

# تهیه نقشه های توپوگرافی با استفاده از GPS

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

[majid211981@yahoo.com](mailto:majid211981@yahoo.com)

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

[mnajalm@yahoo.com](mailto:mnajalm@yahoo.com)

## چکیده:

تهیه نقشه های توپوگرافی که از مهمترین و اساسی ترین نیازها در طرحها و پروژه های عمرانی محسوب می شوند علیرغم پیشرفت چشمگیر تکنیکهای اندازه گیری ، هنوز جزء دشوارترین عملیات های نقشه برداری محسوب می شود. امروزه روشهای معمولی مشاهدهای GPS با فراهم نمودن دقتی 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 و ارتفاعی 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 و پایه ای ترین نیازها در طرحها و پروژه های عمرانی به شماررفته و مبنای اصلی تصمیم گیری ها محسوب می شوند. هرچند امروزه با پیشرفتهای چشمگیر اخیر در تکنیکهای اندازه گیری و مشاهدات، به خصوص مشاهدات طول ، سرعت و دقت اندازه گیری ها و در نتیجه تهیه نقشه ها افزایش یافته است اما آنچه که مسلم است تهیه نقشه های توپوگرافی هنوز جزء دشوارترین و پرهزینه 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 و ایجاد نقاط پایه و کنترل در فواصل مشخص (بسته به مقیاس نقشه)

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

۳- انجام عملیات ترازیبی درجه سه به صورت رفت و برگشت 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 .

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

- دقت مسطحاتی :  $0.4/1$  میلی متر در مقیاس نقشه

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

کاربرد مشاهدات GPS در نقشه برداری و ژئودزی از سال ۱۹۸۰ میلادی و همزمان با استفاده از مشاهدات 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 و حتی بهتر را دارا می باشد و می توان با استفاده از این ابزار ضمن بهینه سازی مراحل ۱، ۲، و ۴ ذکر شده در فوق ، مرحله ۳ را نیز در برخی موارد حذف 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 و شهری با ساختمانهای بلند با محدودیتهایی مواجه است و در کارهای زیرزمینی غیرممکن می باشد.

### GPS و تعیین موقعیت به روشهای کینماتیک<sup>۱</sup> و نیمه کینماتیک

در روشهای نسبی تعیین موقعیت با GPS ، استفاده از مشاهدات فاز موج حامل جزء دقیق ترین روشها محسوب می شود، با توجه به اینکه در روشهای نسبی اکثر خطاهای موجود مانند خطای ساعت گیرنده و ماهواره حذف می گردند و خطاهایی نظیر اثر یونسفریک و تروپوسفریک 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 و اساس روشهای کینماتیک را تشکیل می دهد. بنابراین از لحاظ تئوری تفاوت عمده ای میان روشهای استاتیک و کینماتیک وجود ندارد و تنها اختلاف میان دو روش این است که در روشهای استاتیک موقعیت یک نقطه به طور نسبی تعیین می شود اما در روشهای کینماتیک و نیمه کینماتیک با حفظ ارتباط گیرنده و ماهواره ها موقعیت چندین نقطه دیگر نیز با مدت زمان کوتاهی مشاهده تعیین می شود. به بیان دیگر می توان گفت روش کینماتیک (نیمه کینماتیک) یعنی " انتقال ابهام در فاز به دست آمده در یک ایستگاه به سایر ایستگاهها " [3]

