نقشه برداری

نشریه علمی و فنی سازمان نقشه‌برداری کشور

در این شماره :

- تصویر زمین‌کروی بر روی صفحه کاغذ
- تعیین ژئوئید ایران
- اطلس کارتوگرافی رقومی
- انتخاب اندازه سلول مناسب برای نقشه های موضوعی
- مقایسه سیستمهای تعیین موقعیت ماهواره‌ای

سال دوم، شماره ۶، تابستان ۱۳۷۰

نشریه نقشه برداری وابسته به سازمان نقشه برداری کشور

مدیر مسئول : مهندس محمد علی پور نوربخش

هیئت تحریریه : مهندس محمد پورکمال، دکتر حسین زمردیان، دکتر محمود ذوالفقاری، مهندس احمد شفاعت ، مهندس حسن علیمرادی، مهندس محمد علی زراعتی، مهندس علی اکبر امیری، مهندس تیمور عموئی

دبیر فنی و اجرایی : مهدی محی الدین کرمانی

ویراستاران : حشمت ا... نادرشاهی ، احمد منبری

صفحه آرایی : مرضیه نوریان

تایپ : فاطمه وفاجو

لیتوگرافی ، چاپ و صحافی : سازمان نقشه برداری کشور

نقشه برداری نشریه‌ای است علمی و فنی که هر سه ماه یکبار منتشر می‌شود. هدف از انتشار این نشریه ایجاد ارتباط بیشتر میان نقشه برداران و کمك به پیشبرد جنبه های پژوهشی، آموزشی و فرهنگی در زمینه علوم و فنون نقشه برداری، دورسنجی، آبنگاری، فتوگرامتری، ژئودزی، کارتوگرافی و جغرافیا در ایران است .

نشریه از همکاری دانشمندان و صاحبنظران و آگاهان این رشته صمیمانه استقبال می‌نماید و انتظار دارد مطالبی که برای انتشار ارسال می‌دارند دارای ویژگیهای زیر باشد :

*) جنبه آموزشی یا پژوهشی داشته باشد.
*) تازه ها و پیشرفتهای این فنون را در جهات مختلف ارائه نماید.
*) مقاله ارسالی در جای دیگر به چاپ نرسیده باشد.
*) ترجمه دقیقا برابر متن اصلی باشد.

هیئت تحریریه در رد یا قبول، حذف و ویرایش مقاله رسیده آزاد است. ویرایش مقالهها حتی المقدور با اطلاع نویسنده یا مترجم صورت خواهد گرفت . در هر صورت مقاله پس داده نمی‌شود.

درخواست از نویسندگان و مترجمان

لطفا مقاله های خود را توسط صندوق پستی ۱۳۱۸۵-۱۶۸۴ ارسال و جهت هرگونه اطلاع با تلفن ۶۹۹۱۸۴۹ تماس حاصل فرمایند.

۱- مطالبی را که برای ترجمه بر می‌گزینند پیش از ترجمه برای مجله بفرستند تا به تایید هیئت تحریریه برسد.
۲- متن اصلی مقاله های ترجمه شده پیوست ترجمه باشد.
۳- نثر مقاله روان و از نظر قواعد نگارش درست باشد و در انتخاب واژه های فنی و معادلهای فارسی واژه های خارجی دقت لازم مبذول گردد.
۴- مقاله بر روی یك طرف کاغذ بصورت یك خط در میان، با خط خوانا نوشته یا ماشین شود.
۵- فهرست منابع مورد استفاده، در صفحه جداگانه‌ای نوشته شود.
۶- محل قرار گرفتن جدولها، نمودارها، شکلها و عکسها با علامتی درحاشیه مقاله، تعیین شود.
۷- فهرست معادلهای فارسی واژه های خارجی بکار رفته در مقاله در صفحه جداگانه‌ای پیوست گردد.

بسم الله الرحمن الرحیم

نقشه‌برداری

نشریه علمی و فنی سازمان نقشه‌برداری کشور

سال دوم شماره ۶ تابستان ۱۳۷۰

فهرست

سرمقاله ۲

زندگینامه شادروان مهندس ایرج شمس ملک آرا . . . ۵

تصویر زمین‌کروی بر روی صفحه کاغذ ۸

تعیین ژئوئید ایران ۱۷

اطلس کارتوگرافی رقومی ۲۵

گرایش کاربرد تکنیکهای دورکاوی در ویتنام ۲۹

نگرشی جغرافیایی به شهر همدان ۳۲

مقایسه سیستمهای تعیین موقعیت ماهواره‌ای ۳۷

انتخاب اندازه سلول مناسب برای نقشه‌های موضوعی . . ۴۳

معرفی کتاب ۵۰

ما و خوانندگان ۶۴

خبرها و گزارشها ۶۵

● سرمقاله

بموازات فعالیتهای سازمان نقشه‌برداری کشور در جهت تهیه نقشه‌های پوششی (طرح ۱:۲۵۰۰۰) کشور، تعیین نقاط شبکه ژئودزی سراسری، تعیین نقاط ترازیابی دقیق، فعالیتهای آبنگاری، تعیین ژئوئید ایران (مرحله اول - مرحله دوم) و اجرای صدها پروژه تهیه نقشه مربوط به طرحهای مختلف عمرانی و ملی، سازمان نقشه‌برداری کشور از سالها قبل فعالیت چشمگیری را در رابطه با تهیه اطلس ملی ایران آغاز نموده است.

دست اندرکاران نشریه نقشه برداری ضمن آرزوی توفیق برای کلیه کارشناسان و کارکنان متعهد و متخصص و زحمتکش سازمان در کلیه بخشهای علمی و فنی امیدوارند هر روز شاهد اجرای طرحی نو در کلیه زمینه‌های پژوهشی، علمی و فنی مربوط به نقشه و نقشه‌برداری باشند.

- روی جلد : ریاضیدان و کارتوگراف بزرگ قرن شانزدهم مرکاتور
- پشت جلد : نمونه نقشه ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شده در کشور ژاپن

بقرار اطلاع تا اواخر سال جاری به کوشش کارشناسانی که از مدتها قبل در امر تهیه نقشه‌های پوششی تلاش همه جانبه‌ای را آغاز نموده‌اند، نسخه‌هایی از اولین نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سراسری کشور چاپ خواهد شد. فعالیت در بخش GIS نمایانگر آنست که کارشناسان دلسوز این طرح مقدمات مربوط به اجرای این مهم را بطور جدی دنبال می‌نمایند.

و بالاخره کارشناسانی که ماموریت یافته‌اند در امر تهیه اطلس ملی فعالیت نمایند با تمام نیرو و توان علمی و فنی خود سعی و تلاش می‌نمایند تا در جهت رفع این کمبود علمی ، فرهنگی، اجتماعی بگونه‌ای نیاز جامعه را برآورده سازند.

اذعان داریم که هر قدمی در جهت تحقق این امر مهم برداشته شود در خور ستایش و تحسین است و دستیابی سریع و دقیق به این مجموعه اطلاعات عینی وقتی میسر خواهد بود که همه علاقمندان و کارشناسان رشته‌های مختلف ذیربط اعم از کارتوگرافها ، جغرافیدانان، آمارگران و ... دست در دست هم داده تا از هر نظر این مجموعه نفیس و ارزشمند تکمیل و خالی از هر گونه نکته ابهامی چاپ و منتشر گردد.

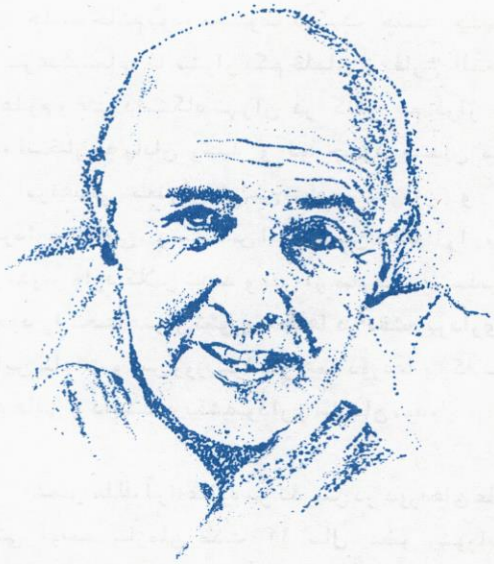
ضمن آرزوی توفیق مجدد این عزیزان که در طرح اطلس ملی بطور جدی مشغول فعالیت هستند و انجام این مهم را بر عهده گرفته‌اند، صمیمانه آرزومندیم که در جهت هرچه پربارتر شدن این مجموعه، همچون گذشته از نظرات و تجربیات همکارانی که در گوشه و کنار مملکت در امر تهیه اطلس سوابقی دارند، بیش از پیش استفاده شود.

مدیر مسئول

ایستگاهها و نقاط ژئودزی و تراز یابی دقیق سراسری کشور
سرمایه های ملی ما هستند، در حفظ و نگهداری آنها کوشش نمائیم

شادروان مهندس ایرج شمس ملک‌آرا

۱۲۹۰ - ۱۳۶۵



معلم نقشه برداری

زندگینامه علمی افرادی نظیر شمس که بازتاب علمی آنها همانند شمس است مفصل تر از آنست که بتواند در چند سطر گنجانیده شود.
علیهذا با توجه به ضیق وقت و در اختیار نداشتن منابعی کامل که بتوان از زوایای مختلف زندگی علمی زنده یاد شادروان استاد شمس ملک آرا را بازگو نمود، حتی الامکان سعی شده است در حد توان با استفاده از یادداشتها و صحبتهای تلفنی همکاران و دوستان وی این مختصر فراهم گردد.

با سیما و روحیه‌ای شاداب و مملو از احساس وظیفه و برخوردی موقرانه همراه با فروتنی علمی، مهندس **ایرج شمس ملک آرا**، به مدت ۳۳ سال از چهره‌های سرشناس و دلسوز رشته نقشه‌برداری و ژئودزی ایران بود. فعالیتهای او در این مدت طولانی به تصدی کرسی نقشه‌برداری دانشکده فنی دانشگاه تهران و تدریس در این دانشکده (بعد از استاد حسن شمسی) ختم و خلاصه نمی‌گردد، بلکه فعالیتهای متعدد ایشان در زمینه نقشه‌برداری در موسسات مختلفی که به نحوی با نقشه سر و کار دارند و بالاخص سازمان نقشه‌برداری کشور تا حدی می‌تواند زندگی فنی این استاد را بازگو کند.

تولدش به سال ۱۲۹۰ شمسی در تهران و تحصیلات ابتدایی و متوسطه را نیز در همین شهر به پایان رسانید. سپس جزء محصلین اعزامی به خارج از کشور انتخاب گردید و برای تحصیلات عالی به فرانسه رفت و از مدرسه عالی **یون ژشوسه پاریس** درجه مهندسی راه و ساختمان گرفت. پس از مراجعت به وطن و طی خدمت وظیفه، تدریس در دانشکده فنی دانشگاه تهران را بر عهده گرفت. در سالهای بعد یك دورهٔ کوتاه مدت هیدرولیك و آشنائی با علوم جدید نقشه‌برداری هوائی در هلند(دلفت) را نیز گذراند. توسعه و تکامل فنی - آزمایشگاهی و جلب همکاری اساتید جوان در این رشته در دانشکده فنی و تالیف یك جلد کتاب نقشه‌برداری و مقالات متعددی که در این زمینه در دانشکده فنی دانشگاه تهران برجای گذاشته است هر کدام یادگارهای ارزنده و گویایی در ذهن بسیاری از مهندسین و فارغ‌التحصیلان دانشکده فنی می‌باشند.

سرآغاز ارتباط و همکاری ایشان را با سازمان نقشه‌برداری کشور، از زبان و مکالمه تلفنی با یکی از متقدمین نقشه‌برداری ایران و یاران صمیمی ایشان عینا نقل می‌کنیم .

" در یکی از روزهای آفتابی بهمن ماه ۱۳۳۲ شمسی، در اطاق بزرگ طبقه دوم اولین ساختمان استیجاری سازمان نقشه‌برداری در خیابان سزاوار، یك گروه ۲۴ نفره مرکب از لیسانسیه‌های فیزیك، ریاضی، مهندسین راه و ساختمان دانشگاه تهران، که اغلب فارغ التحصیلان سالهای ۱۳۳۱ و ۱۳۳۲ بودند، و نیز تنی چند ازافسران دایره جغرافیایی ستاد ارتش که مجموعه اولین دوره عالی نقشه‌برداری را تشکیل می‌دادند(مصوبه آن متعاقب با قانون تاسیس سازمان

نقشه‌برداری در دوران نخست وزیری دکتر محمد مصدق از شورایعالی فرهنگ گرفته شده بود) امید و انتظار و سکوتی خاص بر جلسه حاکم بود. مخصوصا ترکیب جلسه چنین بود که از سرهنگ تمام، تا ستوان یکم خلبان و فارغ التحصیلان جوان علوم و فنی دانشگاه تهران در کنار هم قرار گرفته بودند. انتظار به پایان رسید و دو چهره خندان مهندس محمد ابراهیمی بعنوان اولین رئیس سازمان و استاد نقشه‌برداری هوایی، و مهندس ایرج شمس ملك آرا بعنوان اولین مدرس وارد کلاس شدند و پس از معرفی، مهندس شمس درس خود را تحت عنوان **تئوری خطاها در نقشه برداری** آغاز کرد. این ساعات و این روز سرآغاز همه دوره‌ها و کلاسها و مدرسه عالی و دانشکده نقشه‌برداری سازمان بود."

شمس ملك آرا علاوه بر تدریس در دوره‌های عالی و مقدماتی اولیه سازمان مدت ۱۴ سال عضو شورایعالی نقشه‌برداری کشور بود که همه هفته در اطاق شورا جنب دفتر رئیس سازمان نقشه‌برداری (ساختمان شماره یك) تشکیل می‌شد. سایر اعضاء عبارت بودند از دوتن از معاونین سازمان برنامه، یك نفر از وزارت راه، یك نماینده از ارتش، یك نفر از بنگاه مستقل آبیاری، یك نفر از وزارت دادگستری، نماینده وزارت کشور و شمس ملك آرا نیز نماینده دانشگاه بود و این عده هر ۴ یا ۵ سال ابقاء و یا تغییر می‌یافتند.

خدمات ارزنده دیگر استاد شمس به نقشه‌برداری ایران معرفی و تبلیغ روشهای نوین و تولیدات جدید نقشه‌برداری همانند نقشه‌های تبدیلی فتوگرامتری، عکسهای هوایی بزرگ شده و ترمیم شده، فتوموزائیکها و عکس نقشه‌های گویا شده بود که در دعاوی بزرگ و محاکم دادگستری و در محافل فنی و جامعه مهندسین با همکاری استاد احمد حامی و مهندس عبدالحسین ابراهیمی و دیگران ارائه می‌دادند و اهمیت آنها را به جامعه فنی - قضایی و مهندسان مشاور آنروز که جز برداشتهای محدود زمینی پدیده‌ای را به عنوان نقشه نمی‌شناختند، تبلیغ و حمایت می‌کردند و این خود برای معرفی سازمان نقشه‌برداری که تولید نقشه‌های فتوگرامتری شهری را وسیعا آغاز کرده بود بسیار مهم و حیاتی بود.

در بعد اجتماعی مهندس شمس ملك آرا مردی قانع و سازگار بود و برخلاف پیوستگی‌هایی که با طبقات مرفه جامعه زمان خود داشت نه در امور زندگی داخلی و نه در محیط کارها و فعالیتهای او هیچ اثری از اینگونه پیوندها مشهود و محسوس نبود بلکه بالعکس با وارستگی خاصی که داشت گاه و بیگاه در جلسات خصوصی و دوستانه، اینگونه ارتباطات فامیلی را به باد طعن و طنز می‌گرفت.

مهندس شمس در سال ۱۳۵۶ عهده‌دار ریاست دانشکده فنی دانشگاه تهران گردید. در همین سمت بود که به بازنشستگی نائل آمد. بعد ازانقلاب شکوهمند اسلامی استاد شمس با همه کهولت سن و خدماتی که پشت سر داشت کارهای مشاوره‌ای خود را حیاتی دوباره داد و از همکاریهای مختلف به سازمان نقشه‌برداری دریغ ننمود. وی با همکاری یاران ایرانی خود چند طرح بزرگ فنی را در یکی از شرکتهای مشاور، بدون مشارکت موسسات بزرگ بین المللی همچون **بنوگ** آلمان، به نتیجه رساند که راه اصلی شرقی - غربی ایران (اصفهان - ازنا - دورود ...)، با پلهای بزرگ کار مربوط به زاینده رود، از آنجمله بود. کار دیگر، فازهای اول و دوم طرح راه سمنان - فیروزکوه بود که هر کدام دربین مسئولان وزارت راه جلب توجه بسیار نمود. با اینکه شخص ایشان در این شرکت سمت مدیریت عامل داشت برداشت ماهانه او بسیار ناچیز و اندك بود. تاحدی که یك روز مورد سوال یکی از دوستان واقع شد که هزینه زندگی شما با حقوق بازنشستگی و این مبلغ ناچیز چگونه تامین می‌شود؟ در پاسخ گفت اول قناعت و آلوده نبودن به هیچ اعتیاد، دوم آنکه ما دیگر در آخر خط عمر هستیم و اشیاء و لوازمی که در منزل داریم مورد نیاز و سلیقه و توجه فرزندانمان نیست، هر ۶ ماه یکسال خانواده یکی دو فقره‌ای را نقد می‌کنند و گذران می‌کنیم و طلبی از خداوند نداریم.

استاد شمس ملك آرا از تشکیل دهندگان هسته مرکزی کارشناسان رسمی دادگستری نیز بود و گاه و بیگاه با مهندس عبدالحسین ابراهیمی به حل مسائل فنی مربوط به محاکم دعوت می‌شدند و مدتی نیز در شرکت ملی نفت سمت مشاور نیمه وقت نقشه‌برداری را برعهده داشت.

در مراسم خاص و باشکوهی که از سوی سازمان نقشه‌برداری کشور در سالن هفت تیر برای بزرگداشت آن شادروان برگزار شد (در سال ۱۳۶۵)، گروه زیادی از جمله وزیر محترم برنامه و بودجه و معاونان و تنی چند از اساتید فنی و نقشه‌برداری و اکثریت قریب به اتفاق جامعه

نقشه‌برداران شرکت داشتند. استاد احمد حامی که از یاران قدیم ایشان بود اشاره کردند که مرحوم شمس ضمن علاقه شدید به تدریس و تالیف و ارتقاء دانش فنی نقشه‌برداری، هماهنگی خاصی با نسل جوان و دانشجویان دانشکده فنی نیز داشت. وی مردی امین، درستکار و وظیفه شناس بود و در محافل فنی ایران نام نیکی از خود برجای گذاشته است.

سخنران دیگر در این جلسه برادر دکتر بانکی وزیر سابق برنامه و بودجه بود که بعنوان استادی دلسوز از ایشان تجلیل فراوان نمود و خاطرات شیرینی از ایشان نقل نمود. مهندس شمس در دوران تصدی ایشان سمت مشاور نقشه‌برداری و ژئودزی را بر عهده داشت و نیز در همین جلسه وزیر برنامه و بودجه برادر زنجانی مراتب قدردانی سازمان برنامه و سازمان نقشه‌برداری را از خدمات ایشان بیان داشتند و این قدرشناسیها موجب رضایت خاطر همه حاضران بود که خود من غیرمستقیم تجلیل و تقدیری از همه اساتید و دست اندرکاران نقشه‌برداری بود. با سخنان مهندس مصدق خواه رئیس وقت سازمان نقشه برداری این جلسه با شکوه خاتمه یافت .

شمس ملك آرا تا آخرین روز حیات خود سرزنده و فعال بود و به مطالعات خود مخصوصا در زمینه نقشه‌برداری و ژئودزی ادامه می‌داد، از خدمات دیگر او در سالهای بعد از انقلاب ترجمه بخش مهمی از اصطلاحات فنی ناوبری دریایی و آبنگاری بود و یکی از نشریات فنی مربوط به جی. پی.اس را برای سازمان نقشه‌برداری به فارسی برگردان نمود.

کتابخانه شخصی ایشان که از سوی ورثه محترمشان به دوست و همکار قدیمش مهندس پورکمال اهدا شد، از طرف ایشان مستقیما و بلافاصله به کتابخانه سازمان نقشه‌برداری کشور اهدا گردید. محتوای این کتابخانه شخصی نشان می‌داد که مرحوم استاد در دو رشته فنی هیدرولیك و نقشه‌برداری از کتابهای بنیادی قدیم دوران تحصیل خود در فرانسه تا آخرین پیشرفتهای فنی این دو رشته تا سال ۱۹۸۶ در تماس و مطالعه دائم بوده است. این مجموعه در غنی‌تر ساختن کتابخانه سازمان نقشه‌برداری یادگاری ارزنده به شمار می‌آید.

همچنین یکی از کسانی که در برگزاری اولین سمینار نقشه‌برداری (۱۳۶۲) نقش مهمی داشت مرحوم استاد شمس ملك آرا بود.

در همین رابطه پس از پایان سمینار ایشان به اتفاق تنی چند از همکاران سازمان ماموریت یافتند تا جهت تحقق مواد قطعنامه مطرح شده در سمینار، پیگیری لازم را بعمل آورند. از جمله مواد قطعنامه اجازه انتشار نشریه بود که استاد در تمام جلساتی که در کتابخانه سازمان بهمین منظور برگزار می‌شد تاکید فراوانی بر تحقق این امر داشتند و بحق می‌توان از وی بنام بانی نشریه نقشه‌برداری نیز نام برد.

روانش شاد

انجام طرح تهیه نقشه ۱:۲۵۰۰۰ گامی بلند در جهت رفع کمبود نقشه‌های توپوگرافی کشور است

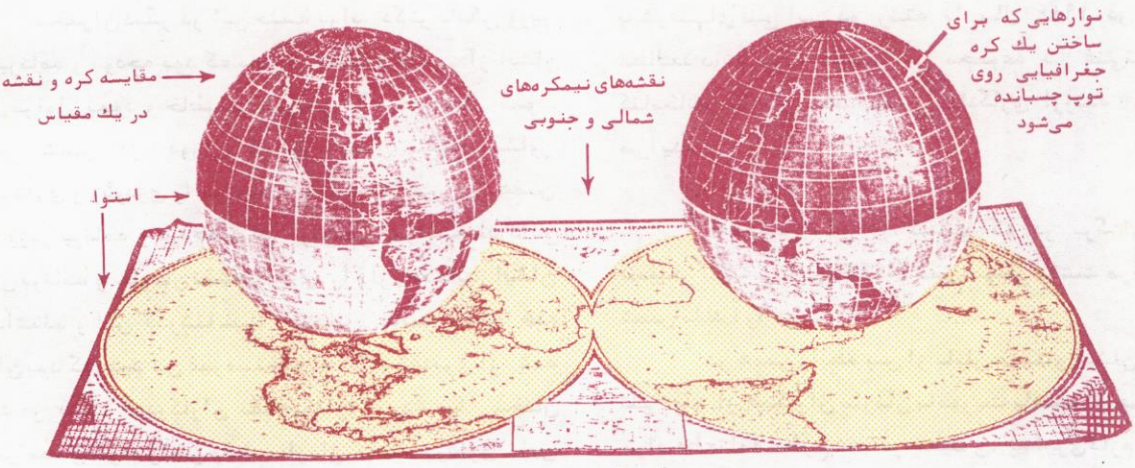
سازمان نقشه‌برداری کشور افتخار دارد تحقق این امر مهم را با کمک کارشناسان خود

بدون هیچگونه وقفه‌ای بثمر رساند

تصویر زمین کروی بر روی صفحه کاغذ

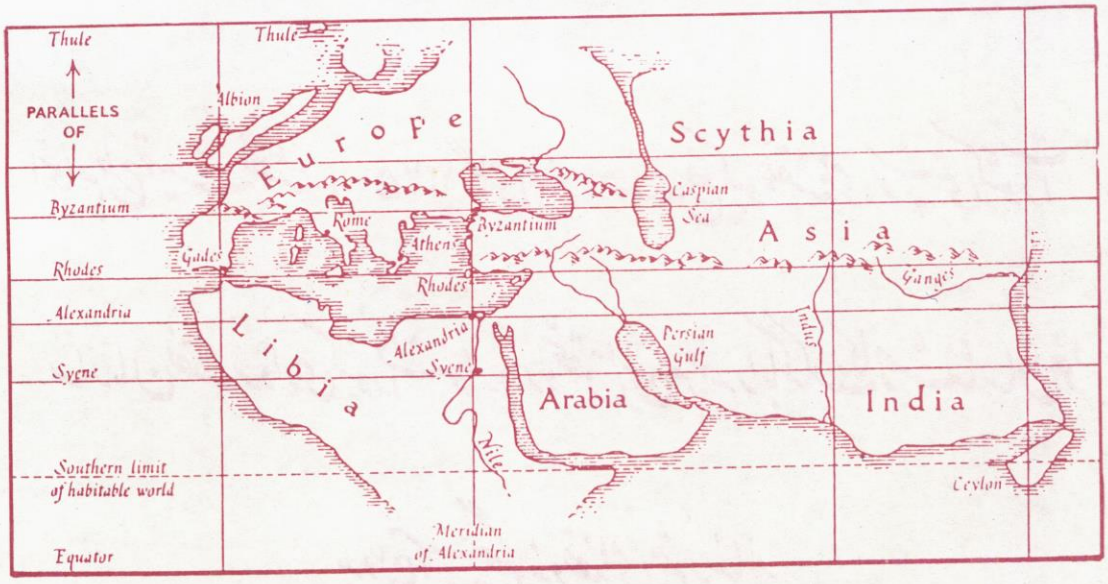
نوشته : مهندس علی نوری - مدیر عامل مهندسین مشاور
طرح و نظارت در نقشه برداری و کاداستر

به یاد مرکاتور ریاضیدان و کارتوگراف بزرگ



نگاره ۱

از زمانهای قدیم در برخورد با مسائل مربوط به حدود و ثغور کشورها، گسترش مرزها، محدوده زمینها، مسئله مالکیت، ارتباطات و امثالهم، نقشه برای بشر ابزاری بسیار مهم بوده و روز به روز بر اهمیت آن افزوده شده است، حتی گفته شده است که قدمت نقشه به اندازه قدمت فرهنگ بشر است. از پنج قرن قبل از میلاد، مسئله کرویت زمین مطرح بوده و به روایتی بابلیها کره زمین را بر روی صفحه، با دید خود تصویر کرده بودند. با این تعریف که نقشه نمایش افقی قسمتی از زمین است، مسئله شبه بیضوی بودن زمین و تصویر آن بر روی صفحه دو بعدی، بتدریج مورد توجه قرار گرفت و اولین نقشه‌ای که بر اساس شبکه مدارات و نصف النهارات متکی بود بوسیله اراتستن تهیه شد.



نگاره ۲ نقشه اراتستن ، اولین نقشه‌ای بود که بر روی شبکه‌ای از مدارات و نصف النهارات ترسیم شد.

مقایسه نقشه روی کره و نقشه در روی صفحه

تا مدتها فقط از نقشه‌هایی که در روی کره ترسیم می‌شد استفاده می‌کردند، زیرا فقط در این نوع نقشه مقیاس در همه جا متناسب با واقعیت بوده و تمام ارتباطات جغرافیایی را می‌توانستند درست ببینند، ولی با محدودیتی که از نظر مقیاس برای تهیه چنین نقشه‌هایی وجود داشت پاسخگویی به نیازهای روزافزون مربوط به آن ممکن نبود و برای تهیه یك نقشه کروی با مقیاس نسبتا بزرگ، کره‌ای آنچنان عظیم می‌باید ساخته می‌شد که یافتن محلی برای نگهداری و استفاده از آن ممکن نبود. احتمالا اینگونه محدودیتها، و نیز گسترده نشدن نقشه‌های کروی، سبب شد تا دانشمندان به این فکر بیفتند که برای هر قسمتی از زمین و با مقیاس دلخواه، نقشه‌هایی بر صفحه کاغذ ترسیم نمایند که حمل و نقلشان ساده بوده و براحتی بتوان آنها را روی یك سطح صاف مانند میز گسترد و سپس تایشان کرد و در جیب گذاشت و مجموعه آنها را در اطلس‌ها آورد.

بر اساس این تفکرات بود که افرادی چون **هیپارك، گوس، مرکاتور، لامبرت** و ... در اروپا و **ابوریحان بیرونی** در ایران، مسئله ریاضی تسطیح و گسترش سطح کروی و نحوه تصویر آن را روی صفحه مورد مطالعه قرار دادند تا بتوانند عوارض روی کره زمین را به شکلی قابل قبول و با حفظ دقت لازم بر سطحی مستوی منتقل کنند. اینگونه بود که سیستمهای تصویر بوجود آمده و تکامل یافت.

سیستم های تصویر با دید ریاضی

مطالعه سیستم های تصویر در طول قرنها بر مبنای هندسه و مثلثات و تعاریف سیستمهای مختصات و ایجاد روابط ریاضی بین آنها مطرح بوده تا برای نیل به اهداف مورد نظر استفاده کنندگان از نقشه راهگشایی شود. در جهت این مطالعات دریافتند که سطح کره، خود برای گسترش و تبدیل به صفحه مناسب نیست و چنانچه بخواهیم کره‌ای فرضی را در روی یك میز با فشار به صفحه صاف تبدیل کنیم، مسلما در قسمتهای نزدیك استوا کشیدگی و پارگی بوجود آمده و فواصل نقاط در این قسمتها خیلی بیش از آنچه که هست خواهد شد و مساحتها نیز زیاد می‌شوند. از اینرو بعضی از ریاضیدانان نتیجه گرفتند که برای سیستمهای تصاویر از سطوحی مانند استوانه و یا مخروط استفاده شود که قابل گسترش به صفحه می‌باشند. از نظر آنها و در حوزه ژئودزی مسائلی نظیر حل مثلثات کروی و روابط بین زوایا و طولها، جهت و امتدادها و تصویر یك سطح کوچك ds_1 در روی کره به یك سطح ds_2 در روی صفحه مطرح شد تا تصحیحاتی مانند تبدیل قوس به وتر و تبدیل زاویه‌ای و امثال آن را اعمال نموده تا به مثلثات مستقیم الخط در محاسبات روی صفحه برسند. بنابراین مسائل نسبت ds_2/ds_1، سیستمهای متشابه Conformal، وضع مدارات و نصف النهارات از نظر حفظ زاویه، حفظ مساحت، حفظ اشکال و حفظ امتدادها در سیستمهای تصاویر مورد مطالعه قرار گرفت تا اینکه معادلات متعدد ریاضی بین مختصات X_Y در صفحه (قائم الزاویه) و مختصات جغرافیایی λ و Φ روی کره بدست آمد که صورت کلی آنها بقرار زیر است.

$$\begin{cases} X = f(\Phi, \lambda) \\ Y = g(\Phi, \lambda) \end{cases} \quad \text{یا} \quad \begin{cases} \Phi = u(X,Y) \\ \lambda = v(X,Y) \end{cases}$$

براساس این فرمولها پاسخ مسئله از نظر ریاضی این است که، بینهایت سیستم تصویر که هر یك دارای ویژگیها و محدودیتهای خاص خود هستند، وجود دارد و هیچگاه نمی‌توان سیستم تصویری را انتخاب نمود تا برای سراسر کره زمین مناسب بوده و تمامی نیازهای استفاده کنندگان از نقشه را برآورده سازد.

بطور کلی هر سیستم تصویری، نقاط قوت و ضعف خاص خود را داشته و سیستم تصویری که بتواند صحت تمام عوامل ذیل را یکجا حفظ کند وجود ندارد:

جهت امتدادهای حقیقی، فواصل حقیقی، مساحتهای حقیقی، اشکال و ابعاد عوارض حقیقی، پرسپکتیو کلی، **امتداد رامبز**[1] یا **لوکسدروم**[2] (خطی که تمام نصف النهارات را با زاویه مساوی قطع کند).

انواع سیستمهای تصویر

تهیه کنندگان نقشه برای هر منظوری سیستم تصویر مناسب آن را انتخاب می‌نمایند. ممکن است در یکسری نقشه صحت امتدادها از یك نقطه بعنوان مبداء بیشتر مورد

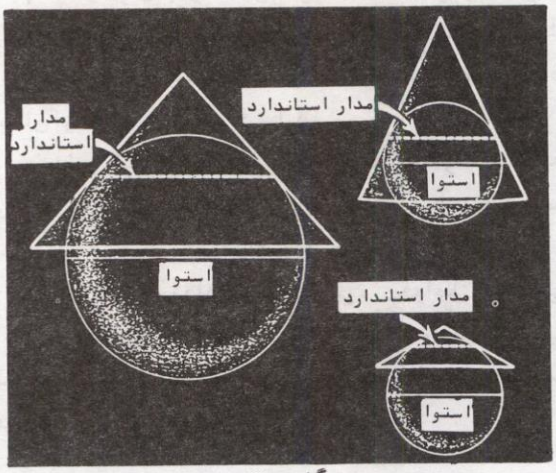
1.Straight Rhumbs 2.Loxodrome

نظر باشد، مانند نقشه‌های پرواز از یك فرودگاه بزرگ و یا بعضی نقشه‌ها فرم و شکل عوارض روی زمین مورد توجه باشد. بنابراین اول منظور و هدف از نقشه مشخص شده و آنگاه چگونگی تصویر مدارات و نصف النهارات را که معرف طول و عرض جغرافیایی، نمایشگر شکل و فرم، مساحت و فواصل در روی آن می‌باشند، بررسی می‌شود.

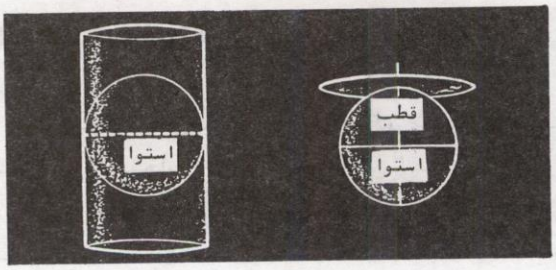
مهمترین و مناسب ترین سیستمهای تصویر از نظر علمی آنهایی هستند که در آنها سطح قابل گسترش مناسبی برای تماس با کره یا بیضوی انتخاب شده باشد. برخلاف سطح کره که سطح قابل گسترشی نمی‌باشد، سطوح قابل گسترش در سیستمهای تصویر که مورد قبول همگان می‌باشد عبارتند از :

- صفحه ساده‌ای که در یك نقطه بر بیضوی یا کره مماس است و ساده‌ترین شکل سیستمهای تصویر را بوجود می‌آورد.
- سطح مخروطی که حول یك مدار بر کره مماس بوده و ایجاد سیستمهای مخروطی را می‌نماید.
- سطح استوانه‌ای که حول یك دایره عظیمه بر کره مماس است و سیستمهای مرکاتور را بوجود می‌آورد.

در نگاره‌های ۳ و ۴ چگونگی تماس این سه نوع سطح بر کره نشان داده شده است .



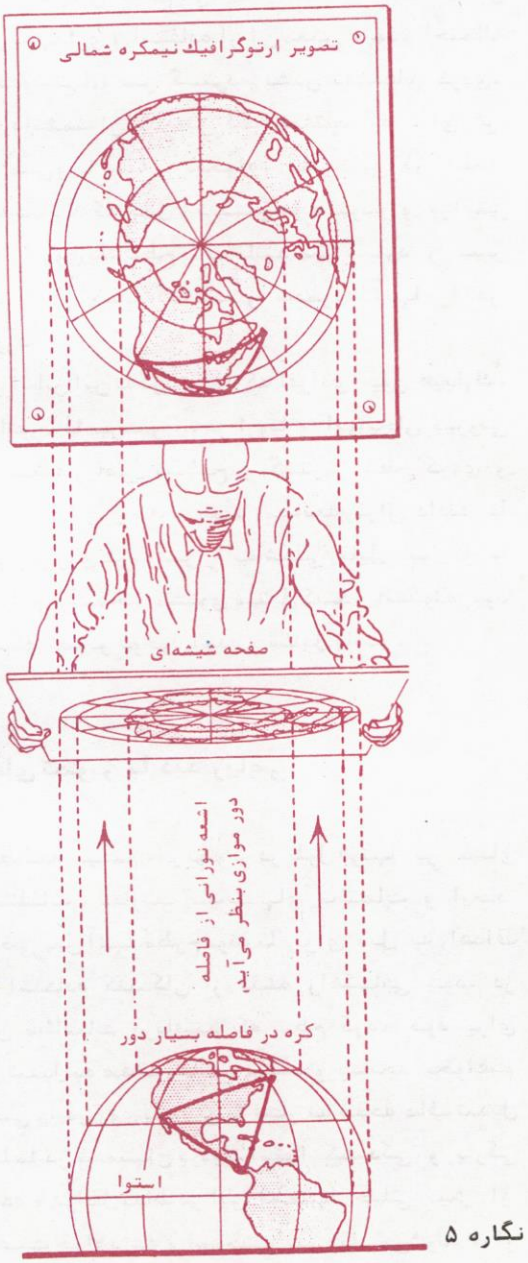
نگاره ۳



نگاره ۴

الف : سیستمهای تصویر صفحه‌ای . در سیستمهای تصویری که صفحات مماس بر کره تشکیل می‌دهند، معمولا نقطه تماس صفحه با کره در قطبین زمین فرض می‌شود و نسبت به محل این نقطه و مرکز دید یا اشعه تصویر سیستمهای مختلفی بشرح زیر مورد استفاده قرار گرفته است .

۱- سیستم تصویر ارتوگرافی . در این سیستم مرکز دید یا مرکز اشعه تصویر در بینهایت دور قرار گرفته و نقطه تماس یا مرکز تصویر معمولا یکی از قطبین زمین می‌باشد. تصویر نصف النهارات در این سیستم بصورت خطوط مستقیمی است که از مرکز تصویر گذشته‌اند و تصویر

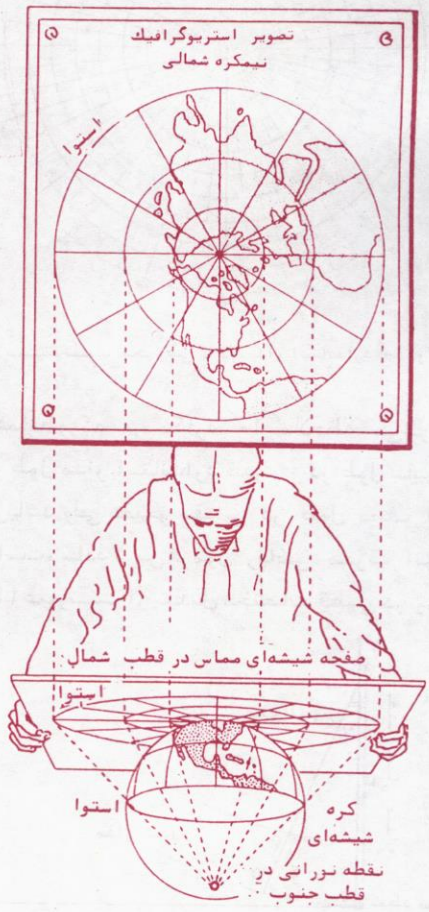


نگاره ۵

مدارات دوایر متحدالمرکزی می‌باشند(مرکز تصویر، مرکز این دوایر می‌باشد).

