بسم الله الرحمن الرحیم

تهیه نقشه های توپوگرافی با استفاده از GPS

مجید نعیمی- کارشناس نقشه برداری-دانشجوی کارشناسی ارشد ژئودزی دانشگاه صنعتی خواجه نصیر

دکتر مهدی نجفی علمداری- عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی نقشه برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیر

چکیده:

تهیه نقشه های توپوگرافی که از مهمترین واساسی ترین نیازها در طرحها وپروژه های عمرانی محسوب می شوند علیرغم پیشرفت چشمگیر تکنیکهای اندازه گیری ، هنوز جزء دشوارترین عملیات های نقشه برداری محسوب می شود. امروزه روشهای معمولی مشاهداتی GPS با فراهم نمودن دقتهایی در حد چند سانتی متر افق تازه ای را در نقشه برداری مهندسی ایجاد نموده است.از جمله می توان به قابلیت این ابزار در تهیه نقشه های مسطحاتی وارتفاعی اشاره نمود.در این مقاله با توجه به تحقیقات عملی صورت گرفته در مناطق مختلف کشور، این مطلب به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است.

واژگان کلیدی:ژئوئید-دقت-روش استاتیک –کینماتیک و نیمه کینماتیک –مدل ژئوپتانسیل-مشاهدات فازموج حامل-نقشه توپوگرافی- GPS

مقدمه:

نقشه های توپوگرافی در مقیاسهای مختلف همواره یکی از اساسی ترین وپایه ای ترین نیازها در طرحها وپروژه های عمرانی به شماررفته ومبنای اصلی تصمیم گیری ها محسوب می شوند.هرچند امروزه با پیشرفتهای چشمگیر اخیر درتکنیکهای اندازه گیری ومشاهدات، به خصوص مشاهدات طول ، سرعت ودقت اندازه گیری ها ودر نتیجه تهیه نقشه ها افزایش یافته است اما آنچه که مسلم است تهیه نقشه های توپوگرافی هنوز جزء دشوارترین وپرهزینه ترین عملیات های میدانی نقشه برداری به شمار می رود.

به طور کلی مراحل عملیات زمینی تهیه یک نقشه توپوگرافی (دریک مقیاس مشخص) به صورت زیر می باشد:[۱]

۱- شناسایی منطقه وایجاد نقاط پایه وکنترل در فواصل مشخص(بسته به مقیاس نقشه)

۲- انجام عملیات پیمایش به منظور دستیابی به مختصات مسطحاتی نقاط پایه

۳- انجام عملیات ترازیابی درجه سه به صورت رفت وبرگشت به منظور دستیابی به مولفه ارتفاعی نقاط پایه

۴- برداشت تاکئومتری جزئیات، با تراکم مشخص (بسته به مقیاس نقشه)، به منظور دستیابی به مدل سه بعدی منطقه مورد نظر .

کتابخانه مهندسی نقشه برداری
Telegram @ SurveyingLibrary
SurveyingLibrary@Gmail.com

دقتهای مورد نیاز برای برداشت جزئیات منطقه با توجه به دستورالعملهای موجود برای تهیه وترسیم نقشه های توپوگرافی به شرح ذیل می باشد:[۲]

– دقت مسطحاتی : ۰/۲میلی متر در مقیاس نقشه

– دقت ارتفاعی : یک سوم فواصل منحنی های تراز با توجه به مقیاس نقشه

کاربرد مشاهدات GPS درنقشه برداری وژئودزی از سال ۱۹۸۰میلادی وهمزمان با استفاده ازمشاهدات فاز امواج حامل به سرعت روبه گسترش بوده است[6] .امروزه GPS با فراهم نمودن دقت هایی در حد چند سانتی متر در هر سه مولفه مختصاتی ، قابلیت جایگزینی با روشهای کلاسیک نقشه برداری با دقتهای برابر وحتی بهتر را دارا می باشد و می توان با استفاده ازاین ابزار ضمن بهینه سازی مراحل ۱ ،۲ و۴ ذکرشده در فوق ، مرحله ۳ را نیزدربرخی مواردحذف نمود.

البته باید توجه نمود که کاربرد GPS تنها محدود به مناطقی می شود که دید کافی به آسمان برای گیرنده های GPS وجود داشته باشد و استفاده از این روش در مناطق جنگلی وشهری با ساختمانهای بلند با محدودیتهایی مواجه است ودر کارهای زیرزمینی غیرممکن می باشد.

