ استرین برشی پایین است، تعدد لرزه‌ای کمتر با دوره بازگشت طولانی وجود دارد که ناشی از صلب بودن صفحه ایران مرکزی است. مدلسازی مکانیکی که بر روی گسل دهشیر از ایران مرکزی انجام شده است، نشان می‌دهد دوره بازگشت زلزله در این منطقه بین ۲۲۰۰ تا ۲۴۰۰ سال است در حالیکه در مناطق البرز، زاگرس و آذربایجان دوره بازگشت بسیار کوتاهتر از این مقدار است

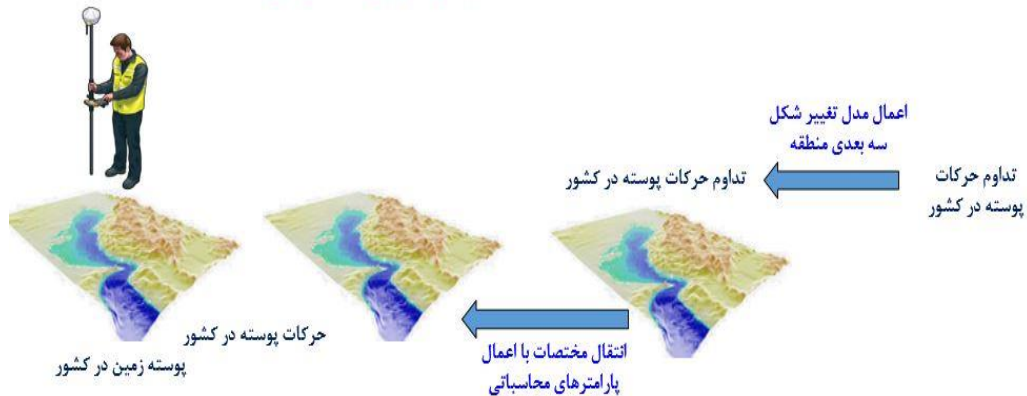


نقشه نرخ استرین برشی ژئودتیکی

# محاسبه چهارچوب مرجع مختصات ملی IRGD

فرایند تعیین موقعیت نقاط و عوارض بر روی نقشه  
با توجه به تغییرات پوسته زمین در کشور

در نظر گرفتن یک اپک زمانی  
(لحظه) مشخص به عنوان  
چارچوب مرجع مختصاتی ملی



بر اساس پردازش داده های شبکه های مبنایی سازمان نقشه برداری کشور

از آنجایی که ایستگاههای شبکه مبنایی کشور بر روی صفحات تکتونیکی قرار دارند، تغییرات این صفحات نسبت به هم موجب می شود که مختصات نقاط در چارچوب مرجع مختصات جهانی تغییر کند. این مختصات متغیر در زمان برای استفاده در پروژه های اجرایی مناسب نیست. از این رو برای رفع وابستگی مختصات به زمان، معمولا از مبنای مسطحاتی ملی یا منطقه ای با در نظر گرفتن اپک مرجع استفاده می شود. لازم به ذکر است که آخرین به روز رسانی مبنای مسطحاتی کشور تحت عنوان IRGD2017 ارائه شده و با توجه به نیاز کاربران، مبنای مسطحاتی قدیم کشور نیز با عنوان IRGD2010\_R1 به روز رسانی گردید.

# برنامه تبدیل مختصات در فریم جهانی به مختصات در فریم ملی

Iranian Geodetic Datum Transformation Program v01, by: S.A. Saadat

File Setting help

**Calculation type**  
☒ Pointwise ☐ From file

**Input file format**  
☒ PLh ☐ XYZ

**Transformation from**  
☒ CE to IRGD2010 ☐ IRGD2010 to CI

**Current epoch (CE)**

Latitude: 35 41 50.222966  
Longitude: 51 20 2.746848  
Height: 1194.5738 m

X: 3240498.969  
Y: 4049740.433  
Z: 3701663.262

Observation date: 2017 / 1 / 1 2017.00274

**Iranian Geodetic Datum 2010 (IRGD2010)**

Latitude:     
Longitude:     
Height:  m

X:   
Y:   
Z:

Input file name: InputFile.csv  
Output file name: OutputFile.csv

**Iranian Geodetic Datum 2017**

Reference epoc 2017.1.1

Rate (m/year) X Y Z

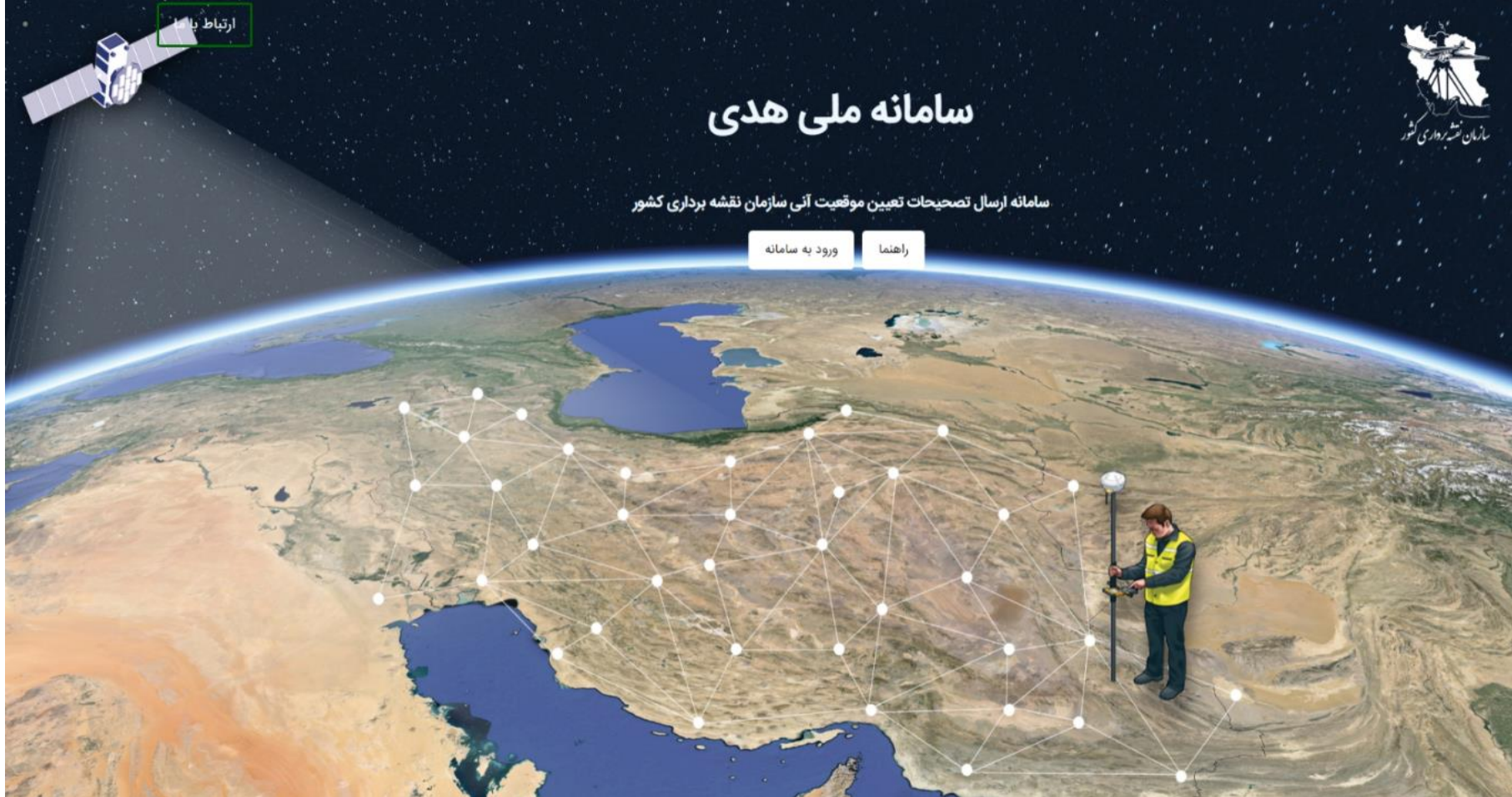
X:     
Y:     
Z:

**Correction**

X:    
Y:    
Z:

Latitude:     
Longitude:     
Height:  m

Calculate Close



## بخش هفتم

سامانه ملی هدی و سامانه پشتیبان هدی پرو  
سامانه ارسال تعیین موقعیت آبی به کاربران

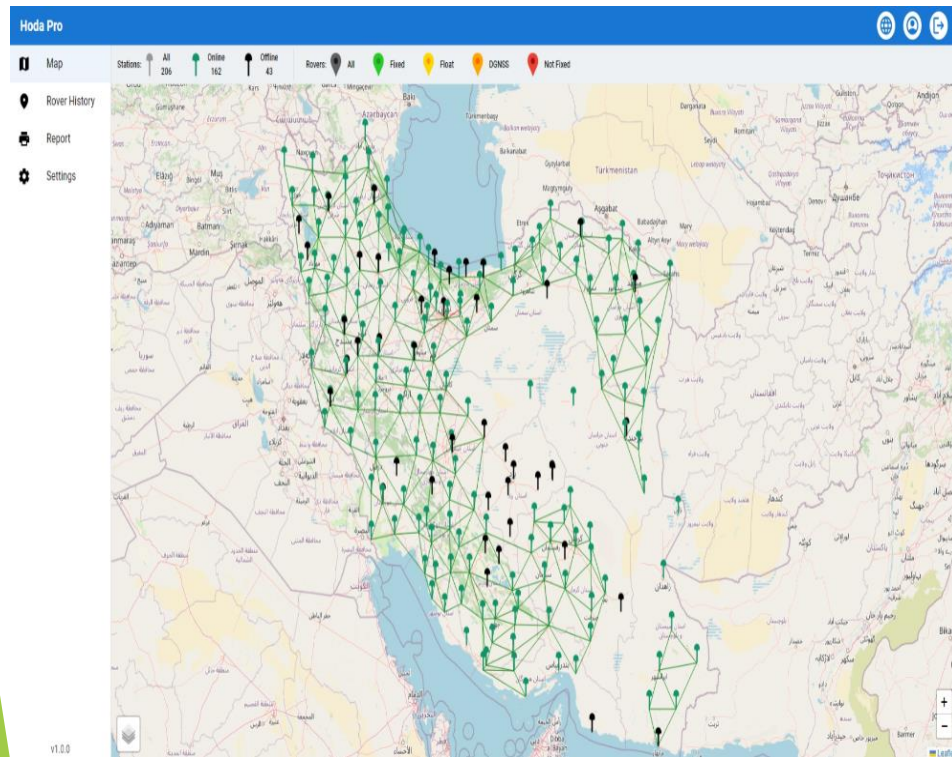
## سامانه ملی هدی

### سامانه ارسال تصحیحات تعیین موقعیت آنی

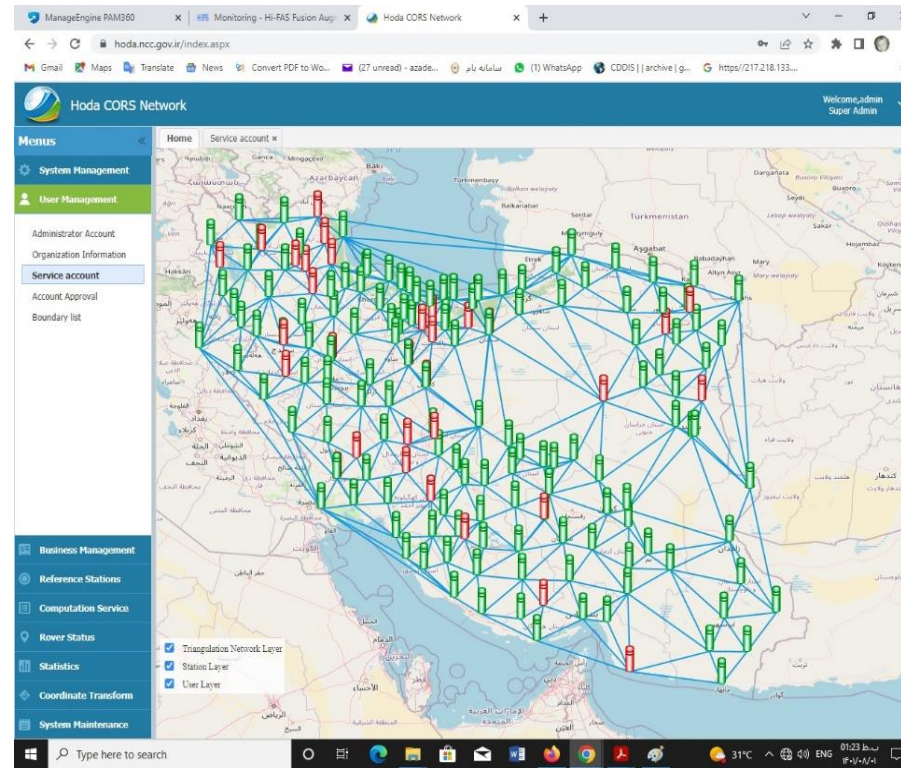
در سال ۱۳۸۹ طرحی در سازمان نقشه‌برداری کشور به تصویب رسید که براساس آن تعدادی ایستگاه GNSS به ایستگاههای GPS طرح سراسری ژئودینامیک اضافه شد. برخلاف آنالیز داده‌های شبکه ژئودینامیک که به‌صورت پس‌پردازش انجام می‌شود، این طرح به‌منظور تولید تصحیحات آنی برای کاربران طراحی شد. به‌همین دلیل گیرنده این ایستگاهها از نوع GNSS بود به این معنی که علاوه بر ماهواره‌های GPS، می‌توانست سیگنال سایر ماهواره‌ها از قبیل گلوناس، بیدو، گالیلئو و ... را نیز دریافت کند. این ایستگاهها علاوه بر تولید تصحیحات آنی، در طرح شبکه ژئودینامیک نیز مورد استفاده قرار می‌گرفتند. این طرح هم‌اکنون با ۲۵۰ ایستگاه فعال تحت عنوان سامانه ملی