بسادگی می‌توان تشخیص داد که در مناطق نزدیک قطب، یعنی مرکز تصویر، ابعاد عوارض نزدیک به واقعیت بوده و با نزدیک شدن به استوا کشیدگی و تغییر مقیاس بیشتر خواهد شد. بعبارت دیگر تغییر مقیاس در طول نصف النهارات زیاد و در طول مدارات کم است. از خصوصیات این سیستم اینست که بیشتر برای تصاویر پرسپکتیوی زمین ، ماه و دیگر سیارات بکار گرفته می‌شود. در این سیستم جهت و امتداد، فقط از نقطه مرکزی می‌تواند حقیقی باشد ولی مقیاس در طول امتدادها متغیر است . این سیستم را مصریها و یونانیها از ۲۰۰۰ سال قبل می‌شناخته‌اند. نگاره ۵ چگونگی این سیستم تصویر را نشان می‌دهد.

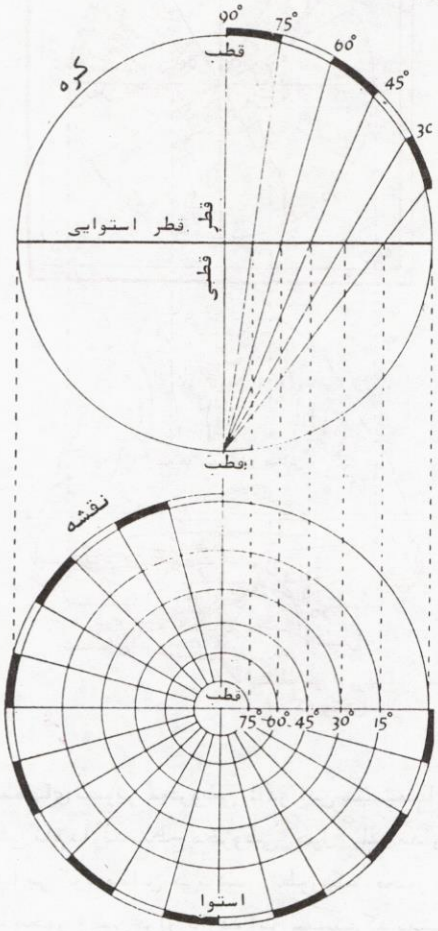
۲- سیستم تصویر استرئوگرافی . مطابق نگاره ۶ در این سیستم مرکز دید یا مرکز اشعه تصویر در انتهای قطری از کره واقع شده است که در نقطه مقابلش مرکز تصویر قرار دارد.



نگاره ۶

معمولا مرکز دید در یکی از قطبین قرار دارد و مرکز تصویر یا نقطه تماس صفحه با کره در قطب مقابل گرفته می‌شود. در موارد خاص صفحه تصویر در استوا فرض می‌شود.

در نگاره ۷ صفحه تصویر در استوا و مرکز دید و اشعه تصویر در قطب قرار دارد.



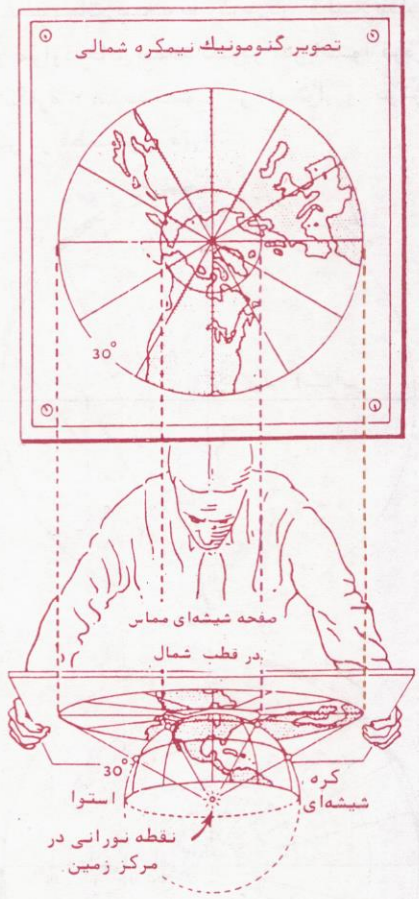
نگاره ۷- تصویر استریوگرافیک در صفحه مماس بر استوا

از این سیستم برای تهیه نقشه‌های ناوبری و نیز نقشه مناطق نزدیک به قطب (عرض جغرافیایی زیاد) استفاده می‌شود.

امتدادها از مرکز تصویر حقیقی است. مساحتها و اشکال با دور شدن از مرکز تصویر تغییر بیشتری می‌کنند و بالطبع مقیاس نیز از مرکز بطرف بیرون زیاد می‌شود.

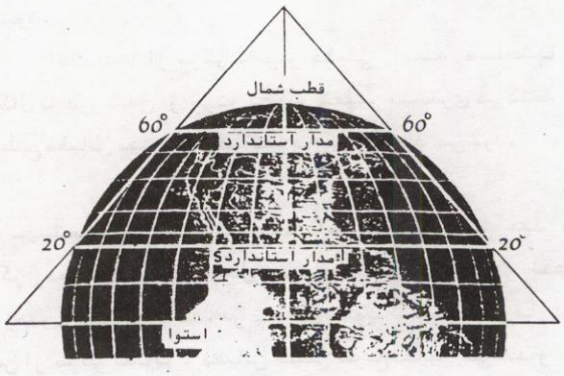
۳- سیستم تصویر گنومونیک . در این سیستم مرکز دید در مرکز زمین فرض شده و محل تماس صفحه با کره در هر نقطه از زمین می‌تواند باشد. در سیستم تصویر گنومونیک با دور شدن از مرکز تصویر، مقیاس خیلی سریع تغییر می‌کند و از اینرو بیشتر برای تهیه نقشه‌های موضعی مانند نقشه‌های

لرزه نگاری مورد استفاده قرار می‌گیرد (نگاره ۸).



نگاره ۸

ب : سیستمهای تصویر مخروطی : در این سیستمهای تصویر که مخروطی نام دارند سطح مخروطی حول یك مدار (مدار استاندارد) بر کره مماس می‌باشد. بطوریکه محور مخروط در امتداد محور زمین قرار دارد. این سیستم که بیشتر بنام **لامبرت** معروف است، برای مناطق شرقی غربی یا حول مداری و عرضهای جغرافیایی میانی بسیار مناسب است. مطابق نگاره ۹ اغلب بجای یك مدار برای تماس، دو مدار

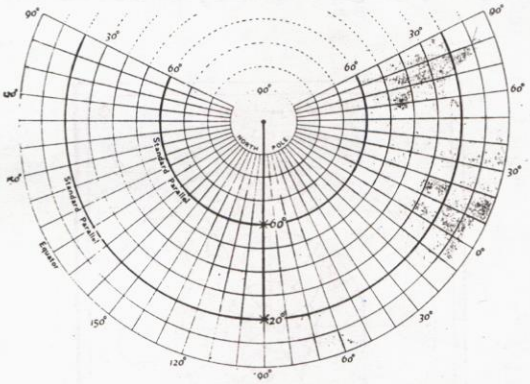


نگاره ۹

استاندارد انتخاب می‌شود بطوریکه مخروط در این‌دو مدار کره را قطع می‌کنند. بدینوسیله حوزه دقت و دامنه گسترش منطقه مفید سیستم را زیاد می‌کنند. سیستم مخروطی کاربردهای زیادی دارد اما برخلاف سیستمهای مرکزی (که در قسمت الف ذکر آنها رفت) برای عرضهای جغرافیایی بالا و جهت ترسیم نقشه جهانی یا تمامی کره زمین مناسب نمی‌باشد.

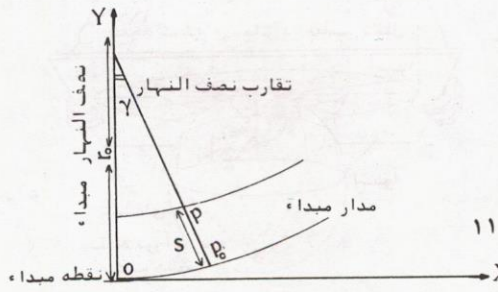
در این نوع سیستم، مدارات بصورت دوایر متحدالمرکز و نصف النهارات بشکل خطوطی راست که یکدیگر را با زاویه تقارب نصف النهارات قطع می‌کنند، تصویر می‌شوند.

به منظور تهیه نقشه‌های کشورهایی نظیر فرانسه و ایالات متحده آمریکا، سیستم تصویر مخروطی لامبرت کاربرد زیادی دارد، همچنین برای قسمتهای جنوبی ایران و نیز مناطق مرزی ایران و عراق از این سیستم استفاده شده است .



نگاره ۱۰- سیستم تصویر مخروطی با دو مدار استاندارد ۲۰° و ۶۰ درجه

همانطورکه در نگاره ۱۰ ملاحظه می‌شود تغییر مقیاس در طول مدار استاندارد صفر، و در طول سایر مدارات حداقل می‌باشد ولی تغییر مقیاس در طول نصف النهارات ماکزیمم است. ساده ترین فرمول ریاضی معرف این سیستم (نگاره ۱۱) عبارتست از تبدیل مختصات قطبی در روی سطح



نگاره ۱۱

مخروط گسترده شده به مختصات قائم الزاویه Y,X که بصورت زیر نوشته می‌شود.

$$\begin{cases} X = f(\Phi, \lambda) = (r_0 - s)\sin\gamma \\ Y = g(\Phi, \lambda) = s + \lambda \operatorname{tg}\frac{\gamma}{2} \end{cases}$$

که مقدار γ و s توابعی از Φ و λ هستند (در این فرمولها γ تفاوت نصف النهارات، s فاصله از مدار مبدا و r_0 طول نصف النهار است).

از خصوصیات سیستم تصویر مخروطی متشابه بودن آن می‌باشد یعنی امتدادها محفوظ و تغییر شکل و مساحت در قسمتهای کوچك کم ولی با دور شدن از مدار مبداء این تغییرات بیشتر خواهد شد.

ج : سیستمهای تصویر استوانه‌ای یا مرکاتور : در این حالت سطح مورد نظر که بر بیضوی مماس و سپس گسترش پیدا می‌کند استوانه‌ایست که در طول یك دایره عظیمه بر کره مماس است (نگاره ۱۲) .

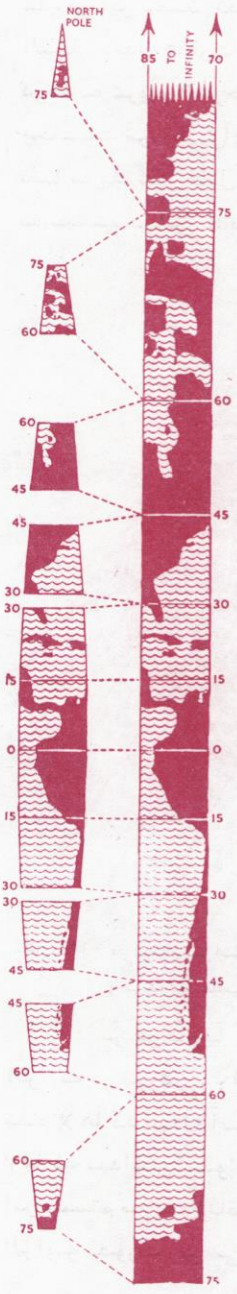
نگاره ۱۲

بانی این سیستم تصویر Gerard Mercator ریاضیدان و کارتوگراف بزرگ فلاندری می‌باشد که در قرن شانزدهم و بین سالهای ۱۵۱۲ تا ۱۵۹۴ می‌زیسته است .

در نوجوانی وی بود که سفرهای **ماژلان** انجام شد، این مسافرتها و مسیر پیموده شده توسط ماژلان، او را تحت تاثیر قرار داد و باوجود سن کم کارتوگراف برجسته‌ای گردید. همگان تحولی را که او در نقشه بوجود آورد، بزرگترین ابداع قرن شانزدهم دانسته‌اند. در حقیقت او بود که نقشه را از حالت یك نقاشی ساده، به یك وسیله دقیق قابل استفاده تبدیل کرد. در سال ۱۵۶۹ اولین نقشه جهان در سیستم تصویر مرکاتور تهیه گردید که ارتباط حقیقی طول و عرض جغرافیایی در تمام نقاط آن ملحوظ شده بود. بهمین جهت این نقشه بمثابه چراغ راهنمای دریانوردان بوده و هست ، بطوریکه امروزه چارتهای مرکاتور یك وسیله الزامی برای سیستمهای ناوبری می‌باشد.

در نگاره ۱۳ مقایسه‌ای بین یك قاچ یا Zone از بیضوی زمین با تصویر آن در سیستم مرکاتور دیده می‌شود. چون مرکاتور استوانه را در حول استوا به کره مماس نمود بنابراین ملاحظه می‌شود که در نزدیك استوا کاملا هر دو شکل با هم مطابقت دارند ولی در مناطق نزدیك به قطب جدایی و کشیدگی مشاهده می‌شود.

در سیستم مرکاتور تغییر مقیاس در طول نصف النهارات از مدارات بیشتر است و تصویر نصف النهارات و مدارات خطوطی موازی و عمود بر یکدیگر می‌باشند. (تقارب نصف النهارات برای مناطق وسیع وجود دارد) . با انعطاف و قابلیتهایی که در این سیستم وجود دارد می‌توان استوانه را به هر طرف چرخانده و بر بیضوی زمین حول هر دایره عظیمه‌ای مماس نمود، که این بزرگترین امتیاز سیستم مرکاتور بوده، بطوریکه سیستمهای مختلف بشرح زیر از آن مشتق شده است :

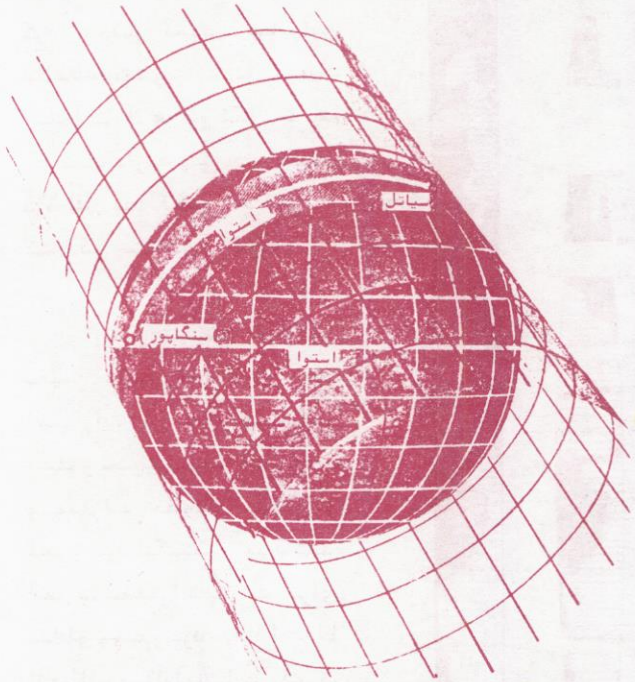


نگاره ۱۳- نوار باریکی از کره در مقایسه با نقشه مرکاتور

۱- ترانسورس مرکاتور : سیستم استوانه بجای تماس بر استوا به دوایر عظیمه دیگر از جمله نصف النهارات مماس می‌شود.

با تقسیم بیضوی زمین به ۶۰ قاچ ۶ درجه‌ای (نسبت به گرینویچ) و انتخاب نصف النهار مرکزی هر قاچ برای تماس با سطح استوانه، سیستم تصویر Universal Transverse Mercator یا U.T.M ابداع

شد. در این سیستم تصویر، نصف النهار مرکزی هر قاچ نصف النهار مبداء همان قاچ نامیده می‌شود. دامنه عمل هر قاچ ۳ درجه به شرق و ۳ درجه به غرب می‌باشد. در سیستم U.T.M محاسبات مربوط برای تمام قاچها یکسان بوده و برای همه دنیا به یك شکل قابل استفاده است. بهمین دلیل این سیستم، به سیستم جهانی Universal معروف است.



نگاره ۱۴- در سیستم ترانسورس مرکاتور، استوانه به حالت مایل در آمده و بر دوایر عظیمه دیگری غیر از استوا مماس است

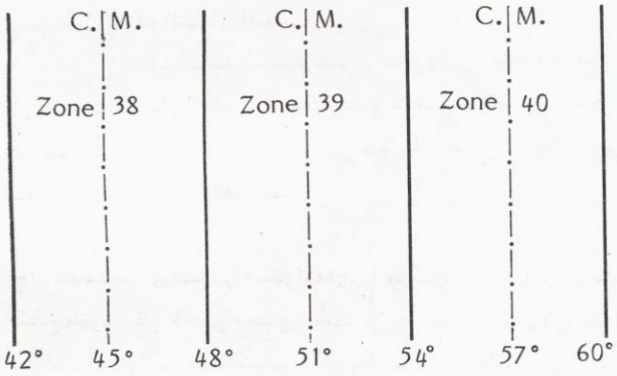
در هر قاچ یا Zone برای اینکه در سیستم قائم الزاویه در مورد X و Y اعداد منفی وارد محاسبات نشوند به تمام X ها که مبداء آنها نصف النهار مرکزی هر قاچ و به Y ها که مبداشان استوا می‌باشد، رقمی اضافه می‌نمایند. در این سیستم معادله ریاضی تبدیل مختصات جغرافیایی به قائم الزاویه بصورت زیر می‌باشد:

$$\begin{cases} X = f(\Phi,\lambda) = K_0 N \ Sin i'' \ Cos\Phi \Delta\lambda + \dots \\ Y = g(\Phi,\lambda) = K_0 S + K_0 N tg\frac{\Phi}{2} (Cos\Phi Sin i'')^2 \Delta\lambda^{-2} + \dots \end{cases}$$

که در این فرمول K_0 ضریب مقیاس در مبداء و N نرمال بر بیضوی و S فاصله تا استوا در روی نصف النهار می‌باشد و چون در این فرمولها برای دقتهای بالا، تعداد جملات بیشتر خواهد شد، فاکتورهای دیگری از Φ و نیز λ دخالت خواهند داشت.

از خصوصیات این سیستم اینست که با فاصله چند درجه از نصف النهار مرکزی تغییر طولی و تغییر جهت و مساحتها دقت کافی دارند ولی با دور شدن از این نصف النهار تغییرات بیشتر و سریعتر خواهد بود. این سیستم متشابه یا Conformal است و در مناطق کوچك شکل عوارض عوض نشده و دقت لازم را دارند.

کشور ما عملا در سه قاچ قرار دارد که مطابق نگاره ۱۵ نصف النهارات ۴۵° و ۵۱° و ۵۷° نصف النهارات مرکزی این سه قاچ هستند.



نگاره ۱۵

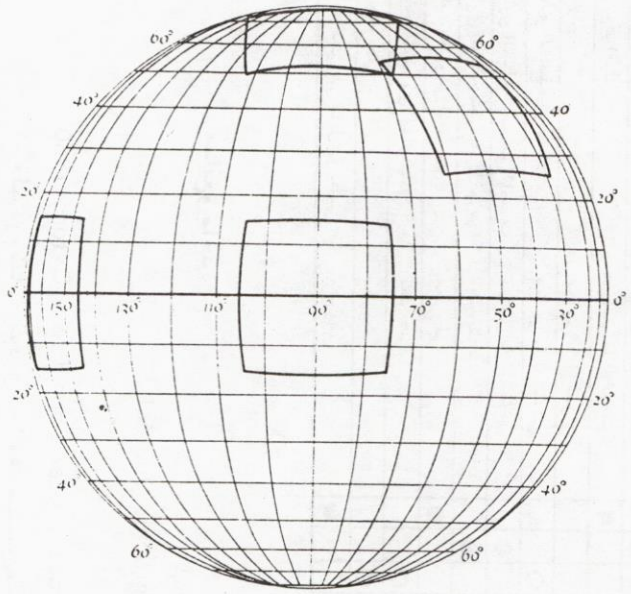
۲- سیستم مرکاتور مداری یا مورب: دراین سیستم تصویر، استوانه به دوایر عظیمه دیگری غیر از استوا و نصف النهارات مماس می‌شود.

بیشترین استفاده از این سیستم برای مسیر ماهواره‌های دور زمین است که عملا دایره عظیمه مقطع مسیر آنها با زمین، غیر از نصف النهارات و یا استوا می‌باشد. نگاره ۱۶ وضع این سیستم را نشان می‌دهد.

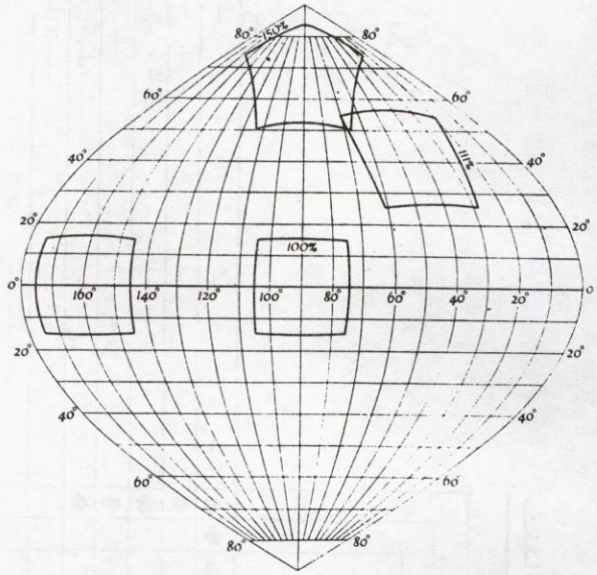
نگاره ۱۶

همانطور که ذکر شد معادلات ریاضی زیادی وجود دارد که معرف ارتباط بین سیستم مختصات روی کره و صفحه باشد و بهمین دلیل ممکن است که سیستمهای تصویر مختلفی طراحی شوند.

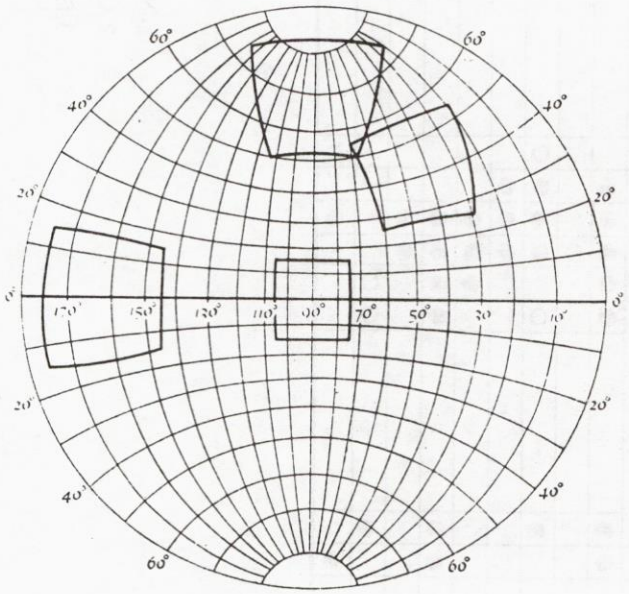
ضمن مقایسه تصویر و تغییر شکل چند سیستم، در نگاره شماره ۱۷، جدولی نیز ارائه شده است که در آن ویژگیها و کاربردهای بعضی از سیستمهای تصویر آورده شده است.



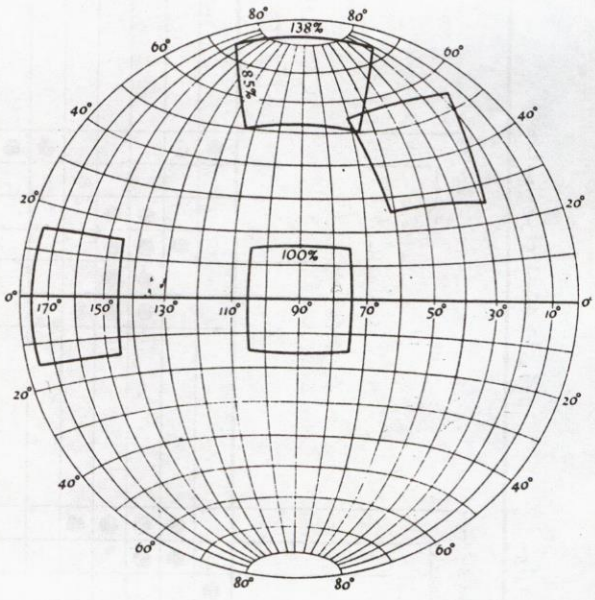
سیستم تصویر ارتوگرافیک



سیستم تصویر سینوسویدال



سیستم تصویر استریوگرافیک



سیستم تصویر متساوی السطح آزیموتی لامبرت

نگاره ۱۷- مقایسه سیستم تصویر اورتوگرافیک با سیستم تصویر استرئوگرافیک و سیستم تصویر سینوسویدال با سیستم تصویر متساوی السطح آزیموتی لامبرت

سیستم تصویر		مشخصات سیستم: متشابه	متساوی السطح	متساوی الفاصله	جهت حقیقی	پرسپکتیو	ترکیبی از تمام سیستمها	خط لوکسدروم	مناسب برای نقشه های زیر: جهان	نیمکره	قاره/اقیانوس	منطقه/دریا	مقیاس متوسط	مقیاس بزرگ	موارد استفاده: نقشه‌های توپوگرافی	نقشه‌های زمین شناسی	نقشه‌های موضوعی	نقشه‌های نمایشی	نقشه‌های ناوبری	نقشه‌های موسسه تحقیقات زمینشناسی آمریکا
کره زمین	کره	●	●	●	●				●							●	●			
مرکاتور	استوانه‌ای	●		○			●		○				●		●	●				●
ترانسورس مرکاتور	استوانه‌ای	●													●	●				●
مرکاتور مایل	استوانه‌ای	●													●	●				●
مرکاتور مایل فضایی	استوانه‌ای	●													●	●				●
استوانه‌ای مبلر	استوانه‌ای						●		●							●				●
رابینسون	شبه استوانه‌ای						●		●								●			
متساوی السطح سینوسوئیدال	شبه استوانه‌ای					○	●		●							●				●
ارتوگرافیک	مماسی یا آزیموتی			○	●				○							●				●
استرئوگرافیک	مماسی یا آزیموتی	●		○	●				●			●	●	●	●	●	●			●
گنومونیک	مماسی یا آزیموتی			○	●								○				●	●		
متساوی الفاصله آزیموتی	مماسی یا آزیموتی			○		○			○			○	●	●		●				●
متساوی السطح آزیموتی لامبرت	مماسی یا آزیموتی			○									●	●			●			●
متساوی السطح مخروطی آلبرین	مخروطی											●	●	●			●			●
متشابه مخروطی لامبرت	مخروطی	●		○								●	●	●		●	●			●
مخروطی متساوی الفاصله	مخروطی			○									●	●						
چند مخروطی	مخروطی			○			●					○	○			●				●
متشابه مخروطی مایل دو قطبی	مخروطی	●											●							●

● = بله

○ = تاحدی

منابع و ماخذ

1.National Cartographic Journal

2.Clark

3.Bamford, G.Geodesy Clarondon Press Oxford 1980

۴- جلد دوم کتاب ژئودزی ، تالیف مهندس علی نوری

تعیین ژئوئید ایران (مرحله دوم)

با استفاده از داده‌های گرانی، ترازیابی و GPS

نوشته : مهندس محمود هامش ـ کارشناس ارشد محاسبات

چکیده

بدنبال انجام مرحله اول پروژه تعیین ژئوئید برای کشور جمهوری اسلامی ایران که با همکاری سازمان نقشه برداری کشور، موسسه ژئوفیزیك دانشگاه تهران و موسسه ژئودزی کاربردی آلمان (ایفاگ) انجام پذیرفت، اخیرا با استفاده از مدل رقومی زمین با تراکم بهتر، ۱×۱(کیلومتر)، مدل پتانسیل OSU89B با درجه و مرتبه ۳۶۰ و همان اطلاعات گرانی مرحله اول، تلاش شد برای منطقه ایران ژئوئیدی با دقت بهتر از مرحله اول محاسبه گردد.

مجموعه اطلاعات فوق به کمك فن حذف ـ جبران[1] بکار گرفته شدند. اثر توپوگرافی با بکارگیری روشی موسوم به Residual Terrain Model (RTM) ملحوظ شده است و بالاخره تبدیل Δg به ΔN با استفاده از فرمول انتگرال و با راه حل برگردان سریع فوریه[2] انجام پذیرفت.

در خلال این محاسبات ارتفاعات متوسط تخمین زده شده برای بلوکهای به ابعاد ۱×۱(کیلومتر) که تعداد آنها بالغ بر ۲ میلیون عدد می‌باشد، با استفاده از جدیدترین سخت افزار و نرم افزارهای گرافیکی، از خطاهای بزرگ بمیزان ۹۰٪ پاکسازی گردید و بدین ترتیب مجموعه گرانیهایی از اطلاعات توپوگرافی برای سراسر ایران بصورت رقومی بوجود آمد. این اطلاعات علاوه بر کاربردی که در ژئودزی و ژئوفیزیك دارد، می‌تواند در بسیاری از زمینه های دیگر مهندسی مورد استفاده قرار گیرد.

ژئوئید محاسبه شده بصورت نقشه منحنی میزان و همچنین فایل اطلاعات رقومی بصورت شبکه ۱۶۰×۱۱۰ (ثانیه کمانی) عرضه شده است. از این فایل می‌توان به راحتی با در دست داشتن موقعیت هر محل، ارتفاع ژئوئید و مولفه های انحراف قائم را به روش میانیابی محاسبه کرد.

۱- تاریخچه

تا قبل از متداول شدن سیستمهای تعیین موقعیت ماهواره‌ای، کاربرد ژئوئید عمدتا در محاسبات دقیق شبکه‌های ژئودزی بود. به همین منظور اولین بار در سال ۱۳۵۶ برای تعدیل شبکه مثلث بندی درجه یك ایران، به کمك ۱۳ نقطه داپلر و تعدادی مشاهدات نجومی، ژئوئیدی برای منطقه ایران محاسبه گردید (Walker 1977). از این ژئوئید متاسفانه مدارکی در سازمان نقشه‌برداری کشور موجود نیست.

پس از پیروزی انقلاب اسلامی و شروع فعالیتهای اساسی در زمینه‌های ژئودزی و نقشه‌برداری بدست متخصصین ایرانی و آغاز تکمیل شبکه ژئودزی سنتی و ایجاد شبکه ترازیابی دقیق، نیاز به داشتن یك ژئوئید برای تعدیل و همگن کردن شبکه‌های قدیمی و تازه گسترش یافته آشکار گردید.

1.Remove-Restore Technique

2.Fast Fourier Transforms

در سال ۱۳۶۳ در چارچوب یك طرح همکاری علمی مشترك بین سازمان نقشه‌برداری کشور، موسسه ژئوفیزیك دانشگاه تهران و موسسه ژئودزی کاربردی آلمان (ایفاگ)، با بکارگیری ۱۱ هزار مشاهدات ایستگاههای گرانی، و بهره جستن از اطلاعات توپوگرافی مستخرجه از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ برای بلوکهایی به اندازه ۷٫۵×۶(دقیقه) و مدل پتانسیل GPM2 کوشش بعمل آمد ژئوئیدی برای منطقه ایران محاسبه گردد. در این محاسبات با اصلاح مدل پتانسیل زمین بصورت منطقه‌ای، ژئوئیدی با دقت ±۱٫۴ متر برای ایران تعیین گردید. گزارش این محاسبات در بولتن ژئودتیك شماره ۶۲ (Weber , Zomorrodian 1988) و همچنین نشریه نقشه‌برداری شماره ۳ انتشار یافت (زمردیان ۱۳۶۹).

با مجهز شدن سازمان نقشه‌برداری کشور به گیرنده‌های ماهواره‌ای GPS و آشکار شدن قابلیت و دقت این گیرنده‌ها در تعیین موقعیت نسبی سه بعدی (دقت چند سانتیمتر حتی در طول بازهای بلند)، نیاز به داشتن ژئوئید دقیق بیشتر آشکار گردید. مختصات بدست آمده از سیستمهای ماهواره‌ای نظیر داپلر و GPS نسبت به یك بیضوی مقایسه می‌باشد و بنابراین برای بیشتر مقاصد نقشه‌برداری و مهندسی مناسب نیستند. برای تبدیل ارتفاع مطلقا هندسی و نسبت به سطح بیضوی حاصل از مشاهدات GPS به ارتفاع مرتبط به میدان گرانی و نسبت به سطح تراز، که مورد نیاز اکثر استفاده کنندگان می‌باشد، نیاز به دانستن ارتفاع ژئوئید یا موجگانی است. بطور ساده می‌توان نوشت :

$$H_{(\text{ارتومتریك})} = h_{(GPS)} - N_{(\text{ژئوئید})}$$

بطوریکه ملاحظه می‌شود برای اینکه به ارتفاع ارتومتری در حد ارتفاع GPS برسیم لازمست مقدار N یا موجگانی نیز با دقتی در همان حد تعیین گردد.

درمرحله دوم تعیین ژئوئید ایران، در چارچوب همان طرح مرحله اول، سعی شده است با استفاده از اطلاعات توپوگرافی دقیقتر (ارتفاعات میانگین برای بلوکهای بفواصل تقریبی ۱×۱ کیلومتر) و مدل پتانسیل تا درجه ۳۶۰ و همان مشاهدات گرانی و با استفاده از متد محاسباتی **حذف - جبران**، ژئوئیدی دقیقتر از مرحله اول برای منطقه ایران تعیین گردد. محاسبات با استفاده از فرمول انتگرال و راه حل برگردان سریع فوریه (FFT) انجام شده است. مطالعات بعمل آمده نشان می‌دهد که بخشهای موج کوتاه ساختارهای میدان گرانی می‌تواند با دقت دلخواه با استفاده از تعداد کافی و دقیق نقاط گرانی و اطلاعات توپوگرافی محاسبه گردند (Denker 1989). اگرچه در این محاسبات از اطلاعات توپوگرافی با تراکم بسیار خوبی استفاده گردیده (بلوکهای ارتفاعی به ابعاد ۱×۱ کیلومتر) ولیکن فقدان نقاط گرانی در مناطق وسیعی از کشور و توزیع غیر همگن این نقاط باعث شده است که ژئوئید تعیین شده در اطراف مرزها و در مناطق فاقد نقاط گرانی، دارای دقت کمتری باشد.

در این محاسبات، نگارنده از آغاز یعنی تهیه اطلاعات توپوگرافی و اخیرا نیز بمدت ۱۰ ماه در موسسه ایفاگ در تمام مراحل کار درگیر بوده‌ام و در خلال این مدت از راهنماییهای با ارزش آقای **دکتر زمردیان** از موسسه ژئوفیزیك دانشگاه تهران و آقای **دکتر وبر** از موسسه ژئودزی کاربردی آلمان، کمال استفاده را برده‌ام.

در این مقاله سعی شده است مراحل عملی کار به زبان ساده بیان شود و از آوردن فرمولها و تئوریها که معمولا در کتابهای مختلف یافت می‌شود خودداری گردد، معهذا در موارد لازم برای علاقمندان به مطالعه بیشتر به مراجع مختلف اشاره شده است .

۲- اطلاعات ورودی

تعیین ژئوئید می‌تواند با استفاده از اطلاعات ورودی مختلف مانند مشاهدات نجومی انحراف قائم، مدل پتانسیل زمین یا مشاهدات گرانی و بروشهای مختلف از قبیل استفاده از انتگرال یا کمترین مربعات و Collocation (Tscherning and Forsberg 1986) و یا ترکیبی از آنها انجام پذیرد.

در مرحله دوم تعیین ژئوئید ایران اطلاعات زیر مورد استفاده قرار گرفته‌اند :

- **مشاهدات ایستگاههای گرانی**
- **مدل ارتفاعی رقومی زمین[1] به فواصل تقریبی ۱×۱(کیلومتر)**
- **مدل پتانسیل زمین[2]**
- **اطلاعات ترازیابی + ماهواره‌ای**

1.Digital Elevation Model (DEM)

2.Geopotential Model

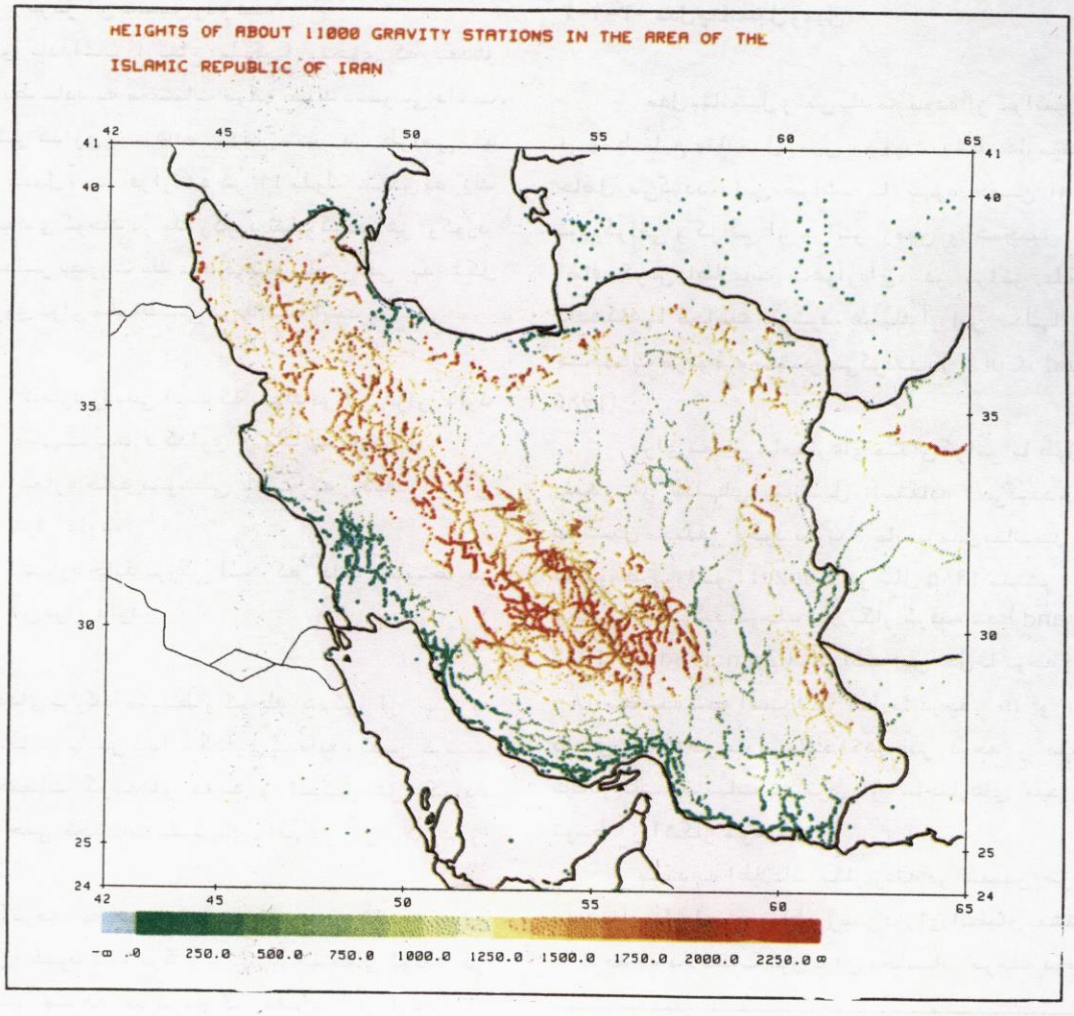
اطلاعات فوق از منابع مختلف تامین گردیده که در زیر هر یك از آنها بطور مختصر شرح داده می‌شود.

