

شبکه ژئودزی ماهواره ای درجه یک کشور

در سال ۱۳۶۶ شبکه‌ای در سطح کل کشور طراحی گردید که به روش ماهواره‌ای اندازه‌گیری شد. در این شبکه تعدادی از ایستگاههای شبکه ماهواره‌ای (۱۵ ایستگاه) با شبکه ژئودزی کلاسیک مشترک بود.

اندازه‌گیری مثلثها از شهریور ۱۳۶۷ شروع شد و تا اواخر پاییز ۱۳۶۹ ادامه یافت. از مجموع ۴۳۷ مثلث طراحی شده، تعداد ۳۴۳ مثلث اندازه‌گیری شد. نگاره ۱ شبکه ژئودزی ماهواره‌ای درجه یک کشور را که طی سالهای ۱۳۶۷ تا ۱۳۶۹ کار شده نشان می‌دهد.



نگاره ۱_ شبکه ژئودزی درجه ۱

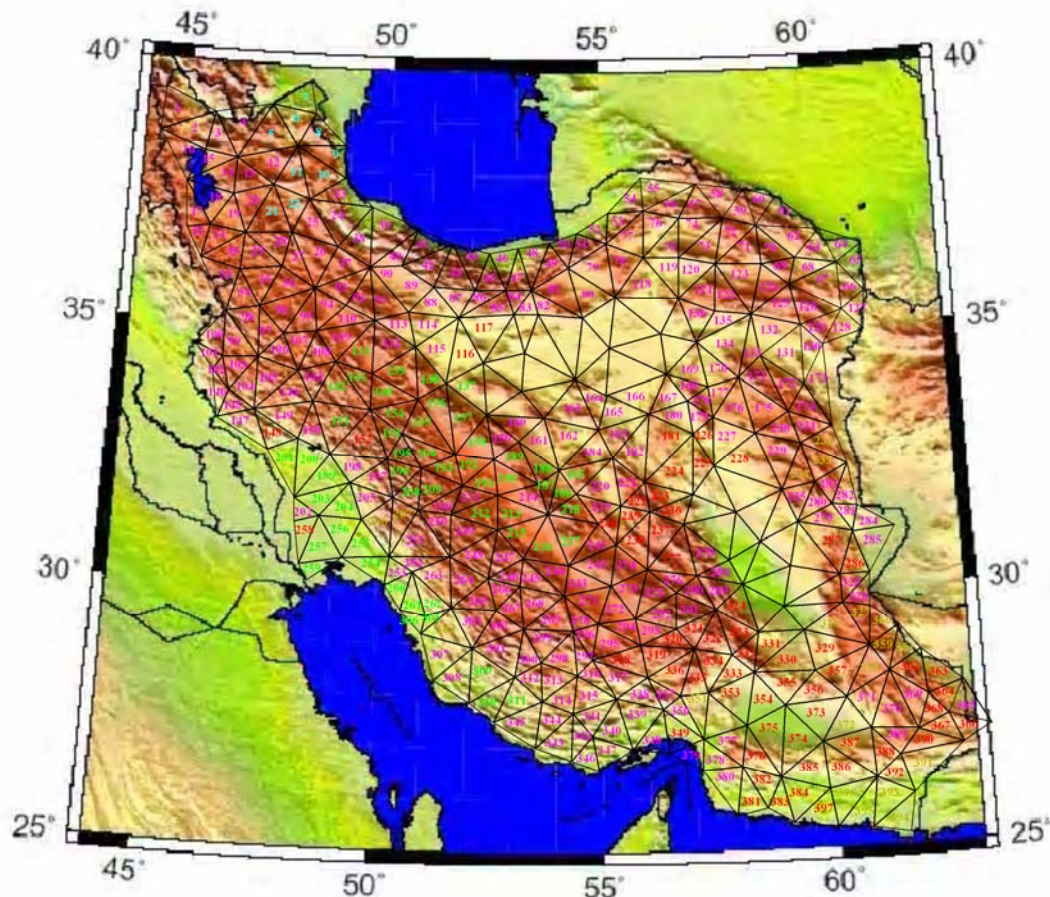
شبکه ژئودزی ماهواره‌ای درجه صفر کشور

پس از اتمام و محاسبات شبکه ژئودزی درجه یک کشور، وجود خطاهای یونوسفر در این شبکه با توجه به تک فرکانسه بودن گیرنده‌ها و اضلاع بلند این شبکه، محرز گردید. به منظور تصحیح این شبکه، ۱۰ ایستگاه با پوشش کل کشور، انتخاب و با گیرنده‌های دو فرکانسه و به صورت شبکه‌ای قرائت گردیده و به شبکه جهانی IGS اتصال داده شد. این شبکه تحت عنوان شبکه ژئودزی ماهواره‌ای درجه صفر نامگذاری شد. با ایجاد این شبکه، چرخش و پیچش موضعی در شبکه درجه یک و خطای یونوسفر کاهش یافته و به دقت استاندارد ژئودزی ماهواره‌ای درجه یک افزایش پیدا کرد.