هدی فعالیت کرده و کاربران بسیاری را تحت پوشش خود قرار داده است. این ۲۵۰ ایستگاه شامل ایستگاههای سازمان نقشه‌برداری کشور و ایستگاههای سامانه شمیم متعلق به سازمان ثبت اسناد کشور است که در راستای طرح هم‌افزایی دو سامانه هدی و شمیم در اختیار سازمان نقشه‌برداری کشور قرار گرفته است. کاربران با ثبت نام در سایت خدمات غیرحضوری سازمان میتوانند از خدمات این سامانه به صورت رایگان بهره‌مند شوند.

# شمای کلی دو سامانه ارسال تصحیحات آنی

سامانه پشتیبان هدی پرو



سامانه ملی هدی



# اعمال مختصات و مشخصات ایستگاهها در سامانه ملی هدی

Station Info

Basic Information Receiver and Antenna Connecting

Station

Station Name: JAJM

Station Code: JAJM

Data Collect

Elevation Mask: 8

Coordinates

Type: XYZ

X: 2828724.8510 m

Y: 4247605.1527 m

Z: 3814575.6201 m

OK Cancel

Station Info

Basic Information Receiver and Antenna Connecting

Receiver

Manufacturer: Unknown

Name: HITARGET Coding: RTCM3.X

Antenna

Type: HITAT35101CR NONE Height: 0 m

OK Cancel