GPS و تعیین موقعیت به روشهای کینماتیک[1] ونیمه کینماتیک

در روشهای نسبی تعیین موقعیت با GPS ،استفاده ازمشاهدات فاز موج حامل جزء دقیق ترین روشها محسوب می شود،با توجه به اینکه در روشهای نسبی اکثر خطاهای موجود مانند خطای ساعت گیرنده وماهواره حذف می گردند وخطاهایی نظیر اثر یونسفریک وتروپوسفریک به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابند، مساله عمده استفاده از مشاهدات فاز یافتن عدد ابهام در فاز می باشد که برای حل آن در طول بازهای نامعلوم نیاز به مشاهدات بازمان کافی (بسته به اندازه طول باز) می باشد.[4]

پس از یافتن عدد ابهام در فاز ،مادامی که ارتباط گیرنده با ماهواره ها حفظ شود، این مقدار ثابت خواهد ماند که این مطلب، پایه واساس روشهای کینماتیک را تشکیل می دهد.بنابراین از لحاظ تئوری تفاوت عمده ای میان روشهای استاتیک و کینماتیک وجود ندارد وتنها اختلاف میان دو روش این است که در روشهای استاتیکی موقعیت یک نقطه به طور نسبی تعیین می شود اما در روشهای کینماتیک ونیمه کینماتیک با حفظ ارتباط گیرنده وماهواره ها موقعیت چندین نقطه دیگر نیز با مدت زمان کوتاهی مشاهده تعیین می شود.به بیان دیگر می توان گفت روش کینماتیک(ونیمه کینماتیک) یعنی " انتقال ابهام در فاز به دست آمده در یک ایستگاه به سایر ایستگاهها "[3]

تبدیل ارتفاعات GPS به ارتفاعات ارتومتریک

مختصات مسطحاتی وارتفاعی نقاط با استفاده از GPS نسبت به بیضوی رفرانس WGS84 تعیین می شوند در حالی که در پروژه های عمرانی معمولا ارتفاع نقاط نسبت به سطح ژئوئید مورد نیاز است.بنابراین برای دستیابی به ارتفاع نقاط

[1] -kinematic

نسبت به ژئوئید ،باید با اعمال تصحیحاتی ارتفاعات GPS را نسبت به ژئوئید یا حداقل سطحی موازی با آن به دست آورد.

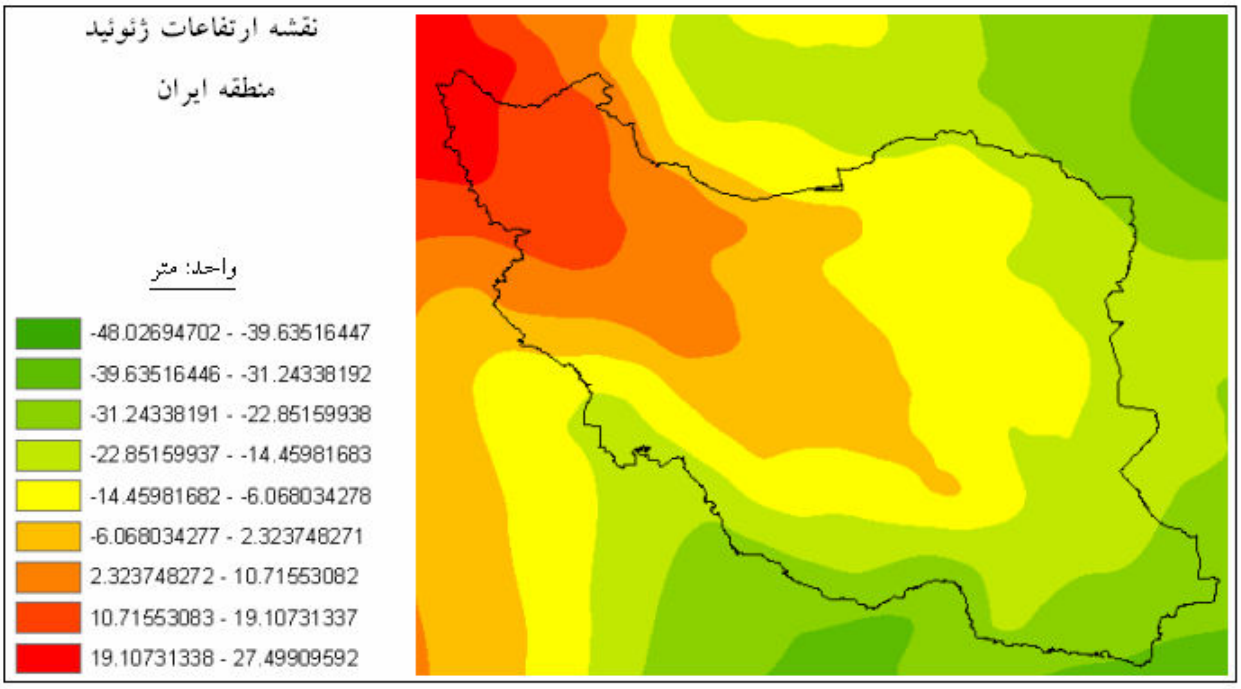
برای این منظور می توان از مدلهای ژئوپتانسیل جهانی موجود استفاده نمود.البته در صورت وجود یک مدل ژئوئید دقیق در منطقه، استفاده ازمدل ژئوپتانسیل جهانی توصیه نمی شود.