شبکه ژئودزی ماهواره‌ای درجه ۲ و ۳

پس از اتمام طرح ژئودزی درجه یک کشور، شبکه‌های درجه دو به منظور تکثیر نقاط و دسترسی راحت تر به ایستگاههای ژئودزی برای استفاده کنندگان طراحی شد، به نحوی که در داخل هر مثلث درجه یک، هفت ایستگاه درجه دو به فواصل تقریبی ۲۰ تا ۲۵ کیلومتر احداث گردید. اندازه‌گیری‌های این شبکه با دستگاه‌های دوفرکانسه انجام شده است. این شبکه شامل ۲۶۰۷ ایستگاه در کل کشور می‌باشد.

در سال ۱۳۷۸ و با توجه به روند رو به رشد GPS و نیاز استفاده کنندگان به نقاط ژئودزی ماهواره‌ای در مرکز استانها و دیگر مناطق کشور، شبکه ژئودزی درجه سه شهری و پوششی طراحی گردید. که فواصل بین این ایستگاهها در مناطق پوششی ۸ تا ۱۵ کیلومتر میباشد. اندازه‌گیری‌های این شبکه با دستگاههای دوفرکانسه انجام شده است. این شبکه شامل ۶۷۰۰ ایستگاه می‌باشد که در بلوک‌های ۲۵۰۰۰ سازمان پراکنده شده است. نگاره ۲ شبکه ژئودزی ماهواره‌ای درجه دو و سه کشور را نشان می‌دهد.



نگاره ۲_ شبکه ژئودزی درجه ۳۰ و ۳۲

ژئودینامیک و پیشرفتهای اخیر در ایران

یکی از وظایف اصلی سازمان نقشه برداری کشور ایجاد یک چارچوب در تهیه نقشه‌های مورد نیاز تعیین مرزها و حدود استانها و هماهنگی در اندازه‌گیریها و حفظ دقت‌های لازم می‌باشد. با پیشرفت‌های طراحی و ساخت نرم‌افزارها و گیرنده‌های GPS و دقت‌های بالای آن کارایی این سیستم در علوم مختلف مهندسی بیشتر نمایان گردید. بطوری که شبکه‌های دائمی GPS در گام اول به نام CIGNET و در گام دوم به نام IGS ایجاد گردیدند.

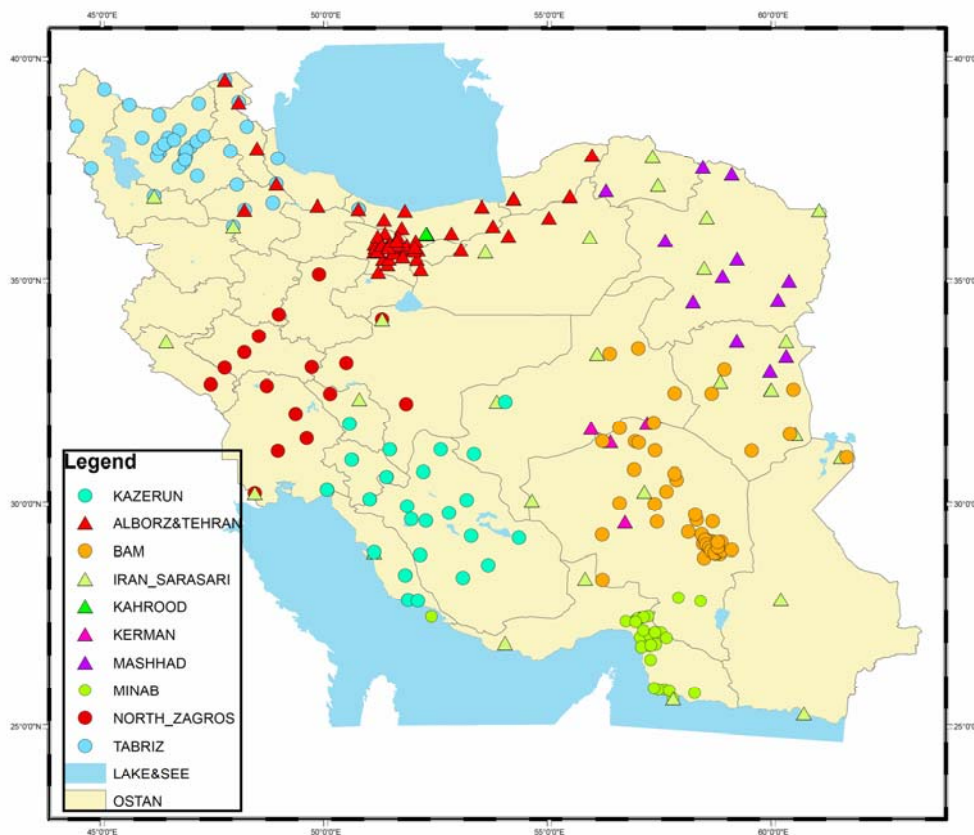
در چند سال اخیر پس از اتمام شبکه‌های مبنای صفر یک و دو ژئودزی کشور موضوع استفاده از GPS در بررسی و میزان جابجایی‌های ناشی از حرکات صفحات تکتونیکی و پدیده‌های مربوط مورد توجه قرار گرفته است.

