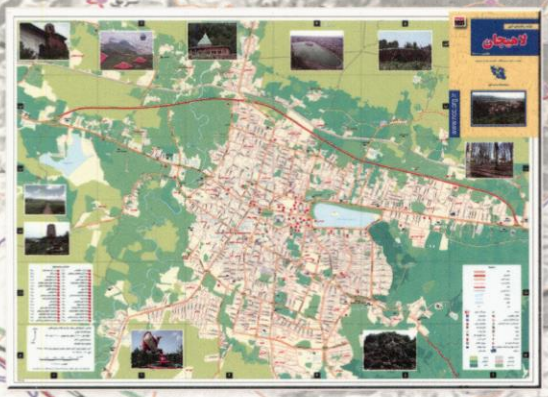
نقشه‌برداری

ماهنامه علمی و فنی سازمان نقشه‌برداری کشور

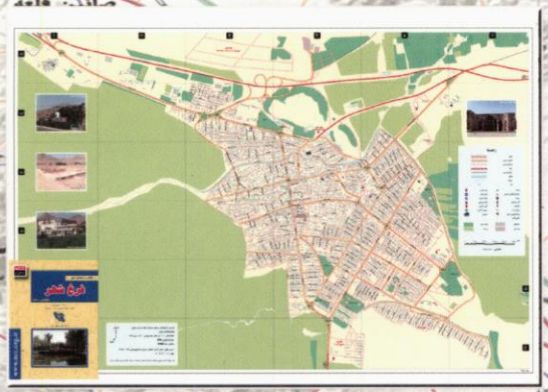
۱۰۲ سال بیستم، شماره ۲ (پیاپی ۱۰۲) خرداد ماه ۱۳۸۸ شماره استاندارد بین‌المللی ۵۲۵۹ - ۱۰۲۹

- ژئوماتیک ۸۸- شانزدهمین همایش ملی ژئوماتیک
- تخمین وضعیت ایزوستازی در ایران
- معرفی سامانه‌های لیدار به عنوان تحولی شگرف در ژئوماتیک

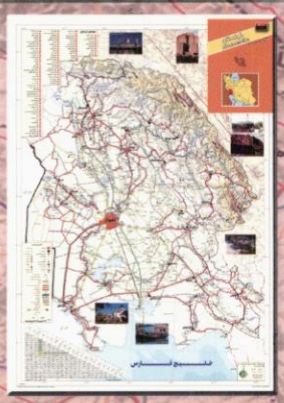
سازمان نقشه برداری کشور
منتشر کرد:



نقشه راهنمای شهر
فرخ شهر ۱:۸۰۰۰
لاهیجان ۱:۱۰۰۰۰
اردبیل ۱:۱۳۰۰۰



نقشه استانی
خوزستان ۱:۵۰۰۰۰۰
قزوین ۱:۲۵۰۰۰۰



تهران : میدان آزادی خیابان معراج
صندوق پستی : ۱۶۸۴ - ۱۳۱۸۵
تلفن : ۹۰ - ۶۶۰۷۱۰۰۱ دور نگار ۶۶۰۷۱۰۰۰
پست الکترونیک : info@ncc.org.ir
اینترنت : www.ncc.org.ir
فروش اینترنتی : www.ncceshop.ir

بسم الله الرحمن الرحیم

نقشه‌برداری

ماهنامه علمی - فنی
سال بیستم (۱۳۸۸) شماره ۲ (پیاپی ۱۰۲)
خرداد ماه ۱۳۸۸
صاحب امتیاز: سازمان نقشه‌برداری کشور

شماره استاندارد بین المللی : ۵۲۵۹ - ۱۰۲۹
ISSN:1029-5259
Volume 20 Number 102
June 2009

مدیر مسئول: دکتر یحیی جمور
سردبیر: مهندس سیدبهداد غضنفری
هیئت تحریریه:
دکتر یحیی جمور، مهندس سید بهداد غضنفری، مهندس محمد سرپولکی، دکتر حمیدرضا نانکلی، دکتر غلامرضا فلاحی، دکتر سعید صادقیان، دکتر مرتضی صدیقی، مهندس بهمن تاج فیروز، مهندس محمدحسن خدام محمدی، مهندس فرهاد کیانی فر، دکتر علیرضا قراگوزلو، دکتر فرخ توکلی، دکتر علی سلطان پور ، مهندس بابک شمعی

همکاران این شماره:
حشمت الله نادرشاهی ، امیر مسعود ابوالقاسم، یعقوب حاتم چوری ، علیرضا قراگوزلو ، هادی محبوبی ، سید روح اله نوربخش ، آمنه احمدی ، حشمت اله آژنگ، رضا معینی، ، محمد سرپولکی، محمود بخان ور، عباس جهان مهر، علیرضا طیار

اجرا: مدیریت پژوهش و برنامه ریزی

فهرست

■ **سرمقاله** ۴

■ **گزارش ویژه**
«ژئوماتیک ۸۸» شانزدهمین همایش ملی ژئوماتیک ۵

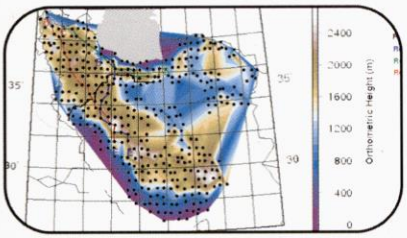
■ **مقالات**
تخمین وضعیت ایزوستازی در ایران ۱۱
معرفی سامانه های لیدار به عنوان تحولی شگرف در ژئوماتیک ۲۰
آزمایش واندکاستیل، روشی موثر برای کشف و طبقه بندی خطاهای دستگاه های کشند سنج ۲۷

■ **گزارشهای فنی و خبری**
تعیین موقعیت آنی با استفاده از چند ایستگاه مرجع ۳۴

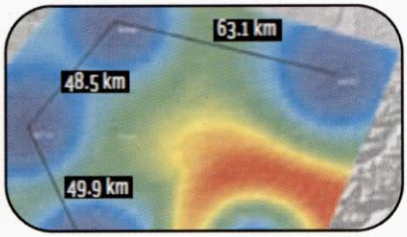
■ **آموزش** ۳۷
■ **اخبار و تازه‌های فناوری** ۳۹
■ **معرفی کتاب** ۴۳
■ **سمینارها و گردهمایی ها** ۴۶

صفحه‌آرایی وگرافیک: عباس جهان مهر
ویرایش: سپیده زندیه
تایپ رایانه‌ای: سکینه حلاج
لیتوگرافی، چاپ وصحافی: سازمان نقشه برداری کشور

صفحه ۵

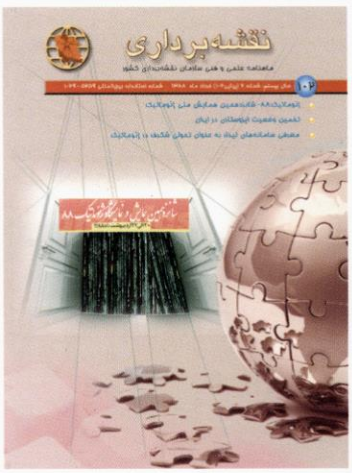


صفحه ۱۵



صفحه ۲۴

نشانی: تهران، میدان آزادی، خیابان معراج،
سازمان نقشه‌برداری کشور
صندوق پستی: ۱۶۸۴ - ۱۳۱۸۵
تلفن اشتراک: ۹-۶۶۰۷۱۰۰۱ (داخلی ۴۱۸)
دفتر نشریه : ۶۶۰۷۱۱۲۵ دورنگار: ۶۶۰۷۱۱۲۰
پست الکترونیکی: magazine@ncc.org.ir
نشانی اینترنتی: www.ncc.org.ir



قیمت ۱۰۰۰ تومان

طراحی جلد: عباس جهان مهر

شرح روی جلد: ژئوماتیک ۸۸

سرمقاله

سالهاست که برای جامعه علمی نقشه‌برداری کشورمان اردیبهشت ماه با فضای پرتکاپوی پژوهش و همایش ملی ژئوماتیک همراه شده است. برگزاری مستمر همایش‌های سالانه ژئوماتیک از پانزده سال پیش تا به امروز و استقبال فزاینده از آن، خود به تنهایی می‌تواند بیانگر نیاز فارغ التحصیلان و دانشجویان رشته مهندسی نقشه‌برداری و نگاه جدی به پژوهش و ارائه دستاوردهای پژوهشی علوم ژئوماتیک باشد. در کنار این همایش، برپایی نمایشگاه ژئوماتیک و رقابت تنگاتنگ گروه‌های مختلف علمی، شرکت‌های متعدد نقشه‌برداری، دستگاه‌های اجرایی و ... امید و نشاطی برای جامعه نقشه‌برداری پدید می‌آورد. نشاطی که کاملاً در بین اساتید، دانشجویان و نخبگان این رشته مشهود است. تلاش برای بهتر بهره بردن از این فضای پر انرژی به‌منظور تحقق آرمان‌ها و ایده‌های علمی و ایجاد تعامل بیشتر بین پژوهشگران رشته مهندسی نقشه‌برداری یکی از مهمترین اهداف برگزارکنندگان این همایش‌ها بوده است.

سازمان نقشه‌برداری کشور به عنوان سازمان متولی تهیه و تولید نقشه و اطلاعات مکانی در راستای اهداف و وظایف خود به اشاعه فرهنگ پژوهش در زمینه علوم مهندسی نقشه‌برداری اهتمام ورزیده است. در سال ۱۳۷۳ اولین همایش سالانه در سازمان نقشه‌برداری کشور برگزار شد و از خداوند متعال سپاسگزاریم که امسال نیز توفیق برگزاری شانزدهمین همایش ملی ژئوماتیک را به ما داد.

همایش ملی ژئوماتیک ۸۸ در حالی برگزار شد که سال شکوفایی و فن‌آوری را پشت سر گذاشته‌ایم. به جرأت می‌توان ادعا کرد که رشته مهندسی نقشه‌برداری یکی از رشته‌هاییست که در دو دهه اخیر عمیقاً تحت تأثیر تغییر فن‌آوری اخیر قرار گرفته است. لذا بدون آگاهی از فنآوری‌های جدید این رشته علمی نمی‌توان به شکوفایی و کاربرد بهینه از فنآوری‌های نو دست یافت. گرچه این همایش سالانه فرصتی است کوتاه برای تبادل نظرهای علمی و آشنایی با تلاش‌ها، پژوهش‌ها و دستاوردهای محققان علوم ژئوماتیک میهن عزیزمان طی یک سال گذشته، لیکن امیدواریم این فرصت کوتاه به شکوفایی این رشته و کاربرد بیشتر دستاوردهای علوم ژئوماتیک در برنامه ریزی‌های کشور منجر شود و نتایج این پژوهش‌ها، که همانا نقشه و اطلاعات مکانی و استفاده بهینه از آنهاست، بتواند در برنامه‌ریزی‌های میان مدت و بلند مدت کشور مؤثرتر واقع گردد. به همین سبب شعار همایش سال ۱۳۸۸ نیز با هدف به کارگیری نقشه و اطلاعات مکانی در برنامه‌ریزی‌های کشور تحت عنوان: «نقشه و اطلاعات مکانی، ضرورت تحقق چشم انداز ۲۰ ساله کشور» انتخاب گردید.

لازم می‌دانیم از گروه مهندسی نقشه‌برداری پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران که دبیری علمی همایش را به عهده گرفتند و از دانشکده نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی که با ارائه رهنمودهای خود و مشارکت در جلسات هماهنگی، در برگزاری این همایش همکاری شایسته‌ای داشتند قدردانی نماییم.

سردبیر

«ژئوماتیک ۸۸»
شانزدهمین همایش و نمایشگاه ملی ژئوماتیک
(۲۰ الی ۲۳ اردیبهشت ماه ۱۳۸۸- سازمان نقشه برداری کشور)

تهیه کننده:

حشمت‌الله نادرشاهی — کارشناس مدیریت روابط عمومی و امور بین‌الملل سازمان نقشه‌برداری کشور

nadershahi@ncc.org.ir

همایش و نمایشگاه « ژئوماتیک ۸۸» با شعار «نقشه و اطلاعات مکانی، ضرورت تحقق چشم‌انداز بیست ساله کشور» برگزار شد و طی روزهای برگزاری نشان داد که عزم مسئولان برای تحقق شعارهای امسال جدی است. سازمان نقشه‌برداری کشور هم راستا با سیاست های کلان برون مرزی و با برخورداری از توان انحصاری خود و بخش خصوصی، صدور خدمات فنی- مهندسی نقشه‌برداری را ارائه می نماید.

آغازگر مراسم همایش، پخش سرود جمهوری اسلامی ایران بود؛ سپس آیاتی از قرآن مجید قرائت شد و در معرفی برنامه، مجری همایش، دکتر قراگوزلو، ابتدا از حضور مهندس برقعی، معاون محترم ریاست جمهوری و همراهان؛ سردار سلطانی، معاون محترم فن آوری و ارتباطات نیروی انتظامی؛ سایر مسئولان و مقامات؛ استادان و متخصصان دانشگاهی؛ دانشجویان و پژوهشگران دست‌اندرکار تحقیق در زمینه مهندسی نقشه‌برداری و ژئوماتیک؛ و علاقه‌مندان حاضر، تشکر کرد.

پس از آن، نماآهنگی (ویدیوکلیپی) ویژه همایش از توان‌مندی های سازمان نقشه‌برداری کشور پخش شد؛ آن گاه مهندس سید بهداد غضنفری، دبیر همایش « ژئوماتیک ۸۸»، با خوش آمد گویی به میهمانان و دعوت شدگان، گزارش گردهمایی را آغاز نمود. وی اشاره کرد که از آبان ماه سال پیش فعالیت های برگزاری همایش آغاز شد و هم‌زمان با اطلاع رسانی های لازم، تشکیل هیات های اجرایی و علمی، و سپس هیات داوران؛ فعالیت های مربوطه وارد مراحل اجرایی جدی تر گردید.

با تاکید بر وجود عملیاتی و کاربردی

بودن اهداف گردهمایی، مهندس غضنفری محورهای «همایش ژئوماتیک۸۸» را برشمرد:

دبیر همایش اعلام نمود که ارسال مقالات و ثبت نام، از طریق سایت اینترنتی انجام گرفته‌است. همچنین وی اظهار کرد که در اجرای اهداف هماهنگ بودن فعالیت‌های تخصصی، و پربارترکردن این وجه در همایش امسال، با دانشگاه تهران و دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی، هماهنگی به‌عمل آمد و گردهمایی، با مشارکت تنگاتنگ این دو دانشگاه به‌مرحله اجرا رسید.

نکاتی از گزارش دبیرهمایش

✓ دبیری علمی همایش را دکتر محمدعلی شریفی، از گروه مهندسی نقشه‌برداری دانشکده فنی دانشگاه تهران، برعهده داشتند.

✓ تعداد مقالات رسیده ۲۲۷ عنوان بود که با نگاهی کیفیت مدار مورد بررسی هیات داوران قرارگرفت؛ و مجموعا ۱۳۷ عنوان پذیرفته شدند.

✓ ۴۱ عنوان مقاله، به‌صورت شفاهی در ۸ نشست و ۹۶ عنوان مقاله به‌صورت پوستری ارائه گردیدند.

✓ داوری مقالات را هیاتی ۳۴ نفره، مرکب از استادان دانشگاه و صاحب نظران (مرتبط با محورهمایش و رشته مورد نظر هر مقاله) برعهده داشتند.

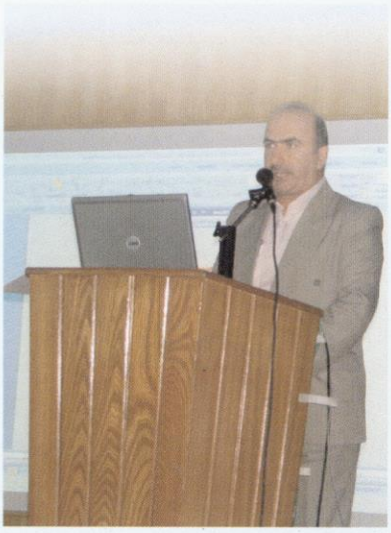
✓ امسال به‌رغم افزایش تعداد مقالات رسیده به دبیرخانه همایش، تعداد مقالات شفاهی و پوستری به‌سبب گزینش جدی‌تر و به‌قصد ارتقای کیفیت مقالات کمتر از سال قبل بوده‌است.

✓ چهار کارگاه تخصصی با عنوان کلی «آشنایی با زیرساختار داده‌های مکانی- SDI» در چهار سطح ارائه می‌شود.

✓ پیش از مراسم اختتامیه همایش میزگردی با عنوان «نقشه و اطلاعات مکانی در چشم‌انداز بیست ساله کشور» برگزار می‌شود.

در پایان گزارش، دبیر همایش، اظهار امیدواری‌کرد که تلاش‌های انجام‌شده ثمربخش باشد و استفاد بهینه حاضران و پایان موفقیت‌آمیز همایش را آرزو نمود.

سپس مهندس غلامرضا کریم‌زاده، دبیرنمایشگاه نیز گزارشی از چگونگی برگزاری نمایشگاه ژئوماتیک ارائه نمود.



نکاتی از گزارش دبیرنمایشگاه

✓ نمایشگاه امسال دو بعد دارد: فرهنگی و تجاری. ارایه دستاوردهای فرهنگی (Cultural Product) را در بعد نخست شاهدیم؛ و به‌نمایش درآوردن محصولات تجاری

✓(Trade Product) جنب بازرگانی و تامین نیازهای کاربران را دربرمی گیرد.

✓ وسعت نمایشگاه، ۱۷۰۰ مترمربع است با تعداد ۴۳ غرفه (تقریبا هم‌تعداد پارسال)؛

✓ امسال، انجمن‌های عملی دانشجویی بیشتر حضوردارند.

✓ حضور تولیدکنندگان محصولات و خدمات، در کنار مصرف‌کنندگانِ این محصولات و کاربران این خدمات، جنبه‌ای دیگر از نمایشگاه امسال است

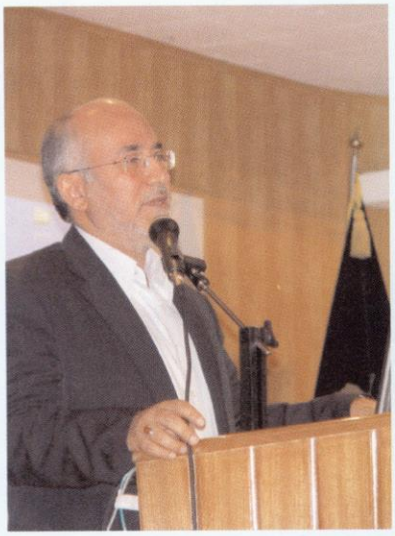
-✓ حضور میهمانان خارجی، بعدی فراملی به نمایشگاه می‌بخشد.

✓ از فعالیت‌های جنبی نمایشگاه امسال، می‌توان به موارد زیر اشاره‌کرد:

- وب سایت اختصاصی نمایشگاه؛
- بانک اطلاعات ژئوماتیک کشور؛
- ایجاد سالن هم‌اندیشی.

سخنرانی رئیس سازمان

سخنان افتتاحیه ریاست محترم سازمان، با خوش‌آمدگویی به‌همه حاضران آغازشد. وی با تاکید بر اهمیت فزاینده اطلاعات و پردازش درست و هدفمند داده‌ها، لزوم برنامه‌ریزی بر مبنای اطلاعات را یادآور شد. مهندس محمود ایلخان، تاثیر اطلاعات مکانی را در تصمیم گیری‌ها بیش از ۸۰-۷۰ درصد ذکر کرد و اهمیت نقش سازمان نقشه‌برداری کشور را به‌این لحاظ دانست که متولی توانمند و هدایت‌کننده تولید و گردآوری اطلاعات مکانی کشور است. وی



سپس به‌رئوس فعالیت‌های سازمان اشاره کرد؛ که در آن، گردآوری داده‌ها؛ تولید و چاپ نقشه؛ تلاش برای رسیدن به مرجعیت علمی در منطقه مورد تاکید قرار دارد.

رئیس سازمان نقشه‌برداری کشور متذکر شد که اگر می‌خواهیم واقعا طبق تاکید مقام معظم رهبری عمل کنیم؛ باید توجه داشته باشیم که استفاده بهینه از اطلاعات مکانی، پیشگیری از کارهای موازی و به مشارکت نهادن داده‌ها نقشی تاثیرگذار دارد. برای استفاده درست از پتانسیل‌های واقعی کشور، لازم است از هردو بخش دولتی و خصوصی شناخت صحیحی داشته‌باشیم و سهم نهادهای دولتی در حاکمیت و ارایه سیاست‌های راهبردی؛ و توان اجرایی بخش خصوصی؛ و تولی این بخش بر امورتصدی و اجرایی را جدی بگیریم.

نخستین لازمه استفاده از همه پتانسیل‌ها، با محقق‌شدن زیرساختار ملی داده‌های مکانی (NSDI) فراهم می‌شود و به‌همین سبب، در برنامه‌های سال ۸۸ سازمان، ایجاد و گسترش NSDI لحاظ شده‌است.

اتمام نقشه‌های پوششی ۱:۲۵۰۰۰ سراسری کشور (انجام نهایی کمتر از ۵ درصد باقیمانده در مناطق مرزی)؛ از دیگر نکاتی بود که در سخنان گشایش گردهمایی «ژئوماتیک ۸۸» مورد تاکید رئیس سازمان نقشه‌برداری کشور قرارگرفت.

گسترش جدی فرهنگ استفاده بهینه از نقشه‌ها (به‌ویژه نقشه‌های عمومی)، شیوه‌های اتخاذشده و اقدامات انجام گرفته و برنامه‌های آتی در این زمینه، پایان‌بخش سخنان مهندس محمود ایلخان بود.

سخنرانی معاون محترم برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور

مهندس امیرمنصور برقعی، معاون محترم برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور، در سخنرانی خویش به‌مواردی با اهمیت به زیر اشاره کرد:

✓ اهمیت داده‌ها و اطلاعات مکانی بر کسی پوشیده‌نیست؛ به‌ویژه اگر شعار انتخاب شده امسال (چشم‌انداز ۲۰ ساله) را مورد توجه قراردهیم. برگزاری همایش با همکاری دو مرکز علمی - فرهنگی مهم، بسیار مثبت بوده است.

✓ وقتی می‌گوییم مدافع اجرای اصل ۴۴ در سازمان نقشه‌برداری کشور هستیم، یعنی این سازمان، خریدار نقشه، و

سفارش‌دهند کارهای تهیه نقشه باشد.

✓ دهه آتی، دهه پیشرفت و عدالت نام‌گذاری شده‌است. ایجاد زیرساختارها در همه سطوح (بالادست، نظیر آمایش ملی سرزمین، و پایین‌دست نظیر طرح‌های اجرایی)، بدون نقشه ممکن نیست.

✓ ورود سازمان نقشه‌برداری کشور به عرصه‌های حاکمیتی، مهم‌ترین نکته‌ای است که امروز اشاره می‌کنم؛ ما خواهانیم که سازمان نقشه‌برداری کشور مدیریت کلان نیازهای اطلاعات مکانی را سامان دهد، کارها و وظایف را تعریف کند، ولی وارد عرصه اجرانشود. کارهای گردآوری داده‌ها و تهیه اطلاعات را بین شرکت‌ها تقسیم و آن‌ها را هدایت کند.

✓ برآورد نیاز کشور به نقشه‌بردار و متخصصان این شاخه، ارزیابی آن‌ها، و هدایت مراکز علمی برای پرورش متخصص نقشه‌بردار، از وظایف سازمان نقشه‌برداری است. نقطه بهینه ظرفیت پذیرش دانشجویی در این شاخه را چه نهادی باید معین کند؟ شما با آموزش عالی هماهنگ کنید و

به عنوان یک نهاد حاکمیتی این گونه امور را سامان دهید.

✓ از دیگر وجوهی که باید سازمان نقشه‌برداری کشور به دیگران خدمات ارائه کند؛ آن است که برای این رشته و شاخه، نظام حاکمیتی ایجاد و روز آمد شود. مدیریت بازار کار در این عرصه باید بر عهده سازمان نقشه برداری کشور قرار گیرد. یکی از معضلات، این بوده که چگونگی گرفتن خدمات شرکت‌های بزرگ از موسسات کوچک‌تر تعریف نشده است. این تعریف، و تعیین حدود و صلاحیت، از وظایف سازمان نقشه برداری کشور است.

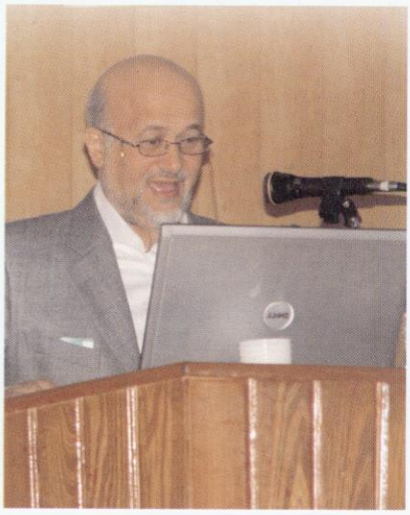
✓ از خلاء های عرصه حاکمیتی، هماهنگی و پیوند بین داده‌های مکانی تولید شده و دیگر عرصه های کاربردی این داده‌ها ست. انواع پایگاه داده‌های مهم در کشور ما ایجاد شده‌است. برای کاربرد این داده‌ها تدابیری بیاندیشید؛ تا هماهنگی و پیوند ایجادشود. مثلاً مکلف شدن کارخانه‌های خودروسازی به‌نصب GPS، به‌ارزش افزوده بسیار منجر خواهدشد. انعقاد قراردادهای اجرایی (همراه با سود عادلانه) با شرکت‌های خصوصی، از موارد بااهمیت و موردتاکید دولت است. ما محدود ۵ درصدی سود بخش خصوصی را قبول‌نداریم. وقتی بانک‌ها، به سپرده‌ها حدود ۱۹/۵ درصد سود می‌دهند، چگونه می‌توانیم از شرکت‌های فنی- تخصصی بخواهیم که کارکنند و تنها ۵ درصد سود ببرند؟

✓ آرمانی که برای این‌گونه گردهمایی‌ها در نظرداریم، آن است که چگونه می‌توانیم خود را همپای سایر نهادهای کشور و دیگر اجزای دولت، به سمت و سویی ببریم که در پایان زمان مربوط به چشم‌انداز ۲۰ ساله از تمام فرصت‌های فراهم آمده استفاده کرده و تمام ظرفیت‌ها را توسعه داده باشیم و توانسته باشیم برای رسیدن به جایگاه نخست علمی - فنی منطقه، نقش خود را ایفا نموده باشیم. اگر ملاحظات اساسی ایجاد نظام فنی- مهندسی در همین رشته برقرارشود، می‌توان گفت که به‌سایر ضروریات هم خواهیم رسید.