مدلهای ژئوپتانسیل مختلفی برای زمین ارائه شده اند که می توان به EGM96، PGM2000 وجدید ترین مدل منتشر شده CHAMP-GRACE اشاره نمود. مدل اخیر از جمله دقیق ترین مدلهای موجود به شمار می رود وتا درجه ومرتبه ۳۶۰ بر حسب هارمونیکهای کروی بسط داده شده است.[5]

البته با توجه به دقتهای محدود مدلهای ژئوپتانسیل موجود، محاسبه ارتفاع ژئوئید با استفاده از این مدلها همراه با مقداری خطا می باشد.هر چند در صورت استفاده ازاختلاف ارتفاعات، بخش عمده این خطاها حذف می گردند اما در مورد استفاده از مدلهای ژئوپتانسیل در طول بازهای بلند باید جانب احتیاط را رعایت نمود.[7]

در هر صورت باید توجه داشت ارتفاعات واختلاف ارتفاعات حاصل از مشاهدات GPS به تنهایی دارای دقت کافی نسبت به دیتوم خود (WGS84) هستند ودر کارهایی که نیازی به ارتفاعات ارتومتریک نمی باشدو یا محدوده گسترش آنها کم می باشد ، این ارتفاعات به تنهایی کاملا قابل اطمینان هستند.

در شکل شماره ۱ نقشه ارتفاعات ژئوئید نسبت به بیضوی WGS84 برای ایران نمایش داده شده است.



شکل شماره ۱: نقشه ارتفاعات ژئوئید در منطقه ایران

کتابخانه مهندسی نقشه برداری
@surveyingLibrary
surveyingLibrary@gmail.com

همانگونه که ملاحظه می شود وباتوجه به شیب سطح ژئوئید نسبت به بیضوی در جهت شمال غرب به جنوب شرق ،اعمال تصحیح فوق در کارهایی که حوزه گسترش آنها بیش از سه الی چهار کیلومتر می باشد ضروری است.
به طور کلی ارتفاع نقاط مورد نظر را بادر نظر گرفتن تصحیح فوق می توان به صورت زیر به دست آورد:

$$H = H_0 + \Delta h - \Delta N$$

که در این رابطه :

H: ارتفاع نقطه مورد نظر

H_0: ارتفاع نقطه مبنای دارای ارتفاع معلوم

Δh: اختلاف ارتفاع نقاط به دست آمده از مشاهدات GPS

ΔN: اختلاف ارتفاع ژئوئید بین نقاط

نتایج تحقیقات عملی ومشاهدات زمینی

به منظور بررسی توانایی GPS در تهیه نقشه های دقیق ، مجموعه ای از مشاهدات زمینی درمناطق مختلف کشور(آذربایجان شرقی ،قزوین وخراسان شمالی) صورت گرفته است که با مجموعه این مشاهدات بررسی های مختلفی به شرح ذیل روی داده های GPS صورت گرفته است :

۱- مقایسه دقت تعیین موقعیت به روش کینماتیک ونیمه کینماتیک با روشهای استاتیک

۲- مقایسه برداشت توپوگرافی در طول یک پروفیل توسط GPS با برداشت به روشهای کلاسیک

که در ذیل به توضیح هر یک از موارد فوق خواهیم پرداخت :