فعالیت‌های انجام شده

در راستای تحقق بخشیدن به اهداف ژئو دینامیک در کشور یک همکاری بین‌المللی بین سازمان نقشه‌برداری کشور، سازمان زمین‌شناسی کشور، پژوهشکده بین‌المللی زلزله، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران دانشگاه مونت‌پلیه و دانشگاه ژوزف‌فوریه دانشگاه استراسبورگ فرانسه تدوین گردید که شامل مطالعات علمی در زمینه مناطق زلزله‌خیز و بررسی تغییر شکل پوسته زمین، انجام عملیات‌های زمینی به صورت مشترک محاسبات و تفسیر نتایج است که در بازه زمانی ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹ گنجانده شده است. شبکه‌های ژئودینامیک شامل شبکه ژئودینامیک سراسری و شبکه‌های ژئودینامیک موردی می‌باشد که شبکه‌های موردی عبارتند از:

- ۱- گسل شمال تهران
- ۲- شبکه سراسری ایران
- ۳- شبکه‌های ژئودینامیکی زاگرس
- ۴- شبکه آسیا و اقیانوسیه
- ۵- گسل تبریز
- ۶- شبکه البرز
- ۷- بم و کرمان
- ۸- کپه داغ
- ۹- نایبند
- ۱۰- میناب

GEODYNAMIC CAMPAIGN NETWORKS



نگاره ۳_ شبکه های ژئودینامیک موردی

گسل شمال تهران

۱- از نظر زمین‌شناسی، تهران روی کمربند زلزله واقع شده است. در اطراف تهران گسل‌های زیادی وجود دارد که تعدادی از آنها فعال است و عمده زمین‌لرزه‌هایی که در این منطقه روی می‌دهد، ناشی از فعالیت این گسل‌ها می‌باشد. نزدیکترین این گسل‌ها به تهران، گسل شمال تهران است. حرکات گسل‌ها عمدتاً باعث ایجاد زمین‌لرزه می‌شود، بنابراین ضرورت ایجاد یک شبکه ژئودتیکی در اطراف این گسل به منظور تعیین تغییر شکل و آشکارسازی حرکات و همچنین پتانسیل خطرناک بودن آن احساس می‌شد. برای ایجاد چنین شبکه‌ای بر روی گسل شمال تهران، سازمان نقشه‌برداری کشور با همکاری سازمان زمین‌شناسی کشور و کارشناسان فرانسوی پروژه مشترکی را تعریف کردند.

شبکه GPS گسل شمال تهران: به منظور بررسی حرکات این گسل شبکه‌ای شامل ۲۰ نقطه براساس معیارهای ژئودتیکی و زمین‌شناسی در اطراف گسل طراحی گردیده، ساختمان نقاط به صورت پیلار است تا ضمن رعایت استاندارد خطاهای استقرار را نیز به صفر برساند. این شبکه در پنج مرحله زمانی قرائت گردیده است. که سه مرحله اول با شش دستگاه گیرنده دوفرکانسه Lieca بوده و دو بازه آخر با شش دستگاه گیرنده تریمبل دوفرکانسه از نوع 4000SSI انجام شده است. بر روی این شبکه ترازبایی دقیق و ثقل سنجی نیز در مراحل ذکر شده انجام شده است.

