



نقشه برداری

ماهنامه علمی و فنی سازمان نقشه برداری کشور

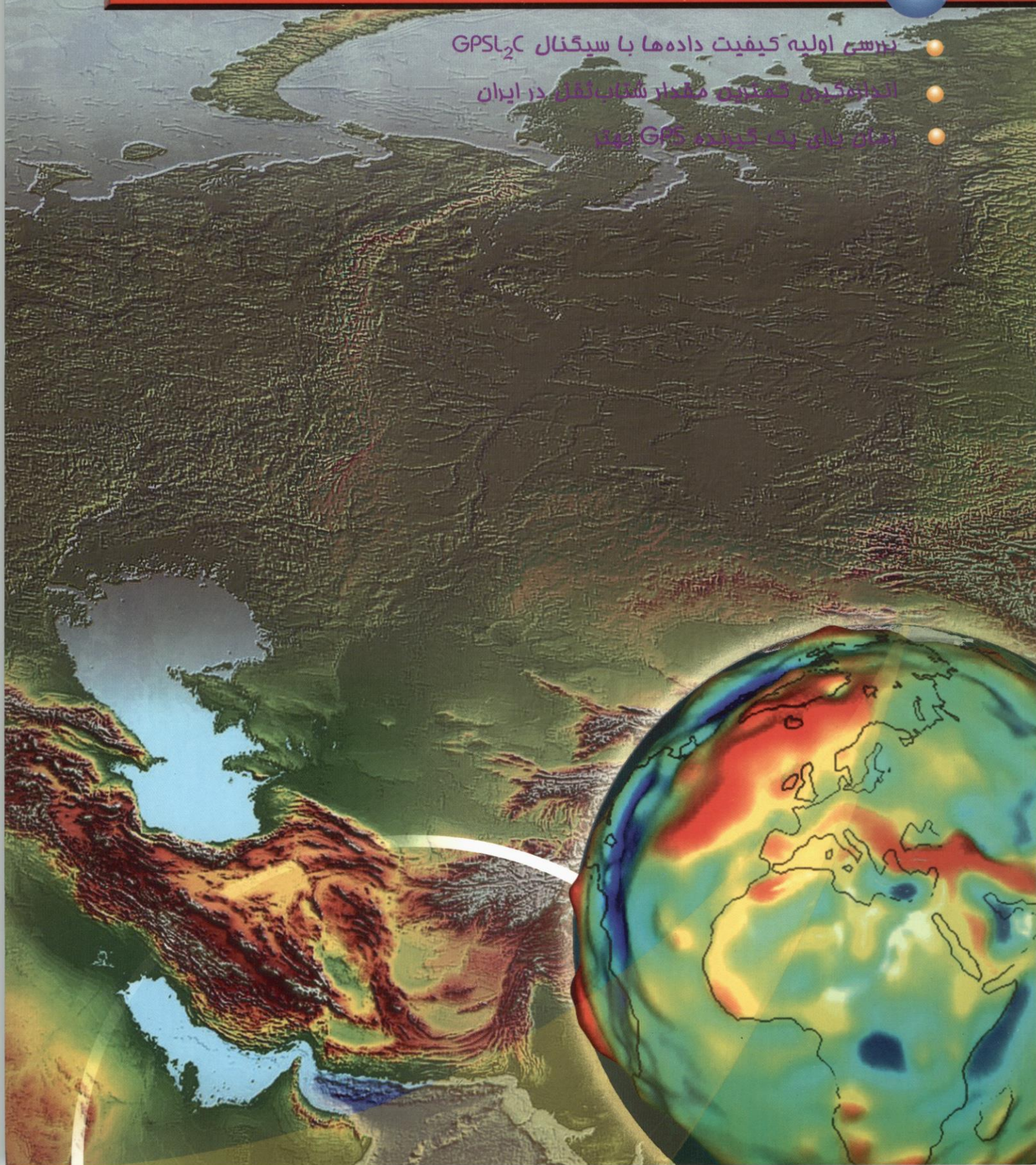
سال بیستم، شماره ۱ (پیاپی ۱۰۱) فروردین ماه ۱۳۸۸ شماره استاندارد بین‌المللی ۵۲۵۹ - ۱۰۲۹

۱۰۱

• بررسی اولیه کیفیت داده‌ها با سیگنال GPS_{L2}

• اندازه‌گیری کمترین مقدار شتاب‌انگیز در ایران

• زمان بای یک کیلومتر GPS به‌طور





سازمان نقشه برداری کشور
منتشر کرد

نقشه
1:250 000

تهران ، بوشهر ، سنندج ،
آبسرد و نصرت آباد

و
نقشه راهنمای شهر

خرم آباد 1:14 000
اراک 1:12 000

اینترنت : www.ncc.org.ir

فروش اینترنتی : www.ncceshop.ir

نقشه برداری

شماره استاندارد بین المللی: ۵۲۵۹ - ۱۰۲۹

ISSN:1029-5259

Volume 20 Number 101

April 2009

ماهنامه علمی - فنی
سال بیستم (۱۳۸۸) شماره ۱ (پیاپی ۱۰۱)

فروردین ماه ۱۳۸۸

صاحب امتیاز: سازمان نقشه برداری کشور

بسم الله الرحمن الرحيم

مدیر مسئول: دکتر یحیی جمور

سر دبیر: مهندس سید بهداد غضنفری

هیئت تحریریه:

دکتر یحیی جمور، مهندس سید بهداد غضنفری،
مهندس محمد سرپولکی، دکتر حمیدرضا نانکلی،
دکتر غلامرضا فلاحتی، دکتر سعیدصادقیان،
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:

بهنام عیوض زاده، ابراهیم عبدالهی،
سید عبدالرضا سعادت، فاطمه اصل بهار،
محمد رضا خداکرمی، محمد رضا حسینی،
بهاره شریفیات، یعقوب حاتم، حمیده چراغی،
علیرضا قراگوزلو، بابک شمعی، محمد سرپولکی،
عباس جهان مهر، مسعود احمدی

اجرا: مدیریت پژوهش و برنامه ریزی

فهرست

■ سرمقاله

۴

■ مقالات

- ۵ بررسی اولیه کیفیت داده ها با سیگنال GPS L2C
۱۳ اندازه گیری کمترین مقدار شتاب ثقل در ایران
۲۱ زمـان برای یک گیرنده GPS بهتر

■ گزارشهای فنی و خبری

پالایش و ارزیابی کیفی مدل ارتفاعی رقومی
ایران (DEM) و تولید تراکم های مختلف بر
اساس کاربرد آنها در محاسبات

۳۲

فیزیکال ژئودزی

■ مصاحبه

۳۷

قدرت اطلاعات مکانی

۴۱

■ آموزش

۴۲

■ اخبار و تازه های فناوری

۴۶

■ معرفی کتاب

۴۹

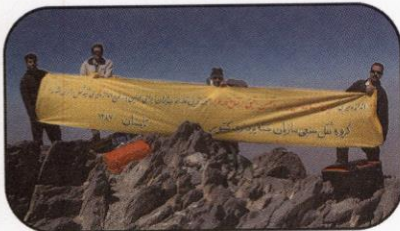
■ سمینارها و گردهمایی ها

صفحه آرای و گرافیک: عباس جهان مهر

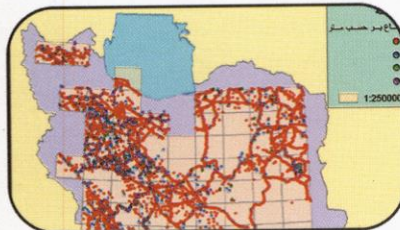
ویرایش: سپیده زندیه

تایپ رایانه ای: سکنه حلاج

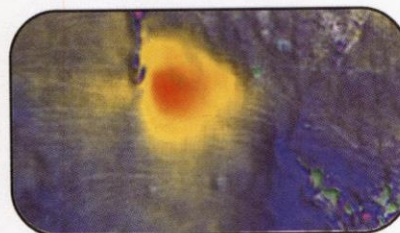
لیتوگرافی، چاپ و صحافی: سازمان نقشه برداری کشور



صفحه ۱۳



صفحه ۳۵



صفحه ۴۳

نشانی: تهران، میدان آزادی، خیابان معراج،

سازمان نقشه برداری کشور

صندوق پستی: ۱۶۸۴ - ۱۳۱۸۵

تلفن اشتراک: ۶۶۰۷۱۰۰۱-۹ (داخلی ۴۱۸)

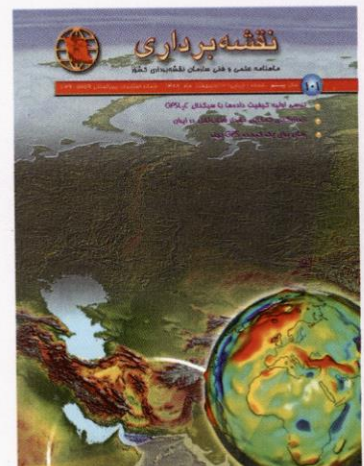
دفتر نشریه: ۶۶۰۷۱۱۲۵ دورنگار: ۶۶۰۷۱۰۰۰

پست الکترونیکی: magazine@ncc.org.ir

نشانی اینترنتی: www.ncc.org.ir

شرح روی جلد: اندازه گیری کمترین مقدار

شتاب ثقل در ایران



طراحی جلد: عباس جهان مهر

قیمت ۱۰۰۰ تومان

سازمان نقشه برداری کشور با سابقه ای طولانی در تولید نقشه و ارائه اطلاعات مکانی مورد نیاز کشور همواره توانسته است یکی از پیشگامان راه توسعه و آبادانی کشور عزیزمان باشد. از این رو خداوند بزرگ را سپاسگزاریم که این امکان را برای ما فراهم نموده است تا با ارائه داده ها و اطلاعات مکانی مورد نیاز در طراحی و اجرای پروژه های ملی، نقشی در راستای توسعه پایدار و تحقق چشم انداز بیست ساله کشور داشته باشیم.

مهمترین فعالیت های سازمان نقشه برداری کشور در سال ۱۳۸۷ به شرح زیر بوده است:

- ✓ طراحی و اجرای عملیات نقشه برداری بنیادی با انجام عملیات ترازیابی به طول ۵۷۹۵ کیلومتر؛ احداث ۲۶۶ ایستگاه شبکه چند منظوره فیزیکال ژئودزی و ژئودینامیک؛ اندازه گیری ثقل خطوط اصلی و اتصالی ایستگاه های شبکه چند منظوره فیزیکال ژئودزی و ژئودینامیک ایران؛
- ✓ راهبری و نگهداری شبکه ژئودینامیک سراسری ایران شامل ۱۱۳ ایستگاه و همچنین اندازه گیری و پردازش فعالیت های ژئودینامیک موردی به تعداد ۱۵۰ ایستگاه؛
- ✓ تبدیل ۶۲۵ برگ نقشه های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ جدید و بازنگری ۱۳۱ برگ از نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ تولید شده در سال های قبل؛ تهیه مدل ارتفاعی رقومی زمین (DEM) با استفاده از نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ با وضوح ۱۰ متر از ۳ بلوک؛
- ✓ انجام عملیات هیدروگرافی به منظور تهیه چارت های دریایی از سواحل شمالی و جنوبی کشور در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ به میزان ۲۲۵۰ کیلومتر مربع؛ تولید ۱۵ چارت رقومی جدید و ۱۰ چارت الکترونیکی (ENG) و انجام مشاهدات جزر و مدی؛
- ✓ آماده سازی، تهیه و بازبینی ۶۰۴ برگ نقشه توپوگرافی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ به صورت NTDB؛ تهیه ۵۹ برگ نقشه های توپوگرافی کوچک مقیاس؛ تشکیل جلسات شورای ملی کاربران GIS و شوراهای استانی کاربران GIS و جلسات متعدد کارگروه های تخصصی هماهنگی تقسیمات کشوری و نرم افزارهای متن باز GIS
- ✓ تهیه و چاپ ویرایش دوم جلد های عمومی و حمل و نقل اطلس ملی؛ تهیه ۲۶ عنوان نقشه موضوعی؛ ۳۴ برگ نقشه ۱:۲۵۰۰۰ به صورت دورو، چاپ افست حدود دو میلیون برگ انواع نقشه، فرم، کتاب و اطلس به صورت چهار رنگ؛
- ✓ نظارت و کنترل فنی کلیه فعالیت های سازمان نقشه برداری کشور و بیش از ۵۵۰ پروژه نقشه برداری انجام گرفته توسط مهندسان مشاور نقشه برداری؛
- فروش حدود ۱۵۰۰۰۰ قطعه عکس؛ ۲۰۰۰۰ برگ پلات از نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰؛ ۲۰۰۰۰ برگ پلات از نقشه های شهر تهران و چارت های هیدروگرافی؛
- ✓ تهیه و ارسال ۱۲۵ گزارش مطبوعاتی؛ پخش بیش از ۱۵۰۰ دقیقه برنامه تلویزیونی از سیمای جمهوری اسلامی ایران در راستای اطلاع رسانی و اعتلای فرهنگ نقشه برداری در کشور؛
- ✓ تهیه و تدوین دفترچه عناوین پژوهشی؛ انعقاد قراردادهای پژوهشی؛ تهیه و چاپ ۸ شماره نشریه علمی و فنی نقشه برداری؛ انجام ۳۰ طرح تحقیقاتی و برگزاری ۱۲ جلسه سخنرانی علمی؛
- ✓ تربیت دانشجویان در رشته های نقشه برداری و کارتوگرافی در مقاطع کاردانی و کارشناسی و همچنین برگزاری هزاران نفر ساعت آموزش برای کارکنان سازمان نقشه برداری کشور و سایر دستگاه ها و موسسات دولتی و غیردولتی.

بررسی اولیه کیفیت داده‌ها با سیگنال GPS L₂C

نویسندگان:

Marcelo C.Santos, Thatchineswaran Thirumurthi, Liliana Sukeavo, Richard B.Langley, Rodrigo F.Leandro

گروهی از محققان دانشگاه نیوبرانسویک کانادا

ترجمه و تلخیص:

مهندس بهنام عیوض زاده

کارشناس ناظر مسئول زمینی، اداره کل نظارت و کنترل فنی، سازمان نقشه‌برداری کشور

eivazzadeh@ncc.org.ir

مهندس ابراهیم عبدالمهی

رئیس اداره نظارت و کنترل زمینی و آبنگاری، اداره کل نظارت و کنترل فنی، سازمان نقشه‌برداری کشور

abdollahi@ncc.org.ir

۱. مقدمه

حذف مستقیم خطای یونسفری ناچار به استفاده از فن Semi-codeless هستند. در سال ۱۹۹۸ میلادی ال گور معاون رئیس جمهور وقت ایالات متحده آمریکا اعلام کرد که سیگنال غیرنظامی جدیدی بر روی فرکانس L₂ توسط ماهواره‌های آتی GPS ارسال خواهد شد. این سیگنال جدید با آغاز پرتاب ماهواره‌های نسل جدید شده Block IIR-M، به جمع سیگنال‌های مجاز GPS اضافه می‌شود. در حال حاضر شش ماهواره Block IIR-M در مدار قرار دارند. در این مقاله مشخصات سیگنال جدید L₂C بررسی شده و تجزیه و تحلیل بر روی سیگنال‌های دریافتی توسط گروه محققان دانشگاه نیوبرانسویک کانادا مورد مشاهده قرار می‌گیرد.

همان گونه که اطلاع دارید تعداد ۵۶ ماهواره GPS در طول سی سال گذشته با پرتاب اولین ماهواره در فوریه ۱۹۷۸ میلادی در مدار قرار گرفتند. در این مدت ده ماهواره Block I در طی سال‌های ۱۹۷۸ تا ۱۹۸۵ میلادی تحت عنوان ماهواره‌های آزمایشی و ده ماهواره Block II در طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۱ میلادی تحت عنوان ماهواره‌های عملیاتی پرتاب شدند تا امکان استفاده از GPS را فراهم آورند. در طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۷ میلادی ماهواره‌های Block II تحت اصلاحات و توسعه قرار گرفتند و به دنبال آن تعداد ۱۹ ماهواره عملیاتی Block II-A که پیشرفته‌تر بودند در مدار قرار گرفتند. بدین گونه در ۲۷ آوریل ۱۹۹۵ میلادی توانایی کامل GPS اعلام گردید.

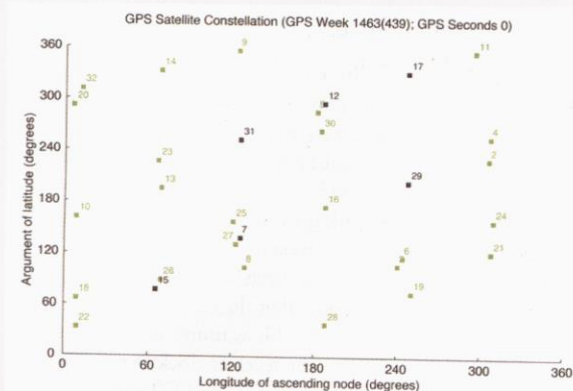
با پایان یافتن عمر مفید ماهواره‌ها تعداد ۱۲ ماهواره جایگزین Block IIR در طی سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۷ پرتاب شدند. همه این ماهواره‌های ذکر شده از انواع Block I و Block II و Block II-A و Block IIR سیگنال‌هایی را که شامل کد C/A بر روی فرکانس حامل L₁ برابر 1575.42 MHz و کد P بر روی فرکانس حامل L₂ برابر 1227.60 MHz هستند و به اصطلاح سیگنال‌های مجاز نامیده می‌شوند را ارسال می‌کنند. از ژانویه ۱۹۹۴ میلادی کد P رمز گذاری شد و به کد مخفی تبدیل شد تا غیر نظامیان مستقیماً به آن دسترسی پیدا نکنند.

از آنجایی که کد C/A فقط بر روی فرکانس حامل L₁ ارسال می‌شود، غیر نظامیان در صورت نیاز به استفاده از دو فرکانس برای

۲. ساختار سیگنال

سیگنال L₂C با فرکانس حامل L₂ برابر 1227.60 MHz توسط ماهواره‌های Block IIR-M و Block IIF همراه با کد مجاز P(Y) و کد جدید نظامی M ارسال می‌شوند. در حال حاضر سیگنال‌های L₂C توسط شش ماهواره Block IIR-M که در مدار هستند ارسال می‌شوند (جدول ۱ و شکل ۱ را ملاحظه کنید).

به طور معمول سیگنال‌های L₂C شامل دو کد فاصله‌سنجی از انواع PRN^۱ با طول‌های مختلف، CM^۲ یا کد با طول متوسط و CL^۳ یا کد طولانی است. کد CM شامل ۱۰۲۳۰ بیت صفر یا یک بوده و هر ۲۰ میلی ثانیه تکرار می‌شود، لذا سرعت ارسال ۵۱۷۵ کیلو بیت



شکل ۱. آرایش کنونی ماهواره‌های GPS (ماهواره‌های Block IIR-M به شکل مربع و با رنگ مشکی نشان داده شده‌اند)

سیگنال‌های L_2C و L_5 به نام پیام ناوبری غیرنظامی CNAV^۴ استفاده می‌شود که نسبت به پیام ناوبری مجاز کنونی دارای دقت بهتر و جزئیات بیشتری است.

ترکیبات ممکن برای سیگنال L_2C که توسط بخش کنترل GPS برای ارسال آن توسط ماهواره Block II R-M در نظر گرفته شده‌اند عبارتند از:

- L_2CM و L_2C به نام پیام ناوبری معمول (با سرعت ارسال ۵۰ بیت بر ثانیه) با L_2CL

- L_2CM و L_2C به نام پیام ناوبری معمول با تصحیح FEC^۵ (با سرعت ارسال ۲۵ بیت بر ثانیه) با L_2CL

- L_2CM و L_2C به نام پیام ناوبری غیرنظامی با تصحیح FEC (با سرعت ارسال ۲۵ بیت بر ثانیه) با L_2CL

- L_2CM با L_2CL

- C/A و پیام ناوبری معمول

- C/A

علامت یا بیت خاصی در پیام ناوبری وجود ندارد که مستقیماً اعلام کند کدام گزینه سیگنال برای L_2C در حال پخش است و این امر بایستی توسط خود گیرنده تعیین شود. در ماهواره‌های Block II R-M که در مدار وجود دارند سیگنال‌های L_2C با گزینه چهارم یعنی در مد بدون داده‌های پیام ناوبری بر روی امواج حامل، مدوله می‌شوند. این مد باعث بالا رفتن نحوه دریافت سیگنال‌های جدید می‌گردد.

برثانیه حاصل می‌شود. کد CL شامل ۷۶۷/۲۵۰ بیت بوده و هر ۷/۵ ثانیه تکرار می‌شود و لذا سرعت ارسال مشابه ۵۱۷۵ کیلو بیت بر ثانیه برای آن هم حاصل می‌شود. در نتیجه در هر دوره کد CL تعداد هفتاد و پنج تکرار کد CM داریم. کدهای CM و CL در یک مدار طوری با هم ترکیب می‌شوند که سرعت نهایی ارسال ۷۰۲۳ مگابایت بر ثانیه که برابر سرعت ارسال کد C/A است به دست می‌آید و بنابراین پهنای باند صفر تا صفر آن ۲/۰۴۶MHz می‌گردد. همچنین عرض بیت معادل ۰/۹۷۷۵ میکروثانیه مشابه عرض بیت کد C/A بوده و لذا دقت فاصله‌سنجی کد آنها یکسان است. از آنجایی که ساختار کلی سیگنال L_2C مانند کد C/A است، لذا رفتار آنها در برابر پدیده چند مسیری شدن سیگنال هم یکسان است.

جدول ۱. ماهواره‌های Block IIR-M در مدار

Satellite	PRN	SVN	Launch Date	Date Set Healthy for Users
IIR-M-1	17	53	26-Sep-2005	16-Dec-2005
IIR-M-2	31	52	25-Sep-2006	12-Oct-2006
IIR-M-3	12	58	17-Nov-2006	13-Dec-2006
IIR-M-4	15	55	17-Oct-2007	31-Oct-2007
IIR-M-5	29	57	20-Dec-2007	2-Jan-2008
IIR-M-6	7	48	15-Mar-2008	24-Mar-2008

کدهای CM و CL برخلاف کد C/A از نوع کدهای طلایی نیستند. در حقیقت آنها دارای خواص بالاتری نسبت به کدهای C/A هستند. اما مهم‌تر از آن طولانی بودن آنها است که سبب خواص همبستگی اتوماتیک و عرضی بهتر از کد C/A می‌گردد. این امر مزیت قابل ملاحظه‌ای را در شرایط سخت دریافت سیگنال فراهم می‌کند.

هر ماهواره GPS دارای زوج کد CM و CL منحصر به فرد است. در آغاز، سی و هفت زوج کد تعریف می‌گردد که ۳۲ زوج آنها برای ماهواره‌های GPS در نظر گرفته شده‌اند. معمولاً یک پیام ناوبری با کد CM ترکیب می‌شود در حالی که کد CL بدون اطلاعات است و با بیت داده‌ها ترکیب نمی‌شود.

استفاده از سیگنال بدون داده‌ها در ردیابی سیگنال حائز اهمیت است زیرا مشاهدات با مقادیر کمتر نسبت‌های چگالی موج حامل به نویز به دست می‌آیند. یک فرمت جدید پیام ناوبری برای استفاده

هم در دانشگاه نیوبرانسیک جمع آوری شده اند. این امر با استفاده از فایل های با فرمت RINEX 3 امکان پذیر است.

۴. به کارگیری داده های L₂C

نرم افزار GAPS همان گونه که ذکر شد، توانایی استفاده از مشاهدات کد L₂C را دارد. به دست آوردن این داده ها آسان است زیرا که نرم افزار GAPS به خواندن فایل هایی در فرمت های Rinex 2.11 و Rinex 3.00 (با اصلاحاتی) قادر است.

نکته مهم در استفاده از L₂C این است که خطاهای سیستماتیکی بین مشاهدات کدهای P₂ و L₂C برای هر دو گیرنده و ماهواره وجود دارد (دروازه شناسی Rinex 3.00 به جای مشاهدات کد L₂P(Y) از P₂ استفاده می شود).

برای درک بهتر اثر چنین خطاهای سیستماتیکی، می توانیم یک نگاه کلی به معادله عمومی شبه فاصله عاری از یونسفر برای گیرنده Trimble NetR3 (یا هر گیرنده GPS دیگری از قبیل NovAtel OEM V-3 که فقط مشاهدات C₁ و P₂ را فراهم می کند) داشته باشیم که به شکل زیر در GAPS استفاده می شود:

(۱)

$$P_{if}(c_1, p_2) = P + T + C(dT - dt) - \alpha b_{p1-c1} + mpif(c_1, p_2) + epif(c_1, p_2)$$

و در آن P فاصله هندسی، T تاخیر در لایه تروپوسفری، dT و dt خطاهای ساعت گیرنده و ماهواره، mpif(c₁, p₂) ترکیب چند مسیره عاری از یونسفر و epif(c₁, p₂) عبارت ترکیب نویز و خطاهای باقیمانده است. ضریب α ضریب مشاهده L₁ در معادله ترکیب عاری از یونسفر است و می تواند به صورت

$$P_{if}(c_1, p_2) = \alpha c_1 - \beta p_2 \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{f_1^2}{f_1^2 - f_2^2} \quad (3)$$

و β می تواند از رابطه

$$\beta = \frac{f_2^2}{f_1^2 - f_2^2} \quad (4)$$

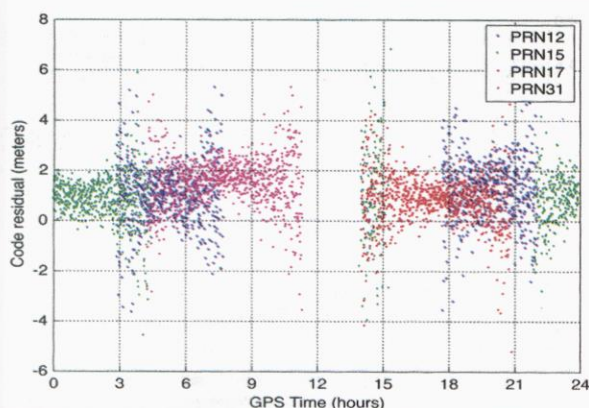
سیگنال های L₂C بر روی موج L₂ حامل با استفاده از مدولاسیون دودویی فاز مدوله می شوند و با اختلاف فاز ۹۰ درجه با سیگنال L₂P(Y) ترکیب می شوند. اگرچه سیگنال L₂C ضعیف تر از سیگنال کد L₁C/A است (حداقل توان دریافتی -160dBW یا -161.4dBW برای کد L₂C در مقایسه با توان دریافتی -158.5dBW برای کد C/A) ساختار جدید سیگنال آن، این ضعف را جبران می کند. ضمناً استفاده از یک مجموعه فرستنده و صفحه آنتن جدید بر روی ماهواره های Block II R-M به این نتیجه گیری منجر می شود که توان واقعی دریافت سیگنال L₂C بیشتر از حداقل مقادیر اعلام شده فوق است.