۲-۱-۱- مشاهدات ایستگاههای گرانی

مشاهدات گرانی بکار برده شده در مرحله دوم تعیین ژئوئید عینا همان اطلاعات مرحله اول می‌باشد که از طرف موسسه ژئوفیزیك دانشگاه تهران در اختیار این طرح قرار داده شده است. این اطلاعات حدود ۱۱ هزار نقطه گرانی است که بعد از سالهای ۱۳۴۰ توسط سازمانها و ارگانهای مختلف ایرانی و خارجی اندازه‌گیری شده و توسط موسسه ژئوفیزیك دانشگاه تهران تصحیحات مختلف مربوطه روی آن انجام گرفته و همگی به مبنای جدید گرانی ایران آورده شده‌اند(Zomorrodian 1987) . توزیع این نقاط در سطح مملکت در نگاره شماره ۱ نشان داده شده است .

با توجه به این نگاره ملاحظه می‌شود که در حوالی سلسله جبال زاگرس و در سیستان و بلوچستان در مناطقی به وسعت حدود ۱۰۰ کیلومتر هیچ نقطه گرانی موجود نیست. این موضوع عامل بزرگی در کاهش دقت تعیین ژئوئید می‌باشد.

مقایسه‌ای بین نقاط گرانی کشورمان با کشور آلمان شاید در روشن شدن مطلب موثر باشد. در کشور آلمان با وسعت حدود $\frac{1}{6}$ کشور ایران، بیش از چهار برابر کشور ما نقطه گرانی وجود دارد و تقریبا به فاصله هر ۲ تا ۵ کیلومتر می‌توان یك نقطه گرانی پیدا نمود. با چنین حجم عظیم گرانی و با بکارگیری متد و روشهایی کم و بیش یکسان با روش بکار برده شده برای ژئوئید مرحله دوم توانسته‌اند ژئوئیدی با دقت بین ± 10 تا ± 20 سانتیمتر محاسبه نمایند (Denker 1989).



نگاره شماره ۱- توزیع نقاط گرانی در سطح مملکت

۲-۱-۲- مدل ارتفاعی رقومی زمین بفواصل تقریبی ۱×۱ (کیلومتر)

تقریبا بلافاصله پس از اتمام کار تخمین ارتفاعات برای مرحله اول ژئوئید، تخمین ارتفاعات برای مرحله دوم آغاز گردید. برای تخمین این ارتفاعات ابتدا هر نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ به ۳۰ (۶×۵) خانه بزرگ تقسیم گردید. سپس هر یك از این خانه‌های بزرگ به ۴ (۲×۲) خانه کوچکتر (متوسط) تقسیم گردیدند و بعد هر یك از خانه‌های متوسط نیز به ۱۲۱(۱۱×۱۱) خانه کوچك (بلوك) تقسیم شدند.[1]

بدین ترتیب هر برگ نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ به ۱۴۵۲۰(۱۲۱×۴×۳۰) بلوك کوچك که اندازه هر یك از آنها تقریبا ″۳۰ در عرض و ″۴۰ در طول می‌باشد تقسیم گردید (تقریبا ۱×۱ کیلومتر). سپس برای هر یك از این بلوکهای کوچك با توجه به منحنی میزانهایی که از آن عبور کرده‌اند، ارتفاعی برای مرکز آن تخمین زده شد.

برای یادداشت ارتفاع بلوکها بنحوی که بعدها بتوان با روابط ساده به مختصات مرکز بلوك دسترسی داشت، از روش اندکس گذاری استفاده شده است. در طراحی که بدین منظور بعمل آمد، قرار شد هر ۱۱ بلوك متعلق به یك ردیف از خانه‌های کوچك در یك رکورد ثبت گردد. هر رکورد همراه یك اندکس بصورت یك عدد صحیح پنج رقمی به شکل AabCc به روی نوار مغناطیسی برده شده است.

$1 \leqslant Cc \leqslant 11$ شماره ردیفی است که بلوك در آن قرار دارد (جهت شماره گذاری از بالا به پایین).

$1 \leqslant b \leqslant 4$ شماره خانه متوسطی است که ردیف در آن قرار دارد.

$1 \leqslant Aa \leqslant 30$ شماره خانه بزرگی است که خانه متوسط در آن قرار دارد.

خانه‌های بزرگ، متوسط و کوچك همگی از چپ به راست و از بالا به پایین شماره گذاری شده‌اند. بدین ترتیب با داشتن مختصات گوشه‌های نقشه و اندکس هر رکورد، می‌توان به راحتی مختصات بلوکهای واقع در آن رکورد را محاسبه نمود.

با توجه به تعداد نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ برای سراسر ایران (حدود ۱۳۵ برگ) و تعداد خانه‌های کوچك در هر برگ نقشه، متوجه می‌شویم که تعداد این ارتفاعات تخمین زده شده بالغ بر دو میلیون ارتفاع می‌گردد.

این کار عظیم بطور متوسط با چهار تا پنج نفر در مدت ۵ سال در بخش گرانی مدیریت نقشه‌برداری بنیادی و موردی سازمان نقشه‌برداری کشور انجام گرفته است. صرفنظر از زمان و هزینه‌ای که صرف این مجموعه اطلاعاتی گردیده، این مجموعه فی نفسه دارای ارزش و اهمیت فراوانی است، زیرا می‌تواند اطلاعات اولیه توپوگرافی منطقه را بصورت رقومی و در صورت در اختیار بودن سخت افزار و نرم افزارهای مربوطه، بصورت گرافیکی در اختیار قرار دهد. کاربران این مجموعه علاوه بر متخصصین رشته‌های ژئودزی و ژئوفیزیك می‌توانند مهندسین معدن و اکتشافات منابع آب و نفت و هواپیمایی و ... باشند. در اینجا بد نیست اشاره نمائیم که مجموعه اطلاعاتی کشور آلمان در این زمینه دارای تراکمی در همین حد یعنی تقریبا ۱×۱(کیلومتر) می‌باشد (Denker 1989).

۲-۱-۳- مدل پتانسیل زمین

مدل پتانسیل زمین یك مجموعه از ضرائب است که از بسط تابع پتانسیل زمین بصورت بسط هارمونیك کروی حاصل می‌گردد. این ضرائب با بهره جستن از اطلاعات توپوگرافی و گرانی از سراسر زمین و همچنین اخیرا با اضافه کردن اطلاعات ماهواره‌ای، در مراکز علمی مانند دانشگاهها محاسبه می‌شود. هر یك از این مدلها با نام و مشخصات مربوطه منتشر می‌گردند (Rapp and Curz 1986).

برای تعیین ساختارهای میدان گرانی با طول موجهای بلند، از مدلهای پتانسیل استفاده می‌گردد. مدلهای پتانسیل مختلفی وجود دارند، مانند مدل پتانسیل GPM2 که توسط پروفسور Wenzel در سال ۱۹۸۵ منتشر شد و در محاسبات ژئوئید مرحله اول بکار گرفته شد (Weber and Zomorrodian 1988). ضرائب این مدل تا درجه و مرتبه ۱۸۰ محاسبه شده است (هر مدل با درجه m و مرتبه n دارای mxn ضریب می‌باشد). هر قدر درجه و مرتبه مدل بالاتر باشد جزئیات بیشتری از ساختارهای میدان گرانی توسط آن آشکار می‌گردد.

بسته به اطلاعات بکار رفته در تعیین ضرائب، آن مدل برای پاره‌ای از مناطق زمین دارای انطباق بیشتری است. با توجه به ملاحظات فوق برای محاسبات مرحله دوم از مدل

---

۱. این تقسیم بندیها توسط تمپلت انجام شده است.

OSU89B که مدلی تا درجه و مرتبه ۳۶۰ می‌باشد استفاده گردید. این مدل توسط دانشگاه ایالتی اوهایو آمریکا در سال ۱۹۸۹ محاسبه و منتشر شده است .

۲-۱-۴- اطلاعات ترازیابی + ماهواره‌ای

در خلال ایجاد شبکه ترازیابی دقیق و همچنین گسترش شبکه ژئودزی ماهواره‌ای GPS قرار شد تعدادی از نقاط شبکه GPS که در نزدیکی شبکه ترازیابی دقیق قرار دارند با انجام عملیات ترازیابی به یکدیگر اتصال داده شوند. این اتصال برای تعداد زیادی از ایستگاههای GPS انجام گرفته است. پس از انجام مرحله اول تعدیل شبکه ترازیابی دقیق (هامش ۱۳۶۸)، مرحله اول شبکه GPS نیز با انتخاب نقطه مبنایی مناسب در روی بیضوی از نظر

جدول شماره ۱- موجگانی بدست آمده برای نقاط شبکه ماهواره‌ای از طریق ترازیابی

ردیف	نام ایستگاه	جدایی از بیضوی		اختلاف برحسب متر
		از نقشه ژئوئید	از طریق ترازیابی و GPS	
۱	آباده	-۳,۷	-۴,۴	۰,۷
۲	عبدل آباد	-۳,۰	-۳,۱	۰,۱
۳	اهواز	-۱۶,۰	-۱۶,۵	۰,۵
۴	آمل	-۴,۰	-۴,۳	۰,۳
۵	انار	-۶,۰	-۷,۰	۱,۰
۶	اراک	۶,۵	۵,۹	۰,۶
۷	اردکان	-۳,۰	-۵,۱	۲,۱
۸	آستارا	۹,۸	۴,۷	۵,۱
۹	باختران	۷,۵	۶,۴	۱,۱
۱۰	بردسیر	-۵,۵	-۷,۵	۲,۰
۱۱	بهبهان	-۱۵,۰	-۱۴,۷	-۰,۳
۱۲	چاه چاقو	-۱۰,۰	-۱۰,۸	۰,۸
۱۳	دامغان	-۴,۲	-۵,۱	۰,۹
۱۴	دشت	-۱۳,۲	-۱۱,۹	-۱,۳
۱۵	داورزن	-۱۲,۵	-۱۲,۴	-۰,۱
۱۶	ده بید	-۵,۲	-۵,۴	۰,۲
۱۷	دهشیر	-۳,۸	-۳,۷	-۰,۱
۱۸	گلوگاه	-۸,۰	-۷,۹	-۰,۱
۱۹	قره بلاغ	۱۱,۵	۱۰,۷	۰,۸
۲۰	قره چمن	۱۵,۲	۱۵,۳	-۰,۱
۲۱	گناباد	-۱۴,۰	-۱۴,۸	۰,۸
۲۲	گرگان	-۸,۰	-۸,۵	۰,۵
۲۳	حاجی بندر	-۱۷,۰	-۱۹,۲	۲,۲
۲۴	حسن نادون	-۲۱,۰	-۲۲,۹	۱,۹
۲۵	هشت پر	۹,۰	۶,۰	۳,۰
۲۶	جیرفت	-۱۳,۰	-۱۴,۱	۱,۱
۲۷	جلفا	۱۸,۵	۱۸,۷	-۰,۲
۲۸	کاشان	۳,۰	۱,۴	۱,۶
۲۹	کرمان	-۷,۰	-۹,۱	۲,۱
۳۰	خرم آباد	۰,۰	۲,۰	-۲,۰
۳۱	خوشنگان	-۲۴,۰	-۲۵,۶	۱,۶
۳۲	ملایر	۷,۰	۶,۸	۰,۲
۳۳	مامونیه	۴,۵	۴,۵	۰,۰
۳۴	مشهد	-۱۶,۰	-۱۷,۴	۱,۴
۳۵	میاندشت	-۱۰,۰	-۹,۹	-۰,۱
۳۶	نائین	-۱,۵	-۱,۷	۰,۲
۳۷	نیشابور	-۱۴,۶	-۱۵,۸	۱,۲
۳۸	نوبران	۶,۰	۷,۵	-۱,۵
۳۹	نوشهر	-۱,۰	-۲,۰	۱,۰
۴۰	پل زال،	-۶,۰	-۶,۰	۰,۰
۴۱	رفسنجان	-۷,۰	-۸,۲	۱,۲
۴۲	رامسر	۳,۰	۱,۸	۱,۲
۴۳	رشت	۵,۰	۱,۹	۳,۱
۴۴	رزن	۹,۶	۹,۷	-۰,۱
۴۵	رباط سفید	-۱۴,۸	-۱۵,۸	۱,۰
۴۶	سبزوار	-۱۴,۰	-۱۳,۸	-۰,۲
۴۷	ساری	-۷,۰	-۷,۷	+۰,۷
۴۸	سروستان	-۱۰,۵	-۱۳,۰	۲,۵
۴۹	شهر بابك	-۷,۰	-۷,۶	۰,۶
۵۰	قمشه	-۲,۰	-۲,۲	۰,۲
۵۱	سیرجان	-۷,۵	-۸,۹	۱,۴
۵۲	تبریز	۱۶,۸	۱۷,۰	-۰,۲
۵۳	تل مهتاب	-۱۱,۰	-۱۳,۱	۲,۱
۵۴	یعقوب شاه	۹,۰	۱۰,۳	-۱,۳
۵۵	یزد	-۳,۲	-۵,۲	۲,۰

ارتفاعی تعدیل گردید. بدین ترتیب تمام نقاط GPS در یك شبکه همگن دارای ارتفاع از سطح بیضوی شدند. سپس برای ۵۵ نقطه از این شبکه که به شبکه ترازیابی اتصال داشتند ارتفاع ارتومتریك نیز محاسبه گردید. تفاضل این دو ارتفاع مقدار جدایی ژئوئید یا موجگانی را برای این ۵۵ نقطه بدست داد. جدول شماره ۱ لیست مختصات این نقاط و موجگانی بدست آمده از طریق ترازیابی + GPS را نشان می‌دهد.

از آنجائیکه ژئوئید مرحله اول بصورت رقومی در اختیار نبود، و فقط بصورت نقشه منحنی میزان، آنهم در قطع کوچك در دسترس بود، با استفاده از همین نقشه برای این نقاط موجگانی تخمین زده شد و با موجگانی بدست آمده از طریق ترازیابی +GPS مقایسه گردید. خوشبختانه نتایج بدست آمده، دقتی در حد ژئوئید مرحله اول را داشت. این بررسی بسیار امیدوارکننده بود. چون از طرفی ژئوئید مرحله اول را تائید می‌کرد، و از طرف دیگر نشان می‌داد شبکه GPS از نظر ارتفاعی لااقل دارای دقتی در حد دقت ژئوئید مرحله اول می‌باشد (هامش ۱۳۶۸).

در آستانه آغاز شروع کار محاسبات مرحله دوم ژئوئید، بررسی دقیقتر و کار پژوهشی جالبی روی این نقاط بعمل آمد و نتایج حاصل از ترازیابی + GPS با مدل پتانسیل CPM2 مقایسه گردید (زمردیان ۱۳۶۹).

موجگانی محاسبه شده از طریق ترازیابی + GPS این ۵۵ نقطه، برای ارزیابی دقت ژئوئید محاسبه شده در این مرحله، بکار گرفته شد. نتایج این ارزیابی در همین گزارش آمده است .

۲-۲- پاکسازی اطلاعات ورودی از اشتباهات

از انواع داده‌ها که در بند ۲-۱ به آنها اشاره شد، فقط اطلاعات بند ۲-۱-۲ برای اولین بار مورد استفاده قرار می‌گرفت و از اینرو نیاز به پاکسازی داشت. همانطور که قبلا اشاره شد، این اطلاعات عبارتند از ارتفاع حدود ۲ میلیون بلوك ارتفاعی به اندازه تقریبا ۱×۱(کیلومتر) برای سراسر ایران . با توجه به روش تخمین این ارتفاعات۲-۱-۲ منابع اشتباه برای چنین مجموعه‌ای می‌تواند موارد زیر باشد:

الف -اشتباه در تخمین ارتفاع بلوك

ب - اشتباه در تعیین موقعیت مسطحاتی (غلط بودن اندکس)

ج - اشتباهات نوشتن و منگنه (پانچ یا کد) کردن اعداد.

اگر میزان اشتباه را۰,۵ درصد نیز فرض کنیم، چیزی در حدود ۱۰۰۰۰ عدد اشتباه خواهیم داشت که می‌بایست از میان حدود ۲ میلیون عدد تشخیص داده شده و تصحیح گردد.

اشتباهات ردیف ب و ج با تهیه نرم افزارهای مناسب مشخص و برطرف گردید در حالیکه پاکسازی اشتباهات ردیف الف نیاز به نرم افزارهای پیچیده‌تری داشت .

روشهای مختلفی برای اینکار موجود است و برنامه‌هایی نیز بدین منظور تهیه شده است. اکثر این برنامه‌ها بر اساس گرادیان شیب در یك منطقه عمل می‌کنند. چنانچه شیب در یك نقطه بطور ناگهانی تغییر کند، برنامه احتمال وجود خطا در آن نقطه را اعلام می‌دارد. هیچیك از این برنامه‌ها کامل نیستند و آنها می‌توانند نقاط اشتباه منفرد را به سادگی پیدا کنند و از پیدا کردن یك ساختار توپوگرافی بهم ریخته شده عاجز هستند. این روش دارای سرعت زیادیست ولی از دقت چندان خوبی برخوردار نیست. روشی که در پاکسازی اشتباهات بلوکهای ارتفاعی بکار گرفته شد، استفاده از سیستم گرافیکی می‌باشد. این روش که در خلال کار، توسط دکتر **وبر** سرپرست طرح از طرف **ایفاگ** ابداع گردید مبتنی بر نقشه دانسیته[1] می‌باشد.

۲-۲-۱- نقشه دانسیته

اصولا تمام کارهای گرافیکی در ایفاگ بوسیله نرم افزاری بنام Plot انجام می‌گیرد. در ابتدا این برنامه قادر به استفاده از ۲۰ رنگ برای نمایش ارتفاعات بود. نظر به کوهستانی بودن کشور ما، و دامنه وسیع تغییرات ارتفاع (۴۰- تا ۴۰۰۰ متر)، برای نمایش این ارتفاعات در روی نقشه دانسیته بصورت رنگ، نیاز به استفاده از رنگهای بیشتر در برنامه Plot آشکار گردید. بدین منظور این برنامه تکمیل و ۱۰ رنگ در زمینه سبز نیز به آن اضافه شد. در نقشه دانسیته هر بلوك ارتفاعی بصورت یك بلوك رنگی نشان داده می‌شود. انتساب رنگها به ارتفاعات بنحوی باید صورت گیرد که تغییرات جزئی در ارتفاع با تیرگی و روشنی رنگ و تغییرات کلی با رنگهای متفاوت نمایان گردد. مثلا: ارتفاعات ۴۰- متر تا ۸۰۰ متر با رنگهای تیره و روشن در زمینه رنگ آبی و ارتفاعات ۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر با رنگهایی

1.Density Map

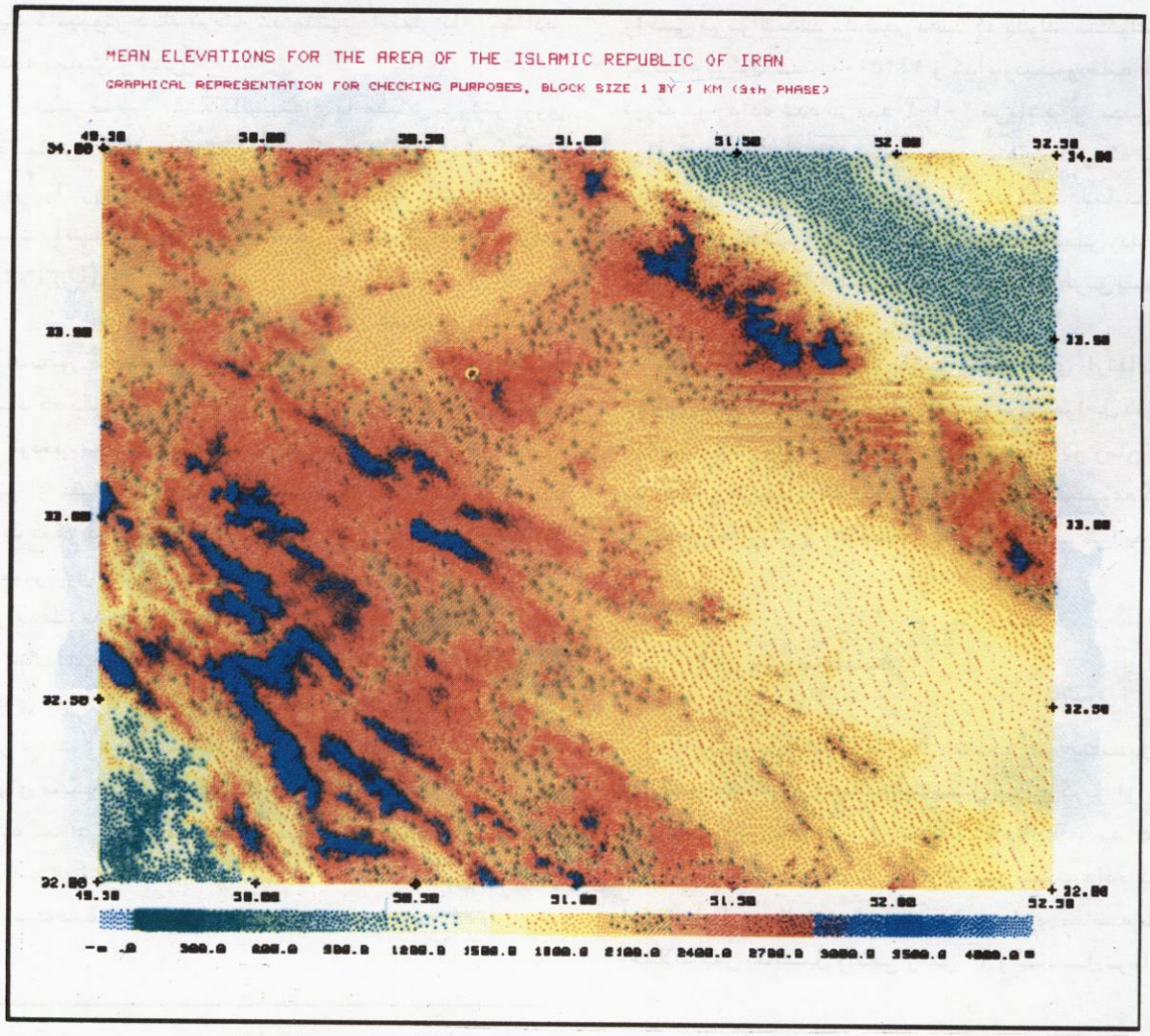
در زمینه رنگ سبز و بالاخره ارتفاعات بالاتر از ۲۰۰۰ متر با رنگهایی در زمینه رنگ قرمز نمایش داده شود.

در چنین حالتی چنانچه یك بلوك، دارای ارتفاع پرت باشد، این بلوك با یك رنگ کاملا متفاوت با رنگ بلوکهای اطراف خود در نقشه دانسیته مشخص می‌گردد. در این روش نیز تشخیص نقاط اشتباه منفرد ساده است در حالیکه تشخیص مجموعه بلوکهای غلط و یا ساختارهای توپوگرافی درهم ریخته شده نیاز به تجربه و دقت بیشتری دارد.

۲-۲-۲- مقیاس نقشه دانسیته

بمنظور تشخیص بلوکهای اشتباه یا مشکوك به اشتباه بکمك نقشه دانسیته، می‌بایست این نقشه در مقیاسی مناسب تهیه شود. در صورت کوچك بودن مقیاس نقشه، بلوکها به اندازه‌ای روی نقشه ترسیم می‌گردند که تمیز آنها از یکدیگر و همچنین تشخیص اشتباه بودن آنها بسیار مشکل می‌گردد. تهیه نقشه دانسیته در مقیاس بسیار بزرگ نیز علاوه بر زیاد شدن حجم کار، دارای این اشکال است که بعلت بزرگی بیش از حد بلوکها، دیگر نقشه تصوری درست از توپوگرافی منطقه را در ذهن ایجاد نمی‌کند. بلکه نقشه بصورت تصویری از بلوکهای رنگارنگ کنار هم در می‌آید.

برای اجرای کار، ابتدا یك سری نقشه دانسیته برای سراسر ایران تهیه گردید. مقیاس این نقشه‌ها طوری است که چهار برگ نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ روی یکبرگ کاغذ چاپگر راستری رنگی Paintjet (HP) به قطع A4 جای می‌گیرد. نگاره شماره ۲ یکبرگ از این نقشه‌ها را نشان می‌دهد. بدین



نگاره شماره ۲- یك نمونه از نقشه‌های دانسیته برای عرض ۳۴°-۳۲° و طول ۵۲،۵°-۴۹،۵°

ترتیب برای تهیه یکسری کامل نقشه دانسیته در این مقیاس لازم بود ۳۷ برگ نقشه در قطع A4 تهیه گردد. با کنار هم چسباندن این نقشه‌ها، یك برگ نقشه بسیار جالب و دیدنی از ارتفاعات متوسط بفواصل تقریبی ۱×۱(کیلومتر) برای سراسر ایران بدست آمد (مقیاس تقریبی ۱:۲۰۰۰۰۰۰).

با یك نگاه به این نقشه می‌توان بفوریت نقاط اشتباه منفرد و همچنین ساختارهای غلط توپوگرافی را ملاحظه کرد. این یکی از کاربردهای جالب گرافیك و کامپیوتر در نقشه‌برداریست.

۲-۲-۳- تعیین مختصات بلوکهای مشکوك

واضح است که تنها مشاهده بلوکهای مشکوك و تشخیص آنها روی نقشه‌های دانسیته کافی نیست بلکه نهایتا آنها را باید بنحوی اصلاح کرد. برای اینکار هم از گرافیك کامپیوتر کمك گرفته شد منتهی اینبار با استفاده از صفحه نمایش[1] و موس[2].

بدین منظور نقشه دانسیته‌ای با مقیاس بزرگتر روی صفحه نمایش ایجاد می‌کنیم و با حرکت موس، اشاره‌گر یا کورسور[3] را روی بلوکهای مشکوك برده تا بدین ترتیب مختصات آنها بطور اتوماتیك در یك فایل ثبت گردد (Digitizing).

در این مرحله از کار، برای تشخیص بلوکهای مشکوك بطور صحیح و بردن اشاره‌گر روی آنها بطور دقیق لازم بود که بلوکها به اندازه بزرگتر روی صفحه نمایش ظاهر گردند. مقیاس انتخابی در این مرحله از کار ۱۶ برابر بزرگتر از مقیاس تهیه نقشه‌های دانسیته در قسمت قبل بود. بعبارت دیگر در این مرحله، برای هر ربع نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ یك تصویر روی صفحه نمایش ایجاد گردید. تمام بلوکهای این تصویر بدقت ملاحظه و مختصات بلوکهای مشکوك آن به روش Digitizing در یك فایل ضبط شدند. با توجه به تعداد نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ حجم کار انجام شده مشخص می‌گردد. اینکار در دو نوبت انجام شد. در نوبت اول تعداد کل بلوکهای مشکوك در داده‌ها بالغ بر ۵۶۰۰ بلوك گردید. با توجه به تعداد کل بلوکها، که چیزی در حدود ۲ میلیون است، میزان اشتباهات حدود ۰,۲ درصد بدست می‌آید که رقمی است منطقی و قابل قبول.

۲-۲-۴- تصحیح ارتفاع بلوکهای مشکوك

برای تصحیح ارتفاع بلوکهای مشکوك، می‌بایست ارتفاع آنها مجددا از روی نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ تخمین زده می‌شد. به علت در دسترس نبودن این نقشه‌ها در آلمان می‌بایست لیست بلوکهای مشکوك به تهران فرستاده می‌شد و همکارانمان در سازمان این وظیفه را انجام می‌دادند. از طرف دیگر تنها با داشتن مختصات جغرافیایی بلوکها نمی‌شود محل دقیق آنها را روی نقشه‌ها تعیین کرده و ارتفاعی برای آن تخمین زد. بدین منظور نرم افزاری تهیه گردید که مختصات جغرافیایی بلوکهای مزبور را دریافت نموده و لیست جامعی از بلوکهای مشکوك مربوط به هر برگ نقشه شامل نام نقشه، مختصات گوشه‌های نقشه و اندکس بلوکهای مشکوك (۲-۱-۲) تهیه نماید. با استفاده از فرمهای خروجی این برنامه همکاران عزیزمان در تهران به راحتی می‌توانستند تشخیص دهند که بلوك مشکوك مربوط به کدام برگ نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ و کدام ردیف و خانه متوسط و بزرگ شرح داده شده در بند ۲-۱-۲ می‌باشد و بدین ترتیب برای آن مجددا ارتفاعی تخمین زده و در محلی که به همین منظور در فرم پیش بینی شده بود یادداشت نمایند. ارسال این فرمها به تهران و دریافت ارتفاعات تخمین زده شده، به کمك دیسکت (۳,۵ اینچی) در دو نوبت از طریق پست انجام گرفت.

رویهمرفته مراحل پاکسازی بلوکهای ارتفاعی (که در فوق شرح داده شد) یکی از وقتگیرترین مراحل کار بود و تقریبا ۷۰٪ زمان کل طرح صرف آن گردید. این زمان با توجه به مدت و هزینه‌ای که صرف جمع‌آوری این مجموعه گردیده و با توجه به ارزش و اهمیت آن ناچیز بحساب می‌آید.

۳- روش محاسبه

پتانسیل جاذبه زمین W نتیجه دو پتانسیل، یکی پتانسیل جاذبه V و دیگری پتانسیل نیروی گریز از مرکز Φ می‌باشد، بطوریکه می‌توان نوشت: $W=V+\Phi$. به هر نقطه فضا یك پتانسیل نرمال یا مرجع U نیز نسبت داده می‌شود و آن پتانسیل نرمال تعریف شده برای بیضوی مقایسه می‌باشد. اختلاف بین پتانسیل واقعی زمین W و پتانسیل نرمال U را

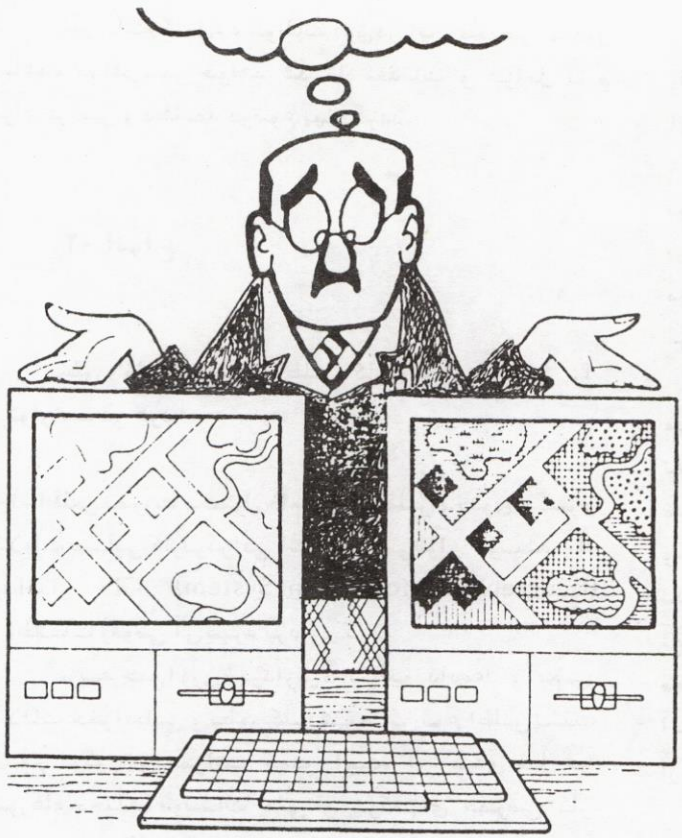
بقیه درصفحه ۵۰

1.Display 2.Mouse 3.Corsor

اطلس کارتوگرافی رقومی

نوشته : مهندس ناصر غزالی

این مقاله بر پایه سخنرانیهای پاتریس بورسیه از دانشگاه پاریس جنوبی، در سمینار نوامبر ۱۹۸۹ پاریس ، تهیه و تنظیم شده و متناسب با گذشت زمان و دریافت اطلاعات جدید تا حدودی بروز در آمده است .



نمایش برداری یا نقطه‌ای ؟

۱- پیشگفتار

اطلس کارتوگرافی رقومی یا کارتوگرافی رقومی بر اساس استفاده از دانش انفورماتیك و کاربرد کامپیوتر برای جمع‌آوری و تنظیم داده‌های کارتوگرافی تهیه می‌شود.

چنین اطلسی دارای قابلیت بهنگام نگهداشتن و تجدید چاپ نقشه‌های رقومی شده به اشکال و ترکیبهای مختلف است. اما هزینه مورد نیاز اولیه برای تهیه بانك اطلاعات کارتوگرافی رقومی نسبتا سنگین و زمان لازم برای تهیه آن طولانی می‌باشد.

گسترش دانش انفورماتیك در زمینه‌های سخت افزاری و نرم افزاری، عملیات کارتوگرافی رقومی را بیش از پیش آسان نموده است و ریز کامپیوترها آنچنان توسعه یافته و توانا شده‌اند که جای کامپیوترهای بزرگ را برای چنین کاربردی گرفته‌اند. وسایل جنبی کامپیوتری نظیر CD-ROM (دیسك لیزری) که با ظرفیت ذخیره اطلاعات بسیار زیاد، وارد بازار شده‌اند، به آسانی می‌توانند نیازهای وسیع کارتوگرافی رقومی را برطرف سازند.

پیشرفت کارتوگرافی رقومی، فکر تهیه اطلس کارتوگرافی رقومی را مطرح نمود و از چندی قبل فعالیتهای قابل توجهی در این زمینه آغاز گردید. در طرح تهیه چنین اطلسی، به سوالات زیر بایستی توجه شده و پاسخ آنها از قبل آماده گردد:

- **این اطلس چه نوع محصولی خواهد بود و برای چه منظوری تهیه می‌شود؟**
- **منابع بالقوه اصلی داده ها چیست و مدارك کارتوگرافی مبنایی که باید رقومی شوند کدامند؟**
- **این داده ها چگونه باید به نمایش در آیند؟**
- **این داده ها با چه روشی جمع آوری خواهند شد، سخت افزار و نرم افزاری که بکار گرفته می‌شود کدام خواهد بود؟**
- **به چه طریق و با کدام نرم افزار از این اطلس رقومی استفاده خواهد شد؟**

اگر پاسخ کامل به سوالات فوق در این مختصر مقدور نباشد، حداقل سعی خواهد شد تا مقدمات و عوامل لازم برای بررسی و مطالعه موضوع بیان گردد.

۲- انواع

بطور کلی دو نوع اطلس کارتوگرافی رقومی را می‌توان معرفی کرد:

۲-۱. اطلس بصورت محصول خام : این اطلس محتوی یکسری اطلاعات مبنایی کارتوگرافی است که می‌توان بوسیله یک نرم افزار GIS (Geographic Information System) از اطلاعات رقومی آن بهره برداری کرد.

هزینه جمع آوری، پردازش، تنظیم داده‌ها و پخش اطلاعات جغرافیایی و بطور کلی تهیه این نوع اطلس نسبت به نوع دیگر آن بمراتب کمتر است. از چندی قبل در کشورهای مختلف موسسات ملی و شرکتهای خصوصی کار تهیه چنین اطلس هایی را شروع کرده‌اند، از آنجمله می‌توان در فرانسه از **انستیتوی جغرافیایی فرانسه** نام برد که با این روش محدوده جغرافیایی ۳۶۰۰ بخش اداری و نیز مجموعه راههای اصلی کشور فرانسه را تهیه و ارائه کرده است. یا در آمریکا اداره زمین شناسی (USGS) و شرکت (ETAK) نیز چنین مدارکی را تهیه کرده‌اند. شرکت اخیرالذکر اطلاعات جغرافیایی رقومی مربوط به شبکه راهها و شهرهای آمریکا را برای کمک به رانندگان اتومبیلها در شناسایی راهها و هدایت وسائط نقلیه تهیه نموده است. پیدایش، توسعه و بکارگیری CD-ROM بطور روزافزون کاربرد این نوع اطلسها را وسیعتر و متداولتر ساخته است.

۲-۲. اطلس رقومی بصورت کامل : این محصول که در حقیقت صلاحیت و قابلیت اطلاق نام اطلس را دارد، درست مانند یک اطلس معمولی، نقشه‌های مختلف را روی صفحه نمایش یک کامپیوتر شخصی نشان می‌دهد. البته این اطلس طوری تهیه شده که نقشه‌ها را فقط می‌توان در روی صفحه نمایش مشاهده و بررسی نمود اما کپی کردن نقشه‌ها و اطلاعات ممکن نیست و فقط پاره‌ای از اطلاعات مورد نظر را می‌توان بوسیله چاپگر متصل به کامپیوتر چاپ کرد.

برای استفاده از چنین اطلس هایی نیاز به تهیه نرم افزار اضافی ویژه نیست بلکه نرم افزار لازم بصورت قسمتی از اطلاعات اطلس رقومی در روی دیسک یا نوار مربوطه همراه آن می‌باشد و علاوه بر این یک رابط (interface) از نوع Hyper Text به استفاده کننده امکان جستجو و بررسی مطالب مختلف در اطلس را می‌دهد. بطوریکه می‌توان آنرا مانند یک اطلس معمولی یا یک دایرةالمعارف مورد مطالعه قرار داد.