### تبدیل ارتفاعات GPS به ارتفاعات ارتومتریک

مختصات مسطحاتی و ارتفاعی 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

<sup>1</sup> -kinematic

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

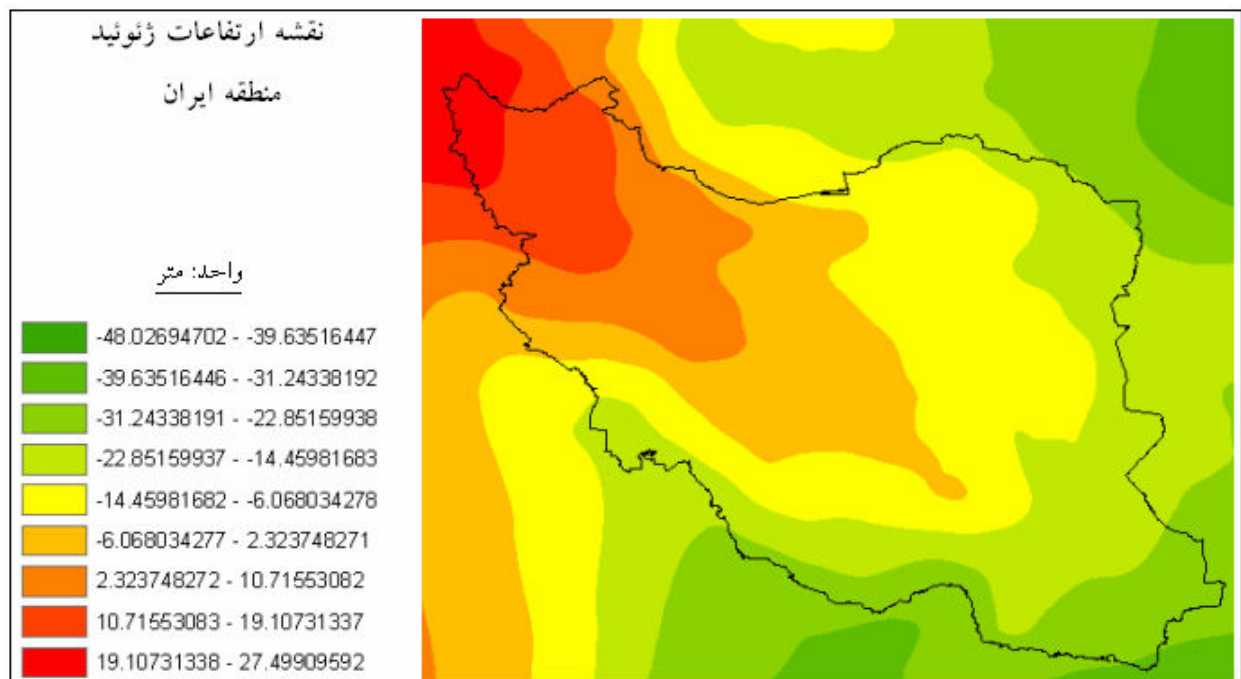
برای این منظور می توان از مدل‌های ژئوپتانسیل جهانی موجود استفاده نمود. البته در صورت وجود یک مدل ژئوئید دقیق در منطقه، استفاده از مدل ژئوپتانسیل جهانی توصیه نمی شود.

مدل‌های ژئوپتانسیل مختلفی برای زمین ارائه شده اند که می توان به EGM96، PGM2000 و جدیدترین مدل منتشر شده CHAMP-GRACE اشاره نمود. مدل اخیر از جمله دقیق ترین مدل‌های موجود به شمار می رود و تا درجه و مرتبه 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 از اختلاف ارتفاعات، بخش عمده این خطاها حذف می گردند اما در مورد استفاده از مدل‌های ژئوپتانسیل در طول بازه‌های بلند باید جانب احتیاط را رعایت نمود. [7]

در هر صورت باید توجه داشت ارتفاعات و اختلاف ارتفاعات حاصل از مشاهدات GPS به تنهایی دارای دقت کافی نسبت به دیتوم خود (WGS84) هستند و در کارهایی که نیازی به ارتفاعات ارتومتریک نمی باشد و یا محدوده گسترش آنها کم می باشد، این ارتفاعات به تنهایی کاملاً 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