ابزار اصلی برای رسیدن به نتایج این مقاله از سوی محققان دانشگاه نیوبرانسیک بسته نرم افزاری تعیین موقعیت دقیق نقطه PPS^۶ است که GAPS^۷ نامیده می شود. GAPS برای امکان استفاده از مشاهدات کد به کار گرفته می شود و لذا امکان تحقیق این مقاله را فراهم می سازد.

۳. ردیابی سیگنال L₂C

ایستگاه ردیابی اولیه L₂C در دانشگاه نیوبرانسیک UNB3 نامیده می شود که از ژانویه ۲۰۰۶ میلادی فعال است. در آغاز، از گیرنده تریمبل R7 استفاده شد اما در نوامبر ۲۰۰۶ گیرنده تریمبل Net R5 جایگزین آن گردید. آنتن استفاده شده بر روی ایستگاه UNB3 توسط یک اسپلیتر ۸ با آنتن ایستگاه UNBJ مربوط به خدمات بین المللی GNSS که جزء ایستگاه های IGS است (به شکل Javad RegAnt Choke Ring) مشترک است. این نوع نصب آنتن امکان بررسی کیفیت اولیه عملکرد آنها را با آگاهی از سهم بودن آنها در یک مرکز فاز مشابه فراهم می کند.

تحقیقی که در این مقاله آمده است فقط از مشاهدات بر روی ایستگاه UNB3 استفاده شده است. دلیل این امر، ردیابی همزمان سیگنال های L₂C و L₂P(Y) توسط گیرنده Net R5 است. این ویژگی گیرنده Net R5 برای تجزیه و تحلیل پیشرفت هایی که با استفاده از L₂C پدید می آید، نقش اساسی دارد، زیرا که سیگنال های مجاز و نوین تحت شرایط یکسانی مشاهده می شوند. مشاهدات همزمان فاز حامل، کد و نسبت چگالی حامل به نویز مربوط به دو سیگنال



شکل ۲. باقیمانده‌های کد $P_{f(c_1, c_2)}$ ماهواره Block IIR-M از GPS

نظر گرفتن نوع کدی که برای تولید آنها استفاده شده است، دریافت می‌کنند.

شکل ۲ مثالی از باقیمانده‌های کد را برای ماهواره‌های Block IIR-M برای استفاده در GPS برای داده‌های جمع‌آوری شده در روز ۳۵۸ سال ۲۰۰۷ (زمانی که چهار ماهواره دارای L_2C بودند) برای ایستگاه UNB3 نشان می‌دهد. از شکل ۲ می‌توان ملاحظه کرد که سری‌های زمانی برای باقیمانده‌ها در هر کدام از ماهواره‌ها دارای میانگین صفر نیستند و لذا خطاهای (سیستماتیک) مدوله نشده کد وجود دارند. عیب وزن ندادن به مشاهدات کد سبب می‌شود این مشاهدات با توان مشابه دیگر مشاهدات (در ماهواره‌های غیر Block IIR-M) شرکت نکنند. یادآوری این نکته مهم است که رفتار مشاهدات فاز حامل Block II-M مانند دیگر ماهواره‌های عملیاتی GPS است و در نتیجه GPS از این موضوع بهره می‌برد.

۵. تجزیه و تحلیل مشاهدات کد L_2C

در این بخش کیفیت مشاهدات L_2C مورد بررسی قرار می‌گیرد. تحلیل بر روی نسبت فاز حامل به نویز و حد نویز در کارهای انجام شده قبلی ارائه شده‌اند. در اینجا هم نگاهی به مولفه‌های فرکانس کوتاه خطای کد انجام می‌گیرد. خروجی باقیمانده‌های مشاهدات از نرم‌افزار GPS میزانی از خطاهای

محاسبه گردد. پارامتر خطای کد ماهواره (b_{p1-c1}) مورد نیاز است زیرا نرم‌افزار GAPS از محصولات ساعت دقیق IGS و محصولات استفاده می‌کند. نیازی به در نظر گرفتن خطای وابسته به گیرنده نیست زیرا معمولاً با فرض اینکه برای همه کانال‌های گیرنده یکسان است توسط پارامتر ساعت گیرنده جذب می‌شود. شرط دیگری که برای خطای وابسته به گیرنده وجود دارد این است که انواع مشابه کد (در اینجا C_1 و P_2) برای همه ماهواره‌ها جذب می‌شوند.

به همان روشی که برای معادله (۱) داشتیم، می‌توانیم معادله شبه فاصله‌عاری از یونسفر ساخته شده با استفاده از C_1 و C_2 را به شکل معادله (۵) بدین گونه به دست آوریم:

$$P_{if}(c_1, c_2) = P + T + c(dt - dt) - \alpha b_{p1-c1} + \beta B_{p2-c2} - \beta b_{p2-c2} + mp_{if}(c_1, c_2) + cphf(c_1, c_2)$$

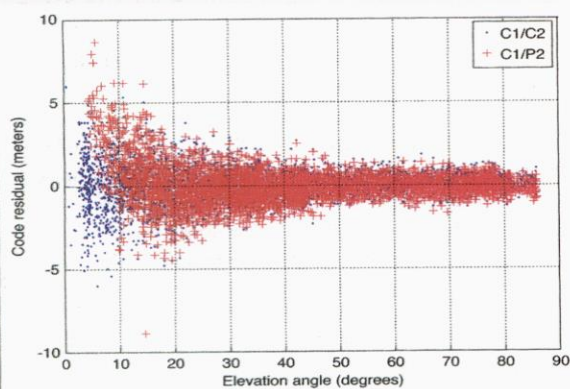
که بسیار شبیه معادله (۱) است و دو عبارت خطای سیستماتیک C_2 یکی مربوط به گیرنده (B_{p2-c2}) و دیگری مربوط به ماهواره (b_{p2-c2}) به آن اضافه شده است. با توجه به وضعیتی که در رابطه با C_1 و P_1 وجود دارد و از آنجایی که محصولات ساعت IGS براساس مشاهدات P_2 هستند خطاهای ساعت ماهواره مورد نیاز هستند. در زمان درج این مقاله تنها شش ماهواره کد L_2C را پخش می‌کنند و حتی ممکن است آنها همزمان قابل مشاهده نباشند. لذا می‌توان چنین در نظر گرفت که ساعت گیرنده براساس مشاهدات P_2 می‌باشد. لیکن این فرض نمی‌تواند کاملاً درست باشد مگر آنکه ما واقعا ساعت گیرنده را براساس P_2 در نظر بگیریم درحالی که بسته به وزن هر مشاهده و ماهواره در هر لحظه، اندازه‌گیری براساس ترکیب P_2 و C_2 خواهد بود. این فرض را با استفاده از مدل آماری در GPS می‌توان در نظر گرفت.

GPS از طرح وزن‌دهی وابسته به زاویه ارتفاعی استفاده می‌کند. زمانی که یک شبه فاصله از ترکیب با C_2 بهره می‌برد واریانس مشاهده به نحو قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد به طوری که این مشاهدات کد تقریباً هیچ اثری بر روی ساعت مرجع گیرنده نداشته باشند. این کار فقط بر روی مشاهدات کد انجام می‌گیرد و مشاهدات فاز حامل وزن خود را براساس طرح مشابهی بدون در

این امکان وجود دارد که اختلاف بر حسب خطاهای مدوله نشده (که می توان مشابه شکل ۳ بوده اما به سمت میانگین صفر جابه جا شود) اندازه گیری شود. همان گونه که ذکر شد می توان از تجزیه و تحلیل باقیمانده ها و یا از مشاهدات خام برای این مقایسه استفاده نمود. لیکن مزیت عمده ای در استفاده از باقیمانده های GAPS نسبت به مشاهدات خام وجود دارد. این امر ناشی از این حقیقت است که باقیمانده ها علاوه بر فراهم کردن مقادیر اختلافات ما را به تعیین این که کدام یک از دو نوع کد نتایج بهتری را ارائه می کنند قادر می سازند زیرا مشاهدات بهتر، باقیمانده های کوچکتری را فراهم می کنند.

اطلاعات دیگری را که فقط می توان از باقیمانده ها استخراج کرد نسبت مقادیر اختلافات با توجه به خود باقیمانده ها است که این موضوع که آیا اختلافات با توجه به مقادیر باقیمانده ها قابل صرف نظر هستند یا نه، را نشان می دهند.

شکل ۴ دو نوع باقیمانده عاری از یونسفر (براساس C_2 و P_2) را برای ایستگاه UNB3 برای روز ۳۵۸ سال ۲۰۰۷ میلادی نسبت به زاویه ارتفاعی ماهواره های Block IIR-M نشان می دهد. با توجه به این شکل ملاحظه می شود از زاویه ارتفاعی ۱۰ درجه به بالا اختلاف کوچکی بین باقیمانده های به دست آمده از مشاهدات کد C_2 و P_2 وجود دارد. اما در زاویه ارتفاعی کمتر از ۱۰ درجه نمونه های مشاهداتی براساس C_2 بیشتر از نمونه های براساس P_2 هستند. این امر ناشی از این است که سیگنال L_2C در زوایای ارتفاعی پایین بهتر از سیگنال $L_2P(Y)$ دریافت می شود. همچنین



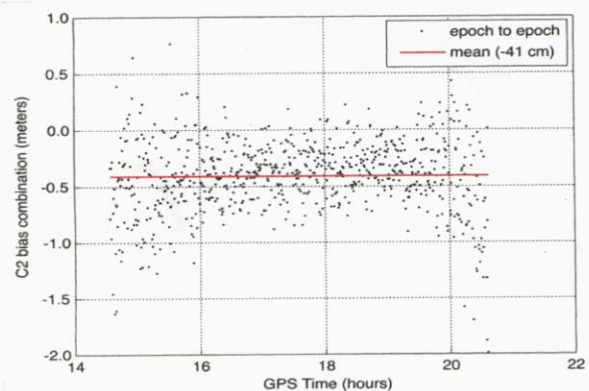
شکل ۴. باقیمانده های شبه فاصله عاری از یونسفر براساس C_2 و P_2

مدوله نشده کد را که برای مشاهدات P_2 یا C_2 وجود دارند، ارائه می کند. باقیمانده ها شامل اثر چند مسیر بودن و خطاهای (مدوله نشده) دیگر هستند که عمدتاً برای ماهواره های با زاویه ارتفاعی پایین وجود دارند.

باقیمانده جوی یکی از اثرات موجود در عبارت خطاهای مدوله نشده است. از آنجایی که مشاهدات همزمان C_2 و P_2 را انجام می دهیم و این مشاهدات در معرض شرایط کاملاً یکسانی هستند لذا اگر باقیمانده های ترکیب عاری از یونسفر C_1-P_2 را از باقیمانده های ترکیب C_1-C_2 کم کنیم اثرات مشترک حذف شده و عبارات چند مسیر، نویز، و ترکیب بایاس P_2-C_2 گیرنده و ماهواره باقی می مانند. و از آنجایی که اثر کمی از چند مسیر بودن و باقیمانده جوی برای ماهواره های با زاویه ارتفاعی بالا وجود دارند می توانیم از باقیمانده های مشاهدات تحت زاویه ارتفاعی معینی برای رسیدن به برآوردی از ترکیب بایاس گیرنده-ماهواره استفاده کنیم.

به طریق دیگر می توان ترکیب بایاس گیرنده-ماهواره را مستقیماً از مشاهدات خام با تفاضل گیری ترکیب شبه فاصله عاری از یونسفر C_1-P_2 از ترکیب C_1-C_2 به دست آورد زیرا که اثرات دیگر برای هر دو مشاهده یکسان هستند. شکل ۳ مثالی از مقادیر محاسبه شده برای ترکیب بایاس به صورت لحظه به لحظه با مقدار متوسط آن که در حدود ۴۱- سانتی متر برای PRN16 (در ایستگاه UNB3 در روز ۳۵۸ سال ۲۰۰۷) است را نشان می دهد.

بعد از اینکه ترکیب بایاس گیرنده-ماهواره در نظر گرفته شد

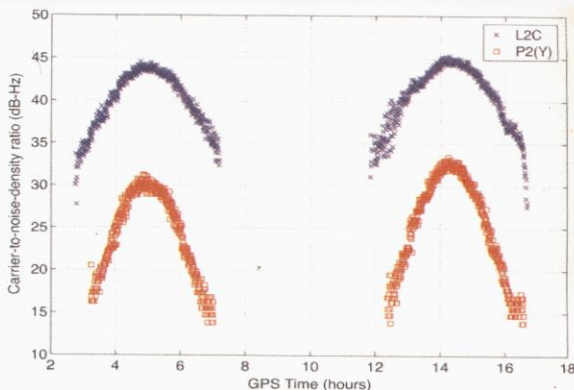


شکل ۳. به دست آوردن ترکیب بایاس C_2-P_2 گیرنده-ماهواره

فنون اختلاط توان‌های سیگنال و مقایسه سیگنال‌هاست. سیگنال L_2C یک سیگنال غیرنظامی است و لذا کدهای آن معلوم هستند و دریافت آن به‌طور مستقیم انجام می‌شود درحالی‌که دریافت کد $P(Y)$ در گیرنده‌های غیرنظامی با استفاده از فن بدون کد^{۱۰} انجام می‌گیرد. از این موضوع نتیجه گرفته می‌شود که کمیت‌های قابل مشاهده L_2C در زوایای ارتفاعی پایین‌تر و عمدتاً زمانی که ماهواره طلوع می‌کند هم دریافت می‌شوند (شکل ۳ را ملاحظه کنید).

در این بخش مشاهدات اضافه فراهم شده با دریافت L_2C نسبت به مشاهدات و اثرات L_2C را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهیم. این تجزیه و تحلیل شامل بررسی سطح نویز این مشاهدات و اثرات سیستماتیک موجود در آنها از قبیل باقیمانده‌های جوی است. هدف اصلی این تجزیه و تحلیل برای تصمیم‌گیری درخصوص این مورد که آیا این مشاهدات اضافه به‌طور موثر می‌توانند استفاده شوند و یا این که عوامل محدود کننده دیگری را باید در نظر بگیریم، می‌باشد.

شکل ۶ مقایسه‌ای بین نسبت فاز حامل به نویز C/N_0 براساس کد $P(Y)$ برای ایستگاه UNB3 در روز ۲۲۴ سال ۲۰۰۷ میلادی برای ماهواره PRN12 را به‌عنوان یک توجیه برای استفاده از مشاهدات اضافه C_2 نسبت به مشاهدات P_2 را نشان می‌دهد. این شکل نشان می‌دهد مقادیر C/N_0 در دریافت L_2C بیشتر هستند. لذا می‌توان نتیجه‌گیری کرد که سیگنال‌های L_2C در زوایای ارتفاعی پایین‌تر بهتر از $L_2P(Y)$ دریافت می‌شوند.



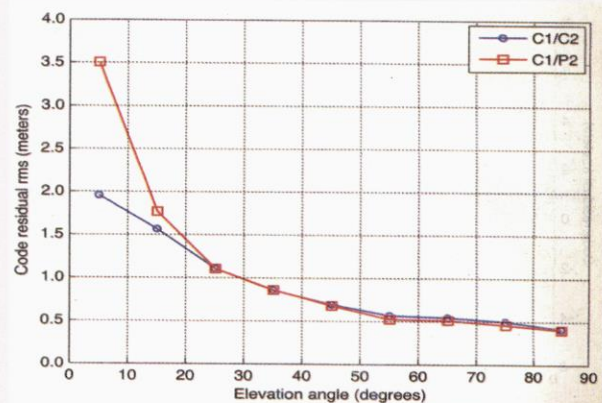
شکل ۶. مقادیر C/N_0 برای ردیابی L_2C و $P_2(Y)$ در روز ۲۲۴ سال ۲۰۰۷ میلادی در ایستگاه UNB3 مربوط به ماهواره PRN12

دیده می‌شود که نمونه‌های کم باقیمانده‌های موجود براساس P_2 در زاویه ارتفاعی کمتر از ۱۰ درجه دارای کیفیت پایین‌تر از نمونه‌های براساس C_2 هستند. این امر به وضوح در شکل ۵ دیده می‌شود که خطای ریشه میانگین مربعات^۹ باقیمانده‌های شکل ۴ برای هر کدام از مشاهدات (در هر ۱۰ درجه زاویه‌های ارتفاعی) نشان داده می‌شود. باتوجه به شکل ۵ می‌توان بیان کرد که در زوایای ارتفاعی بالای ۲۰ الی ۳۰ درجه اختلاف قابل ملاحظه‌ای بین RMS باقیمانده‌های C_1/P_2 و C_1/C_2 وجود ندارد. اما برای زاویه ارتفاعی بین ۱۰ الی ۲۰ درجه در حدود ۲۵ سانتی‌متر و برای RMS بین زاویه ارتفاعی صفر تا ۱۰ درجه اختلاف قابل ملاحظه ۷۵ متر مشاهده می‌گردد.

بنابراین نتیجه می‌گیریم که استفاده از L_2C برای زوایای ارتفاعی بالای ۱۰ درجه مزیت خاصی را نسبت به $L_2P(Y)$ با توجه به سطح چند مسیره و نویز پدید نمی‌آورد. اما وقتی از کد L_2C استفاده می‌شود مشاهدات زیادی ملاحظه می‌گردند. بایستی ذکر شود که این نتیجه‌گیری فقط برای وضعیت‌هایی که دید آسمان وسیع را داریم، معتبر است.

۶. مشاهدات اضافه برای بهبود کیفیت

در این بخش این موضوع را بررسی می‌کنیم که سیگنال L_2C آسان‌تر از سیگنال $L_2P(Y)$ دریافت می‌شود. این اختلاف ناشی از



شکل ۵. RMS باقیمانده‌های شکل ۴ برای محدوده‌های مختلف زوایای ارتفاعی

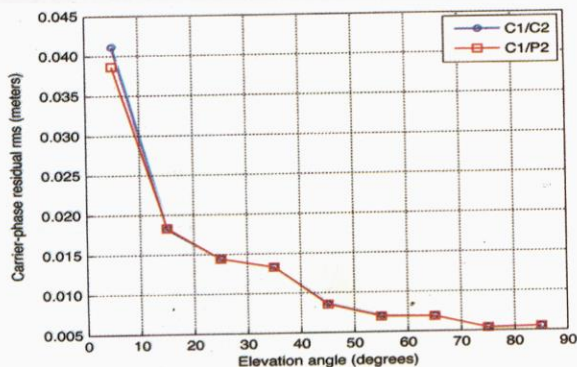
در مشاهدات اضافه‌ای است که با توجه به دریافت L_2C انجام می‌گیرند.

۷. تاثیر L_2C بر روی موقعیت

اثر مشاهدات (کد و فاز) دریافت شده با L_2C بر روی تعیین موقعیت دقیق با تجزیه و تحلیل کامل آنها انجام گرفت. ملاحظه شد که مشاهدات اضافه براساس L_2C پیشرفت قابل ملاحظه‌ای را در به دست آوردن جواب با توجه به تعداد مشاهدات اضافه و زوایای ارتفاعی (با استفاده از مدل آماری وابسته به زاویه ارتفاعی ماهواره) متناظر آنها نشان نمی‌دهد. به عبارت دیگر در شرایط آسمان صاف و محیط چند مسیره کم تا متوسط هیچگونه پیشرفت قابل ملاحظه‌ای برای جواب موقعیت با استفاده از L_2C حاصل نمی‌شود. البته لازم است توجه کنیم که تحت شرایط دریافت دشوار سیگنال، مشاهدات اضافه فراهم شده از دریافت L_2C برای تعیین موقعیت موفقیت آمیز دو فرکانسه حیاتی است.

۸. نتیجه‌گیری و اقدامات آتی

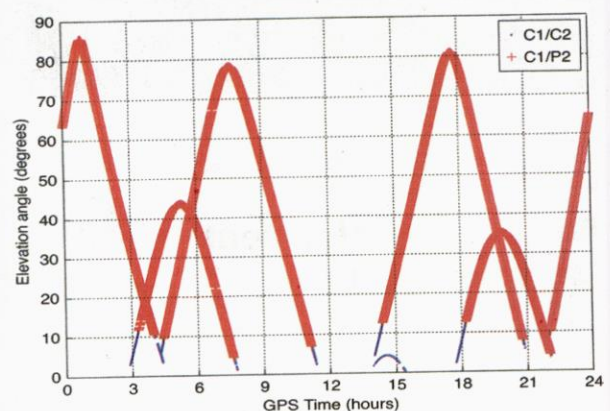
در تجزیه و تحلیل مشاهدات کد براساس L_2C دیده شد که سطح نویز آن برای زوایای ارتفاعی بالای ۱۰ درجه مشابه مشاهدات کد به دست آمده از $L_2P(Y)$ است. درایستگاه UNB3 و با مشاهدات زوایای ارتفاعی کمتر از ۱۰ درجه تعداد مشاهدات اضافه زیادی در استفاده از L_2C نسبت به $L_2P(Y)$ جمع‌آوری می‌گردد.



شکل ۸. RMS باقیمانده‌های فاز حامل برای محدوده‌های مختلف زوایای ارتفاعی

شکل ۷ زاویه ارتفاعی مشاهدات براساس L_2C و $P(Y)$ برای ماهواره‌های Block IIR-M (در ایستگاه UNB3 در روز ۳۵۸ سال ۲۰۰۷ میلادی) را نشان می‌دهد. در این ترسیم می‌توان مشاهده کرد که دریافت L_2C به طور قابل ملاحظه‌ای زودتر از $L_2P(Y)$ انجام می‌گیرد. با ملاحظه اشکال ۴ و ۵ ممکن است توجه کنیم که مشاهدات اضافه کد دارای یک سطح نویز است که کاملاً برای چنین زوایای ارتفاعی پایین معقول است. لیکن باید توجه کنیم که نویز مشاهدات کد اثراتی را که بر روی مشاهدات دقیق تر و در عمل بر روی مشاهدات فاز حامل مهم است را مخفی خواهد کرد.

همان‌گونه که در مورد مشاهدات کد داشتیم دو نوع باقیمانده‌های فاز حامل عاری از یونسفر (براساس L_2C و $L_2P(Y)$) نسبت به زاویه ارتفاعی ماهواره‌های Block IIR-M را بررسی می‌کنیم. شکل ۸ مقادیر RMS هر پنجره زاویه ارتفاعی را نشان می‌دهد. از این شکل مشاهده می‌شود که مقادیر باقیمانده‌های فاز براساس L_2C و $L_2P(Y)$ الگوی مشابهی را در زوایای ارتفاعی بالای ۵ درجه نشان می‌دهند. البته نمونه‌های مشاهداتی کمی براساس $L_2P(Y)$ در پنجره زاویه ارتفاعی ۵ الی ۱۰ درجه وجود دارند و در کمتر از ۵ درجه هیچ نمونه‌ای براساس $L_2P(Y)$ دیده نمی‌شود. مطابق با آنچه در شکل ۸ ترسیم شده است تا زمانی که سیگنال دریافت می‌شود اختلاف قابل ملاحظه‌ای برحسب کیفیت مشاهدات فاز حامل بین انواع کدهای مورد استفاده وجود ندارد. به نظر می‌رسد اختلاف عمده با در نظر گرفتن مشاهدات فاز حامل



شکل ۷. زاویه ارتفاعی مشاهدات براساس L_2C و $L_2P(Y)$ ماهواره‌ها در ایستگاه UNB3 برای روز ۳۵۸ سال ۲۰۰۷ میلادی

۹. پانوشتها

- 1.Pseudo Random Noise
- 2.Civil Moderate
- 3.Civil Long
- 4.Civil Navigation Message
- 5.Forward Error Correction
- 6.Precise Point Positioning
- 7.GPS Analysis and Positioning Software
- 8.Receiver Independent Exchange
- 9.Root Mean Square
- 10.Semi-code less technique

۱۰. منبع

۱. مجله GPS WORLD - October 2008

سطح نویز این مشاهدات اضافه مشابه مشاهدات دیگر است و با کاهش زاویه ارتفاعی ماهواره افزایش می یابد. ملاحظه می شود که اختلاف عمده بین مشاهدات براساس L_2C و $L_2P(Y)$ سطح نویز آنها نبوده و در واقع مقدار اطلاعات اضافه ای است که در هنگام استفاده از L_2C جمع آوری می گردد.

اگرچه پیشرفت کمی در جواب موقعیت به دست آمده شناسایی گردید اما واضح است که در شرایط دشوار دریافت سیگنال، استفاده از L_2C پیشرفت قابل ملاحظه ای را نسبت به $L_2P(Y)$ نشان می دهد. کار آتی توسط این گروه براساس داده های جمع آوری شده در شرایط منازعه آمیز خواهد بود تا پیشرفت حاصله از دریافت سیگنال L_2C بتواند به اندازه کافی مورد ارزیابی قرار گیرد.

سامانه گویای
اداره امور مشتریان
سازمان نقشه برداری کشور
با شماره تماس ۶۶۰۷۱۱۰۹
به طور شبانه روزی آماده پاسخگویی
به سفارشات مربوط به عکس های هوایی می باشد.