شبکه GPS گسل مشاء: گسل مشاء که فعال ترین گسل تهران می باشد دارای طول تقریبی ۲۰۰ کیلومتر است که از منطقه مشاء واقع در جاده فیروزه کوه شروع می شود و تا کرج هشتگرد نیز ادامه دارد. این گسل نیز از نوع strik-slip است. به منظور بررسی حرکات این گسل نیز شبکه ای شامل ۱۸ ایستگاه با همکاری کارشناسان ایرانی و فرانسوی طراحی و ساخته شده است.

اندازه گیری های این شبکه در مرحله زمان ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ انجام شده است در سال ۱۳۸۱ دوشبکه فوق با هم ترکیب و یک شبکه شامل ۱۴۴ ایستگاه در نظر گرفته شد که به عنوان شبکه ژئودینامیک تهران نام گذاری شد. این شبکه نیز در سال ۱۳۸۱ قرائت شده است قرائت مرحله دوم این شبکه در مرادادماه سال ۱۳۸۳، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ انجام شده است.

شبکه سراسری ایران

این شبکه شامل ۳۰ ایستگاه است ساختمان این ایستگاه‌ها به صورت پیلار و در بعضی مناطق به صورت نصب شاخص میله‌ای ایجاد شده در Bed Rock است. همانطور که قبلا گرفته شد کشور ایران بین دو صفحه عربستان و صفحه توران قرار دارد و با نرخ $\frac{3}{1}$ سانتی متر در سال در حال کوتاه‌شدگی است. بنابراین اندازه گیری این شبکه توسط سیستم GPS در چندین مرحله می توان این نرخ را محاسبه نمود. اولین اندازه گیری این شبکه در سال ۱۹۹۹ و دومین مرحله آن در سال ۲۰۰۱ انجام شد. کلیه اندازه‌گیری این شبکه در سال ۱۹۹۹ و دومین مرحله آن در سال ۲۰۰۱ انجام شد. به منظور افزایش قابلیت اعتماد به این شبکه در سال ۲۰۰۵ نیز این شبکه قرائت گردید و نتایج به دست آمده از محاسبات، سه مرحله نرخ $\frac{2}{2}$ cm در سال کوتاه‌شدگی در جهت شمال و شرق را نشان می‌دهد.

شبکه ژئودینامیک زاگرس

سلسله جبال زاگرس به طول ۱۲۰۰ کیلومتر و پهنای ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلومتر از شمال غرب ایران از مرز ترکیه شروع می شود و تا جنوب شرقی (هرمز شمالی) ادامه دارد. بیشتر کانون های زمین لرزه‌های ثبت شده در جنوب گسل زاگرس واقع شده اند که خود ناشی از فشار پلیت عربستان به صفحه ایران است که علاوه بر گسل فوق الذکر سبب ایجاد گسل‌های دیگر در این

منطقه شده است که از جمله می توان به گسل کازرون و برازجان اشاره نمود. لذا به منظور بررسی حرکات پوسته زمین در این منطقه، شبکه‌ای شامل ۳۶ ایستگاه با همکاری کارشناسان سازمان و پژوهشکده بین المللی زلزله بر طبق معیارهای زمین‌شناسی و ژئودزی طراحی گردید. این شبکه در ۳ بازه زمانی ۱۳۷۷، ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ با شش دستگاه گیرنده دوفرکانسه اندازه‌گیری شده است. بررسی‌های انجام شده حاکی از کوتاه‌شدگی در حدود ۱ سانتی متر در سال و در امتداد کمربند کوهستان زاگرس است.

گسل کازرون با طول ۲۵۰ کیلومتر و در طول جغرافیایی ۵۱/۵ درجه به صورت شمالی و جنوبی گسل زاگرس را قطع می‌کند، گسل کازرون از نوع strike-slip و از نظر لرزه خیزی بسیار فعال است و نقش اساسی در کوتاه‌شدگی زاگرس مرکزی و زاگرس شمالی دارد. بدین منظور شبکه‌ای متشکل از ۱۱ نقطه طراحی و به صورت میله‌ای نصب شده در bedrock ساختمان گردید. اولین قرائت شبکه فوق در سال ۲۰۰۲ انجام شد که بصورت همزمان با ۱۰ دستگاه گیرنده GPS دو فرکانسه و بصورت ۲۴ ساعته بوده است. هنگام قرائت شبکه کازرون، ۲ ایستگاه از شبکه ایران سراسری، یک ایستگاه از زاگرس مرکزی و ۲ ایستگاه از شبکه زاگرس شمالی قرائت شده است.