مهندس برقعی در خاتمه اظهار امیدواری کرد که این همایش و نمایشگاه جانبی آن، گام‌های لازم برای رسیدن به‌اهداف موردنظر را بردارد.

سخنران کلیدی
« همایش ملی ژئوماتیک ۸۸»

پس از سخنرانی مهندس برقعی، سخنران کلیدی « همایش ملی ژئوماتیک ۸۸»، دکتر علی عزیزی، استاد فتوگرامتری از دانشکده فنی دانشگاه تهران (گروه مهندسی نقشه‌برداری) آغاز شد. دکتر عزیزی در سخنرانی خویش، با عنوان « نقشه برداری کمّی و نقشه‌برداری کیفی (مبانی متافیزیکی هیات زمین مرکز»، نکاتی از موارد مغفول مانده درنظریه‌های علمی و دور افتاده از متافیزیکِ موثر در پدیده‌ها را خاطرنشان ساخت. وی با استناد به اعداد و



ارقامی آن‌ها را فاجعه‌ای نشانگر بی توجهی به ضروریات اساسی زندگی سالم انسان دانست.

دکتر عزیزی توجه داد که ورای علم محض (ازجمله قوانین نیوتن، نسبیت انیشتین، انواع اندازه‌گیری، و . . .)، عواملی به‌ویژه در عرصه متافیزیک، فعال و تاثیرگذارند که غفلت بشر از آن‌ها موجب دشواری‌های جدی شده‌است. سخنران کلیدی همایش، با ذکر مواردی از حکمت اسلامی و دیدگاه‌های باورمندانه به متافیزیک در قرون گذشته ایران، خواستار توجه جدی عالمان و فیلسوفان به‌این عوامل متافیزیکی در حین تحقیقات و نوجویی‌ها، هنگام مطرح ساختن نظریه‌های تازه و کاربست آن‌ها گردید.

نمایشگاه ژئوماتیک ۸۸

پس از افتتاح نمایشگاه توسط آقای مهندس برقعی، معاون برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، بازدید از نمایشگاه به‌طور رسمی آغاز شد. این نمایشگاه در وسعتی بالغ بر ۱۷۰۰ متر مربع، با حضور سازمان‌ها، شرکت‌ها و موسسات مرتبط با مهندسی بر پا شد.

شرکت‌ها و موسسات دولتی و خصوصی حاضر در نمایشگاه، هریک متناسب با کارهای خویش، نمونه‌هایی از کارهای انجام‌شده در عرصه مهندسی ژئوماتیک را به معرض نمایش گذاشته بودند و با توضیحات فنی، تاثیر آنها را در تهیه اطلاعات مکانی یا استفاده بهینه از داده‌های مکانی توضیح می دادند.

اختتامیه همایش و نمایشگاه

عصر روز ۲۱ اردیبهشت ماه، پس از پایان نشست‌های موازی دومین روز همایش، مراسم اختتامیه برگزارگردید. در این مراسم از مقالات برتر همایش قدردانی به عمل آمد. همچنین پس از ۴ روز برپایی نمایشگاه ژئوماتیک ۸۸، روز ۲۳ اردیبهشت ماه، مراسم اختتامیه نمایشگاه نیز برپا گردید.

تخمین وضعیت ایزوستازی در ایران

«به کمک داده‌های شبکه چندمنظوره فیزیکال ژئودزی و ژئودینامیک، توزیع عمق زلزله‌ها و آنالیز نتایج در جهت مطالعه ضخامت پوسته زمین»

نویسندگان:

دکتر امیر مسعود ابوالقاسم — استاد دانشگاه مونیخ آلمان
amir.a@lmu.de

مهندس یعقوب حاتم چوری — کارشناس اداره کل نقشه‌برداری زمینی
yaghoubhatam@ncc.org.ir

دکتر یحیی جمور — مشاور فنی رئیس سازمان نقشه‌برداری کشور
djamour@ncc.org.ir

و

مهندس مهدی نیکخو، دکتر بهزاد وثوقی، دکتر مهدی نجفی علمداری، دکترفردریک فلری

چکیده

ایزوستازی در علوم مختلف زمین یک مفهوم اساسی است. در فیزیکال ژئودزی، تعیین دقیق ژئوئید در گرو داشتن و دانستن اطلاعاتی از مدل‌های جامع ایزوستازی است تا امکان محاسبه آناملی ثقل مناسب برای این منظور به‌وجود آید. شناخت وضعیت ایزوستازی در یک منطقه برای تکمیل مدل‌های زلزله و تعمیق مباحث ژئودینامیک اجتناب‌ناپذیر است. در ایران، با وجود دو رشته کوه البرز و زاگرس، و سابقه زلزله‌های مخرب و رانش‌ها و نشست‌های مختلف، درک بهتر وضعیت تعادل ایزوستازی و تخمین عمق پوسته بسیار مفید است. در این پژوهش، داده‌های شتاب ثقل، ترازیابی دقیق، GPS، مربوط به شبکه چندمنظوره فیزیکال ژئودزی ایران، و نیز نگاشت‌های لرزه‌نگـــــاری مورد استفاده قرار گرفت و وضعیت تعادل ایزوستازی و عمق پوسته[1] مورد بررسی و تفسیر واقع شد.

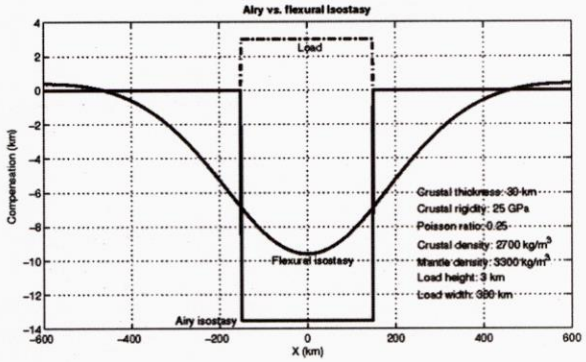
۱. مقدمه

ایزوستازی به بررسی وضعیت پوسته جامد زمین نسبت به گوشته[2] مذاب زیر آن می‌پردازد. پوسته جامد یا کراست با چگالی سبک‌تر به رسیدن به یک تعادل بر روی گوشته مذاب یا گوشته با چگالی سنگین‌تر تمایل دارد. تغییر توزیع جرم‌های روی سطح زمین به دلایل مختلف، مانند کوه‌زایی، فرسایش، ایجاد و ذوب صفحات یخی، ...، سبب ایجاد گرادیان فشار بر روی پوسته زمین می‌گردد. این گرادیان به نوبه خود سبب تغییر وضعیت تعادل ایزوستازی می‌شود. پوسته جامد زمین به‌دلیل عدم تعادل ایزوستازی طی زمان‌های زمین‌شناسی دچار تغییر شکل می‌گردد. بنابراین ساختار پوسته‌ای زمین، یعنی ضخامت آن، به‌دلیل اضافه یا کم شدن بارهای سطحی می‌تواند تغییر نماید. کل جریان ذکر شده سبب تغییر میدان ثقل زمین می‌شود. در نتیجه، اندازه‌گیری و بررسی کمیت‌های میدان ثقل زمین، نظیر شتاب ثقل، به ما کمک می‌کند تا به تخمینی از وضعیت تعادل پوسته زمین برسیم. اهمیت مطالعه حالت تعادل ایزوستازی به اثرهای مستقیم و غیرمستقیم ساختار پوسته‌ای بر روی محیط و حیات ما برمی‌گردد. پوسته جامد زمین مانند یک حایل بین بخش داخل زمین و سطح آن عمل می‌کند. حرکت‌ها و تغییر شکل‌های عمقی به‌وسیله پوسته دگرگون می‌شود و سپس به ما بر روی سطح زمین می‌رسد. پوسته جامد زمین مانند یک فیلتر عمل می‌کند که نحوه اثرگذاری آن به ساختار آن ارتباط پیدا می‌کند. گسستگی‌ها، تغییرات مکانی و

زمانی ضخامت پوسته‌ای، ...، رفتار این فیلتر را تعیین می‌کند. بنابراین، هر امکانی در جهت تعمیق شناخت و دانش ما از خواص پوسته می‌تواند روشنگر عملکرد آن باشد، و یکی از این امکانات، تحلیل شکل تعادل ایزوستازی است.

۲. مدل‌های ایزوستازی

مدل‌های موجود ایزوستازی را در سه دسته به‌طور خلاصه مرور می‌کنیم. دسته نخست از مدل‌ها بر این فرض استوارند که وضعیت نسبی پوسته و گوشته با اضافه یا حذف بار سطحی، به‌طور ناگهانی تغییر می‌نماید. مدل ایری[۳] در نظر می‌گیرد که پوسته به‌صورت یک محیط با صلبی بیشتر و چگالی کمتر بر روی یک محیط خمیری شکل و با چگالی بیشتر شناور است. پوسته در جایی که بار سطحی موجود است دارای ضخامت بیشتر و در جایی که این بار نیست، دارای ضخامت کمتر است (Watts, 2001). برخلاف مدل ایری، در مدل پرت[۴] اعتقادی به‌وجود ریشه‌های پوسته در گوشته نیست، بلکه این باور هست که دانسیته‌های پوسته و گوشته، با توجه به فشارهای مربوط به ستون‌های مختلف جرم‌های پوسته، به‌نحوی تغییر می‌یابند تا عمق یکسان تعادل را سبب شوند. دسته دوم از مدل‌های ایزوستازی بر این فرض استوارند که پوسته همانند یک محیط الاستیک عمل می‌نماید و در پاسخ به نیروهای بار سطحی به بالا یا پایین خم می‌شود. میزان صلبی پوسته در حدی است که در برابر نیروهای بار سطحی در ابعاد کوچکتر (مثلا کوچکتر از ۵۰ کیلومتر در ۵۰ کیلومتر) مقاومت می‌کند، در صورتی که نیروهای بار سطحی بیشتر و در ابعاد بزرگتر (بیشتر از ابعاد فوق‌الذکر)، به‌دلیل بزرگتر شدن نیروی بارگذاری، سبب خم‌شدن پوسته می‌شوند (Vanicek Christou., 1993). پیوستگی پوسته الاستیک، فشارهای برشی قائم به ستون‌های جرمی مجاور وارد می‌کند و از سریدن آنها روی همدیگر جلوگیری می‌کند. به این صورت ریشه‌های پوسته‌ای، در حضور بارهای سطحی با ابعاد پهن‌تر، وجود دارند. به هر حال، اندازه ریشه پوسته در این حالت با مدل ایری متفاوت است. بخش پایین پوسته به‌سمت پایین، نزدیک ناحیه بار سطحی، تابیده می‌شود و یک شکل خمیده را به‌وجود می‌آورد (شکل ۱). ابعاد افقی و قائم این خمش به پارامترهای الاستیک کراست و دانسیته آن، دانسیته گوشته، و ابعاد بار و دانسیته آن بستگی پیدا می‌کند. دسته سوم از مدل‌های ایزوستازی، مدل‌های ترکیبی می‌باشند. نمی‌توان از کارایی ترکیبی مدل‌ها در واقعیت چشم‌پوشی کرد. برای مثال وقتی که یک محدوده کوهستانی به یک گسل منتهی می‌شود در آن طرف گسل نیز ادامه می‌یابد. یک طرف گسل می‌تواند به‌صورت مدل ایری عمل کند و طرف دیگر گسل بر اساس مدل خمیدگی[۵]. حالت پیچیده‌تر هنگامی است که گسل خود نیز فرو رود ولی نه به‌صورت قائم. در این حالت یک تعادل شبیه ایری ممکن است از طریق لغزش ستون‌های پوسته در یک گسل در حال دفن شدن رخ دهد.

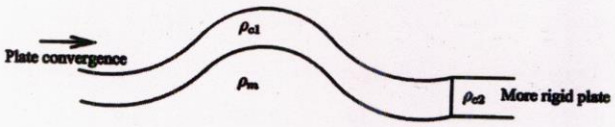


شکل ۱. مدل‌های ایزوستازی خمیده و ایری (Watts, 2001)

۳. مفروضات غیر ایزوستازی

برخی از نیروهای بار سطحی ممکن است به‌طور ایزوستاتیکی تعدیل نشوند. در این مورد به دو حالت در مناطق کوهستانی بدون تعادل ایزوستاتیک اشاره می‌شود. یک میدان فشار نسبتا بزرگ می‌تواند به‌طور الاستیکی تغییر شکل در پوسته را سبب شود، بی آنکه ضخامت آن را تغییر دهد. گست و همکاران (Guest et al 2007) نشان دادند که رشته کوه البرز دارای یک حمایت غیر ایزوستاتیک است، یعنی از نظر ایزوستازی فاقد ریشه است (شکل ۲).

روشن است که میدان ثقل در این حالت از مدل‌های تعادل ایزوستاتیک بیشتر متفاوت است. بعد از انجام یک مدل‌سازی به‌کمک داده‌های ثقل، ژئوئید و توپوگرافی، مولینر و همکاران



شکل۲. کوه بدون حمایت ایزوستاتیکی. مقادیر pe_1-pe_2 و p_m به ترتیب دانسیته های با سختی کمتر و با سختی بیشتر پوسته و دانسیته گوشته.

(Molinar et al 2005) یک لایه نازک شونده فرسایشی لیتوسفریک در پایین بخش فرسایشی زاگرس پیدا کردند. بر اساس توزیع زلزله ها در عمق، آنها پیشنهاد دادند که یک قطعه اخیر شکسته شده در لیتوسفر انتقالی قاره- اقیانوس به وجود آمده است.

۴. ایزوستازی و ثقل

به خاطر اینکه تعادل ایزوستازی سبب تغییر آرایش جرم های داخل زمین، و در نتیجه سبب تغییر میدان ثقل زمین می شود، بنابراین می توان با مطالعه میدان ثقل زمین به وضعیت ایزوستازی ناشی از بارهای سطحی پی برد. می خواهیم با تفسیر شتاب ثقل سطحی به عنوان یک سیگنال به یک نوع تعادل ایزوستازی برسیم. مقدار شتاب ثقل یک کمیت بهینه برای بررسی های مختلف نیست و آنومالی های ثقل کمیت های مناسب تر می باشند. آنامولی های ثقل مختلف، نظیر هوای آزاد، بوگه، خمیدگی، از مفروضات نوع تعادل مربوطه متاثر می شوند. در این بررسی از آنامولی ثقل هوای آزاد استفاده شده است.

۱.۴. تابع ادمیتانس ثقل

در واژه شناسی علم پردازش سیگنال، می توانیم پوسته زمین را به صورت یک فیلتر در نظر بگیریم که سبب تغییر توپوگرافی و آرایش جرم ها گشته و میدان ثقل زمین را تولید می نماید. فرض کنیم که H(k) مولفه توپوگرافی با شماره موج k در دامنه طیفی باشد. این مولفه توپوگرافی به وسیله یک تابع موسوم به تابع ادمیتانس ثقل Z(k) که به وسیله آن می توانیم وضعیت ایزوستازی را تفسیر کنیم، فیلتر شده تا مولفه نظیر آن در دامنه طیفی را بسازد.

Vanicek Christou., 1993; (Guest et al., 2007)

$$\Delta g(k) = Z(k) * H(k)$$

۵. روش آنالیز طیفی

یک روش برای مطالعه رفتار یک پدیده، در غیاب اطلاعات کافی فیزیکی، بررسی وابستگی های آماری بین انواع مختلف مشاهدات است. با فرض اینکه مشاهدات به صورت سیگنال های اتفاقی با توابع توزیع احتمال مشخص هستند، مقادیر مشاهداتی امکان تحقق و بررسی سیگنال اتفاقی را فراهم می کنند. وابستگی های آماری بین نقاط یک سیگنال یا دو سیگنال مختلف به ترتیب به وسیله توابع اتوکواریانس و کراس کواریانس بیان می شوند. از آنجا که ما معمولا با سیگنال های گسسته سروکار داریم، دو تابع ذکر شده به صورت ماتریس های مربع به عنوان ماتریس کواریانس ارائه می شوند. از طرف دیگر، با تجزیه سیگنال ها به توابع پایه مثلثاتی، یعنی روش های آنالیز طیفی، به فهم بهتری از سیگنال ها و مولفه های مهم شان در دامنه فرکانس می رسیم. در روش های آنالیز طیفی مولفه های مختلف برای سیگنال ها را یافته و آنها را در دامنه فرکانس با هم مقایسه می کنیم.

۱.۵. روش آنالیز طیفی کمترین مربعات

روش برآورد کمترین مربعات می تواند برای تجزیه مشاهدات مختلف به مولفه های آنها استفاده شود که معادل روش های مرسوم آنالیز طیفی (مثل روش آنالیز طیفی فوریه) است و مشکلات این روش ها را ندارد. به هرحال، روش های مرسوم به دلیل اینکه به داده های با توزیع یک سان و یکنواخت نیاز دارند، و غالبا در واقعیت داده ها به صورت غیریکنواخت و پراکنده می باشند، برای استفاده از آنها محدودیت وجود دارد. بنابراین، بایستی داده های غیر یکنواخت بر روی یک شبکه منظم نگاشت شوند. برحسب میزان همواری سری های اصلی، وجود مناطق خالی از داده و نیز انتخاب تابع نگاشت، یک مجموعه جدید از مشاهدات به وجود می آید. مشکل خیلی جدی تر خواهد بود اگر از روش های درون یابی برای نگاشت مشاهدات بر روی یک شبکه منظم استفاده شود، از آنجا که این روش ها فرکانس های بالای سری های داده اصلی را هموار می کنند. روش آنالیز طیفی کمترین مربعات که اساسا برای داده های با توزیع غیر یک سان ساخته شده، از مشکلات مطرح شده بری می باشد. در این کار هدف این است که وابستگی های آماری بین میدان ثقل و میدان ارتفاع ارتومتریک

مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.
(Craymer , 1998; Wu et. al., 1995).

۶. شبکه ایستگاه‌های سنگی چندمنظوره قرنی فیزیکال ژئودزی و ایران

به‌طور کلی برای مطالعه میدان ثقل زمین، یکی از مهم‌ترین کمیت‌های قابل اندازه‌گیری، مقدار ثقل می‌باشد، که در علوم مهندسی مختلف مرتبط با زمین مخصوصا در ژئودزی و ژئوفیزیک و زمین‌شناسی نقشی اساسی ایفا می‌کند. در ژئودزی، شبکه‌های ثقل اهمیت به‌سزایی در بررسی‌های فیزیکال ژئودزی دارند. به‌منظور مدل‌سازی میدان ثقل زمین، محاسبه ژئوئید دقیق به‌عنوان سطح مبنای ارتفاعی، محاسبه تصحیحات مربوط به اثر میدان ثقل زمین بر ارتفاع‌های خام ترازیابی دقیق، محاسبه زاویه‌های انحراف‌های قائم و انحناهای راستاهای شاقولی، محاسبه دانسیته‌های داخل زمین، ...، نیازمند اطلاعات ثقل سراسر دنیا می‌باشیم. شبکه‌های ثقل از ابعاد جهانی گرفته تا منطقه‌ای و ملی و محلی، چارچوبی برای یک کاسه‌کردن کلیه اطلاعات ثقل اندازه‌گیری شده‌است. این شبکه‌ها همچنین برای تعیین تغییرات زمانی ثقل مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر شبکه‌های ثقل، شبکه‌های ترازیابی دقیق در مدل‌سازی میدان ثقل زمین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. این شبکه‌ها نیز در ابعاد یک کشور ایجاد می‌شوند و سپس در ابعاد منطقه‌ای و جهانی به هم اتصال پیدا می‌کنند. هدف از ایجاد شبکه‌های ملی ترازیابی دقیق رسیدن به یک تراکم مناسب از ایستگاه‌های دقیق ارتفاعی به‌عنوان مبنا در سطح یک کشور است. همچنین تعیین تغییرات ارتفاعی پوسته زمین از طریق تکرار شبکه‌های ترازیابی دقیق، یک هدف مهم دیگر مربوط به این شبکه‌هاست. غیر از شبکه‌های ثقل و شبکه‌های ترازیابی دقیق، شبکه‌های انحراف قائم در محاسبات فیزیکال ژئودزی و محاسبه ژئوئید بسیار پراهمیت می‌باشند. شبکه‌های انحراف قائم، مشکل محاسبه ژئوئید به روش ثقل سنجی در مناطق صعب‌العبور (کوهستانی، کویر) و همچنین در حاشیه مرزها را به شکل مطلوبی رفع می‌کند.
(Vanicek Krakiwski., 1986; Hatam et al., 2008).

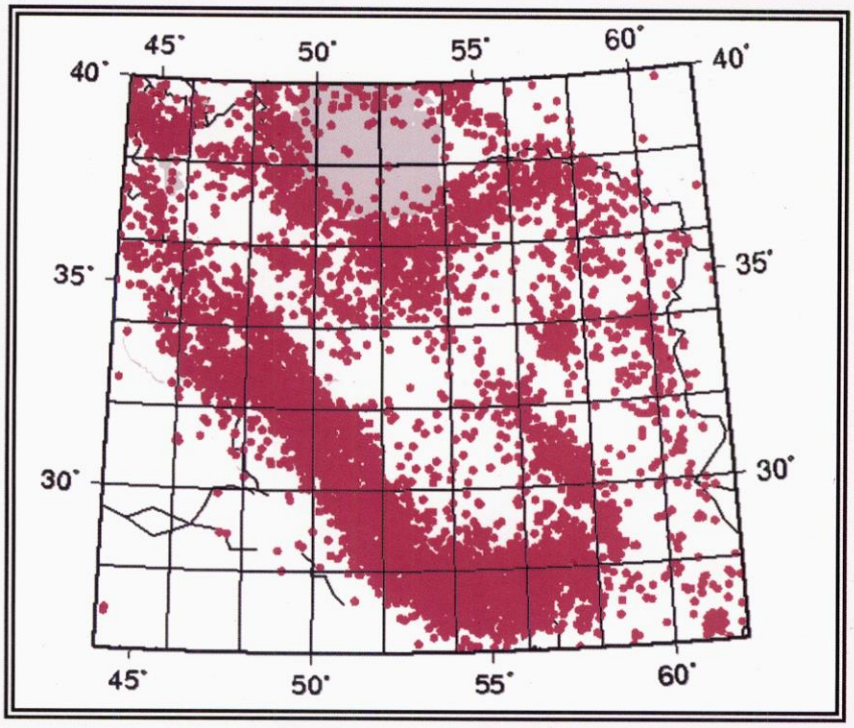
تعریف: یک ایستگاه چندمنظوره به ایستگاهی گفته می‌شود که چند مشاهده مختلف بر روی آن انجام می‌شود و چند محصول مختلف در نهایت برای آن ایستگاه محاسبه می‌گردد. این ایستگاه‌ها به‌طور عمده بر روی سنگ‌های ریشه‌دار موجود در داخل طبیعت ساخته می‌شود و به‌صورت ایستگاه‌های قرنی خوانده می‌شوند.

با توجه به توضیحات فوق و بنا به تجارب و استانداردهای موجود در سطح دنیا و در داخل کشور، یک شبکه چندمنظوره با تراکم حدود ۵۵ کیلومتر در ایران ایجاد نمودیم. هدف اول در این شبکه، انجام مشاهدات ثقل است که به‌صورت شبکه درجه ۱ ثقل می‌باشد. هدف دوم، انجام مشاهدات ترازیابی دقیق است و ضمن اینکه برای مشاهدات ثقل مورد نیاز می‌باشد، یک شبکه ماندگار از ایستگاه‌های ترازیابی دقیق هم به‌وجود می‌آورد. هدف سوم انجام مشاهدات GPS دقیق است که برای مشاهدات ثقل لازم است. هدف چهارم، اندازه‌گیری‌های نجومی است که برای تعیین امتداد بردار شتاب ثقل استفاده می‌شود. برای محاسبه امتداد بردار شتاب ثقل، همچنین به موقعیت دقیق GPS نیاز است. از لحاظ فنی و بنا بر تجارب مختلف در سطح دنیا، اندازه‌گیری‌های مختلف فوق که برای مقاصد فیزیکال ژئودزی مورد نیاز می‌باشند به‌میزان قابل ملاحظه‌ای می‌توانند بر همدیگر انطباق پیدا کنند و یک شبکه چندمنظوره را تشکیل دهند. این انطباق از لحاظ محاسبات مختلف و همچنین اجرا اهمیت بسیار زیادی دارد. از نظر محاسبات، بر روی مشاهدات مختلف مربوط به یک ایستگاه می‌توان حرکات محاسباتی بیشتری انجام داد و کنترل‌های بیشتری برای نتایج ساخت، در حالی‌که چند مشاهده بر روی چند ایستگاه انجام می‌شود، به مشاهدات اتصالی بین ایستگاه‌ها نیاز داریم. از نظر اجرا، وقتی که چند مشاهده بر روی یک ایستگاه انجام می‌شود، در حقیقت با احداث یک ایستگاه چند ایستگاه احداث می‌شود. بنابراین در هزینه و زمان به‌صورت فاحشی صرفه‌جویی می‌گردد. نکته بسیار مهم، با توجه به اهداف مربوط به تعیین کمیت‌های مختلف و همچنین تعیین تغییرات آنها در این ایستگاه‌ها، ماندگاری، ثبات و حفظ آنها در زمان طولانی (در یک قرن) است. بنا به تجارب و استانداردهای مختلف در سطح جهان، بهترین ایستگاه از نوع سنگ‌های ریشه‌دار موجود در طبیعت است.