اندازه گیری کمترین مقدار شتاب ثقل در ایران

نویسنده:

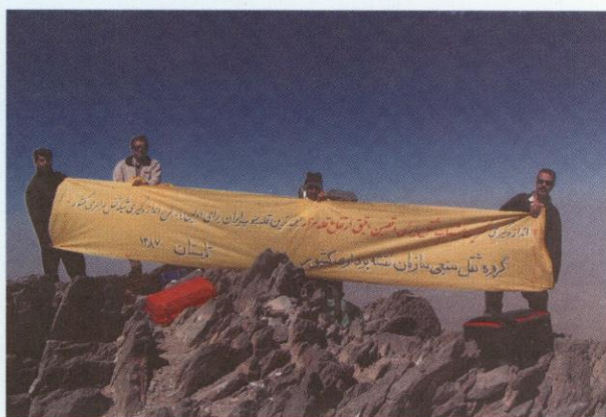
کارشناس گراویمتری اداره کل نقشه برداری زمینی، سازمان نقشه برداری کشور

مهندس سید عبدالرضا سعادت

saadat@ncc.org.ir

با همکاری:

دکتر علی سلطانیپور، دکتر مرتضی صدیقی، حسن میگونی، علی بهرام پور، مهندس حسن فراهانی، مهندس کیوان سیار کوردی و محمدرضا یزدان پناه



شکل ۱. طرح اندازه گیری کمترین شتاب ثقل در ایران واقع در قله هزار در استان کرمان (شهریور ماه سال ۱۳۸۷)

۱. چکیده

ایجاد پوشش ثقلی کافی و با کیفیت مناسب به منظور مدل سازی میدان ثقل زمین در حیطه فعالیت های فیزیکال ژئودزی که به طور مشخص دو مبحث تعیین ژئوئید و محاسبات ترازیبی دقیق را در بر می گیرد، کاملاً لازم و ضروری به نظر می رسد. در مناطق صعب العبور نظیر مناطق کوهستانی، کویر و یخبندان تراکم اطلاعات شتاب ثقل بسیار اندک می باشد، به همین دلیل استفاده از روش های پیش بینی شتاب ثقل امری انکارناپذیر است. با توجه به ناهمواری شدید زمین در مناطق کوهستانی، نتایج حاصل از پیش بینی های شتاب ثقل با استفاده از روش های موجود به شدت با افت دقت مواجه خواهد بود. این معضل به دلیل فقدان DTM هایی با دقت و تراکم کافی و همچنین مشخص نبودن توزیع محلی دانسیته و شکل تعادل ایزوستازی در منطقه، نمود بیشتری پیدا می کند. تعیین مقادیر حدی شتاب ثقل در نتایج پیش بینی شتاب ثقل برای مناطق دارای (گپ) و تهیه نقشه های پوششی شتاب ثقل، بهبود قابل ملاحظه ای ایجاد خواهد کرد و از این طریق می توان دامنه حقیقی اختلاف شتاب ثقل در ایران را به دست آورد. با توجه به اندازه گیری های انجام شده توسط سازمان نقشه برداری کشور، کمترین مقدار شتاب ثقل ایران بر روی قله هزار واقع در استان کرمان تعیین گردید که با در نظر گرفتن کمترین و بیشترین مقدار شتاب ثقل اندازه گیری شده، دامنه تغییرات شتاب ثقل در ایران در حدود 2Gal می باشد که ۴۰٪ سهم تغییرات آن را در کل کره زمین دربر می گیرد. همچنین با انجام این اندازه گیری ها و محاسبات مربوطه، ارتفاع ثبت شده قله هزار توسط هیات کوهنوردی (4501m) در حدود 1.6m تصحیح گردید.

۲. مقدمه

یکی از مهم ترین نیروهای طبیعت، نیروی کشش یا جاذبه بین اجرام می باشد. به علت دوران زمین حول محور خود با نیروی دیگری به نام نیروی گریز از مرکز مواجه هستیم که مجموع این دو نیرو تحت عنوان نیروی ثقل شناخته می شود. بیشتر افراد با نیروی ثقل (وزن) به عنوان نیروی نگهدارنده اجسام در سطح زمین آشنا هستند. شتاب ثقل در واقع عامل حرکت تمام اجرام سماوی، به عنوان مثال چرخش زمین به دور خورشید و یا همچنین گردش ماه به دور زمین می باشد. با وجود اینکه انسان ها از وجود شتاب ثقل آگاه هستند، ولی تلاش های بسیاری برای توضیح دقیق آن در طول سالیان گذشته انجام شده که از نتایج آن می توان به تئوری های بسیاری که در این زمینه ارائه شده است، اشاره نمود. ارسطو^۲ فیلسوف بزرگ یونانی، یکی از اولین کسانی بود که وجود

تقریب کروی را می توان با استفاده از رابطه زیر به دست آورد [۲]:

$$g_{\varphi} = 978.0327(1 + 0.0053024 \sin^2 \varphi - 0.0000058 \sin^2 2\varphi) \text{ Gal} \quad (1)$$

در این رابطه علاوه بر مدنظر قرار دادن نیروی جاذبه جهانی نیوتن با استفاده از تقریب کروی برای زمین، اثر نیروی گریز از مرکز ناشی از دوران زمین حول محور خود نیز در تعیین مقدار شتاب ثقل در نظر گرفته شده است. با مشتق گیری از رابطه (۱) می توان میزان تغییرات شتاب ثقل را نسبت به عرض جغرافیایی در هر نقطه محاسبه نمود. بنابراین خواهیم داشت:

$$\Delta g_{\varphi} = 0.813 \sin 2\varphi - 1.78 \times 10^{-3} \sin 4\varphi \text{ mGal / Km} \quad (2)$$

در جدول ۱ تغییرات شتاب ثقل نسبت به عرض جغرافیایی نشان داده شده است:

جدول ۱. تغییرات شتاب ثقل نسبت به عرض جغرافیایی

φ°	mGal / Km	φ°	mGal / Km
0	0	50	0.803
5	0.137	55	0.773
10	0.278	60	0.706
15	0.397	65	0.634
20	0.522	70	0.524
25	0.609	75	0.417
30	0.704	80	0.280
35	0.759	85	0.145
40	0.803	90	0
45	0.813		

با توجه به این جدول، بیشترین تغییرات شتاب ثقل در عرض جغرافیایی ۴۵ درجه و به طور تقریبی برابر $1 \mu\text{Gal} / m$ است. با در نظر گرفتن محدوده عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۴۰ درجه برای ایران، به ازای هر درجه تغییر در عرض جغرافیایی ($1^\circ \sim 111 \text{ Km}$) به طور متوسط در حدود 80 mGal در مقدار شتاب ثقل تغییر ایجاد خواهد شد.

شتاب ثقل را امری بدیهی فرض کرد. تئوری او و بیشتر تئوری های اولیه بر مبنای مدل های ژئوسنتریک^۳ برای جهان هستی بود. اما گاليله^۴ فیزیکدان ایتالیایی، با انجام اولین مشاهدات تلسکوپی، مدل هایی با مرکزیت خورشید^۵ را برای جهان هستی اثبات و با ارائه این نظریه، گام بلندی برای تئوری شتاب ثقل در قرن هفدهم فراهم نمود. سرانجام در سال ۱۶۸۷ نیوتن^۶ دانشمند انگلیسی، قانون جاذبه جهانی خود را ارائه کرد، که هنوز هم مبنای بسیاری از تئوری های مربوط به شتاب ثقل می باشد.

۳. میدان ثقل زمین و تغییرات آن

برای یک کره با توزیع جرم متقارن یعنی متشکل از لایه های حلقوی هم مرکز با دانسیته یکسان، می توان تمام جرم کره را در مرکز آن در نظر گرفت یعنی آن را به صورت جرم نقطه ای^۷ فرض نمود. این مدل را می توان با تقریب قابل قبولی برای زمین واقعی پذیرفت [۱]. مقدار شتاب ثقل متوسط در سطح زمین برابر 9.80 m/s^2 است که در عمل به جای واحد m/s^2 برای شتاب ثقل از واحد Gal، مخفف نام گاليله دانشمند مشهور ایتالیایی، استفاده می شود. با در نظر گرفتن فشردگی زمین و جرم نقطه ای برای آن، مقدار شتاب ثقل در استوا در حدود $g_e = 978.049 \text{ Gal}$ و در قطب زمین برابر $g_p = 983.221 \text{ Gal}$ است که نشان دهنده این حقیقت است که یک نقطه در استوا دورتر از مرکز زمین، نسبت به یک نقطه در قطب زمین قرار دارد. بنابراین میزان تغییرات شتاب ثقل در جهان در حدود 5 Gal خواهد بود. با در نظر گرفتن ارتباط شتاب ثقل با توزیع دانسیته و فاصله از مرکز ثقل، با توجه به توزیع نامتقارن جرم در داخل زمین و فشردگی آن، مقدار شتاب ثقل در سطح زمین با تغییر ارتفاع، عرض جغرافیایی محل و توزیع دانسیته متغیر می باشد. علاوه بر موارد بر شمرده، عوامل دیگری نیز وجود دارند که باعث تغییر مقدار شتاب ثقل در محل مورد نظر می گردند که از آن نمونه می توان به اثر ناهمواری های زمین، تغییرات زمانی شتاب ثقل به علت جزرومد زمین، اثر فشار اتمسفری، میزان رطوبت خاک و ... اشاره نمود.

۳.۱. تغییرات شتاب ثقل نسبت به عرض جغرافیایی

تغییرات شتاب ثقل نسبت به عرض جغرافیایی (φ) بر اساس

و برای نقاط داخل زمین این اثر برابر است با:

$$\Delta g_H = -(0.3086 - 2 \times 0.1119)h = -0.0848h \quad mGal/m \quad (6)$$

رابطه (۶) تحت عنوان آنامولی پوآنکاره-پری شناخته می شود [۱]. دو برابر شدن اثر پلیت بوگه در اعماق زمین به این علت است که لایه پوسته به عرض h در زیر نقطه اندازه گیری که دارای اثر مثبت است، برداشته شده و بر روی نقطه اندازه گیری با اثر منفی، قرار داده می شود.

۴. محاسبات اولیه برای تعیین موقعیت و

شتاب ثقل مناطق حدی

برای یافتن محلی با کمترین مقدار شتاب ثقل در ایران، باید در جستجوی مکانی با کمترین عرض جغرافیایی و بیشترین ارتفاع از سطح دریا باشیم. همچنین برای پیدا کردن مکانی با بیشترین مقدار شتاب ثقل، دستیابی به محلی با شرایط بالعکس، لازم به نظر می رسد. برای این منظور با پردازش های اولیه و محاسبه طول موج های بلند شتاب ثقل با استفاده از مدل های ژئوپتانسیلی موجود، مناطق جنوب شرقی ایران که مربوط به ارتفاعات منطقه هزار در استان کرمان می باشد با عرض جغرافیایی کم و در حدود $29/51$ درجه و ارتفاع تقریبی 4470 متر (برگرفته از DTM)، به عنوان منطقه دارای کمترین شتاب ثقل در ایران تعیین و برنامه ریزی اولیه برای اندازه گیری مقدار شتاب ثقل آن طراحی گردید. این منطقه در نزدیکی روستای باب زنگی از توابع شهرستان راین در استان کرمان قرار دارد. در شکل ۲ تغییرات شتاب ثقل در منطقه هزار براساس مدل ژئوپتانسیلی EIGEN-04C نشان داده شده است.

برای بررسی تغییرات شتاب ثقل در مناطق جنوبی کشور که دارای عرض جغرافیایی کمی هستند، ارتفاعات مربوط به قله تفتان با ارتفاع تقریبی $3920m$ و قله بزمان با ارتفاع تقریبی $3470m$ نیز در محاسبات اولیه در نظر گرفته شد. با توجه به نتایج به دست آمده با وجود نزدیکی عرض های جغرافیایی در این مناطق، شتاب ثقل قله هزار در شهرستان راین دارای کمترین مقدار نسبت به مناطق دیگر برآورد گردید. همچنین با توجه به عرض جغرافیایی بالا (در حدود $39/66$ درجه) و ارتفاع کم نواحی مربوط به بلوک گرمی و منطقه

۳.۲. تغییرات شتاب ثقل نسبت به ارتفاع

از آنجایی که شتاب جاذبه زمین بسیار نزدیک به شتاب جاذبه کره ای با توزیع جرم متقارن است، بنابراین با افزایش ارتفاع از سطح دریا، به علت افزایش فاصله نقطه مادی از مرکز ثقل زمین، مقدار شتاب ثقل آن کاهش می یابد.

۳.۲.۱ اثر هوای آزاد:

با در نظر گرفتن تقریب کروی، نسبت تغییرات شتاب ثقل در خلا (Δg_F) که به آن اثر هوای آزاد^۸ گفته می شود، با استفاده از رابطه زیر تعیین می گردد [۱]:

$$\Delta g_F \approx -2 \frac{GM}{r^3} dh \approx -0.3086dh \quad mGal/m \quad (3)$$

در این رابطه G ثابت جهانی جاذبه و M جرم زمین برحسب $6.6726 \times 10^{-11} m^3/Kgs^2$ ، r فاصله بین اجرام تا مرکز جرم زمین بر حسب متر و dh تغییرات ارتفاعی محل می باشد.

۳.۲.۲ اثر بوگه:

افزایش ارتفاع از یک نقطه به نقطه ای دیگر در سطح زمین، بدین معناست که یک توده جرمی میان سطح مبنای نقطه اولیه و سطح ارتفاع جدید وجود خواهد داشت. این توده جرم یک شتاب ثقل مثبت ایجاد خواهد نمود که باعث کاهش اثر هوای آزاد می گردد و به آن اثر پلیت بوگه^۹ گفته می شود. این اثر با در نظر گرفتن پلیتی به ضخامت ثابت h به اندازه اختلاف ارتفاع دو نقطه مورد نظر و دانسیته ثابت $\rho_0 = 2.67 gr/cm^3$ برابر است با [۱]:

$$\Delta g_B = 2\pi G \rho_0 h = +0.1119h \quad mGal/m \quad (4)$$

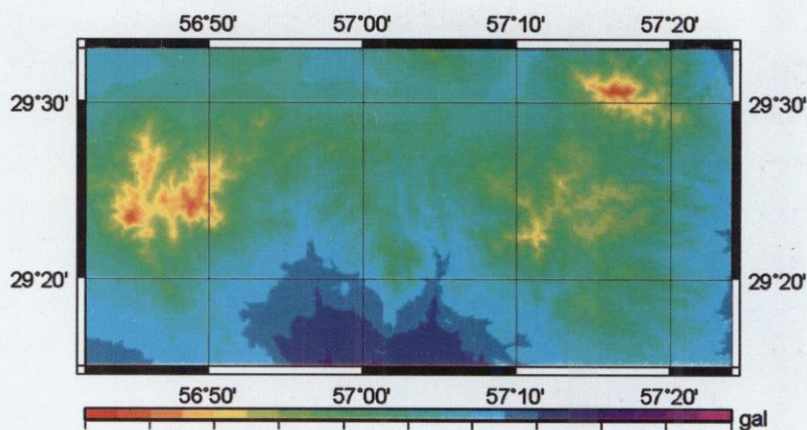
باید توجه نمود که برای محاسبه شتاب ثقل در اعماق زمین (یعنی در مطالعات مربوط به معادن و ...) اثر پلیت بوگه منفی در نظر گرفته می شود.

۳.۲.۳ اثر ارتفاع:

ترکیب اثر هوای آزاد و اثر بوگه به عنوان اثر ارتفاع در شتاب ثقل در نظر گرفته می شود. بنابراین داریم:

$$\Delta g_H = -(0.3086 - 0.1119)h = -0.1967h \quad mGal/m \quad (5)$$

فیزیکال ژئودزی مدیریت نقشه برداری
زمینی برنامه ریزی گردید (شکل ۳). برای
این منظور ابتدا ایستگاه سنگی
GLGAM166259 در پای قله هزار به فاصله ۵
کیلومتر از قله احداث و در روز اول کاری،
اختلاف شتاب ثقل این ایستگاه نسبت به
قله هزار اندازه گیری شد. سپس مقدار
شتاب ثقل از ایستگاه سنگی چندمنظوره
GLGAM1127 به عنوان مبنای ثقل، به این
ایستگاه منتقل گردید. همچنین برای انتقال



شکل ۲. تغییرات شتاب ثقل مربوط به منطقه هزار با استفاده از مدل ژئوپتانسیلی EIGEN-04C

جدول ۲. اختلاف شتاب ثقل مناطق مختلف (میلی گال)

اختلاف شتاب ثقل	دشت مغان	قله دماوند	کوه هزار	کوه تفتان
قله	-			
کوه هزار	-	-203.301		
کوه	-	-125.623	77.678	
کوه	-	-44.105	159.196	81.518

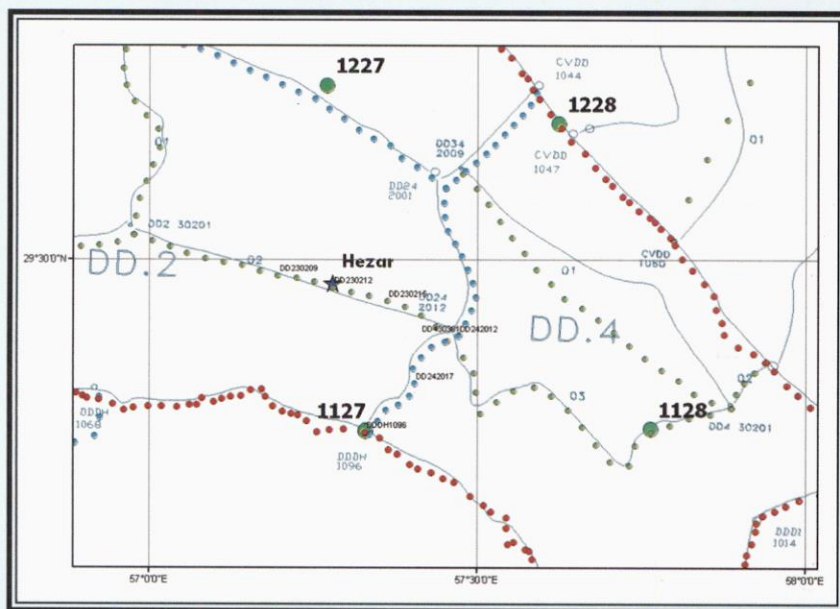
دشت مغان در شمال غربی ایران و اندازه گیری های انجام شده
توسط مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران، بیشترین مقدار
شتاب ثقل در ایران در این مناطق و در حدود 980217mGal
اندازه گیری گردید. با توجه به نتایج به دست آمده مقدار شتاب ثقل
در قله هزار واقع در منطقه کرمان دارای کمترین مقدار شتاب ثقل
در ایران و در حدود ۲۰۳ میلی گال کمتر از مقدار شتاب ثقل
اندازه گیری شده در قله دماوند (در مرداد ماه ۱۳۸۵) به عنوان

مرتفع ترین قله ایران برآورد گردید. در
جدول ۲ مقادیر اختلاف شتاب ثقل
محاسبه شده برای مناطق مختلف ارائه
شده است.

بنابراین تغییرات شتاب ثقل در ایران در
حدود ۲ گال می باشد که ۴۰٪ سهم تغییرات
آن را در کل کره زمین (ناشی از تغییرات
عرض جغرافیایی و ارتفاع) دربر می گیرد.

۵. طرح اندازه گیری

با توجه به طراحی اولیه، عملیات زمینی
برای اندازه گیری دقیق شتاب ثقل و ارتفاع
قله هزار، به عنوان کمترین شتاب ثقل ایران،
در شهریور ماه ۱۳۸۷ در اداره



شکل ۳. موقعیت قله هزار، ایستگاه چندمنظوره و ایستگاه های تراز یابی

۵.۲. اندازه گیری گرادیان ارتفاعی شتاب ثقل

یکی از مشاهدات ارزشمند انجام شده در این طرح، اندازه گیری گرادیان ارتفاعی شتاب ثقل در ارتفاعات مختلف می باشد. برای این منظور مقدار شتاب ثقل در سه ارتفاع مختلف (سطح زمین، 0.5m و 1m) بر روی یک ایستگاه اندازه گیری شده است. مقدار متوسط گرادیان ارتفاعی با در نظر گرفتن تقریب کروی برابر 0.3086 mGal/m می باشد، ولی این مقدار با توجه به ارتفاع نقاط و توزیع شتاب ثقل در منطقه، متفاوت است. به عنوان نمونه مقدار گرادیان ارتفاعی شتاب ثقل اندازه گیری شده بر روی قله هزار برابر 0.5974 mGal/m می باشد که با مقدار متوسط دارای اختلاف بسیاری است. این اختلاف می تواند ناشی از شکل توپوگرافی، توزیع دانسیته و شتاب ثقل در منطقه باشد. جدول ۳ مقادیر گرادیان ارتفاعی اندازه گیری شده بر روی تعدادی از ایستگاه ها را نشان می دهد.

۵.۳. اندازه گیری موقعیت مسطحاتی ایستگاه ها

به منظور تعیین موقعیت سه بعدی نقاط بر روی پروفیل ایستگاه های ترازیبی، اندازه گیری های ۲ ساعته بر روی این ایستگاه ها با استفاده از گیرنده های دوفرکانسه انجام گرفت. برای سرشکنی موقعیت ایستگاه ها، دو ایستگاه GLGAM1127 و ایستگاه دائمی GPS بافت در فاصله 75Km به عنوان ایستگاه های ثابت در نظر گرفته شده اند. در جدول ۴ نتایج حاصل از سرشکنی ارائه شده است.

۵.۴. تعیین ارتفاع ایستگاه ها از سطح مبنای ارتفاعی

برای تعیین ارتفاع نقاط از سطح دریا، با استفاده از مشاهدات ترازیبی دقیق، ارتفاع نقطه مبنا واقع در ایستگاه DN-G1001 با ارتفاع 3.777m در ساحل جنوبی ایران به نقطه ترازیبی درجه یک DDDH1096 منتقل گردید. سپس با استفاده از مسیرهای ترازیبی

جدول ۳. مقادیر گرادیان ارتفاعی اندازه گیری شده در تعدادی از ایستگاه ها

ایستگاه	ارتفاع (متر)	گرادیان ارتفاعی (میلی گال بر متر)
GLGAM1127	2652.7	-0.3666
GLGAM166259	3300.9	-0.3929
Hezar Summit	4499.4	-0.5974

ارتفاع و بررسی تغییرات ژئوئید در منطقه، مسیر ترازیبی درجه سه DD2302 که از دامنه کوه و ایستگاه احداث شده عبور می نمود، در نظر گرفته شده و موقعیت تعدادی از ایستگاه های این مسیر با استفاده از گیرنده های GPS دوفرکانسه تعیین گردید.

۵.۱. اندازه گیری شتاب ثقل

اندازه گیری شتاب ثقل در قله هزار به صورت نسبی و با استفاده از دستگاه ثقل سنج CG5 انجام شده است. برای این منظور ابتدا اختلاف شتاب ثقل ایستگاه سنگی GLGAM166259 در دامنه کوه تا قله هزار با استفاده از مشاهدات رفت و برگشتی، جهت بررسی رفتار دستگاه و محاسبه دریافت، اندازه گیری شد. سپس مقدار شتاب ثقل از ایستگاه سنگی چند منظوره GLGAM1127 به این ایستگاه انتقال یافت. همچنین برای محاسبه تصحیح اُرتومتریک در تعیین ارتفاع نقاط، بر روی تعدادی از ایستگاه های ترازیبی مقادیر شتاب ثقل تعیین گردید.

برای محاسبه شتاب ثقل بر روی قله هزار با استفاده از مشاهدات رفت و برگشتی گراویمتر CG5، می توان از معادله مشاهده زیر استفاده نمود [۳]:

(V)

$$\Delta R_{ij} + v_{ij} = g_j - g_i + (\Delta F(z_j) - \Delta F(z_i)) + (D(\ell_j) - D(\ell_i))$$

در این رابطه z مقدار اندازه گیری به واحد شمارنده، $D(\ell_n): n=i, j$ دریافت مشاهدات بر اساس اندازه گیری های رفت و برگشتی در زمان t_n ، $\Delta F(z_n): n=i, j$ تابع تصحیح کالیبراسیون، v_{ij} مقدار اختلاف شتاب ثقل اندازه گیری شده توسط گراویمتر، g_i و g_j مقدار شتاب ثقل واقعی ایستگاه ها و v_{ij} مقدار تصحیح مربوط به معادله مشاهدات می باشد. در نتیجه با توجه به اندازه گیری های انجام شده در قله هزار و محاسبات مربوطه کمترین مقدار شتاب ثقل در ایران برابر 978178.229 mGal تعیین گردید که 213 mGal به اندازه کمتر از مقدار شتاب ثقل اندازه گیری شده در قله دماوند است. مقایسه این اختلاف شتاب ثقل به دست آمده و مقدار برآورد شده حاکی از انحرافی به اندازه 10 mGal در محاسبات اولیه می باشد. همچنین دامنه تغییرات واقعی شتاب ثقل در ایران با توجه به کمترین و بیشترین مقدار شتاب ثقل اندازه گیری شده برابر 2.039 mGal است.

جدول ۴. نتایج حاصل از سرشکنی مشاهدات GPS

ایستگاه	موقعیت	دقت
BAFT	Latitude 29° 14' 21" N	-
	Longitude 56° 34' 48" E	-
	Height 2275.7 m	-
GLGAM1127	Latitude 29° 14' 25" N	-
	Longitude 57° 19' 47" E	-
	Height 2646.4 m	-
GLGAM166259	Latitude 29° 27' 54" N	0.003 m
	Longitude 57° 16' 46" E	0.002 m
	Height 3295.4 m	0.006 m
Hezar	Latitude 29° 30' 42" N	0.003 m
	Longitude 57° 16' 16" E	0.002 m
	Height 4494.4 m	0.007 m

جدول ۵. نتایج مربوط به محاسبه ارتفاع آرتومتریک نقاط

مسیر	اختلاف ارتفاع	طول مسیر	تصحیح آرتومتریک (متر)	شیب متوسط مسیر ترازیبی
ترازیابی	ترازیابی (متر)	ترازیابی	(متر)	
DN-G	16.801	45.069	0.000	0.04%
DHDO	15.328	61.730	0.001	0.02%
DHDP	351.601	69.549	-0.027	0.51%
DHDI	406.472	168.839	0.000	0.24%
DDDH	1843.072	82.006	0.327	2.25%
DD24	-306.264	26.674	-0.039	-1.15%
DD2	719.163	34.036	0.266	2.11%
جمع	3046.173	487.905	0.529	

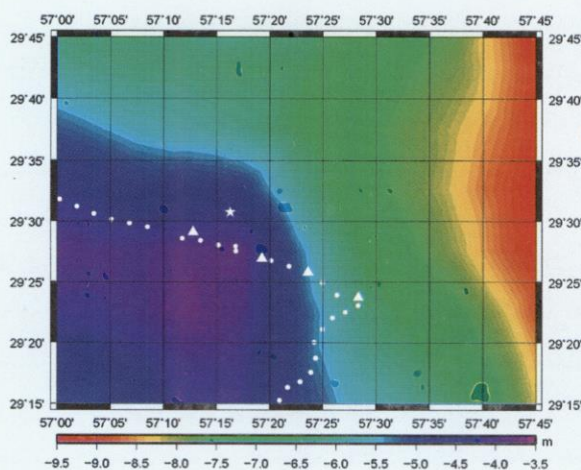
ژئوئید با مبنای ارتفاعی، از ترکیب این مدل‌ها با اطلاعات GPS-Leveling ایجاد شده، استفاده گردید. اشکال ۴ و ۵ به ترتیب ژئوئید محاسبه شده به روش استوکس-هلمرت و طول موج‌های بلند ژئوئید با استفاده از مدل EGM2008 را نشان می‌دهند. در این اشکال نقاط ترازیبی با دایره و نقاط GPS-Leveling با علامت مثلث نشان داده شده است.