نقشه‌هایی که در یک اطلس رقومی مورد بررسی قرار می‌گیرند می‌توانند مربوط به یک موضوع خاص (مانند نقشه‌های سیاسی، اقتصادی، طبیعی و ...) یا مربوط به یک منطقه جغرافیایی خاص (مثل جهان، یک کشور، یک شهر و...) باشد. همچنین این نقشه‌ها می‌توانند از انواع نقشه‌های توپوگرافی یا موضوعی باشند. بررسی اطلاعات و آمار در یک اطلس رقومی بصورت نمودارهای گویا به اشکال مختلف بسیار آسان می‌باشد. این نوع اطلسها که کار تهیه آنها طولانی و پرهزینه است بتدریج وارد بازار می‌شوند و از انواع معروف آن می‌توان نمونه‌های زیر را نام برد:

SUPERMAP که توسط ناشر استرالیایی CHAKWICK-HEALEY ارائه گردیده است.

موسسه LASERTRAK محصولی بهمین نام برای استفاده در ناوبری هوایی تهیه کرده و شرکت LASERPLOT یک نوع اطلس رقومی بنام LASERNAV برای ناوبری دریایی وارد بازار کرده است.

شرکتهای ACT و CIP هر کدام بطور جداگانه مشغول تهیه اطلس هایی برای فرانسه هستند و شرکتهای QUADRIY و EQUATORIAL مشترکا با همکاری بخش بین المللی انستیتوی جغرافیایی فرانسه و دانشگاه پاریس جنوبی نیز سرگرم تهیه اطلس کارتوگرافی رقومی اروپا بنام EUROMAP می‌باشند.

۳- منابع و اطلاعات قابل جمع آوری

مهمترین قسمت تهیه یک اطلس رقومی، جمع آوری، انتخاب و اصولا تهیه مدارکی است که معمولا بصورت نقشه‌های خطی در مقیاسهای مختلف، موجود می‌باشد.

باید کلیه مدارک بالقوه و قابل استفاده موجود برای

منطقه جغرافیایی مورد نظر را جمع‌آوری نمود. منابع چنین اطلاعاتی معمولا سازمانهای ملی جغرافیایی و نقشه‌برداری، ناشرین اطلسهای معمولی، تهیه کنندگان نقشه‌های جغرافیایی و سایر ارگانهای مشابه می‌باشند. منابع کارتوگرافی نظامی نیز در صورتیکه در اختیار باشند بسیار با ارزش اند. پس از جمع آوری و دستیابی به اطلاعات، مسئله همیشگی و شناخته شده **محفوظ بودن حق چاپ** را بایستی برای مدارك انتخاب شده حل نمود و اجازه بهره برداری و انتشار آنها را بدست آورد.

دریافت اطلاعات و رقومی نمون نقشه‌های ساده می‌تواند بوسیله اسکانر انجام شود و برای رقومی نمودن نقشه چند رنگ و کامل و یا در صورتی که قسمتی از اطلاعات یك نقشه مورد نیاز باشد باید از DIGITIZER استفاده نمود.

بطور کلی زمان لازم برای دریافت اطلاعات و رقومی نمودن آنها طولانی می‌باشد و البته بستگی به پیچیدگی مدارك و روش رقومی نمودن آنها دارد. در روش جمع آوری اطلاعات توسط اسکانر و نقطه‌ای نمودن مدارك، وجود شیتهای تفکیك رنگ یك نقشه کمك موثری در تسریع کار می‌نماید و اغلب لازم است اطلاعات مورد نظر از یك نقشه را قبلا روی کاغذ کالك جداگانه کپی نمود تا بتوان با روش جاروب (SCAN) کردن اطلاعات را ذخیره نمود. سرعت این روش بسیار خوب است .

روش جمع آوری اطلاعات توسط DIGITIZER طولانی بوده و نیاز به تکنیسین با تجربه دارد و در ضمن برای جمع‌آوری قسمتی از اطلاعات یك نقشه مناسب است. دقت اطلاعات جمع‌آوری شده در این روش خوب ولی هزینه آن زیاد است. مشکلات اصلی هنگامی رخ می‌نمایند که بخواهیم اطلاعات رقومی شده حاصل از منابع گوناگون، با مقیاسهای مختلف و در سیستمهای تصویر متفاوت را با هم سازگار کنیم. برای تهیه چنین اطلسی استفاده از GIS مورد نیاز خواهد بود.

یك اطلس کارتوگرافی رقومی هنگامی تکمیل می‌شود که در آن از اطلاعات مربوط به عکسهای هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و سایر منابع جدید اطلاعات جغرافیایی که بوسیله ماهواره‌ها تامین می‌گردد، نیز استفاده شود.

جمع آوری و پردازش اطلاعات مکمل دیگر نظیر اطلاعات مربوط به اسامی جغرافیایی، آخرین آمارها و اطلاعات منتشره سیاسی و اقتصادی نظیر رژیمهای حکومتی، زبان ، نوع پول و ... می‌تواند در تکامل چنین اطلسی موثر باشد.

۴- ترکیب و نمایش اطلاعات

بطور کلی اطلاعات کارتوگرافی موجود در یك اطلس رقومی از لحاظ ترکیب، مشابه یك GIS می‌باشد.

نمایش اطلاعات می‌تواند بصورت برداری (VECTOR) و یا نقطه‌ای (RASTER) باشد.

۴-۱. نمایش برداری : این نوع نمایش برای ذخیره سازی و نمایش اطلاعات کارتوگرافی مبنایی بصورت نقاط (نظیر شهرها ، آبادیها و ...)، شبکه‌ها (نظیر خطوط ارتباط راه و راه آهن و تلفن و ...)، حدود مناطق و تقسیمات بین المللی و کشوری (مرزهای بین المللی، حدود شهرها و ...) و محدوده‌های موضوعی مانند مناطق جنگلی و آب و هوایی مختلف و نظایر آن بکار می‌رود.

یك اطلس رقومی در سیستم خاص اطلاعات جغرافیایی مبنا (مانند یك نوع صفحه تصویر کارتوگرافی) ذخیره می‌شود. مقیاس مدارك مختلف جمع‌آوری شده فقط در دقت اطلاعات اثر دارد. مختصات را می‌توان بصورت مطلق (طول و عرض جغرافیایی) و یا نسبی (نسبت به یك سیستم تصویر اختیاری) نگهداری کرد.

نمایش برداری با تکنولوژی ترسیم کامپیوتری مناسب می‌باشد و با اصول کار با میزهای DIGITIZER (در جمع‌آوری اطلاعات) و PLOTTER (در ترسیم) سازگار است .

یکی از امتیازات اصلی این روش فشرده بودن حجم اطلاعات رقومی است و دیگر اینکه اطلاعات همراه با کدگذاری و تفسیر ذخیره می‌شود، و بطور کلی عملیات از دقت بالایی برخوردار است. انتخاب این روش مستلزم عملیات طولانی بوده و در اختیار داشتن یك GIS مناسب برای نهایی کردن اطلاعات لازم می‌باشد.

۴-۲. نمایش نقطه‌ای : این نوع نمایش را PIXEL-BASED هم می‌گویند. ذخیره سازی تصویر در این نوع نمایش از

نقطه‌ای نمودن و جاروب کردن یك مدرك کارتوگرافی حاصل می‌شود. به این ترتیب که در این روش به هر نقطه یا PIXEL از تصویر ارزشی خاص داده می‌شود. بعبارت دیگر متناسب با رنگ و مشخصات ظاهری هر نقطه، یك ارزش مغناطیسی معین در محل مختصات همان نقطه ذخیره می‌شود و به هنگام نشان دادن با همان مشخصات در صفحه نمایش ظاهر می‌گردد.

در نمایش نقطه‌ای یك مدرك مبنایی مثل نمایش برداری آن، ذخیره سازی، شامل جمع آوری همه اطلاعات مربوط به آن، حتی مقیاس و سیستم تصویر و ... نیز می‌گردد ولی در این روش ، تفسیر و کدگذاری همزمان با برداشت انجام نمی‌شود. در حقیقت اطلاعات جمع آوری شده فاقد عناصر توپولوژی بوده که باید در مراحل بعدی به آن افزوده شود. این نوع نمایش بیشتر برای پردازش تصویر (IMAGE PROCESSING) مناسب می‌باشد و با اصول کار با اسکانر در جمع‌آوری اطلاعات و چاپگر نقطه‌ای (در انتشار اطلاعات) سازگار است. مهمترین امتیاز این روش سرعت آن در تبدیل اطلاعات یك تصویر می‌باشد. البته بشرط آنکه بعدا " نیازی بکار روی تصویر و پردازش آن نباشد. عیب اصلی آن یکی حجم بسیار زیاد اطلاعات حاصل از رقومی کردن یك تصویر می‌باشد و دیگر اینکه پردازش و تکمیل بعدی و آنالیز و تفسیر اطلاعات نیز ضرورت می‌یابد. تا چندی قبل دقت این روش مورد تائید کارشناسان نبود. ولی پیشرفتهای قابل توجه در زمینه تهیه سخت افزارها و نرم افزارهای مربوط به آنالیز تصاویر، به این روش در مقابل میزهای DIGITIZER اعتبار بیشتر بخشیده است .

کاربرد این روش در بعضی موارد بسیار مناسب می‌باشد، به ویژه هنگامی که هدف فقط کپی کردن یك مدرك مبنایی بوده، و موضوع تغییر هندسه آن مدرك مطرح نباشد.

جمع‌آوری و ذخیره سازی اطلاعات تکمیلی نظیر اسامی، ارقام و آمار و جداول مختلف می‌تواند بوسیله کامپیوترهای شخصی انجام گیرد.

ماهواره‌های عکسبرداری نظیر SPOT و LANDSAT داده‌هایی را در اختیار می‌گذارند که مستقیما قابل استفاده می‌باشند زیرا این اطلاعات بصورت تصاویر رقومی هستند. البته در همین داده‌ها نیز باید پردازشهایی انجام گیرد. (نظیر اصلاحات رادیومتری و هندسی و ...) تا بتوان آنها را مستقیما در یك مجموعه اطلاعات جغرافیایی مربوط به یك اطلس کارتوگرافی رقومی و یا در یك بانك اطلاعاتی مورد استفاده قرار داد.

۵ - بهره برداری و دسترسی به اطلاعات

بهره برداری از اطلس بصورت محصول خام که در حقیقت مجموعه‌ای از اطلاعات مبنایی کارتوگرافی است، بدلیل آنکه این داده‌ها در بانکهای اطلاعاتی ذخیره شده‌اند، مشکل نمی‌باشد، فقط کافی است نرم افزاری ساده، اطلاعات را در اختیار مصرف کننده متخصص بگذارد و یا بوسیله GIS از این اطلاعات استفاده شود.

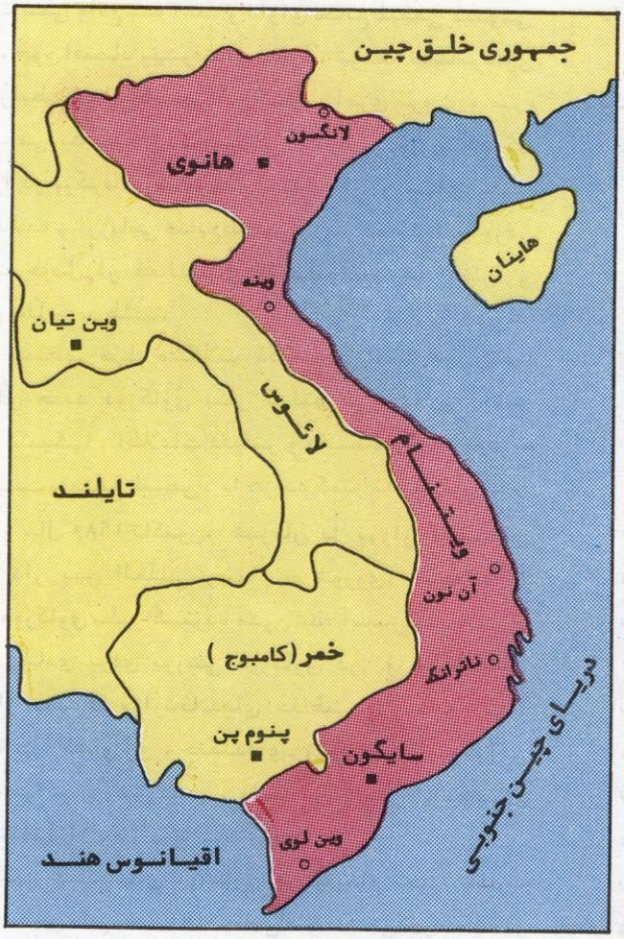
اما اطلس رقومی کامل، شامل نرم افزار ویژه برای بهره برداری از آن نیز می‌باشد که برای اشخاص غیرمتخصص تهیه شده و بسادگی مانند یك اطلس معمولی و یا یك دایرةالمعارف قابل استفاده است. بنابر این، سخت افزاری که برای این اطلس مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌باید دارای صفحه نمایش رنگی همراه با کارت گرافیك VGA (حداقل ۶۴۰×۴۸۰ نقطه‌ای) باشد.

نقشه‌های چنین اطلسی علاوه بر اینکه عاری از پیچیدگی‌های قابل درك برای متخصصین است ، باید خوانا و ساده بوده، علائم اختصاری آن کاملا روشن و قابل درك عمومی باشد.

اینگونه اطلس ها می‌تواند مورد استفاده همگان واقع شود.

* * *

گرایش کاربرد تکنیکهای دورکاوی در ویتنام و موقعیت فعلی آن



نویسنده :

Prof. NGUYEN THUONG HUNG

ترجمه : حمیده کرباسی یزدی

در طول ده سال گذشته، تکنیکهای دورکاوی در ویتنام نقشی اساسی و تاثیری بسزا در نقشه‌برداری، تحقیقات مربوط به منابع طبیعی و محیط زیست داشته است. هرچند درخواستهای توسعه اجتماعی و اقتصادی روزبروز افزایش می‌یابد، ولی بدلیل وضعیت حاکم آب و هوایی مرطوب استوایی متاثر از بادهای موسمی[1] هنوز استفاده از تکنیکهای دورکاوی محدود باقی مانده است .

در آینده نزدیك، کاربرد تکنیکهای دورکاوی در ویتنام بر اساس گرایشهای زیر توسعه خواهد یافت:

- تمرکز روی توسعه استفاده از داده‌های ماخوذ از عکسهای هوایی و سایر داده‌های دورکاوی .
- توسعه کاربرد تکنیکهای دورکاوی در تحقیقات دریایی .
- ترکیب پردازش داده‌های دورکاوی با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS).
- تاسیس بانك اطلاعات دورکاوی ملی (NRSB).

---

۱. مونسون (MoonSon) یا بادهای موسمی به کلیه بادهایی که جهت وزش آنها بر حسب فصلهای سال عوض می‌شود، اطلاق می‌گردد. وزش این بادها اغلب با رطوبت و ریزش باران همراه است و تغییرات بزرگی را از نظر آب و هوای منطقه موجب می‌شود.

ویتنام، همانند بسیاری از کشورهای آسیای جنوب شرقی، در منطقه آب و هوایی مرطوب استوایی متاثر از بادهای موسمی واقع شده است و دارای منابع طبیعی متنوعی می‌باشد. چون اقتصاد پیشرفته‌ای ندارد، توسعه نقشه‌برداری، کاوش شرایط و منابع طبیعی این کشور، امری ضروری و مبرم به حساب می‌آید. مناطق کوهستانی حدود چهار پنجم کل اراضی را در برگرفته است، لذا استفاده از روشهای سنتی برای مطالعه و ارزیابی منابع طبیعی، به نمایش درآوردن تغییرات حاصل از فعالیتهای اقتصادی، صرف زمان و هزینه‌ای بالایی می‌طلبد.

بمنظور مهار مشکلات ذکر شده اینك در ویتنام تکنیکهای جدید دورکاوی بکار گرفته می‌شود. بر پایه اینگونه تکنیکها، اطلاعات دقیقتر و دانستینهای مربوط به محیط زیست و منابع طبیعی، با هزینه کمتر بدست می‌آید.

از سال ۱۹۸۰ تاکنون، همزمان با پرواز فضاپیمای سرنشین دار بین المللی ویتنام - شوروی، استفاده از داده‌های دورکاوی بطور گسترده مدون شده است. تسهیلات و امکانات زیادی برای بررسی دورکاوی در وزارتخانه‌های مختلف از جمله در وزارتخانه‌های حفاظت از منابع آبی، زمین شناسی، کشاورزی، جنگلداری، ژئودزی و کارتوگرافی و نیز ... مراکز پژوهش علمی، مانند مرکز ملی پژوهشهای علمی ویتنام (NCSR)[1] برپا شده است.

کلیه فعالیتهای دورکاوی در ویتنام تحت نظارت مستقیم انجمن ملی تحقیقات فضایی[2] صورت می‌گیرد که در ارتباط با برنامه‌های علمی INTERCOSMOS می‌باشد.

باید این را به حساب آورد که نقاط مهم نقشه‌برداری و ژئودزی که در ارتباط با طرحهای مربوط به ژئودزی کلاسیك با نظارت UNDP/FAO ایجاد گردیده است، هم اکنون در روند توسعه دورکاوی ویتنام مورد استفاده قرار گرفته و پایه و اساس فنی و مادی رسیدن به تکنیکهای جدید شده است.

بمنظور ارزیابی دورکاوی، طی ده سال گذشته، می‌توان به نکات اساسی زیر اشاره نمود:

۱- روشهای دورکاوی، همراه با روشهای سنتی، دقت داده‌ها را بالا برده، زمان مطالعه و بررسی شرایط و منابع طبیعی در مناطق مختلف را کاهش می‌دهد.

۲- شیوه‌های دورکاوی، در نمایش منابع طبیعی و تغییرات محیط زیست ناشی از فعالیتهای بشر نقشی موثر دارد.

علاوه بر مزایای ذکر شده در بالا، استفاده از تکنیکهای دورکاوی در ویتنام محدودیتهایی بشرح زیر را داراست.

- عدم وجود هماهنگی داده‌های دورکاوی نه تنها در زمان، بلکه در مکان نیز مشهود است، بدین معنی که نداشتن داده در مواقع مختلف سال، به خصوصیات منطقه آب و هوایی مرطوب استوایی متاثر از بادهای موسمی بستگی دارد و کلیه داده‌های دورکاوی فقط در فصل خشك دریافت می‌شود.

- هرچند برخی تجهیزات فنی برای پردازش داده‌های دورکاوی موجود است، اما هماهنگ نیستند و در مقایسه با کشورهای دیگر منطقه، عقب مانده‌اند.

- تاکنون، اغلب داده‌های دورکاوی، تنها در مناطق قابل مشاهده بکار رفته است. بنابراین اطلاعاتی درباره فروسرخ حرارتی[3]، تصاویر رادار و امواج رادیویی و میکروویو در اختیار نیست و استفاده از داده‌های دورکاوی بمنظور صورت برداری و بررسی منابع طبیعی در کشورهای واقع در منطقه آب و هوایی مرطوب استوایی متاثر از بادهای موسمی، هنوز محدود باقی مانده است.

- اگر خواهان ارزیابی کامل و جامع در مورد هر منطقه باشیم، چنانچه پردازش داده‌های دورکاوی را همراه با سیستم GIS انجام دهیم، موفق تر خواهد بود.

- ممکن است نکات یادآوری شده بالا هنوز بطور کامل و سیستماتیك تمام محدودیتها را در بر نگیرد ولی محدودیتهای اصلی اند که باید در آینده نزدیك بر آنها فایق آمد.

- سرزمین ویتنام بدلیل داشتن آب و هوای مرطوب استوایی متاثر از بادهای موسمی با دو فصل مجزا حالتی

---

1. National Center for Scientific Research of Vietnam.
2. National Committee for Space Research and Application (NCSRA)
3. (TIR) Thermal infrared

اختصاصی یافته است. طی دوره شش ماهه بارانی، بخش عمده‌ای از تصاویر نوارهای قابل رویت بدلیل پوشش متراکم ابری قابل استفاده نیست. علاوه بر این تفکیک فصلها در سراسر کشور یکسان و یکنواخت نیست، و به ارتفاع و پستی و بلندی زمین بستگی دارد. لذا بسیار مشکل است که یکسری تصاویر را همزمان از سراسر کشور پهناور بدست آورد.

نیاز به توسعه اقتصادی و اجتماعی بویژه دانش مربوط به منابع‌طبیعی وزیست محیطی بوسیله گردآوری نقشه‌های موضوعی بزرگ مقیاس، افزایش می‌یابد. با وجود این تاکنون هنوز هم کاربرد داده‌های دورکاوی در بررسیهای نسبتا پیچیده منابع‌طبیعی و زیست محیطی و همچنین حل مسائل اقتصادی و اجتماعی در ویتنام جای خود را بخوبی باز نکرده است.

به استثنای داده‌های نوار قابل رویت که بطورمعمول بکار می‌رود، گردآوری و پردازش داده‌های دورکاوی و مکمل دیگر، بسیار مبرم و ضروری است .

برمبنای تحلیلها و ارزیابیهای مورد اشاره بالا، استفاده از تکنیکهای دورکاوی و سنجش از دور در ویتنام بشرح زیر در برنامه‌های توسعه آینده مطرح است .

- همزمان با توسعه استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و فضاپیماهای سرنشین دار، دارای اهمیت ویژه توجه بیشتر به توسعه و ترقی کاربرد سایر تکنیکهای دورکاوی با استفاده از عکسهای هوایی با هدف غلبه بر محدودیتهای مورد اشاره دارای اهمیت ویژه می‌باشد.
- علاوه بر این، باید استفاده از اطلاعات دیگر کاونده‌ها و سنجنده‌ها (دورکاوها) در گستره امواجی از قبیل (فروسرخ، فروسرخ گرمایی)، و همچنین داده‌های رادیومتری میکروویو حاصل از رادارهای نصب شده در هواپیماها مورد ملاحظه قرار گیرد.
- توسعه کاربرد تکنیکهای دورکاوی در نقشه‌برداری، پژوهشهای اقیانوسی برای صید بهتر، استخراج نفت و گاز و مطالعه حفظ محیط زیست دریایی . در اینمورد لازم است همکاریهای بین المللی بویژه با کشورهای منطقه آسیایی اقیانوس آرام در زمینه دورکاوی اقیانوسی و ارائه طرحهای مشترک با کشورهای ژاپن، تایلند و دیگر کشورها در بکارگیری داده‌های MOS-1 و TM و ... افزایش یابد.
- پیشرفت و توسعه پردازش داده‌های دورکاوی در ترکیب با داده‌های GIS ، در طرح ریزی و توسعه اقتصادی، در ارتباط با مسایل اجتماعی منطقه، در مدیریت استفاده از منابع‌طبیعی و حفاظت محیط زیست .
- تاسیس یك بانك اطلاعات ملی، مشتمل بر کلیه داده‌های دورکاوی از هر انستیتوی جداگانه در ویتنام برای گسترش کاربرد اینگونه داده‌ها، در شاخه‌های گوناگون پژوهش علمی در منابع‌طبیعی و محیط زیست، درست همانند مسایل اقتصادی ـ اجتماعی .

برای اجرا و تکمیل موارد بالا، روشهای زیر لازم است :

- استحکام بخشیدن به مبانی فنی تحقیقات دورکاوی و سنجش از دور در ویتنام .
- توسعه فعالیتها برای آموزش دانشمندان و متخصصین شاغل در عرصه‌های مختلف دورکاوی در داخل و خارج کشور.
- افزایش همکاریهای بین المللی، بویژه با کشورهای همجوار برای تبادل تجربیات علمی خاص .
- درخواست مجدد برنامه‌های دورکاوی منطقه‌ای ESCAP (RRSP/SCAP) و انجمن دورکاوی آسیا (ARSA) برای داشتن طرحهای معینی در کمك به کشورهایی که در نیل به موفقیتهای جدید، مشکلاتی همانند مشکلات ویتنام دارند. هر چند برنامه‌های پژوهشی، سمینارها، سمپوزیومها، دوره‌های آموزشی کوتاه مدت، پیش طرحها و ... امکاناتی برای ویتنام فراهم آورده است که بتواند در فعالیتهای اصلی برنامه‌های دورکاوی منطقه‌ای و انجمن دورکاوی آسیایی شرکت کند.

* * *

نگرشی جغرافیایی به شهر
همدان

در نگرشی جغرافیایی به شهرهایی که ملیت و فرهنگ ایران زمین در آنها شکل گرفته، تعداد شهرهایی که تاریخشان سرشار از تحولات قرون و اعصار بوده، و نهان و آشکار سهم بسزایی در پیدایش اشکال شهرنشینی و جلوه‌های تمدن شهری و یکجانشینی در این مرز و بوم را دارا بوده‌اند، بسیار محدود است. به یقین نگاهی دوباره، از ابعاد گوناگون به چنین شهرهایی، ما را وادار به پذیرش عملکردهای آگاهانه‌ای، دربرخورد با مسائل مختلف شهری خواهد کرد.

با این دیدگاه در این شماره نشریه، نظر خوانندگان گرامی را به بررسی اجمالی برخی جنبه‌های جغرافیایی شهری کهن، در غرب ایران، معطوف می‌داریم.

جعفر شاعلی

الف : جغرافیای طبیعی

شهر **همدان** در ۳۴ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی، و ۴۸ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی، با ارتفاع متوسط ۱۷۴۷ متر از سطح دریا، در غرب ایران، بر روی کوهپایه‌ها و دامنه‌های کوه **الوند**[1] واقع شده است. این کوه با در بر گرفتن جنوب و غرب این شهر، شاخص ترین چهره طبیعی اطراف آن محسوب می‌شود. الوند، با ارتفاع ۳۵۴۰ متر، از نظر ژئومورفولوژی، توده‌ایست که در دوران مزوزوئیك از نفوذ توده عظیمی مواد آذرین به داخل رسوبات قدیمی‌تر ایجاد شده و عمل فرسایش در دوران ترسیری و کواترنری در آنها موجب فرسایش رسوبات قدیمی شده، در نتیجه سنگهای گرانیتی در معرض دید قرار گرفته است. بعبارت دیگر، در اواخر دوره ژوراسیك یکی از شدیدترین حرکات کوهزایی، که تا آن زمان در ایران سابقه نداشته، بوقوع پیوسته و در اثرفشار شدید و تا اندازه‌ای هم دراثر نفوذ طبقات گرانیت، در منطقه بین همدان و اصفهان، دگرگونی سنگها را بوجود آورده است که کوه الوند نیز حاصل این فعل و انفعالات تکتونیکی می‌باشد. این کوهستان با جهت شمالغربی - جنوبشرقی از قلل مرتفع رشته حجیم زاگرس محسوب می‌شود.

از جبهه شمالی کوهستان الوند، رودخانه‌های **آبشینه**، **الو مجرد**، **عباس آباد**، و **مریانج** سرچشمه می‌گیرد و پس از مشروب ساختن شهر و حومه همدان، **سیمینه رود** را تشکیل داده و در ادامه به **قره چای** ملحق می‌شود. در انتهای دره‌های شمالی الوند، به طرف شمال، شرق، و جنوب دشتهای نسبتا پهناور مسطحی دیده می‌شود که حاصل آبرفتهای همین رودها می‌باشند. این رودها عموما در تابستان کم آب، ولی در زمستان، بویژه اوایل بهار، به هنگام بارندگی دارای آب فراوانی هستند.[2]

خاك جلگه‌های شمالی همدان درشت دانه و نفوذپذیر بوده و جلگه‌های شمالغربی آن، بطرف **بهار**، دارای خاکی است که از رسوبات فرسایشی ناشی از عملکرد رودخانه‌های

---

۱. الوند در برخی منابع جغرافیای تاریخی **اروند** آورده شده و در منابع یونانی **اورونت** نیز گفته شده است.

۲. در ۱۱ کیلومتری همدان سد یالفان، بر روی رودخانه یالفان، به منظور تامین آب آشامیدنی و آبیاری مزارع حومه شهر ساخته شده است.

سیمینه رود و **فرمهین** بوجود آمده است. این خاك نسبتا عمیق و نفوذپذیر می‌باشد. از اینرو جلگه‌های شمالی به موستانها و قلمستانهای وسیع اختصاص یافته، جلگه‌های شمالغربی مستعد کشت صیفی جات بوده، و زمینهای هموار دشتهای شمالشرقی برای کشت غلات، بخصوص گندم و جو دیم، مناسب است .

از نظر اقلیمی برای نواحی کوهستانی غرب ایران، می‌توان وضع مستقل و ویژه‌ای قائل شد زیرا مشخصه این نواحی عبارتست از کاهش دمای ناشی از ارتفاع، افزایش بارش، و بدنبال آن ازدیاد نم که فزونی قابل توجه آب در ارتفاعات را موجب می‌گردد. بدین ترتیب این نواحی را می‌توان از نظر بیلان سالانه آب جزو مناطق اقلیمی نمناك به حساب آورد. مشخصات اقلیمی و جریانات آب و هوایی کوهستانی منطقه نشان می‌دهد که در ماههای پاییز و زمستان بارندگی زیاد با پایین آمدن دما همراه بوده و سبب افزایش قابل توجه نم می‌شود. این اضافه نم که غالبا در فصل بهار بصورت ریزش باران می‌باشد، برای کشاورزان در حاشیه کوهستان و جلگه‌ها اهمیت زیادی دارد. علاوه بر این بارشها، آبهای ناشی از ذوب برف، چه بصورت جاری و چه بصورت آبهای زیرزمینی، تا اوایل تابستان موجب ایجاد تعادل در فصل خشك و گرم که تقریبا از ماه خرداد شروع می‌شود، می‌گردد. نگاهی به ویژگیهای اقلیمی شهر همدان در ۲۷ سال گذشته، موید این نظر می‌باشد. میانگین دما ۱۱,۳- درجه، حداکثر مطلق ۴۰ درجه، حداقل مطلق ۳۳,۷- درجه سانتی گراد، و میانگین بارش ۳۳۲ میلیمتر می‌باشد. نقشه خطوط همباران ، کوه الوند را با ۵۰۰ میلیمتر بارندگی و شهر همدان را با ۴۰۰ میلیمتر بارندگی سالانه نشان می‌دهد.

گذشته از عامل ارتفاع، وجود دشتهای وسیع در شمالشرق و شمال استان که میدان عمل بادهای شدید است، این مناطق را به راحتی تحت تاثیر خویش قرار می‌دهند. دیگر عواملی که در آب و هوای این منطقه نقش موثر دارند عبارتند از : دوری از دریاها، پیش آمدن توده‌های هوای شمالی و غربی (سیبری و مدیترانه‌ای) که روی هم رفته باعث سردی هوا در مناطق مرتفع و آب و هوای معتدل کوهستانی در قسمتهای جنوبی منطقه گردیده‌اند. شهر همدان بعلت دارا بودن زمستانهای سرد و طولانی و یخبندانهای درازمدت، از نقاط سرد ایران محسوب می‌شود. سردترین ماههای سال، دی و بهمن با متوسط برودت ۴- درجه سانتیگراد، و شمار روزهای یخبندان بین ۱۲۰ تا ۱۴۰ روز متغیر است. گرمترین ماههای سال، تیر و مرداد با دمای متوسط ۲۵ درجه سانتیگراد نشان از تابستان معتدل همدان دارد.

ب : جغرافیای انسانی و تاریخی

شهر همدان در ۳۳۶ کیلومتری غرب تهران و مرکز عمده انشعاب راههای غربی کشور می‌باشد. از اینرو، از اهمیت استراتژیك عمده‌ای، در گذشته و حال، برخوردار است. این شهر از شهرهای باستانی ایران بشمار می رود. روایات تاریخی موجود در باب علت و پیدایش نخستین شهر مادی (یعنی **هگمتانه**[1]) حاکی از آنست که این شهر در پی تشکیل اولین نهادهای اداری - سیاسی در کشور، و به سبب ضرورت سکونتگاهی جهت استقرار نهادهای مذکور و کارگزاران آنها، توسط **دیااکو**، بنیانگزار سلسله پادشاهی **ماد** ساخته شده است. واژه همدان مشتق از پیشوند ham=ham=han و ریشه gam بمعنی جای یا شهر و اجتماعات است و در تورات از آن با نام **احمتا**[2] یاد شده است.[3] نام آن در کتیبه **تیگلات پیلسر** اول (حدود ۱۱۰ قبل از میلاد)، پادشاه آشور بصورت **امدانه**[4] آمده است. برخی صاحبنظران بر این باورند که این واژه همگتانه[5] تلفظ می‌شده و **هرودوت** آنرا بصورت **اکباتان**[6] ضبط کرده است. چنین بنظر می‌رسد که نام آن قبل از مادها، اکسایا[7] بوده که در فرهنگ آشوری، **کارکاسی** به معنی شهر کاسیان، می‌باشد.

این شهر در دوره هخامنشی مرکز پادشاهی پهناور کوروش شد(پایتخت اول پاسارگاد، نه از نظر وسعت برای این کار مناسب بود و نه از لحاظ شهرت). ارگ این شهر، هم در دوره سلاطین ماد و هم در زمان پادشاهان هخامنشی، محکمترین قلاع مملکت و ایمن ترین محل حفظ خزاین شاهی محسوب می‌شده است. گفته می‌شود که اسکندر مقدونی غنایمی را که در جنگها به چنگ می‌آورد در همین قلعه جای می‌داد. قلعه اکباتان در دوره اشکانیان نیز اهمیت خود

1.Hegmatāne
2.ahmetā
۳. تورات، کتاب عزرا ، باب ششم ، آیه دوم .
4.amdāne
5.Hamgatane
6.ākbātānā
7.akessaia

بافت مرکزی شهر

مقیاس ۱:۱۰۰۰۰

را حفظ کرده بود. اعراب در سال ۲۳ هجری قمری (۶۴۵ میلادی) در زمان خلافت **عمر**، شهر همدان را متصرف شدند و از آن تاریخ است که دوران حیات اسلامی این شهر شروع می‌شود، ولی از اهمیت و اعتبار قبلی خود برخوردار نمی‌گردد. با اینحال نویسندگان جغرافیای تاریخی همچون **اصطخری، ابن‌حوقل، یعقوبی و حمداله مستوفی** از این شهر به بزرگی و زیبایی و گرانقدری یاد می‌کنند که اقامتگاه اهل ادب و دانش و مروت بوده است و لقب **ماه بصره** را در حساب دخل و مخارج خلفا می‌گیرد.

لهیب سوزان و ویرانگر حمله مغول در سال ۶۱۷ هجری به این شهر می‌رسد و آن را خاکستر می‌کند و همدان از آن به بعد هیچگاه مجد و عظمت گذشته خود را باز نمی‌یابد.

امروزه همدان بعنوان مرکز استانی با همین نام شهریست با ۲۷۲۴۹۹ نفر جمعیت که در زمره شهرهای متوسط کشور، از نظر جمعیتی، محسوب می‌گردد. مردم این شهر به فارسی و با گویش همدانی سخن می‌گویند و به جهت ترک زبان بودن ساکنین روستاهای اطراف، اغلب اهالی شهر نیز به ترکی آشنایی دارند. اکثریت اهالی مسلمان و معدودی پیرو ادیان یهودی، مسیحی، و به ندرت پیرو آیین زردشت می‌باشند.

از نظر اقتصادی، شهر با دارا بودن کارگاهها و کارخانجات تولیدی بزرگ و کوچك در محدوده اصلی و حومه، از نقاط حائز اهمیت غرب کشور می‌باشد. محصولات کشاورزی بدست آمده از اطراف شهر و سایر نقاط استان، و نیز محصولاتی مانند چرم و قالی و صنایع دستی از اقلام مهم صادراتی آن به سایر نقاط کشور بشمار می‌رود.

میراث باستانی این شهر شامل آثاری تاریخی از دوران قبل و بعد از اسلام است. از مهمترین آثار باستانی می‌توان از **کتیبه گنجنامه** واقع در دره عباس آباد، ۵ کیلومتری غرب همدان که از آثار دوره هخامنشی بوده و مشتمل بر دو کتیبه مربوط به داریوش اول و خشایارشا، به خط میخی، در سه بند، دارای ۲۰ سطر، و نیز **شیرسنگی** که تا سال ۹۳۰ میلادی به حالت ایستاده بوده و بعدها به زمین افتاده و دست و پایش شکسته است، نام برد. از آثار دوران اسلامی از **گنبد علویان** از بناهای دوره سلجوقی، متعلق به قرن ششم هجری، مقبره **استر**[1] و **مردخای**[2]، متعلق به قرن هفتم هجری، آرامگاه فیلسوف و دانشمند نامی مشرق زمین، **ابوعلی سینا**، آرامگاه عارف سوخته دل، **باباطاهر** و مقابر تعدادی از اندیشمندان اسلامی را می‌توان نام برد.

در انتها نظر به اهمیتی که اینگونه شهرها از جنبه توریستی و جلب جهانگردان می‌توانند داشته باشند، مقاله را با اظهار نظر یکی از صاحبنظران جغرافیای شهری ایران، که حاوی نکاتی ارزنده از نظر شهرشناسی است، به پایان می‌بریم.

" اگر چه شهرهای ایران ساخته و پرداخته قرون و اعصار تاریخی است، ولی از داشتن نقشه اندیشیده کامل بهره چندانی نبرده‌اند، مگر در شهر همدان که نقشه شهر (به سال ۱۳۱۰ هجری شمسی) به صورت شعاعی طراحی شده و محور ارتباطی شهر را از نقطه‌ای بهم دوخته و فعالیتهای اداری شهر را بر روی یکی از محورهای شش گانه خود سوار و متمرکز کرده است. پیرامون شهر را فضای سبز احاطه نموده که انزوای جغرافیایی شهر و عدم پویایی آن از آسیب پذیری این فضا کاسته است.