بنابراین برای محاسبات مربوط به مدل‌سازی میدان ثقل زمین و تغییرات آن (ژئوئید دقیق و ترازیابی دقیق) یک شبکه ایستگاه‌های سنگی چندمنظوره قرنی ۵۵ کیلومتری در کل ایران ایجاد نمودیم (شکل ۳).

۷. توزیع زلزله‌ها

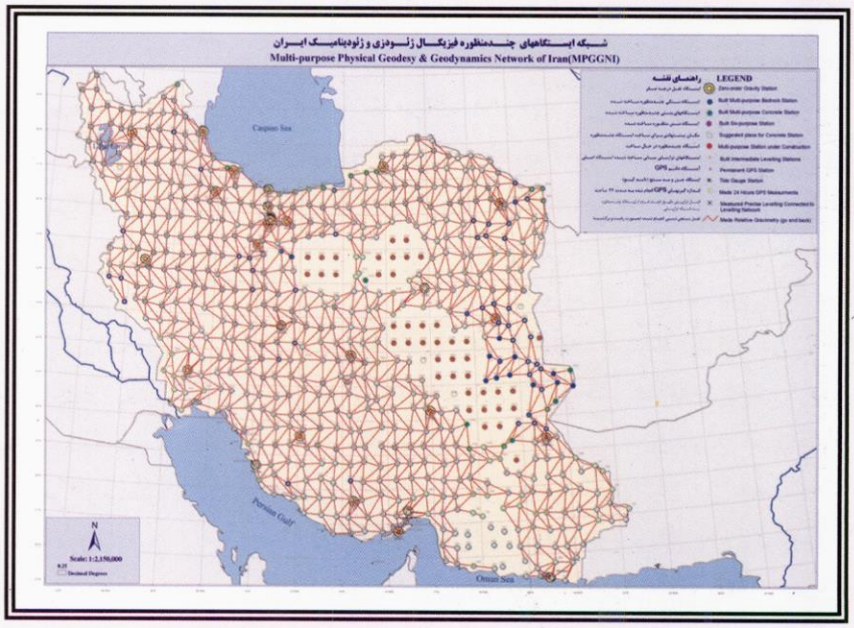
به‌دلیل اینکه کانون غالب زلزله‌ها در داخل بخش پوسته جامد قرار دارد، می‌توان از توزیع عمق زلزله‌ها برای شناخت ضخامت پوسته استفاده نمود. توزیع زلزله‌ها از سال ۱۹۰۰ تاکنون در شکل ۴ نشان داده شده‌است.



شکل ۴. زلزله‌های ثبت شده (IIEES) تا ژانویه ۲۰۰۸

۸. نتایج

مقایسه میدان‌های آنامولی هوای ازاد و توپوگرافی می‌تواند روشنگر وضعیت تعادل ایزوستازی باشد. این مقایسه می‌تواند در یک یا دو بعد انجام شود. در فضای یک‌بعدی، پروفیل‌های توپوگرافی و آنامولی ثقل هوای آزاد رابطه بین دو فضا را شرح می‌دهند، که با اضافه شدن عمق زلزله‌های رخ داده به آنها می‌توان به شناختی از ضخامت پوسته رسید. یک روش بهتر در میدان دوبعدی، تبدیل و انتقال اطلاعات فوق به دامنه طیفی دوبعدی و سپس تفسیر آنهاست.

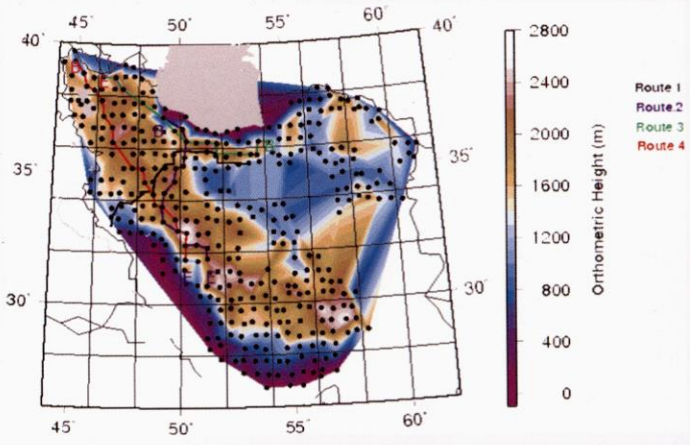


شکل ۳. شبکه ایستگاه‌های سنگی چندمنظوره قرنی فیزیکال ژئودزی ایران

۱۸. مطالعه یک بعدی: آنامولی ثقل، توپوگرافی و لرزه‌نگاری

اطلاعات سه‌گانه فوق را همزمان در چهار پروفیل، مربوط به چهار مسیر مختلف، با اهداف گوناگون مورد بررسی قرار دادیم. در هر پروفیل داده‌های آنامولی شتاب ثقل، توپوگرافی و لرزه‌نگاری با هم ترسیم شده‌اند. چهار مسیر مختلف انتخاب شده در شکل ۵ نشان داده شده‌اند.

در همه پروفیل‌ها تعداد کمی از زلزله‌های با عمق غیر عادی دیده می‌شود.



شکل ۵. مسیرها برای پروفیل‌های ۱، ۲، ۳ و ۴

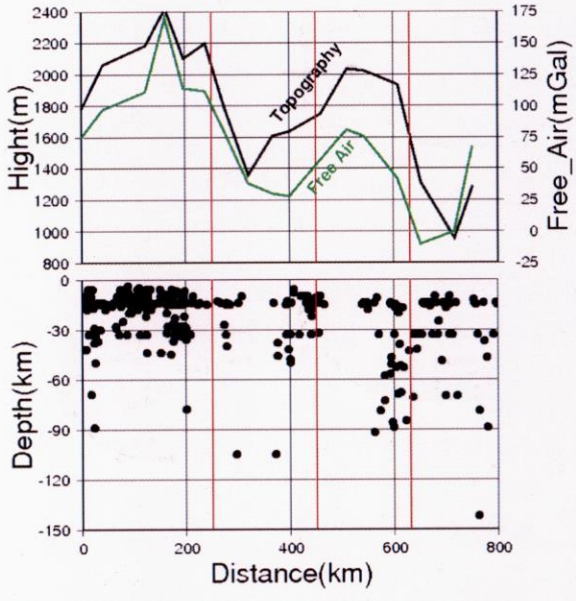
وسایل قدیمی ثبت زلزله و زمان خیلی گذشته، دلایل کافی برای صرف‌نظر کردن از این حالت‌های غیر معمول به‌عنوان اشتباه است. نقاط باقی‌مانده با عمق زیاد علائم احتمالی در راستای مشخص نمودن عمق می‌باشد. پروفیل ۱ در امتداد رشته کوه‌های البرز و زاگرس انتخاب شده‌است (شکل ۶). آنامولی شتاب ثقل در البرز سریع‌تر تغییر می‌کند. این نکته در بخش‌هایی از پروفیل آنامولی هوای آزاد در البرز که دارای شیب‌های تندتر است، به‌خوبی نمایان است. از طرف دیگر عمق زلزله، با صرف‌نظر از زلزله‌های با ثبت اشتباه، در پایین البرز ثابت باقی می‌ماند، در صورتی که این عمق در پایین زاگرس کم و بیش تصویری از سطح توپوگرافی زمین است و بیانگر این نکته می‌باشد که پوسته در پایین کوه‌ها به داشتن ضخامت بیشتر متمایل است.

کمیت‌های نظیر سه‌گانه فوق همچنین در امتداد مسیر ۲، گذرنده از البرز و زاگرس، در شکل ۷ ارائه شده‌اند. آنامولی هوای آزاد دارای مقادیر گرادیان قائم بزرگتر در البرز است، درصورتی که این تغییرات در زاگرس کوچکتر است.

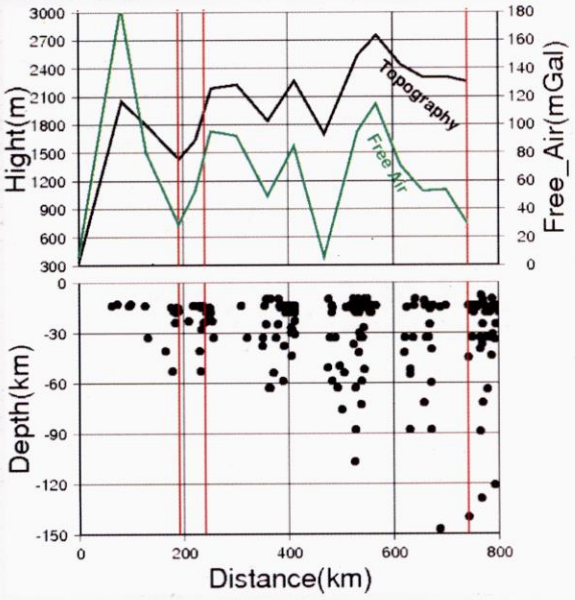
عمق پوسته‌ای باز هم یک تصویر آیینه‌ای از توپوگرافی در رشته کوه زاگرس است، که در البرز این‌طور نیست. زیرا بر اساس شواهد مختلف هنوز البرز به تعادل ایزوستازی نرسیده‌است.

پروفیل مسیر ۳ (شکل ۸) کاملا در البرز واقع است. برخلاف وجود توپوگرافی ناهموار و تغییرات زیاد آنامولی ثقل هوای آزاد، داده‌های لرزه‌ای یک ضخامت پوسته‌ای کم و بیش یکسان را تائید می‌کند. پروفیل مسیر ۴ (شکل ۹) کاملا در زاگرس واقع است. تغییرات آنومالی هوای آزاد در این پروفیل از زاگرس نیز از البرز کمتر است.

بیشترین مقدار آنامولی هوای آزاد در زاگرس تقریبا برابر



شکل ۶. توپوگرافی، آنامولی ثقل و توزیع عمق زلزله‌ها در امتداد مسیر ۱



شکل ۷. توپوگرافی، آنامولی ثقل و توزیع عمق زلزله‌ها در امتداد مسیر ۲

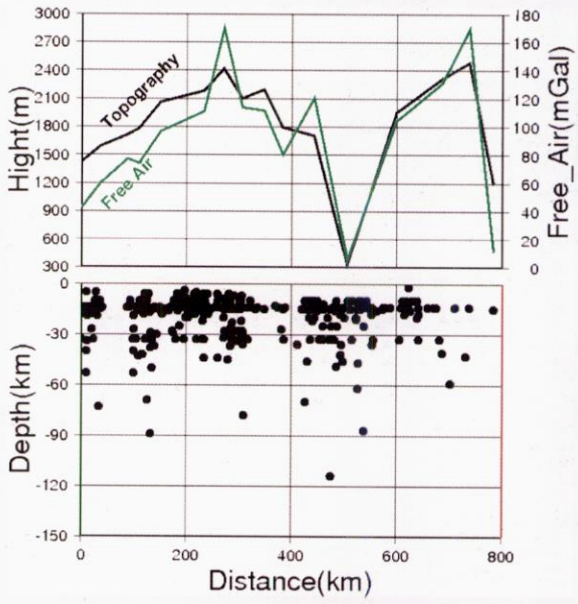
۶۵درصد و بیشترین مقدار این کمیت در البرز است. از طرف دیگر، برای مسافت پروفیل از ۲۰۰ کیلومتر به بعد، کوه‌ها دارای ریشه هستند. توپوگرافی کمتر و پوسته ضخیم‌تر بیانگر این نکته است که پوسته در حال تاب برداشتن و خم شدن است. تمامی پروفیل های بررسی شده از شمال غرب ایران شروع می شوند(شکل ۵)، که دو رشته کوه البرز و زاگرس با هم تلاقی پیدا می کنند و ساختار پوسته‌ای در اینجا پیچیده‌تر است.

۲.۸. مطالعه دو بعدی: آنامولی ثقل و توپوگرافی

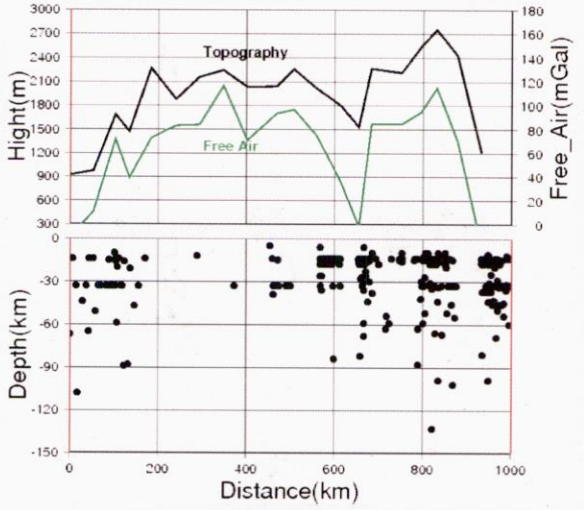
در بخش قبل آنامولی های ثقل و توپوگرافی در فضای مکان مورد بررسی قرار گرفتند. به‌هرحال، ساز و کارهای تعادل در نهایت پاسخ‌هایی با طول موج‌های مختلف را تولید می کند که ممکن است به آسانی از روی آنامولی‌های هوای آزاد تفکیک نشوند. در نتیجه، مفید خواهد بود اگر موضوع مورد بحث یعنی وضعیت ایزوستازی در فضای طیفی هم بحث و بررسی شود. در این بخش، طیف های آنامولی های ثقل و ارتفاع های ارتومتریک در دو منطقه کوهستانی البرز و زاگرس جداگانه مورد ارزیابی قرار می گیرند. از آنجا که در بررسی های قبلی دیدیم که این دو منطقه از مدل‌های ایزوستازی مختلفی تبعیت می کنند، آنالیز طیفی کمترین مربعات را در هر یک از دو منطقه به تفکیک به کار می بریم (Craymer , 1998; Wu et. al., 1995). برای این منظور، به تناسب محدوده مختصاتی که هر یک از دو منطقه کوهستانی البرز و زاگرس در آنها قرار دارد، دو سری از نقاط نظیر آنها از شبکه ایستگاه‌های چندمنظوره فیزیکال ژئودزی و ژئودینامیک ایران انتخاب شده، و در شکل های ۱۰ و ۱۱ نشان داده شدند.

با به‌کار گیری روش آنالیز طیفی کمترین مربعات، طیف های نمایی یکه شده مقادیر آنامولی‌های ثقل و توپوگرافی به‌دست می‌آید. شکل های ۱۲ و ۱۳ طیف های ذکر شده را به‌ترتیب در زاگرس و البرز نمایش می دهند. با توجه به دو شکل اخیر و مقایسه طیف های آنومالی ثقل و توپوگرافی، نتایج جالبی به‌دست می آید که در توافق با نتایج بخش قبلی است. در شکل۱۲ ، طیف های آنامولی ثقل و توپوگرافی در زاگرس نشان داده شده‌است، که هر طیف تنها یک پیک معنی‌دار دارد، تقریبا در فرکانس یک‌سان از طول موج های بلند، و بیان می دارد که تغییرات بزرگ آنامولی ثقل متناسب با تغییرات ارتفاع وجود ندارد. در البرز، برخلاف زاگرس، پیک های مختلفی در طیف های آنومالی ثقل و توپوگرافی وجود دارد که متعلق به طول موج های بلند و کوتاه است، و نشانه تغییرات بزرگ در سیگنال‌ها است. معنی این رفتارسنجی‌ها در زاگرس و البرز، وجود تعادل در زاگرس و عدم وجود آن در البرز است.

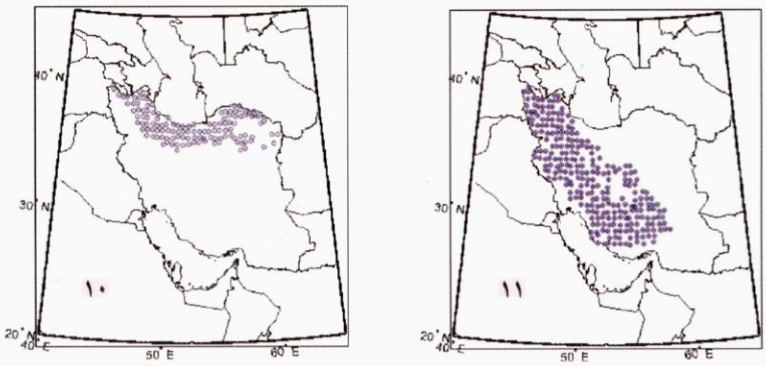
ادمیتانس ثقل یک تابع مفید دیگر است. این تابع شامل اطلاعاتی از وضعیت ایزوستازی بر روی یک عارضه سطحی است. در این روش فرض بر این است که آنامولی ثقل و توپوگرافی



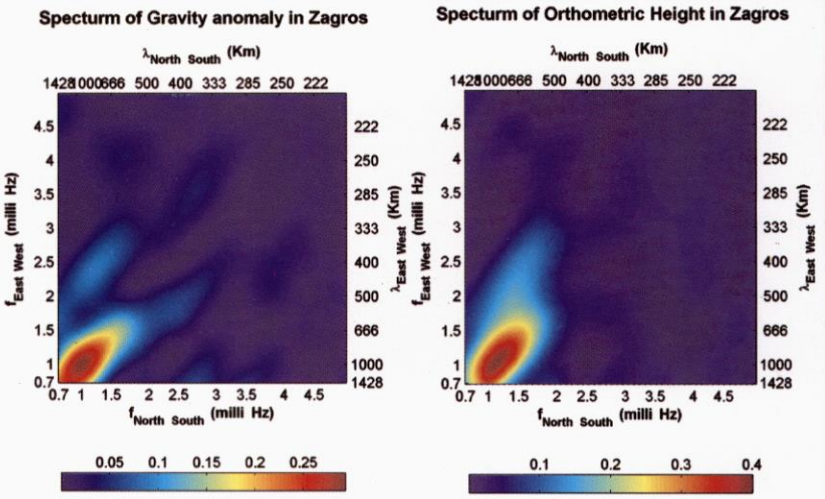
شکل۸. توپوگرافی، آنامولی ثقل و توزیع عمق زلزله‌ها در امتداد مسیر ۳



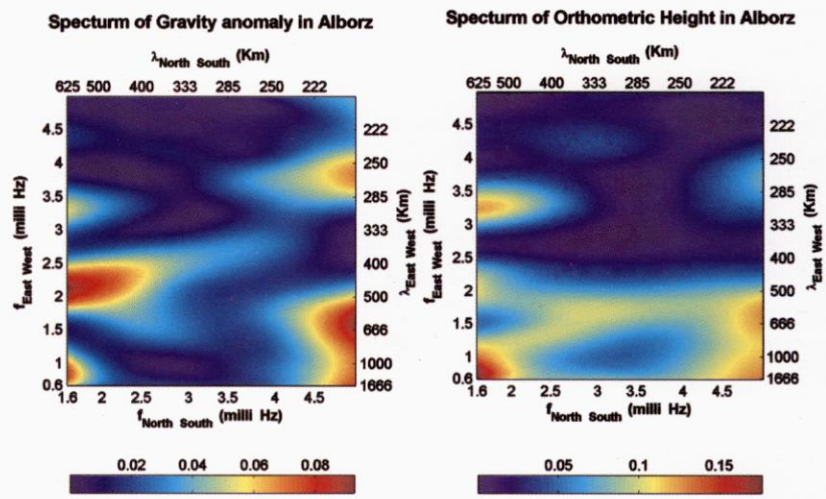
شکل ۹. توپوگرافی، آنامولی ثقل و توزیع عمق زلزله‌ها در امتداد مسیر ۴



شکل های ۱۰ و ۱۱. توزیع ایستگاه های سنگی چندمنظوره قرنی فیزیکال ژئودزی ایران در البرز و زاگرس



شکل ۱۲. طیف های یکه شده آنامولی های ثقل و ارتفاع های ارتومتریک در زاگرس



شکل ۱۳. طیف های یکه شده آنامولی های ثقل و ارتفاع های ارتومتریک در البرز

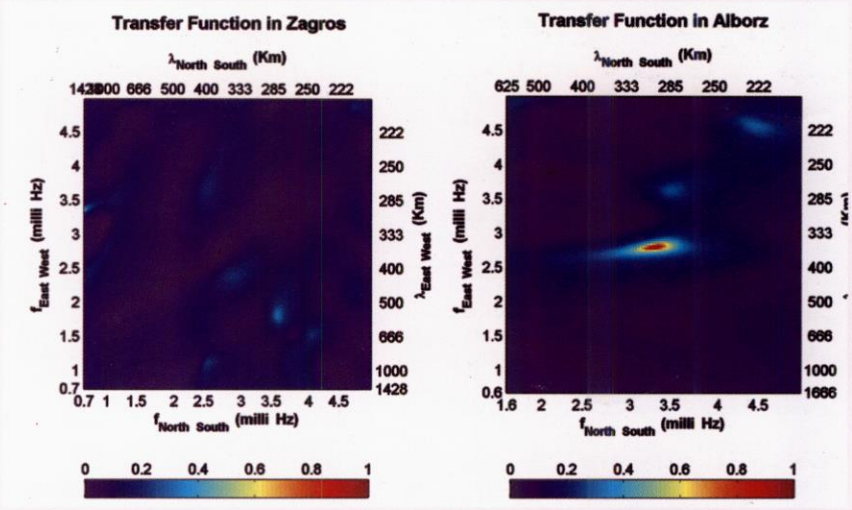
در فضای طیفی به‌طور خطی به هم مرتبط‌اند. تابع ادمیتانس ثقل در حقیقت یک پارامتر در دامنه طیفی است و توپوگرافی را به‌گونه‌ای تغییر می‌دهد تا آنامولی ثقل تولید شود. این تغییر به‌صورت خطی است یعنی: حاصل‌ضرب خارجی تابع ادمیتانس ثقل و تبدیل کمترین مربعات توپوگرافی، مقدار تبدیل کمترین مربعات آنامولی ثقل را نتیجه می‌دهد. استفاده از تبدیل کمترین مربعات به‌جای تبدیل فوریه در تعریف ذکر شده، به‌خاطر مزیت این تبدیل در اجتناب از پیک‌های تصنعی حاصل از درون‌یابی داده‌های ثقل با توزیع غیریکنواخت است. شکل۱۴، تابع ادمیتانس ثقل را در زاگرس و البرز نمایش می‌دهد.

در این شکل از ستون مقیاس رنگی یک‌سانی جهت مقایسه آسان‌تر استفاده شده‌است. هیچ پیک معنی‌داری در زاگرس وجود ندارد و میزان عددی تابع ادمیتانس به ندرت از ۰/۳ بیشتر می‌شود، در صورتی‌که در البرز یک پیک معنی‌دار وجود دارد. با توجه به رفتار مدل‌های ایزوستازی و توابع تحلیلی ادمیتانس ثقل حاصل از محقق‌های مختلف، وجود چنین پیک‌های بزرگی در طول موج‌های بزرگ و متوسط انتظار نمی‌رود.

۹. نتیجه‌گیری

۱.۹. البرز

تغییرات بزرگ آنامولی هوای آزاد، عمق زلزله نسبتا ثابت در پایین البرز، در شکل‌های ۶، ۷ و ۸ که مستقل از توپوگرافی



شکل ۱۴. ادمیتانس ثقل در زاگرس و البرز

به نظر می رسد، و توزیع عمق زلزله ها در شکل ۴ و همچنین یک پیک معنی دار در تابع ادمیتانس ثقل در شکل ۱۴ شواهد مختلفی مبنی بر عدم وجود تعادل ایزوستازی در البرز است. شکل های مختلف یک ضخامت پوسته ای در حدود ۴۵- ۴۰ کیلومتر در البرز، با کمی تغییر، را پیشنهاد می کنند.

۲.۹. زاگرس

تغییرات کوچکتر آنامولی هوای آزاد، عمق متغیر زلزله، در شکل های ۶،۷، (در پائین زاگرس) و ۹ که تقریبا یک تصویر آئینه ای از توپوگرافی را نشان می دهد، و توزیع زلزله ها در شکل ۴ و همچنین عدم وابستگی طیفی تابع ادمیتانس ثقل در شکل ۱۴ شواهد مختلفی مبنی بر اینکه اجرام کوهستانی زاگرس به صورت ایزوستاتیکی با یک ریشه پوسته‌ای در گوشته به تعادل رسیده است. بنابراین ضخامت پوسته در پایین زاگرس متغیر است، و به سختی از ۶۰ کیلومتر بیشتر می شود.

۱۰. تقدیر و تشکر

این تحقیق با حمایت های مختلف سازمان نقشه برداری کشور همراه بوده است. بدین وسیله، مراتب سپاس تیم تحقیقی تقدیم می گردد. در ضمن از ناظران این تحقیق آقایان دکتر نانکلی و دکتر صدیقی که با نظرات علمی خود این تحقیق را سازنده نمودند، تشکر و قدردانی می گردد.

۱۱. پانوشت‌ها

1. Crust
2. Mantle
3. Airy
4. Pratt
5. Flexural shape

۱۲. منابع

1.Guest B., A. Guest and G.J. Axen, 2007. Late Tertiary evolution of northern Iran: a case for simple crustal folding. Global and Planetary Change, 58, p. 435 - 453.

2.Craymer M., 1998. The least squares spectrum, its inverse transform and autocorrelation function: theory and some applications in Geodesy. PhD thesis, University of Toronto.

3.HatamY., Y.Djamour, P.Vanicek, R. Bayer, A.M.Abolghasem, J.Hinderer, M.Mohammad Karim, M.Najafi, H.Cheraghi, R.Saadat, A.Soltanpour, M.Sedighi, H.Nankali, S.Arabi, N.Azizian and S.Rafiie, 2005.Proposing a multi-purpose physical geodesy and Geodynamics network for modeling earth gravity field, precise geoid determination and precise leveling. NCC technical report, in Persian. Presented in EGU2008 in Vienna.

4.IIEES,2008. International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, Earthquake Catalogue search,

5.http://www.iiees.ac.ir/EQSearch/(aohufd55katx2pinq4ikry55)/Event-Query.aspx

6.MolinaroM., H.Zeyenand ,X.Laurencin, 2005. Lithospheric structure beneath the south-Eastern Zagros mountains, Iran: recent slab break-off Terra Nova,17,p.1-6.