جدول ۶ دقت‌های حاصل از استفاده از مدل‌های مختلف بر روی نقاط کنترل موجود در منطقه را نشان می‌دهد.

در نهایت با محاسبات انجام شده، ارتفاع ژئوئید در قله هزار برابر 5.014m- تعیین گردید. در نتیجه با در نظر گرفتن ارتباط بین ارتفاع آرتومتریک و ژئوئید، ارتفاع قله برابر 4499.416 به دست آمد که با توجه به کاهش دقت محاسبات با افزایش ارتفاع، می‌توان دقت تعیین ارتفاع را با در نظر گرفتن دقت ارتفاع ژئوئید در این

دقیق درجه دو و سه موجود در منطقه، ارتفاع ایستگاه‌های مدنظر تعیین شد. همچنین برای محاسبه تصحیح آرتومتریک و ایجاد نقاط GPS-Leveling در منطقه برای آزمایش ژئوئید و بررسی پروفیل آن در امتداد مسیر، مشاهدات GPS و گراویمتری بر روی تعدادی از ایستگاه‌های ترازیبی انجام شده است. محاسبات انجام شده نشان می‌دهد که تصحیح آرتومتریک بر روی ایستگاه‌های ترازیبی در ارتفاعات بلند منطقه هزار می‌تواند به 60cm نیز برسد. جدول ۵ نتایج مربوط به محاسبات ترازیبی دقیق را نشان می‌دهد.

بیشترین مقدار تصحیح آرتومتریک محاسبه شده مربوط به ایستگاه ترازیبی DD230210 با ارتفاع 3302.66m و برابر 59.3cm است. برای تعیین ارتفاع قله هزار، از آنجا که امکان انجام عملیات ترازیبی مستقیم وجود ندارد، باید از روش‌های دیگری نظیر ترازیبی مثلثاتی و یا تعیین ژئوئید محلی با دقت مناسب و انجام مشاهدات GPS بر روی قله، استفاده نمود. برای این منظور ژئوئید محلی به روش استوکس-هلمرت و اسفروئیدهای محاسبه شده توسط مدل‌های جهانی EGM96 و EGM2008، در نظر گرفته شده است. شایان ذکر است که به منظور سازگاری بهتر مدل‌های



شکل ۴. ژئوئید محاسبه شده به روش استوکس-هلمرت در منطقه قله هزار

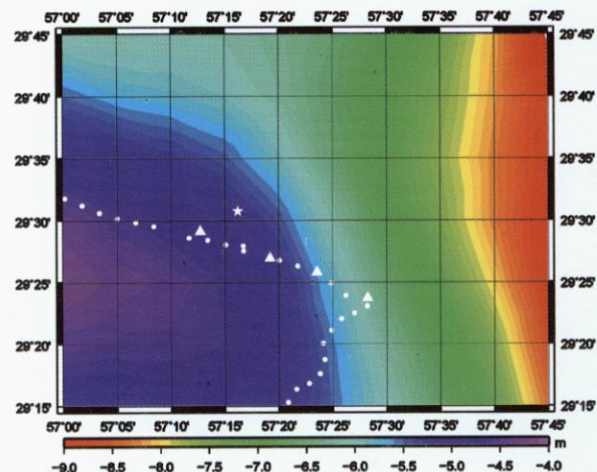
جدول ۷. خلاصه نتایج حاصل از اندازه گیری مربوط به قله هزار

پارامتر	مقدار	دقت
عرض جغرافیایی	29° 30' 42" N	0.003 m
طول جغرافیایی	57° 16' 16" E	0.002 m
ارتفاع ژئودتیک	4494.402 m	0.007 m
ارتفاع ژئوئید	-5.014 m	0.3 m
ارتفاع آرتومتریک	4499.416 m	0.3 m
شتاب ثقل	978178.229 mGal	0.006 mGal
گرادیان ارتفاعی	-0.5974	
شتاب ثقل	mGal / m	

قله هزار با استفاده از روش های محاسباتی و در نظر گرفتن مقادیر شتاب ثقل اندازه گیری شده در قله دماوند و دشت مغان، لزوم تعیین شتاب ثقل مناطق حدی در پیش بینی شتاب ثقل نقاط صعب العبور را نشان می دهد. بنابراین اندازه گیری شتاب ثقل بر روی قله دیگر برای افزایش دقت محاسبات، لازم به نظر می رسد. همچنین در تعیین ارتفاع نقاط ترازایی در منطقه از سطح مبنای ارتفاعی ایران، تصحیح آرتومتریک بالغ بر 60cm در ارتفاعات 3300m محاسبه گردید که این مقدار با توجه به وجود ارتفاعات بلندتر در ایران و فاصله نقاط شمالی کشور از سطح مبنای ارتفاعی، بیشتر خواهد بود و لزوم اندازه گیری شتاب ثقل را بر روی ایستگاه های ترازایی، با تراکم مناسب جهت محاسبه این تصحیح، نشان می دهد. در نهایت استفاده از روش های دیگر تعیین ارتفاع، نظیر ترازایی مثلثاتی جهت مقایسه نتایج به دست آمده پیشنهاد می گردد.

۷. تشکر و قدردانی

در پایان از کلیه همکارانی که در اندازه گیری های مربوطه تلاش و کوشش بسیار داشتند، به خصوص آقایان دکتر جمور، مهندس عربی، دکتر نانکلی و خانم مهندس موسوی که در تهیه داده های لازم و انجام محاسبات ما را یاری رساندند، تشکر و قدردانی می گردد. همچنین از هیات



شکل ۵. طول موج بلند ژئوئید محاسبه شده با استفاده از مدل EGM2008 در منطقه قله هزار

منطقه در حدود 0.3m برآورد نمود. بنابراین با انجام این اندازه گیری ها و محاسبات مربوطه، ارتفاع ثبت شده قله هزار (4501m) توسط هیات کوهنوردی در حدود 1.6m تصحیح گردید.

۶. خلاصه نتایج و پیشنهادات

با توجه به اندازه گیری های انجام شده، کمترین مقدار شتاب ثقل ایران بر روی قله هزار واقع در استان کرمان و برابر 978178.229mGal تعیین گردید که با در نظر گرفتن کمترین و بیشترین شتاب ثقل اندازه گیری شده، دامنه تغییرات شتاب ثقل در ایران در حدود 2Gal می باشد. جدول ۷ خلاصه نتایج حاصل از اندازه گیری های انجام شده در منطقه قله هزار را نشان می دهد. دستیابی به خطایی به اندازه 10mGal در پیش بینی شتاب ثقل

جدول ۶. دقت مدل های مختلف در منطقه (متر)

	مدل EGM 96	مدل EGM200 8	مدل استوکس - هلمرت	مدل EGM2008 بهبود یافته	مدل استوکس - هلمرت بهبود یافته
Min	0.150	-0.237	-0.617	-0.095	-0.575
Max	0.865	0.327	0.122	0.253	-0.156
Mean	0.477	0.112	-0.256	0.105	-0.362
SD	0.471	0.251	0.405	0.145	0.189

۹. منابع

- [1] Heiskanen, W.A. and Moritz, H. (1967). Physical geodesy. W.H. Freeman and Company, San Francisco, USA, 364 pp.
- [2] Vanicek, P. and Krakiwsky, E. (1986). Geodesy the Concept, second edition, North Holland, Amsterdam, The Netherlands, 697 pp.

[۳] استاندارد و دستورالعمل نقل سنجی، نگارش ۷۰، سازمان نقشه برداری، ۱۳۸۴.

کوهنوردی شهرستان راین به ویژه آقای مهدی واحدی نژاد (دبیر هیات) و اهالی محترم روستای باب زنگی که در انجام طرح مذکور همکاری های لازم را با گروه فنی سازمان نقشه برداری کشور به عمل آوردند، سپاسگزاریم.

۸. پانوشتها

1. Gravity force
2. Aristotle
3. Geocentric
4. Galileo
5. Heliocentric model
6. Isaac Newton
7. Point mass
8. Free-air
9. Bouguer plate

www.ncceshop.ir

سازمان نقشه برداری کشور

سازمان نقشه برداری کشور

سامانه فروش اینترنتی محصولات

سازمان نقشه برداری کشور

آماده ارائه خدمات به هم میهنان عزیز می باشد.

www.ncceshop.ir

زمان برای یک گیرنده GPS بهتر (Time for a Better Receiver)

نویسنده:

John Kitching - فیزیکدان موسسه ملی استانداردها و فن آوری NIST در Boulder کلرادو آمریکا

مترجمان:

کارشناس اداره کل نظارت و کنترل فنی، سازمان نقشه برداری کشور
aslebahar@ncc.org.ir

فاطمه اصل بهار

کارشناس اداره کل نظارت و کنترل فنی، سازمان نقشه برداری کشور
khodakarami@ncc.org.ir

محمد رضا خداکرمی

کارشناس اداره کل نظارت و کنترل فنی، سازمان نقشه برداری کشور
hosseini-mr@ncc.org.ir

محمد رضا حسینی

چکیده

دکتر جان کیچینگ دارای مدرک کارشناسی فیزیک از دانشگاه McGill (مونترال کانادا) در سال ۱۹۹۰ و کارشناسی ارشد و دکترای در رشته فیزیک کاربردی از انستیتوی فنی کالیفرنیا در سال ۱۹۹۵ میلادی است. وی فیزیکدان بخش فرکانس و زمان موسسه ملی استانداردها و فن آوری NIST^۱ در Boulder کلرادو است. تحقیقات مورد علاقه دکتر کیچینگ شامل استانداردهای فرکانس اتمی، نوسان‌سازهای میکروویو با نویز کم، مغناطیس‌سنج (Magnetometer) اتمی و ژيروسکوپ‌ها می‌باشد. وی در سال ۲۰۰۱ میلادی مراجع فرکانس اتمی که به اندازه ریز ساخته می‌شوند (Micro fabricate) را در NIST راه‌اندازی کرد و محقق عمده در این زمینه به‌شمار می‌رود.

۱. مقدمه

ساعت‌سازها در طول زمان، کار سخت و مشقت‌آمیزی را برای پایداری فرکانس ساعت انجام داده‌اند. نیاز به ساعتی که تا حد امکان زمان را ثابت نگه دارد و ناوبری را به پیشرفت برساند، جان هریسون (John-Harrison) را بر آن داشت که یکسری کرنومترهای دریایی که هر کدام توسعه یافته‌تر از قبلی بودند را ابداع کند. وی سرانجام H4 را ساخت که تعیین طول جغرافیایی با دقت کمتر از سی دقیقه در

سفرهای طولانی دریایی در زمان شش ماه را قادر می‌سازد. هر ساعتی شامل یک نوسان‌ساز یا مرجع فرکانس است. میزان مزیت حفظ زمان بستگی به پایداری این مرجع دارد. فنرها و چرخ دنده‌های نوسان‌کننده جان هریسون جای خود را به کریستال‌های کوارتز دقیق‌تر و مدارات الکترونیکی دادند. امروزه نوسان‌سازهای کریستال کوارتز که به‌طور انبوه تولید می‌شوند در هر قطعه الکترونیکی از ساعت‌های مچی گرفته تا گیرنده‌های GPS

یافت می‌شوند. اما آنها به عوامل محیطی از قبیل تغییر دمای پیرامون حساس هستند. نوسان‌سازهای کریستال کوارتز در گیرنده‌های GPS حتی اگر نسبت به تغییر دما نیز تعدیل شوند باز هم دارای ناپایداری‌هایی هستند که به خطاهای ساعت منجر می‌شوند و باید توسط گیرنده GPS در هنگام محاسبه موقعیت، برآورد شده و یا حذف شوند. حال در نظر بگیریم اگر ساعت گیرنده GPS به اندازه کافی بدون خطا باشد تا بتوانیم تعیین موقعیت بدون تاثیر خطای ساعت گیرنده GPS را داشته باشیم، مسلماً در این صورت موقعیت، با سیگنال‌های ماهواره‌های کمتر قابل برآورد است. به‌طوری که با سه ماهواره می‌توانیم موقعیت سه‌بعدی را تعیین کنیم. مراجع فرکانس اتمی به‌طور قابل ملاحظه‌ای بهتر از نوسان‌سازهای کریستال کوارتز عمل می‌کنند. اما دارای حجم زیاد بوده و توان بالایی را مصرف می‌کنند، لذا نمی‌توان آن

را به عنوان گزینه ای در گیرنده دستی GPS در نظر گرفت. اما همان گونه که جان هریسون در رابطه با ابداع ساعت قابل حمل با پایداری در حد ساعت های امروزه عمل کرد، جان هریسون های امروزی در رابطه با کوچک کردن ابعاد ساعت های اتمی در حد یک تراشه الکترونیکی که بر روی یک صفحه مدار کوچک چاپ می شود عمل می کنند تا بتوانند از آنها برای ابزار دستی مانند گیرنده های GPS استفاده کنند. در این مقاله به نحوه ساخت و عمل مراجع فرکانس اتمی در مقیاس تراشه الکترونیکی پرداخته می شود. این اعجاز مینیاتوری جدید در حال انتقال از آزمایشگاه به کارخانه می باشد. ساعت های اتمی و زمان سنجی دقیق، هسته اصلی هر موضوع در سیستم های ماهواره ای نوابری جهانی GNSS هستند. یک گیرنده GNSS موقعیت خود را با توجه به زیر مجموعه ای از مدارات ماهواره های به دور زمین با اندازه گیری زمان سپری شده توسط یک فرکانس رادیویی RF برای مسیر فاصله بین ماهواره و گیرنده تعیین می کند. یک گیرنده با استفاده از روش چند ضلعی بندی به تعیین مختصات سه بعدی خود و خطای ساعت گیرنده با استفاده از اطلاعات سیگنال حداقل چهار ماهواره قادر می باشد. زمان سنجی در حد نانو ثانیه برای این تعیین موقعیت در رسیدن به دقت یک متر مورد نیاز است. در بیشتر گیرنده های GNSS، ساعت آن به شکل نوسان ساز کریستال کوارتز تعدیل کننده دما TCXO^۲ است. این مراجع فرکانس کوچک، کم مصرف و ارزان بوده و برای بیشتر

عملیات پایه ای GNSS کافی هستند و امکان حصول خدمات تعیین موقعیت استاندارد SPS در سیستم GPS را فراهم می کنند. در یک تعیین موقعیت معمولی، ساعت گیرنده به طور تلویحی با زمان GPS توسط الگوریتمی که به تعیین موقعیت هم منجر می گردد، همزمان می شود. لیکن در شرایط معین، داشتن گیرنده ای که دارای ساعت پایداری از یک نوسان ساز کریستال کوارتز تعدیل کننده دما TCXO به خصوص در طول مدت زمان طولانی باشد سودمندتر است. وقتی عمل همزمانی انجام گیرد از آنجایی که زمان گیرنده تعیین شده است تعیین موقعیت فقط با سه ماهواره امکان پذیر می گردد. مزایای دیگر چنین ساعتی را در انتهای مقاله خواهیم خواند. در طول شش سال اخیر آژانس طرح های تحقیقاتی پیشرفته دفاعی DARPA^۳، انستیتوی ملی استانداردها و فن آوری NIST و چندین موسسه تجاری دیگر را برای توسعه مراجع فرکانس اتمی کم مصرف و بسیار کوچک مورد استفاده در کاربردهای قابل حمل مورد استفاده با باتری مانند گیرنده های GNSS پشتیبانی نموده است. اهداف این برنامه شامل ساخت ساعت اتمی با کارکرد کامل با حجم کمتر از یک سانتی متر مکعب (تقریباً در ابعاد یک تراشه الکترونیکی)، توان مصرفی کمتر از سی میلی وات و ناپایداری فرکانس ۱۰-۱۱ در زمان متوسط یک ساعت می باشد. در صورتی که چنین اهدافی حاصل شود پیشرفت صد برابر نسبت به وضعیت کنونی در ابعاد و توان مصرفی استانداردهای اتمی Compact کنونی حاصل

می شود. همچنین پیشرفت هزار برابر در پایداری فرکانس در مدت زمان یک ساعت نسبت به مرجع فرکانس کریستال کوارتز با همان اندازه، ابعاد و توان مصرفی مشابه خواهیم داشت.

ساخت سازه هایی در ابعاد کمتر از میلی متر با استفاده از فتولیتوگرافی و ایجاد خراش شیمیایی موضوع مورد مطالعه رشته سیستم های میکرو الکترو مکانیک (MEMS^۴) است. بسیاری از ابزارهای مورد استفاده در این روش مانند ابزاری است که در صنعت میکرو الکترونیک به کار گرفته می شوند اما برای ساخت ابزاری که هم از نظر مکانیکی و هم از نظر الکتریکی فعال هستند مورد استفاده قرار می گیرد. فن آوری های کلیدی که با استفاده از MEMS امکان پذیر گردید شامل شتاب دهنده های کیسه های هوا و پردازشگر سیگنال های رقومی در بسیاری از تلویزیون های با صفحه نمایش بزرگ می باشد. MEMS علاوه بر ابعاد کوچک آن و در نتیجه انتشار توان گرمایی کم آن، مزیت ساخت موازی بسیاری از ابزارها بر روی یک صفحه نازک و در نتیجه کاهش هزینه ساخت برای وسایل حجیم را فراهم می نماید. فن آوری ساعت اتمی در ابعاد تراشه الکترونیکی CSAC^۵ دو فن آوری پردازش MEMS با تهییج اتم و لیزر نیمه هادی را با هم ترکیب می کند. این سه نوآوری (پردازش MEMS + تهییج اتم + لیزر نیمه هادی) امکان ساخت ساعت اتمی در ابعاد یک صدم حجم ساعت های اتمی قبل را پدید می آورند. پیشرفت های تکمیلی در ابعاد ساخت و توان در حد گیگا هرتز نوسان

موقع حرکت میدان موج مایکروویو ایجاد می شوند را کاهش می دهد. برای اینکه عمل تشدید فراهم گردد ساده ترین محفظه های مایکروویو بایستی بزرگتر از طول موج انتشار مایکروویو (مثلاً $\frac{3}{2}$ سانتی متر در مورد اتم سزیم) باشد. لذا این امر در مورد کوچک شدن بسته فیزیکی محدودیت ایجاد می کند.

بیشتر طرح ها برای بسته های فیزیک ساعت اتمی در ابعاد تراشه الکترونیکی از شکل مربوط به طول موج انتشار مایکروویو با استفاده از حبس توده یکپارچه CPT^۸ انتقال اتم استفاده می کنند. این عمل به وسیله تجزیه تراز بالای وضعیت زمینی اتم به دو فرکانس جدا از هم انجام می شود که به طور همزمان به اتم ها تابیده می شوند. رفتار غیرخطی اتم ها سبب ایجاد یکپارچگی (و در نتیجه یک ممان مغناطیسی نوسانی) در اختلاف فرکانس در میدان نوری می شود. دامنه این یکپارچگی را



شکل ۱. سه زیر مجموعه یک مرجع فرکانس غیر فعال Passive و عملکرد بین آنها

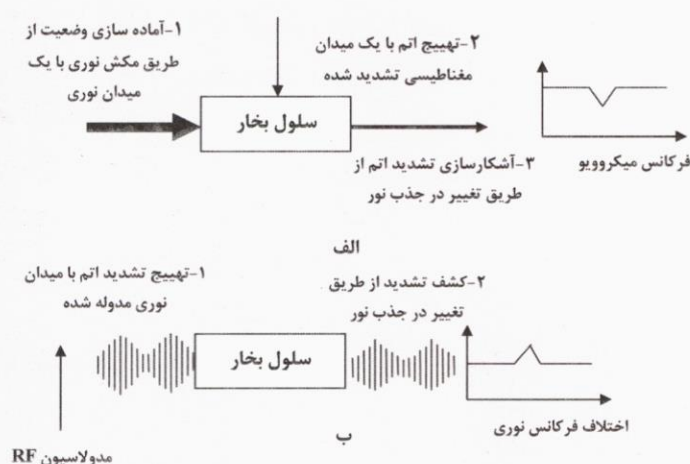
Hyperfine توسط یک میدان نوری با استفاده از یک لامپ فراهم می شوند. میدان مایکروویو دو زیر تراز وضعیت زمانی جدا شده تراز بالا را کوپل کرده یک ممان مغناطیسی نوسان کننده در اتم را در فرکانس مایکروویو تولید می کند. تغییر وضعیت اتمی در این ممان نوسان کننده از طریق تغییرات در جذب میدان نوری برای فراهم کردن اتم ها بر روی صفحه نمایش مشاهده می گردد. مشکلی که در پیکربندی ساعت های مرسوم با سلول های بخار وجود دارد این است که معمولاً سلول در داخل محفظه مایکروویو قرار دارد و محفظه امواج مایکروویو در نزدیکی اتم ها را محبوس کرده و داپلر جابه جایی هایی را که

سازها و میکرو پروسسورهای با توان مصرفی کم برای به کار گیری سرو موتورهای (Servo motors) امکان ادغام بسته های فیزیکی پیشرفته جدید را در نمونه ساعت های اتمی فراهم نموده است. با پیشرفت های انجام شده و قابل اطمینان شدن این ابزار و ساخت آنها به زودی شاهد ورود آنها در عرصه کاربردهای مختلف خواهیم بود.

۲. بسته فیزیکی ساعت^۹

«بسته فیزیکی ساعت» قلب هر ساعت اتمی است که شامل اتم های روبیدیم یا سزیم می باشد. این اتم ها نوسان متناوب دقیقی که اساس کار ساعت است را پدید می آورند. به دلیل اهمیت این عنصر در ساعت و به دلیل نقشی که فیزیک بنیادی در تعیین ابعاد آن دارد کار زیادی در این زمینه انجام می شود. لیکن، هر مرجع فرکانس (غیر فعال Passive) نیاز به نوسان ساز محلی LO^۶ برای تولید فرکانس (ناپایدار) اولیه دارد که اتم ها را تحریک کرده و یک سیستم کنترل را برای اعمال تصحیح فعال نماید. عملکرد بین این سه زیر مجموعه (LO- تحریک اتم ها- سیستم کنترل) در شکل نشان داده شده است.

در یک ساعت اتمی مرسوم با سلول های بخار (شکل ۲-الف) را ملاحظه کنید) انتقال اتم از طریق به کارگیری مستقیم یک میدان مایکروویو به اتم ها انجام می شود. اول اتم ها در یکی از زیر ترازهای وضعیت بالا Split ground State- Sublevels



شکل ۲. مکانیزم های فیزیکی مربوط به (الف) فرکانس مرجع متداول سلول بخار تحریک شده به وسیله موج مایکروویو

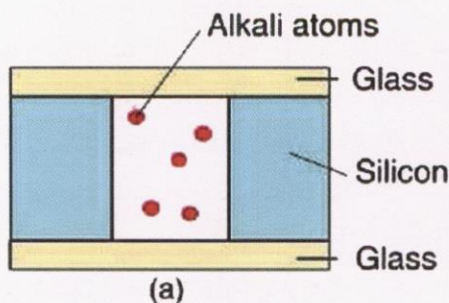
(ب) فرکانس های مرجع بر اساس حبس توده CPT

ساعت‌های اتمی که بر اساس حبس توده یکپارچه هستند با توجه به طول موج تابش میکروویو محدودیت ندارند، زیرا هیچ میدان میکروویو به اتمها اعمال نمی‌شود و به محفظه میکروویو نیز نیاز ندارد. لذا ساعت اتمی بسیار کوچکی با این روش می‌تواند ساخته شود. آزمایش‌های رومیزی انجام شده با این روش و با استفاده از ساعت‌های اتمی، ناپایداری بخش کوتاه مدت فرکانس کمتر از (10^{-13}) در ثانیه را نشان می‌دهد.

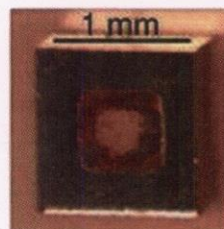
۳. سلول‌های بخار قلیایی

شاید مهم‌ترین روش که در آن سیستم‌های میکرو الکترو مکانیک در طراحی ساعت‌های اتمی با ابعاد تراشه الکترونیکی نقش دارند در رابطه با سلول بخار قلیایی است که اتم‌ها را محبوس می‌کند. در بیشتر ساعت‌های اتمی متداول، این سلول با دمیدن در شیشه ساخته می‌شود. به این صورت که به دو انتهای یک لوله شیشه‌ای پنجره‌هایی نصب می‌شوند. یک لوله تخلیه به دیواره شیشه‌ای متصل شده و سیستم تخلیه می‌شود و فلز قلیایی

شکست متغیر ساخته می‌شوند و بدین گونه شکل آینه‌های چند لایه‌ای که اصطلاحاً رفلکتورهای Bragg نامیده می‌شوند در بالا و پایین یک منطقه gain بر روی یک صفحه نازک (wafer) ایجاد می‌شود. معمولاً رفلکتورهای Bragg دارای انعکاس بالایی هستند که سبب جریان آستانه بسیار پایینی می‌شوند. همچنین بسیاری از این لیزرها برای سیستم‌های مخابراتی بهینه طراحی شده‌اند و لذا دارای عرض باند مدولاسیون بالایی که گاهی به ۱۰ گیگاهرتز هم می‌رسد می‌باشند. نمایی از ساختار لیزر و عکس یک قالب لیزری نصب شده در شکل ۳ نشان داده شده است.



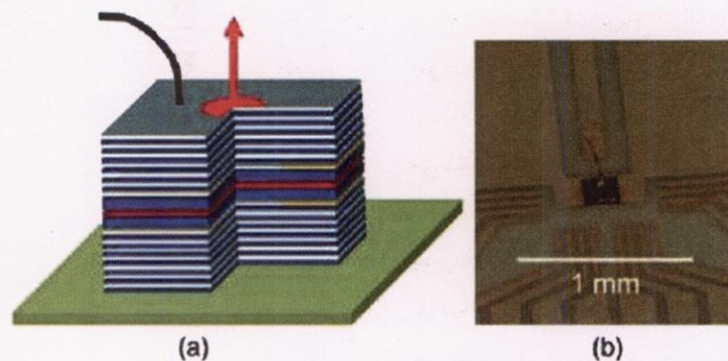
(a)



(b)

شکل ۴. (الف) هندسه سلول MEMS پایه (از نگاه پهلو)

(ب) عکس سلول در ابعاد یک میلی متری در NIST در سال ۲۰۰۳ میلادی (از نگاه بالا)



(a)

(b)

شکل ۳. قالب عمودی لیزر ساخته شده

(الف) ساختار اصلی رفلکتورهای Bragg که در بالا و پایین یک منطقه gain ایجاد می‌شود.

(ب) شکل یک قالب لیزر ساخته شده که بر روی صفحه اصلی نصب شده است.