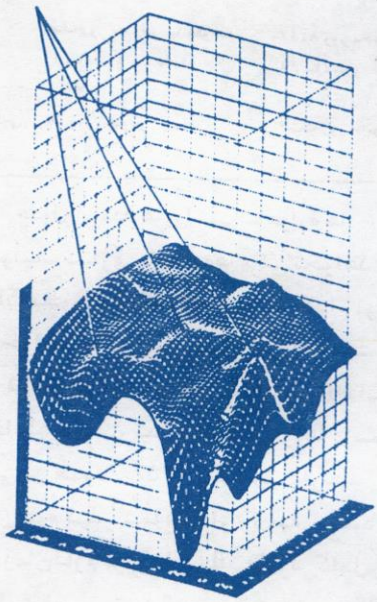
بدیهی است که توسعه کالبد فیزیکی شهر فراتر از فضای سبز مورد نظر، برنامه ریزی آگاهانه‌ای را می‌طلبد. "

منابع و ماخذ

۱. جغرافیای مفصل ایران، ربیع بدیعی. ج ۳، ص ۹۹.
۲. مبانی یك کشورشناسی جغرافیایی: اکارت اهلرز، ترجمه محمد تقی رهنمایی، ج ۱، ص ۱۴۲-۱۴۳.
۳. اطلس هیدرولوژی ایران: وزارت نیرو.
۴. سالنامه آماری کشور ۱۳۶۶.
۵. مقدمه‌ای بر تاریخ شهر و شهرنشینی در ایران: حسین سلطانزاده، ص ۴۲-۴۳.
۶. کلیات جغرافیای طبیعی و تاریخی ایران: دکتر عزیزاله بیات، ص ۴۰۹.
۷. میراث باستانی ایران: ریچارد فرای، ص ۱۳۲.
۸. جغرافیای تاریخی ایران: و. بارتولد، ص۱۵۵.
۹. مسالك و ممالك: اصطخری، ص ۱۶۴.
۱۰. البلدان: یعقوبی، ص ۱۰۲.
۱۱. صورةالارض: ابن حوقل
۱۲. نزهت القلوب: حمداله مستوفی
۱۳. جغرافیای تاریخی سرزمینهای خلافت شرقی: گای لسترنج، ص ۲۰۹.
۱۴. جغرافیا و شهرشناسی: یداله فرید، ص ۱۱۱ - ۱۱۲.

1. Ister
2. mordxāy

مقایسه سیستمهای تعیین موقعیت ماهواره‌ای GPS و GLONASS



نویسنده : Dr.Alfred Kleusberg
استاد دانشگاه نیوبرانزویك (کانادا)

ترجمه : مهندس محمد علی رجبی

مقدمه

در ۲۲ فوریه ۱۹۷۸ اولین ماهواره نسل اول GPS توسط ایالات متحده به فضا پرتاب و بابی جدید در خصوص ناوبری ماهواره‌ای گشوده شد. چهارسال و نیم بعد، در ۱۲ اکتبر ۱۹۸۲ اولین ماهواره GLONASS توسط روسها در مدار قرار گرفت. از آن پس هر دو سیستم ناوبری ماهواره‌ای به آرامی در جهت تکامل حرکت نموده و قرار است تا اواسط دهه ۱۹۹۰ کاملا فعال شوند. در آن هنگام جهانیان، برای امور ناوبری و تعیین موقعیت، با دقت و اعتماد بی سابقه، دو ابزار مستقل و مجزا در دست خواهند داشت .

این سیستمهای ناوبری آنچنان هم ارزان بدست نیامده‌اند بلکه چندین میلیارد دلار صرف برنامه‌های تحقیقات، رشد و توسعه، و در نهایت بکارگیری آن شده است. مطمئنا وجود شرایط جنگ سرد، در دستیابی به این سرمایه گذاری، نقش مهمی را ایفا نموده است. از سوی دیگر نیز واضح و مبرهن است که صرف بودجه عمومی برای برپا ساختن اینچنین سیستم ناوبری حتی بمنظور استفاده در کشتی‌های تجاری و قایقهای تفریحی مقرون به صرفه نمی‌باشد.

با وجود اینکه از همان بدو مطالعه سیستم GPS جزئیات فنی آن به راحتی از منابع رسمی قابل دستیابی بود ولی در مورد سیستم GLONASS چنین نبود. اولین دانستینها درباره GLONASS به عنوان نتایج کارهای پیشرفته آقای دکتر Peter Daly و دیگران در دانشگاه Leeds (انگلستان) به غرب رسید.

اخیرا تغییر وضعیت سیاست جهانی به گونه‌ای بوده که شرایطی صمیمانه تر و همکاری برانگیزتر بوجود آورده است. در نتیجه اطلاعات فنی مربوط به GPS و GLONASS بطور رسمی بین ایالات متحده و شوروی مبادله می‌شود. صنایع الکترونیك تشویق می‌شوند تا گیرنده‌های مرکب GPS/GLONASS را بسازند و گروههای تحقیقاتی مزایا و مشکلات اینگونه گیرنده‌ها را بررسی می‌نمایند.

در این مقاله، از نقطه نظر یك استفاده کننده به وجه تشابه و اختلاف فنی دو سیستم نگاه کرده می‌شود. بر اساس این ارزیابی، یك جمع‌بندی از تغییرات پیش بینی شده در عملیات استفاده کنندگان که حاصل از ترکیب دو سیستم GPS و GLONASS می‌باشد، به عمل خواهد آمد.

مقایسه سیستم ها :

بعد از کامل شدن سیستمهای GPS و GLONASS، اولین مورد استفاده آنها تعیین موقعیت آنی و مداوم، برای کاربردهای ناوبری دریایی، هوایی و زمینی در هر شرایط جوی خواهد بود. اصولا استفاده کنندگان این سیستمها، بطور همزمان فاصله‌هایی تا چند ماهواره را اندازه می‌گیرند و پیام مخابره شده حاوی اطلاعات موقعیت ماهواره را دریافت می‌کنند. اگر موقعیت ماهواره در یك

سیستم مختصات ژئوسنتریك و وابسته به زمین (ECEF)[1] مشخص باشد، متقابلا موقعیتهای نقاط استفاده کنندگان می‌تواند در سیستم مختصات قائم الزاویه یا در سیستم مختصات جغرافیایی (منحنی الخط) محاسبه شود.

مختصات ماهواره که در سیستم مختصات ژئوسنتریك و وابسته به زمین و با توجه به اطلاعات پیام دریافت شده محاسبه می‌شود، وابسته به شکل مدار ماهواره و همچنین روشی است که اطلاعات مداری در پیام نمایش داده می‌شود. روش اندازه‌گیری فاصله در داخل گیرنده GPS یا GLONASS بستگی به ساختمان امواج میکروویو مخابره شده توسط ماهواره دارد. بنابراین برای فهم مزایا و مسائل ترکیب دو سیستم بهتر است که شکل و توصیف مدار ماهواره GPS و GLONASS و همچنین ساختار امواج میکروویو آنها را مقایسه نماییم. از آنجا که دو سیستم کم و بیش هدف یکسانی را دنبال می‌کنند، لذا تشابه در طراحی آنها نباید تعجب برانگیز باشد.

مدارهای ماهواره

ماهواره‌های GPS توسط موشکهای پیش بر دلتا-۲ (Delta 2) که هر کدام قادر به حمل یك ماهواره هستند، از ایستگاه نیروی هوایی کیپ کاناورال در فلوریدا پرتاب می‌شوند. زمانبندی مربوطه، پرتاب پنج ماهواره در سال را، تا زمانیکه سیستم کامل شود، نشان می‌دهد. در حال حاضر، علاوه بر قابل استفاده بودن شش ماهواره نسل اول GPS ، ۹ ماهواره از نسل دوم نیز در مدار قرار دارند.

ماهواره‌های GLONASS توسط موشکهای پیش بر سنگین پروتون D-I-e از ایستگاه Tyura-tam واقع در شرق دریای آرال در جمهوری قزاقستان پرتاب شده و هرسال بطور متوسط دو ماهواره در مدار قرار می‌گیرد. هر موشك پیش بر پروتون می‌تواند حداکثر سه ماهواره GLONASS را بطور همزمان حمل نماید و تاکنون ۴۶ ماهواره در مدار قرار داده شده است. بعضی از اینها در نیمه راه از کار افتاده و بعضی دیگر نیز ظاهرا هرگز بکار نیفتاده‌اند. در حال حاضر هشت ماهواره فعال GLONASS در مدار وجود دارد.

بعد از تکمیل شدن هر دو سیستم، هر کدام دارای ۲۴ ماهواره خواهند بود. هرچند همانطورکه از جدول ۱

مشخصات	GPS	GLONASS
صفحات مداری	۶ عدد در فواصل ۶۰ درجه	۳ عدد در فواصل ۱۲۰ درجه
تعداد ماهواره‌ها درهرصفحه	۴ عدد با فواصل نامساوی	۸ عدد با فواصل مساوی
زاویه میل صفحه مداری	۵۵ درجه	۶۴،۸ درجه
شعاع مدار	۲۶۵۶۰ کیلومتر	۲۵۵۱۰ کیلومتر
پریود مداری	نصف روز نجومی یا تقریبا ۱۱ ساعت و ۵۸ دقیقه	۸:۱۷ روز نجومی یا تقریبا ۱۱ ساعت و ۱۶ دقیقه
زمان تکراردیابی اززمین	یك روز نجومی	هشت روز نجومی

جدول ۱- مدارهای اسمی ماهواره ها

پیداست ، ترتیب مداری ماهواره‌ها یکی نخواهد بود . چهار ماهواره GPS بطور غیریکنواخت در هر کدام از شش صفحه مداری پخش خواهد شد. زاویه میل این صفحات مداری با استوا حدود ۵۵ درجه است و در طول جغرافیایی نیز ۶۰ درجه از هم فاصله دارند. مدارهای ماهواره‌ها اسما دایره‌ای بوده و شعاعی در حدود ۲۶۵۶۰ کیلومتر دارند.

قانون سوم کپلر[2] شعاع مدار را به پریود مدار که عبارتست از زمان لازم برای طی یك دایره کامل ، مرتبط می‌سازد. لذا مشخص می‌شود که پریود مدار GPS دقیقا نصف روز نجومی است. (روز نجومی پریود چرخش زمین و برابر با یك روز ظاهری منهای چهار دقیقه می‌باشد). بنابراین بعد از یك روز نجومی، وضعیت هندسی بین نقاط ثابت روی زمین ، و ماهواره‌ها تکرار می‌شود. برای یك مشاهده کننده روی زمین تمام ماهواره‌های GPS هر روز چهار دقیقه زودتر از روز قبل در همان قسمت از آسمان ظاهر می‌شوند.

ترکیب فضایی GLONASS متشکل از سه صفحه مداری با هشت ماهواره در هر صفحه است که بطور یکنواخت پخش شده است . صفحات مداری دارای میل اسمی ۶۴,۸ درجه می‌باشد و در حدود ۱۲۰ درجه طول جغرافیایی از یکدیگر فاصله دارند. ارتفاع مداری آنها در حدود ۱۰۶۰ کیلومتر کمتر از ارتفاع ماهواره‌های GPS می‌باشد.

1.Earth-Centered, Earth-Fixed

2. $\frac{T^2}{a^3} = Const$ T= پریود a= شعاع مدار

بالطبع شعاع مداری کوچکتر منجر به پریود مداری کوتاهتر یعنی ۸ ,۱۷ روز نجومی می‌شود و در نتیجه بعد از هشت روز نجومی ماهواره‌های GLONASS دقیقا ۱۷ چرخش مداری را انجام داده‌اند. برای یك مشاهده کننده، روی زمین یك ماهواره مشخص بعد از هشت روز نجومی، در همان جای قبلی در آسمان ظاهر می‌شود. به این علت که هر صفحه مداری دارای هشت ماهواره با فواصل مساوی از هم می‌باشد، در هر روز نجومی، یکی از ماهواره‌ها همیشه در یك نقطه مشخص از فضا خواهد بود.

با وجود اینکه شکل مدار دو سیستم GPS و GLONASS متفاوت است، ولی به هنگام کامل شدن طرح، دو سیستم، پوشش کاملا مشابهی را ایجاد خواهند نمود. در هر زمان و برای هر سیستم، حداقل ۶ و حداکثر ۱۱ ماهواره برای هر نقطه از زمین قابل رویت خواهد بود. استحکام هندسی شکل ماهواره‌ها نیز که با **ضریب تعدیل دقت موقعیت** (PDOP)[1] بیان می‌شود، باید مشابه باشد. بطور خلاصه از نقطه نظر استفاده کنندگان هیچ برتری در بکارگیری ماهواره GPS نسبت به GLONASS و بالعکس وجود ندارد.

امواج ماهواره

از آنجا که ساختار سیستمهای GPS و GLONASS بر اساس طولیابی یکطرفه بوده و هدفی یکسان را دنبال می‌کنند. لذا ساختار امواج رادیویی آنها خیلی مشابه است. ماهواره‌ها دو موج حامل L1و L2 را در طیف فرکانس رادیویی باند L مخابره می‌نمایند. این امواج توسط دو کد دوگانه[2] C/Aو Pو همچنین توسط اطلاعات پیام، مدوله می‌شود. جدول ۲ اختلاف بین امواج GPS و GLONASS را نشان می‌دهد.

تمام ماهواره‌های GPS دو موج حامل را در فرکانسهای یکسان از باند L منتشر نموده و آنها را با کدهای C/A و Pکه برای هر ماهواره فرق می‌کند، مدوله می‌نماید. تجهیزات استفاده کنندگان GPS تمام امواج مخابره شده توسط ماهواره‌های قابل رویت را دریافت می‌کند. در یك گیرنده GPS، یك موج خاص می‌تواند با یك کانال فرکانس رادیویی پیگیری شود که این عمل با جستجوی مدولاسیون کد منحصر بفرد ماهواره و حذف و رد کردن امواج

مشخصات	GPS	GLONASS
امواج حامل	L1 : ۱۵۷۵,۴۲ مگاهرتز L2 : ۱۲۲۷,۶۰ مگاهرتز	L1 : (۱۶ : ۹×K +) ۱۶۰۲ مگاهرتز L2 : (۱۶ : ۷×K +) ۱۲۴۶ مگاهرتز Kشماره کانال
کدها	متفاوت برای هر ماهواره کد C/A روی L1 کد P روی L1 و L2	مشابه برای هر ماهواره کد C/A روی L1 کد P روی L1 و L2
فرکانس کد	کد C/A : ۱,۰۲۳ مگاهرتز کد P : ۱۰,۲۳ مگاهرتز	کد C/A ۰,۵۱۱ مگاهرتز کد P ۵,۱۱ مگاهرتز
داده‌های ساعت	جابجایی ساعت ، جابجایی فرکانس میزان تغییرفرکانس	جابجایی ساعت و فرکانس
داده های‌مداری	عناصر مداری کپلری اصلاح شده درهرساعت	موقعیت، سرعت و شتاب ماهواره هر نیم ساعت

جدول ۲ - سرشتی های اسمی امواج ماهواره‌ها

دارای کدهای دیگر صورت می‌گیرد. این عمل تفکیك تمام امواج رسیده، به مولفه هایی که توسط ماهواره‌های متفاوت مخابره شده، را دسترسی به تقسیم چندگانه کد (CDMA)[3] می‌نامند.

بر عکس، تمام ماهواره‌های GLONASS، امواج حامل را در کانالهای متفاوت از باند L ، یعنی فرکانسهای متفاوت مخابره می‌نماید. گیرنده GLONASS تمام امواج رسیده از ماهواره‌های قابل رویت را با نسبت دادن فرکانسهای متفاوت به کانالهای پیگیری آن جدا می‌سازد. این عمل، دسترسی به تقسیم چندگانه فرکانس (FDMA)[4] نامیده می‌شود. از آنجا که FDMA نیازی به تشخیص ماهواره با مدولاسیون منحصر به فرد موج آنها ندارد، لذا تمام ماهواره‌های GLONASS کدهای یکسان مخابره می‌نمایند.

در هر دو سیستم ، کد C/A فقط روی موج L1 و کد P روی هر دو موج L1 و L2 مدوله می‌شود. لذا گیرنده‌های کد C/A در اندازه گیری طول، فقط از موج L1 استفاده می‌کنند و گیرنده‌های کد P می‌توانند فاصله را از روی هر دو فرکانس اندازه گیری نمایند و از آنجا تصحیح انکسار جوی را میسر سازند.

---

1. Position dilution of precision
2. binary
3. code division multiple access
4. Frequency division multiple access

در هر دو سیستم ، فرکانس کد C/A ده مرتبه کمتر از فرکانس کد P است. بعنوان قاعده کلی هر چه موج فرکانس بیشتری داشته باشد دقت بهتری در اندازه گیری فاصله حاصل می‌شود. بنابر این هر دو سیستم GPS و GLONASS یك حالت اندازه گیری دقیق توسط کد P و یك حالت با دقت کمتر را بوسیله کد C/A دارند. همانطورکه از جدول ۲ می‌توان دید ، فرکانس کدهای GLONASS نصف مقادیر مشابه برای سیستم GPS می‌باشد. این مسئله بیانگر کم دقتی جزیی در اندازه گیری فاصله توسط GLONASS می‌باشد.

هر ماهواره از دو سیستم، پیامها را که دسته‌ای از اطلاعات مشتمل بر وضعیت هر کدام از ماهواره‌ها به تنهایی و وضعیت هندسی کل ماهواره‌ها می‌باشد، با نرخ ۵۰ بیت در ثانیه مخابره می‌کند. از نقطه نظر استفاده کننده، دو زیر مجموعه از پیامها ، دارای اهمیت درجه اول می‌باشند : یکی اطلاعات بیانگر خطای ساعت ماهواره و دیگری اطلاعات موقعیت ماهواره، که پارامترهای موقعیت ماهواره نامیده می‌شوند. گیرنده‌ها هر دو نوع اطلاعات را جهت محاسبه موقعیت صحیح با استفاده ازاندازه گیری فواصل نیاز دارند.

اطلاعات ساعت GPS بصورت جابجایی ساعت، جابجایی فرکانس ساعت و میزان جابجایی فرکانس ساعت ، مخابره می‌شود و اجازه می‌دهد که اختلاف بین زمان هر یك از ماهواره‌های GPS و زمان سیستم GPS محاسبه شود. زمان سیستم GPS مربوط به زمان جهانی هماهنگ شده است که توسط رصد خانه آمریکایی Noval نگهداری می‌شود[1](UTC USNO). در مقابل، ساعت مخابره شده GLONASS و جابجایی فرکانس ساعت، منجر به اختلاف یابی بین زمانهای هر کدام از ماهواره‌های GLONASS و زمان سیستم GLONASS می‌شود که این زمان سیستم GLONASS مربوط به[2]UTC (SU) است که در شوروی نگه داشته می‌شود.

پارامترهای موقعیت، مخابره شده توسط ماهواره‌های GPS شامل پارامترهای مدار ماهواره می‌باشد که بصورت یك بیضی با تغییرات خطی به همراه یك ترم تصحیحی کوچك برای نامنظمی‌های موجود در مدار است. اطلاعات پارامترهای موقعیت ماهواره ساعت به ساعت بهنگام می‌شود. لذا از این پارامترها، استفاده کننده می‌تواند مختصات ECEF ماهواره را برای یك زمان اندازه گیری خاص، با استفاده از معادلات کاملا مشخص محاسبه نماید. مختصات ECEF حاصله، منسوب به **سیستم ژئودتیك جهانی ۱۹۸۴** (WGS84) می‌باشد.

GLONASS روش دیگری برای انتقال اطلاعات مداری دارد. برای هر مبداء زمانی نیم ساعتی، هر ماهواره مستقیما موقعیت ECEF سه بعدی و سرعت و شتابش را مخابره می‌نماید. برای لحظه اندازه‌گیری که جایی بین این نیم ساعتهاست، استفاده کننده با توجه به اطلاعات موقعیت، سرعت و شتاب نقاط نیم ساعتی قبل و بعد از مشاهده، مختصات ماهواره را درونیابی می‌کند. نتایج منسوب به **سیستم ژئودتیکی شوروی ۱۹۸۵** (SGS85) می‌باشد.

ترکیب سیستمها

هر دو سیستم GPS و GLONASS چنان طراحی شده‌اند که سیستمهای ناوبری نظامی خودکفا باشند و بر این اساس، واقعا هیچکدام به دیگری نیازی ندارد. هر چند، همانطورکه استفاده کنندگان بیشتری از پتانسیل این سیستمها آگاه می‌شوند، بنظر می‌رسد که دو سیستم GPS و GLONASS با هم، توانایی برآورده ساختن تمام نیازهای تعیین موقعیت و ناوبری در موارد مختلف را داراهستند. نیازهای بعضی از استفاده کنندگان، توسط یکی از سیستمها بطور کامل برآورده نمی‌شود. بویژه استفاده کنندگان در زمینه هوانوردی بحث نموده‌اند که هیچکدام از سیستمها به تنهایی نمی‌تواند اعتماد و اطمینان لازم را برای ناوبری محض ارائه دهد. بنابراین طی یکی دو سال اخیر قدمهایی در جهت دستیابی به مزایا و مسایل ترکیب دو سیستم GPS و GLONASS برداشته شده است .

1.Universal Time Coordinated by United States Noval Observatory

2.Universal Time Coordinated by Soviet Union

مشکلات

ترکیب GPSو GLONASSدر وهله اول به معنی ساختن گیرنده‌ای است که بتواند در آن واحد و بطور همزمان علائم رادیویی GPS و GLONASS را ردیابی نماید. طولهای اندازه گیری شده توسط این امواج باید با داده‌های مداری و ساعتهای GPSوGLONASS ترکیب شود تا موقعیت گیرنده محاسبه شود. هر کدام از این مراحل، مسایل جزئی خاص خود را داراست . همانگونه که در بالا بحث شد، GPS و GLONASS روشهایی متفاوت برای دسترسی و ردیابی امواج ماهواره دارند. یك گیرنده کارا در سیستم ماهواره‌ای مرکب ، گیرنده‌ای است که قادر باشد بطور همزمان امواج GPS را در حالت CDMA و امواج GLONASS را در حالت FDMA ردیابی نماید. یعنی چنین گیرنده‌ای نمی‌تواند یك گیرنده ساده GPS با چند کانال اضافی باشد. در نتیجه طرحی که تاکنون برای گیرنده‌های مرکب منتشر شده، در اصل عبارتست از گیرنده‌های مجزای GPSو GLONASS که با یك نوسان ساز محلی کار نموده و همه در یك جعبه جاسازی شده‌اند.

اندازه‌گیریهای فاصله ماهواره‌های GPS و یا ماهواره‌های GLONASS ، با اطلاعات پارامترهای موقعیت مخابره شده ترکیب می‌شوند تا موقعیت و زمان گیرنده با توجه به زمان سیستم ماهواره مربوطه بدست آید. همانطورکه قبلا گفته شد، GPS و GLONASS سیستم مختصات و سیستم زمانی متفاوت دارند. اگر فقط با ماهواره‌های GPS کار کنیم، موقعیت محاسبه شده گیرنده منسوب به سیستم مختصات WGS84 و زمان گیرنده محاسبه شده نیز منسوب به UTC(USNO) می‌باشد. اگر فقط با ماهواره‌های GLONASS کار کنیم، موقعیت گیرنده در سیستم SGS85 و زمان گیرنده منسوب به UTC(SU) محاسبه می‌شود.

پس، از گیرنده مرکب چه بدست می‌آید؟ اگر در مورد تفاوت سیستمهای مختصات و خصوصا تفاوت سیستمهای زمانی کاری صورت ندهیم، جوابی نامفهوم و بی ارزش بدست خواهد آمد. دو روش برای غلبه بر این مسئله وجود دارد. یکی ایجاد ارتباط بین دو سیستم WGS84 و SGS85 و وارد کردن پارامترهای انتقال در نرم افزار گیرنده جهت انتقال از یك سیستم به سیستم دیگر است. لذا این پارامترها می‌تواند برای تبدیل موقعیت ماهواره GPS به SGS85 و یا ماهواره GLONASS به WGS84 استفاده شود. برای تفاوت بین دو سیستم زمانی نیز می‌توان به روش مشابه عمل نمود و یا جابجایی بین زمان GPSوGLONASS را می‌توان بعنوان یك مجهول فرض نمود و آنرا در حل موقعیت بدست آورد.

این مسائل، به سادگی در سطح سیستم کنترل قابل حل بود، اگر که پارامترهای موقعیت هر دو سیستم ماهواره، در سیستم مختصات مشابه محاسبه می‌شد و همچنین اگر هر دو سیستم به یك سیستم زمانی مرجع متصل می‌شد. در آنصورت مشکلات ذکر شده دیگر وجود نداشت و استفاده کنندگان دیگر مجبور نبودند که نگران خلاص شدن از شر آنها باشند.

مزایا

بدیهی ترین مزیت سیستم مرکب آنست که تعداد ماهواره‌های در دسترس دو برابر شده است. از مجموع ۴۸ ماهواره، حداقل ۱۲ ماهواره در هر نقطه و در هر زمان قابل رویت خواهد بود. درجه آزادی منتجه در اندازه‌گیریهای طول، عمل ردیابی و آشکارسازی آنی امواج خراب در هر شرایط جوی توسط کنترل کننده داخلی گیرنده (RAIM)[1] را میسر می‌سازد.

یك مزیت دیگر در ترکیب این دو سیستم وجود دارد. GPS و GLONASS سیستمهایی مستقل هستند که توسط سازمانهای مستقل به پیش برده شده‌اند. از اندازه گیریهای یك گیرنده مرکب، استفاده کننده می‌تواند موقعیت گیرنده را بر اساس GPS و GLONASS بطور جداگانه محاسبه نماید. هر اختلاف فاحش بین جوابها و یا وجود اختلاف در یکی از دو جواب، می‌تواند بیانگر مشکلی باشد که در یکی از دو سیستم وجود دارد. در چنین مواردی ممکن است اثبات شود که بهتر است موقتا روی یکی از سیستمها که بطور عادی عمل کرده تکیه نمود.

استفاده از سیستمهای مرکب در ناوبری زمینی به اندازه ناوبری هوایی ارجحیت ندارد. به عبارت دیگر، بعضی مواقع وسایط نقلیه مجبورند روی زمین در شرایطی که عوامل ایجاد سایه وجود دارد، خصوصا در مناطق کوهستانی و شهری، هدایت شوند. در این موارد ممکن است که GPS وGLONASS به تنهایی پوششی کامل برای بدست آوردن موقعیت ارائه ندهند. مطالعات نشان داده است که یك

1.Receiver Autonomous Integrity Monitoring

سیستم مرکب، حتی در صورتیکه قابلیت رویت ماهواره کم و بیش در یکطرف آسمان وجود نداشته باشد، نتیجه قابل قبولی را برای ناوبری ارائه می‌دهد.

یکی دیگر از مزایای سیستم مرکب، دقت بالا است. یك مثال بارز مربوط به قابلیت انتخابی (SA)[1] در GPS است. تحت شرایط SA، دقت تعیین موقعیت GPS چندین مرتبه کاهش می‌یابد. تاکنون هیچ برنامه‌ای برای SA در سیستمGLONASS اعلام نشده است. اگر SA در GPS بکار برده شود. GLONASS موقعیتهای دقیق تری نسبت به GPS ارائه می‌دهد. در آنصورت برای بدست آوردن بهترین نتیجه از گیرنده مرکب، استفاده کننده مجبور است که فقط به اندازه گیریهای GLONASS تکیه کند و از اندازه گیریهای GPS فقط برای اطمینان از درستی امواج و علائم استفاده کند.

آخرین مزیتی که اینجا بحث می‌شود، اقتصادی بودن ماهیت آن و همچنین پیشتاز بودن آن در نقشه‌برداری است. نقشه‌برداران از اندازه‌گیری فاز موج حامل در روش اختلافی ساکن استفاده نموده و بردار سه بعدی طول مبنای بین نقاط نقشه‌برداری را با دقت سانتیمتر بدست می‌آورند. این دقت قابل دستیابی است اگر که اندازه‌گیریها بمدت چند ده دقیقه صورت گیرد. این مدت زمان با افزایش تعداد ماهواره‌ها تا دو برابر یا با ترکیب دو سیستم به حد زیادی کاهش می‌یابد.

باید یادآور شد که سازمان بین المللی ماهواره (INMARSAT)Maritime قصد دارد تا فرستنده‌های با امواج مشابه GPS را، به تولیدات بعدی ماهواره‌های خود (INMARSAT-3) اضافه نماید. شبکه INMARSAT-3 شامل چهار ماهواره ثابت نسبت به زمین می‌باشد. امواج مخابره شده توسط این ماهواره‌ها، اندازه‌گیریهای مشابه اندازه‌گیریهایGPS و GLONASS را ممکن می‌سازد و حتی ممکن است که اطلاعات اضافی در مورد وضعیت خود ماهواره‌های GPS و GLONASS ارسال نماید.

گیرنده‌هایی که قادر باشد امواج ماهواره‌های دو سیستم را پیگیری نماید، در حال حاضر مشغول به کار است و ممکن است که در آینده نزدیك بصورت تجاری نیز در دسترس قرار گیرد. ما باید در آینده منتظر این پیشرفتها باشیم که در حقیقت گامهای اساسی در جهت بهبود امنیت ناوبری زمینی، دریایی و هوایی است. • • •

1. Selective Availiablity

دنباله خبرها و گزارشها

از صفحه ۶۶

می‌نمایند. ضمنا با خبر شدیم اولین اطلاعیه خارجی کنفرانس که به زبان انگلیسی منتشر شده است بوسیله دبیرخانه کنفرانس به مراکز علمی، آموزشی، پژوهشی و اجرایی نقشه‌برداری جهان ارسال گردیده است. در این اطلاعیه که حاوی اطلاعات مهم کنفرانس می‌باشد از اندیشمندان و صاحبنظران دیگر کشورها خواسته شده است ضمن اعلام آمادگی جهت حضور و ارائه مقاله در کنفرانس مقالات خود را تا تاریخ معینی ارسال دارند. یادآور می‌شود تاکنون عده زیادی از متخصصین داخلی آمادگی خود را جهت شرکت و ارائه مقاله به دبیرخانه کنفرانس اعلام نموده‌اند.

* گزارش فعالیتهای طرح ۱:۲۵۰۰۰

همانطورکه خوانندگان محترم استحضار دارند اجرای طرح نقشه‌های پوششی کشور توسط سازمان نقشه‌برداری کشور دنبال می‌گردد.

در همین رابطه خاطر نشان می‌گردد که با کوشش و تلاش مستمری که صورت گرفته است دست اندرکاران این طرح ملی توانسته‌اند از آغاز طرح تا پایان شش ماهه سال جاری در مراحل مختلف پیشرفتهایی حاصل نمایند. جهت اطلاع بیشتر خوانندگان یادآور می‌گردد با توجه به برنامه‌ریزیهای انجام شده و اولویتهای خاصی که بدین منظور از قبل پیش بینی شده بود می‌بایست شروع عملیات این طرح از منطقه خوزستان صورت می‌گرفت اما بدلیل بحران خلیج فارس و ناامن بودن فضای منطقه کار عکسبرداری هوایی عملا در این منطقه متوقف ماند (ناگفته نماند بخشی از مراحل زمینی این کار از جمله ساختمان و اندازه‌گیریهای نقاط ژئودزی درجه ۲ و ترازیابی درجه ۲ و ۳به پایان رسیده است) بدین لحاظ در اواخر سال ۶۹ کار در محدوده استانهای اصفهان و یزد آغاز گردید و در این خصوص فعالیتهایی بشرح زیر تاکنون انجام گرفته است .

۱- عکسبرداری هوایی از منطقه‌ای بوسعت ۱۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع

۲- اتمام عملیات زمینی ژئودزی، ترازیابی، انتخاب و قرائت نقاط کنترل زمینی (مسطحاتی و ارتفاعی) بلوك ۶۸

۳- اتمام عملیات مثلث بندی هوایی

۴- اجرای عملیات تبدیل عکس به نقشه

۵- شروع عملیات کارتوگرافی

• • •

انتخاب اندازه سلول مناسب برای نقشه‌های موضوعی

نویسندگان : Carlos R Valenzuela, Marion F Baumgrdner

ترجمه : پروین رفاهی

نقل از : ITC Journal 1990-3

چکیده

بیشتر سیستمهای اطلاعات جغرافیایی تجاری برای ذخیره سازی داده‌های فضایی از ساختار اطلاعاتی نقطه‌ای[1] یا برداری[2] استفاده نموده و قابلیتهای لازم جهت تبدیل هر یك از این ساختارها را به نوع دیگر فراهم می‌آورند. سیستم اطلاعات جغرافیایی ایده آل، سیستمی است که داده‌ها را به هر دو ساختار نقطه‌ای یا برداری ذخیره نموده و امکاناتی جهت تحلیل داده‌های هر دو نوع ساختار ارائه نماید. انتخاب مناسب ترین ساختار باید توسط نوع داده‌های فضایی (شی یا زمین مرجع) و نوع تحلیل و مدلسازی لازم تعیین گردد. استفاده از هر دو نوع ساختار اطلاعاتی، انتخاب اندازه سلول مناسب را ضروری می‌سازد. این مقاله با ارزیابی دو خطای پردازش - خطای ترسیمی (موقعیتی) و خطای مسطحاتی (سیاهه‌ای) که در روند تبدیل ساختارهای اطلاعاتی برداری به نقطه‌ای (نقطه‌ای کردن) به وجود می‌آید، شما را در انتخاب اندازه سلولهای مناسب راهنمایی می‌نماید. اندازه پیشنهاد شده برای سلولهای نقشه های موضوعی در سیستم اطلاعات جغرافیایی بر اساس سیستم نقطه‌ای ۰,۳×۰,۳ (میلیمتر) تا ۰,۵×۰,۵ (میلیمتر) می‌باشد.

استفاده از ساختار اطلاعاتی نقطه‌ای جهت ذخیره سازی داده‌های فضایی در یك سیستم اطلاعات جغرافیایی باعث ایجاد خطاهایی در نمایش نقشه قیاسی اصلی می‌گردد. در طرح ریزی یك سیستم اطلاعات جغرافیایی رقومی با مدل اطلاعاتی سلولی، این سوال بسیار مهم پیش می‌آید که اندازه سلول مناسب را چگونه باید انتخاب نمود؟ در گذشته دستور العملهای کلی ذیل در این ارتباط پیشنهاد شده بود:

- قابلیتهای پردازش و هزینه را در نظر گرفته و بهترین شبکه قابل ابتیاع را بکار گیرید [13].
- از شبکه‌ای که متناسب با کاربرد ویژه داده‌ها باشد، استفاده نمایید [11,8].
- از قدرت تفکیك[3] داده‌های مرجع استفاده نمایید [8].
- اندازه سلول شبکه را مطابق جزییات داده، مثلا مناطق شهری را به اندازه ۱۰ متر در ۱۰ متر روی زمین و نقشه‌های موضوعی در اندازه ۲۵۰ متر در ۲۵۰ متر انتخاب نمایید [13]. موسسه تحقیقات زمین شناسی ایالات متحده برای مناطق شهری یا ساخته شده از ابعاد ۲۰۰ متر در ۲۰۰ متر روی زمین و از اندازه ۴۰۰ متر در ۴۰۰ متر برای دیگر موارد استفاده می‌نماید [4]. کوچکترین و بزرگترین ابعاد روی زمین به ترتیب ۱۰ متر در ۱۰ متر و ۱۰۰۰ متر در ۱۰۰۰ متر می‌باشند [7].
- اندازه سلول شبکه به اندازه‌ای باشد که کوچکترین واحد ترسیمی روی نقشه بیش از پنجاه درصد یك سلول شبکه را در بر نگیرد [14,12].

---

1. Raster 2. Vector 3. Resolution

- حجم داده‌های تولید شده جهت پردازش را در نظر داشته باشید. Meyer و دیگران متذکر شده‌اند که استفاده از شبکه کوچکتر، سلولهای بیشتری را جهت عمل کد گذاری تولید می‌نماید. با وجود این با مختصر کردن موضوع اصلی نقشه (ژنرالیزاسیون) در مقایسه با خانه‌های بزرگتر که چندین واحد را تحت پوشش قرار می‌دهند می‌توان در وقت صرفه جویی نمود.

Switzer [14] برای ارزیابی ساختار شبکه، یك روش ریاضی ارائه نمود. وی دقت نقشه را با بررسی اختلافات موجود میان یك **نقشه مورد ارزیابی** و **نقشه واقعی** (ارتباط واقعی) تخمین زد. GoodChild [5] نیز همین روش را با تغییر برخی از مقادیر ثابت موجود در معادله انجام داده بود.

Nagy و Wegle [10] اظهار نموده‌اند که در تعیین میزان تشابه میان دو نقشه موضوعی، کل منطقه‌ای که در آن موارد روی دو نقشه مطابقت نمی‌نماید، وسیله خوبی برای تعیین انحراف میان دو نقشه می‌باشد.

Wedhe [15] در مطالعات خویش پیرامون تاثیر اندازه سلول در دقت ترسیمی و مسطحاتی جهت مدلسازی این دو نوع خطا اظهار داشته است که دقت ترسیمی و مسطحاتی با افزایش اندازه سلول کاهش می‌یابد. خطاهای ترسیمی نوعا بیشتر از خطاهای مسطحاتی بوده‌اند.

اداره خاکشناسی هلند برای نقشه‌های خاکشناسی این کشور به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ از اندازه سلول زمینی به ابعاد ۵۰ متر در ۵۰ متر استفاده نموده است. این انتخاب پس از ارزیابی دقت اندازه سلول با استفاده از روش تبدیل دوگانه، (Double Conversion Method) انجام شده است. در آن نقشه‌ها عمل راستر دو بار، بار اول با اندازه انتخابی (۵۰ متر در ۵۰ متر، ۱۰۰ متر در ۱۰۰ متر) و بار دوم با یك اندازه بسیار کوچکتر (۵ متر در ۵ متر، ۱۰ متر در ۱۰ متر) صورت گرفته است.

هدف این مقاله ارائه دستورالعملهایی جهت انتخاب یك اندازه مناسب برای سلول می‌باشد و در آن دو خطای پردازش یعنی خطای ترسیمی (موقعیتی) و خطای مسطحاتی که از تبدیل ساختار اطلاعاتی برداری به راستر (راستریزاسیون) به وجود می‌آید، مورد ارزیابی قرار گرفته است. البته بررسی منابع مختلف خطا در پایگاه داده‌های فضایی در حوصله این مقاله نیست، بلکه هدف اینست که از این دو خطای پردازش برای انتخاب اندازه سلول کمك بگیریم.

بحث کامل پیرامون خطاهای موجود در پایگاه داده‌های فضایی باید در بر گیرنده کلیه مراحل مختلف در تکمیل کاربرد GIS، از گردآوری اطلاعات تا نمایش داده‌ها باشد.