۱- مقایسه دقت تعیین موقعیت به روش کینماتیک با روشهای استاتیک

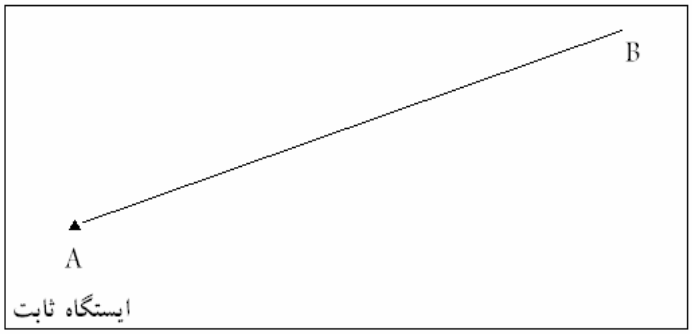
همانطور که ذکر گردید تنها تفاوت روشهای استاتیک با روشهای کینماتیک و(نیمه کینماتیک) امکان استفاده از عدد ابهام در فاز به دست آمده برای تعیین موقعیت سایر نقاط مورد نظر با زمان مشاهدات کوتاه(کمتراز یک دقیقه) در روشهای کینماتیک می باشد.

برای بررسی این مطلب، عملیات زمینی به صورت زیر در نظر می گیریم:

مطابق شکل شماره دو باثابت فرض نمودن مختصات نقطه A ،مختصات نقطه B ابتدا به صورت استاتیک واستفاده از مشاهدات فاز موج حامل تعیین می شود که زمان مشاهده به فاصله بین نقاط A وB وهمچنین وضعیت هندسی وتعداد ماهواره های در دسترس بستگی خواهد داشت.سپس با حفظ ارتباط گیرنده با ماهواره ها (در نتیجه حفظ عدد ابهام در فاز به دست آمده) ، گیرنده مستقر روی B از این نقطه جابجا شده وپس از مدتی دوباره روی نقطه B مستقر می شود واین بار با زمان مشاهده ای کوتاه موقعیت نقطه B مجددا تعیین می شود.

بررسی فوق در بیش از چهل منطقه مختلف در استان قزوین صورت گرفته است که جهت اختصار خلاصه نتایج مربوط به ده منطقه در جدول شماره یک درج گردیده است.

نتایج نشان می دهد در صورت اطمینان داشتن از حفظ ارتباط بین گیرنده وماهواره های GPS ، بعد از انجام مشاهدات کافی وحل عدد ابهام در فاز ، می توان به مختصات به دست آمده از روشهای کینماتیک و نیمه کینماتیک برای تهیه نقشه های توپوگرافی اطمینان داشت.



شکل شماره ۲ : طرح مقایسه روشهای مشاهداتی کینماتیک ونیمه کینماتیک با مشاهدات استاتیک

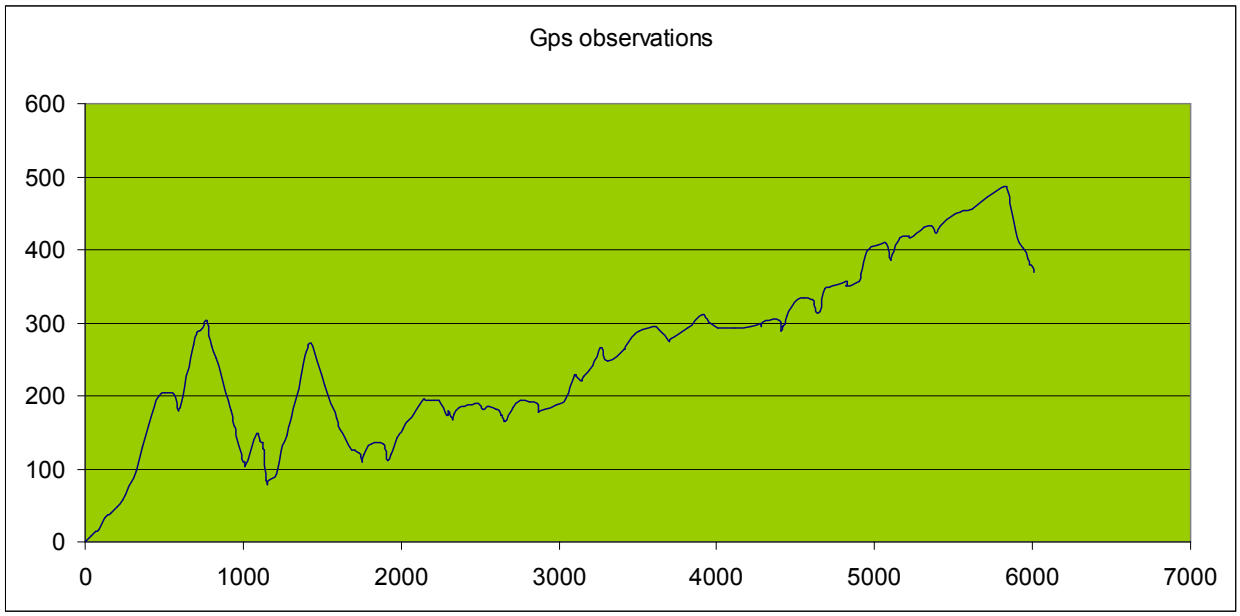
جدول شماره ۱: مقایسه نتایج مشاهدات روشهای استاتیک وکینماتیک