می‌توان با استفاده از آشکارسازی جذب یک نمونه اتمی اندازه‌گیری کرد. وقتی اختلاف فرکانس بین میدان‌های نوری در نزدیکی فرکانس تجزیه‌کننده تراز بالای اتم باشد جذب توسط نمونه‌ها کاهش می‌یابد. راه متداول برای تولید میدان نوری دو فرکانسه استفاده از مدولاسیون جریان تزریق شده یک دیود لیزری می‌باشد. این مدولاسیون فرکانس (تولید شده توسط نوسان‌ساز محلی) وقتی به انتقال اتم‌ها متصل می‌شود برای مدت‌های طولانی پایدار مانده و خروجی آن ساعت اتمی می‌گردد. لیکن بیشتر دیودهای لیزری برای فعالیتشان در حدود ۱۰۰ میلی‌وات توان الکتریکی لازم دارند و لذا مدوله کردن آنها در فرکانس‌های گیگاهرتز مشکل است. لیزرهای تابش‌کننده از سطح محفظه قائم VCSELs^۹ که در طول دهه پیش توسعه یافته‌اند دارای جریان‌های آستانه بسیار پایین (در حد میلی آمپر) هستند و لذا به توان بسیار کمی برای فعالیت نیاز دارند. یک لیزر VCSEL با رشد لایه‌های مواد با ضریب

بر روی یک لایه زیرین شیشه‌ای ساخته شود. ITO هم شفاف و هم رساناست و لذا ماده مناسبی برای این نوع گرماسازها می‌باشد. جریان از داخل آن عبور کرده (و سلول را گرم می‌کند) و در بالای پنجره‌های سلول برای تماس حرارتی خوب با سلول بدون ایجاد مانع برای عبور نور نصب می‌شود. راه دیگر برای ایجاد گرما، استفاده از اثر (رد) مارپیچی فلز است که در کنار لبه‌های سلول برای ساختن گرماساز اهمی به کار گرفته می‌شود. سلول و گرماسازها در یک مجموعه نوری کنار هم قرار می‌گیرند تا پرتو نوری مورد استفاده برای تهییج اتم‌ها را تولید کنند. این مجموعه نوری شامل یک قاب لیزرهای تابش‌کننده از

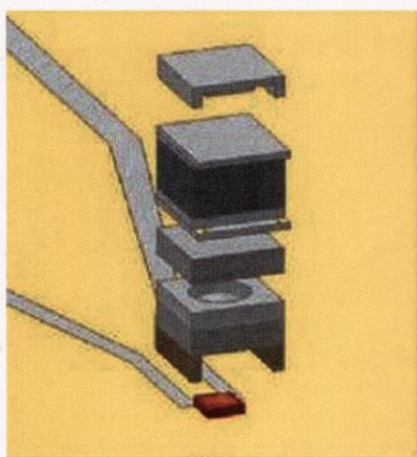
می‌تواند به سهولت از طریق پنجره‌های شیشه‌ای وارد سلول شده و از آن خارج شوند.

۴. بسته‌های فیزیکی ساعت‌های اتمی در ابعاد تراشه الکترونیکی

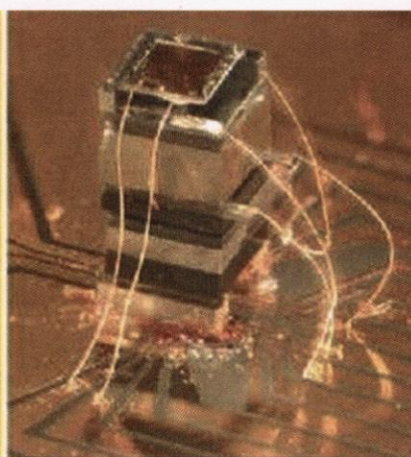
برای اینکه سلول‌ها دارای فشار بخار اتم‌های قلیایی کافی برای ارائه سیگنال قابل قبولی باشند به دلیل کوچک بودن ابعاد آنها بایستی تا نزدیکی ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شوند. گرمادهنده سلول می‌تواند با قراردادن یک لایه نازک (به ضخامت ۳۰ نانومتر) اکسید قلع ایندیم $^{110}\text{In}_2\text{O}_3$

(روییدیم یا سزیم) به داخل سلول تزریق می‌شود. در مقابل آن سلول‌های بخار قلیایی سیستم‌های میکرو الکترو مکانیک در بیشتر ساعت‌های اتمی در مقیاس تراشه الکترونیکی با خراش دادن یک سوراخ در یک صفحه بسیار نازک سیلیکون به ضخامت چند صد میکرومتر و بستن صفحه‌های بالایی و تحتانی آن توسط صفحه‌های نازک شیشه‌ای ساخته می‌شوند. نمایی از هندسه سلول سیستم میکرو الکترو مکانیک و عکس یک سلول کامل در شکل ۴ ملاحظه می‌شود.

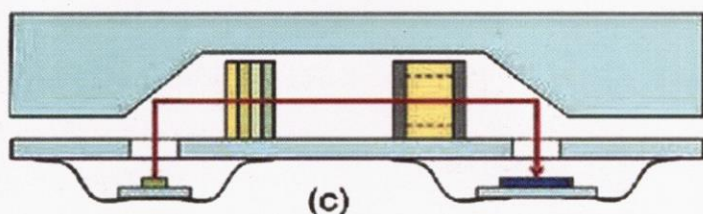
ساخت سلول با این روش دارای مزایایی نسبت به روش‌های سنتی است. اول اینکه ساخت سلول‌ها با این روش در حجم بسیار کوچک امکان‌پذیر است. زیرا که سوراخ در صفحه سیلیکون با الگوسازی لیتوگرافی تعریف می‌شود. دوم، در این روش می‌توان محدودیت ابعاد را از میان برد. سلول‌هایی که به طور نمونه برای بسته‌های فیزیکی ساخته می‌شوند دارای اندازه در حدود یک میلی‌متر هستند، لیکن در روند مبنایی پر شدن سلول که نیاز به ساخت سلول‌های با اندازه بسیار کوچکتر است تغییری پدید نمی‌آید. سوم، این روش امکان ساخت همزمان چندین سلول بر روی یک صفحه نازک با سلسله مراحل مشابه را فراهم می‌کند. این امر به کاهش قابل ملاحظه هزینه در ساخت بسته‌های فیزیکی ساعت اتمی منجر می‌شود. بالاخره، این ساختار صفحه‌ای امکان ادغام با دیگر سیستم‌های نوری و الکترونیکی را فراهم می‌کند. مخصوصاً میدان نوری مورد نیاز برای تهییج حبس توده یکپارچه اتم‌ها



(a)



(b)



(c)

شکل ۵. (الف) نمایی از یک ساعت اتمی با ابعاد تراشه الکترونیکی با هندسه قائم

(ب) نمایی از یک ساعت اتمی پیش ساخته در NIST

(ج) نمایی از یک ساعت مجتمع با هندسه افقی



کشور بردار نقشه سازمان

توانمندترین تولید کننده نقشه و اطلاعات مکانی

در بین کشورهای منطقه ،

آماده ارائه خدمات فنی و مهندسی

به همهی بخش های اجرایی و برنامه ریزی

در سطح ملی و منطقه ای

تلفن امور مشتریان : ۶۶۰۷۱۱۰۵

فروش اینترنتی : www.ncceshop.ir

رسالت خطیر سازمان نقشه برداری کشور

تهران راهبری، نظارت و ساماندهی تولید و انتشار نقشه و اطلاعات مکانی در سطح ملی

سال ۱۳۸۸

تدوین الگوی توسعه ایرانی - اسلامی

با
منظومه ملی اطلاعات مکانی

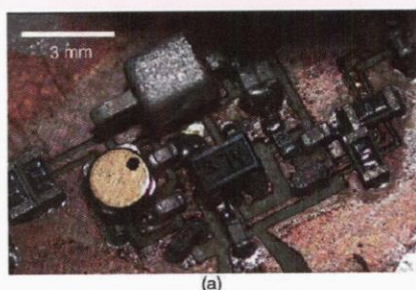
شود. وقتی نوسان ساز محلی به تشدید می رسد همان گونه که در شکل ۶-ب دیده می شود، پایداری آن به طور قابل ملاحظه ای بالاتر می رود. برای بسیاری از ساعت های اتمی در ابعاد تراشه الکترونیکی پایداری در حد 10^{-8} در حد یک ثانیه قابل دسترس است و با افزایش زمان به متوسط 10^{-11} در یک ساعت می رسد. اغلب نوسان ساز با ولتاژ کنترل شده به حلقه قفل شده با فاز با توان کم PLL^{۱۲} با نوسان ساز کریستال کوآرتز ۱۰ مگا هرتز بسته می شود. سپس این نوسان ساز با فرکانس پایین به عنوان خروجی ساعت عمل می کند. استفاده از چنین نوسان سازی توان مورد نیاز برای فعالیت دستگاه را افزایش می دهد. اما به طور قابل ملاحظه ای نویز فاز را افزایش می دهد. همچنین فرکانس خروجی ۱۰ مگا هرتز برای بسیاری از کاربردها مناسب تر است. به علاوه اینکه مدولاسیون نوسان ساز محلی مورد نیاز برای ادامه تشدید را می توان در حلقه قفل شده با فاز تولید کرد و خروجی ۱۰ مگا هرتز را بدون مدولاسیون

هرتز (سزیم) را داشته باشد برای تحریک بسته فیزیک مورد نیاز است. نوسان سازهای محلی که در بازار وجود دارند در محدوده ۲۰ تا ۴۰ میلی وات مصرف دارند. این زیر سیستم از بخش های مجزا که شامل تشدید کننده های هم محور در حد میکرومتر از جنس سرامیک هستند و با ضرایب Q در محدوده ۱۰۰ پر می شوند ساخته می شوند. تشدید کننده های صوتی با پوشش فیلم نازک نوع دیگری از فن آوری تشدید کننده هاست که ضرایب Q بالاتر در فرکانس های گیگا هرتز و تصحیح متناظر در نویز فاز نوسان ساز محلی را فراهم می کند. نوسان سازی که در شکل ۶-الف نشان داده می شود بر اساس یک تشدید کننده هم محور در حد میکرومتر است که با توان جریان مستقیم کمتر از ۵ میلی وات و به طور معمول در حد ۲ میلی وات عمل می کند. در این توان، رادیو فرکانسی با توان ۰/۲۵ میلی وات در ۳/۴ گیگا هرتز و با بار ۵۰ اهم تولید می شود که می تواند به حدود ۳ مگا هرتز با دیود Varactor کوپل شده ضعیف تغییر داده

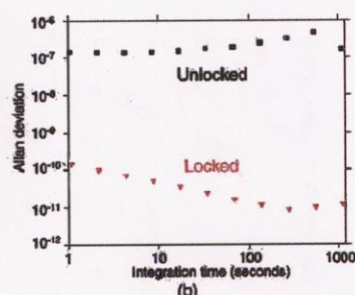
سطح محفظه قائم VCSELS، یک صفحه موج برای ایجاد قطبش مدور، یک فیلتر چگالی خنثی برای رقیق نمودن توان نور و گاهی یک عدسی موازی ساختن پرتو نور و یک قطبی کننده برای حفظ یک قطبش خروجی ثابت است. یک فتودیود Photo diode کوچک در کنار سلول در مقابل لیزر قرار داده می شود تا توان نوری فرستاده شده را کشف کند. در ساعت های اتمی با ابعاد تراشه الکترونیکی که به صورت هندسی قائم جمع آوری می شوند، مولفه ها (از قبیل لیزر، سیستم نوری و سلول) بر روی هم قرار می گیرند و شکل یک برج در مقیاس میلی متر را به صورت هایی که در اشکال ۵-الف و ۵-ب ملاحظه می شود پدید می آورند. در ابزار به صورت هندسی افقی، نور ارسال شده از لیزر موازی با صفحه نازک منعکس شده و سیستم نوری و سلول بر روی سطح صفحه نازک اعمال شده و سبب عبور نور منتشره به صورت افقی می شوند. سپس نور به سطح صفحه نازک مجددا منعکس شده و به آشکار ساز نوری^{۱۱} می رسد. نمایی از یک ساعت مجتمع با هندسه افقی در شکل ۵-ج نشان داده شده است.

۵. نوسان سازهای محلی و سیستم کنترل

یک نوسان ساز با ولتاژ کنترل شده با توان کم و به صورت فشرده که قابلیت تولید یک سیگنال در هارمونیک زیرین فرکانس تشدید ۶/۸ گیگا هرتز (روبییدیم) یا ۹/۲ گیگا



(a)



(b)

شکل ۶ زیر ساختارهای نوسان ساز محلی ساعت اتمی در ابعاد تراشه الکترونیکی (الف) نمایی از نوسان ساز محلی بر پایه یک نوسان ساز هم محور در فرکانس ۳/۴ گیگا هرتز (ب) وقتی نوسان ساز محلی به تشدید می رسد پایداری فرکانس آن در حالت های قفل شده و قفل نشده به شکل یک بسته فیزیکی با عملکرد بالا و اندازه بزرگ با کنترل الکترونیکی تبدیل می شود.

مورد استفاده قرار داد.

یک سیستم کنترل، خروجی بسته فیزیک را مورد پردازش قرار داده و سیگنالی را جهت پایدار نمودن فرکانس آن به نوسان ساز محلی بر می گرداند. این سیستم کنترل به صورت رقومی با یک میکرو پروسور با توان کم به کار گرفته می شود. سیستم کنترل علاوه بر پایدار نمودن فرکانس نوسان ساز محلی، اعمال دیگری از قبیل پایدار نمودن دمای سلول (و شاید دمای لیزر)، حفظ طول موج لیزر در مرکز انتقال نوری در اتم ها، و نمایش پارامترهایی از قبیل توان خروجی لیزر که برای عملکرد دستگاه حیاتی هستند را انجام می دهد (شکل ۷ را ببینید).

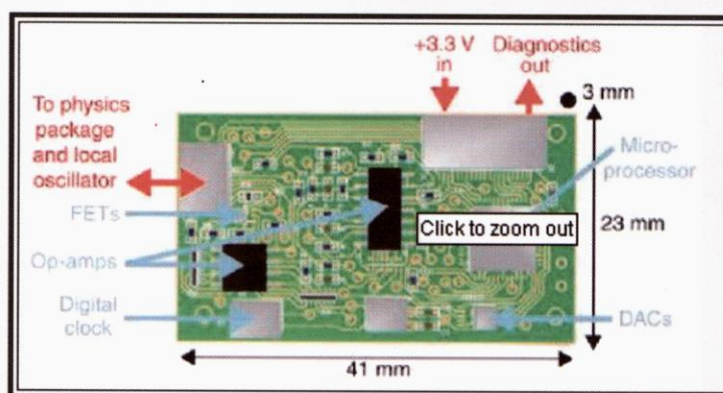
۶. کارکرد

همان گونه که بیان شد، بیشتر ساعت های اتمی در مقیاس تراشه الکترونیکی دارای ناپایداری فرکانس در حد 10^{-10} در یک ثانیه هستند که در مجموع به خطایی در حدود 10^{-11} در یک ساعت

می رسد. محدودیت ها برای زمان های انتگرال گیری کوتاه (بین یک تا 100 ثانیه) شامل عرض خط انتقال بزرگتر (معمولا چندین کیلوهرتز در $9/8$ یا $9/2$ گیگاهرتز) و اندازه بزرگترین سیگنال می باشد. عرض خط در درجه اول به وسیله عرض سلول بخار تعیین می شود و لذا ضریبی از 10 یا بیشتر از عرض خط در ساعت های اتمی با سلول های بخار بزرگتر می باشد.

ناپایداری ها در زمان های انتگرال گیری طولانی ناشی از منابع مختلفی می باشد. تغییرات در دمای لیزر سبب انتقال های AC Strak (انتقال های فرکانس تشدید مربوط به تغییرات شدت نور) می شود، در حالی که تغییرات در دمای سلول سبب انتقال های ناشی از خواص متغیر برخورد های بین اتم ها می شود. این انتقال ها در حالی که از طریق طراحی تا حدود زیادی کاهش می یابند هنوز به پایدارهای دمای لیزر و سلول در حد میلی کلوین در مدت زمان طولانی برای حفظ ناپایداری در حد 10^{-11} کسر فرکانس نیاز دارد. نمونه های کنونی ساعت های اتمی در مقیاس کوچک دارای

حجم در حدود 10 سانتی متر مکعب هستند و تقریباً با 100 میلی وات توان الکتریکی کار می کنند. لیکن، انتظار می رود طرح های جدید تا آخر سال به حجم مورد نظر یک سانتی متر مکعب برسند. همچنین در دستگاه های بدون خروجی 10 مگا هرتز به توان الکتریکی 30 میلی وات بتوان رسید. زیرا احتمالاً یک توان اضافه 10 الی 20 میلی وات برای تولید این خروجی 10 مگا هرتز مورد نیاز است. جالب است اگر کارایی پایداری توان ساعت های اتمی در مقیاس تراشه الکترونیکی را با منابع فرکانس دیگر مقایسه کنیم، همان گونه که در شکل ۸ نشان داده شده است، یک ساعت اتمی در مقیاس کوچک با توان 30 میلی وات که دارای زمان سنجی یک میکرو ثانیه در طول یک روز است می تواند برتری قابل ملاحظه ای به ساعت های تجاری داشته باشد که امروزه در زمینه زمان سنجی دقیق وجود دارند. قابلیت اطمینان موضوع قابل توجه در مورد همه ساعت های اتمی است، اما به خصوص در مورد دستگاه هایی که ممکن است در فنون بحرانی از قبیل GNSS به کار گرفته شوند بیشتر اهمیت دارد. یک منبع عمده ضعف در این زمینه VSEL است که برای ایجاد تشدید اتمی استفاده می شود. به منظور اجتناب از مصرف بیشتر توان ناشی از سرد شدن دستگاه، دمای VSEL بایستی تا حدودی بیش از حداکثر محدوده دمای محیط پایدار بماند. این دما برای بعضی از کاربردها در محدوده 40°C تا 80°C می باشد. نتایج اخیر به دست آمده از آزمایش های زمان عمر شتاب داده شده



شکل ۷. نمایی از یک سیستم کنترل به صورت رقومی با در نظر گرفتن سطح اشتراک و بعضی از اجزای آن شامل تقویت کننده موثر، ترانزیستور و مبدل رقومی به آنالوگ.

بیانگر زمان عمر بیش از شش سال برای VSEL در عملکرد تحت دمای ۹۰C است.

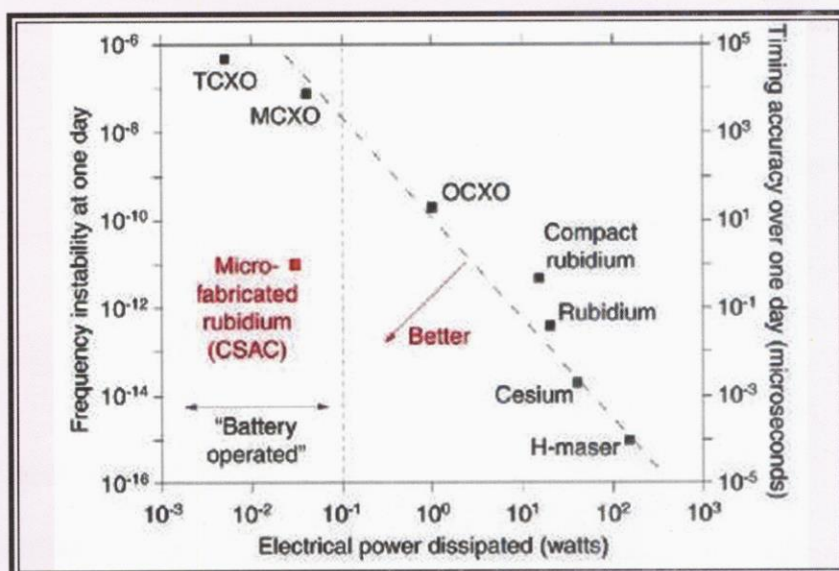
۷. کاربردها در GNSS

ساعت‌های اتمی کوچک با مصرف کم می‌توانند به روش‌های مختلف و قابل توجهی کارایی گیرنده‌های GNSS را بالا ببرند. شاید مهم‌ترین آنها توانایی بارز کسب کد است که زمان سنجی دقیق در زمان طولانی را فراهم می‌کند. برای کسب کد GNSS، گیرنده باید در فرکانس و زمان جستجویی انجام داده و زمان و فرکانس واحد را که همبستگی بالایی بین کد تولید شده توسط گیرنده و کد دریافت شده از ماهواره را نشان می‌دهد، تعیین می‌کند. اگر نامعینی در زمان و فرکانس بزرگ باشد، نیاز به توان پردازش قابل ملاحظه‌ای وجود

دارد. به خصوص در زمانی که سیگنال دریافت شده ضعیف است و یا همان‌گونه که در مورد کد $P(y)$ داریم کد طولانی است. به عنوان مثال، در شرایطی که در محیط‌های سر بسته قرار داریم و سیگنال‌های ماهواره‌ها توسط ساختمان تضعیف می‌شوند، نسبت کاهش یافته سیگنال به نویز بیان می‌کند که جمع‌آوری مشاهدات در مدت زمان طولانی‌تر برای تعیین تابع همبستگی در هر بخش جستجوی فرکانس-زمان مورد نیاز است. این خود به طولانی شدن زمان کسب کد منجر می‌گردد. همچنین، مدت زمان طولانی‌تر برای جمع‌آوری مشاهدات به این معنی است که هر مخزن جستجوی فرکانس که باریک‌تر است برای تعیین انحراف فرکانس گیرنده جستجوی بیشتری لازم است. آگاهی دقیق از زمان و فرکانس،

گیرنده را به باریک نمودن پنجره جستجو در هر دو کمیت فرکانس و زمان قادر نموده و لذا کد را در زمان کوتاه‌تری کسب می‌کند. ملاحظات مشابهی برای کسب کد $P(y)$ نیز به کار گرفته می‌شود، حتی تحت شرایطی که توان سیگنال نرمال داریم، اینها بیان‌کننده حساسیت گیرنده نسبت به اختلال و تداخل موج می‌باشد. کسب کد $P(y)$ در بسیاری از گیرنده‌های (به خصوص قدیمی) نظامی اول با کسب کد C/A که دارای طول کمتری است انجام می‌گیرد و سپس با استفاده از این اطلاعات زمانی برای کد $P(y)$ حاصل می‌شود. در حالی که این عمل کسب کد به‌خوبی در هر شرایطی کار می‌کنند، اما ایرادات قابل ملاحظه‌ای به دلیل انتشار C/A در عرض باند باریک‌تر نسبت به کد $P(y)$ در محیط مختل پدید می‌آید و لذا اختلال موج تاثیر قابل ملاحظه‌ای ایجاد می‌کند. در این حالت اگر یک ساعت کوچک با زمان سنجی یک میلی‌ثانیه در مدت زمان طولانی در گیرنده داشته باشیم نیازی به کسب کد C/A نخواهد بود.

مزیت دیگر آگاهی داشتن به زمان دقیق در گیرنده‌های GNSS این است که اصولاً موقعیت را می‌توان با تعداد ماهواره‌های کمتر از چهار ماهواره تعیین نمود. از آنجایی که زمان گیرنده یک متغیر معلوم است، فقط سه مجهول در حل موقعیت-زمان باقی می‌ماند و لذا فقط سه جزء اطلاعات برای سه ضلع‌بندی مورد نیاز است. این ممکن است به‌خصوص در محیط شهری در جایی که ساختمان‌ها و موانع دیگر به‌طور منظم دید نسبت به



شکل ۸. مقایسه پایداری زمانی فرکانس مرجع و توان لازم برای تجهیزاتی که شامل میکروپروسسور و نوسان ساز کریستال هستند.

در حال توسعه هستند. این دستگاه‌ها شامل مغناطیس سنج‌های اتمی با حساسیت‌های در حد دستگاه‌های تداخل کوانتم ابررسانا (SQUIDS)^{۱۳} و ژيروسکوپ‌های در درجه ناوبری می‌باشند.

۹. پانوشت‌ها

- 1- National Institute Of Standards and Technology
- 2- Temperature Compensated Quartz Crystal Oscillator
- 3- Defence Advanced Research Project Agency
- 4- Micro Electro Mechanical Systems
- 5- Chip Scale Atomic Clock
- 6- Clock Physic Package
- 7- Local Oscillator
- 8- Coherent Population Trapping
- 9- Vertical-Cavity Surface-Emitting Lasers
- 10- Indium Tin Oxide
- 11- Photo Detector
- 12- Phase-Locked Loop
- 13- Super Conducting Quantum Interference Devices

۱۰. منبع

- 1- "Time for a Better Receiver: Chip-Scale Atomic Frequency References" by John Kitching in GPS World, Nov 1, 2007, pp. 52-57.

ماهواره‌ها را دچار مشکل می‌کند، اهمیت خاصی داشته باشد. در خاتمه، یک ساعت دقیق می‌تواند باعث تعیین بهتر ارتفاع نسبت به سطح زمین توسط گیرنده شود. معمولاً مولفه ارتفاعی جواب به دست آمده برای موقعیت به دلیل تاثیر GDOP و عدم قطعیت در تاخیر مدل اتمسفری با دقت خوبی به دست نمی‌آید.

۸. نتیجه‌گیری

امروزه، ساعت‌های اتمی در مقیاس تراشه الکترونیکی، با حجم یک سانتی متر مکعب و مصرف ۳۰ میلی‌وات به بازار عرضه می‌شوند. این دستگاه‌ها پایداری فرکانس در حد 10^{-11} را فراهم می‌کنند و در نتیجه زمان‌سنجی در حد یک میکروثانیه در طول یک شبانه روز و یک میلی‌ثانیه در طول یک سال را فراهم می‌کنند. مبنای اتمی دقیق برای گیرنده‌های GPS دستی که با باتری‌های معمولی کار می‌کنند توانایی‌های جدیدی از قبیل مقاومت بالاتر در برابر اختلال و تداخل امواج، کسب سریع‌تر زمان و عملکرد مطمئن‌تر گیرنده را فراهم می‌کنند. این دستگاه‌ها بر اساس تقارب سه زمینه جداگانه: فیزیک اتمی، سیستم‌های میکرو الکترو مکانیکی و لیزرهای نیمه‌هادی کم‌مصرف هستند. همچنین دستگاه‌های دیگری بر اساس طرح‌ها و روش‌های ساخت مشابه

www.ncc.org.ir
www.ncc.org.ir

پالایش و ارزیابی کیفی مدل ارتفاعی رقومی ایران (DEM) و تولید تراکم‌های مختلف بر اساس کاربرد آنها در محاسبات فیزیکال ژئودزی

نویسندگان:

مهندس بهاره شریفات	کارشناس بخش فیزیکال ژئودزی اداره کل نقشه برداری زمینی، سازمان نقشه برداری کشور
مهندس یعقوب حاتم	کارشناس ارشد بخش فیزیکال ژئودزی اداره کل نقشه برداری زمینی، سازمان نقشه برداری کشور
مهندس حمیده چراغی	کارشناس ارشد بخش فیزیکال ژئودزی اداره کل نقشه برداری زمینی، سازمان نقشه برداری کشور

sharifat@ncc.org.ir

hatam@ncc.org.ir

cheraghi@ncc.org.ir

چکیده

منطقه، تهیه نقشه‌های تصویری و عکسی، مکان‌یابی بهینه برای نصب آنتن‌های مخابراتی، تولید GIS سه بعدی و استفاده در طرح‌های مهندسی از جمله طراحی مسیر و تعیین حجم عملیات خاکی (با استفاده از پروفیل‌های تولید شده) است. اندازه پیکسل DEM های ۱ ثانیه، ۳۰ متر می‌باشد، اندازه پیکسل DEM های ۳ ثانیه، ۹۰ متر می‌باشد. DEM های ۰/۳ ثانیه در اداره پردازش تصاویر سازمان نقشه برداری کشور تهیه شده است. قدرت تفکیک این DEM ها ۱۰ متر می‌باشد.