7.NikkhooM., 2008. Precise determination of the geoid in Iran combining a global geopotential model with heterogeneous data. M.Sc.thesis, KNT University of Technology, Tehran, Iran.

8.Vanicek P.,1969 .Approximate Spectral Analysis by Least-Squares Fit. Successive Spectral Analysis. Astrophysics and Space Science, 4,p.387-391.

9.Watts A. B.,2001. Isostasy and flexure of the earth. Oxford University Press.

10.Wu D.L., P.Hays P. and W.Skinner, 1995. A Least Squares Method for Spectral Analysis of Space-Time Series. Journal of the Atmospheric Sciences, 52,p.3501-3511.

11.Vanicek P., N. T. Christou (1993), Geoid and its Geophysical Interpretations.

12.Vanicek P., E. Krakiwski (1986), Geodesy: The concepts

معرفی سامانه های لیدار به عنوان تحولی شگرف در ژئوماتیک

تالیف و گردآوری:

دکتر علیرضا قراگوزلو — استادیار آموزشکده سازمان نقشه‌برداری کشور

a-ghara@ncc.org.ir

مهندس هادی محبوبی — دانشجوی کارشناسی ارشد RS/GIS، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران

mahbobi@yahoo.com

چکیده

لیدار LIDAR یک فن آوری قدرتمند در سنجش از راه دور لیزری است که مشابه اصول رادار کار می کند. لذا در پاره‌ای ازموارد آن را رادار لیزری نیز می نامند. سامانه لیدار برای بسیاری از شرکت‌هایی که نیازمند اطلاعات توپوگرافی هستند ازجمله شرکت‌هایی که نیازمند اطلاعات ارتفاعی دقیق هستند مفید می باشد. این سامانه بدون نیاز به هر گونه شبکه ارتفاعی گستره به برداشت بسیار دقیق و سریع نقاط قادر می باشد. چهار قسمت اصلی در این سامانه وجود دارد که عبارتند از GPS، IMU، لیزر و اسکنر. لیدار در تهیه نقاط ارتفاعی غیر قابل مقایسه با فتوگرامتری است و این امر باعث شده‌است تا شرکت‌های زیادی در دنیا تمایل فراوانی به استفاده از این فن آوری از خود بروز دهند. در این مقاله با لیدار آشنا خواهیم شد.

۱. مقدمه

به‌طورکلی کاربری‌های لیدار بردو نوع است، استفاده‌های زمینی (توپوگرافیک) و استفاده‌های آبی (هیدروگرافیک). در فعالیت‌های تولید اطلاعات مکانی راه‌های مختلفی برای اندازه‌گیری ارتفاع وجود دارد از جمله نقشه‌برداری زمینی(field survey)، فتوگرامتری(Photogrammetry)، سنجش از دور(Remote sensing) و لیدار(LIDAR). لیدار یک حسگر فعال است که از نور لیزر برای اندازه‌گیری فواصل استفاده می کند، هنگامی که این سامانه روی سکوی هواپیما نصب می‌شود، می‌تواند فاصله بین سطح زمین و سکوی هواپیما را محاسبه کند.

این سامانه قادر خواهد بود که باسرعت زیاد و با تراکم بسیار بالا نقاط سطح زمین شامل عوارض طبیعی و انسان - ساخت را برداشت کند. دقت ارتفاعی این سیستم حدود ۱۵سانتی متر ودقت مسطحاتی آن برابر ۱/۱۰۰۰ ارتفاع پرواز خواهد بود. جهت دستیابی به این دقت این سیستم بر دو فن GPS و IRS تکیه دارد.

۲. نحوه کاردستگاه

سامانه لیدار روی سکوی هواپیما نصب شده وپالس‌های سریعی را از یک کانون لیزر مادون قرمز درطول مسیر پرواز به سطح زمین ارسال می کند. در کنار این سیستم یک دریافت‌کننده وجود دارد که اشعه‌های انعکاسی از سطح زمین را به‌سمت یک دستگاه متمایزکننده ارسال می کند. پس از آن این سیستم بامحاسبه فاصله زمانی ارسال ودریافت پالس، فاصله را محاسبه می کند. درهنگام پرواز این اطلاعات روی یک حافظه بزرگ ذخیره می‌شود. واحدی به‌نام IMU(InertialMeasurementUnit) حالت‌های چرخشی هواپیما را هنگام اوج، ونیز جهت هواپیما را ضبط می کند. یک GPS کینماتیک که حداقل با چهار ماهواره در ارتباط است نیز موقعیت هر لحظه هواپیما را ضبط می کند. علاوه برآن، سیستم‌های دیگری همچون یک دوربین عکسبرداری رقومی و یک دوربین فیلمبرداری نیز به‌صورت همزمان از زمین تصویربرداری می کنند(۱). پس از پرواز اطلاعات حاصله از GPS, IMUو Laser Scanner ترکیب شده و به نوعی ابر نقاط حاصله زمین مبنا می شوند و پس از آن اطلاعات وارد رایانه شده و از آنها محصولات متنوعی همچون DEM، DSM تولید می‌شود.

۳. مواردا ستفاده لیدار

سامانه لیدار برای بسیاری از شرکت‌هایی که نیازمند اطلاعات توپوگرافی هستند ازجمله آنهایی که نیازمند اطلاعات ارتفاعی دقیق هستند مفید می‌باشد. موارد مختلفی همچون تهیه مقطع دیواره‌های کناره رودخانه‌ها (levee profiling) که سیستم‌های لیدار می‌توانند جهت به‌دست آوردن مقاطع خاکریزی رودخانه‌ها به‌صورت دقیق و سریع تهیه کنند. مقاطع طولی وعرضی تهیه شده می‌توانند با یکدیگر مقایسه شوند و پیشروی حریم رودخانه‌ها را مشخص کنند. با استفاده از این سامانه‌ها می‌توان حالت سه‌بعدی آنها را به‌صورت مجازی نیز تهیه کرد. به‌عنوان مثال نمونه موردی رودخانه می‌سی‌سی‌پی را می‌توان اشاره کرد که از مقاطع عرضی برای بهسازی دیواره رودخانه استفاده شد. همین‌طور برای موارد دیگری همچون بنای ساختمان دیواره رودخانه‌ها نیز از این سیستم استفاده می‌شود. از موارد مهم دیگر کاربرد لیدار می‌توان به موضوعات زیر اشاره داشت:

✓ ارزیابی حجم لایروبی: اطلاعات لیدار برای پایش مناطق جهت لایروبی استفاده می‌شود.

✓ نقشه‌های مسیر (Corridor mapping): اطلاعات لیدار می‌تواند به‌عنوان وسیله‌ای ارزان و موثر جهت اخذ اطلاعات ارتفاعی زمین‌ها (توپوگرافی) جهت مسیرهای خیابان‌ها وجاده‌ها استفاده شود. به‌عنوان مثال می‌توان مورد استفاده در مسیر قطار سریع‌السیر St.Louis را نام برد.

✓ نقشه‌های مناطق سیلابی: اطلاعات توپوگرافی برای دشت‌های سیلابی بسیار مهم هستند.

✓ نقشه‌های سطح زمین (توپوگرافیک) محیط‌های پرمخاطره و نقشه‌های مناطق ساحلی

✓ تهیه DEM

✓ نقشه‌های مدیریت جنگل‌ها و نقشه‌های مدل‌سازی شهری و نقشه‌های مدیریت بحران

۴. قابلیت‌ها ومحدودیت‌ها

۱.۴. قابلیت‌ها

این سامانه‌ها بدون نیاز به هرگونه شبکه ارتفاعی گسترده به برداشت بسیاردقیق وسریع نقاط قادر می‌باشند. برای یک شبکه ۳۰کیلومتری تنها یک نقطه کنترل کافی است. برحسب پارامترهایی همچون ارتفاع پرواز، زاویه اسکن با نادیر، سرعت پالس واسکن، تراکم نقاط برداشتی می‌توانند از۲۵ نقطه به ازای هر متر مربع تا ۱ نقطه در ۱۴۴ متر مربع در نوسان باشند. سامانه لیدار برای نقشه‌های راه و مناطق ساحلی بسیار به‌صرفه است. لیدار در هرزمان از شبانه روز قابل استفاده است. امروزه الگوریتم‌های پیشرفته‌ای برای حذف عوارضی همچون درختان وپوشش گیاهی استفاده شده‌است، تا بتواند مدل تهیه شده نمایانگر زمین برهنه باشد.

۲.۴. محدودیت‌ها

سیستم‌های لیدار تنها زمانی قابل استفاده‌اند که ارتفاع پرواز پایین‌تر از ابرها باشد. هم‌چنین این سامانه‌ها امکان انجام عملیات در شرایط مه، باد و برف، رطوبت زیاد و هوای آلوده را ندارند. مشکل سوم این سامانه‌ها در مناطق باپوشش گسترده گیاهی است، چرا که پالس‌های لیزر نمی‌توانند از میان شاخ وبرگ گیاهان عبورکنند مگر اینکه فضای بین درختان فراخ بوده ویا تراکم نقاط بالا باشد. جهت حذف آثار پوشش گیاهی در مدل بایستی از تصاویر ماهواره‌ای استفاده کرد وبا استفاده از طبقه‌بندی آن اطلاعات زاید را حذف کرد.

۳.۴. مقایسه لیدار با سایرفن آوری‌ها

درمقایسه با فتوگرامتری: فن آوری لیدار در زمینه جمع‌آوری نقاط ارتفاعی در مقایسه با فتوگرامتری قابل مقایسه نیست، البته به شرط آن که شاخ وبرگ در ختان مزاحمتی ایجاد نکند. برتری‌های لیدار تنها به جمع آوری اطلاعات محدود نگشته بلکه باتوجه به اینکه خروجی این سیستم‌ها X,Y,Z است، مراحل پردازش کوتاهتر و خودکارتری خواهد داشت و درنتیجه خطاهای انسانی در آن بسیار کاهش خواهد یافت. جدول شماره ۱ مقایسه بین سیستم لیدار و فتوگرامتری رقومی را نشان می‌دهد(۲). این مقایسه در مناطق فاقد پوشش گیاهی است.

در مقایسه با فن آوری رادار: فن آوری لیدار بسیار دقیق‌تر وباجزئیات بیشتر نسبت به سیستم‌های رادار می‌تواند برداشت اطلاعات را انجام دهد. به‌طور مثال سیستم Interferometric Syntheyic Aperture Radar(IFSAR) که نمونه خوبی ازیک فن آوری رادار است، اطلاعات ارتفاعی برداشتی به‌وسیله این سامانه ازیک لبه که به‌سمت زمین است برداشت می‌شود ودر واقع سمت دیگر که لبه رو به آن نیست را برداشت نمی‌کند،

جدول شماره ۱

ردیف	-	فتوگرامتری	لیدار
الف	منبع انرژی	غیر فعال	فعال
ب	هندسه	چشم‌انداز ،پرسپکتیو	قطبی
پ	نوع سنسور	فریم یا اسکن خطی	نقطه‌ای
ت	طول‌یابی نقاط	غیر مستقیم	مستقیم
ث	نمونه‌برداری	کل منطقه	به‌صورت انفرادی نقاط
ج	نوع عکس	کیفیت بالا ازلحاظ مکانی و تصویری	بدون عکس یا به‌صورت تک رنگ
چ	دقت افقی	۳۰درصد بهتر ازعمودی	۲تا ۵ برابر کمتر از دقت عمودی
ح	دقت عمودی	تابع ارتفاع پرواز وفاصله کانونی	۱۰تا ۱۵ سانتی‌متر(به ازای هر ۱۰۰۰متر بیش از ۲۵۰۰متر،۱۰ سانتی‌متر اضافه می‌شود)
خ	نقشه پرواز	لزوم توجه به هم‌پوشانی طولی وعرضی	بسیار دقیق و به هم بافته شده نزدیک به دلیل نوارهای باریک
د	محدودیت پرواز	پرواز در شرایط کاملا مساعد ازلحاظ ابری بودن ودر روز	تاثیرکمتر از شرایط آب وهوایی
ذ	سرعت تولید	کمتر از فتوگرامتری	به دلیل اتوماتیک بودن بسیار سریع‌تر است
ر	بودجه	هزینه برتر	۲۵تا۳۳٪ارزانتر از فرایند فتوگرامتری
ز	به‌دست آوردن خط جدایی سرزمین‌های متفاوت	گران وسخت	به‌راحتی قابل استفاده است ازجمله در مناطق ساحلی

امادر سیستم لیدار سنجنده تا ۲۰ درجه دوران می‌کند و درنتیجه می‌تواند زمین وبالای یک عارضه را کاملا برداشت کند از طرف دیگر سیستم IFSAR به‌دلیل ارتفاع پرواز بالاتر، قابلیت برداشت اطلاعات بیشتری را داراست وازشرایط ابری تاثیر نمی‌پذیرد. به‌تازگی تلاش‌های وسیعی برای درهم آمیختن نقاط مثبت دو فن‌آوری انجام شده‌است.

۵. اجزای سیستم لیدار

چهار قسمت اصلی دراین سیستم وجود دارد که عبارتند از GPS، IMU، لیزر و اسکنر. سیستم‌های دیگری همچون یک دوربین رقومی نیز قابل اضافه کردن است. با استفاده از تصاویر این دوربین می‌توان عوارض را طبقه‌بندی کرد. بعضی از این سیستم‌ها حامل یک دوربین فیلمبرداری نیز هستند تا مناطق اسکن شده را فیلمبرداری کنند.

۱.۵. حسگرلیدار

درسیستم‌های لیدار نوع سنجنده استفاده شده برای نقشه‌های توپوگرافی وهیدروگرافی متفاوت است. جهت کاربردهای زمینی سامانه لیدار و کاربردهای توپوگرافی از باند مادون قرمز طیف الکترومغناطیس استفاده می‌شود درحالی که برای کاربردهای هیدروگرافی وعمق‌یابی از باند آبی و سبز استفاده می‌شود. روش طول یابی اکثر حسگرهای موجود در بازار یک‌سان است وتفاوت بین آنها در قدرت لیزر، مقدار پخش اشعه‌ها و اندازه نقطه‌ها، زاویه قطعه‌های برداشتی و تعداد پالس‌های ارسالی در هر ثانیه است. امروزه سیستم‌های زیادی وجود دارد که قابلیت آن را دارند که شدت پالس ارسالی را در دریافت‌های متعدد ضبط کنند. این خاصیت درمناطقی مفید خواهند بود که پوشش گیاهی اولین پالس را برگشت داده درحالی که پالس‌های دیگر به زمین برخورد می‌کند. احتمال برخورد اولین وآخرین پالس پرتابی به زمین بسیار زیاد است.

طرح‌هایی که به اطلاعات از زمین برهنه نیاز دارند بایستی در زمانی تهیه شوند که پوشش گیاهی کمتر باشد. استفاده از فن‌آوری لیدار برای زمین برهنه هنوز به‌صورت یک مورد استاندارد پدیدار نگشته است. به هرحال جهت توسعه استفاده از فن‌آوری لیدار بایستی دقت زیادی انجام گیرد، چراکه باید فهم درستی از استفاده‌های لیدار موجود باشد. جهت این موضوع باید تعریف‌های صحیحی از زمین برهنه و مدل انعکاسی سطح زمین وجود داشته‌باشد.

جدول شماره ۲ مشخصات یک نمونه سنجنده رانشان می دهد:

۲.۵. GPS

این سیستم اطلاعات مکانی وزمانی را برای سیستم لیدار تهیه می کند. هر پالس لیدار با اطلاعات زمانی GPS ترکیب شده وپس از دریافت پالس نیز این زمان از GPSگرفته می شود و به این ترتیب فاصله محاسبه می شود. GPSمورد استفاده باید قابلیت جمع آوری اطلاعات واندازه گیری در دوباند L1 و L2 را داشته باشد وهم چنین توانایی اندازه گیری باسرعت 1Hz یعنی (یک اندازه گیری در هر ثانیه) را داشته باشد. هم چنین GPS مشابهی برای استقرار روی نقاط زمینی مورد نیاز است. پردازش بین اطلاعات GPS زمینی و GPSداخل هواپیما به وسیله فرایندی به نام On the Fly Diffrential (OTF)GPS انجام می شود. شایان ذکر است که این روش یک نوع روش کینماتیک است .

۳.۵. IMU

این سامانه با اندازه گیری چرخش مسیر، اوج و حرکت هواپیما موقعیت ها را محاسبه می کند. اطلاعـــــات IMU، GPS و Laser scan با یکدیگر ترکیب شده و

جدول شماره ۲

دقت عمودی	۱۵سانتی‌متر
دقت افقی	۲۰سانتی‌متر
ارتفاع پرواز	۲۰۰تا۶۰۰متر
زاویه اسکن	۱تا ۷۵درجه
سرعت اسکن	۰تا ۴۰هرتز
واگرایی اشعه	۰٫۳تا۲میلی رادیان
سرعت پالس	۵تا۳۳کیلوهرتز
قطر جایگیری	۰٫۲۵تا ۲متر
چگالی نقاط	0.25تا۱۲متر

به وسیله محاسبات ژئودزی دقیق مختصات X,Y,Z به دست خواهد آمد.

۴.۵. کاربر و صفحه نمایش خلبان

صفحه نمایش سامانه، اطلاعات مفیدی از جمله تعداد پالس های دریافتی، وضعیت دریافت ماهواره‌ای GPS، وضعیت حسگرها وپیشرفت هواپیما در خط پرواز را نمایش می دهد. صفحه نمایش خلبان نیز نشان دهنده اطلاعاتی راجع به وضعیت مسیر پرواز نسبت به مسیر طراحی شده می باشد و بدین وسیله هواپیما درمسیر خود حرکت خواهد کرد.

۵.۵. دوربین رقومی عکسبرداری و فیلمبرداری

دربعضی از سیستم های لیدار دوربینی تعبیه شده‌است تا بتوان به‌وسیله آن ازمحدوده برداشتی عکس وفیلم هم تهیه کرد. مختصات حاصل از لیدار و تصاویر عکس ها می توانند جهت طبقه‌بندی مفید باشند. در تعداد محدودی از این سیستم ها یک دوربین فیلمبرداری مناطق برداشتی را تصویر برداری می کند. زمان و طول و عرض جغرافیایی نیز روی صفحه فیلمبرداری ضبط خواهد شد. اطلاعات ضبط‌شده توسط کاربر هم به اندازه اطلاعات لیدار با ارزش است. به‌وسیله ضبط صدای همزمان با فیلمبرداری، عوارض دلخواه نیز به نوعی یادداشت می شود.

۶. برداشت لیدار

هنگامی که سامانه تنظیم شد و خطوط پرواز تعیین شدند، کاربر ازطریق صفحه نمایش هر لحظه وضعیت دریافت سیگنال ها را به حسگر کنترل می کند، تا مطمئن شود که سیستم به صورت کامل کار میکند. همچنین کاربر باید هر لحظه دریافت از IMU و GPS را بررسی کند تا قطع ارتباط پیش نیامده باشد. در مجموع در همه سیستم ها بایستی باندهای پرواز با یکدیگر همپوشانی داشته باشند. هم چنین تمام اشعه های برگشتی بایستی با زمان GPS همراه شده باشند تا قابلیت پس‌پردازش در DGPS را پیدا کنند.

۷. پردازش اطلاعات لیدار

پس از جمع آوری اطلاعات، اولین مرحله تخلیه اطلاعات دریافت‌کننده هواپیما و ایستگاه‌های ثابت است. این اطلاعات به نرم‌افزارهای پردازش دفتری GPS تغذیه می شوند تا مسیر پرواز هواپیما با دقت زیادی مشخص شود. نرم‌افزارهای تجاری زیادی موجود است که به انجام این کار قادر هستند. پس از آن این اطلاعات بااطلاعات IMU ترکیب شده تا دقت موقعیت‌یابی وجهت و سمت آن افزایش یابد. سپس این اطلاعات با اطلاعات لیزر ترکیب شده و به‌وسیله پیشرفته‌ترین روش های ژئودزی X,Y,Z حاصل میشود.

درهنگام پردازش اطلاعات، یک سیستم کنترل کیفیت، خطاهای سیستماتیک، پتانسیل بایاس های ارتفاعی و افقی و یا آناملی های احتمالی را بررسی می کند. آناملی ها ممکن است به‌دلایلی همچون جابه‌جایی در محورها، جابه‌جایی زمانی سیستم، شرایط اتمسفر یک، بایاس

GPS و یا شرایط طیفی غیرعادی حاصل از منظر طبیعی زمین باشد. همه این آنامولی‌ها می‌توانند به وسیله نرم‌افزار ها کشف و حل شود.

۸. خروجی لیدار

اطلاعات خام لیدار: اطلاعات خام لیدار مجموعه‌ای از X,Y,Z و فواصلی است که طول آنها ضبط شده است. نقاط پردازش‌شده و به مبنای ارتفاعی خواسته شده مرجع می‌گردد. منحنی میزان‌ها: در بسیاری از طرح‌ها لازم است طرح تحویلی به فرمت منحنی میزان باشد. باتوجه به دقت کار ترسیم منحنی میزان‌ها ممکن است به تصویر هوایی نیز نیاز داشته است چراکه برای ترسیم آبراهه‌ها و خطوط شکسته دیگر نیاز به تصویر هوایی خواهیم داشت. مدل‌سازی سطوح: به‌وسیله اطلاعات حاصل از سنجنده‌ها می‌توانیم مدل سطحی زمین را تولید کنیم. این کار به‌وسیله رنگ کردن سایه‌زدن و سایر قابلیت‌های گرافیکی انجام می‌شود. درتهیه یک مدل سطحی باید دقت کنیم که اولین و آخرین پالس دریافتی توسط حسگر نباید استفاده شود. به هرحال مدل سطحی حاصل از لیدار دقت کمتری از یک مدل ارتوفتوی عکسی را خواهد داشت. طبقه‌بندی اطلاعات برای تولیدکردن منحنی‌میزان‌های دقیق و نیز مدل‌های سطحی زمین، خصوصا در مناطق غیر باز (مناطق بادرخت، ساختمان و یا پوشش گیاهی) باید طبقه‌بندی انجام شود تا اطلاعات زائد از آن حذف شود. بیشتر شرکت‌هایی که سیستم‌های لیدار تولید می‌کنند، روش‌هایی را برای طبقه‌بندی اطلاعات ارائه کرده‌اند. بسیاری از این روش‌ها به نام همان شرکت‌ها ثبت شده‌اند. به‌هرحال هدف و محتوای همه آنها حذف اطلاعات زائد ناشی از پوشش گیاهی، ساختمان‌ها و درختان می‌باشد. کنترل کیفیت اجرای یک سیستم کنترل کیفیت از طریق راه‌های متفاوتی می‌تواند انجام شود ازجمله، مقایسه ایستگاه‌های زمینی، مقایسه بین راه حل‌های کینماتیک وبرداشت اطلاعات صحیح زمینی.

۹. پانوشت‌ها

1- LIDAR: Light Detection and Ranging

2- ISFAR: Interferometer Synthetic Aperture Radar

3- IMU: Inertial Measurement Unit

۱۰. منابع

1- www.airbornelasermapping.com

2- www.ASPRS.COM

3- www.lsprs.com

۴. معرفی سیستم های لیدار به عنوان تحولی شگرف در علوم ژئوماتیک

www.ncc.org.ir

LAKARKUH
YAZD
ESHQABAD
HAJ ABAD
ANARAK
RASHT

نقشه‌ی ریشت - عشق آباد - هفتاد جایزه‌ی بازنورد
حاجی آباد - یزد - اناریک - بندرلنگه‌ی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰
به چاپ رسید.
این نقشه‌ها از سری درجه‌ی ۱:۲۵۰۰۰۰ با استفاده از روش
جزایری طی سه مرحله از نقشه‌ی ۱:۲۵۰۰۰۰ تألیف گردیده است.
سری نقشه‌ی ۱:۲۵۰۰۰۰ با استفاده از عکس‌های ۱:۴۰۰۰۰
سال ۱۳۷۹ تهیه شده و برای نمایش ارتفاعات از
تکنیک Hillshade استفاده گردیده است.
همچنین نقشه‌ی گردشگری شهری ساده - یاکدشت
از سری نقشه‌ی جدید براساس آخرین اطلاعات
توسط سازمان نقشه‌برداری کشور چاپ رسیده
و برای استفاده کاربران آماده بهره‌برداری است.

آزمایش واندکاستیل[1]، روشی موثر برای کشف و طبقه بندی خطاهای دستگاه های کشند سنج[2]

نویسندگان:

Belen Martin Miguez از دانشگاه La Rochelle-C.L.D.G- فرانسه

Laurent Testut از موسسه LEGOS تولز- فرانسه

Guy Wppelmann از دانشگاه La Rochelle-C.L.D.G- فرانسه

مترجم:

مهندس سید روح اله نوربخش — کارشناس نقشه‌برداری دریایی مدیریت آبنگاری و نقشه‌برداری مناطق ساحلی، سازمان نقشه‌برداری کشور

sr.nourbakhsh@ncc.org.ir

چکیده

یکی از سوالاتی که در دهه اخیر در مورد دستگاه های کشند سنج اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده کیفیت اندازه گیری آنهاست. این سؤال در مورد دستگاه‌هایی با فن آوری جدید که جهت به‌روز رسانی شبکه‌های کشند سنجی مورد استفاده قرار می گیرند نیز مطرح است. رسیدن به دقت یک سانتی متر در یک اندازه گیری سطح تراز آب دریا توسط دستگاه کشند سنج از جمله اهداف سامانه جهانی مشاهده سطح تراز دریا[3] می باشد. این دقت نه تنها مورد درخواست آبنگاران[4] در تهیه نقشه های دریایی و پیش بینی کشند بوده بلکه مورد درخواست سایر کاربران نیز می باشد. به‌عنوان مثال: نمایش تغییرات بلند مدت سطح تراز آب دریا و یا واسنجی[5] داده‌های ماهواره‌های ارتفاع سنجی. در این مقاله جهت بررسی و ارزیابی کارکرد دستگاه‌های کشند سنج با فن آوری جدید، آزمایش واندکاستیل انجام گردید. در این آزمایش مشاهدات دستگاه کشند سنج مورد آزمایش و دستگاه مرجع که به‌صورت همزمان در مدت حداقل یک روز کشندی انجام می گیرد ترسیم و از روی نمودار به‌دست آمده تفسیرهای مربوطه صورت می پذیرد. اعمال این آزمایش بر مجموعه داده‌های گوناگون که در مکان‌های مختلف و تحت شرایط محیطی متفاوت گرفته شده، نشان داد که آزمایش روشی ساده برای آشکارسازی کمی و کیفی خطاهایی است که در اندازه گیری دستگاه کشند سنج از سطح تراز دریا وجود دارد. توصیه می شود که کنترل کیفیت داده‌های دستگاه‌های کشند سنج به‌صورت منظم با استفاده از این آزمایش انجام گیرد به‌خصوص زمانی که دستگاه قدیمی توسط دستگاه جدید جایگزین می گردد.