تاثیر اندازه سلول بر دقتهای ترسیمی و مسطحاتی

اندازه سلول در ساختار راستر حداقل با دو نوع خطای لاینفك همراه است. خطای ترسیمی (موقعیتی) و خطای مسطحاتی. دقت ترسیمی به شکل واحدها و دقت مسطحاتی به گستردگی هر واحد مربوط می‌گردد. در این ارتباط و جهت بررسی تاثیر اندازه سلول بر دقت نمایش نقشه اوریژینال، یازده نقشه خاکشناسی انتخاب و با استفاده از اندازه سلول ۰,۲۵ میلیمتر در ۰,۲۵ میلیمتر (حدود ۳,۷۵ متر در ۳,۷۵ متر در روی زمین) روش راستر اعمال گردید. در نگاره (۱) یك نقشه مقیاس سایه روشن را که با استفاده از اندازه سلول ۰,۲۵ میلیمتر در ۰,۲۵ میلیمتر راستر گردیده است ملاحظه می‌نمایید.

نگاره ۱- نقشه مقیاس سایه روشن یك ناحیه که به اندازه سلول ۰,۲۵ میلیمتر در ۰,۲۵ میلیمتر راستر گردیده است.

بمنظور بررسی تاثیر اندازه‌های سلول بر دقت ترسیمی و دقت مسطحاتی داده‌های اضافی دیگری از همان نقشه‌ها از طریق راستر سازی با اندازه‌های سلولی متفاوت از ۰,۵ میلیمتر در ۰,۵ میلیمتر تا ۶,۵ میلیمتر در ۶,۵ میلیمتر (تقریبا ۷,۵ متر در ۷,۵ متر تا ۹۷,۵ متر در ۹۷,۵ متر در روی زمین) تهیه گردید. خطای ترسیمی یا موقعیتی با گذاشتن یك نقشه با اندازه سلولی بزرگتر بر روی مجموعه داده‌هایی به ابعاد ۰,۲۵ میلیمتر در ۰,۲۵ میلیمتر و جدول بندی تعداد سلولهایی که به اشتباه در اندازه بزرگتر علامتگذاری شده بودند محاسبه گردید. نگاره ۲ این محاسبه را بصورت گرافیکی نشان می‌دهد. در اینجا نقشه‌ای را که با استفاده از دو اندازه سلول متفاوت راستر گردیده است و نیز داده‌هایی را که اشتباها تحت پوشش خانه‌های کوچکتر قرار گرفته‌اند ملاحظه می‌نمایید.

خطای مسطحاتی یا گستردگی سطح با تعیین اختلاف مساحت بین مجموعه داده اوریژینال و مجموعه بزرگتر برای هر واحد نقشه (هر شبکه) محاسبه گردید. بمنظور پرهیز از حذف خطاهایی که بر مبنای جداگانه به عنوان خطای بزرگتر (خطای مثبت) یا خطای کوچکتر (خطای منفی) در واحدهای نقشه فهرست شده بودند یك خطای میانگین مربعی نیز محاسبه شد :

$$\text{خطای مسطحاتی} = \sqrt{\sum_{i=1}^{11} e_i^2}$$

که در آن e_i مساوی است با خطای i ام هر واحد خاك و

$$e_i = \frac{a_{Ti} - a_{Ai}}{a_{Ti}}$$

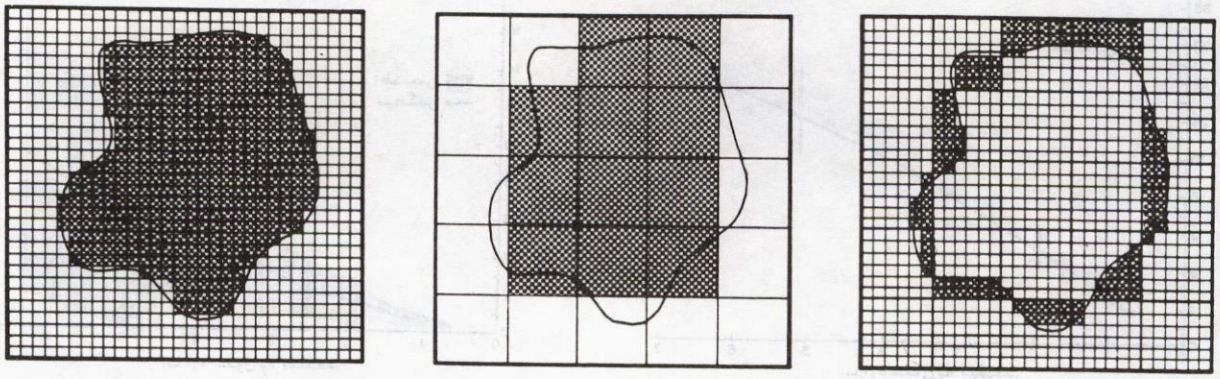
a_{Ti} = مساحت یك واحد نقشه در مجموعه داده ۰,۲۵ میلیمتر در ۰,۲۵ میلیمتر

a_{Ai} i = مساحت واحد نقشه در مجموعه داده با سلول بزرگتر

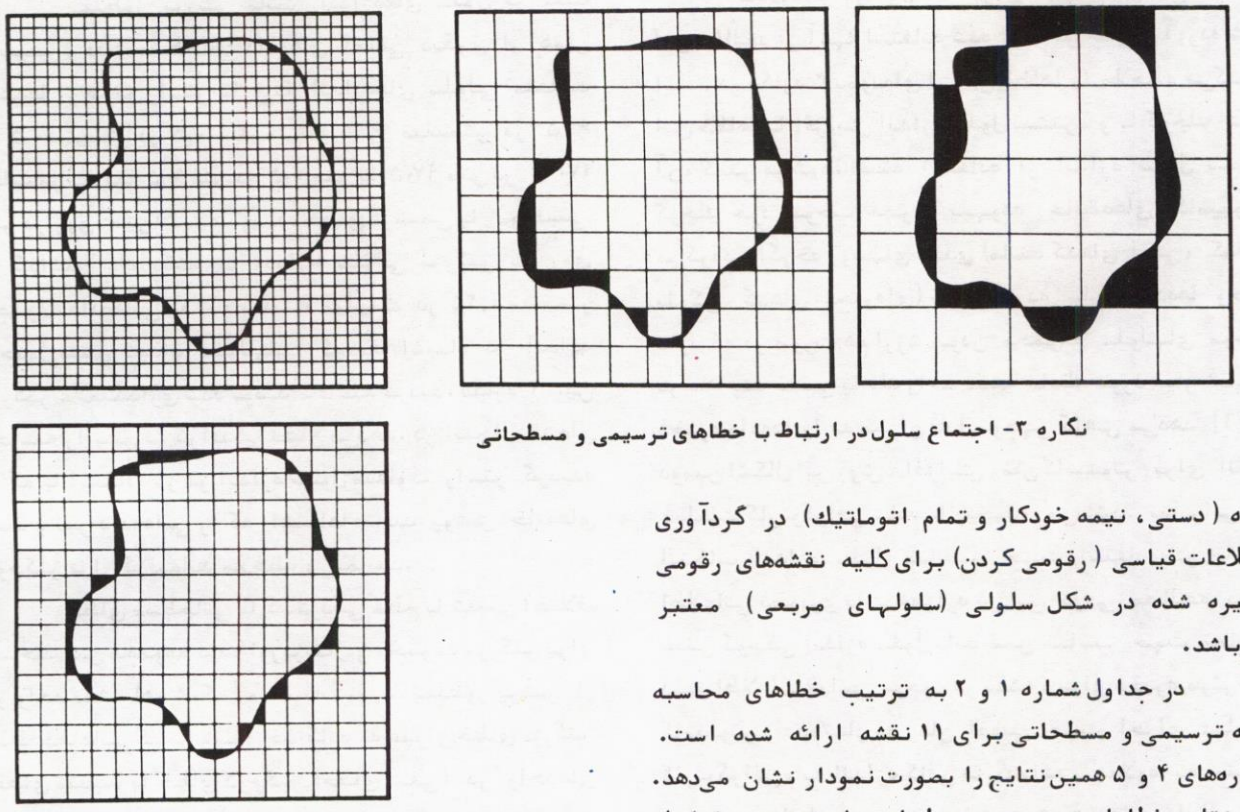
بعلاوه هر دو نوع خطا برای تمام نقشه‌هایی که در این مطالعه از آنها استفاده شده است در جدولی آورده شده است. در نگاره ۳ نمونه‌ای از این خطاها را ملاحظه می‌کنید. این خطاها با افزایش اندازه سلول بیشتر، و با کوچك شدن آن، کمتر می‌شود. البته استفاده از اندازه سلول بسیار کوچك خود موجب مصرف بیهوده حافظه‌های کامپیوتر می‌گردد، اگرچه روشهای چندی (مانند کدهای طولی، کدهای بلوکی، کدهای زنجیره‌ای) برای فشرده سازی داده‌ها وجود دارد که در صورت هم ارزش بودن مجموعه سلولهای موجود در یك چند ضلعی یا یك واحد نقشه حافظه مورد نیاز جهت ذخیره داده‌ها را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد [3] . دومین اشکال این روش، افزایش زمان کامپیوتر برای انجام عملیات کارتوگرافی ساده یا پیچیده می‌باشد. بنابراین در انتخاب اندازه سلول مناسب، جهت استفاده در پایگاه اطلاعاتی تصویری باید همواره در پی نوعی مصالحه بود، یعنی کوچکی اندازه سلول باید ضمن تناسب جهت نمایش دقیق اطلاعات قیاسی موجود در نقشه، برای ذخیره موثر در کامپیوتر و عدم‌نیاز به زمان اضافی جهت اجرای عملیات کارتوگرافی، به اندازه کافی بزرگ باشد. بعلاوه به منظور نمایش هر یك از عناصر موجود در نقشه، اندازه سلول باید حداقل یك و نیم برابر حداقل واحد نقشه، (کوچکترین واحد جغرافیایی قابل ترسیم) باشد که در بیشتر نقشه‌های منابع طبیعی معادل ۲,۵ میلیمتر برای هر ضلع می‌باشد [1] .

نتایج

خطاهای محاسبه شده ترسیمی و مسطحاتی برای سلولهای با اندازه مختلف، صرفنظر از شیوه بکار گرفته



نگاره ۲- یك واحد نقشه که با استفاده از دو اندازه سلول متفاوت راستر گردیده است و داده ترکیب شده که علامتگذاری اشتباه سلولها در اندازه بزرگتر را نشان می‌دهد.



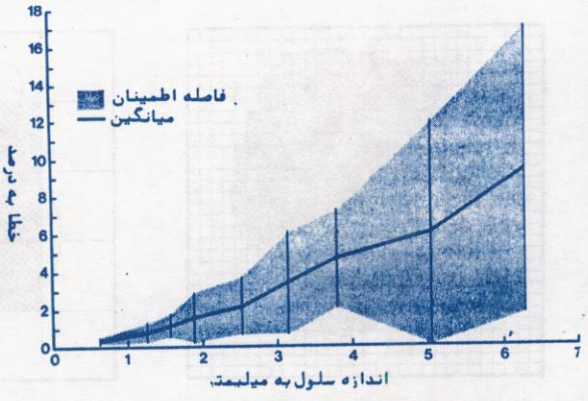
نگاره ۳- اجتماع سلول در ارتباط با خطاهای ترسیمی و مسطحاتی

شده (دستی، نیمه خودکار و تمام اتوماتیك) در گردآوری اطلاعات قیاسی (رقومی کردن) برای کلیه نقشه‌های رقومی ذخیره شده در شکل سلولی (سلولهای مربعی) معتبر می‌باشد.

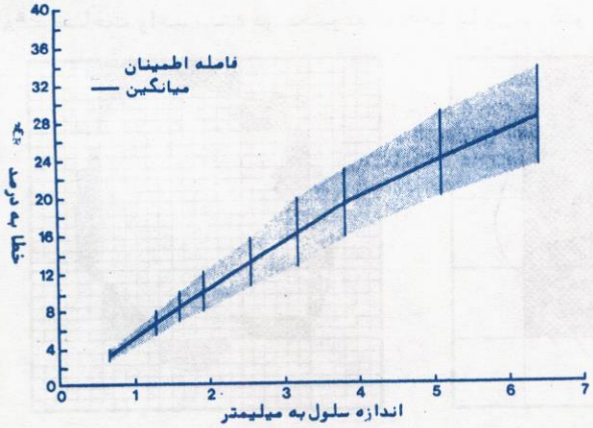
در جداول شماره ۱ و ۲ به ترتیب خطاهای محاسبه شده ترسیمی و مسطحاتی برای ۱۱ نقشه ارائه شده است. نگاره‌های ۴ و ۵ همین نتایج را بصورت نمودار نشان می‌دهد. این نتایج خطاهای ترسیمی و مسطحاتی را به درصد و فواصل اطمینان مربوط به آنها را که با ۹۵ درصد سطح اطمینان محاسبه گردیده است، نشان می‌دهد.

قدر مطلق هر دو نوع خطا با افزایش اندازه سلول زیاد شده که نسبت این دو افزایش بوسیله یك تابع خوش ترتیب غیر نزولی نشان داده شده است. نگاره ۶ وضع خطاهای مربوط به اندازه‌های سلولی را نشان می‌دهد. خطاهای کم محدود به سلولهای مناطق مرزی (کناری) بین دو واحد می‌باشد. با افزایش اندازه سلولها خطا گسترش یافته و مقدار آن زیاد می‌شود. خطاهای ترسیمی بزرگتر از خطاهای مسطحاتی می‌باشند.

از این گذشته میزان پیچیدگی نقشه نیز در هر دو نوع خطا موثر است. واحدهای بزرگ نقشه‌های ساده دارای خطاهای کمتر و کوچکتری هستند حال آنکه در نقشه‌های پیچیده که واحدهای آن کوچکتر و ناهمگون می‌باشند میزان خطاها بیشتر و بزرگتر است.



نگاره ۴- خطاهای مسطحاتی و فواصل اطمینان محاسبه شده برای چند اندازه سلول افزایش‌یابنده (به متر در روی زمین)



نگاره ۵- خطاهای ترسیمی و فواصل اطمینان محاسبه شده برای چند اندازه سلول افزایش‌یابنده (به متر در روی زمین)

جدول ۱- خطاهای مسطحاتی محاسبه شده برای چند اندازه سلول افزایش یابنده به درصد (میلیمتر در روی نقشه)

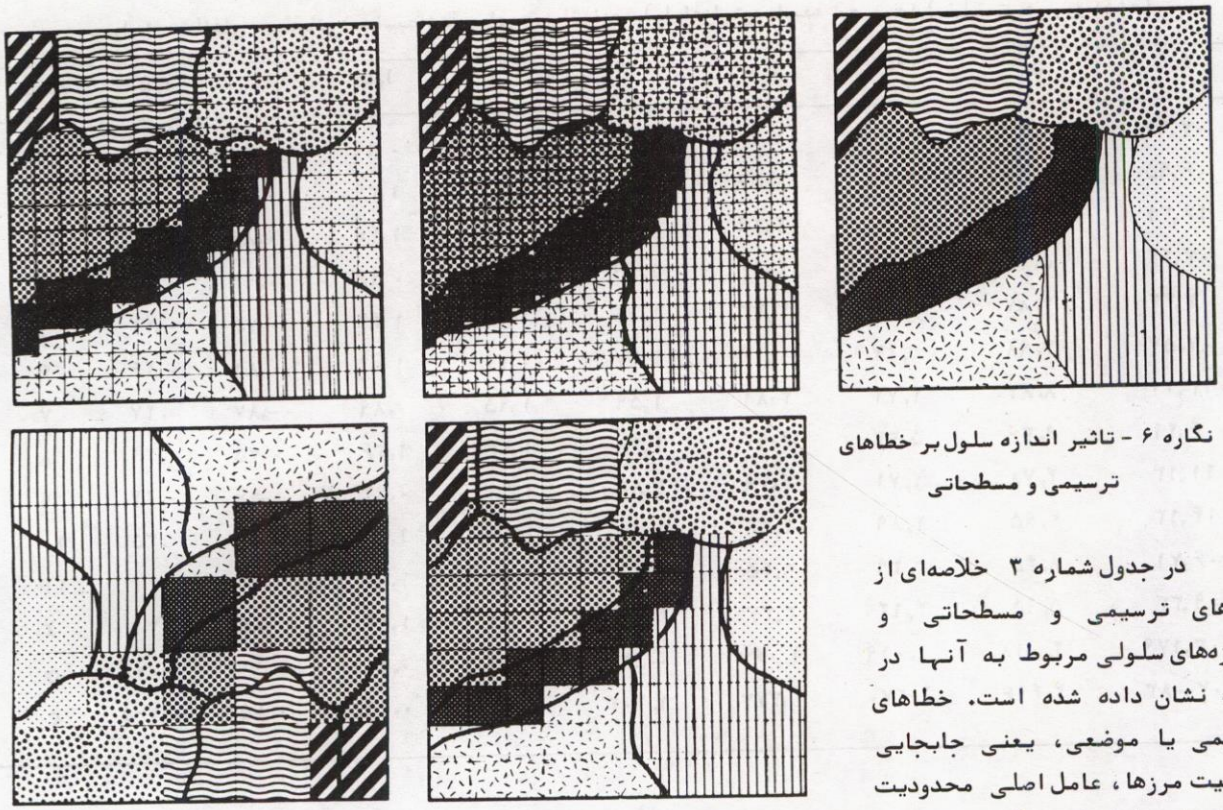
نقشه	۰,۵	۱,۰	۱,۵	۲,۰	۲,۵	۳,۰	۴,۰	۵,۰	۶,۵
۱	۰,۲۳	۰,۷۸	۰,۹۹	۱,۱۳	۲,۶۳	۲,۲۸	۳,۶۵	۴,۳۱	۰۷,۹۷
۲	۰,۳۹	۰,۷۲	۱,۳۹	۱,۳۰	۱,۵۶	۲,۵۶	۳,۳۰	۳,۲۶	۰۶,۹۵
۳	۰,۲۳	۰,۸۶	۱,۴۶	۱,۹۴	۲,۷۸	۲,۱۹	۲,۶۵	۴,۴۲	۱۴,۳۱
۴	۰,۲۵	۰,۹۴	۰,۹۶	۲,۷۳	۱,۶۹	۴,۹۶	۵,۲۰	۵,۲۳	۰۷,۲۲
۵	۰,۴۲	۰,۷۳	۱,۴۲	۱,۷۹	۱,۷۶	۳,۴۳	۴,۸۶	۷,۸۷	۰۷,۳۳
۶	۰,۲۶	۰,۸۱	۱,۰۲	۱,۷۰	۲,۳۷	۲,۱۴	۵,۴۷	۷,۹۸	۰۷,۵۷
۷	۰,۲۷	۰,۸۷	۰,۸۹	۱,۹۵	۱,۵۹	۳,۸۱	۳,۷۲	۸,۸۴	۱۳,۱۱
۸	۰,۳۱	۰,۷۵	۱,۳۶	۱,۴۶	۱,۴۸	۴,۹۲	۵,۳۳	۹,۳۶	۰۶,۲۱
۹	۰,۲۴	۰,۹۶	۰,۹۳	۱,۹۱	۲,۸۴	۴,۴۹	۲,۷۱	۴,۷۸	۱۱,۱۳
۱۰	۰,۳۵	۱,۰۸	۱,۰۱	۱,۱۶	۱,۷۵	۲,۸۸	۳,۸۹	۳,۹۵	۱۴,۱۳
۱۱	۰,۴۱	۰,۹۳	۱,۰۴	۱,۲۳	۲,۵۶	۳,۴۵	۴,۴۹	۸,۴۵	۰۶,۷۱
χ	۰,۳۱	۰,۸۶	۱,۱۳	۱,۵۷	۲,۰۹	۳,۳۷	۴,۱۲	۵,۹۵	۰۹,۳۳
σ	۰,۰۷۴	۰,۱۱۳	۰,۲۲۲	۰,۵۱۳	۰,۵۴۰	۱,۰۶۷	۱,۰۱۹	۲,۰۱۸	۰۳,۱۷۹
c	۰,۱۶۵	۰,۲۵۲	۰,۴۹۵	۱,۱۴۳	۱,۲۰۳	۲,۳۷۷	۲,۲۷۰	۴,۴۹۶	۰۷,۰۸۳

جدول ۲- خطاهای ترسیمی محاسبه شده برای چند اندازه سلول افزایش یابنده به درصد (میلیمتر در روی نقشه)

نقشه	۵,۰	۱,۰	۱,۵	۲,۰	۲,۵	۳,۰	۴,۰	۵,۰	۶,۵
۱	۲,۹۵	۵,۹۷	۷,۹۲	۸,۵۶	۱۰,۷۶	۱۴,۱۱	۱۶,۷۶	۲۰,۶۳	۲۵,۹۷
۲	۳,۱۰	۷,۰۸	۸,۴۲	۱۰,۰۹	۱۲,۰۸	۱۵,۸۶	۲۰,۰۵	۲۲,۹۹	۲۷,۰۵
۳	۳,۱۶	۶,۳۹	۹,۲۸	۱۰,۱۹	۱۲,۹۷	۱۳,۹۶	۱۹,۰۴	۲۴,۸۸	۲۷,۱۴
۴	۳,۲۴	۶,۶۸	۸,۲۶	۹,۶۷	۱۲,۹۶	۱۴,۹۸	۱۸,۸۹	۲۱,۹۶	۲۶,۲۶
۵	۳,۲۸	۶,۷۹	۷,۳۶	۹,۹۳	۱۲,۸۸	۱۵,۴۷	۱۷,۹۵	۲۲,۹۱	۳۱,۲۰
۶	۲,۹۹	۶,۱۲	۷,۴۷	۹,۲۰	۱۳,۱۸	۱۶,۳۲	۲۱,۲۸	۲۶,۱۵	۲۹,۴۰
۷	۳,۲۵	۶,۶۷	۷,۳۵	۱۰,۴۲	۱۳,۱۲	۱۸,۲۸	۲۰,۲۰	۲۵,۰۸	۲۹,۱۲
۸	۳,۲۷	۶,۴۸	۸,۱۲	۹,۸۵	۱۲,۷۶	۱۷,۴۵	۱۸,۹۹	۲۱,۹۶	۲۶,۲۱
۹	۳,۳۵	۷,۰۵	۸,۳۹	۹,۹۶	۱۲,۹۸	۱۶,۹۹	۱۷,۹۸	۲۴,۸۶	۲۶,۱۹
۱۰	۴,۰۱	۷,۷۷	۹,۲۴	۱۲,۰۱	۱۵,۰۵	۱۷,۱۲	۱۸,۰۷	۲۶,۰۳	۳۱,۰۱
۱۱	۳,۱۸	۷,۰۲	۹,۲۸	۹,۹۰	۱۴,۲۰	۱۶,۰۱	۲۰,۱۲	۲۵,۹۸	۳۰,۲۹
χ	۳,۲۵	۶,۷۳	۸,۲۸	۹,۹۸	۱۲,۹۹	۱۶,۰۵	۱۹,۰۳	۲۳,۹۵	۲۸,۱۷
σ	۰,۲۸۰	۰,۵۰۳	۰,۷۴۰	۰,۸۴۴	۰۱,۰۷۸	۰۱,۳۶۷	۰۱,۳۰۵	۰۱,۹۲۹	۰۲,۰۶۷
c	۰,۶۲۴	۱,۱۲۱	۱,۶۴۹	۱,۸۸۰	۰۲,۴۰۱	۰۳,۰۴۶	۰۲,۹۰۶	۰۴,۲۹۸	۰۴,۶۰۵

χ = میانگین　　c = پراکندگی

σ = ۹۵ درصد فاصله اطمینان　　$c = a \times \sigma$ (a = 2.228)



نگاره ۶ - تاثیر اندازه سلول بر خطاهای ترسیمی و مسطحاتی

در جدول شماره ۳ خلاصه‌ای از خطاهای ترسیمی و مسطحاتی و اندازه‌های سلولی مربوط به آنها در نقشه نشان داده شده است. خطاهای ترسیمی یا موضعی، یعنی جابجایی موقعیت مرزها، عامل اصلی محدودیت استفاده از سلولهای بزرگ برای ذخیره اطلاعات فضائی می باشند.

اندازه سلول به میلیمتر	میزان خطا به درصد ترسیمی	مسطحاتی
۰,۵	۳,۰	۰,۳
۱	۷,۰	۰,۵
۲	۱۰,۵	۱,۵
۲,۵	۱۳,۰	۲,۰
۳	۱۵,۰	۳,۰

جدول ۳ - خطاهای ترسیمی و مسطحاتی در ارتباط با اندازه سلول نقشه مخصوص نقشه‌های نمونه خاک

نتیجه گیری

بیشتر سیستمهای اطلاعات جغرافیایی تجاری برای ذخیره سازی داده‌های فضایی از ساختار اطلاعاتی راستر و برداری استفاده نموده و قابلیتهای لازم جهت تبدیل هر یك از این ساختارها را به نوع دیگر فراهم می‌آورند. اگرچه ساختار اطلاعاتی به عنوان بخش تعیین شونده طرح سیستم، تلقی می‌گردد معهذا در هر دو نوع ساختار، که نمایش دهنده فرمهای انتزاعی گوناگون از واقعیتهای جغرافیایی هستند، نمایشگر موضوع اصلی تفسیر داده‌ها می‌باشد [6].

یك سیستم اطلاعات جغرافیایی ایده‌آل سیستمی، است که داده‌ها را به هر دو ساختار راستر و برداری ذخیره نموده و قابلیت تحلیل داده‌های هر دو نوع ساختار را داشته باشد. انتخاب مناسبترین ساختار باید توسط نوع داده‌های فضایی و نوع تحلیل یا مدلسازی مورد نیاز، تعیین گردد. مثلا ساختار اطلاعاتی برداری برای تحلیل شبکه و نمایش کارتوگرافی و ساختار راستر برای کپی برداری و مدلسازی کارتوگرافیکی می‌باشد. در استفاده از هر دو نوع ساختار اطلاعاتی، انتخاب اندازه سلول مناسب امری اجتناب ناپذیر می‌باشد.

یك ویژگی مهم سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS قابلیت آن در ارائه سریع و موثر اطلاعات در مورد گستردگی سطح طبقات یا واحدهای ویژه نقشه می‌باشد. در صورتی که اندازه‌های سلول به شکلی مناسب انتخاب شوند، می‌توان خطاها را در حد قابل قبول نگاهداشته و اطلاعات موثقی در گستره مسطحاتی ارائه نمود.

در اینجا بایستی تاکید نمود که خطاها، برای تخمین دقت و صحت نقشه قیاسی، در روشهای مورد استفاده در نقشه‌برداری و نیز روشهای نمونه برداری بکار رفته در تهیه نقشه و یا حدود واقعی زمین مناسب نیستند، بلکه صرفا مقایسه‌ای از دو نوع خطا در ارتباط با نقشه واقعی راستر شده با استفاده از اندازه سلول ۰,۲۵ میلیمتر در ۰,۲۵ میلیمتر می‌باشند.

سیستم اطلاعات جغرافیایی برای اهداف گوناگونی، از کاربردهای ویژه تا استفاده‌های عمومی کلی‌تر در چندین سطح جزییاتی (محلی، ملی، منطقه‌ای) به کار گرفته می‌شود. در اینجاست که باید رابطه مناسبی بین سطح اطلاعات مورد نیاز از سوی مصرف کننده و قدرت تفکیک پایگاه داده‌های فضایی بر قرار گردد. به عبارت دیگر باید ارتباطی دقیق و کامل میأن قدرت تفکیک پایگاه داده‌های فضایی و سطح جزئیات پایگاه داده‌های غیر فضایی وجود داشته باشد.

در کلیه اندازه‌های گوناگونی که برای هر یك از سطوح اطلاعاتی ارائه گردیده است علاوه بر دقت ترسیمی و مسطحاتی ارتباط دقیق میان مقیاس نقشه و کاربرد اصلی سیستم در نظر گرفته شده است. از آنجایی که دقت نقشه بواسطه عرض خط عمدتا ۰,۵ میلیمتر، تعیین می‌گردد بدیهی است که دقت نقشه رقومی شده بیشتر از مدرك اوریژینال نخواهد بود. بعلاوه اعوجاج (واپیچش) کاغذ نقشه در نتیجه تغییر درجه رطوبت غالبا می‌تواند دقت نقشه را اساسا تا زیر این سطح کاهش دهد [6].

اندازه سلول ۰,۵ میلیمتر در ۰,۵ میلیمتر احتمالا با دقت مورد نظر در گردآوری داده‌ها و تالیف نقشه جهت مسیرهای بزرگتر مطابقت خواهد داشت لیکن اندازه سلول بزرگتر از ۳ میلیمتر در ۳ میلیمتر احتمالا خطاهای ترسیمی و مسطحاتی غیر قابل قبولی را بدست می‌دهد.

• • •

جدول ۴ - اندازه‌های سلولی پیشنهاد شده برای مقیاسهای عمده و مورد استفاده درسیستمهای اطلاعات جغرافیایی رقومی

سطح اطلاعات	متر		مقیاس نقشه برای اندازه سلول ۰,۵ میلیمتر	۱ میلیمتر	۲ میلیمتر	۲,۵ میلیمتر
داده	۱۰×۱۰	۰,۰۰۱	۱:۲۰۰۰	۱:۱۰۰۰	۱:۵۰۰۰	۱:۴۰۰۰
محلی	۲۰×۲۰	۰,۰۴	۱:۴۰۰۰	۱:۲۰۰۰	۱:۱۰۰۰۰	۱:۸۰۰۰
	۲۵×۲۵	۰,۰۶۲۵	۱:۵۰۰۰	۱:۲۵۰۰	۱:۱۲۵۰۰	۱:۱۰۰۰۰
	۵۰×۵۰	۰,۲۵	۱:۱۰۰۰۰	۱:۵۰۰۰	۱:۲۵۰۰۰	۱:۲۰۰۰۰
منطقه‌ای	۱۰۰×۱۰۰	۱,۰۰	۱:۲۰۰۰۰	۱:۱۰۰۰۰	۱:۵۰۰۰۰	۱:۴۰۰۰۰۰
	۲۵۰×۲۵۰	۶,۲۵	۱:۵۰۰۰۰	۱:۲۵۰۰۰	۱:۱۲۵۰۰۰	۱:۱۰۰۰۰۰
	۵۰۰×۵۰۰	۲۵,۰۰	۱:۱۰۰۰۰۰	۱:۵۰۰۰۰	۱: ۲۵۰۰۰۰	۱:۲۰۰۰۰۰
ملی	۱۰۰۰×۱۰۰۰	۱۰۰	۱:۲۰۰۰۰۰	۱:۱۰۰۰۰۰	۱:۵۰۰۰۰۰	۱:۴۰۰۰۰۰
	۲۰۰۰×۲۰۰۰	۴۰۰	۱:۴۰۰۰۰۰	۱:۲۰۰۰۰۰	۱:۱۰۰۰۰۰	۱:۸۰۰۰۰۰
	۱۰۰۰۰×۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱:۲۰۰۰۰۰۰	۱:۱۰۰۰۰۰۰	۱:۵۰۰۰۰۰۰	۱:۴۰۰۰۰۰۰

در جدول شماره ۴ اندازه‌های پیشنهاد شده برای سلولهای نقشه همراه با معادل مساحت زمینی آنها را جهت چند مقیاس معمول در تهیه نقشه‌های موضوعی ملاحظه می‌نمایید.

مراجع

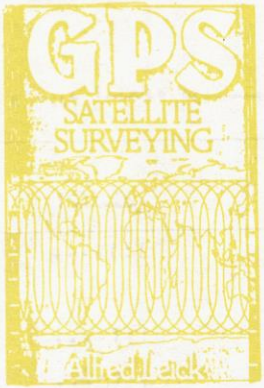
REFERENCES

Anderson, J R, E E Hardy, J T Roach and R E Withmer, 1976. A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data. Geol Surv Prof Paper 964, U.S. Govt Print Off, Washington, DC.

بقیه مراجع در صفحه ۶۳

معرفی کتاب

نام کتاب : GPS Satellite Surveying
نقشه برداری ماهواره‌ای با GPS
نام نویسنده : آلفرد لیک Alfred Leick



این کتاب در ۳۵۲ صفحه بطور کلی روش جدیدی مبتنی بر ساختارهای ژئودزی، سیستمهای زمانی، تئوری مدار ماهواره، جبر خطی و آمار را ارائه می‌دهد.

نقشه بـــــرداری ماهواره‌ای با GPS شامل مباحثی از تئوری کمترین مربعات در تمام فرآیندهای آن اعم از حل بصورت Minimal and inner constraint است که در کنترل کیفیت مشاهدات GPS از آن استفاده می‌گردد.

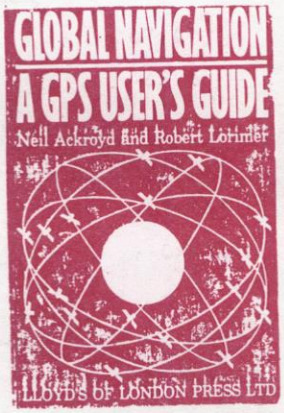
در بخشی از همین کتاب در مورد مشخصات کلی مشاهدات GPS اعم از مشاهده شبه فاصله و فاز موج حامل، روشهای دو اختلافی double difference و سه اختلافی Triple difference بحث شده است. در بخشی از آن درباره تاثیر لایه‌های تروپوسفر و یونسفر در امواج مشاهداتی GPS و راه حلهای حذف یا کاهش این تاثیرات بحث شده است .

قسمتی از مطالب این کتاب اختصاص یافته است به روش نقشه‌برداری با GPS و همچنین در مورد کاربرد GPS در فیزیکال ژئودزی ، ترکیب مشاهدات ماهواره‌ای GPS و مشاهدات زمینی سیستمهای تصویر و سیستمهای مختصات مختلف و تبدیل آنها به یکدیگر .

خصوصیات بارز این کتاب این است که نویسنده بر اساس ریاضی آماری سیستمها توجه نموده است . علاقمندان جهت هرگونه اطلاعات بیشتر و همچنین دریافت این کتاب می‌توانند با نشانی زیر تماس حاصل فرمایند :

WILEY-INTERSCIENCE
605 Third Avenue.New York,N.Y.10158-0012
U.S.A.

نام کتاب Global Navigation A GPS USERS Guide.
نام مولفین : Neil Ackroyd and Robert Lorimer
ناشر : LLoyd's of London Press Ltd



کتاب فوق در ۲۰۲ صفحه در سال ۱۹۹۰ انتشار یافته و شامل شش بخش می‌باشد. در این کتاب مطالبی بشرح زیر عنوان شده است .

در بخش اول این کتاب سیستمهای مختلف تعیین موقعیت از جمله سیستم امگا Omega، لورن سی Loran-C ، دکا Deca و سیستمهای ماهواره‌ای Geostar, Stavrfix و Navsat را معرفی نموده و سپس سیستم GPS را از نظر دقتهایی که دارد مورد بحث قرار داده است .

در بخش دوم ضمن معرفی انواع مختلف گیرنده‌های GPS از نقطه نظر ساخت افزار معایب و محاسن هر کدام را

شرح داده است .

در بخش سوم روشهای اختلافی (دیفرانسیلی) سیستم شبه ماهواره و اتصال اطلاعات (Data link) شرح داده شده است. گیرنده‌ها برای تعیین موقعیت آنی در مد دیفرانسیلی توضیح داده شده است .

در بخش چهارم بطور مفصل در مورد کاربردهای GPS در تعیین موقعیت کشتی‌ها و قایقهای تجاری ، نظامی و ماهیگیری بحث شده و همچنین لزوم استفاده GPS را در فعالیتهای آبنگاری ، امور حمل و نقل زمینی، حفاری چاههای نفت و گارد ساحلی مورد تاکید قرار گرفته است .

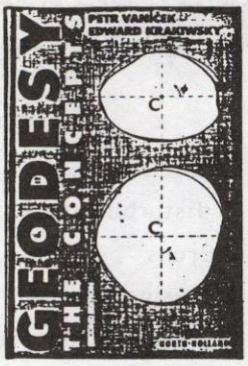
در بخش پنجم با ارائه جزئیات مربوط به GPS نویسنده دو سیستم GPS و سیستم GLONASS را با هم مقایسه نموده است .

بالاخره در بخش ششم ضمن معرفی سازمان INMARSAT سازنده و طراح ماهواره‌های تعیین موقعیت و مخابراتی فعالیتهای این سازمان و همچنین دیگر سیستمهای مخابراتی جهانی را شرح داده است .

ما ضمن توصیه مطالعه این کتاب به دانشجویان رشته‌های نقشه‌برداری نظر دیگر دانشجویان رشته‌های مختلف از جمله دانشجویان رشته‌های مخابرات ، زمین شناسی را به این کتاب جلب می‌نماییم . علاقمندان جهت اطلاعات بیشتر می‌توانند با نشانی زیر تماس حاصل نمایند .

LLoyd's of London Press Ltd
One singer Street , London EC 2A 4LQ
Great Britain

نام کتاب : مفاهیم ژئودزی Geodesy The Concept
مولفین : Petr Vanicek, Edward krakiwsky
ناشر : NORTH-HOLLAND



کتاب مفاهیم ژئودزی در ۹۷ صفحه یکی از مهمترین منابع ژئودزی است که تاکنون بچاپ رسیده‌است. یادآوری می‌گردد یکی از مولفین این کتاب آقای Peter Vanicek یکی از چهره‌های سرشناس ژئودزی جهان بوده و در کشور ما سابقه تدریس و سخنرانیهای متعددی داشته و دارند. بهمین جهت خوانندگان بالاخص دانشجویان ایشان می‌توانند جهت درك بیشتر مطالبی که ایشان در سخنرانی‌ها عنوان می‌نمایند با مراجعه به این کتاب استفاده بیشتری بنمایند. بهر تقدیر کتاب فوق حاوی کلیه مباحث ژئودزی بوده و مولفین آن از دیدگاههای مختلف علمی سعی نموده‌اند مطالب آنرا در شش فصل بشرح زیر عنوان نمایند.

در فصل اول این کتاب ضمن بیان تاریخچه ژئودزی، مولفین درباره علومی که بهر نحو با ژئودزی در ارتباط می‌باشد بخصوص علوم ریاضی که ساختار اصلی این علم را تشکیل می‌دهد بحث و بررسی نموده‌اند.

در فصل دوم مطالبی تحت عنوان شکل و جاذبه زمین و حرکات آن و عوامل جوی آن مطالبی نگاشته شده است .

در فصل سوم مدلهای ریاضی و حل این مدلها به طریق کمترین مربعات و همچنین نتایج حاصل آن مورد بحث و بررسی قرار گرفته است .

فصل چهارم در مورد تعیین روشهای مختلف تعیین موقعیت از جمله استفاده از طریق عملیات نجومی، زمینی و ماهواره‌ای و ترکیب هر کدام از آنها ، ریز تعیین موقعیت نسبی آنها بصورت یك بعدی و چند بعدی بحث شده است .