در محاسبه ژئوئید و در مباحث مربوط به تصحیح توپوگرافی و همچنین در محاسبه اثر میدان ثقل زمین بر روی ارتفاع‌های تراز یابی دقیق، به یک سری اطلاعات ارتفاعی نیاز است. DEM ها که مخفف کلمات DIGITAL ELEVATION MODEL هستند حاوی اطلاعات ارتفاعی به ازای مناطق مختلف می‌باشند که در این رابطه کمک به سزایی به ما می‌کنند. با توجه به نیاز استفاده از این DEM ها برای تهیه ژئوئید، لازم بود که ابتدا دقت و صحت این DEM ها بررسی گردد. در مقایسه این DEM ها با داده‌های GPS و تراز یابی مشخص شد که حدوداً ۸۰٪ بین این داده‌ها تطابق وجود دارد. این DEM ها در بعضی نقاط مثل دریاها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و ... دارای ارتفاع ۱۰۰- می‌باشند که لازم بود تصحیح شوند. همچنین مختصات چهارگوشه DEM ها می‌باید مضرب صحیحی از ثانیه می‌شد. از آنجا که حجم DEM های اولیه (۰/۳ ثانیه) خیلی زیاد بود و عملاً کار را با مشکل مواجه می‌کرد این DEM ها به ۱ ثانیه، ۳ ثانیه و ۳۰ ثانیه تبدیل شد که مراحل مختلف در این مقاله ذکر شده است.

۲. تهیه DEM با تراکم ۱ ثانیه

از روی DEM با تراکم ۰/۳ ثانیه

به ازای هر استان یک DEM ۰/۳ ثانیه در اداره پردازش تصاویر سازمان نقشه برداری کشور موجود است که البته در مناطق غربی کشور و مناطق مرزی تعداد DEM ها کمتر است و در واقع برای مناطقی DEM موجود نمی‌باشد. با استفاده از نرم افزار

شده در شیت‌های ۱:۲۵۰۰۰ و با مساحت

تقریبی ۱۶۰ کیلومتر مربع و در دو فرمت PIX

و TEXT می‌باشد. روش درون‌یابی

(انتریولاسیون) روش TRANSFORMATION

DISTANCE و روش نرم‌سازی به روش DEM

FINITE DIFFERENCE است. مناطق بدون

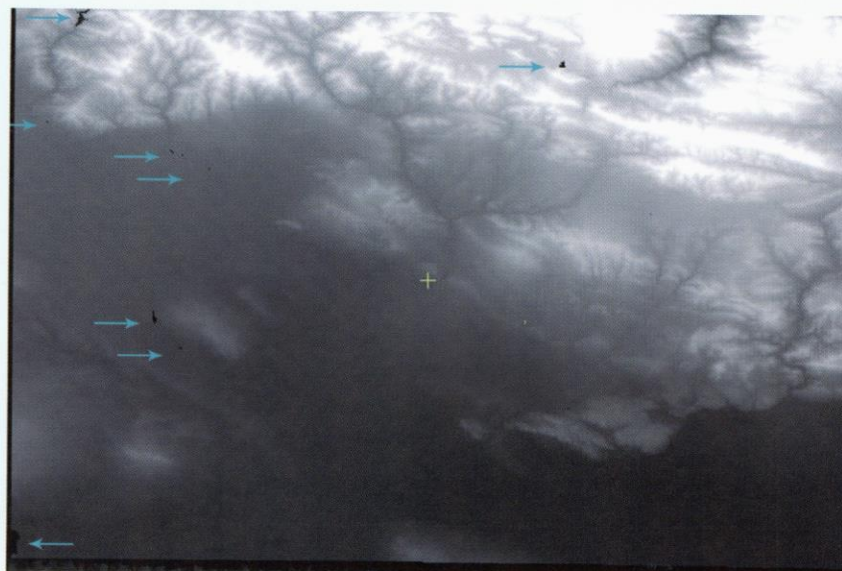
ارتفاع دارای ارتفاع ۱۰۰- است. کاربردهای

آن در بازنگری نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰، تعیین

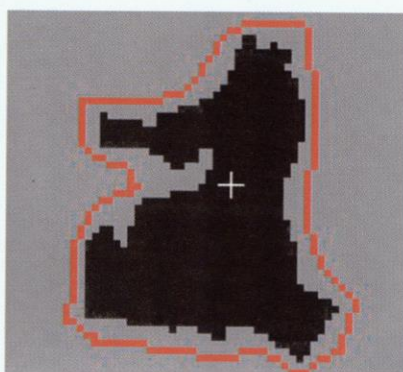
ژئوئید دقیق، شبیه‌سازی حرکت بر فراز

۱. مقدمه

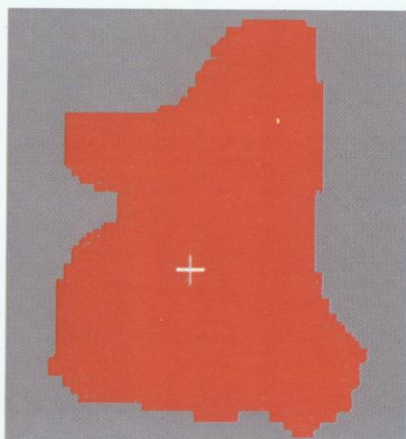
به‌طور کلی DEM های موجود در سازمان نقشه برداری کشور با استفاده از اطلاعاتی شامل نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، نقطه ارتفاعی، منحنی میزان، آبریز و پهنه آبی تهیه می‌گردد. سطح مبنای ارتفاعی، ایستگاه جزرومدسنج بندرعباس است و سیستم مختصات UTM، بیضوی WGS84 و تفکیک



شکل ۱. نمونه یک DEM اولیه قبل از برطرف شدن اشکالات آن



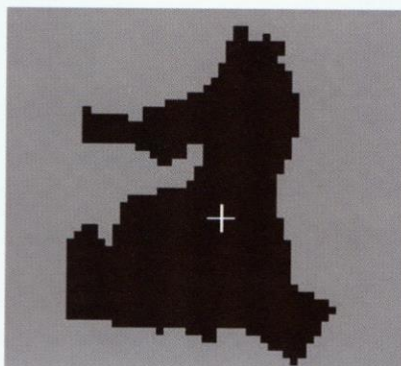
شکل ۳. در این تصویر محدوده خطا مشخص شده است.



شکل ۴. کل قسمتی که باید ارتفاعش واسطه یابی گردد، علامت گذاری شده است.

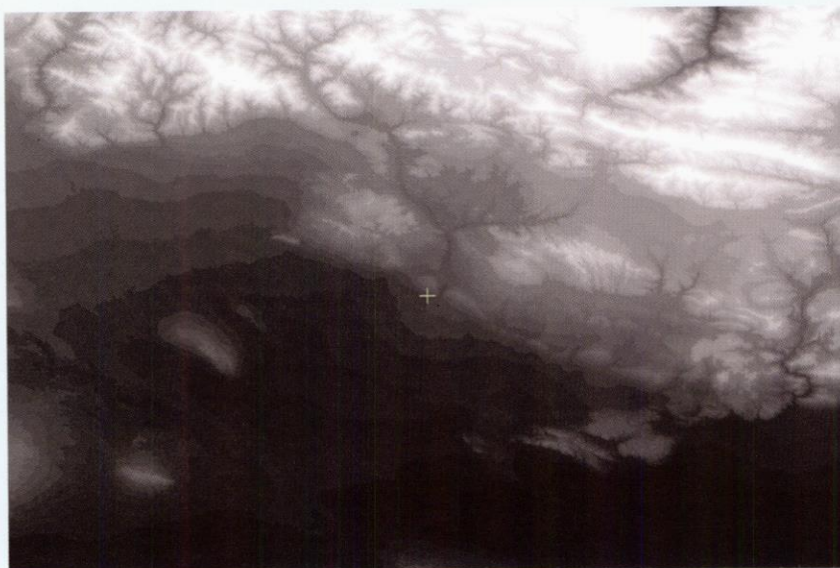
DEMهای ذکر شده با هم همپوشانی دارند. در این نرم افزار وقتی دو DEM کنار هم را با هم یکی می کنیم در قسمت های مشترک برای هر نقطه فقط یک ارتفاع در نظر می گیریم و آن ارتفاع DEM دوم است که بر روی DEM اول منتقل می شود، در نتیجه در این فرایند، مشکلی ایجاد نمی کند. بدین ترتیب DEM ۱ ثانیه ایران در چهار بخش تهیه شد.

با توجه به شکل ۱ مشاهده می شود که در این DEM اولیه دو اشکال وجود دارد یکی



شکل ۲. منطقه نشان داده شده در شکل دارای ارتفاع ۱۰۰- می باشد که اشتباه محاسبه شده و باید تصحیح گردد.

DEMهای ۰/۳ ثانیه را به ۱ ثانیه تبدیل شد. به علاوه در این قسمت این کارایی وجود دارد که (ϕ, λ) ابتدا و انتهای DEM مضرب صحیحی از ۱ ثانیه شود یعنی تا دقت ۱ ثانیه تبدیل شود. در مناطقی در این DEM ها که دریا، دریاچه یا رودخانه و ... وجود دارد ارتفاعات دچار مشکل شده اند و همان طور که در شکل ۲ مشاهده می شود در بعضی نقاط ارتفاع ۱۰۰- وجود دارد که غیر واقعی است و این مسئله باید رفع گردد. همچنین در اطراف هر DEM ارتفاعات غلط به صورت یک کادر موجود است که می باید حذف شود، که همزمان با تهیه DEM ۱ ثانیه این کادر غلط، حذف شد. همچنین در مورد ارتفاعات نادرست دریا، دریاچه یا رودخانه و ... به این ترتیب عمل شد: شکل ۲ منطقه ای با ارتفاع ۱۰۰- را نشان می دهد، همان طور که در شکل ۳ می بینید در اطراف هر منطقه با ارتفاع غلط کادری کشیده شد و با توجه به شکل ۴ با استفاده از امکانی که در نرم افزار وجود دارد، از طریق واسطه یابی به این مناطق ارتفاع داده شد. منطقه تصحیح شده در شکل ۵ قابل رویت است. در نهایت DEMهای ۱ ثانیه با نمونه برداری از ۰/۳ ثانیه به دست آمد. حجم DEMهای ۱ ثانیه از ۰/۳ ثانیه کمتر است اما باز حجم زیادی را اشغال می کنند. به طور مثال حجم یک DEM ۰/۳ ثانیه تهران ۳۹۴ مگابایت است در حالی که حجم DEM ۱ ثانیه تهران ۴۵ مگابایت است. اگر بخواهیم ایران را به صورت یکپارچه با DEMهای ۱ ثانیه داشته باشیم مجبوریم ایران را به چهار بخش تقسیم کنیم و برای هر بخش این DEMها را با هم یکپارچه کنیم. شایان ذکر است که

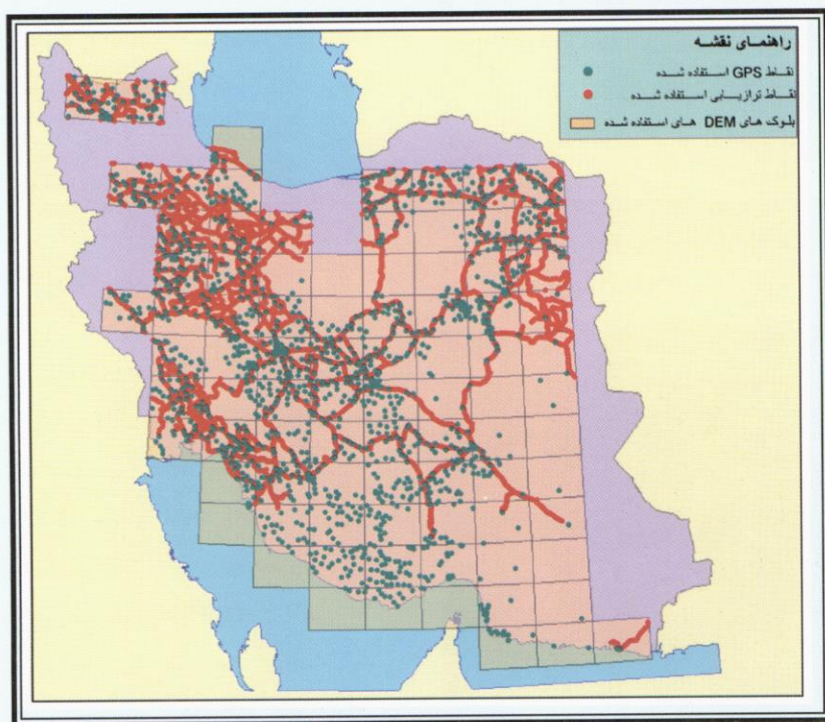


شکل ۶. نمونه یک DEM تصحیح شده

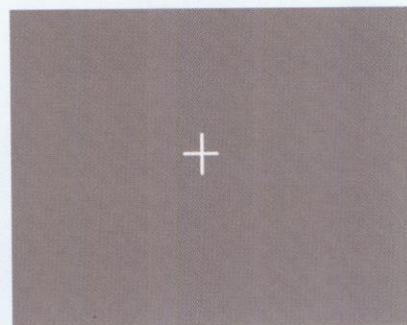
یک از چهار قسمت DEM با تراکم ۳ ثانیه استفاده گردید و با میانگین گیری از آنها به DEM ۳۰ ثانیه تبدیل شد. سپس با استفاده از DEM SRTM ۳۰ ثانیه به عنوان پس زمینه و

۴. تهیه DEM با تراکم ۳۰ ثانیه

از DEM با تراکم ۳ ثانیه جهت تهیه DEM با تراکم ۳۰ ثانیه، از هر



شکل ۷. پراکندگی نقاط GPS و ترازبانی



شکل ۵. همان منطقه پس از تصحیح

حاشیه DEM است که ارتفاع اشتباه دارد و دیگری محل دریاچه ها و رودخانه ها می باشد که به وسیله فلش ها مشخص شده اند. شکل ۶ یک DEM را پس از اصلاح نمایش می دهد.

۳. تهیه DEM با تراکم ۳ ثانیه

از DEM با تراکم ۱ ثانیه

پس از تهیه DEM های ۱ ثانیه با استفاده از این DEM ها، DEM های ۳ ثانیه تهیه شد. با استفاده از نرم افزار PCI GEO MATICA این عملیات انجام شد و به ازای هر استان یک DEM ۳ ثانیه تهیه شد. سپس کل ایران به چهار قسمت تقسیم شد و برای هر قسمت این DEM ها کنار هم چیده شد. برای پس زمینه کار از DEM، SRTM ۳ ثانیه استفاده شد تا هر جا DEM وجود نداشت فضای خالی پر شود. سپس چهار قسمت تهیه شده روی این SRTM منطبق گردید [۱].

به منظور استفاده از این DEM ها در تهیه ژئوئید می باید هر قسمت از این کار به صورت ۱ درجه در ۱ درجه مجزا شود.

بدون در نظر گرفتن ۳٪ اختلاف ارتفاع‌های فاحش به دست آمده (اختلاف ارتفاع‌های بالای ۱۰۰ متر ذکر شده در متن فوق) می‌باشد.

با توجه به مقادیر جدول می‌توان نتیجه گرفت که در بیشتر مناطق بین DEM و نقاط ترازیبی و GPS همخوانی وجود دارد. در شکل ۸ اختلاف ارتفاع نقاط با DEM در بلوک‌ها نشان داده شده است.

همان‌طور که در شکل ۸ مشخص است، نقاطی که در مناطق مرتفع واقع شده‌اند، اختلاف ارتفاع بیشتری دارند. از دلایل این اختلاف ارتفاع می‌توان این نکته را ذکر کرد که DEM‌ها با دقت ۱۰ متر تهیه شده‌اند و در مناطق کوهستانی تغییر ارتفاع شدیدتر است، بنابراین این اختلافات زیاد می‌شود.

جدول ۱. محدوده اختلاف ارتفاع بین DEM و نقاط GPS و ترازیبی

درصد	اختلاف ارتفاع بین DEM و نقاط GPS و ترازیبی
۷۷/۸۴	$0 \leq Dh \leq 10$
۱۶/۵۸	$10 < Dh \leq 30$
۳/۳۷	$30 < Dh \leq 50$
۲/۲۱	$50 < Dh \leq 100$

آن منطقه همخوانی وجود ندارد. احتمال دارد که این اختلاف ناشی از داده‌های نادرست ترازیبی و یا GPS باشد. اختلافات ارتفاع DEM و ارتفاع نقاط در جدول ۱ آمده است. نتایج مندرج شده در جدول

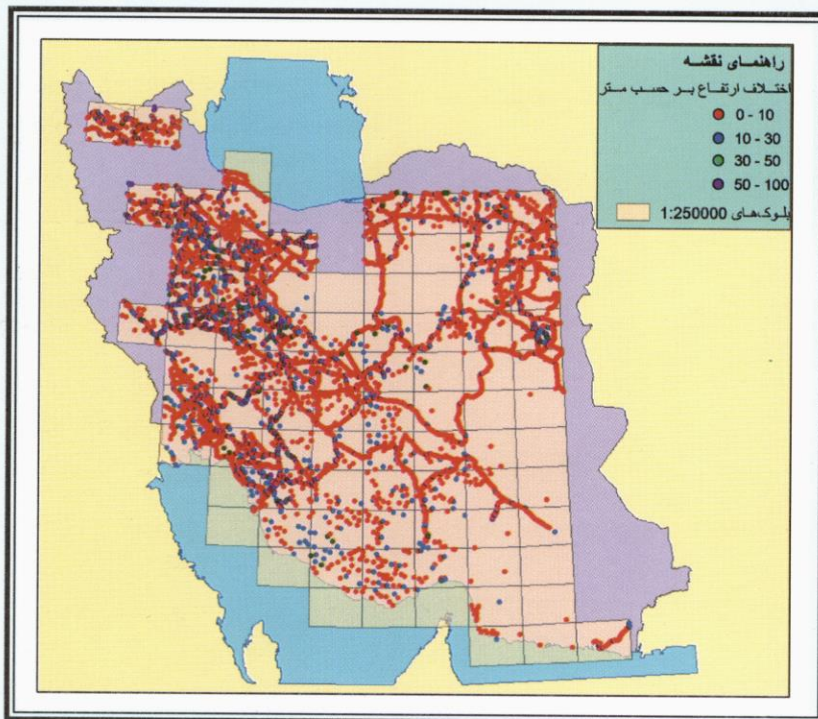
منطبق کردن این چهار قسمت روی آن، یک DEM ۳۰ ثانیه برای کل ایران تهیه گردید [۲].

۵. ارزیابی دقت DEM

در این طرح دقت DEM‌های ده متری تهیه شده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. این DEM‌ها با مقادیر ارتفاعی موجود که از اطلاعات شبکه‌های ترازیبی درجه ۱، ۲ و ۳ و نیز شبکه‌های GPS درجه ۱، ۲ و ۳ به دست آمده، مقایسه می‌شوند. تعداد ۸۶ بلوک که تا زمان انجام محاسبات، DEM‌هایشان توسط اداره پردازش تصاویر تهیه شده است، مورد ارزیابی قرار گرفتند.

تعداد نقاط مربوط به شبکه‌های ترازیبی درجه ۱، ۲ و ۳ که در این ۸۶ بلوک واقع شده بود برابر ۹۶۳۴ نقطه بود و تعداد نقاط مربوط به شبکه‌های GPS درجه ۱، ۲ و ۳ برابر با ۱۸۳۶ نقطه بود. در مجموع از تعداد ۱۱۴۷۰ نقطه موجود برای ارزیابی DEM‌های ده متری استفاده شد. برای ارزیابی داده‌های GPS و تطابق آنها با سایر داده‌ها ارتفاع نقاط مربوط به شبکه GPS با استفاده از ژئوئید EGM96 به ارتفاع ارتومتریک تبدیل گردید. شکل ۷ پراکندگی نقاط GPS و ترازیبی را نشان می‌دهد.

در این ارزیابی اختلاف ارتفاع بین DEM و نقاط استفاده شده موجود محاسبه شد. نتایج به دست آمده نشان داد که در حدود ۳٪ از اختلاف ارتفاع‌های به دست آمده بیشتر از ۱۰۰ متر می‌باشد. با بررسی انجام شده در منطقه‌ای که این اختلاف ارتفاع فاحش بین DEM و ارتفاع نقاط وجود داشت، مشخص گردید که بین ارتفاع نقاط ترازیبی و GPS در



شکل ۸. اختلاف ارتفاع نقاط با DEM در بلوک‌ها

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

وجود DEM ها با دقت‌های مختلف، یک‌سری اطلاعات ارتفاعی منظم را در اختیار ما قرار می‌دهند و برای کلیه امور که در آنها بحث ارتفاع در نقاط مختلف مطرح است کاربرد می‌باشند. در این تحقیق اشکالات و مناطق خالی DEM های تهیه شده توسط سازمان نقشه‌برداری کشور ابتدا رفع گردید و سپس با استفاده از اطلاعات نقطه‌ای ژئودزی (ارتفاع‌های GPS با اعمال مدل ژئوئید به آنها و نیز ارتفاع‌های ارتومتریک حاصل از ترازیبی و ثقل‌سنجی) در سطح ایران مورد ارزیابی کیفی قرار گرفت. همچنین تراکم‌های

مختلف DEM مورد نیاز جهت محاسبات فیزیکی ژئودزی (مدل‌سازی میدان ثقل زمین و تعیین ژئوئید) فراهم گردید. به عنوان پیشنهاد توصیه می‌گردد جهت بهبود کیفی DEM ها در تهیه آنها علاوه بر منابعی که در مقدمه ذکر شده از داده‌های ارتفاعی ژئودزی و یا از داده‌های INSAR هم کمک گرفته شود.

۷. تشکر و قدردانی

این مقاله با استفاده از داده‌های DEM های ۰/۳ ثانیه در ۰/۳ ثانیه، داده‌های ترازیبی — دقیق و GPS که سازمان نقشه‌برداری در اختیار ما قرار داد انجام

گردیده است که بدین وسیله از این سازمان قدردانی می‌نمایم.

۸. پانوش

1-Shuttle Radar Topography Mission

۹. منابع

۱. DEM با تراکم ۳ ثانیه در ۳ ثانیه (SRTM ۳ ثانیه) که از

پایگاه اینترنتی زیر استخراج شده است:

<ftp://edcscgs9.cr.usgs.gov/pub/data/srtm/Eurasia>

۲. DEM با تراکم ۳۰ ثانیه در ۳۰ ثانیه (SRTM ۳۰ ثانیه)

که از پایگاه اینترنتی زیر استخراج شده است:

<ftp://edcscgs9.cr.usgs.gov/pub/data/srtm/Eurasia/>

برگ در خواست اشتراک نشریه علمی و فنی نقشه‌برداری



امور مشترکین نشریه نقشه‌برداری

به پیوست قبض شماره 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

متقاضی محترم: لطفاً برای اشتراک نشریه علمی و فنی نقشه‌برداری در تهران و شهرستانها مبلغ موردنظر را به حساب شماره ۹۰۰۰۳ 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 «دفتر نشریه نقشه‌برداری».

تلفن دفتر نشریه: ۶۶۰۷۱۱۲۵

تلفن سازمان: ۶۶۰۷۱۰۰۹-۹

(تلفن داخلی اشتراک ۴۱۸)

دورنگار: ۶۶۰۷۱۰۰۰

(ضمناً حداقل مبلغ اشتراک برای ارسال

۱۲ نسخه نشریه ۱۴۰۰۰ ریال است.)

قدرت اطلاعات مکانی

مصاحبه GIM با مدیر کل و رئیس اجرایی سازمان نقشه برداری بریتانیا
(Vanessa Lawrence)

نویسنده: Chistiaan Lemmen - سردبیر مجله GIM International

مترجمان:

استادیار آموزشکده سازمان نقشه برداری کشور

دکتر علیرضا قراگوزلو

a-ghara@ncc.org.ir

با همکاری: خانم‌ها مهندس مریم صارمی و مهندس مهرانگیز حسنخانی

شرکت‌های بیشتری با این سازمان و همچنین استفاده بیشتر از داده‌های خود را شاهد باشیم.

✓ آیا می‌توانید شاهد روزی باشید که میلیون‌ها نفر از اطلاعات مکانی استفاده می‌کنند؟

ما سرفصل اهداف دولتی را قابل دسترس کردن اطلاعات، برای بخش عمومی قرار داده‌ایم. (به عنوان مثال در اواخر سال گذشته شبکه و محیطی را راه‌اندازی نمودیم که در آن علاقمندان می‌توانند مسیرهای دلخواه را روی رایانه جستجو، ترسیم و مشخص نمایند. این موضوع تاکنون یک طرح جدید در بخش عمومی بوده و من بسیار به آن مفتخرم). اطلاعات مکانی هرگز کاربردی چنین گسترده و یا سودرسانی به این تعداد را نداشته‌است. عرضه اطلاعات در رابطه با قدرت اطلاعات مکانی و توضیح و تفسیر آن در رایانه در سیستم‌های ردیابی ماهواره‌ای و جنبه‌های دیگر زندگی روزمره نیز افزایش یافته‌است و ما در اینجا نقش

به عنوان تهیه کننده اطلاعات مکان‌مبنا در میان اطلاعات جدید اقتصادی انتخاب شود و این یعنی سازمان نقشه برداری و همکاران ما همگی مسئول توسعه چارچوب‌های بنیادی مربوط به جغرافیای کشور هستند. وظیفه ما جمع‌آوری، تکمیل، ترسیم و طبقه‌بندی موضوعات جغرافیایی می‌باشد که دولت و جامعه را قادر می‌سازد به عنوان یک واحد کل عمل کند. ما زیر مجموعه حکومت هستیم نباید تنها به فکر سود شخصی بوده بلکه با چشم‌پوشی از هزینه هایمان و باز گرداندن سود مازاد به دولت و سرمایه‌گذاری به روش مناسب قادر خواهیم بود استفاده از اطلاعات جغرافیایی را در آینده به حداکثر برسانیم. ما در حدود پانصد نماینده تجاری داریم که برای تولید محصولات و خدمات با ارزش خود به اطلاعات ما متکی هستند.