۱. مقدمه

در طول دو دهه گذشته پیشرفت‌های قابل توجهی در امروزی کردن شبکه‌های کشندسنجی حاصل شده‌است. این پیشرفت‌ها ابتدا از دل تحقیقات شروع شده‌اند. مثلاً تحقیق پیرامون امواج برکشند طوفان[6] و یا تغییر سطح دریا در اثر تغییرات اقلیمی را می‌توان نمونه‌ای از این تحقیقات به‌حساب آورد. به‌علاوه فن‌آوری‌های جدیدی در مشاهده سطح تراز دریا پدیدار شده‌اند و دستگاه‌های کشندسنج مکانیکی شناوردار[7] به‌صورت روزافزونی توسط دستگاه‌های الکترونیکی و رقومی جایگزین می گردند که اصول اندازه گیری آنها عبارت است از اندازه گیری فشار در زیر سطح آب و یا اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت موج اعم از صوتی یا میکروموج[8] به سطح آب دریا (شرحی از این دستگاه‌ها را می‌توانید در راهنمای IOC[9] سال ۲۰۰۲ بیابید). به‌علاوه روش نصب دستگاه‌های کشندسنج نیز اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده‌است. با افزایش کاربرد داده‌های کشندی، نیاز به ارزیابی کارایی فن‌آوری‌های جدید در دستگاه‌های کشندسنج نیز افزایش پیدا کرده‌است. نمایش طولانی مدت تغییرات سطح تراز دریا و یا واسنجی داده‌های ماهواره‌های ارتفاع‌سنجی نمونه‌ای از این کاربردها می‌باشد(Nerem and Mitchum 2001).

کمیسیون اقیانوس شناسی بین الدول (IOC) کتابچه راهنمایی در مورد مشاهدات سطح تراز دریا و تفسیر آنها تهیه نموده (IOC 1985,1994,2002) که در آن اطلاعات با ارزشی درباره محاسن، معایب، روش کار و محدودیت‌های تمام انواع دستگاه‌های کشندسنج و همچنین توصیه‌هایی پیرامون روش‌های اداره کردن، کنترل و شرایط محیطی محل نصب آنها آورده شده‌است. فن آوری راداری و صوتی در دستگاه‌های کشندسنج، نسبتا جدید بوده و ارزیابی کیفیت اندازه‌گیری آنها و حصول اطمینان از رسیدن به دقت یک سانتی متر در یک اندازه گیری سطح تراز آب دریا در طول زمان طولانی که از جمله اهداف سامانه جهانی مشاهده سطح تراز دریاست بررسی ومطالعات زیادتری می طلبد(IOC 1997,p.26) . برای ارزیابی دقت دستگاه کشندسنج لازم است آزمایش‌هایی به‌صورت میدانی یا آزمایشگاهی انجام گیرد که طی آن دستگاه مورد آزمایش با دستگاهی که دارای استاندارد کیفی بالاتر بوده، و یا یک دستگاه مرجع مقایسه گردد. لازمه آزمایش در آزمایشگاه اینست که دستگاه کشندسنج را بتوان از محل نصب دائم خود به آزمایشگاه منتقل نمود. قبل و بعد از نصب مجدد دستگاه در محل دائم خود لازم است کنترل‌های زیادی برای حصول اطمینان از یکی بودن سطح مرجع مورد استفاده در اندازه گیری سطح تراز دریا صورت پذیرد. اضافه بر این اثر شرایط محیطی محل نصب دستگاه بر اندازه گیری آن ممکن است با اثر شرایط محیطی آزمایشگاه بر اندازه گیری تفاوت داشته باشد، لذا بهتر است دستگاه در محل آزمایش گردد. برای انجام آزمایش به دستگاهی استاندارد یا مرجع که دارای دقتی به مراتب بالاتر از دقت اندازه گیری دستگاه مورد آزمایش باشد احتیاج است تا به‌صورت همزمان سطح تراز دریا را اندازه گیری نماید.

روش‌های معمول[10] که جهت تجزیه و تحلیل چنان داده‌های در جا اعمال می گردند عبارتند از:

أ) وارسی سری زمانی اختلافات محاسبه شده بین اندازه گیری‌های دستگاه مورد آزمایش و کشندگار مرجع

ب) محاسبه RMS[11] سری زمانی اختلاف‌ها

ج) ترسیم داده‌های دو دستگاه کشندسنج در صفحه مختصات و محاسبه شیب خط رگرسیون بین دو سری داده. این شیب، نقاط قابل تشخیص دستگاه‌های کشندسنج را در دامنه کشندی بیان می کند.

د) بازرسی طیف توانی باقی‌مانده‌های غیر کشندی بعد از حذف نوسانات کشندی توسط آنالیز هارمونیک

ه) مقایسه مولفه‌های کشندی که از آنالیزهای هارمونیک به‌دست می آیند.

برای برآورد حد بالایی نوفه‌های[12] موجود در داده‌های سطح تراز دریا و دقت آنها می‌توان RMS اختلافات موجود بین دو دستگاه کشندسنج را محاسبه کرد. ارزیابی صحت، کاری دشوار و پر زحمت است. به تفاوت بین دقت و صحت توجه داشته باشید. دقت بیان می کند که داده‌ها چه میزان به همدیگر نزدیک هستند در حالی که صحت بیان می کند داده‌ها چه میزان به مقدار واقعی نزدیک هستند. RMS به‌تنهایی برای ارزیابی صحت داده‌ها نارساست زیرا ممکن است خطاهای مهم سیستماتیک را که در داده‌ها وجود دارد پنهان سازد. برای ارزیابی بهتر خطاهای موجود در اندازه گیری‌های کشندسنج به‌خصوص خطاهای سیستماتیک IOC روشی که توسط چارلز واندکاستیل در دهه ۱۹۶۰ ابداع شد توصیه می‌شود. با وجود اینکه این روش برای تمام فن آوری‌های اندازه گیری سطح تراز دریا قابل استفاده است ولی استفاده از آن تا کنون به کشندسنج‌های مکانیکی محدود شده‌است. این مطالعه بررسی می کند که آیا این آزمایش برای کشندسنج‌های با فن آوری جدید می تواند مفید باشد یا نه و با انجام این آزمایش برای داده‌های کشندسنج‌های راداری، فشاری یا صوتی چه نتایجی می‌توان گرفت ؟

برای جواب دادن به این سوالات چندین مجموعه داده از مکان‌های مختلف در اسپانیا، انگلیس،فرانسه و جزیره کرگوئلن واقع در جنوب اقیانوس هند انتخاب شد. در هنگام انتخاب داده‌ها دوهدف را دنبال می کردیم، از یک‌سو داده‌ها شامل شایع‌ترین خطاهایی که در دستگاه‌های کشندسنج وجود دارند باشند و از سوی دیگر داده‌ها از دستگاه‌های کشندسنج مختلف، روش نصب گوناگون و شرایط محیطی مختلف گرفته شوند تا توانایی این آزمایش در آشکارسازی خطاهای موجود را صرف‌نظر از شرایط گوناگون نشان دهد.

۲. داده‌ها و روند آزمایش

✓آزمایش واندکاستیل

شرح جزئیات این آزمایش را می‌توانید در IOC (1985) بیابید. به‌صورت خلاصه این آزمایش ارتفاع سطح تراز دریا به‌صورت همزمان توسط دو دستگاه کشندسنج که یکی مورد آزمایش و دیگری دستگاه مرجع است را در طول حداقل یک روز کامل کشندی می‌گیرد، سپس این داده‌ها در ترسیم یک نمودار دو بعدی که در آن محور y ارتفاع سطح تراز آب و محور x مقدار خطای دستگاه کشندسنج مورد آزمایش است، استفاده می‌گردد. مقدار خطا از اختلاف بین اندازه‌گیری دستگاه کشندسنج مرجع (H) و اندازه‌گیری کشندسنج مورد آزمایش(h) از سطح تراز آب دریا به‌دست می‌آید. هنگامی که دستگاه مورد آزمایش عاری از خطا باشد داریم $\Delta H = H - h = 0$ و نمودار یک خط مستقیم عمودی به مرکزیت صفر خواهد شد (خط x=۰). در عمل این نمودار، خطای موجود در داده‌ها را نشان می‌دهد و مهم‌تر اینکه شکل نمودار به‌صورت کیفی نوع خطای موجود در داده‌ها را نشان می‌دهد. نمونه‌هایی از نمودار واندکاستیل به‌همراه توضیحاتی پیرامون نوع خطا و علت احتمالی آن در مورد کشندسنج مکانیکی را می‌توان در IOC(1985, p.28) یافت.

✓داده‌ها

آزمایش واندکاستیل به شش مجموعه از داده‌های کشندسنج‌ها که از چهار مکان مختلف به‌دست آمده‌اند اعمال خواهد شد. اولین آزمایش در لیورپول انگلیس انجام گردیده و طی آن کارکرد یک دستگاه کشندسنج راداری از نوع FMCW[۱۳] با کارکرد یک دستگاه کشندسنج قدیمی فشاری حبابی [۱۴] مقایسه گردید. دومین مکان آزمایش در ویلاگارسیا د اروزا [۱۵] در اسپانیا واقع شده در این ایستگاه دو دستگاه کشندسنج راداری از نوع پالسی[۱۶] و یک دستگاه کشندسنج راداری از نوع FMCW با هم مقایسه شده‌اند. آزمایش اول توسط (Woodworth and Smith 2003) و آزمایش دوم توسط(Martin Miguez et al. 2005) انجام شده که خواننده برای جزئیات بیشتر به آنها ارجاع داده می‌شود. مکان آزمایش سوم در برست [۱۷] فرانسه قرار دارد که در آن کارکرد یک دستگاه کشندسنج صوتی [۱۸] و یک دستگاه کشندسنج راداری از نوع FMCW با هم مقایسه شده‌اند. هر دو دستگاه در یک چاه آرامش[۱۹] قرار دارند. محل آزمایش چهارم در جزیره کرگوئلن[۲۰] در جنوب اقیانوس هند قرار دارد که در آن کارکرد یک دستگاه کشندسنج راداری از نوع FMCW با کارکرد یک دستگاه کشندسنج فشاری[۲۱] مقایسه شدند. هر دو دستگاه در یک لوله استیل قرار دارند. در جدول ۱ مشخصات ایستگاه‌ها آورده شده‌است.

۳. نتایج اعمال آزمایش برداده‌های کشندسنج‌ها

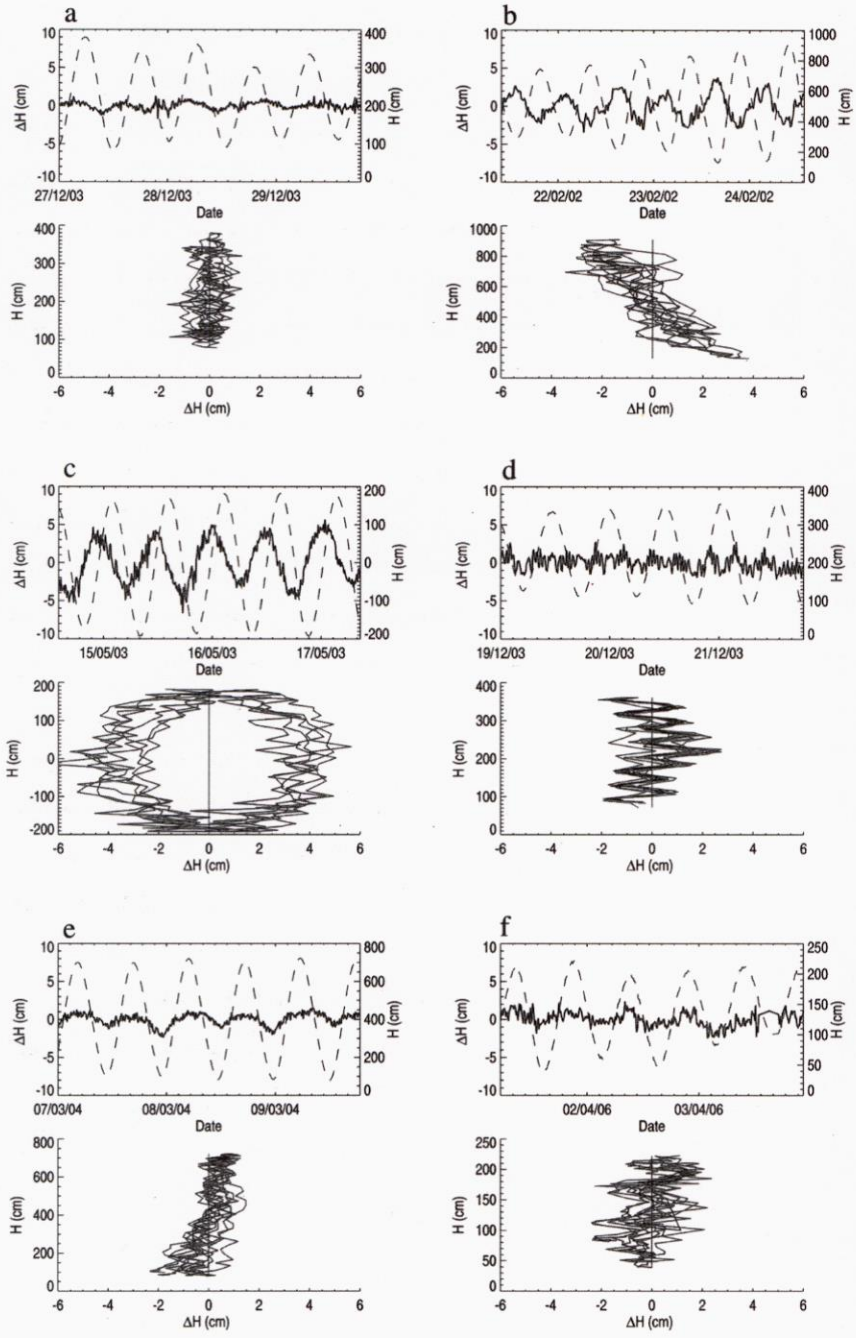
روشن است که نمودار واندکاستیل ترکیبی از چند خطا که در جدول ۱ لیست شده‌اند را نشان می‌دهد ولی ما برای فهم بهتر حالتی را انتخاب کرده‌ایم که در آن فقط یک نوع خطا غالب است. نمودار با سری زمانی چند روز کشندی کامل که در آن میانگین

جدول ۱. مشخصات آزمایش‌های انجام شده

آزمایش	مکان	نوع نصب دستگاه	نوع کشند نگارها	خطای غالب	شیب	Rms(cm)
a	Vilagarcia	open air	Pulse radar/Pulse	Instrumental	1.0012	0.48
b	Liverpool	open	FMCW radar/Bubbler	Scale	0.9937	1.59
c	Vilagarcia	open air	Pulse radar/Pulse	Time shift	0.9999	2.84
d	Vilagarcia	open air	FMCW radar/Pulse	Instrumental	1.0018	0.97
e	Brest	stilling well	FMCW	Nonlinear	1.0025	0.77
f	Kerguelen	Stainless steel	Pulse radar/Pression	Installation	1.0082	0.98

خطاها جهت حذف جابه‌جایی[۲۲] احتمالی کسر خواهد شد، ترسیم می گردد. در نهایت RMS و شیب رگرسیون خطی میل[۲۳] بین هر دو سری زمانی داده‌های تراز دریا محاسبه خواهد شد. شکل ۱a خطای سیستماتیکی را نشان نمی‌دهد. هر دو کشندسنج از ترانسدیوسر یک‌سان (ساخت یک کارخانه و از نوع راداری پالسی) استفاده کرده‌اند و به‌فاصله دو متر از یکدیگر در یک حوضچه آرامش نصب شده‌اند و لذا شرایط محیط برای هر دو یک‌سان است. داده‌ها به‌روش مشابه پردازش گردید تا اختلاف ناشی از نمونه‌برداری به حداقل کاهش یابد. این ملاحظات باعث می‌شود که بیشترین خطاها از طرف نوع سنجنده، مکان نصب و روش نمونه‌برداری به حداقل برسد و لذا می‌توان انتظار داشت که اختلاف بین دو سری اندازه‌گیری ناشی از نوفه‌های دستگاهی باشد. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود نمودار واندکاستیل نزدیک به یک خط مستقیم به مرکزیت صفر است. با فرض اینکه هر دو کشندسنج سهم یک‌سانی در خطای تصادفی که با rms بیان می‌شود داشته باشند آنگاه دقت هر دستگاه برابر با $\frac{0.48}{2} = 0.34cm$ خواهد شد.

زمانی این خطا پدیدار می‌گردد که دو دستگاه دامنه کشندی متفاوتی ثبت کنند. این خطا باعث ایجاد شیبی در نمودار واندکاستیل می‌گردد که با خطای مقیاس متناسب است. فرض کنید H ارتفاع سطح تراز آب توسط کشندسنج مرجع و h توسط کشندسنج مورد آزمایش ثبت شده باشد. با توجه به نمودار واندکاستیل H



شکل ۱a . (f): نتایج به دست آمده از آزمایش های جدول ۱، نیم نمودار بالایی سری زمانی اختلافات بین دو دستگاه مورد آزمایش(H ، محور y سمت چپ) و سری زمانی ارتفاع سطح تراز دریا (H ، محور y سمت راست) و نیمه پایینی، نمودار واندکاستیل است که ارتفاع سطح تراز دریا (H ، محور y) را نسبت به اختلافات بین دو ارتفاع ثبت شده توسط دو دستگاه را نشان می دهد.(H،محور x). فاصله زمانی نمونه‌برداری به جز مثال b که ۱۵ دقیقه است ، ۱۰ دقیقه می باشد.

شکل ۱b. مثال خوبی از یکی از شایع ترین خطاهای سیستماتیک بنام خطای مقیاس است.

تابعیست از ΔH به صورت $H = F(\Delta H) = F(H - h)$. در شکل 1b اختلافات بین اندازه گیری های یک دستگاه کشند سنج از نوع فشاری حبابی و یک دستگاه کشند سنج راداری از نوع پالسی ترسیم شده‌اند. نمودار واندکاستیل به روشنی دارای شیب خطی است لذا می توانیم H را به‌صورت تابعی از ΔH ، به‌صورت $h = F(\Delta H) = b \times \Delta H = b \times (H - h)$ بازنویسی کرد. ارتفاع سطح تراز دریا که توسط کشندسنج فشاری حبابی ثبت می گردد کاملا وابسته به برآورد مناسب از چگالی آب دریاست، لذا می توان تساوی قبل را به‌صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\frac{1}{b} = 1 - \frac{h}{H} = 1 - \frac{\rho}{\mathrm{P}}$$

این تساوی ارتباط بین شیب رگرسیون خطی b را با خطای مقیاس بیان می کند. در آزمایشی که در لیورپول انجام گردید معلوم شد که مقدار چگالی آب دریا در محاسبات واقعا بیش از مقدار واقعی معرفی شده بود. در شکل 1c مقایسه بین دو کشندسنج راداری از نوع پالسی یک‌سان با شکل 1a انجام گرفته است. در این آزمایش علت خطا جابه‌جایی [24] زمانی بین ساعت‌های دو دستگاه است. در اولین دستگاه ساعت توسط GPS کنترل می گردد، لذا خطا در ساعت دستگاه دوم وجود دارد. برای سادگی محاسبات فرض می کنیم که رژیم کشندی نیمه روزانه تنها با یک مولفه M2 با دامنه A و فازی که در دو دستگاه به اندازه $\Delta\gamma$ اختلاف دارد بیان می شود، لذا داریم: $h = A\sin(\omega t + \Delta\gamma)$ و $H = A\sin(\omega t)$ فرض کنید ارتفاع سطح تراز دریا برابر است با مقدار متوسط $H = H = 0$ در این صورت داریم:

$$\sin(\omega t) = 0$$

$$\Delta H = H - h = A\sin(\Delta\gamma)$$

لذا تاخیر فاز یا همان جابه‌جایی زمانی بین دو دستگاه با رابطه $\sin(\Delta\gamma) = \Delta H / A$ داده می‌شود. در شکل 1c برای $H = \overline{H}$ داریم $\Delta H >> 0.035m$ و $A >> 2m$ و لذا با $\Delta\gamma = 0.018rad$ توجه به رژیم کشندی نیم روزانه و دوره ۱۲ ساعت و ۲۵ دقیقه برای مولفه M2 این اختلاف برابر با ۲ دقیقه به دست می آید. جالب توجه اینکه در صورت استفاده تنها از RMS به نتیجه ی نامناسب می رسیم (۲/۸۴ سانتی متر) در صورتی که هر دو سنجنده داده های یک‌سان و البته با تاخیر را ثبت می کنند. شکل 1d مثالی خوب از خطایی است که در دیگر آنالیزهای مقایسه‌ایی به‌سادگی تشخیص داده نمی‌شود. در این مثال دو کشنده نگار راداری یکی از نوع FMCW و دیگری از نوع پالسی مقایسه شده‌اند. همچنان که در شکل 1d دیده می‌شود، نمودار، نوسان دوره‌ای و سیستماتیک را نشان می دهد که به رغم داشتن RMS خوب (I> سانتی‌متر) به‌وضوح بر کارکرد بد یکی از سنجنده‌ها دلالت دارد. با بررسی مشخص شد که این خطا به دلیل وجود اشکال در الگوریتم درون‌یابی است که توسط سخت‌افزار سنجنده FMCW استفاده می گردد. این نمودار بهترین راه برای تشخیص این نوع خطا (نقص داخلی دستگاه) است و در صورت استفاده تنها از RMS قادر به تشخیص آن نمی‌شدیم. این خطا را می‌توان با مقایسه محتوای طیفی هر دو سیگنال هم تشخیص داد ولی این مقایسه نیازمند سری زمانی طولانی و بدون فاصلهٔ (گپ) است. در صورتی که نمودار واند کاستیل تنها با سری زمانی چند روزه قادر به تشخیص خطا است. در شکل 2e کارکرد مشکوک یک دستگاه در آب پایین [25] مشهودتر است. دو دستگاه مورد آزمایش یکی از نوع راداری و دیگری صوتی است. سنجنده صوتی برای محاسبه فاصله خود تا سطح آب به‌سرعت صوت در طول مسیر حرکت نیاز دارد سرعت صوت به چگالی هوا و آن هم به دمای هوا بستگی دارد. وجود گرادیان حرارتی بین سنجنده و سطح آب می‌تواند در محاسبه فاصله سنجنده تا آب ایجاد خطا نماید و این خطا با افزایش فاصله بیشتر می گردد و لذا انتظار می‌رود که بیشترین اختلاف بین دو ارتفاع ثبت شده توسط دو دستگاه خود را در آب پایین نمایش دهد. این نتیجه به‌خصوص در منطقه مورد آزمایش برست [26] که دارای دامنه کشنده بزرگ است آشکارتر است. در شکل 1f از آزمایش واند کاستیل برای ارزیابی تجهیزات جدید نصب شده استفاده گردیده‌است. این تجهیزات در کرگوئلن واقع در جنوب اقیانوس هند به‌عنوان بخشی از سامانه هشدار سریع سونامی اقیانوس هند نصب شده‌است. این تجهیزات شامل یک کشندسنج فشاری و یک کشندسنج راداری است که هر دو ارتفاع سطح تراز دریا را با فاصله زمانی [27] ۲ دقیقه‌ای از داخل یک چاه آرامش ثبت می کنند از آنجایی که هر دو دستگاه از نظر زمانی هماهنگ شده‌اند انتظار جابه‌جایی زمانی نداریم. به‌رغم وجود RMS کوچک نمودار

واندکاستیل از وجود خطای سیستماتیک در یکی از سنجنده‌ها خبر می‌دهد. این مشکل می‌تواند به‌خاطر اثر چاه آرامش بر روی میکروموج‌های کشند نگار راداری[۲۸] باشد. به‌عبارتی مشکل به‌خاطر نصب نامناسب است. سنجنده‌های راداری از امواج مکیرونی (میکروموج) استفاده می‌کنند که برخلاف امواج صوتی بسیار کم تحت تاثیر شرایط هوا قرار می‌گیرند. این امواج نسبت به ایجاد واکنش با مواد خاص حساس بوده و نصب این نوع سنجنده‌ها در داخل لوله می‌تواند باعث بروز مشکلاتی گردد که در نمودار واندکاستیل مشهود است.