	اختلاف بین مختصات روشهای استاتیک وکینماتیک			فاصله نقاط	مدت مشاهدات	مدت مشاهدات
	dx (mm)	dy(mm)	dz(mm)	BوA(km)	استاتیک(دقیقه)	کینماتیک(ثانیه)
1	9	17	7	0.750	40	19
2	6	6	18	2	46	49
3	5	3	33	2.18	40	20
4	14	12	4	2.8	32	63
5	3	0	15	5.6	44	70
6	26	6	9	5.8	40	120
7	21	6	12	6	32	62
8	6	5	4	8.5	27	60
9	14	6	1	9.8	30	60
10	21	19	72	13	36	33

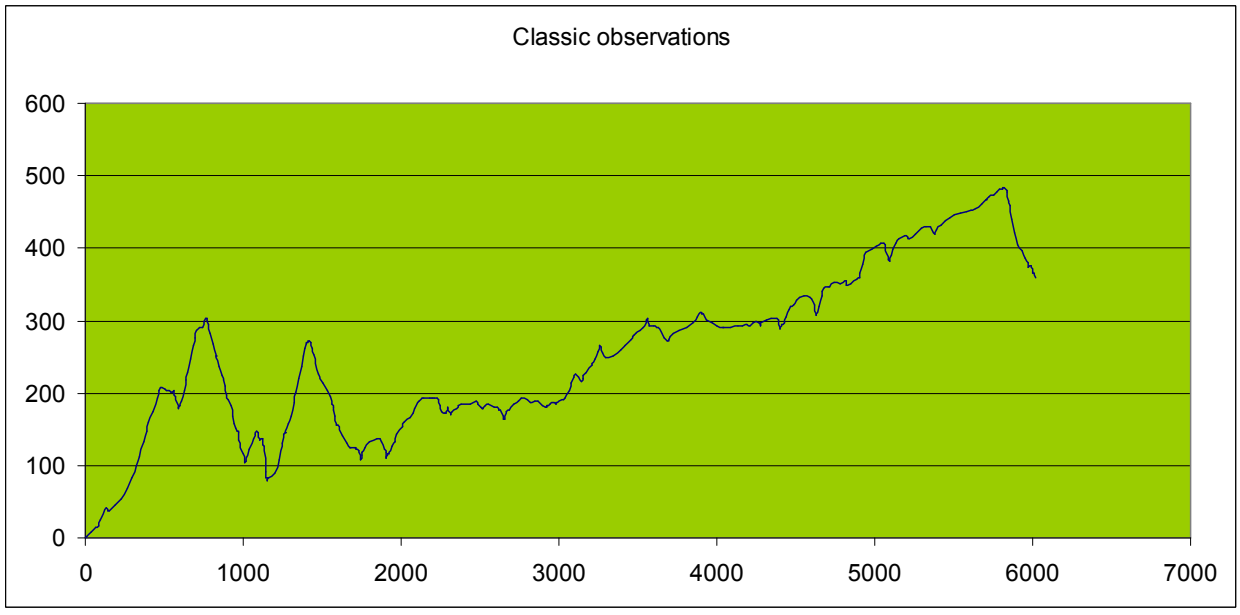
۲- مقایسه برداشت توپوگرافی در طول یک پروفیل توسط GPS با برداشت به روشهای کلاسیک

برای این منظور شبکه ای از نقاط به فواصل ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متر در یک امتداد مستقیم به طول شش کیلومتردر نظر گرفته شد. لازم به ذکر است جهت بررسی نتایج در شرایط مختلف، منطقه مورد مطالعه طوری انتخاب گردیده که ترکیبی از دشت،تپه ماهور وکوهستان معمولی باشد.

نقاط کنترل مذکور با استفاده از مشاهدات فاز موج حامل به صورت استاتیکی وبا اتصال به نقاط ژئودزی ماهواره ای کشور شبکه بندی شدندوارتفاعات حاصل با استفاده از مدل ژئوپتانسیل EGM96 تصحیح گردید.در نهایت پروفیل مسیر با استفاده ازروش نیمه کینماتیک یا Stop & go(با استقرارگیرنده ثابت روی نقاط شبکه) باحداکثر طول باز ۵۰۰ متر وزمان مشاهداتی ۲۰ ثانیه برداشت شد.شکل شماره سه نشان دهنده پروفیل برداشت شده توسط مشاهدات GPS می باشد.