بخش‌های تجاری مانند بانک‌ها و بیمه‌ها هنوز در مراحل اولیه استفاده از قدرت زیاد اطلاعات مکانی هستند اما با رشد این صنعت امیدواریم که همکاری

در اواخر قرن پراشوب هجدهم، دولت بریتانیا به هیأت نقشه برداری که در آن زمان در وزارت دفاع بود، دستور نقشه برداری از سواحل جنوبی کشور را صادر کرد. در حال حاضر سازمان نقشه برداری بریتانیا یک سازمان غیرنظامی خودکفا با درآمد سالانه حدود ۱۰۰ میلیون پوند است که به رغم اینکه هنوز هم بخشی از دولت بریتانیا است، اما از سال ۱۹۹۹ اجازه استفاده از منابع درآمد خود را دارد. این سازمان ۱۵۰۰ نفر کارمند دارد که از این تعداد ۳۰۰ نفر نقشه بردار هستند. چگونه سازمان نقشه برداری OS (Ordnance Survey) با رقابت‌های فنی و نیازهای اجتماعی روبه‌رو می‌شود؟ تولیداتش چه بوده و چه فرصت‌هایی برای پیشرفت ارائه داده است؟

خانم وانسا لورنس که از سپتامبر ۲۰۰۰ عهده‌دار اداره این سازمان است دوستانه به سوالات ما پاسخ داد.

✓ ماموریت، افق کاری دیدگاه‌های تجاری و اهداف این سازمان چیست؟ چشم‌انداز این سازمان این بوده که

کلیدی را ایفا کرده و می‌خواهیم شاهد ادامه و گسترش این برنامه در سال‌های آتی باشیم.

✓ فعالیت عمده شما چیست و مشتریان اصلی شما چه کسانی هستند؟

فعالیت اصلی ما حفظ نقشه‌های مرجع سازمان، ثبت دقیق اطلاعات جغرافیایی بریتانیا و ایجاد بزرگ‌ترین بانک اطلاعاتی در مقیاس جهانی است. ما این فعالیت‌ها را از طریق ۳۰۰ نقشه‌بردار زمینی در سراسر کشور انجام می‌دهیم و همچنین دو هواپیما داریم. هر روز در حدود ۵۰۰۰ تغییر در نقشه‌های مرجع این سازمان رخ می‌دهد که این اقدامات با اطمینان از کار همکارانمان و بر اساس دقیق‌ترین اطلاعات انجام می‌شود. نقشه‌های مرجع سازمان، مجموعه‌ای از محصولات است که از آدرس‌های توپوگرافی، حمل و نقل و لایه‌های شبیه‌سازی حاصل می‌شود. هر کدام به تنهایی یک ابزار تجاری قوی است اما به خاطر توپوگرافی یکپارچه مشتریان ما از دو لایه یا بیشتر در آن واحد استفاده می‌کنند. هم‌اکنون نیروی پلیس در حال استفاده از نقشه‌های مرجع توپوگرافی و لایه‌های شبکه انتقالی جامع با اطلاعات خود برای نظارت و کنترل رفتارهاست. شبکه ملی، اتحادیه و شرکت بزرگراه‌ها و شرکت نوکیا بخشی دیگر از مراجعان این سازمان هستند. سازمان نقشه‌برداری اطلاعات دقیق و صحیحی را برای استفاده از GPS دقیق فراهم می‌کند تا کاربران برای جمع‌آوری اطلاعات به دقت سانتی‌متر برسند. نقشه‌های این سازمان در بسیاری از

برای ارائه این مهارت‌ها برای عموم است. ما در بخش خصوصی نیز در Insurance Time's Questions شرکت کردیم که موضوع زمان، فرصتی ایجاد کرد تا بفهمیم که خواسته‌های شرکت بیمه از اطلاعات مکانی چیست. اساس کار سازمان نقشه‌برداری، بازخورد مشتریان است. به طور دقیق‌تر دسامبر سال گذشته اولین گام را برداشته و از ۲۰ توسعه‌دهنده دعوت کردیم تا آن را امتحان کنند و بازخورد آنها این اطمینان را ایجاد کرد که اطلاعات مکانی برای اهداف آتی مناسب است.

✓ گرایش عمده محصولات و خدمات Ordnance Survey چیست؟ آیا این گرایش‌ها بر روش‌های نوینی که برای ایجاد داده‌های مکانی به کار می‌گیرید تاثیری خواهد داشت؟

ما قطعاً تمایل داریم که برای سهولت تولید محصولات و داده‌ها و ارائه به کاربران و مشتریان، به جزئیات و مولفه‌های داده‌ها بپردازیم. بیشتر مشتریان ما تصمیم می‌گیرند که چه داده‌ای را می‌خواهند، در مقابل ما هم به عنوان تهیه‌کننده به آنها پیشنهاد می‌دهیم که از کدام داده استفاده نمایند. البته این موضوع در خدمات اینترنتی (تحت وب) ما جایی که مشتریان به آن مراجعه می‌کنند، بیشتر انعکاس داده خواهد شد. برای سهولت این امر باید مطمئن باشیم که داده‌ها با استانداردهای رایج تولید می‌شوند. از دیدگاه تاثیر بر فن‌آوری، به جمع‌آوری و توزیع داده‌هایی نیاز داریم که تا حد امکان سازگار و انعطاف‌پذیر باشند و به همین دلیل شبکه سازمان نقشه‌برداری و شبکه

کاربردهای بزرگ مقیاس شامل صنایع ساختمانی و تحقیقاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. خیلی از افراد ما را با نقشه‌هایمان می‌شناسند و ما هر ساله میلیون‌ها برگ نقشه چاپ کرده به بازار عرضه و می‌فروشیم اما به دلیل رشد کلی در صنعت نقشه‌برداری تنها ۱۰ درصد از درآمد سالیانه از طریق نقشه‌های کاغذی حاصل می‌شود. اطلاعات ما مبتنی بر یافته‌های ماهواره‌های موقعیت‌یاب، صنایع، حمل و نقل در بخش خدماتی و بیمه و مدیریت بحران است.

✓ نحوه دریافت بازخورد شما از مشتریان خود جهت بهبود کیفیت محصولات و ارائه خدمات چگونه است؟

اهداف برنامه سازمان نقشه‌برداری ارتقا ارتباط کاری نزدیک‌تر با مشتریان و نمایندگان است. با کار کردن با یکدیگر در جهت تولید بهترین محصول، موفق خواهیم شد تا نیازهای مشتریان خود را برآورده ساخته و آنها را در زمان اخذ داده‌های جدید از هر لحاظ پشتیبانی کنیم. سال گذشته یک سری سمینارهایی هم در سطح نهادهای محلی و هم در سطح سرویس‌های اضطراری برای مشتریان خود برگزار نمودیم که تجربه آموزشی خوبی بود تا چالش‌های پیش رو با این نهادها و نقش روزافزون اطلاعات مکانی را در آینده درک کنیم. ما اغلب می‌بینیم که یک نهاد، فن‌آوری اطلاعات مکانی GI را برای یک هدف خاص می‌گیرد ولی به زودی به این نتیجه می‌رسد که برای کاربردهایی که غیر قابل تصور بود نیز قابل استفاده است. این گونه سمینارها روشی بسیار کارآ و توانا

دیده‌ایم و چندین میلیون پوند را سالانه به دولت انگلیس پرداخت می‌نماییم که در مقایسه با بخش خصوصی غیر عادی است. در چند سال اخیر ما به تنهایی خدمات گسترده‌ای را برای بیماری‌ها و سیل که به بخش‌های زیادی از کشور آسیب می‌رساند ارائه داده‌ایم.

✓ چه فرصت‌هایی را از INSPIRE (زیر ساختار اطلاعات مکانی در اروپا) برای سازمان نقشه‌برداری انتظار دارید؟

دستورالعمل زیر ساختار اطلاعات مکانی اروپا یک ساختار معمولی اروپایی را آماده کرده و اقدامات لازم برای دستیابی به همکاری بین قاره‌ای را فراهم می‌کند. موقعیت راهبردی انگلیس با چارچوب زیر ساختار اطلاعات مکانی اروپا (INSPIRE) همسو شده است و باید یک بدنه دولتی برای همکاری ایجاد شود و از آنجایی که دولت انگلیس عضوی از اتحادیه اروپاست در مورد زیر ساختار اطلاعات مکانی به خوبی پاسخ خواهد داد. موقعیت راهبردی انگلیس اولین تلاش برای همکاری است و بخش خصوصی اطلاعات مکانی خود را بهتر مدیریت خواهد کرد. DNF همه این موارد را که چگونگی اتصال یک زیرساختار ملی با سایر زیرساختارها پشتیبانی خواهد شد و باعث تکمیل زیرساختار اطلاعات مکانی اروپا (INSPIRE) خواهد شد را، تشریح می‌کند. البته در همه آنها نقشه اولیه سازمان نقشه‌برداری جایگذاری شده و مثل پایگاه داده مرجع استفاده می‌شود. بنابراین موارد توسعه INSPIRE اطلاعات جغرافیایی SDI, DNF با هم تطابق دارند و با یک نظارت

است که به بن‌بست نخورد بلکه انواع خدمات و کاربردهای پیشنهادی را به هم اتصال داده و پشتیبانی کند. کاربردهایی مشخص شده که خدمات موجود را به کار می‌گیرند و مطابق با استانداردهای معمولی طراحی شده‌اند و نه تنها بخشی از مشکلات امروزی ما را حل می‌کنند بلکه می‌توانند آن قدر گسترش یابند تا خود را درآینده با پیشرفت‌های جدید در بخش دولتی و خصوصی وفق دهند. اگر سازمان نقشه‌برداری در تولیدات جدید SDI نقش داشته باشد ما مجبور خواهیم بود که بر ایجاد یک چارچوب زمین مرجع مدرن متمرکز شویم.

✓ شما سازمان نقشه‌برداری را تحت اختیار و کنترل دولت معرفی کردید آیا دولت هزینه‌های شما را پوشش داده و یا سهمی را به آنها برگردانده‌اید؟

در واقع ما هزینه‌ها را مستقیم به وزیر گزارش می‌کنیم. ما یک موسسه تجاری در بخش عمومی هستیم. به این معنی که باید در برابر خواسته‌های مشتریان خود احساس مسئولیت کنیم چرا که آنها فقط پرداخت می‌کنند و اگر پول خوبی بدهند ما را ترغیب خواهند کرد. هم چنین در روشی که اکنون در پیش گرفته‌ایم توانایی پوشش کلیه هزینه‌های خود را داریم و اجازه داریم در جاهایی که تشخیص می‌دهیم دوباره سرمایه‌گذاری کنیم. البته نگه‌داری داده‌ها و اطمینان از آنها به این معنی است که کیفیت داده‌ها با همان استاندارد بالا باقی خواهد ماند. به همین دلیل ما اخیراً یک برنامه چهار ساله برای جمع‌آوری داده‌ها تدارک

ایستگاه‌های گیرنده ما به طور کامل با اصول چارچوب ملی رقومی (DNF Digital National Framework) همسو است، همان‌گونه که با نقشه اولیه سازمان نقشه‌برداری آشنایی دارد. با به کارگیری استاندارد DNF از یک سو کلیه کاربران به وضوح درک می‌کنند که به سوی یک هدف یکسان حرکت می‌کنند که این موضوع در تجارت بسیار مهم است و از سوی دیگر کار مداوم برای گسترش استانداردها برای خدمات‌رسانی دریایی، جوی، عوارض طبیعی و زیرزمینی ساخت بشر لازم است.

✓ آیا واژه مکانی (Spatial) در موضوع SDI (زیر ساختار داده‌های مکانی) هنوز هم خاص است یا اینکه آن قدر بسط پیدا کرده تا ناحیه دیگری از زیرساختار اطلاعات کلی جامعه را در برگیرد؟

دیدگاه‌های زیادی در مورد ماهیت SDI وجود دارد، در یک نگاه همیشه هر کشوری حتی در زمان انتشار اولین نقشه شکلی از SDI را داشته است. به طور کلی لازم است به ساختار اطلاعات مکانی به طور خاص توجه شود به عبارت دیگر SDI نه تنها به عنوان یک منبع اطلاعات در پایگاه داده مشتریان خواهد شد بلکه مردم باور خواهند کرد که اطلاعات جغرافیایی در زمینه کاری نیز به آنها کمک خواهد کرد. اگرچه بنده اعتقاد دارم که مفهوم موقعیت و مکان برای سیاست‌گذاری، انجام و تحویل خدمات و سیستم‌های تصمیم‌گیری هنوز هم اهمیت دارد. چالش‌های آتی اطلاعات مکانی، گسترش و توسعه دیدگاهی برای اطلاعات

می‌گردد ضروری به نظر می‌رسد. این همایش‌ها فرصت‌های بزرگی برای شبکه‌بندی، آموزش و مقایسه نمونه‌های تجاری هستند و همچنین توسعه زیر بنای اطلاعات مکانی بر مبنای محلی و قاره‌ای را پایه‌ریزی می‌کنند. من از نتیجه همایش در ساخت و طراحی یک شبکه امنیتی خرسندم. این شبکه امنیتی برای کاربرد آژانس‌های ملی نقشه‌برداری در کمک به ترویج کارکردهای مناسب و دستیابی همکاران مان در سایر کشورها به تجهیزات فنی مورد نیاز، کاربرد دارد.

منبع

GIM International, July 2008

استاندارد جهانی به دلیل جمع‌آوری و مدیریت اطلاعات جهانی، جایزه صنعتی را از آن خود کرد. با ارائه این دانش و گسترش جهانی می‌توان تحولی ایجاد کرده و آنها را در تولید اطلاعات جغرافیایی بیشتر کمک کنیم. همین‌طور مشتاق هستیم فعالیت‌هایمان را در سطح جهانی گسترش داده و معتقدیم که اصول مدیریتی برنامه‌های تولیدی می‌تواند از ارائه‌دهندگان اطلاعات و پیمانکاران در یک مقیاس بین‌المللی بهره‌گیرند. با ارائه مهارت‌ها و فن‌آوری‌ها و خدمات تجاری می‌توان استانداردهای بین‌المللی را که نه تنها در توسعه جهانی بلکه در کل صنعت اطلاعات مکانی سودآور هستند، توسعه دهیم. به همین دلیل برگزاری همایش‌هایی مثل همایش GSDI که هر چهار سال یک‌بار با میزبانی سازمان نقشه‌برداری برگزار

دقیق و تغییر در یک مرحله می‌تواند در استفاده و بهره‌برداری از اطلاعات مکانی در انگلیس سهیم باشند. اما اینها به معنای عدم وجود چالش‌ها نیست بلکه در حرکت به سوی آینده تعهدات و الزامات سازماندهی شده و ویژه‌ای مثل صدور گواهینامه هم وجود دارد. با این حال اکنون یک زمان منحصر به فرد است و ما باید به تعهدات خود عمل کنیم. قطعاً همه بخش‌ها انگیزه و توانایی برای پیشی گرفتن از سایر بخش‌ها را خواهند داشت.

✓ کشورهای غربی نیازهای کشورهای خاورمیانه را در رابطه با اطلاعات جغرافیایی چگونه برطرف می‌سازند؟

یکی از مهم‌ترین اقدامات این سازمان در میان‌گذاشتن تجارب خود با سایر کشورهاست. سازمان نقشه‌برداری بریتانیا در فوریه سال ۲۰۰۸ از سوی سازمان

www.ncc.org.ir



تهیه و تنظیم: دکتر علیرضا قراگوزلو

آموزش GIS

«قسمت اول»

به یک سامانه GIS با سه تفکر مختلف می توان نگریست که در هر یک از آنها بر روی یکی از کاربردهای GIS بیشتر تاکید شده است:

✓ نگرش ابزارمبنا و تحلیل گر به GIS

در نگرش تحلیلی و ابزارمبنا (Geo-processing Toolbox-based View)، یک سیستم GIS به صورت مجموعه ای قوی از ابزارهای جمع آوری، ذخیره سازی، بازیابی، تبدیل، نمایش و تجزیه و تحلیل داده های مکان مرجع جهان واقعی تعریف می گردد. واضح است که در این دیدگاه، GIS به عنوان ابزاری استفاده می شود که نیازهای جاری و کارکردهای داده ها را تسریع می نماید و تحلیل های مورد نیاز را نیز انجام می دهد.

✓ دید پایگاه داده زمین مبنا

(Geo-Database View)

در این نگاه، GIS به عنوان یک پایگاه داده

(Data base) تعریف می شود که بخش اعظم داده های آن مکانی و زمین مرجع می باشد. علاوه بر آن، برای پاسخ به پرسش های مرتبط با اجزای مکانی موجود در پایگاه داده، دارای قابلیت های بالایی می باشد. تعریفی که در اینجا ارائه می گردد، از سامانه GIS انتظاراتی دارد که باید بتواند به پرسش های مکانی پیچیده تر پاسخ دهد و به همین دلیل، با توجه به این نوع نگرش به طراحی هوشمندانه تر و پیچیده تر نیازمند است.

✓ نگرش سازماندهی (Organization View)

در این نگرش، GIS به عنوان سامانه ای در نظر گرفته می شود که بخش اعظم نیازهای کاربران را به صورت خودکار (اتوماتیک) انجام می دهد. بر این اساس، در این نگاه، یک سیستم GIS، مجموعه ای از توابعی است که قابلیت های ذخیره سازی، بازیابی، تغییر و تحول، و نمایش داده های مکانی را ارائه می دهد. وجه تمایز این نگرش، قابلیت های پیشرفته تغییر و تحول است که در آن از یک GIS، انتظار می رود تا با توابع از پیش تعریف شده، بتواند تحلیل های پیچیده ای را انجام دهد و قابلیت تصمیم گیری نیز داشته باشد.

بدیهی است سیر تکامل GIS به دلیل بلوغ کاربر و بالا رفتن انتظارات وی، قابلیت های پیچیده تر و بیشتری را نیاز دارد. هدف از بکارگیری سامانه GIS برخورداری از سامانه ای است که بتواند علاوه بر مدیریت داده ها، تحلیل و پاسخ گویی به سوالات روزمره، نیازهای کاربران در امور پردازش، تجزیه و تحلیل، پیش بینی و مدل سازی را تأمین نماید. سامانه، از یک سو، مراحل جمع آوری، ذخیره سازی، و بازیابی داده ها را سرعت و بهبود می بخشد و داده ها را بین کاربران مختلف به اشتراک

می گذارد و از سوی دیگر، بسیاری از تحلیل ها و نیازمندی هایی را که به سختی و با صرف زمان زیاد قابل انجام است، را با سرعت و کارایی بیشتری به انجام می رساند. در حال حاضر GIS با بهره گیری و یک پارچگی با فن آوری های اطلاعاتی در ذخیره سازی، مدیریت و نشر داده ها، علاوه بر ارائه الگوهای شبیه سازی همه جانبه نگر دنیای واقعی، بستری برای اجرای مدیریت یک پارچه در حوزه های مختلف و پیاده سازی سیستم های حمایت در تصمیم گیری و برنامه ریزی را فراهم نموده است. نرم افزارهای حوزه GIS نیز نگرش هایی با توجه به انتظارات از یک سامانه GIS را در ساختارها و توانمندی های خود ارائه می نمایند. به طور کلی اگر انتظارات از GIS را در دو بخش تولید و ویرایش نقشه، تجزیه و تحلیل های مکانی آنها و طراحی پایگاه داده و مدیریت داده ها بدانیم این محورها در نرم افزارهای امروزی مورد توجه قرار گرفته اند. به طور مثال تولید و ویرایش و تحلیل های مکانی و مدیریت پایگاه داده در Arc Map و Arc Catalog بازتاب یافته است.

با بهره گیری از مجموعه ای از داده ها و مدل های تجزیه و تحلیل طرح ها در GIS داده های جدیدی ساخته می شود که در این حالت پردازش های Geo-processing انجام می گیرد. این عملیات با بهره گیری از Toolbox هایی صورت می پذیرد که در ساختار نرم افزارهای GIS از اهمیت بالایی برخوردارند. اینگونه ابزارها مجموعه ای توانمند و کارآ از ابزارهای تحلیل مکانی اند که امکان کار با مجموعه داده ها با بهره گیری از ابزارها را مهیا می کنند. در شماره های پیش رو به آموزش GIS برای علاقمندان اقدام خواهیم نمود.



سازمان نقشه‌برداری انگلستان اجازه استفاده از نقشه‌هایش را به گوگل نداد.

مترجم: مهندس بابک شمعی

منبع: **Coordinates Ezine** - ژانویه ۲۰۰۹

سازمان نقشه‌برداری انگلستان OS با تعیین حدود حق کپی و نشر نقشه‌ها و داده‌های مکانی خود، جلوی استفاده گوگل از اطلاعات جمع‌آوری شونده توسط این سازمان را گرفت. در این حق کپی رایت جدید در اختیار گذاردن داده‌های مکانی و نقشه‌های این سازمان و حتی اطلاعات یا نقشه‌های تهیه شده از این داده‌های مکانی به شخص سوم ممنوع بوده و فقط تحت شرایط خاص و محدودیت‌های دسترسی به داده‌ها این عمل ممکن است. در این صورت امکان استفاده گوگل برای ارایه اطلاعات مکانی کشور انگلیس محدود می‌گردد و فقط از طریق کسب مجوز این سازمان ممکن خواهد بود.

تئودولیت رقومی جدید مجهز به لیزر با برد ۶۰۰ متر

شرکت سوکیا تاپ کن به تازگی

تئودولیت جدید خود را با نام LDT520 معرفی نموده است. تلسکوپ این تئودولیت مجهز به اشعه لیزر بوده و این لیزر دارای برد ۶۰۰ متر می‌باشد. دستگاه لیزر مورد استفاده در این تئودولیت از پیشرفته‌ترین نوع لیزرهای به کار رفته در این گونه دستگاه‌ها می‌باشد و دارای بالاترین برد در نوع خود است. این دستگاه از پیشرفته‌ترین نوع Encoder استفاده نموده که کمترین مصرف انرژی را دارد. این موضوع باعث گردیده تا امکان استفاده طولانی از دستگاه فراهم آید. این دستگاه همچنین با بالاترین استانداردهای مقاومت در مقابل گرد و خاک و رطوبت، تولید گردیده و دقت زاویه‌ای آن ۵ ثانیه است.



نرم افزار جدید ماژلان

شرکت ماژلان تولید نرم‌افزار جدید سرور داده‌های هم‌زمان (Real Time Data Server) را اعلام نمود. این نرم‌افزار به شرکت‌های نقشه‌برداری امکان استفاده از تصحیحات RTK را برای دقت بالاتر در محل کار به وجود می‌آورد. این نرم‌افزار با دریافت تصحیحات GNSS اطلاعات RTK را برای تمام کاربرانی که از طریق GPRS به این نرم‌افزار متصل می‌شوند، ارسال می‌نماید.

مزایای این نرم‌افزار عبارتند از:

- تماس تعداد زیادی گیرنده GNSS با یک سرور و پشتیبانی تمامی آنها از طریق GPRS
- با این امکان توانایی زیادی به نقشه‌برداران در حین کار داده می‌شود.
- امکان استفاده مستقیم با این نرم‌افزار هنگام کار با دستگاه ماژلان ProMark 500 وجود دارد.
- این نرم‌افزار قابلیت استفاده در هر سیستم GNSS RTK را دارد.
- استفاده از GPRS به جای امواج رادیویی مشکلات پرازیت را در مناطق خاص حذف می‌نماید.

قرارداد چند ساله شرکت Digital Globe و نوکیا

مترجم مهندس محمد سرپولکی

منبع: www.digitalglobe.com

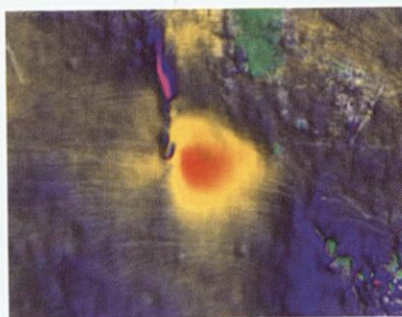
شرکت DigitalGlobe و نوکیا توافق نموده‌اند تا تصویری از دنیای واقعی را توسط تصاویر با وضوح بالای ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی به نقشه‌های نوکیا که در تلفن‌های همراه و خدمات داشبرد شخصی نوکیا (Ovi) ارائه می‌گردند، اضافه نمایند. این نقشه‌ها معمولاً به صورت گسترده در سطح جهان برای کوهنوردی، پیاده‌روی و ناوبری استفاده می‌گردند. با بهره‌گیری از ساختار اختصاصی ارائه تصاویر نوکیا، کاربران این شرکت می‌توانند به حجم انبوه تصاویر با وضوح بالای شرکت DigitalGlobe از تمامی دنیا که توسط مجموعه ماهواره‌های در مدار این شرکت و

گام‌های خاکستری نمایش داده شده است. این اولین باری است که دانشمندان ناسا با استفاده از تصاویر راداری نشست ایجاد شده به دنبال زلزله‌ای بر اثر یک گسل دفن شده در یک کیلومتری زیر زمین که اثر آن بر روی سطح زمین قابل رویت نمی‌باشد را کشف نموده‌اند.