۴. بحث

آزمایش واندکاستیل روشی مؤثر برای آشکارسازی خطاهایی است که در اندازه‌گیری‌های دستگاه‌های کشندسنج می‌تواند وجود داشته باشد. این روش چندین مزیت دارد که اولین مزیت آن انجام آزمایش در محل نصب دستگاه است که مشکلات انتقال آن به آزمایشگاه و نصب مجدد دستگاه را ندارد و همچنین انجام آزمایش در آزمایشگاه تاثیر احتمالی محیط کار را بر کارکرد دستگاه در نظر نمی‌گیرد. دومین مزیت آن اینست که به داده‌های تنها چند روز کشندی جهت کشف بیشترین خطاهای دستگاه نیاز است. علاوه بر آن پردازش پیچیده‌ای جهت ترسیم نمودار واندکاستیل لازم نیست، تنها ترسیم داده‌ها به‌صورت درست لازمه کار است. شکل نمودار اشکالات مختلف دستگاه را نمایش می‌دهد و با بررسی‌های بیشتر می‌توان انواع خطا در دستگاه را به‌خوبی متمایز نمود. در نگهداری و تعمیر شبکه‌های کشندسنجی اینها مزیت‌های خوبی هستند. عوامل اجرایی به آموزش‌های بلندمدت و تخصصی جهت اعمال این روش نیازی ندارند و به‌صورت خلاصه می‌توان گفت که نگهداری آسان‌تر شده‌است. از این آزمایش می‌توان هنگام به‌روز کردن شبکه‌های کشندسنجی و نصب تجهیزات جدید بهره برد. بر مبنای برنامه GLOSS سامانه‌های جدید باید به مدت حداقل یک‌سال در کنار تجهیزات قدیمی کار کنند تا اطمینان از پیوستگی سری زمانی داده‌ها و سطح مبنا حاصل گردد. روشن است که هر مقدار زمان مقایسه طولانی‌تر باشد اطمینان بیشتری می‌توان به تجهیزات جدید داشت. تشخیص بعضی از کارکردهای دستگاه‌های کشندسنج نیازمند سری زمانی طولانی مدت است (به‌عنوان مثال، دریفت بعضی از دستگاه‌های خاص) در هر صورت شرایط وضعیت‌های زیادی وجود دارد که آزمایش طولانی یک‌ساله که در آن هر دو دستگاه با همدیگر کار و داده جمع‌آوری کنند، امکان‌پذیر نیست. تحت این شرایط آزمایش واند کاستیل کم هزینه‌ترین راه تشخیص مشکلات در دستگاه‌ها است. همچنان که نشان دادیم این آزمایش به‌رغم سادگی می‌تواند مقدار دقیق خطای مقیاس و خطای جابه‌جایی زمانی را تعیین کند. در پایان اگرچه در این آزمایش خود را به فن‌آوری کشندسنج‌ها محدود کردیم ولی چه بسا بتوان از این آزمایش در سایر فن‌آوری‌ها و میدان‌های کاری استفاده نمود.

۵. نتیجه‌گیری

اگر چه آزمایش واند کاستیل به عصر کشندسنج‌های مکانیکی محدود شده بود ولی این مطالعه نشان داد که این آزمایش را می‌توان برای ارزیابی کشندسنج‌های جدید اعم از اکوستیک، فشاری و راداری به‌کار برد. نتایج این مطالعه نشان داد که کشندسنج‌های راداری می‌تواند به خطاهای سیستماتیک آلوده شوند که بسته به نوع کاربرد داده‌ها نمی‌توان از آن چشم‌پوشی کرد. رسیدن به دقت یک سانتی‌متر در یک اندازه‌گیری سطح تراز دریا توسط کشندسنج را نمی‌توان تنها با تکیه بر rms اختلافات کشندسنج مورد آزمایش و دستگاه مرجع ارزیابی نمود. آزمایش واند کاستیل ابزار ساده ولی مفید جهت نمایش خطاهایی است که در اندازه‌گیری سطح دریا توسط کشندسنج وجود دارد. بنابراین راهی است برای بررسی دقت یا عدم دقت دستگاه با تشخیص خطاهای سیستماتیک که (پس از تشخیص) می‌تواند تصحیح گردد. در هر صورت پس از آنکه نقصی در اندازه‌گیری دستگاه کشندسنج تشخیص داده شد مطالعات و کارهای زیادتری باید برای تشخیص علت آن صورت پذیرد و روشن است که این امر نیازمند تفسیر خوب از نوع اندازه‌گیری و فن به‌کار رفته در دستگاه و در حالت خاص کشندسنج‌های راداری است.

۶. پانوشت‌ها

1.Van de Casteele
2.Tide Gauge
3.Global Sea Level Observing System (GLOSS)
4.Hydrographer
5.Calibration
6.Storm Surge
7.Mechanical float tide gauge
8.Radar microwave
9.Intergovernmental Oceanographic Commission
10.Classical methods
11.Root-Mean-Square
12.Noise
13.Frequency Modulated Continuous Wave
14.Bubbler gauge
15.Vilagarcia de Arousa
16.Pulse radar
17.Brest
18.Acoustic gauge
19.Stilling well
20.Kerguelen
21.Pressure gauge
22.Offset
23.Trend
24.Shift
25.Low tide
26.Brest
27.Sampling rate
28.Radar microwave

۷. منبع

JOURNAL OF ATMOSPHERIC AND OCEANIC TECHNOLOG - جلد ۲۵ أکتبر سال ۲۰۰۷

متقاضی محترم: لطفا برای اشتراک نشریه علمی و فنی نقشه‌برداری در تهران و شهرستانها مبلغ موردنظر را به حساب شماره ۲۱۷۱۰۳۹۰۰۲۰۰۰ نزد بانک ملی ایران، شعبه سازمان نقشه‌برداری کشور، کد ۷۰۷ (قابل پرداخت در کلیه شعب بانک ملی) واریز نموده و اصل رسید بانکی را به همراه درخواست تکمیل شده به نشانی زیر ارسال نمایید:

تهران، میدان آزادی، خیابان معراج سازمان نقشه‌برداری کشور، صندوق پستی: ۱۶۸۴-۱۳۱۸۵
اداره امور مشترکین

تلفن دفتر نشریه: ۶۶۰۷۱۱۲۵
تلفن سازمان: ۹-۶۶۰۷۱۰۰۱
تلفن داخلی اشتراک ۴۱۸
دورنگار: ۶۶۰۷۱۰۰۰
(ضمنا حداقل مبلغ اشتراک برای ارسال ۱۲ نسخه نشریه ۱۲۰۰۰۰ ریال است.)

برگ درخواست اشتراک نشریهٔ علمی‌وفنی نقشه‌برداری

امور مشترکین نشریه نقشه‌برداری

به پیوست قبض شمارهٔ ..... به مبلغ ..... ریال بابت اشتراک نشریه علمی و فنی نقشه‌برداری ارسال می‌گردد.

لطفاً اینجانب/ شرکت..... را جزء مشترکین نشریه نقشه‌برداری محسوب و تعداد ..... نسخه از هر شماره را به آدرس زیر ارسال نمایید:

نشانی:.....

.....

کدپستی: ..... تلفن: .....

محل امضاء

تعیین موقعیت آنی با استفاده از چند ایستگاه مرجع

نویسنده:

Mark Petovello، استادیار گروه مهندسی ژئوماتیک دانشگاه کالگری - کانادا

مترجمان:

مهندس آمنه احمدی کارشناس نقشه‌برداری اداره کل نظارت و کنترل فنی، سازمان نقشه‌برداری کشور

ahmadi-a@ncc.org.ir

مهندس حشمت‌اله آژنگ کارشناس نقشه‌برداری زمینی اداره کل نظارت و کنترل فنی، سازمان نقشه‌برداری کشور

ajang@ncc.org.ir

مهندس رضا معینی کارشناس کارتوگرافی اداره کل نظارت و کنترل فنی، سازمان نقشه‌برداری کشور

moeini-r@ncc.org.ir

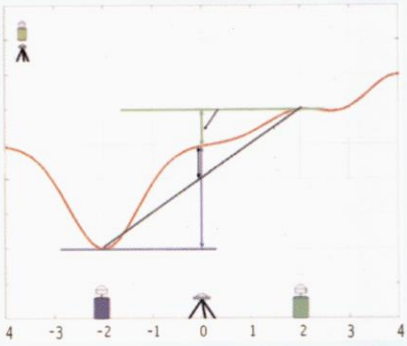
۱. مقدمه

تعیین موقعیت آنی[1] با استفاده از چند ایستگاه مرجع، صورت گسترده تعیین موقعیت آنی با استفاده از یک ایستگاه مرجع است. تعیین موقعیت آنی با استفاده از یک ایستگاه مرجع به‌صورت فعال و متحرک، خطاهای اندازه‌گیری GNSS را که به‌طور عمده خطای مربوط به مدار ماهواره، تروپوسفر و یونسفر هستند را تعیین می‌کند.

۲. اصول کار

خطاهای تروپوسفر و یونسفر دارای همبستگی مکانی هستند و در تعیین موقعیت آنی با استفاده از یک ایستگاه مرجع، مقدار این خطاها در اطراف ایستگاه مرجع ثابت در نظرگرفته می‌شود. لیکن، این فرض صحیحی نیست و لذا کیفیت برآورد این خطاها به‌صورت تابعی از فاصله تنزل پیدا می‌کند و درفاصله‌ای بیش از ده‌ها کیلومتر به حد غیر قابل قبولی از حل ابهام فاز می‌رسد. یک راه برای رسیدن به اطمینان در مورد حد قبولی خطاهای اندازه‌گیری در یک محدوده وسیع جغرافیایی، استفاده از چندین ایستگاه مرجع است که هرکدام به‌طورمستقل عمل می‌کنند. درصورتی‌که چنین مجموعه‌ای ایجاد شود کاربران، ایستگاه مرجعی که بیشترین تصحیحات را برای خطاهای اندازه‌گیری فراهم کند را انتخاب کرده و تصحیحات متناظر آنها را به‌صورتی‌که در روش استفاده از یک ایستگاه مرجع استفاده می‌شود به‌کار می‌برند. متاسفانه، تصمیم برای اینکه از کدام ایستگاه مرجع استفاده شود در بعضی از مواقع به‌خصوص وقتی استفاده‌کننده در بین دو ایستگاه مرجع با فاصله تقریباً مساوی قرار می‌گیرد، مشکل می‌شود. خطاهای اندازه‌گیری برآورد شده در هر کدام از ایستگاه‌های مرجع ممکن است متفاوت باشند امّا کاربر مجبور است به‌طور مجزا یکی از آنها را انتخاب کند.این مشکل با استفاده از چند ایستگاه مرجع درتعیین موقعیت آنی حل می‌شود و به‌جای انتخاب جواب از یک ایستگاه مرجع، از ترکیب برآورد خطاهای اندازه‌گیری در هر ایستگاه مرجع استفاده می‌شود و خطاها از یک ایستگاه مرجع به ایستگاه مرجع دیگر به‌طور منظم انتقال می‌یابد. راه حل استفاده از چند ایستگاه مرجع نه تنها به‌دلیل استفاده آسان از آن در انتقال تصحیحات بین ایستگاه‌های مرجع ، بلکه به دلیل استفاده از راه حل ترکیب شده برای نمایش بسیار نزدیکتری خطاهای اندازه‌گیری کاربر توصیه می‌گردد. لذا در این روش نسبت به استفاده از یک ایستگاه مرجع تصحیحات بهتری نسبت به خطاهای اندازه‌گیری انجام می‌گیرد.

شکل ۱ مثالی از پردازش تعیین موقعیت آنی با استفاده از چند ایستگاه مرجع را نشان می‌دهد. خط قرمز نمایش‌دهنده خطاهای متغیر به‌عنوان تابعی از موقعیت گیرنده می‌باشد. در این مثال از دو ایستگاه مرجع استفاده شده‌است.



شکل ۱. مثالی از خطای اندازه گیری یک ماهواره در عرض منطقه (خط قرمز)

این خطا در دو موقعیت که با ایستگاههای مرجع سبز و آبی نشان داده شده است، اندازه گیری می شود.

ایستگاه مرجع آبی رنگ در ۲- و ایستگاه مرجع سبز رنگ در موقعیت ۲+ قرار گرفته‌اند درحالی که کاربر در موقعیت صفر در وسط شبکه قرار دارد.

اگر یک کاربر فقط از خطاهای اندازه گیری ثبت شده در ایستگاه مرجع سبز رنگ استفاده کند، باقیمانده خطای به کار گرفته شده توسط کاربر به صورت خط سبز قائم نمایش داده می شود و اگر از خطاهای اندازه گیری ایستگاه آبی رنگ استفاده کند، باقیمانده خطای مشاهده شده با خط قائم آبی رنگ نشان داده می شود. درصورتی که هر دو ایستگاه مرجع استفاده شوند، جواب درونیابی شده ترکیبی، به‌صورت خط شیب‌دار مشکی رنگ نشان داده شده، به‌دست می آید و خطای باقیمانده متناظر به‌صورت بخشی از خط قائم مشکی رنگ در درون پیکان های مشکی رنگ نشان داده می شود.

اگرچه بعضی اوقات ممکن است جواب به‌دست آمده از یک ایستگاه مرجع بهتر از جواب به‌دست آمده از شبکه باشد، امّا درحالت عام به‌دلیل کسب اطلاعات بیشتر از ترکیب داده‌ها ازهمه ایستگاه‌های مرجع، جواب شبکه دقیق‌تر، خطاهای اندازه‌گیری بر روی منطقه را نمایش می دهد.

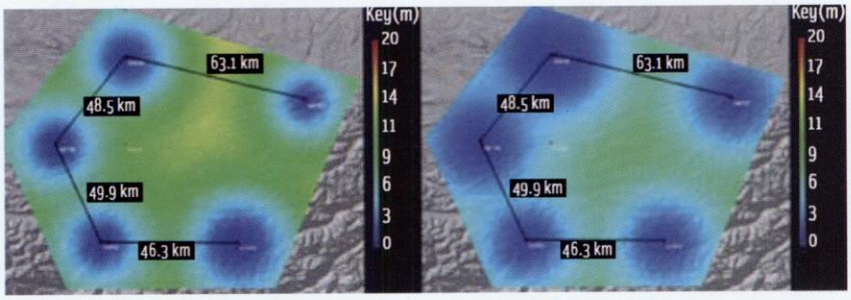
اشکال ۲ و ۳ مقایسه بین خطاهای وابسته به فرکانس (لایه یونسفر) و مستقل از فرکانس (لایه تروپوسفر و هندسه ماهواره) به‌دست آمده برای کاربر را با استفاده ازداده‌های واقعی در دو روش استفاده از یک ایستگاه مرجع و استفاده از شبکه ایستگاه‌های مرجع را نشان می دهد. در همه موارد مشاهده می شود، بهترین جواب وقتی به‌دست می آید که به ایستگاه مرجع نزدیک شویم.

در اشکال ذیل، مزیّت مدل چند ایستگاه مرجع در منطقه بین ایستگاه‌های مرجع در خارج از منطقه، یعنی مناطقی که پردازش تعیین موقعیت آنی با استفاده از یک ایستگاه مرجع قابل قبول است (درفاصله کمتر از ۱۵ کیلومتر به نزدیکترین ایستگاه مرجع) مشاهده می شود.

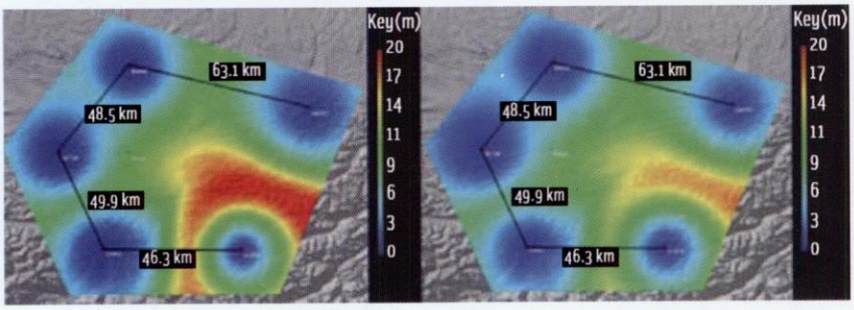
۳. شیوه اجرا

درعمل ترکیب نمودن داده‌ها با استفاده از چندین ایستگاه مرجع برای رسیدن به جواب به‌راحتی آنچه که درشکل ۱ نشان داده شده‌است، نیست. برای ایجاد مدل خطای شبکه و اعمال موثر آن در گیرنده کاربر، بایستی مراحل زیر انجام گیرد.

۱ . خطای اندازه‌گیری نسبی بین ایستگاه‌های مرجع باید به دقّت اندازه گیری



شکل ۲. باقیمانده خطای وابسته به فرکانس برآورد شده برای یک ایستگاه (مرجع چپ) و برای کاربر یک شبکه ایستگاه مرجع (راست)



شکل ۳. باقیمانده خطای وابسته به فرکانس برآورد شده برای یک ایستگاه (مرجع چپ) و برای کاربر یک شبکه ایستگاه مرجع (راست)

شود. دقیق‌ترین اندازه‌گیری‌های GNSS مشاهدات فاز هستند، لیکن برای استفاده از این مشاهدات می‌بایست ابهام‌های فاز حامل به دقّت برآورد شده و به مقادیر صحیح آنها اعمال شوند. برای استفاده از ابهام‌های فاز، لازم است شکل تفاضلی دوگانه مشاهدات به‌کار گرفته شوند. سپس برآوردهای مشاهدات تفاضلی دوگانه برای مراحل بعدی، باید از تفاضل خارج شوند. این امر پیچیدگی پردازش با استفاده از چند ایستگاه مرجع را بیشتر می‌کند.

۲. خطای اندازه‌گیری نسبی بین ایستگاه‌ها تا موقعیت کاربر درونیابی شود.

۳. این اطلاعات به فرمت قابل استفاده توسط گیرنده تبدیل شود. درحال حاضر چهارگزینه قابل قبول برای ارسال تصحیحات شبکه وجود دارند که عبارتند از:

۱.۳. تصحیحات ایستگاه مادر (اصلی)

این تصحیحات شامل خطاهای مطلق برای یک ایستگاه مرجع اصلی و خطاهای نسبی برای همه ایستگاه‌های مرجع کمکی دیگر می‌باشند. درونیابی از مرحله دو برای ایجاد این فرمت از سوی کاربر انجام می‌شود.

۲.۳. FKP [3]، پارامترهای تصحیح منطقه هستند.

این تصحیحات شامل خطاهای مطلق برای یک ایستگاه مرجع اصلی و برازش یک مدل دوبعدی (صفحه)در منطقه می‌باشند. در اینجا نیز درونیابی از مرحله دوّم توسط کاربر انجام می‌گیرد.

۳.۳. تصحیحات یک ایستگاه مرجع

تصحیحات مطلق برای یک ایستگاه در ترکیب با خطاهای پیش‌بینی شده نسبی بین ایستگاه مرجع و کاربر هستند. این فرمت برای کاربرانی که دارای گیرندهای قدیمی‌تر هستند و فرمت‌های تصحیحات شبکه را که اخیراً توسعه یافته‌اند، را پشتیبانی نمی‌کنند مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴.۳. ایستگاه مرجع مجازی (VRS) [4]

تصحیحات VRS، تصحیحات یک ایستگاه مرجع هستند که به‌صورت ریاضی به یک موقعیت جغرافیایی مجازی که به موقعیت کاربر نزدیک است ارسال می‌شود. این تصحیح باعث تغییر مکان ایستگاه مرجع می‌گردد که پس از اعمال مدل خطای شبکه، این ایستگاه، جایگزین بهتری برای اندازه‌گیری خطاهاست.

۴. از تصحیحات دریافت شده برای محاسبه موقعیت کاربر درشبکه استفاده شود.

تعیین موقعیت آنی با استفاده از چند ایستگاه مرجع به‌نحوه انجام بهتر کار کاربر بر می‌گردد که می‌تواند در وضعیت معکوس نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. لازم است توجه شود که کیفیت نحوه انجام کار به عوامل مختلفی از قبیل متغیر بودن خطاهای اندازه در منطقه و توانایی حل موفقیت آمیز ابهام فاز در شبکه بستگی دارد.

۴. نتیجه‌گیری

تعیین موقعیت آنی با استفاده از شبکه ایستگاه‌های مرجع در صورت نبودن اطلاعات یک ایستگاه، نتایج خوبی را حاصل می‌نماید، زیرا تعیین موقعیت ایستگاه از شبکه ایستگاه‌های مرجع، در صورت از بین رفتن اطلاعات از یک ایستگاه مرجع با استفاده از ایستگاه‌های دیگر که نقش کمکی دارند، قابل محاسبه است. لیکن، به‌دلیل تمایل کنونی برای ایجاد ایستگاه‌های مرجع در فواصل حتی‌الامکان دور از هم درشبکه، عدم حضور یک ایستگاه مرجع، به پیدایش مناطقی با کارایی کمتر در شبکه منجر می‌شود. حتّی در چنین شرایطی جواب به‌دست آمده از شبکه ایستگاه مرجع، بهتر از جواب به‌دست آمده با استفاده از یک ایستگاه مرجع خواهد شد.

این پیشرفت با هزینه و پیچیدگی محاسبات و ایجاد زیرساختار داده‌ها از همه نقاط مرجع شبکه، بایستی در یک موقعیت مرکزی جمع‌آوری و مورد پردازش قرارگیرد و سپس در اختیار کاربران شبکه قرار گیرند. هزینه نگهداری مرکز پردازش اطلاعات و ارتباطات اطلاعات برای هر ایستگاه مرجع ممکن است قابل ملاحظه باشد و به تعداد ایستگاه‌های مرجع و قلمرو منطقه‌ای که در آن شبکه ایجاد می‌شود، بستگی دارد.

۵. پانوشت‌ها

1. Real Time Kinematic (RTK)
2. Smooth Combined Solution
3. Flachen Korrektur Parameter
4. Virtual Reference Station

۶. منبع

مجله Inside GNSS - صفحات ۲۱-۱۶- شماره July/Aug2008

تهیه و تنظیم: دکتر علیرضا قراگوزلو

۱. سامانه های اطلاعات مکانی GIS

GIS پاسخی مناسب به نیازهای اساسی استفاده کنندگان از اطلاعات مکانی و راه‌حلی علمی و فنی در جهت رفع تنگناهای ذخیره‌سازی، سازماندهی، بازیابی، تحلیل و به اشتراک گذاری اطلاعات با مرجع مکانی است. در سامانه های اطلاعات مکانی(GIS) با ذخیره‌سازی داده‌های مکانی همراه با داده‌های توصیفی، امکان ایجاد پایگاه اطلاعات مکانی فراهم می گردد. با استفاده از این پایگاه اطلاعاتی، می توان ارتباط میان داده‌های مکانی و توصیفی را برقرار نمود و نیز امکان انتصاب اطلاعات را بر روی نقشه‌های مختلف اجرایی، پژوهشی، برنامه‌ریزی و غیره به‌وجود آورد.

در توسعه این سامانه‌ها، داده‌ها و اطلاعات نقش اساسی را ایفا می‌نمایند و موفقیت بهره‌گیری از سامانه، وابسته به‌وجود اطلاعات قابل‌اعتماد و بهنگام در سیستم است. از طرفی، دست یابی به‌اطلاعات قابل‌اعتماد معمولاً پرهزینه است و فرآیند بهنگام سازی داده‌ها را نیز باید مدنظر قرار داد. از سوی دیگر تکنولوژی های سنجش‌ازدور (Remote Sensing) برای سهولت و امکان‌پذیر ساختن این مهم، روزبه‌روز در حال گسترش است. علم و هنر سنجش‌ازدور یا دست یابی به‌اطلاعات از راه دور، امکان پردازش و تفسیر عکس‌ها و تصاویری را که از دور با هواپیما یا ماهواره از مناطق مختلف زمین تهیه می‌شود را فراهم‌ساخته و ما را قادر می‌سازد به‌اطلاعات مناسب و قابل‌اعتماد در کم‌ترین زمان و با حداقل هزینه دست یابیم و در دوره‌های زمانی از تغییرات در پدیده‌های موردنظر آگاهی یابیم و اطلاعات را به‌روز و به‌هنگام نماییم. با این وصف تعاریف مختلفی از سامانه ها یا سیستم های اطلاعات مکانی ارائه شده است که عبارت از مجموعه ای است سازمان‌یافته مرکب از سخت‌افزار و نرم‌افزار کامپیوتری، داده های مکانی و توصیفی و افراد متخصص که به‌منظور کسب، ذخیره، بهنگام‌سازی، پردازش، تحلیل و ارائهٔ کلیهٔ شکلهای اطلاعات مکانی طراحی و ایجاد شده است. به عبارت ساده تر GIS سامانه ای کامپیوتری است که قادر به جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، اداره‌نمودن ، تجزیه و تحلیل و نمایش و ارائه مناسبی از اطلاعات مکانی جدید باشد. یک سیستم اطلاعات مکانی کامپیوترمبنا که قابلیت جمع آوری، ذخیره‌سازی، تجزیه‌وتحلیل و نمایش داده‌های مکان‌مرجع را دارد و این داده‌های مکانی را به‌جدولهای مربوط به‌اطلاعات توصیفی آن‌ها متصل می نماید تا از این طریق بتواند کاربران را در مدیریت داده‌ها، حل مشکلات پیچیده و تصمیم‌گیری یاری رساند. اگرچه تعاریف فوق جامع و کامل‌اند، شاید تعریف ساده‌تر برای این سیستم عبارت‌است ازاین است که GIS انجام عملیات مکانی، در یک سامانه اطلاعاتی مکانی و امکان تحلیل مکانی و فضایی عوارض و روابط میان آن‌ها براساس مختصات جغرافیایی یا مکانی شان را فراهم می نماید و ارتباط و پیوند انواع اطلاعات، در چنین سیستمی توام با امکان پیوند میان مجموعه‌های گوناگونی از اطلاعات مکانی با اهداف مختلف تحلیلی فراهم می گردد. برای هر پدیده مکانی همواره دو مسئله زیر مدنظر است آن پدیده چیست؟ و در کجا قرار دارد؟ با توجه به این که حجم داده های مکانی خیلی زیاد است، بنابراین باید قدرت سامانه های مکانی را در آنالیز داده ها در نظر داشت.

۲. انواع داده ها در GIS

داده ها مهمترین جزء از موضوع سامانه های اطلاعات مکانی را تشکیل می دهند و آن ها معمولا به دو دسته کلی قابل تقسیم اند داده های هندسی یا مکانی(Spatial data) و داده های توصیفی یا غیر مکانی (Attributes data). داده های هندسی یا مکانی شامل داده های تصویری یا رستری، داده های برداری و مدل های ارتفاعی رقومی سطح زمین اند و داده های توصیفی نیز شامل داده های حرفی یا عددی موجود در پایگاه داده می باشند.