شکل شماره ۳: پروفیل حاصل از مشاهدات GPS – (مقیاس ارتفاعی چهار برابر مقیاس مسطحاتی می باشد)



شکل شماره ۴: پروفیل حاصل از مشاهدات به روشهای کلاسیک– (مقیاس ارتفاعی چهار برابر مقیاس مسطحاتی می باشد)

سپس به منظور کنترل نتایج حاصل از مشاهدات GPS ، پروفیل مسیر فوق توسط یک گروه مجرب نقشه برداری به روش کلاسیک برداشت گردید که شکل شماره چهار نمایش دهنده نتایج عملیات کلاسیک می باشد.

توافق دو دسته مشاهدات فوق بیانگر دقت کافی مشاهدات GPS با روشهای کینماتیک ونیمه کینماتیک،برای تهیه نقشه های توپوگرافی و قابلیت جایگزینی آن با روشهای مرسوم نقشه برداری می باشد .دقت مختصات حاصل از GPS در این روش به حدی است که می توان برای تهیه نقشه ها تا مقیاس (1/500) از آن استفاده نمود.

لازم به ذکر است که در استفاده از GPS در کارهای نقشه برداری ، دید کافی گیرنده ها به فضا از پارامترهای اساسی محسوب می شود و استفاده از روش فوق در مناطق شهری متراکم ، مناطق سخت کوهستانی ومناطق جنگلی مناسب نیست.اما با توجه به این که اکثر مناطق کشور دارای شرایط مناسبی، از نظر دید ،برای استفاده از GPS می باشند، روشهای فوق کاملا اجرایی ومقرون به صرفه خواهد بود.

طرح پیشنهادی تهیه نقشه با استفاده از GPS

در این قسمت هدف تهیه یک نقشه با مقیاس (1/2000) برای یک منطقه به طول هشتاد کیلومترو عرض چهارصد متر می باشد.برای این منطقه مراحل چهارگانه تهیه نقشه فوق با استفاده از GPS را به صورت زیر خواهد بود:

۱- شناسایی منطقه وساختمان نقاط پایه در فواصل مشخص

باتوجه به عدم نیازبه دیدمستقیم بین نقاط وبا در نظر گرفتن حداکثر طول باز ۱کیلومتر برای مشاهدات نسبی GPS وصرفنظر از نوع توپوگرافی منطقه تعداد ایستگاههای کنترل یا پایه مورد نیاز حداکثر برابر ۴۰ایستگاه خواهد بود که در صورت استفاده از روشهای کلاسیک فعلی تعداد ایستگاههای کنترل مورد نیازحداقل برابر ۱۶۰ایستگاه خواهد بود.

۲- انجام عملیات پیمایش به منظور دستیابی به مختصات مسطحاتی نقاط پایه

برای دستیابی به مختصات نقاط کنترل ایجاد شده ،با استفاده از مشاهدات تفاضلی به صورت استاتیک با اتصال به نقاط ژئودزی ماهواره ای موجود در منطقه ، مسیر مذکور در کمترین زمان ممکن شبکه بندی خواهد شد ودر این مورد دیگر نیازی به پیمایشهای بسته یا آنتنی نیست.حداقل زمان لازم برای مشاهده هر طول باز ۲۰دقیقه با داشتن حداقل ۵ماهواره درافق بالاتر از۱۵ درجه می باشد.

۳-تعیین مولفه ارتفاعی نقاط پایه

تعیین ارتفاع نقاط کنترل یکی ازحساس ترین مراحل عملیات زمینی می باشد که در عین سادگی عملیات،دقت بیشتری را می طلبد.روش مرسوم تعیین ارتفاع واختلاف ارتفاعات نقاط کنترل نقشه برداری، استفاده از ترازیابی مستقیم زمینی درجه سه به صورت رفت وبرگشت می باشد.ارتفاعات به دست آمده از شبکه بندی نقاط کنترل در مرحله قبل که منسوب به بیضوی مرجع WGS84 می باشند از دقت نسبی بالاوقابل اطمینانی برخوردار هستند.امابه طور کلی مبنای

ارتفاعی اکثر پروژه های عمرانی سطح متوسط آبهای آزاد (یا ژئوئید) می باشد.در واقع عدم توازی دو دیتوم فوق مانع استفاده مستقیم از ارتفاعات GPS می باشد.