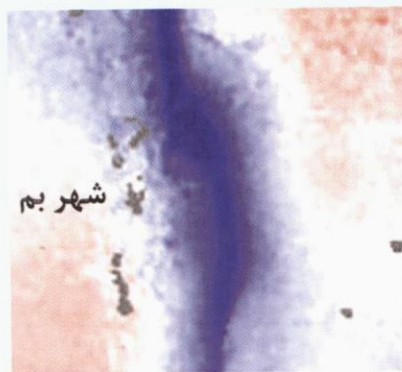
اریک فیلدینگ، متخصص ژئوفیزیک لابراتوار پیشرفته جت JPL سازمان فضایی آمریکا NASA در نشریه National Geographic شماره اسفندماه سال گذشته اعلام نموده است که یک گسل مدفون شده در نهایت آشکار می‌گردد. این محقق و همکاران دانشگاهی وی با توجه به داده‌های جمع‌آوری شده توسط ماهواره راداری Envisat متعلق به سازمان فضایی اروپا از شهر بم، شکافی باریک (۲۰۰ تا ۴۰۰ متر عرض) و کم عمق (۳ سانتی‌متر) را در این منطقه کشف نموده‌اند. نتیجه تحقیق این گروه می‌تواند در ارزیابی مخاطرات گسل‌های مدفون شده مورد استفاده قرار گیرد. مطالعات زلزله‌نگاری اولیه و تصاویر ماهواره‌ای بیانگر جابه‌جایی در حدود ۲ تا ۳ متر در منطقه بود اما دانشمندان ایرانی پس از مراجعه به محل لغزشی در حدود ۲۵ سانتی‌متر را مشاهده نمودند. این بدان معنی می‌باشد که میزان جابه‌جایی در عمق حدود ۲ تا ۳ متر بوده اما میزان این جابه‌جایی در سطح به ۲۵ سانتی‌متر کاهش یافته است.

این مطالعه به محققان در پیش‌بینی رفتار آتی گسل کمک می‌نماید و آنها معتقد هستند که اگر فشارها در عمق به سطح

زلزله سال ۱۳۸۲ این شهر با استفاده از تصاویر راداری استخراج شده است (تصویر شماره یک). رنگ‌های آبی و بنفش بیانگر مناطقی است که زمین نشست کرده است. این مناطق نشانگر منطقه‌ای سنگی است که بر اثر زلزله و پس‌لرزه‌های آن آسیب دیده و به نشستی در حدود حداکثر سه سانتی‌متر منجر گردیده است. مناطق با رنگ زرد و قرمز بیانگر مناطقی است که بالا آمده است. این جابه‌جایی‌ها بر روی یک تصویر ماهواره لندست که در اول اکتبر سال ۱۹۹۹ اخذ شده نیز قرار گرفته است (تصویر شماره ۲). در این تصویر پوشش گیاهی به رنگ سبز نمایش داده و مناطق سنگی اطراف شهر با



تصویر شماره ۱: جابه‌جایی‌های ارتفاعی استخراج شده از تصاویر راداری



تصویر شماره ۲: نمایش منطقه فرونشست بر روی تصویر ماهواره لندست

شبکه عکسبرداری هوایی آن تهیه گردیده است، با سرعت و به سهولت دسترسی پیدا نمایند. این تصاویر که در سیستم‌های سازگار با نوکیا و همچنین سایت Ovi قابل دسترسی می‌باشند می‌توانند در فعالیت‌های ناوبری مورد استفاده قرار گیرند. تلفیق تصاویر شرکت DigitalGlobe کارایی نقشه‌های نوکیا را افزایش امکان آشکارسازی جزئیات بیشتر را فراهم آورده و در موارد ناوبری خارج از مسیرهای متداول مانند کوهنوردی و پیاده‌روی نیز بسیار ارزشمند می‌باشند. نقشه‌های نوکیا را می‌توان از طریق وسائل مختلف نوکیا شامل تلفن‌های همراه N95 و N96 و یا از طریق سایت Ovi.com دریافت نمود. انتظار می‌رود با توجه به گسترش تعاملات در جوامع امروزی، تقاضا برای تصاویر با جزئیات بیشتر افزایش یابد و شرکت نوکیا شرکت DigitalGlobe را به دلیل کیفیت بالا، حجم انبوه تصاویر و همچنین تجربه این شرکت در ارائه تصاویر به سیستم‌های تلفن همراه انتخاب نموده است. بایگانی تصاویر این شرکت به صورت پیوسته با سرعتی معادل یک میلیون کیلومتر مربع در روز در حال به‌هنگام سازی می‌باشد.

پانوش‌ها:

یک گسل مدفون شده با علت زلزله

سال ۱۳۸۲ شهر بم

منبع: NASA.GOV

تصویر سه بعدی جابه‌جایی ارتفاعی سطح زمین در منطقه جنوب شهر بم پس از

سازمان اروپایی اکتشافات ماهواره‌ای آب و هوا ایجاد پوشش داده‌های یکپارچه را دنبال می‌نماید. بر اساس موافقت انجام گرفته فی‌مابین این دو سازمان دو ماهواره NOAA-18 و NOAA-19 تجهیزات مربوط به این موسسه اروپایی را حمل می‌نمایند و در ازای آن در سال 2020 نیز ماهواره MetOp تجهیزات NOAA را حمل خواهد نمود.

پانوشته‌ها:

- 1- geostationary
- 2- polar-orbiting

چین و اتحادیه اروپا مشاجره سیاسی در خصوص سامانه‌های ناوبری ماهواره‌ای

منبع: www.earthtimes.org

پس از اعلام کشور چین مبنی بر استفاده از فرکانسی مشابه ماهواره‌های گالیله در ماهواره‌های ناوبری کمپاس، چین و اتحادیه اروپا درگیر مشاجره سیاسی گردیده‌اند. کشورهای چین، روسیه و اتحادیه اروپا در حال ساخت و یا توسعه سامانه‌های ناوبری ماهواره‌ای به عنوان رقیب تجاری سامانه تعیین موقعیت جهانی GPS می‌باشند. بسیاری بر این باور هستند که این تصمیم کشور چین پس از مخالفت اتحادیه اروپا با مشارکت گسترده این کشور در پروژه گالیله که یک پروژه ۵۳ میلیارد دلاری شامل ۳۰ ماهواره است اتخاذ شده است. اولین ماهواره کمپاس در سال ۲۰۰۰ و چهار ماهواره دیگر پس از آن به فضا پرتاب شده و اکنون یک سامانه تعیین موقعیت منطقه‌ای را تشکیل می‌دهند.

زیست اروپا فعالیت‌های پیش‌بینی وضعیت آب و هوا و کنترل محیط زیست را پشتیبانی می‌نماید. این ماهواره که از روی قطب عبور می‌نماید حامل هفت دستگاه علمی شامل دو دستگاه جستجو و نجات و سیستم ثبت داده‌ها می‌باشد. سیستم جمع‌آوری داده‌ها در این ماهواره منحصر به فرد بوده و ضمن ارسال داده‌های هواشناسی و ردیابی مسیر مهاجرت حیوانات را نیز میسر می‌نماید.

داده‌های این ماهواره فعالیت‌های مختلف NOAA شامل موارد زیر را پشتیبانی می‌نماید:

- تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی وضعیت جوی

- پیش‌بینی و تحقیق در مورد آب و هوا
- اندازه‌گیری جهانی حرارت سطح دریاها

- بررسی حرارت و رطوبت اتمسفر
- تحقیق در خصوص جریانات اقیانوسی

- کنترل فوران آتشفشان‌ها
- کشف آتش‌سوزی جنگل‌ها
- عملیات جستجو و نجات

NOAA معمولا از دو نوع ماهواره ثابت^۱ و دوران‌کننده قطبی^۲ استفاده می‌نماید. ماهواره‌های ثابت نیمکره غربی را از ارتفاع ۲۲۲۴۰ مایلی سطح زمین تحت پوشش داشته و ماهواره‌های دوران‌کننده قطبی از ارتفاع ۵۴۰ مایلی سطح زمین اطلاعات از تمام زمین را ارائه می‌نمایند.

با توجه به افزایش تقاضا برای داده‌های ماهواره‌ای، NOAA با همکاری نزدیک با

منتقل نگردند احتمال وقوع یک زلزله در آینده وجود دارد. از آنجا که این تنش‌ها در منطقه بم توسط منطقه آسیب دیده جذب شده است این محققان معتقد هستند که این گسل در آینده خطری ندارد. فیلدینگ معتقد است که در هر صورت احتمال اینکه یک گسل در نزدیکی این منطقه دچار گسیختگی گردد وجود دارد و در شرق ایران تعداد زیادی از این گسل‌ها که تا حدی فعال می‌باشند وجود دارند. اما گسل زیر شهر بم هر ۲۰۰۰ سال یک‌بار دچار گسیختگی می‌گردد و ظاهر فعال فشارهای وارد به آن آزاد گشته است. شایان ذکر است که متخصصان کشور از جمله کارشناسان سازمان نقشه‌برداری کشور قبلا با استفاده از اندازه‌گیری‌های GPS، تکرار اندازه‌گیری خط ترازبایی دقیق در امتداد جاده بم-کرمان و استفاده از تصاویر ماهواره‌ای راداری تحقیقات گسترده‌ای در خصوص زلزله شهر بم انجام داده و نتایج این تحقیقات در سطح بین‌المللی منتشر گردیده است.

پرتاب ماهواره جدید NOAA-19

منبع: www.noaanews.noaa.gov

ماهواره جدید NOAA-19 در تاریخ ۱۸ بهمن ماه سال جاری از پایگاه فضایی وندربرگ واقع در کالیفرنیا ایالات متحده آمریکا به فضا پرتاب گردید. این ماهواره که هر ۱۰۲ دقیقه یک بار به دور زمین گردش می‌نماید پس از ۴۵ روز و پایان دوره آزمایش با اخذ تصاویر و اندازه‌گیری‌های مختلف به همراه ماهواره NOAA-18 و ماهواره محیط

Blu-ray چیست؟

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 داده است. در سال‌های گذشته در کنار تجهیزات خاصی که صرفا برای ذخیره اطلاعات طراحی و ساخته شده‌اند انواع دیسک‌های فشرده از قبیل CD و DVD تا حد زیادی توانسته‌اند تا این نیازها را برآورده نمایند. Blu-ray یا دیسک‌های Blu-ray یا BD نام نسل جدیدی از دیسک‌های فشرده است که توسط اتحادیه‌ای از سازندگان معروف تجهیزات رایانه‌ای و صوتی از قبیل شرکت‌های Apple، Dell، HP، JVC، LG، میتسوبیشی، سونی، شارپ، پایونیر و ... ابداع شده است. این دیسک‌ها به منظور ضبط و اجرای فیلم‌های با کیفیت بالا (HD) و همچنین ذخیره اطلاعات در حجم زیاد طراحی و ساخته شده است. این دیسک‌ها دارای حجم ۲۵ گیگابایت به صورت یک لایه و ۵۰ گیگابایت به صورت دو لایه هستند. محدودیت در حداقل اندازه نقاطی که اطلاعات بر روی آنها ثبت می‌گردند به دلیل 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 دیسک‌ها 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. دیسک‌های DVD از لیزر قرمز با طول موج ۶۵۰ نانومتر و دیسک‌های فشرده CD از لیزر قرمز با طول موج ۷۸۰ نانومتر برای خواندن و نوشتن اطلاعات استفاده می‌نمایند. دیسک‌های Blu-ray از لیزر آبی-بنفش با طول موج ۴۰۵ نانومتر استفاده می‌نمایند و نام خود را نیز از رنگ نور لیزر مورد استفاده گرفته‌اند. بهره‌گیری از لیزر آبی-بنفش با طول موج کوتاه‌تر امکان تمرکز دقیق‌تر در مرحله نوشتن و خواندن بر روی نقاطی به اندازه ۵۸۰ نانومتر را فراهم آورده و در نتیجه امکان ذخیره حجم بیشتری از اطلاعات بر روی یک دیسک با اندازه مشابه وجود دارد.

به دلیل نازک‌تر شدن ضخامت لایه پوششی دیسک‌ها آسیب‌پذیری آنها نسبت به خراش افزایش پیدا نموده و دیسک‌های اولیه در قاب‌های مخصوص عرضه می‌گردیدند. شرکت TDK اولین شرکتی بود که از یک پوشش مخصوص ضد خراش به نام Durabis برای این دیسک‌ها استفاده نموده. شرکت‌های سونی و ورباتیم نیز از روش‌های خاص خود برای مقاوم نمودن سطح دیسک‌ها و حفاظت در برابر خراش استفاده می‌نمایند.

فرمت Blu-ray در حال حاضر توسط ۲۰۰ شرکت تولید کننده 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 دیسک‌های Blu-ray را نیز آغاز نموده‌اند.

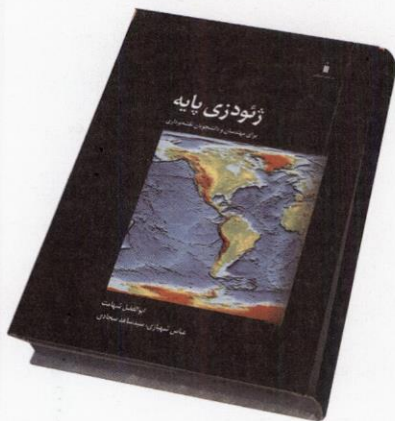
سرعت انتقال اطلاعات و زمان نوشتن اطلاعات در دیسک‌های Blu-ray به شرح جدول زیر می‌باشد:

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

فیلم‌های با وضوح بالا (HD) که بر روی دیسک‌های Blu-ray ذخیره می‌گردند دارای وضوحی تا ۱۹۲۰x۱۰۸۰ پیکسل و ۲۴ فریم در ثانیه می‌باشند.

اگرچه مشخصات دیسک‌های Blu-ray نهایی گردیده است اما متخصصان همچنان برای توسعه این فن آوری تلاش می‌نمایند. تا کنون یک نمونه دیسک با چهار لایه و امکان ذخیره ۱۰۰ گیگابایت اطلاعات توسط شرکت TDK ارائه گردیده است. اواخر سال ۲۰۰۸ نیز شرکت پایونیر دیسکی با شانزده لایه که دارای ظرفیت ذخیره ۴۰۰ گیگابایت می‌باشد، ارائه نموده که تنها با به‌هنگام نمودن نرم‌افزار می‌تواند در درایوهای معمولی Blu-ray مورد استفاده قرار گیرد.

www.ncc.org.ir



نام کتاب: ژئودزی پایه

تألیف: ابوالفضل شهامت،

عباس شهبازی، سید ساعد سجادی

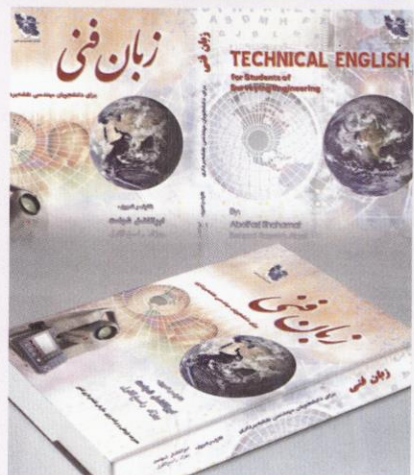
ناشر: نشر کتاب دانشگاهی

مروری بر کتاب

شناخت زمین از دیرباز یکی از دغدغه‌های اصلی بشر بوده‌است. در اعصار اولیه این دغدغه بیش‌تر محدود به مجاورت محل زندگی و بعدها برای دادوستد به مکان‌های دورتر و دیگر نقاط کره خاکی گسترش یافت و در نهایت با پیدایش وسایل حمل و نقل، بشر به تمام جهان علاقه‌مند گردید. از همان ابتدای زندگی بشر، حوادث طبیعی وی را به تفکر و تأمل برای یافتن علل وقوع این حوادث وامی‌داشت. اولین اقدام وی مطالعه پیرامون زمین برای یافتن منشأ این حوادث بود. این نیاز، با آغاز مطالعات، نیاز بیشتری به شناخت شکل، اندازه و دیگر خصوصیات ظاهری زمین از طریق اجرام آسمانی میسر شد که پیش‌رفت‌های شگرفی در ژئودزی باعث گردید. با شناخت امواج و اختراع فاصله‌یاب‌های الکترونیکی و ماهواره‌ها، تجهیزات پیش‌رفته به خدمت

کشور اقدام به نشر کتاب فوق نمود. مطالب این کتاب طوری تنظیم شده که اکثر شاخه‌های نقشه‌برداری را پوشش داده و از خصوصیات ویژه کتاب، ارائه سوالات متنوع و کلمات مترادف و تخصصی هر متن در انتهای هر بخش می‌باشد. هر درس این کتاب به مبحثی از ژئوماتیک اختصاص دارد و شامل سه متن است که در انتهای هر متن، سوالاتی مطرح می‌شود تا خواننده را به تفکر وادارد. در انتهای هر درس نیز تعداد ۱۰ واژه‌ی کاملاً تخصصی مشاهده می‌شود که خواننده با اطلاع از مفهوم لغات، جمله‌ی مربوط به هر لغت را باید بیابد. تست‌های کنکور کارشناسی ارشد سال‌های ۱۳۸۰ به بعد نیز در این کتاب گنجانده شده تا دانشجویان را بیش از پیش با سوالات کنکور کارشناسی ارشد آشنا سازد. هم‌چنین تعدادی لغات متداول در متون تخصصی در پایان کتاب در فصلی مجزا افزوده شده تا دانشجویان در مواقع لزوم به آن‌ها مراجعه نمایند.

دروس کم حجم و کوتاه بودن متن‌های کتاب دلیل بر این موضوع می‌باشد که این کتاب با هدف تدریس طراحی شده بنابراین سازمان نقشه‌برداری کشور امید دارد که اساتید محترم، این کتاب را به عنوان کتاب درسی زبان تخصصی انتخاب نمایند و دانشجویان رشته‌های علوم نقشه‌برداری با مطالعه‌ی این کتاب بینشی تازه در مطالعه‌ی کتب تخصصی پیدا کنند، و با علاقه بیش‌تر به مطالعه‌ی کتب زبان اصلی بپردازند. لذا مطالعه این کتاب به کلیه دانشجویان مهندسی نقشه‌برداری پیشنهاد می‌شود.



نام کتاب: زبان فنی برای دانشجویان

مهندسی نقشه‌برداری

تألیف و تدوین: ابوالفضل

شهامت، بهزاد راسخ‌القول

ناشر: سازمان نقشه‌برداری کشور

مروری بر کتاب

دانستن زبان خارجی با تسلط بر زبان تخصصی کمی تفاوت دارد. در زبان تخصصی، اصطلاحاتی لازم و رایج است که اجباری نیست که همه‌ی مردم از وجود یا کاربرد چنین لغاتی با اطلاع باشند. از آنجایی که بیشتر کتب تخصصی رشته‌های علوم نقشه‌برداری به زبان انگلیسی تدوین شده‌اند، به منظور برآوردن نیاز دانشجویان گرایش‌های مختلف نقشه‌برداری به زبان تخصصی بهنگام، سازمان نقشه‌برداری

« 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 نشریه نقشه‌برداری (دورنگار: ۰۱۹۷۲۰۶۶۰) و یا توسط پست الکترونیکی (email) به نشانی 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 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. 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 مآخذ 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.

پایان نامه 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 مآخذ 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 تأمین بخشی از هزینه‌های تهیه و ارائه مقاله، پس از چاپ در نشریه مبلغی به عنوان حق التألیف به نگارنده مقاله پرداخت می‌گردد.

ژئودزی در آمد و این علم هیئتی نوین یافت. این کتاب مقدمه‌ای بر مطالب اولیه ژئودزی است.

در معدود کتاب‌های موجود در ایران ژئودزی به صورت پیچیده‌ای بیان شده که در بیشتر مواقع دانشجویان به ویژه دانشجویان ترم‌های پایین‌تر در فهم این مطالب با مشکلات عدیده‌ای مواجه‌اند.

این کتاب با هدف بیان موضوع به زبان ساده فصل اول را با تاریخچه ژئودزی شروع می‌کند.

در فصل دوم زمین و حرکت‌های آن را توضیح می‌دهد.

پس از آن در فصل سوم به شکل زمین پرداخته و به مباحثی چون گرانش و ثقل در فصل چهارم اشاره نموده‌است.

فصل پنجم کتاب زمین واقعی و تغییر شکل‌های زمانی آن را مطرح کرده‌است. سیستم‌های مختصات و بیضوی‌های مبنا در فصل ششم مورد بحث قرار گرفته‌است. این کتاب با مباحثی چون تعیین موقعیت و تصحیح مشاهدات در فصل هفتم به مباحث خود پایان می‌دهد.

این کتاب با توجه به نیازهای آموزشی دانشجویان مهندسی نقشه‌برداری و تشریح و توضیح جزئیات اجرایی فن‌آوری‌های مرتبط با ژئودزی، ارزشمند و قابل استفاده برای کلیه پژوهندگان و دانشجویان رشته‌های علوم مهندسی نقشه‌برداری می‌باشد.

لذا مطالعه این کتاب به کلیه دانشجویان مهندسی نقشه‌برداری پیشنهاد می‌شود.

**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

**12th AGILE International
Conference**

Hanover, Germany
02-06 May
For more information:
T: +49 (511) 762 3589
F: +49 (511) 762 2780
E: info@agile2009.de
W: www.ikg.uni-hannover.de/agile

**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: +1 (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

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

**GSDI-11 World
Conference**

Rotterdam, The Netherlands
11-15 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

JULY

**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

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

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

Intergeo 2009

Karlsruhe, Germany
22-24 September
For more information:
F: +49 (721) 133 6209
T: +49 (721) 133 6274

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.eeepublishers.co.za

JANUARY

1st Symposium on Cartography and Geotechnologies for Environmental Disasters and Risk Management

Prague, Czech Republic
19-22 January
For more information:
W: www.c4c.geogr.muni.cz

GIS Ostrava 2009

Ostrava, Czech Republic
25-29 January
For more information:
T: +420 (595) 227 121
F: +420 (595) 227 110
E: info@gis2009.com
W: www.gis2009.com

ION 2009 International Technical Meeting

Anaheim, CA, USA
26-28 January
For more information:
E: james.e.simpson@nasa.gov
W: www.ion.org

International Lidar and Mapping Forum 2009

New Orleans, LO, USA
26-29 January
For more information:
T: +1 (303) 3325407
E: versha.carter@lidarmap.org
W: www.lidarmap.org

FEBRUARY

15th International Geodetic Week

Obergurgl, Österreich
08-14 February
For more information:
T: +43 (512) 507 6755/6757
F: +43 (512) 507 2910
E: geodaetischewoche@uibk.ac.at
W: www.uibk.ac.at/geodaesie/obergurgl.html

VI International Congress "GEOMATICA 2009 "

Havana, Cuba
09-13 February
For more information:
E: tatiana@geocuba.cu
W: www.informaticahabana.com

Map World Forum 2009

Hyderabad, India
10-13 February
For more information:
T: +91 (120) 426 0800 - 808
F: +91 (120) 426 0823 - 24
E: vaishali.dixit@gisdevellopment.net
W: www.GISdevelopment.net

1st Global Summit on Positioning and Navigation - Location Summit 2.0

Hyderabad, India
11-13 February For more information:
T: +91 (120) 426 0800-808
F: +91 (120) 426 0823-824
E: anamika.das@GISdevelopment.net
W: location.net.in

ACSM-MARLS-UCLS-WFPS

Salt Lake City, UT
20-23 February
For more information:
E: conference@wfps.org
W: www.wfps.org

Trimble Dimensions 2009

Las Vegas, NV, USA
23-25 February
For more information:
W: www.trimbleevents.com

Terra Future

London (UK)
24-25 February
For more information:
W: www.terrafuture.com

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



سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
کمیته ملی استانداردهای ایزو



سازمان نقشه برداری کشور
دبیرخانه کمیته فنی ISIRI/TC211

کمیته فنی ISIRI/TC211
اطلاعات مکانی / ژئوماتیک

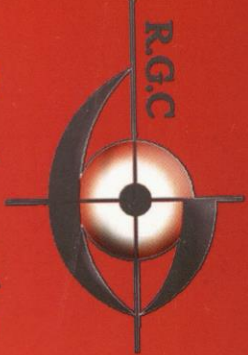
گردهمایی معرفی فعالیت‌های کمیته فنی ISIRI/TC211

(استانداردسازی بین‌المللی در حوزه اطلاعات مکانی / ژئوماتیک)

به منظور اطلاع‌رسانی فعالیت‌های کمیته فنی ISIRI/TC211 (متناظر با کمیته فنی ISO/TC211) و ارتقای مشارکت ملی در استانداردسازی بین‌المللی حوزه اطلاعات مکانی، از متخصصین علوم مهندسی نقشه‌برداری و ژئوماتیک دعوت می‌گردد در این گردهمایی شرکت نمایند.

مکان: سازمان نقشه‌برداری کشور (سالن مهندس ابراهیمی)

زمان: چهارشنبه ۲۳ اردیبهشت ۱۳۸۸ ساعت ۹:۰۰ تا ۱۱:۳۰



Chashmandaz

Surveying Instruments

شرکت چشم انداز، نماینده انحصاری فروش و خدمات پس از فروش محصولات کمپانی HORIZON سنکاپور در ایران

HORIZON®
MEASURE RIGHT

شرکت چشم انداز

Total Stations 550 & 580 Series



Levels 3000 & 4000 Series



AN ASME-LIANHE ZAOBAO AWARD
Singapore Prestige Brand Award 07
Winner, SPBA - Regional Brands

Theodolites ET & HLT Series



www.rgcco.com

آدرس دفتر مرکزی: تهران - بالاتر از میدان پونک - کوچه ۵ - پلاک ۷ - طبقه ۲

پذیرش نماینده خصال در سراسر کشور

تلفن : ۰۱۹-۴۴۴۲۸۱۸ (خط تلفکس) : ۰۵۹-۴۴۴۳۲



- when it has to be **right**

Leica
Geosystems

Leica Flexline

نسل جدید توتال استیشن های لایکا



انعطاف پذیر به هر میزان که شما هستید!

- بسیار انعطاف پذیر با قابلیت انتخاب امکانات مورد نیاز کاربر
- امکان انتخاب انواع صفحه کلید, Memory Stick, بلوتوث و کابل USB
- امکان انتخاب انواع طولیاب و ارتفاع به مدلهای بالاتر در زمان لازم
- دقت زاویه ای متنوع از ۱ تا ۷ ثانیه و طولیاب دقیق $1.5\text{mm} + 2\text{ppm}$
- انواع نرم افزارهای حرفه ای نصب شده و یا قابل نصب روی دستگاه
- امکان ارتباط بدون سیم با انواع کامپیوتر جیبی از طریق بلوتوث
- باتری جدید Lithium - Ion با امکان ۲۰ ساعت کار مداوم
- نرم افزار جدید تخلیه و پردازش نقاط Leica Flex Office

direct.dxf RoadWorks 3D



Bluetooth TraversePro

PinPoint



آدرس: تهران - خ آپادانا - خ مرغاب - خ ایازی - پ ۳

تلفن: ۱۵ - ۸۸۷۵۵۰۱۳ و ۸۸۵۲۷۸۶۰-۹

GEOBite

www.geobite.com

شرکت ژئوبایت

نماینده انحصاری شرکت لایکای سوئیس در ایران