در پنجمین فصل می‌خوانیم که خصوصیات زمین از نقطه نظر میدان جاذبه زمین چه تغییراتی می‌تواند در اندازه‌گیری سیستمهای جهانی و محلی داشته باشد و بالاخره تعیین ژئوئید به روشهای مختلف مورد بحث و بررسی قرار گرفته است .

در فصل آخر کتاب درباره عوامل مختلف تغییرات زمین از جمله حرکات افقی و قائم زمین و جزر و مد و علل ایجاد این حرکات مطالبی ذکر گردیده است .

علاقمندان و کارشناسان و دانشجویان می‌توانند جهت دسترسی و دریافت این کتاب با بخش انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی تماس حاصل نمایند.

ضمنا نشانی ناشران بشرح زیر می‌باشد :

ELSEVIR SCIENCE PUBLISHERS B.V.
P.O.BOX 1991, 1000 BZ AMESTERDAM
THE NETHERLANDS

ELSEVIR SCIENCE PUBLISHING COMPANY, INC.
52 VANDERBILT AVENUE
NEWYORK, NY 10017
U.S.A

دنباله تعیین ژئوئید ایران

بی‌هنجاری پتانسیل[1] می‌نامند. بنابراین برای هر نقطه P در فضا می‌توان نوشت :

$$T=W-U \qquad (1)$$

میزان جدایی بیضوی یا موجگانی N رابطه مستقیم با بی‌هنجاری پتانسیل دارد. بطوریکه بر طبق رابطه برنز[2] می‌توان نوشت :

$$N = \frac{T}{\gamma} \qquad (2)$$

γ گرانی نرمال است. چنانچه رابطه فوق برای یک نقطه P روی زمین نوشته شود N موجگانی یک شبه ژئوئید[3] را بدست می‌دهد. درحالیکه اگر نقطه P را روی ژئوئید در نظر بگیریم از این رابطه موجگانی ژئوئید کلاسیک بدست می‌آید. با این تعریف اکثر ژئوئیدهای محاسبه شده از جمله ژئوئید محاسبه شده در این گزارش یک **شبه ژئوئید** می‌باشد. ساختار میدان گرانی زمین می‌تواند از سه بخش تامین گردد، این سه بخش عبارتند از :

- قسمتی از ساختار میدان گرانی با طول موج بلند از مدل کروی پتانسیل زمین[4] با درجه و مرتبه بالا بدست می‌آید.
- بخشی از میدان گرانی زمین شامل طول موجهای متوسط، می‌تواند از مشاهدات گرانی بصورت بی‌هنجاریهای گرانی و مشاهدات انحراف قائم و همچنین ارتفاعات بدست آمده از طریق ماهواره تامین گردد.
- بخش موج کوتاه میدان گرانی معمولا از مدل رقومی زمین با فواصل یک کیلومتر یا کمتر بدست می‌آید (اطلاعات توپوگرافی).

منابع فوق بکمک فن حذف - جبران بکار گرفته شدند. چنانچه پتانسیل بدست آمده از مدل پتانسیل زمین را T_m و بخش پتانسیل حاصل از اطلاعات توپوگرافی را T_t بنامیم، ابتدا بی‌هنجاری پتانسیل را برای این دو بخش کاهش می‌دهیم :

$$T'=T-T_m-T_t \qquad (3)$$

حال چنانچه بی‌هنجاری کاهش یافته (هموارشده) T' را با استفاده از فرمول انتگرال (استوکس) یا روشهای دیگر به بی هنجاری ارتفاع N' برگردانیم، واضح است که N' مقدار واقعی موجگانی نخواهد بود، بلکه می‌بایست اثر دو بخش کاهش داده شده، یعنی مدل پتانسیل زمین و اثر توپوگرافی جبران گردد، بطوریکه موجگانی نهایی N از رابطه زیر بدست می‌آید :

$$N=N'+N_m+N_t \qquad (4)$$

که در آن N_m موجگانی حاصل از اثر مدل پتانسیل زمین و N_t موجگانی حاصل از اثر اطلاعات توپوگرافی است.

فن حذف - جبران که آنرا بمشابه صافی برای ساختارهای موج بلند و کوتاه می‌توان تعبیر کرد، بی‌هنجاریهای هموار از پتانسیل زمین بدست می‌دهد که بسیار مناسب برای میان‌یابی[5] و برگردان به سایر پارامترهای پتانسیل می‌باشد. این روش با موفقیت در گذشته بکار گرفته شده و نتایج خوبی داشته است (Tschernig and Forsberg 1986,Denker 1989) . استفاده از فرمول انتگرال برای برگردان از بی‌هنجاریهای پتانسیل به بی‌هنجاریهای ارتفاع با راه حل برگردان سریع فوریه (FFT) دارای این مزیت است که می‌توان آنرا در روی کامپیوترهای کوچک نیز اجرا کرد. از طرف دیگر راه حل (FFT) هماهنگی خوبی با راه حلهای دیگر مانند Collocation نشان داده است (Denker 1989) .

بدلایل فوق، جهت محاسبه ژئوئید ایران تصمیم گرفته شد برای برگردان پارامترهای پتانسیل از فرمول انتگرال و راه حل (FFT) استفاده گردد. تئوری شرح داده شده در فوق بصورت عملی در مراحل زیر بکار گرفته شد.

۳-۱- محاسبه بی‌هنجاریهای گرانی از مشاهدات گرانی ایستگاهها

گرانیهای مشاهده شده در سطح زمین، پارامتری از پتانسیل زمین هستند. چنانچه گرانی نرمال نیز پارامتری از پتانسیل نرمال می‌باشد. حال چنانچه گرانی مشاهده شده را برای گرانی نرمال کاهش دهیم، بی‌هنجاری گرانی را خواهیم داشت که پارامتری از بی‌هنجاری پتانسیل است . (۱)

$$\Delta g_o = g_o - \gamma \qquad (5)$$

---

1. disturbing potential
2. Bruns
3. quasigeoid
4. spherical geopotential model
5. Interpolation

با مشخص بودن بیضوی مقایسه، گرانی نرمال براحتی قابل مقایسه است. آخرین بیضوی مقایسه‌ای که برای آن پارامترهای میدان گرانی تعریف شده است GRS80 می‌باشد که در این محاسبات نیز از آن استفاده شده است. بعضی از مشخصات این بیضوی به قرار زیر است :

نیمه قطر بلندتر	6378137.0	m
جاذبه مرکزی	398600.50 E9	m^3/sec^2
سرعت دورانی	7.2921150000 E-S	rad/sec
گرانی نرمال در استوا	9.78032677	m/sec^2
گرانی نرمال در قطب	9.83218637	m/sec^2
پتانسیل نرمال	62636860.850	m^2/sec^2

با نرم‌افزاری بنام Freeair، مشاهدات ایستگاههای گرانی کاهش داده شد. ورودی این برنامه، طول، عرض، ارتفاع و گرانی مشاهده شده در ایستگاه است و خروجی آن، طول، عرض، ارتفاع و بی‌هنجاری هوای آزاد برای آن ایستگاه می‌باشد.

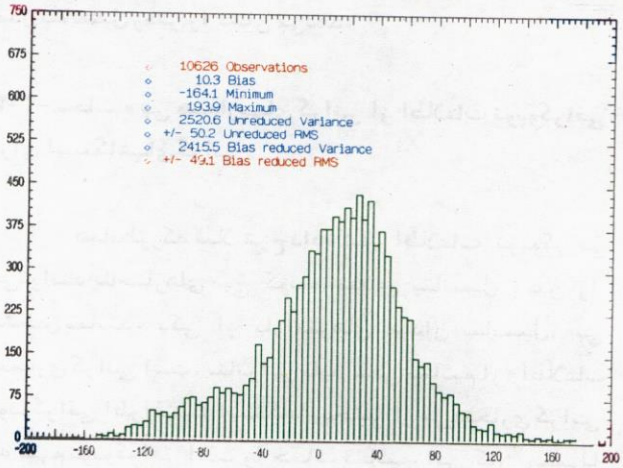
بدین ترتیب برای 10640 ایستگاه گرانی ایران بی‌هنجاری هوای آزاد محاسبه گردید. از آنجائیکه مشاهدات در سطح زمین انجام می‌گیرند، اتمسفر فوق ایستگاه و اثر جرم این اتمسفر بر گرانی با تصحیحی در نظر گرفته شد(Denker 1989) . این کار معمولا با تصحیح مشاهدات برای اثر اتمسفر انجام می‌گیرد. چنانکه جرم زمین و اتمسفر اطراف آن در تعریف بیضوی مقایسه در نظر گرفته شده باشد این تصحیح ناچیز است. اگر Δg_o بی‌هنجاری گرانی برای بیضوی مقایسه‌ای باشد که جرم اتمسفر برای آن در نظر گرفته شده (5) آنگاه بی‌هنجاری محاسبه شده چنین تصحیح می‌شود.

$$\Delta g = \Delta g_o + \delta g_A$$

که در آن δg_A تصحیح اتمسفریك می‌باشد. تصحیح اتمسفریك تابعی از ارتفاع ایستگاه مشاهده می‌باشد و از ۰،۸۷ میلی گال تا ۰،۴۷ میلی گال به ترتیب برای ایستگاهی که در سطح دریا و یا در ارتفاع ۵۰۰۰ متری قرار دارد تغییر می‌کند. در این محاسبات تصحیح اتمسفریك از رابطه زیر محاسبه گردید(Denker 1989) .

$$\delta g_A = 0.874 - 9.9\times10^{-5} h + 3.5625\times10^{-9} h^2$$

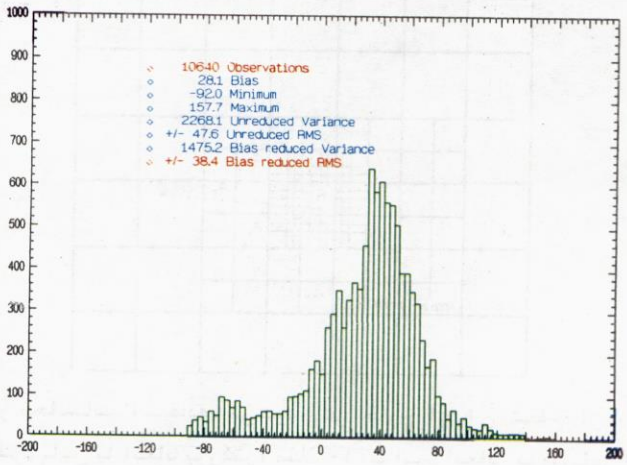
در این فرمول h ارتفاع بر حسب متر و δg_A تصحیح اتمسفریك برحسب میلی گال می‌باشد. نگاره شماره ۳ هیستوگرام بی‌هنجاری گرانی بدست آمده از مشاهدات ایستگاههای گرانی که تصحیح اتمسفریك برای آنها انجام شده است را نشان می‌دهد.



نگاره ۳- هیستوگرام بی‌هنجاریهای گرانی (هوای آزاد)

۳-۲- محاسبه بی هنجاریهای گرانی از مدل پتانسیل زمین برای ایستگاههای گرانی

در این مرحله نیز بی‌هنجاری گرانی برای ایستگاههای گرانی محاسبه می‌گردد، منتهی بجای بکارگیری گرانی ایستگاهها، از گرانی بدست آمده از مدل پتانسیل زمین استفاده می‌شود. مدل استفاده شده در این محاسبات، همانطورکه در بخش (۲-۱-۳) شرح داده شد مدل OSU89B می‌باشد. با معرفی طول و عرض و ارتفاع

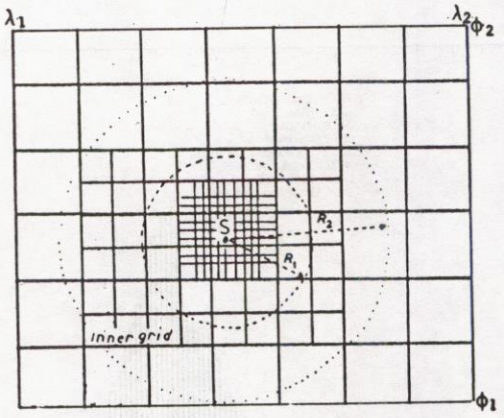


نگاره ۴- هیستوگرام بی‌هنجاریهای گرانی (مدل پتانسیل زمین)

ایستگاههای گرانی به برنامه gpm و با استفاده از مدل فوق برای هر یك از ایستگاهها، یك گرانی محاسبه می‌گردد و با کاهش گرانی نرمال از این گرانی، بی‌هنجاریهای گرانی برای ایستگاهها از طریق مدل بدست می‌آید. نگاره شماره ۴ هیستوگرام بی‌هنجاریهای گرانی بدست آمده از مدل پتانسیل زمین را نشان می‌دهد.

۳-۳- محاسبه بی هنجاریهای گرانی از اطلاعات توپوگرافی برای ایستگاههای گرانی

همانطورکه قبلا شرح داده شد، اطلاعات توپوگرافی می‌توانند ساختارهای موج کوتاه میدان پتانسیل زمین را مشخص نمایند. یکی از پارامترهای میدان پتانسیل، بی هنجاری گرانی است. بنابراین باید سعی نمائیم از اطلاعات توپوگرافی اطراف یك ایستگاه، بخشی از بی‌هنجاری گرانی که سهم توپوگرافی است را حساب نمائیم. این کار معمولا با استفاده از مدل رقومی زمین و یا بعبارت دیگر از ارتفاعات تخمین زده شده بلوکهای ارتفاعی با فواصل منظم (مثلا ۱×۱ کیلومتر) انجام می‌گیرد. روش کار بطور خلاصه به اینصورت است که هر بلوك به مشابه یك منشور در نظر گرفته می‌شود که قاعده آن به ابعاد بلوك و بلندی آن به ارتفاع بلوك می‌باشد. سپس اثر جاذبه جرم تك تك این منشورها را بر روی ایستگاه محاسبه کرده و با یکدیگر جمع می‌نمایند. محاسبات مربوط به این قسمت بسیار وقت گیر می‌باشد و برای سرعت بخشیدن به آن نیز روشهایی ابداع شده است. مثلا شعاعی را در نظر می‌گیرند و در داخل آن شعاع از بلوکهایی به ابعاد کوچکتر و از فرمولهای دقیقتر



در محاسبات استفاده می‌شود. در خارج از آن شعاع از بلوکهایی با ابعاد بزرگتر (مثلا ۱۰ برابر ابعاد بلوکهای کوچك) و فرمولهای کم دقت تر استفاده می‌شود.

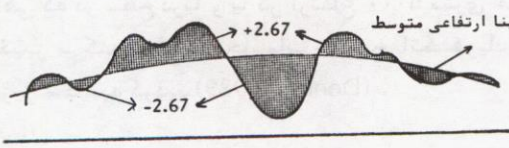
برای محاسبات این قسمت، از برنامه‌ای بنام TC[1] استفاده شد. این برنامه توسط آقای **فورسبرگ** دانشمند دانمارکی تهیه شده است و قادر است با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی زمین، پارامترهای مختلفی از پتانسیل زمین مانند انحراف قائم، بی‌هنجاریهای گرانی و موجگانی را حساب نماید. در این برنامه از فایلها و ورودی و همچنین از پارامترهای متعددي استفاده می‌گردد که استفاده صحیح از آنها حائز اهمیت بوده و نیاز به شناخت دقیق هر یك دارد.

ما در محاسبات خود برای شبکه داخلی، یعنی منشورهای با ابعاد کوچکتر و با دقت بیشتر از بلوکهای ارتفاعی با ابعاد ۱×۱ (کیلومتر) (۴۰×۳۰ ثانیه کمانی) و برای شبکه خارجی از بلوکهای ارتفاعی با ابعاد ۱۱ برابر بزرگتر یعنی ۷٫۵×۶(دقیقه کمانی) استفاده کردیم. آماری که برنامه TC پس از هر اجرا در اختیار استفاده کننده قرار می‌دهد، وقتگیر بودن این محاسبات را بیشتر نشان می‌دهد. طبق این آمار بطور متوسط در اطراف هر ایستگاه اثر جرم ۲۰۰۰ منشور به روی گرانی ایستگاه در نظر گرفته شد. از این ۲۰۰۰ منشور حدود ۲۰۰ منشور با فرمول دقیقتر و با ابعاد کوچکتر محاسبه شده‌اند.

یکی از امتیازات برنامه TC آنستکه تصحیحات توپوگرافی می‌تواند به اشکال گوناگون بکار گرفته شود، مانند:

اثر توپوگرافی Topographic Effect
اثر ایزوستاسی Isostatic Effect
تصحیحات زمین Terrain Corrections
Residual Terrain Effect

هر یك از تصحیحات فوق کاربرد مخصوص بخود را دارند. در محاسبات ما Residual Terrain Effect مناسبترین بود. در این روش با انتخاب یك سطح مبنا ارتفاعی متوسط، بطور محاسباتی اجرام بالای این سطح برداشته می‌شوند و گودیهای زیر این سطح پر می‌گردند. از



1.Topographic Correction

آنجائیکه بلندیها با چگالی مثبت و گودیها با چگالی منفی در نظر گرفته می‌شوند، دیگر لازم نیست محاسبات تا فواصل خیلی دور از ایستگاه انجام گیرد زیرا جرمهای مثبت و منفی اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند. همچنین با انتخاب یك سطح هموار متوسط بعنوان سطح مرجع، فقط ساختارهای موج کوتاه توپوگرافی در محاسبات وارد می‌گردند و این چیزیست که در این محاسبات مورد نظر ما بود (Forsberg 1984).

برای انجام این محاسبات ما سه مدل رقومی بصورت بلوکهای ارتفاعی به برنامه معرفی کردیم :

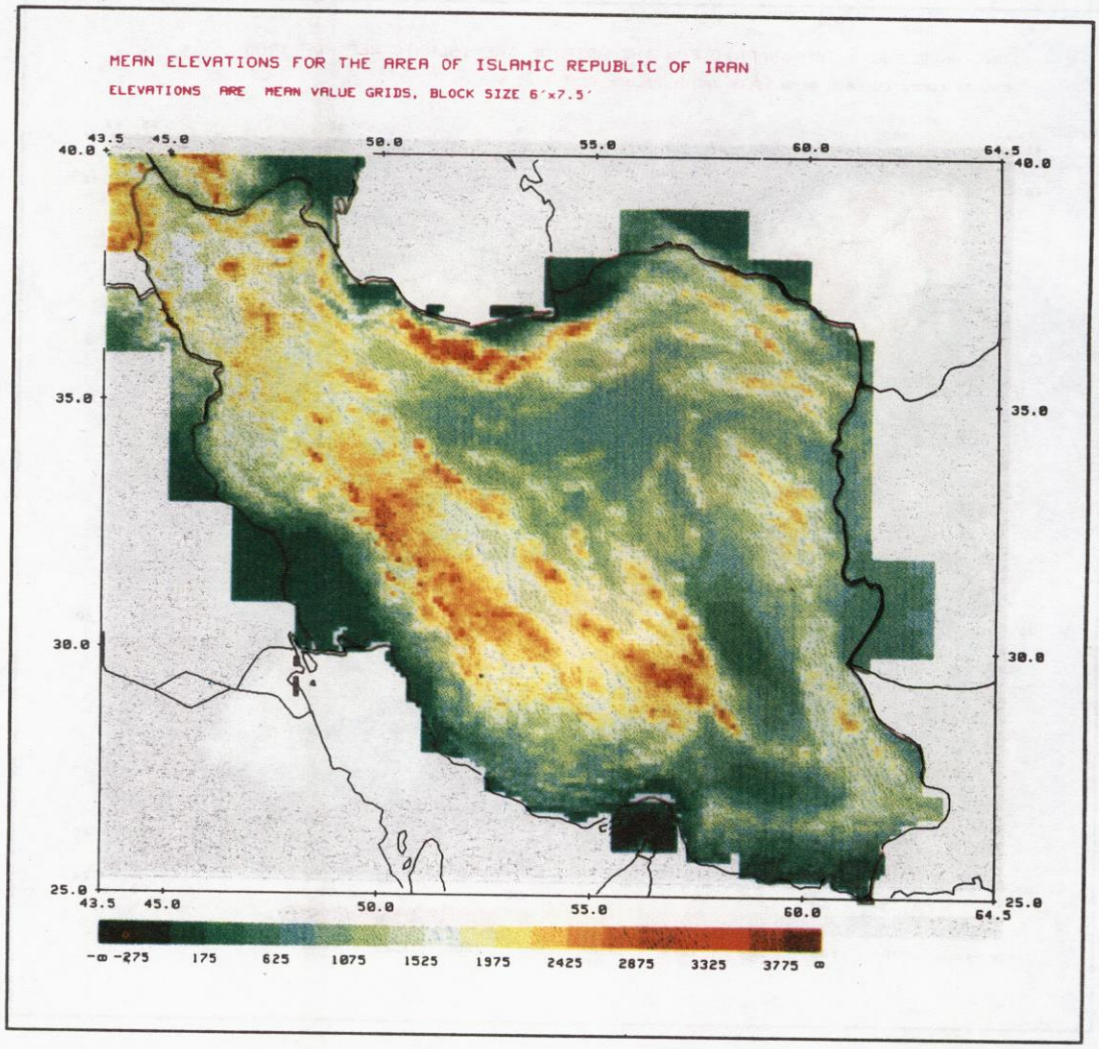
۱- بلوکهای ارتفاعی به ابعاد تقریبی ۴۰×۳۰ (ثانیه کمانی) تقریبا ۱×۱ (کیلومتر).

۲- بلوکهای ارتفاعی به ابعاد تقریبی ۷٫۵×۶ (دقیقه کمانی). متوسط گیری شده از بلوکهای ردیف اول .

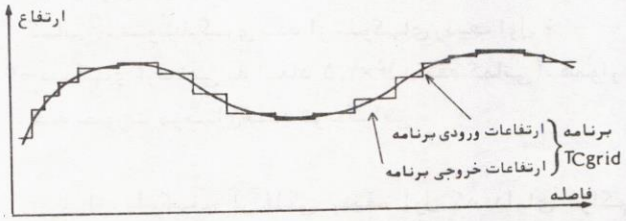
۳- بلوکهای ارتفاعی به ابعاد ۷٫۵×۶ (دقیقه کمانی). هموار شده بصورت موجهای بلند توپوگرافی .

از بلوکهای ارتفاعی ردیف اول که دارای تراکم بیشتری است برای محاسبه جرمهای نزدیك به ایستگاه (داخل شعاع R1) و از بلوکهای ردیف دوم برای محاسبات با دقت کمتر جرمهای دورتر از ایستگاه (داخل شعاع R2) استفاده شد. از بلوکهای ردیف سوم بعنوان سطح مرجع برای محاسبه اثر جرمها استفاده گردید.

برای بدست آوردن بلوکهای ارتفاعی ردیف سوم، یعنی هموار کردن ارتفاعات ردیف دوم، از برنامه‌ای بنام TCgrid که توسط آقای فورسبرگ تهیه شده است استفاده



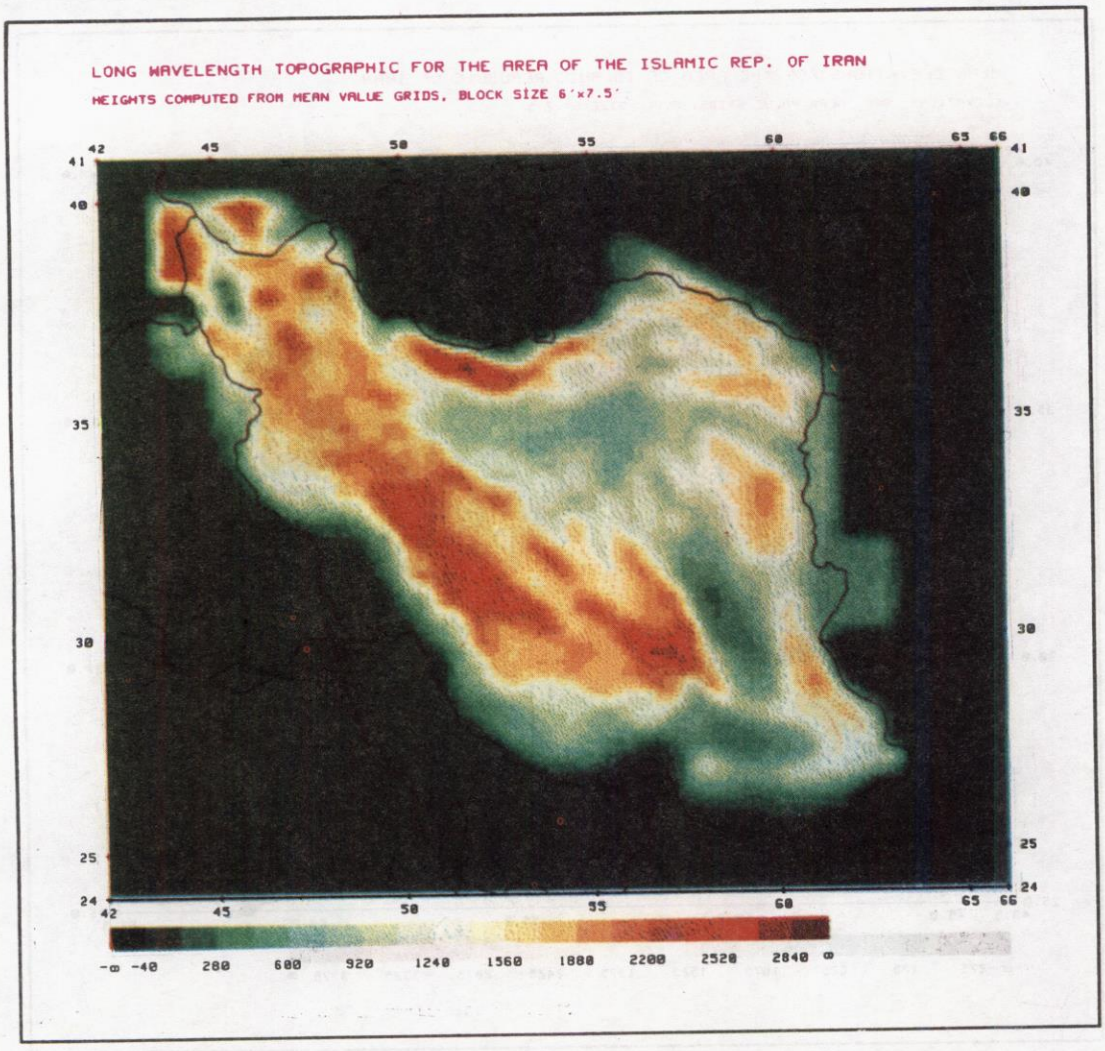
نگاره شماره ۵- ارتفاعات متوسط بلوکهای ارتفاعی با تراکم ۷٫۵×۶ (دقیقه کمانی)



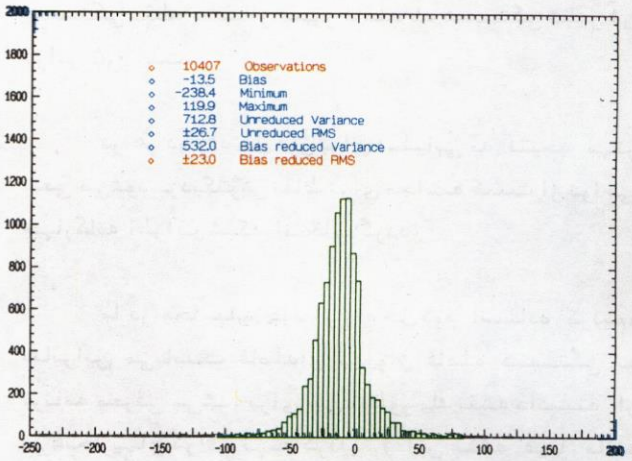
گردید. این برنامه که به مشابه یك صافی عمل می‌کند، موجهای کوچك توپوگرافی را از فایل ورودی حذف می‌کند. بنابراین فایل خروجی هموارتر و فقط شامل موجهای بلند خواهد بود.

نگاره شماره ۵ ارتفاعات متوسط بلوکهای ۶×۷,۵ (دقیقه کمانی) را نشان می‌دهد و نگاره شماره ۶ همان ارتفاعات است که توسط برنامه TCgrid هموار گشته‌اند.

نظر به اینکه برنامه TC تمام فایلهای بلوکهای ارتفاعی را بداخل Core می‌خواند و سپس محاسبات را انجام میدهد، بعلت محدودیت حافظه ماشین اجرای این برنامه برای تمام منطقه ایران بطور یکپارچه امکان نداشت. بنابر این، منطقه ایران به ۱۱ بلوك که هر یك حدود ۲۵ نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ را شامل می‌شد تقسیم گردید. بمنظور اجرای درست محاسبات برای نقاطی که در مرز بلوکها قرار می‌گیرند لازم بود بلوکها با هم پوشش داشته باشند. این پوشش به اندازه ۰,۷۵ درجه در طول و ۰,۵ درجه در عرض در نظر گرفته شد. پس از این تقسیم بندی محاسبه بی‌هنجاری گرانی برای ایستگاههای واقع در هر یك از بلوکهای ۱۱ گانه بطور مستقل انجام گرفت و سپس با ادغام نتایج خروجی هیستوگرام شماره ۷ که اطلاعات آماری این بی‌هنجاریها را نشان می‌دهد ترسیم گردید.



نگاره شماره ۶- ارتفاعات متوسط هموار شده بلوکهای ارتفاعی با تراکم ۶×۷,۵ (دقیقه کمانی)



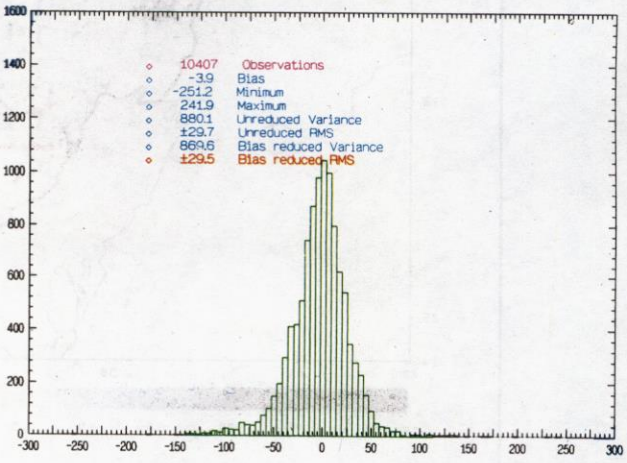
نگاره شماره ۷- هیستوگرام بی‌هنجاریهای گرانی (توپوگرافی)

۳-۴- هموارکردن بی‌هنجاریهای گرانی حاصل از مشاهدات گرانی ایستگاهها

در این مرحله بی‌هنجاریهای گرانی حاصل از مشاهدات گرانی ایستگاهها (۳-۱) با بی‌هنجاریهای گرانی حاصل از مدل پتانسیل زمین (۳-۲) و بی‌هنجاریهای گرانی حاصل از اطلاعات توپوگرافی (۳-۳)، کاهش داده می‌شود و

$$\Delta g_{(\text{کاهش})} = \Delta g_{(\text{مشاهدات})} - \Delta g_{(\text{مدل})} - \Delta g_{(\text{توپوگرافی})}$$

بی‌هنجاری گرانی کاهش داده شده که دارای سرشت هموار می‌باشند حاصل می‌گردد. در این مرحله از محاسبات باید به این نکته که Δg توپوگرافی در ۱۱ بلوک جداگانه محاسبه شده (۳-۳) و ردیف رکوردها با دو فایل محاسبه شده در قسمتهای (۳-۱) و (۳-۲) یکسان نیست توجه داشت.



نگاره شماره ۸- هیستوگرام بی‌هنجاریهای گرانی ، هموار شده توسط هوای آزاد، مدل پتانسیل زمین و توپوگرافی

نگاره شماره ۸ هیستوگرام بی هنجاریهای هموار شده را نشان می‌دهد. با مقایسه نگاره‌های شماره ۳ و ۴ و ۷ و ۸ ملاحظه می‌شود که نگاره شماره ۷ یعنی Δg هموار شده دارای توزیع بهتریست و دارای اریب[1] حدود ۴- متر می‌باشد.

مراحل حذف در اینجا به پایان می‌رسد و در مراحل بعدی محاسبات جبران شروع می‌گردد.

۳-۵- ایجاد شبکه منظم از بی هنجاریهای گرانی هموار شده

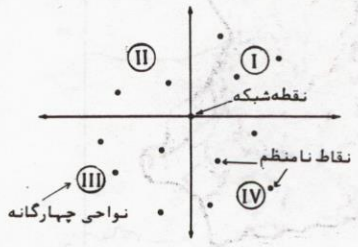
بی‌هنجاریهای حاصل در مرحله قبل (۳-۴) بطور نامنظم در سراسر ایران توزیع شده‌اند که همان توزیع ایستگاههای گرانی می‌باشد (نگاره شماره ۱). هدف این مرحله استخراج یك شبکه منظم از این نقاط نامنظم است و این مطلبی است که سالها مورد توجه متخصصین این رشته بوده و یکی از مراحل حساس این محاسبات می‌باشد. برای اینکار الگوریتمهای مختلفی وجود دارد که بطور کلی به دو گروه مشخص تقسیم می‌گردد:

الف - گذراندن رویه از نقاط نامنظم

ب - مبتنی به متدهای آماری (corrolation)

در روش اول سعی می‌شود از تمام یا قسمتی از نقاط نامنظم، یك رویه یا صفحه بگذرانند. پس از مشخص شدن معادله صفحه یا رویه به راحتی می‌توان برای شبکه منظم کمیت مورد نظر را حساب کرد. (مانند Swain, 1976) .

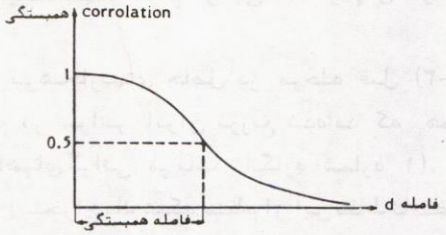
روش دوم بیشتر متکی بمیزان همبستگی بین نقاط است. در اینجا سعی می‌شود برای محاسبه کمیت مربوط به یك نقطه شبکه از نزدیکترین نقاط به آن استفاده گردد. در این روش دو راه حل وجود دارد، استفاده از میانگین وزن دار و استفاده از همبستگی .



در راه حل اول برای محاسبه کمیت مربوط به هر نقطه شبکه، تعداد معینی مثلا ۵۰ تا از نزدیکترین نقاط در نظر گرفته می‌شوند و با انتساب وزنی به هریك از آنها

1.Bias

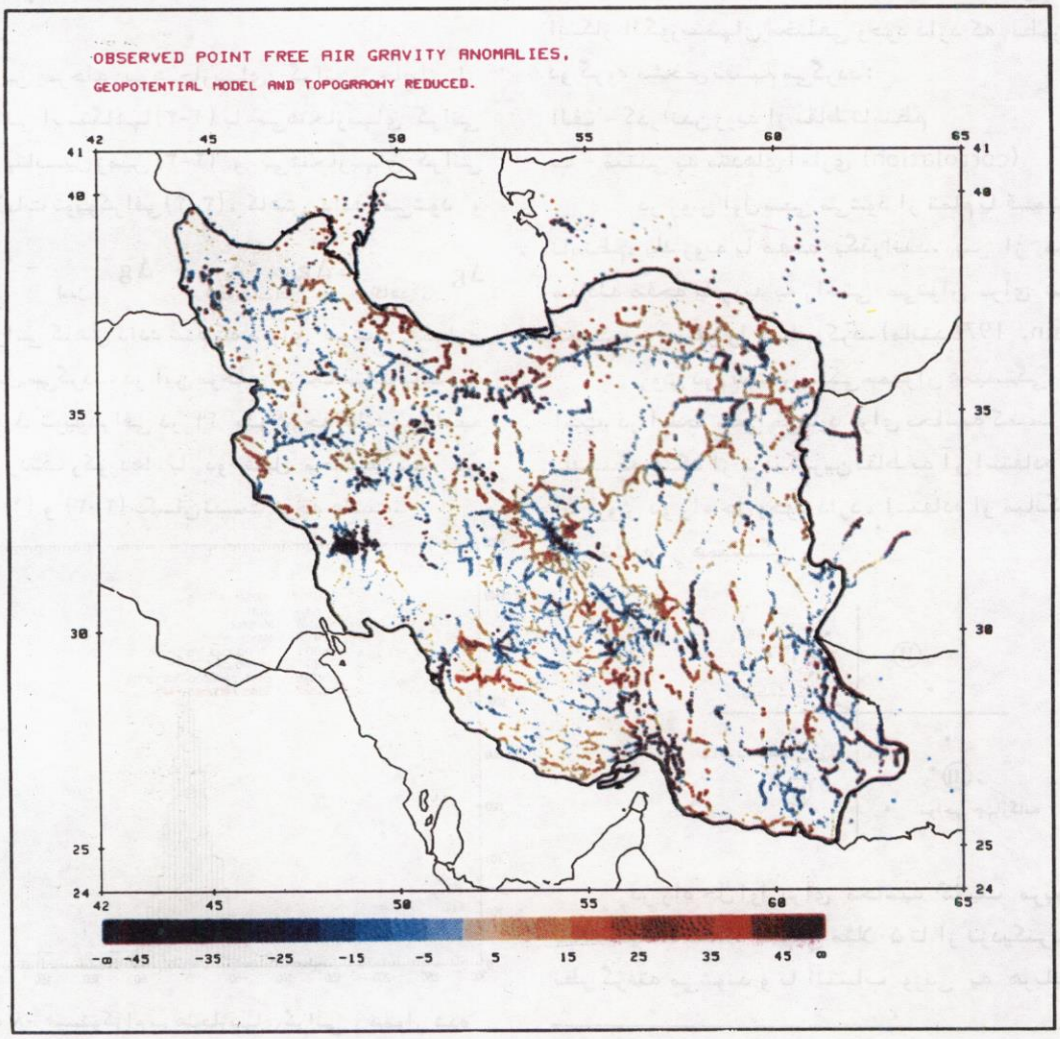
متناسب با عکس فاصله شان تا مرکز شبکه ، مقداری برای آن نقطه از شبکه محاسبه می‌گردد. راه حل دوم صرفا متکی به همبستگی بین نقاط نامنظم است. واضح است که بین چند ایستگاه گرانی نزدیك به هم همبستگی بیشتری وجود دارد تا ایستگاههای دور از هم. در این راه حل فاصله‌ای بنام فاصله همبستگی به برنامه معرفی می‌گردد. اگر تابع همبستگی نرمال را به شکل زیر تعریف کنیم و ماکزیمم



همبستگی را ۱ و می‌نیمم را صفر فرض نماییم، فاصله همبستگی نقطه‌ایست از محور فاصله که همبستگی نظیر آن برابر ۰,۵ است.