استفاده از یک مدل ژئوپتانسیل جهانی به منظور محاسبه ارتفاع ژئوئید می تواند به عنوان یک راه حل برای مساله فوق مطرح شود که این راه حل در یک آزمایش زمینی به صورت ذیل مورد بررسی قرار گرفته است:

به منظور بررسی امکان یا عدم امکان جایگزینی ترازیابی درجه سه بوسیله مشاهدات GPS ویک مدل ژئوپتانسیل جهانی ، مشاهدات ترازیابی درجه سه به صورت رفت وبرگشت در طول دو مسیر به طولهای ۱۳ و ۱۰ کیلومتربه طور مستقل انجام گردید وهردو مسیر فوق با یک عملیات ترازیابی دیگر به شبکه سراسری ترازیابی کشور متصل گردیدند. علاوه بر آن مسیرهای فوق با استفاده از مشاهدات فاز موج حامل GPSبه صورت استاتیک وبا اتصال به نقاط ژئودزی ماهواره ای کشور ، شبکه بندی وسرشکن شده اند.نتایج نهایی ترازیابی دو مسیر فوق به روش مستقیم زمینی وارتفاع به دست آمده از مشاهدات GPS در جدول شماره ۲درج گردیده است:

جدول شماره ۲: مقایسه نتایج حاصل از ترازیابی و مشاهدات GPS

	طول مسیر	اختلاف ارتفاع ترازیابی درجه سه (ابتدا وانتهای مسیر)	اختلاف ارتفاع حاصل از GPS (ابتدا وانتهای مسیر)
مسیر ترازیابی اول	13 Km	-108.662 m	-108.997
مسیر ترازیابی دوم	10 Km	-169.500 m	-169.591

میزان خطای مجاز در ترازیابی درجه سه ، در مسیر اول برابر ۴۳mmو در مسیر دوم برابر با ۳۸mm می باشد.مقایسه نتایج فوق نشان دهنده اختلافی حدود ۳۳۰mmبین دو روش مشاهدات GPS و ترازیابی درجه سه برای مسیر اول و ۹۱mm برای مسیر دوم می باشد که این مقدار اختلاف طبیعتا قابل قبول نیست. اما اگر با استفاده از مدل ژئوپتانسیل EGM96ارتفاعات به دست آمده از GPS را به ارتفاعات ارتومتریک تبدیل کنیم، مقدار اختلافات فوق به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابند ودرمحدوده خطاهای مجاز ترازیابی درجه سه قرار می گیرند.نتایج حاصل از به کار گیری مدل ژئوپتانسیل EGM96 در جدول شماره ۳خلاصه شده است:

جدول شماره ۳: مقایسه نتایج ترازیابی درجه سه وارتفاعات تصحیح شده GPS

	طول مسیر	اختلاف ارتفاع ترازیابی درجه سه (ابتدا وانتهای مسیر)	اختلاف ارتفاع تصحیح شده حاصل از GPS (ابتدا وانتهای مسیر)
مسیر ترازیابی اول	13 Km	-108.662 m	-108.597 m
مسیر ترازیابی دوم	10 Km	-169.500 m	-169.506 m

کتابخانه مهندسی نقشه برداری
@surveyingLibrary
surveyingLibrary@gmail.com

در این حالت مقدار اختلافات برای مسیر اول از ۳۳۰میلی متر به ۲۵میلی متر و برای مسیر دوم از ۹۱به ۶میلی متر کاهش یافته است که این مقدار اختلافات کاملا در محدوده خطاهای مجاز ترازیابی درجه سه قرار می گیرند.
البته استفاده از روش فوق با توجه به وضعیت نسبی ژئوئید وبیضوی (شکل شماره ۱) در ایران نیاز به مطالعات وبررسی های بیشتری دارد اما در هر صورت وجود یک مدل ژئوئید دقیق برای تبدیل ارتفاعات در این حالت کمک شایانی به حل مساله می کند وضرورت تعریف چنین مدلی برای کشور را بیش از پیش آشکار می سازد.