در قسمت شمالی گسل کازرون حرکات لغزشی و معنی‌داری مشاهده شده است که می تواند نشان از گسل‌های دیگر در منطقه باشد. بنابراین به منظور بررسی حرکات فوق و اینکه آیا تغییر شکل در این مکان نیز شبیه زاگرس مرکزی است، شبکه‌ای شامل ۱۸ ایستگاه طراحی و به نام شبکه زاگرس شمال نام‌گذاری است. اولین اندازه‌گیری این شبکه در سال ۲۰۰۱ انجام شده است و مرحله دوم آن در سال ۲۰۰۳ انجام می‌شود که محاسبات مربوط در حال انجام شدن است.

شبکه آسیا و اقیانوسیه

از دیگر فعالیت‌های انجام شده، ایجاد شبکه آسیا و اقیانوسیه است که با همکاری کشورهای آسیا و اقیانوسیه انجام شده. به نحوی که در هر کشور نقاط اصلی و گرهی یا مرجع مثل تایدگیج‌ها انتخاب می‌شود و سپس با استقرار گیرنده‌های GPS به صورت دائم و بمدت یک هفته و به طور همزمان مشاهدات لازم انجام می‌گیرد. این شبکه در کشور ما دارای ۶ ایستگاه بود که سالهای اخیر به ۱۰ ایستگاه افزایش یافت.

این ایستگاه‌ها در ۷ بازه زمان از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۳ مشاهده شده است که از اهداف این شبکه می‌توان از داشتن یک سیستم مختصات واحد برای آسیا و اقیانوسیه، مترکم نمودن سیستم ITRF در کشور و همچنین تعیین میزان جابجایی‌های سالانه نام برد.

۵-۵- گسل تبریز

به منظور بررسی حرکت گسل های تبریز شبکه‌ای شامل ۱۶ ایستگاه طراحی شد. پراکنندگی ایستگاه‌ها به نحوی است که گسل شمال تبریز-گسل بزجوش- بالادادن و تسوج را پوشش می‌دهد. اولین مرحله از قرائت این شبکه در سال ۲۰۰۲ انجام شده است و اپک های بعدی در سال ۲۰۰۳ و ۲۰۰۵ انجام شده است.

شبکه البرز

کوه‌های البرز از نظر جغرافیایی به صورت طولی بین کوه‌های تالش و کوه داغ قرار دارد که نتیجه حاصل از همگرایی درجهت شمالی جنوبی ایران مرکزی و جنوب دریای خزر می‌باشد. این منطقه نیز از لحاظ تکتونیک فعال است و زلزله‌هایی را نیز ایجاد نموده به منظور بررسی حرکات افقی و قائم در امتداد کمربند کوهستانی البرز شبکه‌ای شامل ۱۴ ایستگاه طراحی و ساختمان گردید که از منطقه چشمه شور در قم شروع می‌شود و تا مشاء آبعلی و کهرود و هلی چال و محمود آباد در آمل ادامه دارد. در ضمن ۳ ایستگاه از این شبکه به نامهای چشمه شور-NCC و آبعلی با دستگاه FG5 ثقل سنجی مطلق شده‌اند. این شبکه در ۳ فاصله زمانی ۲۰۰۰، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ مشاهده شده است که ۳ ایستگاه آن ثقل سنجی مطلق شده است.

بم و کرمان

به منظور بررسی حرکات پوسته و همچنین مکانیزم گسل‌های موجود در کرمان و بم، شبکه‌ای متشکل از ۲۷ ایستگاه طراحی و در سه اپوک با گیرنده دوفرکانسه و به صورت شبانه‌روزی قرائت گردید که نتایج حاصل از آن به زودی منتشر می‌شود.

کپه داغ

به منظور بررسی حرکات پوسته زمین شبکه‌ای شامل ۱۱ ایستگاه در نواحی کوه‌های کپه داغ طراحی و با گیرنده‌های دوفرکانسه قرائت گردید، که نتایج اولیه پردازش قابل دسترسی است ولی به صورت رسمی به چاپ نرسیده است.