در هر دو راه حل فوق برای دستیابی به نتیجه بهتر سعی می‌شود نزدیکترین نقاط برای محاسبه کمیت از نواحی چهارگانه اطراف شبکه انتخاب گردد.

ما در محاسبات خود از راه حل دوم استفاده کردیم، بنابراین می‌بایست فاصله‌ای بعنوان فاصله همبستگی به برنامه معرفی می‌شد. برای این منظور یك نقشه دانسیته از بی‌هنجاریهای گرانی تهیه گردید (این نقشه عینا مانند نقشه توزیع نقاط گرانی بود منتهی با این تفاوت که در اینجا میزان بی‌هنجاریها با رنگها مشخص می‌گردید). برای تعیین فاصله همبستگی نقطه‌ای را بطور تصادفی در نظر



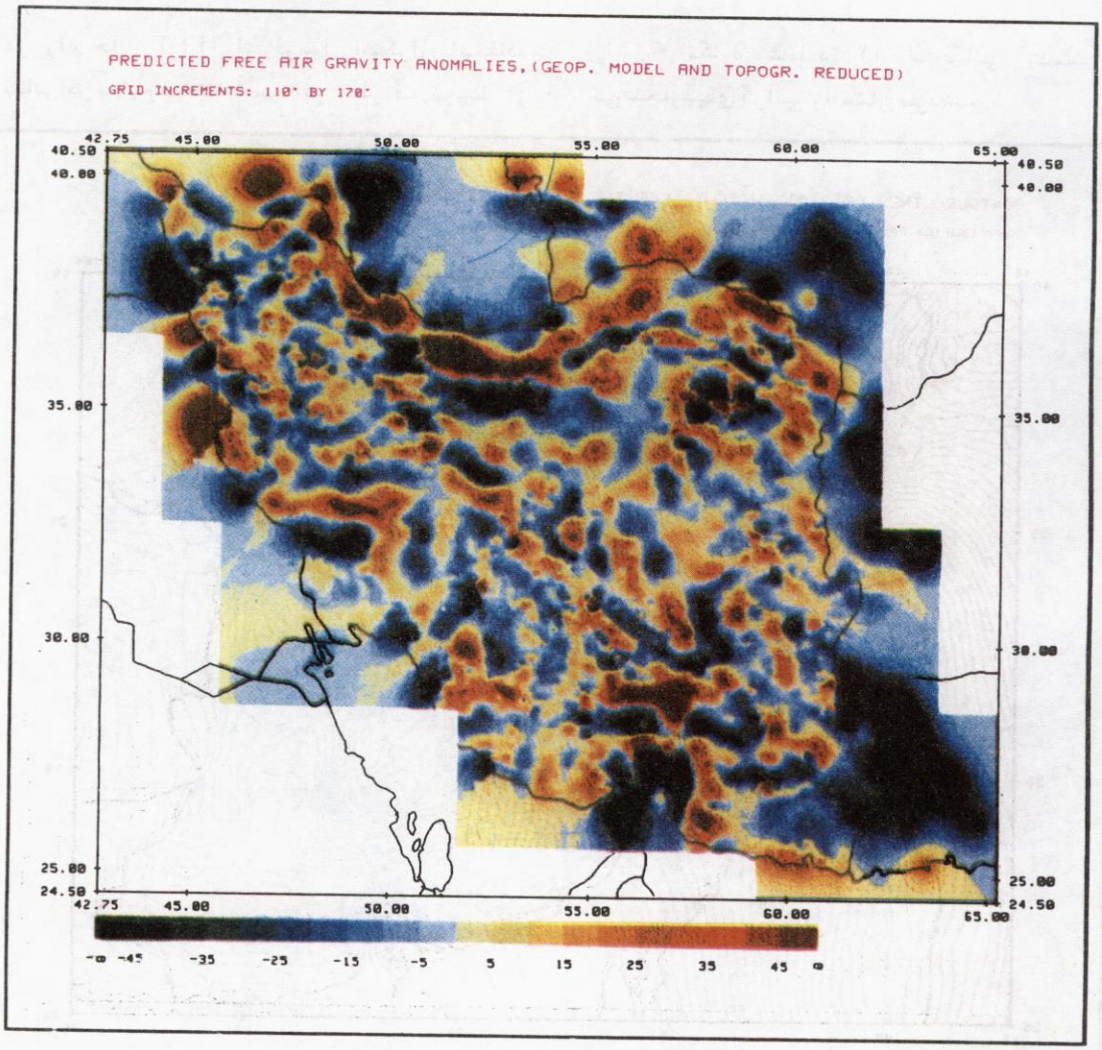
نگاره شماره ۹- توزیع بی‌هنجاریهای گرانی هموار شده

می‌گیریم، طبیعتا نقاط بسیار نزدیك به آن نقطه دارای بی‌هنجاری کم و بیش مساوی به آن خواهند بود و در نتیجه با رنگی کم و بیش نزدیك به رنگ آن نقطه روی نقشه نشان داده می‌شوند. حال اگر از آن نقطه بخصوص دور شویم به فاصله‌ای می‌رسیم که دیگر رنگ نقاط مجاور بشدت تغییر می‌کند، یعنی در اینجا همبستگی صفر است. نصف این فاصله را می‌توان بعنوان فاصله همبستگی معرفی کرد.

این مرحله یکی از حساسترین مراحل کار است ، انتخاب الگوریتم و نرم افزار مناسب برای ایجاد شبکه منظم و همچنین بکارگیری پارامترهای درست در برنامه از اهمیت خاصی برخوردار است. مخصوصا در مورد داده‌های ایران که چنانچه قبلا اشاره شد مناطق وسیعی فاقد هرگونه نقطه گرانی می‌باشند. از طرف دیگر وقتگیر بودن این محاسبات، امکان تست پارامترهای مختلف را دشوار می‌کند. یك اجرای کامل این برنامه برای منطقه ایران (۵۱۲×۵۱۲ شبکه) حدود ۴,۵ ساعت وقت کامپیوتر HP مدل ۹۰۰۰ را به خود اختصاص می‌دهد.

مشخصات این شبکه در مرحله بعد (۳- ۶) بیان شده است.

نگاره شماره ۹ توزیع نامنظم بی‌هنجاریهای گرانی و نگاره شماره ۱۰ شبکه منظم ایجاد شده از این بی‌هنجاریها را بصورت نقشه دانسیته نشان می‌دهد.



نگاره شماره ۱۰- نمایش شبکه منظم ایجاد شده از بی‌هنجاریهای گرانی با ابعاد تقریبی (۴×۵) کیلومتر بصورت نقشه دانسیته

۳-۶- برگردان $\Delta N \rightarrow \Delta g$ با استفاده از فرمول انتگرال و راه حل سریع فوریه

در پایان مرحله قبل شبکه‌ای از Δg های هموار شده بدست می‌آید. حال باید این Δg ها را به ΔN که همان موجگانی ژئوئید است برگردان نماییم. چون قبلا بی‌هنجاریهای گرانی توسط مدل پتانسیل زمین و اطلاعات توپوگرافی هموار شده‌اند، لذا آنها فقط حامل موج متوسط ساختار گرانی می‌باشند.

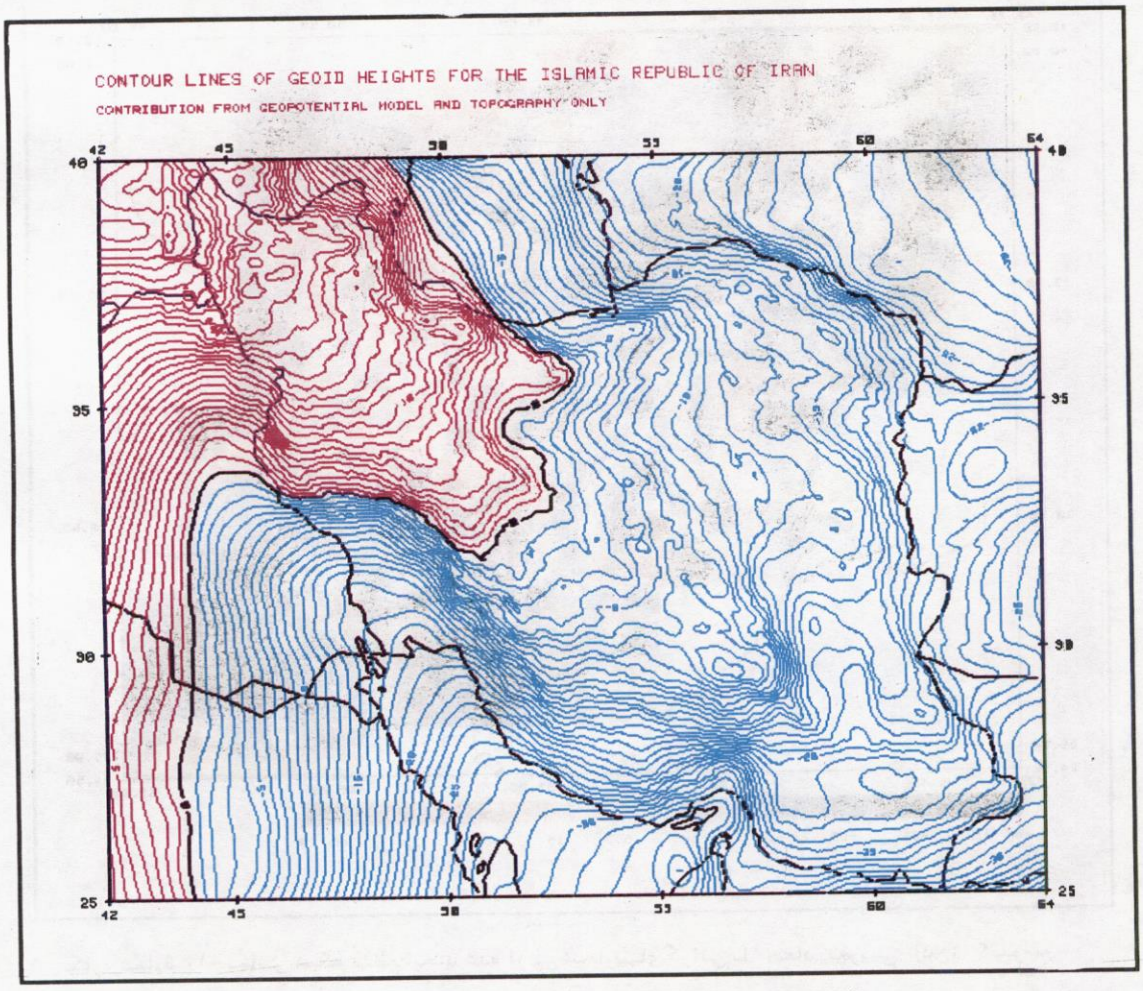
این برگردان با استفاده از فرمول معروف استوکس و با راه حل سریع فوریه (FFT) انجام گرفت، نرم افزار این کار نیز توسط آقای فورسبرگ تهیه گردیده است. بهنگام استفاده از این برنامه به نکات زیر باید توجه نمود:

۱- چون در راه حل FFT از فرمول انتگرال استفاده می‌شود، بنابراین نتایج بدست آمده در اطراف مرزها از دقت کمتری برخوردار خواهند بود.

۲- در راه حل FFT بهتر است تعداد خانه‌های شبکه در طول و عرض، توانی از ۲ باشد(2^n). با توجه به ابعاد نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ ابعاد شبکه در مرحله(۳-۵) طوری انتخاب شد که در طول و عرض هر نقشه (2^5=۳۲) خانه شبکه قرار گیرد. با این حساب ابعاد شبکه ایجاد شده از بی‌هنجاریهای گرانی $0.^{\circ}03125 \times 0.^{\circ}046875$ می‌شود که حدودا برابر ۱۶۰×۱۱۰(ثانیه کمانی) است. این ابعاد برای محاسبه نهایی موجگانی ژئوئید مناسب می‌باشد.

تعداد خانه‌ها و شبکه در طول (2^9=۵۱۲) و در عرض نیز همین میزان می‌باشد. این شبکه جمعا شامل ۲۶۲۱۴۴ نقطه می‌گردد. زمان لازم جهت این برگردان توسط نرم افزار FFT روی ماشین HP مدل ۹۰۰۰ فقط ۸ دقیقه می‌باشد.

نگاره شماره ۱۱ موجگانی بدست آمده از بی‌هنجاریهای گرانی را نشان می‌دهد.



نگارهٔ شماره ۱۱- موجگانی حاصل از بی‌هنجاریهای گرانی هموار شده

۳-۷- محاسبه موجگانی ژئوئید از مدل پتانسیل زمین

چنانچه ملاحظه شد در مرحله (۳-۴) ما بی‌هنجاریهای گرانی را توسط بی‌هنجاریهای مدل پتانسیل زمین کاهش دادیم. در این مرحله اثر آن کاهش را روی موجگانیهای بدست آمده در مرحله قبل (۳-۶) جبران می‌کنیم. بدین ترتیب که در این مرحله توسط برنامه gpm و با استفاده از همان مدل پتانسیل (OSU89B) برای شبکه‌ای با مشخصات شبکه مرحله قبل یعنی شبکه موجگانیهای بدست آمده از میدان پتانسیل زمین، موجگانی حساب می‌گردد. برای اینکار کافیست به برنامه gpm مشخصات شبکه را معرفی کنیم و همچنین مشخص کنیم که می‌خواهیم برای این شبکه موجگانی محاسبه شود. نتیجه خروجی این مرحله یك فایل با رکوردهای ΔN و λ و Φ می‌باشد.

۳-۸- محاسبه موجگانی ژئوئید از اطلاعات توپوگرافی

این مرحله نیز مانند مرحله قبل یکی دیگر از مراحل جبران می‌باشد. در این مرحله اثر کاهش بی‌هنجاریهای گرانی که در مرحله (۳-۴) انجام گرفت را جبران می‌کنیم. برای اینکار با استفاده از همان برنامه TC که در مرحله (۳-۳) بکار گرفته شد، برای شبکه‌ای با مشخصات شبکه موجگانیهای بدست آمده از پتانسیل زمین یعنی شبکه مرحله (۳-۶) موجگانی حساب می‌کنیم .

نکته‌ای که در فن **حذف - جبران** باید به آن توجه داشت آنست که شرایط حذف و جبران باید کاملا یکسان باشد. چه فقط در اینصورت است که اثر محاسبه شده درست برابر میزان کاهش داده شده است. با توجه به این مطلب ما برای محاسبه موجگانی از اطلاعات توپوگرافی، عینا همان فایلهای توپوگرافی شرح داده شده در مرحله (۳-۳) را به برنامه TC معرفی کردیم و مشخص نمودیم که می‌خواهیم ΔN برای شبکه‌ای با مشخصات شبکه (۳-۶) محاسبه نمائیم.

باید توجه داشت که در این مرحله نیز بعلت محدودیت حافظه ماشین مجبور بودیم محاسبات رابرای بلوکهای کوچکتر انجام دهیم. این محاسبات نیز از محاسبات وقتگیر است و برای محاسبه هر بلوك کوچك تقریبا ۱,۵ ساعت وقت ماشین HP مدل ۹۰۰۰ لازمست.

۳-۹ جبران اثر مدل و اثر توپوگرافی - محاسبه موجگانی نهایی

در این مرحله با جبران اثر مدل و اثر توپوگرافی روی موجگانی محاسبه شده از بی‌هنجاریهای گرانی هموار شده، موجگانی نهایی را محاسبه می‌کنیم. در حقیقت در این مرحله موجگانیهای محاسبه شده در مراحل (۳-۶) و(۳-۷) و(۳-۸) را با هم جمع می‌کنیم تا موجگانی نهایی بدست آید :

بعبارت دیگر :

$$N_{(\text{ژئوئید})} = N_{(\text{FFT})} + N_{(\text{gpm})} + N_{(\text{TC})}$$

محاسبات این قسمت نیز با نوشتن دستورالعملهای لازم بشکل Script و استفاده از برنامه Isort برای مرتب کردن فایلهای ۱۱ گانه انجام گردید.

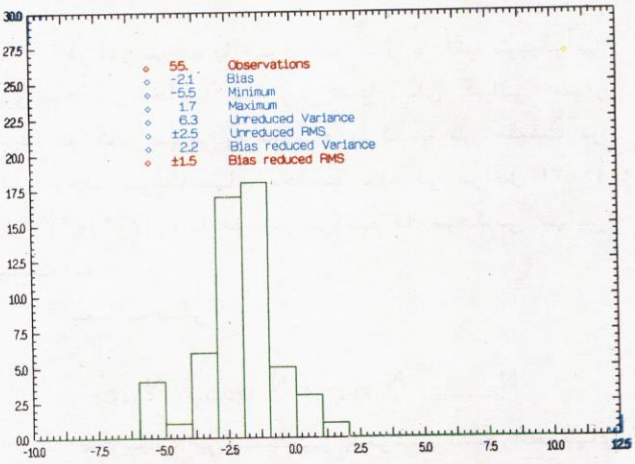
ژئوئید محاسبه شده بصورت شبکه‌ای به ابعاد ۱۶۰×۱۱۰(ثانیه کمانی) محاسبه گردید. این شبکه دارای ۵۱۲ ردیف در طول و ۵۱۲ ردیف در عرض می‌باشد که بصورت فایلی شامل ۲۶۲۱۴۴ رکورد ذخیره گردیده است. بلوکهای این شبکه از چپ به راست و از بالا به پائین روی فایل مزبور بصورت پشت سرهم[1] قرار دارند. بطوریکه اولین رکورد فایل حاوی اطلاعات بالاترین خانه سمت چپ شبکه و آخرین رکورد فایل حاوی اطلاعات پائین ترین خانه سمت راست شبکه می‌باشد.

۳-۱۰ ارزیابی نتایج

برای ارزیابی دقت ژئوئید محاسبه شده نتایج بدست آمده با اطلاعات حاصل از (ترازیابی + GPS) مقایسه گردید. بدین منظور برای ۵۵ نقطه مذکور در بند (۲-۱-۴) از طریق میانیابی موجگانی محاسبه شد و اختلافات آن با موجگانی حاصل از (ترازیابی + GPS) محاسبه گردید. RMS این اختلافات برابر $\pm$۱,۵ متر می‌باشد. با در نظر گرفتن دقت ۴۰ سانتیمتر برای دقت ارتفاعی شبکه ژئودزی ماهواره‌ای، دقت ژئوئید محاسبه شده را می‌توان حدود $\pm$۱ متر دانست. واضح است که چنین دقتی قابل قبول نبود و ما انتظار دقتی بهتر از این میزان را داشتیم. نگاره شماره

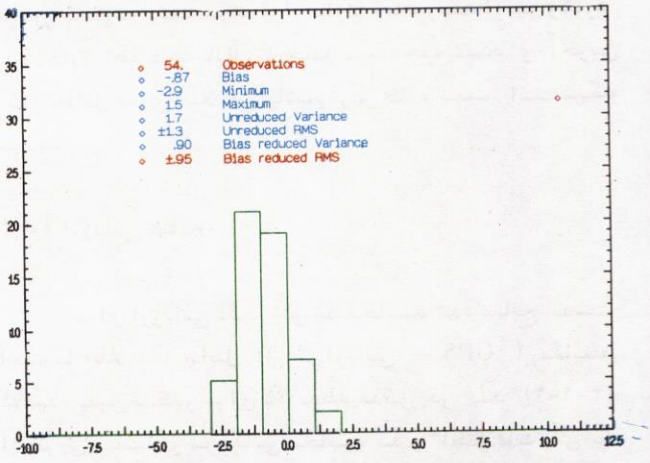
1. Sequential

۱۲هیستوگرام مقایسه موجگانی حاصل از ترازیابی+GPSو ژئوئید محاسبه شده را نشان می‌دهد. برای مشخص شدن



نگاره شماره ۱۲- هیستوگرام اختلاف بین موجگانی حاصل از ترازیابی + GPS و ژئوئید محاسبه شده

اشکال کار ژئوئیدی دیگر فقط با استفاده از مدل پتانسیل زمین و اثر توپوگرافی محاسبه گردید و موجگانی آن با موجگانی حاصل از (ترازیابی + GPS) همان ۵۵ نقطه مقایسه گردید.این مقایسه دقتی بهتر را نشان داد،۰،۵ ± متر. (نگاره شماره ۱۳ هیستوگرام این مقایسه را نشان می‌دهد).



نگاره شماره ۱۳- هیستوگرام مقایسه موجگانی حاصل از ترازیابی + GPS و مدل پتانسیل زمین و توپوگرافی

این بررسی نشان داد که سرچشمه خطاها می‌تواند در بکارگیری مشاهدات ایستگاههای گرانی باشد. برای رفع این مشکل و محاسبه یك ژئوئید با دقت بهتر می‌بایست تمام مراحل (۳-۱) تا (۳-۱۰) با پارامترهای مختلف تکرار گردد و نتایج حاصل مورد بررسی بیشتر قرار گرفته و با نتایج قبلی مقایسه شود. این کاریست که انشاا... در آینده پس از پیاده کردن نرم افزارهای دریافتی روی سیستمهای موجود ایران می‌تواند به کمك اساتید فن و کارشناسان ایرانی انجام پذیرد.

ژئوئید اخیر یعنی موجگانی محاسبه شده از مدل پتانسیل زمین و اثر توپوگرافی در حال حاضر با دقتی حدود ۰،۵± متر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در آینده نزدیك می‌توان امیدوار بود با ایجاد نرم افزارهای مناسب روی ماشینهای ایران، با واردکردن طول و عرض هر نقطه، میزان موجگانی و مولفه‌های انحراف قائم را به راحتی بدست آورد. همچنین با ایجاد بانك اطلاعاتی مدل ارتفاعی رقومی زمین، می‌توان اطلاعات اولیه توپوگرافی هر منطقه را بصورت رقومی روی دیسکت و در صورت داشتن سیستمهای گرافیك همراه نقشه‌های دانسیته در اختیار متقاضیان قرار داد.

تشکر و قدردانی

از آقای دکتر زمردیان استاد محترم دانشگاه تهران بخاطر راهنمائیها و کوششهای بیدریغشان در تمام طول پروژه و همچنین در اختیار قرار دادن اطلاعات نقاط گرانی ایران تشکر و قدردانی می‌گردد.

همچنین از آقای دکتر وبر سرپرست پروژه از طرف موسسه ایفاگ که در تمام مدت ماموریت در این موسسه راهنمای من بودند و از آقای پروفسور فورسبرگ بخاطر در اختیار قرار دادن نرم افزارهای بکار برده شده در این محاسبات تشکر و قدردانی می‌گردد.

★ ★ ★

مراجع **REFERENCES**

* Denker, H., D. Lelgeman, W. Torge, G. Weber, H. G. Wenzel (1986), Strategies and Requirements for a New European Geoid Determination. Proceed. Intern. Symp. on the Definition of the Geoid, Vol.1, 207-222, St. Geogr. Mil. Ital., Florence 1986

- Denker, H. (1989) A New Gravimetric Quasigeoid for the Federal Republic of Germany.
- Forsberg, Rene (1984) : A Study of Terrain Reduction, Density Anomalies And Geophysical Inversion Methods in gravity field modelling.
- Rapp, R. H., J. Y. Cruz (1986) Spherical Harmonic Expansions of the Earth's Gravitalional Potential to Degree 360 Using 30'Mean Anomalies. The Ohio State University Department of Geodetic Science and Surveying, Rep. 376, Columbus/Ohio.
- Swaim. G. L. 1976 : A Fortran IV Program for Interpolating Irregular Spaced Data Using the Difference Equations for Minimum curvature. Computer and Geo Sciences , Vol.1, No.4 , Page 231-240, 1976.
- Torge, W., T. Basıc, H. Denker, J. Doliff, H.-G. Wenzel (1989), Long Range Geoid Control through the European GPS Traverse.
- Tscherning, C. C., R. Forsberg, (1986) : Geoid Determination in the Nordic Coteries from Gravity and Height Data. Proceeding, of the International Symposium on the Definition of the Geoid, Florence 26-30 May 1986 P. 325-350 Institute Geografico Militare Italiano, Firenze.
- Walker James W. (1977): Adjust of the primary Triangulation of Iran .
- Weber, G., H. Zomorrodian (1988), Regional Geopotential Model Improvement for the Iranian Geoid Determination. Bulletin Geodesique 62, 125-141
- Zomorrodian, (1987): The Establishment of the Iranian Gravity Datum (IG) Bureau Gravimetrique International, Bulletin d'Information, No. 60 Toulouze.
- زمردیان (۱۳۶۹) تعیین ژئوئید ایران، مجله نقشه‌برداری، سال اول، شماره ۳.
- هامش (۱۳۶۸) شبکه ترازیابی درجه یك کشور ، گزارش تعدیل.
- هامش (۱۳۶۸) تعدیل ارتفاعی شبکه ژئودزی ماهواره‌ای و مقایسه آن با شبکه ترازیابی درجه یك کشور.

* * *

دنباله مراجع مقاله انتخاب اندازه سلول مناسب برای نقشه های موضوعی

2 Ankun, L A, A K Bregt, J Dennenboom and Y van Randen. 1989. Bodemkaart van Nederland in rasterform: fout bij verrrasten. Reader, Geographische informatie systemen in de bodemkunde. In: A Stein (ed), Bodemkunde en Geologie, Agricultural Univ, Wageningen.

3 Burrough, P A. 1986. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Clarendon Press, Oxford.

4 Fegeas, R G, R W Claire, S C Guptill, K E Anderson and C A Hallam. 1983. Land use and land cover digital data. In: R B Mcewen, R E Withmer and B S Ramey (eds), Digital Cartographic Data Standards, Geological Survey Circular 895-E, Washington DC.

5 Goodchild, M F. 1980. Fractals and the accuracy of geographical measures. Math Geol No 12, pp 85-98.

6 Goodchild, M F. 1989. Modelling errors in objects and fields. In: M F Goodchild and S Gopal (eds). Accuracy of Spatial Databases. Taylor and Francis Ltd, London.

7 Mead, D A. 1981. Statewide natural resource information systems: a status report. J of Foresiry, Society of American Foresters.

8 Meyers, C R, R C Durfee and T Tuckner. 1974. Computer Augmentation of Soil Survey Interpretation for Regional Planning Applications. Oak Ridge Nat Lab Rep ORNL-NSF-EP-67, Oakridge.

9 Muller, J C. 1977. Map gridding and cartographic errors: a recurrent argument. Canadian Geographer 14, No 2, pp 152-167.

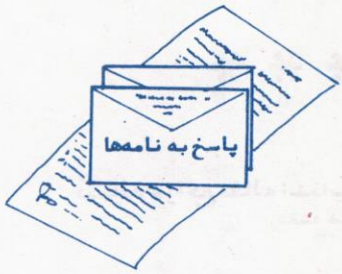
10 Nagy, G and S G Wagle. 1978. Geographic data processing. Computing Surveys, Vol 11, No 2.

11 Nichols, J D and L J Bertelli. 1974. Computer generated interpretive soil maps. J of Soil and Water Conservation, Vol 29, No 5, pp 232-235.

12 Phillips, R L. 1974. Computer graphics in urban and environmental systems. Proc IEEE, Vol 62, No 4, pp 437-452.

13 Steiner, D and T Stanhope. 1972. Data base development in geographical data handling. Proc UNESCO/IGU 2nd symp on geographic information systems. IGU Comm on Geog Data Sensing and Processing.

14 Switzer, P. 1975. Estimation of accuracy of qualitative maps in display and analysis of spatial data. NATO, in: (name of book). Advanced Study Institute. John Wiley and Sons, New York.



ما و خوانندگان

همکار عزیز آقای **منوچهر بصیر** ، همکاری شما را در مورد ترجمه مقالات صمیمانه سپاس می‌گذاریم. سعی نمایید در مورد چگونگی این همکاریها و نحوه پیگیری آن با ما تماس حاصل نمایید.

آقای مهندس **حسن داوری** که از جوار بارگاه ملکوتی حضرت امام رضا(ع) برای ما نامه نوشته‌اید، ضمن التماس دعای فراوان ، امید است بتوانیم با تداوم انتشار این نشریه در همبستگی نقشه‌برداران نقش بیشتری ایفا نماییم. منتظر نامه‌های شما هستیم.

دوست عزیز آقای **جهاندار بنفشی** ، نامه جنابعالی را دریافت نمودیم. از این همه لطفی که در حق دست اندرکاران نشریه خودتان ابراز داشته‌اید متقابلا سپاسگزاری می‌کنیم. الطاف بی اندازه شما خوانندگان بار مسئولیت ما را بیش از بیش سنگین‌تر می‌نماید. سعی ما در مورد ارسال نشریه بر این است تا نشریه بموقع خدمتتان برسد. اما در مورد بکارگیری اصطلاحات علمی که درك مفاهیم آن برای همه میسر باشد متاسفانه در بعضی از موارد مترجمین ما لغت معادل فارسی آنرا پیدا نمی‌نمایند و مجبورند تا حد امکان طوری لغت را معنی نمایند که قابل فهم باشد انشاا... با هماهنگی‌هایی که با مراکز دانشگاهی و پژوهشی بعمل آمده بتوان لغات همسانی نسبت به کلیه معانی لغات فنی تعیین گردد. در ضمن مجلات شما به آدرسی که مرقوم فرموده بودید ارسال شده است. اعلام وصول کتبی شما موجب امتنان ماخواهد بود، موفق باشید.

آقای **بهرام مرتضوی** از اظهار محبت شما نسبت به دست اندرکاران نشریه سپاسگزاریم. در مورد اینکه پیشنهاد نموده‌اید که سازمان نقشه‌برداری کشور بعنوان مجری و ناظر کلیه عملیات نقشه‌برداری تاکنون چه اقدامی جهت ورود وسائل و ابزارهای نقشه‌برداری به کشور نموده تا کارشناسان ذیربط بتوانند بسهولت و به قیمت ارزانتر از این وسائل استفاده نمایند، ما هم با شما هم عقیده هستیم که چنانچه اینگونه وسائل با قیمت مناسب در اختیار نقشه‌برداران قرار گیرد کیفیت کارها بهتر خواهد شد. بهمین جهت مطالب شما را عینا درج نمودیم تا چنانچه پیشنهاد شما از طرف مسئولین مورد توجه قرار گرفت نتیجه را به اطلاعتان برسانیم .

آقای **حسین ایزدشناس** با سلام متقابل، همانطورکه می‌دانید سازمان نقشه‌برداری در فرصتهای مختلف اقدام به چاپ مقالات و جزواتی در زمینه‌های مختلف نقشه‌برداری نموده است . امید است در آینده نسبت به چاپ کتب مختلف از جمله کتابهای درخواستی شما مانند کتاب فتوگرامتری، نقشه‌برداری عمومی، آبنگاری و ژئودزی که بوسیله کارشناسان و محققین سازمان تهیه می‌گردد اقدام نماید.

*

مزاح علمی :

نقشه بردار : همکار عزیز کارهای محاسباتی خود را با P.C انجام میدهی ؟

- نه بابا کارهایم به پی سی خورده .

* سمینار اجرایی استراتژی نقشه‌برداری در دهه آینده

بنا به دعوت انستیتو آموزشی ITC هیئتی از سازمان نقشه‌برداری کشور مرکب از ریاست سازمان آقای مهندس شفاعت (سرپرست هیئت) و آقایان مهندس محمد پورکمال و مهندس علی اکبر امیری برای شرکت در سمینار اجرایی استراتژی نقشه‌برداری در دهه آینده که از تاریخ ۷ الی ۱۰ مرداد ۱۳۷۰ در آن موسسه منعقد گردیده بود شرکت نمودند. قبلا انستیتوی فوق الذکر در سال ۱۹۸۸ سمیناری تحت همین عنوان با شرکت برخی از روسای نقشه‌برداری جهان ترتیب داده بود. لذا این سمینار دومین گردهمایی از این نوع محسوب می‌شود.

هیئت اعزامی علاوه بر شرکت در این سمینار از موسسه ITC هلند نیز بازدید داشته‌اند.

* برگزاری بیستمین اجلاس عمومی IUGG

بیستمین اجلاس عمومی اتحادیه بین المللی ژئودزی و ژئوفیزیک (IUGG) در تاریخ ۲۰ مرداد الی ۲ شهریور در وین برگزار گردید. در همین راستا جمعی از کارشناسان کشور ما از وزارتخانه‌ها و موسسات ذیربط از جمله وزارت نیرو، دانشگاه تهران، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی و سازمان نقشه‌برداری کشور در اجلاس فوق عازم کشور اتریش گردیدند.

جهت آگاهی بیشتر خوانندگان به اطلاع می‌رسد این اجلاس هر چهار سال یکبار در یکی از کشورهای عضو تشکیل می‌شود. هدف و انگیزه از تشکیل این اجلاس تبادل آخرین اطلاعات بین اندیشمندان و صاحبنظران است که در خلال این اجلاس صورت می‌گیرد. در همین رابطه کارهای علمی انجمن

برگ درخواست اشتراک

به پیوست اصل فیش بانکی به مبلغ ریال ارسال می گردد. خواهشمند است تعداد نسخه
از نشریه نقشه برداری از شماره تا را به نشانی زیر ارسال فرمایید.

نام نام خانوادگی شغل

میزان تحصیلات رشته تحصیلی

نشانی

کد پستی شماره تلفن شماره فیش بانکی

تاریخ امضاء

بین المللی ژئودزی در پنج بخش بشرح ذیل اجراء می‌شود.

بخش ۱: تعیین موقعیت، شامل : دقت بالای شبکه‌های قائم و مسطحاتی، تعیین موقعیت فضایی و ماهواره، تعیین موقعیت اینرسی، نجوم در ارتباط با ژئودزی، تعیین موقعیت دریایی، انکسار.

بخش ۲: تکنولوژی پیشرفته فضایی، شامل: توسعه روشهای فضایی برای ژئودزی، محاسبه مداری، نتایج مستقیم چنین روشهایی، وابسته به سیاره، و روشهای مربوط ژئودزی ماه.

بخش ۳: تعیین میدان گرانی، شامل : اندازه‌گیریهای مطلق و نسبی گرانی زمین، تغییرات گرانی غیر کشندی (جزر و مدی)، تعیین میدان گرانی بیرونی و ژئوئید از گران سنجی نجوم مربوط به ژئودزی، فضا و روشهای اینرسی.

بخش ۴: تئوریهای عمومی و اسلوب شناسی، شامل : مدلهای کلی ریاضی برای ژئودزی، تجزیه و تحلیل عددی و آماری، پردازش داده‌ها و مدیریت، روشهای حداقل مربعات، تئوریهای دیفرشیال و انتگرال از میدان گرانی، تئوری برآورد، تقریب و ارائه میدان گرانی.

بخش ۵: دینامیك زمین، شامل : رفتار سنجی و مطالعه زمان وابسته حادثه، فی‌المثل حرکت زمین، کشند زمین و ...، تفسیر ژئوفیزیکی گرانی و داده‌های وابسته، سیستمهای مرجع.

انجمن بین المللی ژئودزی (IAG) سازمانی است غیر دولتی که مسائل و مشکلات مربوط به ژئودزی را مورد رسیدگی قرار داده و باعث همکاریهای بین المللی بین اعضا می‌گردد. در حقیقت شکل گیری این سازمان بین المللی بر می‌گردد به قرن نوزدهم، یعنی به سال ۱۸۶۴ که اولین اجلاس آن با نام Mitteleuropäische Gradmessumg تشکیل گردید.

اهداف سازمان فوق عبارتست از :

۱- تشویق به امر مطالعه در مسائل علمی ژئودزی و همچنین تحقیقات ژئودزی.

۲- تشویق و هماهنگی همکاریهای بین المللی در این زمینه.

۳- نشر نتایج تحقیقات بین المللی.

✱ کنفرانس معرفی فتوگرامتری اتوماتیك

در تاریخ ۱۳۷۰/۶/۱۸ آقای دکتر علی عزیزی، فارغ التحصیل از دانشگاه گلاسکو انگلستان، درباره فتوگرامتری خودکار، در سالن هفتم تیر سازمان نقشه‌برداری کشور، مطالبی ایراد نمودند. در این جلسه جمعی از کارشناسان فتوگرامتری سازمان و مراکز علمی و آموزشی کشور حضور یافتند. نشریه نقشه برداری امیدوار است، در فرصت مناسب، بخشی از کنفرانس ایشان را در شماره‌های آینده به چاپ برساند.

✱ اخبار کنفرانس بین المللی نقشه برداری

طی تماسی با دبیر اجرایی اولین کنفرانس بین المللی نقشه‌برداری کشور کسب اطلاع شد برخی از کمیته‌های کنفرانس فعالیتهای خود را به طور جدی تعقیب

بقیه در صفحه ۴۲

لطفا قبل از ارسال فرم اشتراك نکات زیر را رعایت فرمایید.

۱- نشانی خود را کامل و خوانا با ذکر کد پستی بنویسید.

۲- وجه اشتراك را بر اساس تعرفه زیر به حساب شماره ۹۰۰۰۳ بانك ملی ایران، کد ۷۰۷، شعبه نقشه‌برداری، واریز و اصل فیش بانکی را همراه با فرم اشتراك به نشانی : تهران، صندوق پستی ۱۳۱۸۵/۱۶۸۴ و یا میدان آزادی، خیابان معراج، سازمان نقشه‌برداری کشور- دفتر نشریه ارسال دارند.

۳- جهت هرگونه اطلاعات بیشتر با تلفن ۶۹۹۱۸۴۹ تماس حاصل فرمایید.

اشتراك ۴ شماره و هزینه پست

داخل کشور	۲۰۰ تومان
آمریکا و خاور دور	۳۴۰ تومان
سایر کشورها	۳۰۰ تومان

به دانشجویان با ارسال فتوکپی کارت معتبر یا معرفی نامه دانشجویی ۵۰٪ تخفیف داده می‌شود.

N. C. C.

Surveying Journal

Naghshebardari

Vol. 2, No. 6

Summer 1991

Naghshebardari is a persian language journal which is published by National Cartographic Center quarterly in a year. All correspondence should be sent to the following address:

P. O. Box: 13185-1684

Phone: 6991849

Telex: 212701 N.C.C. TEHRAN-IRAN

Post-Code: 11365-5167

CABLE: CENCA

بها : ۵۰ تومان

岡山市
旭川
原尾島
大砂場
鶴見橋
月見橋
相生橋
京橋
中島
網
西川
四軒家
平井
倉田
大隅
七ノ割
浜野
中島
北畑
神田
田住
青江
門覚
奥
七日市
水処理場