۳. مدل برداری

در این مدل اشیا یا موقعیت ها درجهان واقعی بوسیله نقاط یا خطوط و سطوحی که مرزهای آنها را تعیین می کنند نمایش داده می شوند. موقعیت ها در این مدل با استفاده از یک سیستم مختصات استاندارد مانند UTM، مبنای محلی یا طول و عرض جغرافیایی ذخیره می گردند. برای این مدل ها مزایا و معایبی قائل اند که مهمترین آن ها عبارتند از اینکه ساختارداده مدل برداری ازرستری به مراتب پیچیده تراست اما حجم کمتری دارد و در مقابل داده‌های رستری به صورت جدا هستند و پردازش بهتر وراحت تری دارند. در مدل برداری اجرای عملیات هم پوشانی(OVERLAY) مشکل می باشد و نمایش وارائه تغییر پذیری و اعمال تغییرات مکانی به طورموثری صورت نمی گیرد.

۴. مدل رستری

از سوی دیگر از آنجا که مدل داده رستری در فرم ساده آن شامل یک شبکه منظم از سلول های همگون مربعی می باشد که این سلول ها هم اندازه و تقسیم ناپذیرند مقدار تخصیص داده شده به هر سلول نمایانگر نوع و چگونگی اطلاعات توصیفی آن است و هر چه ابعاد پیکسل ها کمتر باشد ضریب تفکیک (Resolution) آن بالاتر است. موقعیت در این مدل بوسیله شماره سطر و ستون سلول ها بیان می گردد. مدل رستری هم مزایا و معایبی را در سامانه های GIS به همراه دارد از جمله آنکه مدل رستری ساختارساده تری دارد و عملیات همپوشانی یا رویهم گذاری نقشه ها که از جمله تحلیل های با اهمیت در سامانه های مکانی است با این مدل ها راحت تر است. تغییرپذیری های مکانی بصورت موثرتری درفرمت رستری انجام می شود و برای کار با تصاویررقومی وبهبود آنها مناسب تراست. اما مدل های رستری معایبی هم دارند که از آن جمله ساختار مدل رستری دارای فشردگی کمتری است و نمایش ارتباط های توپولوژیک در آن ها مشکل است گرافیک های خروجی ازلحاظ شکل ظاهری دقت وزیبایی مدل برداری رانداردند مثلا درمرزها به صورت تضاریس ظاهرمی شوند. با بهره گیری از روش های فشرده سازی داده است که می توان با استفاده از آن ها کاهش چشمگیری در اندازه فایل رستری ایجاد کرد.

Blu-ray چیست؟

مترجم: مهندس محمد سرپولکی

منبع: دانشنامه ویکی‌پدیا

نیازهای روز افزون جوامع به اطلاعات مکانی خصوصا تصاویر با وضوح بالا نیاز به تجهیزات و امکانات ذخیره نمودن حجم عظیم اطلاعات را افزایش داده‌است. در سال‌های گذشته در کنار تجهیزات خاصی که صرفا برای ذخیره اطلاعات طراحی و ساخته شده‌اند انواع لوح‌های فشرده از قبیل CD و DVD تا حد زیادی توانسته‌اند این نیازها را برآورده نمایند. Blu-ray یا لوح‌های فشرده Blu-ray یا BD نام نسل جدیدی از لوح‌های فشرده است که توسط اتحادیه‌ای از سازندگان معروف تجهیزات رایانه‌ای و صوتی از قبیل شرکت‌های Apple، Dell، HP، JVC، LG، Mitsubishi، Sony، Shrp، Pioneer و ... ابداع شده‌است. این لوح‌های فشرده به‌منظور ضبط و اجرای فیلم‌های با کیفیت بالا (High Definition)HD و همچنین ذخیره اطلاعات در حجم زیاد طراحی و ساخته شده‌اند. این لوح‌ها دارای حجم ۲۵ گیگابایت به‌صورت یک لایه و ۵۰ گیگابایت به‌صورت دو لایه می‌باشند.

محدودیت در حداقل اندازه نقاطی که اطلاعات بر روی آنها ثبت می‌گردند به‌دلیل انکسار نور به طول موج لیزر و عدد دیافراگم عدسی مورد استفاده بستگی دارد. با افزایش عدد دیافراگم از ۰/۶ به ۰/۸۵، نازک‌تر نمودن لایه پوششی لوح‌های فشرده و کاهش طول موج لیزر امکان تمرکز اشعه لیزر بر روی یک نقطه کوچکتر فراهم گردیده و می‌توان حجم بیشتری از اطلاعات را در یک فضای ثابت ذخیره نمود. لوح‌های DVD از لیزر قرمز با طول موج ۶۵۰ نانومتر و لوح‌های فشرده CD از لیزر قرمز با طول موج ۷۸۰ نانومتر برای خواندن و نوشتن اطلاعات استفاده می‌نمایند. لوح‌های فشرده Blu-ray از لیزر آبی- بنفش با طول موج ۴۰۵ نانومتر استفاده می‌نمایند و نام خود را نیز از رنگ نور لیزر گرفته‌اند. بهره‌گیری از لیزر آبی- بنفش با طول موج کوتاهتر امکان تمرکز دقیق‌تر در مرحله نوشتن و خواندن بر روی نقاطی به اندازه ۵۸۰نانومتر را فراهم آورده و در نتیجه امکان ذخیره حجم بیشتری از اطلاعات بر روی یک لوح با اندازه مشابه وجود دارد. به دلیل نازک‌تر شدن ضخامت لایه پوششی لوح‌های فشرده آسیب‌پذیری آنها نسبت به خراش افزایش پیدا نموده و لوح‌های فشرده اولیه در قاب‌های مخصوص عرضه می‌گردیدند. شرکت TDK اولین شرکتی بود که از یک پوشش مخصوص ضد خراش به نام Durabis برای این لوح‌های فشرده استفاده نموده‌است. شرکت‌های سونی و ورباتیم نیز از روش‌های خاص خود برای مقاوم نمودن سطح لوح‌ها و حفاظت در برابر خراش استفاده می‌نمایند.

فرمت Blu-ray درحال حاضر توسط ۲۰۰ شرکت تولیدکننده تجهیزات صوتی-تصویری، بازی‌های رایانه‌ای، شرکت‌های تولید موسیقی و رایانه‌های شخصی حمایت می‌گردد. شرکت‌های فیلم‌سازی نیز اخیرا اعلام نموده‌اند که تولید فیلم‌های با کیفیت بالا (HD) بر روی لوح‌های فشرده Blu-ray را نیز آغاز نموده‌اند.

سرعت انتقال اطلاعات و زمان نوشتن اطلاعات در لوح‌های Blu-ray به‌شرح جدول ۱ می‌باشد.

فیلم‌های با وضوح بالا (HD) که بر روی لوح‌های فشرده Blu-ray ذخیره می‌گردند دارای وضوح تا ۱۹۲۰x۱۰۸۰ پیکسل و ۲۴ فریم در ثانیه می‌باشند. اگرچه مشخصات لوح‌های فشرده Blu-ray نهایی گردیده‌است

جدول ۱. سرعت انتقال اطلاعات و زمان نوشتن اطلاعات در لوح‌های Blu-ray

سرعت	انتقال داده	زمان نوشتن اطلاعات
1X	MBps (4.5 Mbps36)	۹۰ دقیقه
2X	72 Mbps (9 MBps)	۴۵ دقیقه
4X	144 Mbps (18 MBps)	۲۳ دقیقه
6X	(27 MBps)[11]216 Mbit/s	۱۵ دقیقه
8X	288 Mbps (36 MBps)	۱۲ دقیقه
12X	432 Mbps (54 MBps)	۳ دقیقه

اما متخصصان همچنان برای توسعه این فن‌آوری تلاش می‌نمایند. تاکنون یک نمونه لوح فشرده با چهار لایه و امکان ذخیره ۱۰۰ گیگابایت اطلاعات توسط شرکت TDK ارائه گردیده‌است. اواخر سال ۲۰۰۸ نیز شرکت پایونیر لوح فشرده‌ای با شانزده لایه که دارای ظرفیت ذخیره ۴۰۰ گیگابایت می‌باشد را ارائه نموده که تنها با به‌هنگام نمودن نرم‌افزار می‌تواند در درایوهای معمولی Blu-ray مورد استفاده قرار گیرد.

نخستین ماهواره مجهز به رادار در هند پرتاب شد.

مترجم: مهندس محمود بخان‌ور

منبع:

20 April 2009-www.spacedaily.com

مقامات علوم فضایی هند اعلام کردند "اولین ماهواره تصویربرداری رادار (RISAT) به فضا پرتاب شد."

آژانس فضایی هند، به‌منظور ارتقاء و تقویت قابلیت های نظارت دفاعی این کشور به پرتاب این ماهواره و همچنین یک میکروماهواره آموزشی دیگر اقدام نمود. این آژانس اعلام کرد؛ این دو ماهواره در دانشگاه آنا ساخته شده‌اند که از پایگاه فضایی شری هاری کوتا به مدار می روند. بر اساس این گزارش موشک PSLV-C12، وظیفه پرتاب ماهواره ۳۰۰ کیلوگرمی RISAT و همچنین ماهواره آموزشی ۴۰ کیلوگرمی موسوم به ANUSAT را بر عهده داشت.

RISAT به دلیل دارا بودن ویژگیهای خاص نسبت به ماهواره‌های قبلی متفاوت بوده و از یک "رادار مصنوعی دیافراگمی" یا SAR استفاده می‌کند که این رادار مجهز به تعداد زیادی آنتن برای دریافت سیگنال هاست.

این رادار می‌تواند با تجهیزات تکمیلی خود تصاویری با قدرت تفکیک مکانی بالا از زمین تهیه کند.

انتشار تصاویر زمین توسط NASA به مناسبت روز زمین پاک

منبع:

20 April 2009-www.spacedaily.com

ناسا قصد دارد روز چهارشنبه ۲۲ آوریل ۲۰۰۹ میلادی مصادف با ۲ اردیبهشت سال جاری به مناسبت روز زمین پاک؛ تصاویری از زمین با قدرت تفکیک مکانی بسیار بالا است و از ایستگاه فضایی بین‌المللی اخذ گردیده است؛ را منتشر نماید.

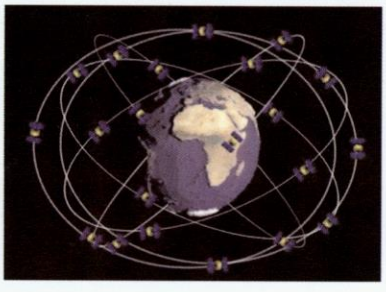
آژانس فضایی آمریکا روز دوشنبه ۲۰ آوریل سال جاری میلادی اعلام کرد؛ این تصاویر همچنین در تلویزیون و پایگاه اینترنتی ناسا در معرض دید علاقمندان و متخصصان قرار خواهد گرفت. انتشار این تصاویر قسمتی از فعالیتهای ناسا با هدف ارتقای آگاهی از اقلیم جهانی برای روز زمین است. بدین منظور نمایشگاهی در خصوص مسائل زیست محیطی زمین در واشنگتن برگزار می‌شود.

چین به‌دنبال ایجاد سامانه ناوبری جهانی رایگان تا سال ۲۰۲۰ است.

منبع:

20 April 2009-www.gpsdaily.com

یک متخصص علوم هوا فضا اعلام کرد: چین قادر خواهد بود تا ناوبری جهانی رایگان و خدمات تعیین موقعیت مکانی را تا سال ۲۰۲۰ به‌وسیله مجموعه‌ای از ماهواره‌ها تحت عنوان (Compass) ارائه دهد. Cao Chong مدیر کارگروه فناوری الکترونیکی چین به خبرگزاری چینی Xinhua گفت: Compass اواخر سال ۲۰۱۰ و اوایل سال ۲۰۱۱ میلادی تمام کشور چین و همسایگان مجاور خود را تحت پوشش قرار خواهد داد و در نظر دارد این پوشش را در قالب یک شبکه جهانی تا سال ۲۰۲۰ میلادی گسترش دهد. لازم به‌ذکر است سخنان Cao Chong با گزارش منتشر شده قبلی مطبوعات چینی که در آن مدعی شده بودند



این سامانه جهانی تا سال ۲۰۱۵ تکمیل خواهد شد، در تناقض است.

Cao افزود: " Compass قادر است اطلاعات مکانی با دقت ۱۰ متر را برای استفاده کاربران غیرنظامی(به‌طوررایگان) قرار دهد." این ماهواره دارای برد وسیعی است که مناطق دورافتاده و ساحلی و همچنین مناطقی که دیگر ماهواره‌ها نمی‌توانند پوشش دهند را دربرمی‌گیرد و خدمات مجاز به‌منظور مقاصد نظامی را ارائه می‌دهد. وی ادامه داد: قرار است به‌وسیله ۱۲ ماهواره چین، همسایگان مجاور آن تحت پوشش اولین مرحله برنامه Compass قرار گیرند." بدین منظور این کشور دومین ماهواره ناوبری Compass را به فضا پرتاب کرد و در نظر دارد تا ۲ سال آینده ۱۰ ماهواره دیگر را به فضا پرتاب نماید.

دومین مرحله اجرایی پروژه Compass زمان بیشتری برای اجرا نیاز دارد که در نهایت ایجاد سامانه ناوبری جهانی را به‌دنبال خواهد داشت. این سامانه شامل ۳۵ ماهواره خواهد بود. وی افزود: سامانه تعیین موقعیت Galileo اتحادیه اروپا هزینه‌ای بالغ بر ۳ میلیارد یورو معادل ۳/۹ میلیارد دلار به خود اختصاص داده است. این در حالی است که اجرای کامل سامانه Compass نیاز به هزینه‌ای معادل میلیاردها ین دارد. گفتنی است اولین مرحله اجرایی این سامانه به‌تنهایی هزینه‌ای بالغ بر ۱۰ میلیارد ین را دربر خواهد داشت.

لازم به‌ذکر است چین یکی از کشورهای پیشرو در توسعه سامانه ناوبری ماهواره‌ای است. این کشور تا سال ۲۰۰۷ میلادی، ۴ ماهواره ناوبری آزمایشی را در مدار قرار داد و در حال ایجاد سیستم Beidou ("Big Dipper") است که قادر است تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی ۲۰ متر را ارائه دهد. Cao گفت: "انتظار می‌رود سامانه Beidou-based Compass قابل رقابت با سامانه‌های توسعه یافته GPS آمریکا، اروپا و همچنین سامانه ناوبری جهانی روسیه باشد.

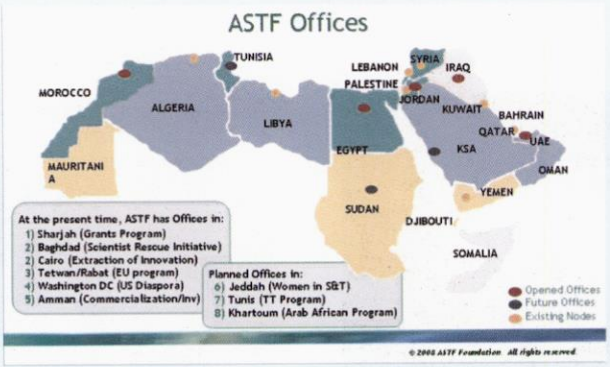
تلاش کشورهای عربی در تسخیر فضا

منبع:

16 April 2009-www.spacedaily.com

کشورهای عربی و در راس آنها امارات متحده عربی مصمم هستند در راستای توسعه و پیشرفت صنایع فضایی ملی ، پایگاه فضایی تحت عنوان Pan Arab را ایجاد نمایند. این اقدام سبب خواهد شد، کشورهای عربی ماهواره‌های خود را با هزینه کمتری به فضا ارسال نمایند. بنا بر اعلام رسمی مقامات مسئول امارات، هزینه ایجاد پایگاه مرکز فضایی مشاهـــدات زمین (Pan Arab)، ۱ میلیارد دلار خواهد بود. قرار است تابستان امسال بر اساس جدول زمانی از این پایگاه ماهواره‌های ارتباطاتی مانند Dubasat-1 به فضا پرتاب شوند. با پرتاب این ماهواره امارات متحده عربی از پیشگامان صنایع فضایی در بین کشورهای عربی به حساب خواهد آمد. امارات در نظر دارد، در دسامبر سال جاری میلادی نخبگان و متخصصان آژانس فضایی آمریکا (NASA) را به‌منظور ارتقای دانش فنی خود در صنایع هوا فضا به این کشور دعوت نماید. این کشور تاسیس آژانس فضایی عربی را برای تبادل و ارتقای دانش، اطلاعات و فناوری‌های کشورهای خاورمیانه و آفریقای شمالی ضروری می‌داند.

کشورهای تحت پوشش آژانس فضایی عربـــی (Pan Arab)در نقشه زیر نشان داده شده‌اند:



جستجو در زمین و آسمان با امکانات جدید Google

منابع:

www.cnet.com--www.wikipedia.org

May2009 -www.pcworld.com

گوگل که پس از گذشت سال‌های متمادی همچنان به‌عنوان بزرگ‌ترین

جست‌وجوگر آنلاین دنیا محسوب می‌شود، با فاصله زیاد از بزرگ ترین رقبای خود یعنی مایکروسافت و یاهو جلوتر است. خدمات google earth برای مشاهده تصاویر ماهواره ای راه اندازی شده است که نقشه‌های آن به وسیله شرکت‌های satellite imagery، aerial photography و gis 3d پشتیبانی می‌شود.

این برنامه در سه مدل زیر ارائه شده است:

- ✓ نسخه رایگان با امکانات محدود
- ✓ نسخه مجهز به امکانات اضافه با هزینه سالانه ۲۰ دلار
- ✓ نسخه حرفه‌ای برای مقاصد تجاری با هزینه سالانه ۴۰۰ دلار

این برنامه همچنین امکان دیدن نقشه جاده‌ها و خیابان‌های شهرها و روستاهای مختلف جهان را فراهم کرده و امکان جست‌وجو در هتل ها، رستوران ها و دیگر اماکن مختلف شهرها را برای کاربران فراهم می‌آورد. به‌تازگی نسخه جدیدی از نرم‌افزار google earth نیز منتشر شده است که قابلیت های جدیدی را در خود جای داده است. نمایش مکان‌های بسیار بیشتر به صورت سه‌بعدی برای شهرهایی مثل زوریخ، بوستون، اورلاندو، مونیخ، سان فرانسیسکو و ... از مهمترین این قابلیت‌ها است. همچنین نرم‌افزار google earth 3/4 به تصاویر ویدئویی خیابان‌ها که در برنامه نقشه گوگل موجود است نیز دسترسی دارد و کاربر در فضای آن تنها با کلیک روی آیکون دوربین، یک پنجره را در اختیار می‌گیرد که تصویر ویدئویی در آن پخش می‌شود.

google ocean دریایی گوگل پس از کسب موفقیت خود در ارائه خدمات google earth و افزایش محبوبیت خود بین کاربران، مدت کوتاهی قبل، با هدف تکمیل برنامه گرافیکی و سه بعدی google earth، امکان ورود به اقیانوس ها و مشاهده لایه‌های زیرین آنها را برای کاربران فراهم کرد. این برنامه که با نام google ocean شناخته می‌شود، سطح گسترده‌ای از اعماق اقیانوس‌ها و پدیده‌های اقیانوسی را تحت پوشش خود قرار داده است. کاربران هم‌اکنون با استفاده از این برنامه سه بعدی گرافیکی می توانند به زیر اقیانوس ها بروند و به مطالعه بپردازند. این برنامه شامل ۲۰ لایه اقیانوسی و همچنین دستاوردهای دقیق و گسترده علمی دانشمندان جهان در ارتباط با تحقیقات اقیانوسی است که تاکنون امکان دسترسی به آنها برای کاربران میسر نبود.

مدیران ارشد گوگل بر این باورند که با ایجاد این قابلیت جدید، یک قدم به تکمیل نرم‌افزار پوشش نقشه جهان نزدیک‌تر شده‌اند. این نرم افزار در حال حاضر سه چهارم سطح زمین را پوشش داده و کاربران علاوه بر اینکه می توانند بر نقاط مورد نظر خود تمرکز کنند، توانایی سفر به اعماق اقیانوس‌ها را نیز خواهند داشت. اقیانوس‌ها در حال حاضر ۷۰ درصد از سطح جهان را پوشش داده اند که این سطح گسترده، ۸۰ درصد از حیات گونه‌های مختلف را در خود پنهان کرده و این در حالی است که تا به حال تنها پنج درصد از این گونه‌ها شناسایی شده اند. شرکت گوگل با ارائه نرم‌افزار جدید خود قصد دارد امکان مشاهده پدیده‌های زیبایی مانند آتشفشان‌های زیر آب، حیات وحش اقیانوس‌ها، کشتی‌های غرق شده و شناسایی مناطق مناسب برای شنا و موج سواری را برای کاربران فراهم نماید. این برنامه جدید با همکاری دو شرکت گوگل و national geographic ارائه شده و همچنان در حال تکمیل است.

از دیگر خدمات گوگل google sky است که با همکاری گروهی از دانشمندان بین‌المللی، تصاویری را که تلسکوپ فضایی « چاندرا» به منظور بررسی تکامل جهان تهیه کرده به‌صورت آنلاین در اختیار کاربران قرار می دهد. google sky در حقیقت خدمات آنلاینی است که به کاربران امکان جست‌وجو در منظومه شمسی و اعماق فضا را می دهد.

راه‌اندازی google map هواشناسی توسط دو شرکت گوگل و the weather channel از دیگر اقدامات گوگل است. در این خدمات آنلاین کلید ویژه ای با نام map my قرار دارد که پس از کلیک روی آن و رفتن به گزینه the weather channel، هر کاربر به‌سادگی می‌تواند وضعیت آب‌وهوایی و دمای کنونی منطقه مورد نظر خود را بر اساس اطلاعات ماهواره ای دقیق مشاهده کند. این خدمات به کاربران امکان

می‌دهد وضعیت آب و هوای فعلی منطقه‌ای خاص را مشاهده و حتی آب های آن منطقه در روزها یا هفته های آینده را پیش بینی کنند و برای سفرهای کوچک و بزرگ خود برنامه ریزی دقیقی داشته باشند. به طور کلی باید توجه داشت که شرکـــــت گوگل؛ google map را چیزی بیشتر از نقشه راه‌ها و شهرها می داند.

street view خیابانی یکی دیگر از خدماتی است که گوگل در این خصوص راه‌اندازی کرده است. با استفاده از این برنامه، کاربران می توانند خیابان های شهر را زیر نظر بگیرند. با این خدمات که هم اکنون برای خیابان های اروپایی و آمریکایی ارائه شده، کاربران می توانند با رفتن به نقشه شهرها تصاویر هر یک از خیابان‌ها را با کیفیت بالا و به صورت سه بعدی مشاهده کنند. کیفیت بالای این تصاویر به کاربر امکان می‌دهد تا بزرگنمایی بیشتری روی تصویر انجام دهد.

پرتاب ششمین ماهواره سنجش از دور چین

منبع: May2009 -www.cri.cn

مسئول مرکز پرتاب ماهواره « تای یوان» از پرتاب ششمین ماهواره سنجش از دور چین با موشک حامل «چان جن ۲ بین» در روز چهارشنبه، ۲۲ آوریل سال جاری میلادی به فضا خبر داد.

این ماهواره هم اکنون با موفقیت در مدار قرار گرفته است.

چین با موفقیت دومین ماهواره رهیاب « به دو» را پرتاب کرد.

منبع: May2009 -www.cri.cn

چین در نخستین دقایق بامداد ۱۵ آوریل، ۲۶ فروردین سال جاری در مرکز پرتاب ماهواره شهر «شی چان» با استفاده از موشک حامل «چان جن ۳» با موفقیت دومین ماهواره رهیاب «به دو» را به مدار پیش بینی شده پرتاب کرد.

مسئول مرکز پروژه هدایت ماهواره چین گفت: ماهواره رهیاب «به دو» که از نوع ماهواره های ثابت بر مدار زمین است، دومین ماهواره از طرح سیستم‌های ماهواره‌ای رهیاب «به دو» چین محسوب می شود. پرتاب موفقیت‌آمیز این ماهواره برای توسعه سیستم ماهواره‌های رهیـــاب «به دو» اهمیت زیادی دارد.

شایان ذکر است نخستین ماهواره چینی رهیاب «به دو» در تاریخ ۱۴ آوریل سال ۲۰۰۷ از مرکز پرتاب ماهواره شهر «شی چان» با موفقیت به فضا پرتاب شده بود.

کاربران تلفن همراه با نرم‌افزار گوگل تحت عنوان (Star Droid) به کاوش فضا می‌پردازند

منبع:

10 May 2009 -www.telegraph.co.uk

روزنامه دیلی تلگراف در خبری اعلام کرد: گوگل در حال راه‌اندازی برنامه تلفن همراهی به نام Star Droid است که به افراد عادی کمک می‌کند ستاره‌ها و سیاره‌ها را شناسایی کنند. نرم‌افزار این موتور جست‌وجو از فن‌آوری GPS برای مقایسه موقعیت کاربر با نقشه‌های موجود از فضا استفاده می‌کند و نام ستاره‌ها و سیاره‌هایی را که از طریق نمایاب تلفن قابل مشاهده هستند مشخص می‌کند.

شرکت گوگل پیش از این خدمـــات Google Sky را ارائه نموده که به کاربران اینترنت امکان دریافت نقشه فضا که مشابه عملکرد خدمات google earth و دید خیابانی گوگل است، را می‌دهد.

www.ncc.org.ir

نام کتاب: نقشه‌برداری(ژئوماتیک)

تالیف و تدوین: دکتر محمد رضا عاصی

ناشر: موسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف

مروری بر کتاب

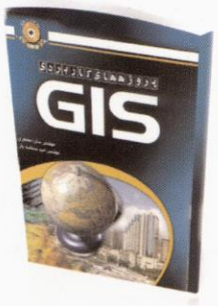
ژئوماتیک مجموعه‌ای است از تخصص‌های مرتبط، که به جمع آوری، نگهداری، پردازش، بازیابی و توزیع داده‌های مکانی، می‌پردازد.

ژئوماتیک با گستره وسیعی از دانش‌های مهندسی در ارتباط است که هرکدام از آنها می‌تواند برای ارائه تصویری از جهان فیزیکی مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به اینکه ژئوماتیک دانش بین رشته‌ای است و کاربردهای بسیاری در علوم مختلف زمین از جمله رشته‌های جغرافیا، زمین‌شناسی، محیط زیست، عمران، حمل و نقل، معدن، کشاورزی ومنابع طبیعی دارد، کتاب با هدف آموزش سیستم‌های جدید نقشه‌برداری (ژئوماتیک) تلاش می‌کند راه‌گشای علاقمندان این رشته باشد. این کتاب دارای ۱۶ فصل و واژه‌نامه در ۷۲۰ صفحه تدوین یافته است.