۴- برداشت جزئیات، با تراکم۴۰ متر، به منظور دستیابی به مدل سه بعدی منطقه مورد نظر

برداشت جزئیات منطقه مورد نظر باجدیدترین روش کلاسیک عبارت است ازاستقرار TOTAL STATION ها روی نقاط کنترل شبکه وقرائت فواصل،زوایای افقی وارتفاعی منشورهایی که توسط عواملی در سطح منطقه،با توجه به تغییرات شیب ووجود عوارض مختلف،حرکت می کنند.در این حالت پارامتر دید ایستگاه به نقاط منطقه از موارد ضروری می باشد وارتباط رادیویی بین عوامل اجتناب ناپذیر می باشد.
در صورت استفاده از GPS برای برداشت جزئیات، یک گیرنده به طور ثابت روی نقاط کنترل مستقرشده و سایر گیرنده ها در منطقه بدون نیاز به دید وارتباط بین عوامل وبا صرف حداکثر ۲۰ثانیه مشاهده(در حالت نیمه کینماتیک) در هر نقطه،عملیات برداشت را به سادگی وسرعت بالا انجام می دهند.

مزایای تهیه نقشه های توپوگرافی با استفاده از GPS

از مزایای استفاده از GPS برای تهیه نقشه های توپوگرافی وتهیه پروفیلها می توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- عدم نیاز به دید بین نقاط کنترل و در نتیجه کاهش تعداد نقاط کنترل مورد نیاز

۲- عدم نیاز به برقراری دید بین گیرنده متحرک وگیرنده ثابت حین برداشت ورفع مساله نقاط کمکی

۳- جایگزینی عملیات ترازیابی درجه سه با اندازه گیری های ارتفاعی GPS وتصحیح آن با استفاده از مدلهای ژئوپتانسیل

۴- کاهش چشمگیر خطاهای اپراتوری در مراحل مختلف مشاهدات وحذف خطاهای محاسباتی

۵- قابلیت کارکرد در شب وافزایش سرعت پیشرفت کار

۶- کاهش قابل ملاحظه هزینه ها

۷- دستیابی به دقتهای برابر وحتی بهتر از روشهای متداول نقشه برداری

خلاصه ونتیجه گیری

با توجه به تحقیقات صورت گرفته، با استفاده از مشاهدات GPS می توان نقشه های توپوگرافی تا مقیاس 1/500 را با دقت کافی تهیه کرد وضمن کاهش زمان انجام پروژه های نقشه برداری ، هزینه های مربوطه را نیز کاهش داد.

استفاده از ارتفاعات حاصل از مشاهدات GPS وبه کارگیری یک مدل ژئوپتانسیل جهانی در این مقاله مورد بررسی قرارگرفت که نتایج مطلوبی حاصل گردید. امابا توجه به وضعیت نسبی ژئوئید وبیضوی (شکل شماره ۱) در ایران،این مساله نیاز به مطالعات وبررسی های بیشتری دارد. در هر صورت وجود یک مدل ژئوئید دقیق برای تبدیل ارتفاعات در این حالت کمک شایانی به حل مساله می کند وضرورت تعریف چنین مدلی برای کشور را بیش از پیش آشکار می سازد.

با توجه به اینکه اغلب مناطق کشور،دارای شرایط مناسبی از لحاظ دید،برای مشاهدات GPS می باشند استفاده از روشهای کینماتیک ونیمه کینماتیک مشاهدات GPS برای تهیه اطلاعات دقیق زمینی،تهیه نقشه های دقیق مسطحاتی وتوپوگرافی ونیز تهیه مقاطع طولی وعرضی، کاملا مناسب ومقرون به صرفه می باشد.

مراجع

[۱]- دستورالعملهای تیپ نقشه برداری ، جلد اول:کلیات،نشریه شماره ۱-۱۱۹ سازمان برنامه وبودجه

[۲]- مجید همراه ،سید جعفرمقیمی ،"کارتوگرافی"،۱۳۷۰

[3]-Gunter sceber – Satellite Geodesy, foundations, methods, and applications-New York (1993)

[4]- El-Mowafy, A., (1998), "Kinematic mapping with GPS in the desert" presented at the ION_NTM, San Diego, 1999.

[5]- C.forste, et.all, (2005), "A new high resolution Global gravity field model derived from combination of GRACE and CHAMP mission and altimetry/gravimetry surface gravity data"

[6]-Glenn P.Wylde & Will E.Featherstone, "An evaluation of some STOP & GO kinematic GPS survey options", published in the Australian surveyor, No.3, Vol.40, 1995

[7]- El-Mowafy, A., (2004), "Surveying with GPS for construction works using the national RTK reference network and precise Geoid models" presented at 1st FIG International Symposium on engineering surveys for construction works and Structural engineering Nottingham ,United Kingdom ,28 June – 1 July 2004

کتابخانه مهندسی نقشه برداری

@surveyingLibrary

surveyingLibrary@gmail.com