بعد از تاریخچه و دیباچه، در فصل اول مفاهیم و وسایل نقشه‌برداری ارائه شده است. در فصل‌های ۲،۳،۴و۵ به ترتیب فاصله‌یابی، زاویه‌یابی، امتدادیابی و ارتفاع‌یابی مطرح شده و در آنها روش‌های اندازه‌گیری فاصله، زاویه، امتداد و ارتفاع به همراه وسایل و خطاهای مربوط به آنها ذکر شده است. درفصول ۶، ۷، ۸ و ۹ برداشت، نقشه‌برداری مسیر با انواع قوس راه و پروفیل‌ها، نحوه تقسیم املاک و روش نقشه‌برداری آب‌ها بحث شده است. فصل‌های ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳ به ترتیب به نقشه‌برداری معادن، فتوگرامتری، سنجش‌ازدور و موقعیت‌یابی جهانی پرداخته شده است.

ودر فصل‌های پایانی ۱۴، ۱۵ و ۱۶ به ترتیب سیستم اطلاعات مکانی میکروژئودزی و نقشه‌برداری صنعتی بحث شده است. مطالعه این کتاب با ارزش را به دانشجویان رشته‌های نقشه‌برداری، عمران، کشاورزی، زمین‌شناسی، معدن و جغرافیا پیشنهاد میگردد.



نام کتاب: پروژه‌های کاربردی GIS

تالیف : مهندس سارا سنجری و مهندس امید سعادت یار

ناشر: عابد و مهرگان قلم

مروری بر کتاب

سامانه‌های اطلاعات مکانی (GIS) درسالیان اخیر توانسته است تحولات بسیاری در نحوه‌ی طراحی، مدیریت و به خصوص بهره‌برداری از اطلاعات مکانی به وجود آورد.

با ورود (GIS) به حیطه‌ی علوم روز دنیا، جایگزین مناسبی برای روش‌های سنتی طراحی که بسیار زمان‌بر و پرهزینه می‌باشد، به وجود آمده است. به کارگیری این فن‌آوری در شاخه‌های مختلفی از علوم می‌تواند راه‌گشای بسیاری از مشکلات و چالش‌های علوم کاربردی، مدیریتی، عمرانی و به ویژه در سامانه‌های شهری باشد. در حقیقت به علت نقش ویژه‌ی (GIS) در تحولات سریع دنیای امروز، کاربرد حرفه‌ای (GIS) در انجام پروژه‌ها و تحقیقات رشد روزافزونی یافته است.

شهرهای ما همواره در حال تحول و گسترش می‌باشد. از این رو برنامه‌ریزان

شهری به منظور به‌هنگـــــام سازی، ذخیره‌سازی، ویرایش، مدل‌سازی، مدیریت اطلاعـــات و غیره نیازمند نرم‌افـــزار یکپارچـــــه‌ای هستند که سامانه‌های اطلاعات مکانی(GIS) تا حد زیادی این نیاز را مرتفع می‌سازد. استفاده از این سیستم راه‌حل‌های سریع و کم‌هزینه‌ای را پیش روی جامعه مهندسان، برنامه‌ریزان و کلیه کاربران گذاشته است که می‌تواند در حفظ و کاربرد خردمندانه منابع موجود بسیار موثر باشد.

یک پارچه‌سازی و ایجاد یک پایگـــــاه داده‌ی قوی، به منظور تسهیل در به اشتراک گذاشتن اطلاعات، و نیز وجود داده‌های معتبر و قابل استفاده، یکی از مهم‌ترین و اصلی‌ترین عوامل در استقرار یک سیستم (GIS) شهری می‌باشد؛ برای نیل به این مقصود، شناسایی، طبقه‌بندی، نگهداری و به‌روز کردن اطلاعات، لازم و ضروری است.

کاربرد (GIS) در برنامه‌ریزی شهری طرح‌های توسعه‌ی عمرانی، سیستم حمل و نقل و مسیریابی بهینه، مدیریت شبکه ترانزیت جاده‌ای، نقشه‌ی تاسیسات و خطوط برق، مدیریت شبکـــــه آب، کنترل هوشمند ترافیک، نقشه‌ی کاربری زمین و انواع مکان‌یابی‌های اقتصادی، آموزشی، فرهنگی، اجتماعی، تفریحی و....) باعث افزایش سرعت و تسهیل مطالعات شهری می‌شود. این کتاب تلاش می‌کند تا راهنمای مناسبی برای ورود به (GIS) شهری باشد. مطالعه این کتاب به کسانی که می‌خواهند تجربه (GIS) شهری داشته باشند پیشنهاد می‌گردد.

«راهنمای تهیه و ارسال مقالات در نشریه علمی و فنی نقشه‌برداری»

۱. حداکثر تعداد صفحات مقالات، ۱۰ صفحه کاغذ A4 است که می‌باید فایل کامل آن به صورت تایپ شده به همراه نسخه رقومی آن (دیسکت یا CD) و یک نسخه کاغذی به نشانی: سازمان نقشه‌برداری کشور، تهران، میدان آزادی، بلوار معراج، صندوق پستی ۱۶۸۴-۱۳۱۸۵، دفتر نشریهٔ نقشه بـــــرداری (دورنگار: ۶۶۰۰۱۹۷۲) و یا توســـــط پست الکترونیکی(email) به نشـــــانی magazine@ncc.org.ir ارسال شود.

۲. فایل بایستی در محیط Word 2000 یا Word 2003 با فونت BNazanin نازک و اندازه ۱۳ تایپ و شکلها با فرمت tif و رزولوشن 300dpi (بدون بزرگ کردن) در فایلهای جداگانه از متن ارسال شود.

۳. مقالات می‌باید در عین علمی، فنی یا تحقیقی بودن، ساده و روان و همراه ۵ تا ۱۰ کلید واژه فارسی و انگلیسی باشد.

۴. موضوع مقالات می‌باید در مورد مهندسی نقشه‌برداری و ژئوماتیک و علوم مربوطه و ساختار آن شامل چکیده، مقدمه، هدف، پیشینه، روش و داده‌های تحقیق، بحث نظری- عملی، نتیجه‌گیری و منابع باشد.

۵. در عنوان مقالات می‌باید نام و نام خانوادگی نگارنده، میزان تحصیلات، سمت، آدرس پستی محل کار و آدرس پست الکترونیکی (e-mail) ذکر شده باشد.

۶. در ترجمه مقالات انگلیسی بایستی تصویر کامل مقاله و تصویر جلد کتاب یا نشریه‌ای که مقاله در آن به چاپ رسیده، ارسال گردد.

۷. نحوه مرجع‌نویسی در متن مقاله می‌باید به یکی از صورتهای زیر رعایت شود:

نام نویسنده، سال. مانند: (Muller، 2005) (پورکمال ۱۳۸۰)

نام سازمان (در صورت عدم وجود نام نویسنده)، سال. مانند "سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱۳۸۵"

عنوان نشریه (در صورت عدم وجود نام نویسنده)، سال، شماره. مانند "نشریه نقشه‌برداری، ۱۳۸۴، شماره ۷۰"

۸. نحوه درج منابع و ماخذ در انتهای مقاله باید به یکی از صورتهای زیر رعایت شود:

کتاب: نام خانوادگی و نام نویسنده، سال نشر، عنوان کتاب، نام ناشر، جلد، شماره چاپ، محل نشر. مانند (رفاهی فیروز، ۱۳۸۰، مبانی توپونیمی، انتشارات سازمان نقشه‌برداری کشور، چاپ اول، تهران)

ترجمه: نام خانوادگی و نام نویسنده، نام خانوادگی و نام مترجم، سال، عنوان کتاب، جلد، شماره چاپ، سال نشر، محل نشر.

مقاله: نام خانوادگی و نام نویسنده، سال، عنوان مقاله، عنوان نشریه، شماره نشریه، محل نشر، از صفحه تا صفحه.

نشریه (در صورت نداشتن نام نویسنده): عنوان مقاله، سال، عنوان نشریه، شماره نشریه، محل نشر، از صفحه تا صفحه.

پایان‌نامه کارشناسی ارشد یا دکترا: نام خانوادگی و نام نویسنده، عنوان، سال، نام خانوادگی و نام استاد راهنما، عنوان دانشگاه و گروه مربوطه.

توجه: منابع و مأخذ فهرست منابع فارسی و لاتین بایستی جداگانه و به ترتیب حروف الفبا تنظیم گردند.

۹. نوشتن معادل لاتین اسامی و اصطلاحات غیرفارسی متن در پانوشت با شماره گذاری پی در پی در انتهای مقاله آورده شوند.

۱۰. شکلها، جداول، نمودارها، تصاویر و نقشه‌ها همراه با زیرنویس دقیق آنها به ترتیبی که در متن آمده‌اند، شماره گذاری شوند.

۱۱. مقالات در صورت تأیید هیأت تحریریه به ترتیب اولویت در نوبت چاپ قرار گرفته و به منظور تامین بخشی از هزینه‌های تهیه و ارائهٔ مقاله، پس از چاپ در نشریه مبلغی به عنوان حق‌التألیف به نگارنده مقاله پرداخت می‌گردد.

GeoGathering 2009
Estes Park, CO, USA
08-09 June
For more information:
T: +1 (970) 225 8920
E: kris.nesse@geogathering.com
W: www.geogathering.com

TIEMS 16th Annual Conference
Istanbul, Turkey
09-11 June
For more information:
T: +90 (212) 285 3782
F: +90 (212) 285 3782
E: sahin@itu.edu.tr
W: www.tiems2009.org

2009 FME International User Conference
Whistler, BC, Canada
11-12 June
For more information:
E: fmeuc@safe.com
W: www.fmeuc.com

Intergraph International Users' Conference 2009
Washington, D.C., USA
15-18 June
For more information:
E: intergraph2009@intergraph.com
w: www.intergraph2009.co

GSDI-11 World Conference
Rotterdam, The Netherlands
15-19 June
For more information:
T: +1 (508) 7200325
W: gsdi.org/gsdi11

Geoinformation Forum Japan 2009
Pacifico Yokohama, Japan
17-19 June
For more information:
T: +81 (45) 221 2155
W: www.jsurvey.jp/eng-geoforum2009.htm

1st Open Source GIS UK Conference
Nottingham, United Kingdom
22-23 June
For more information:
w: www..opensourcegis.org.uk

Optech's 1st Innovative Lidar Solutions Conference
Toronto, Canada
24-26 June
For more information:
T: +1 (416) 653 4555
F: +1 (416) 593 1805
E: optech@andlogistix.com
W: www.optechilsc.com

July

9th Conference on Optical 3D Measurement Techniques
Vienna, Austria
01-03 July
For more information:
W: www.info.tuwien.ac.at/ingeo/optical3d/

6th International Symposium on Spatial Data Quality
St. John's, NF, Canada
05-08 July
For more information:
E: issdq2009@mun.ca
W: www.mun.ca/issdq2009

OEPT 2009
Orlando, FL, USA
10-13 July
For more information:
W: www.ICTconfer.org/oept

2009 ESRI Survey & Enineering GIS Summit
San Diego, CA, USA
11-14 July
For more information:
E: segsummit@esri.com
W: www.esri.com

ESRI International User Conference 2009
San Diego, CA, USA
13-17 July
For more information:
E: uc@esri.com
W: www.esri.com

AGSE 2009
Stuttgart, Germany
13-18 July
For more information:
E: AGSE2009@hft-stuttgart.de
W: www.applied-geoinformatics.org

Geobrasil 2009
Sao Paulo, Brasil
14-16 July
For more information:
E: info@geobr.com.br
W: www.geobr.com.br

GeoWeb 2009
Vancouver, BC, Canada
27-31 July
For more information:
T: +1 (604) 484 2768
E: chiebert@galdosinc.com
W: www.geowebconference.org

August

10th South East Asian Survey Conference
Bali, Indonesia
04-07 August
For more information:
E: dkirana@bakosurtanal.go.id

GeoInformatics 2009
Fairfax, USA
12-14 August
For more information:
E: info@geoinformatics2009.org
W: www.geoinformatics2009.org

IAG 2009 - Geodesy for Planet Earth
Buenos Aires, Argentina
31-04 August
For more information:
W: www..iag2009.com.ar

September

6th International Symposium on Digital Earth
Beijing, China P.R.
09-12 September
For more information:
T: +86 (10) 5888 7297
F: +86 (10) 5888 7302
E: ISDE6@ceode.ac.cn
W: www.isde6.org

October

7th FIG Regional Conference
Hanoi, Vietnam
19-22 October
For more information:
W: www.fig.net/vietnam

AfricaGIS 2009
Kampala, Uganda
26-30 October
For more information:
E: svorster@eis-africa.org
W: www.eepyblishers.co.za

March

8th International Geomatic Week
Barcelona, Spain
03-05 March
For more information:
T: +34 (902) 233 200
F: +34 (93) 233 2287
E: globalgeo@firabcn.es
W: www.globalgeobcn.com

ASPRS 2009 Annual Conference
Baltimore, MD, USA
08-13 March
For more information:
T: +1 (301) 493 0290
F: +1 (301) 493 0208
E: asprs@asprs.org
W: www.asprs.org

GEOFORM+
Moscow, Russia
10-13 March
For more information:
T: +7 (495) 995 0594
E: lnu@mvk.ru
W: www.geoexpo.ru

TUgis 2009
Baltimore (MD,USA)
16-17 March
For more information:
W: tugis.towson.edu

ATC Global 2009
Amsterdam, The Netherlands
17-19 March
For more information:
W: www.atcevents.com/atc09/homepage.asp

AAG 2009
Las Vegas, NY, USA
22-27 March
For more information:
T: +1 (202) 2341450
F: +1 (202) 234 2744
E: meeting@aag.org
w: www.aag.org

April

GEO-9
Coventry, UK
01-04 April
For more information:
E: sharon@pvpubs.demon.co.uk
W: www.pvpubs.com

GISRUK 2009
Durham, North East England
01-03 April
For more information:
T: +44 (191) 222 6353
F: +44 (191) 222 6502
E: dave.fairbairn@newcastle.ac.uk
W: www.ceg.ncl.ac.uk/gisruk2009

PhotoModeler Training
Las Vegas (USA)
06-08 April
W: www.photomodeler.com/products/training/collision/default.htm

Geo-evenement 2009
Paris, France
07-09 April
For more information:
T: +33 (1) 4523 0816
F: +33 (1) 4824 0181
E: info@ortech.fr
W: www.ortech.fr

Map Middle East 2009
Dubai, UAE
14-16 April
For more information:
T: +971 (4) 204 5350/204 351
F: +971 (4) 204 5352
E: info@mapmiddleeast.org
W: www.mapmiddleeast.org

Remote Sensing-the Synergy of High Technologies
Moscow, Russia
15-17 April
For more information:
T: +7 (495) 988-7511
F: +7 (495) 988-7533
E: conference@sovzond.ru
W: www.sovzondconference.ru

Geospatial Infrastructure Solutions Conference 2009
Tampa, FL, USA
19-22 April
For more information:
T: +1 (303) 337 0513
F: +1 (303) 337 1001
E: info@gita.org
W: www.gita.org/gis

GEO Siberia 2009
Novosibirsk, Russian Federation
21-23 April
For more information:
T: +7 (383) 210 6290
F: +7 (383) 225 9845
E: nenash@sibfair.ru
W: www.geosiberia.sibfair.ru

XCES, the Exhibiton for Construction and Engineering Surveying
York, UK
22-23 April
For more information:
T: +44 (161) 972 3110
E: xces@ices.org.uk
W: www.ices.org.uk/xces.php

14th International Scientific and Technical Conference Geoforum 2009
Lviv, Ukraine
23-25 April
For more information:
E: ssavchuk@polynet.lviv.ua
W: www.lp.edu.ua/geo-forum

CIWEM Annual Conference 2009: Water and the Global Environment
London (UK)
29-30 April
For more information:
W: www.ciwem.org/events/annual_conference

May

ESRI Business GIS Summit 2009
Denver (CO, USA)
04-06 May
For more information:
W: www.esri.com/bizsummit/

Remote Sensing Arabia
Riyadh, Saudi Arabia
08-11 May
For more information:
T: +I (608) 204 9122
F: +1 (661) 420 5127
W: www.remotesensingara-bia.com/

BE Conference 2009
Charlotte, NC, USA
11-14 May
For more information:
W: www.bentley.com

16th Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems
Saint Petersburg, Russia
25-27 May
For more information:
W: www.elektropribor.spb.ru/cnf/icins09/enfrset.html

EOGC2009
Chengdu, P.R. China
25-29 May
For more information:
E: eogc2009@gmail.com
W: www.eogc2009.com.cn

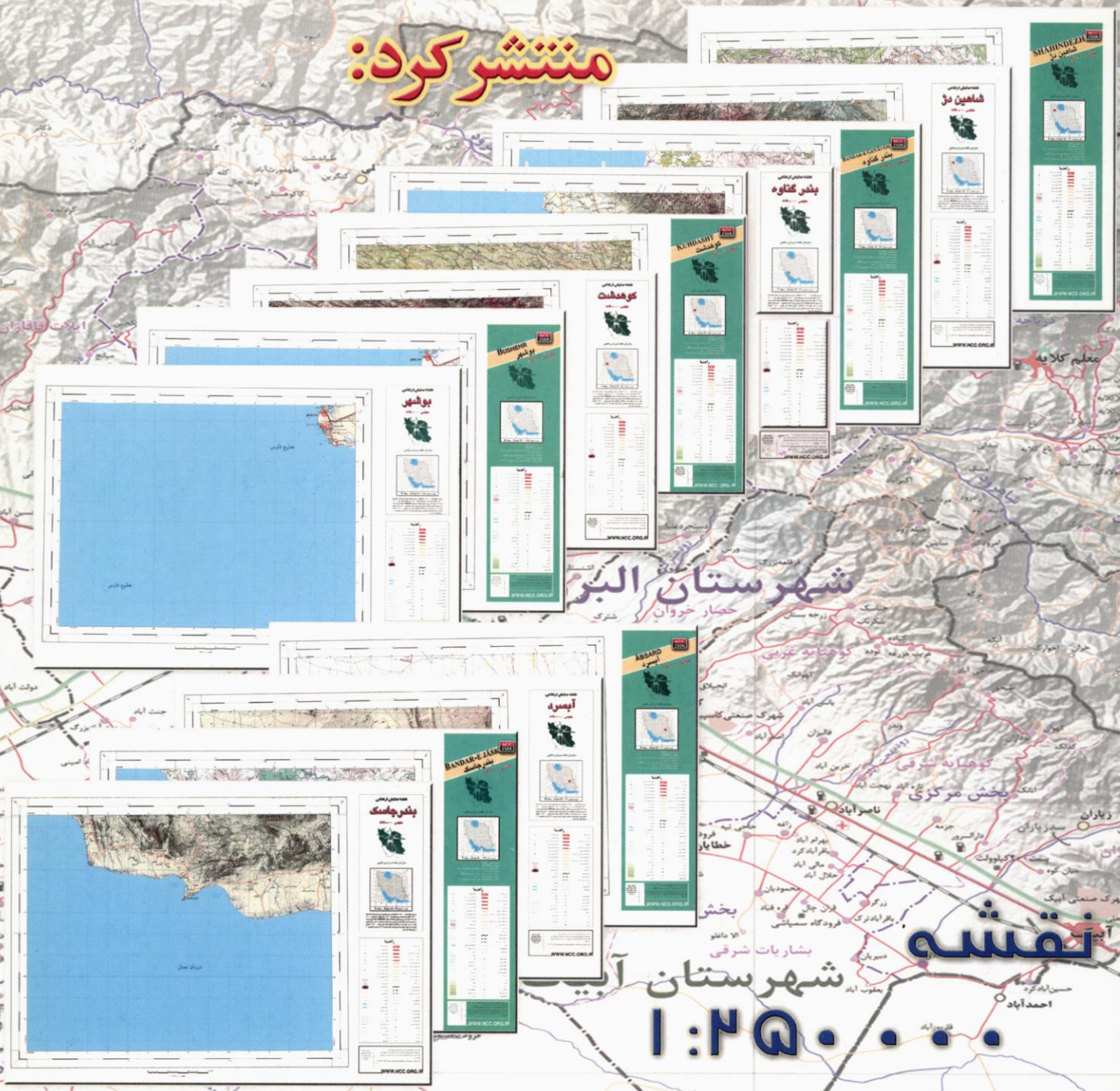
June

12th AGILE International Conference
Hanover, Germany
02-05 June
For more information:
T: +49 (511) 7623589
F: +49 (511) 762 2780
E: info@agile2009.de
W:www.ikg.uni-hannover.de/agile/

ISPRS Hannover Workshop 2009
Hannover, Germany
02-05 June
For more information:
T: +49 (511) 762 2482
F: +49 (511) 762 2483
E: boettcher@ipi.uni-hannover.de
W: www.ipi.uni-hannover.de/ipi-workshop.html

سازمان نقشه برداری کشور

منتشر کرد:



نقشه

شهرستان آبیک

۱:۲۵۰۰۰۰

جاسک

گناوه

کوه دشت

شاهین دژ

تهران: میدان آزادی خیابان معراج

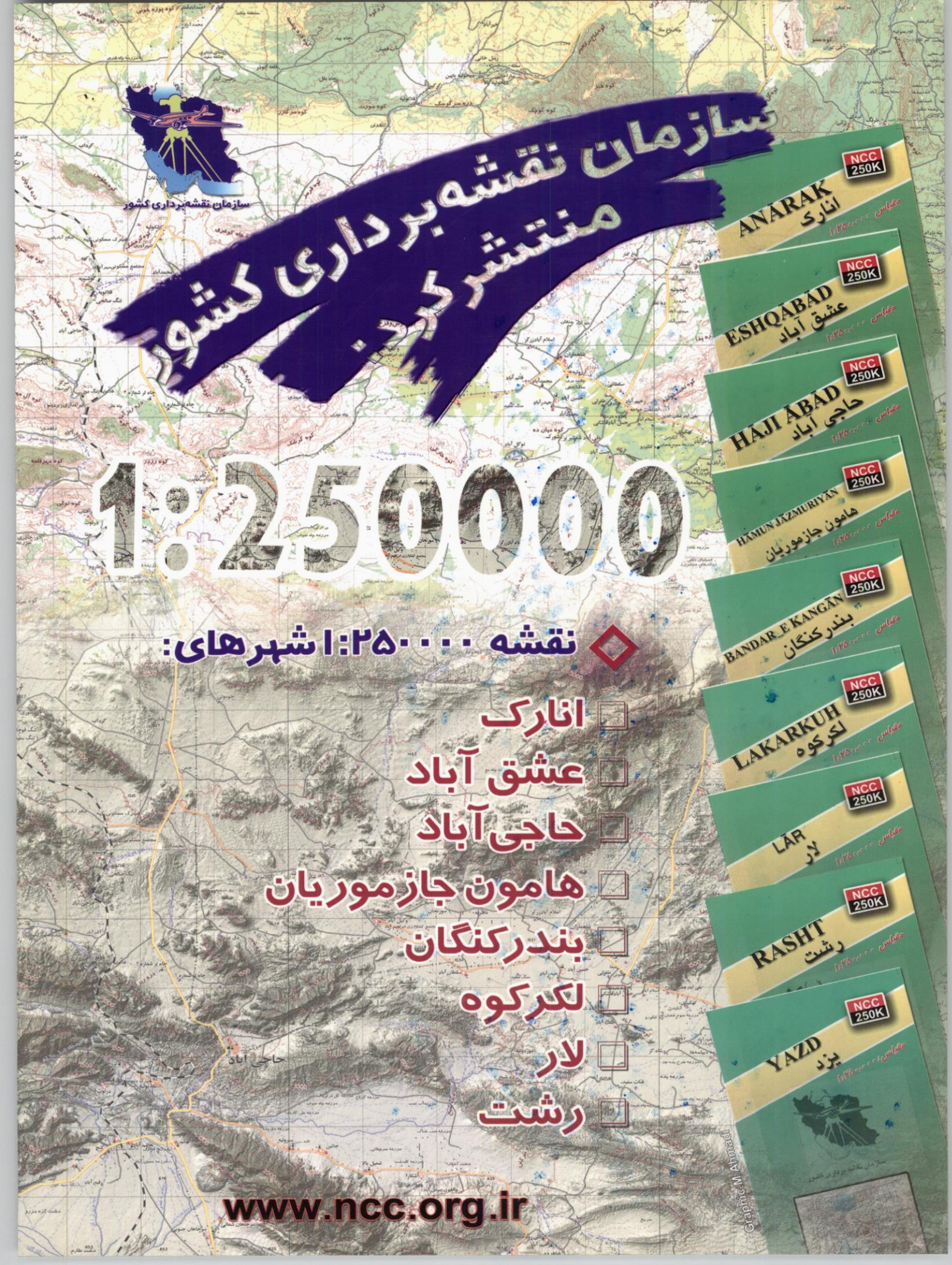
صندوق پستی: ۱۶۸۴ - ۱۳۱۸۵

تلفن: ۹ پونیل زهرا ۶۶۰۷۱۰۰۰ دورنگار ۶۶۰۷۱۰۰۰

پست الکترونیک: info@ncc.org.ir

اینترنت: www.ncc.org.ir

فروش اینترنتی: www.ncceshop.ir


سازمان نقشه‌برداری کشور
منتشر کرد
1:250000
سازمان نقشه‌برداری کشور
نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ شهرهای:
انارک
عشق آباد
حاجی آباد
هامون جازموریان
بندرکنگان
لکرکوه
لار
رشت
ANARAK انارک
ESHQABAD عشق آباد
HAJI ABAD حاجی آباد
HAMUN JAZMURIYAN هامون جازموریان
BANDAR_E KANGAN بندرکنگان
LAKARKUH لکرکوه
LAR لار
RASHT رشت
YAZD یزد
NCC 250K
مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰
www.ncc.org.ir
Graphic M.Ahmadi