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

$\Delta h$ : اختلاف ارتفاع نقاط به دست آمده از مشاهدات GPS

$\Delta N$ : اختلاف ژئوئید بین نقاط

### نتایج تحقیقات عملی و مشاهدات زمینی

به منظور بررسی توانایی GPS در تهیه نقشه های دقیق ، مجموعه ای از مشاهدات زمینی در مناطق 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 :

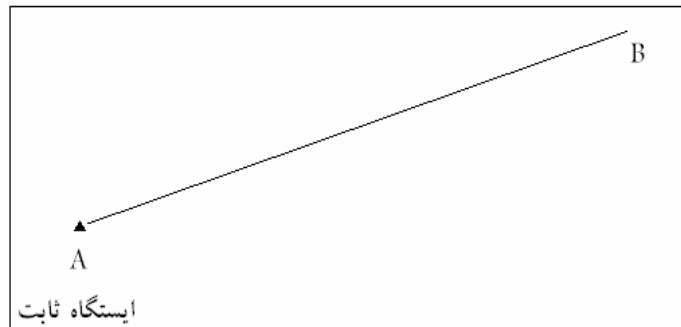
۱- مقایسه دقت تعیین موقعیت به روش کینماتیک با روشهای استاتیک

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(کمتر از 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 و B 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 و پس 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 و ماهواره 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.



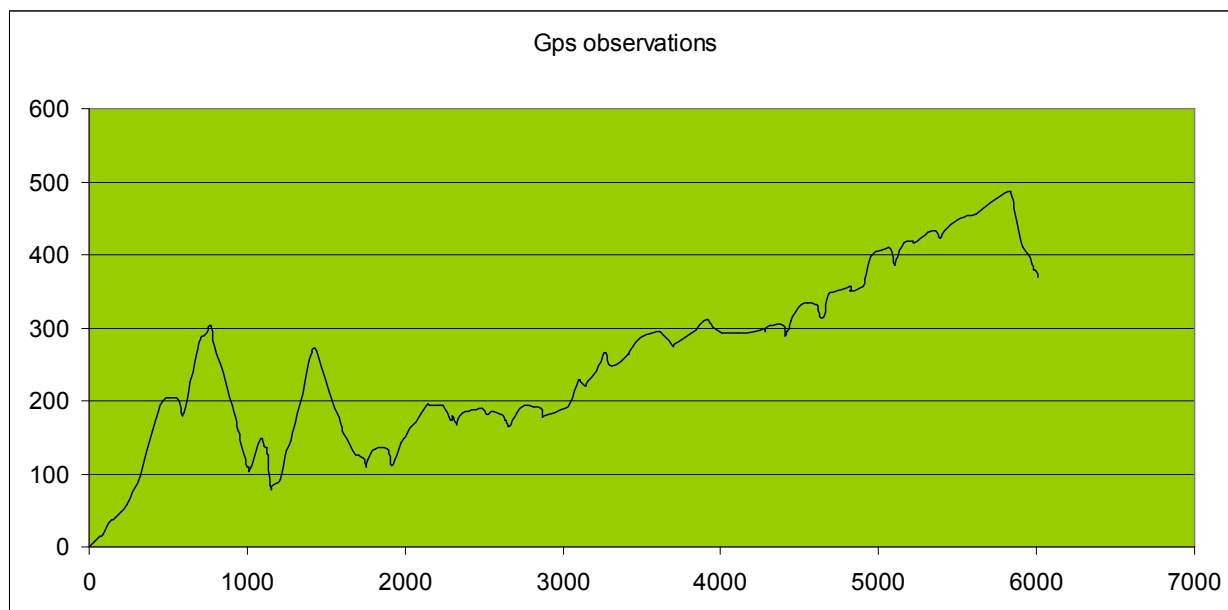
شکل شماره ۲: طرح مقایسه روشهای مشاهداتی کینماتیک و نیمه کینماتیک با مشاهدات استاتیک

جدول شماره ۱: مقایسه نتایج مشاهدات روشهای استاتیک و کینماتیک

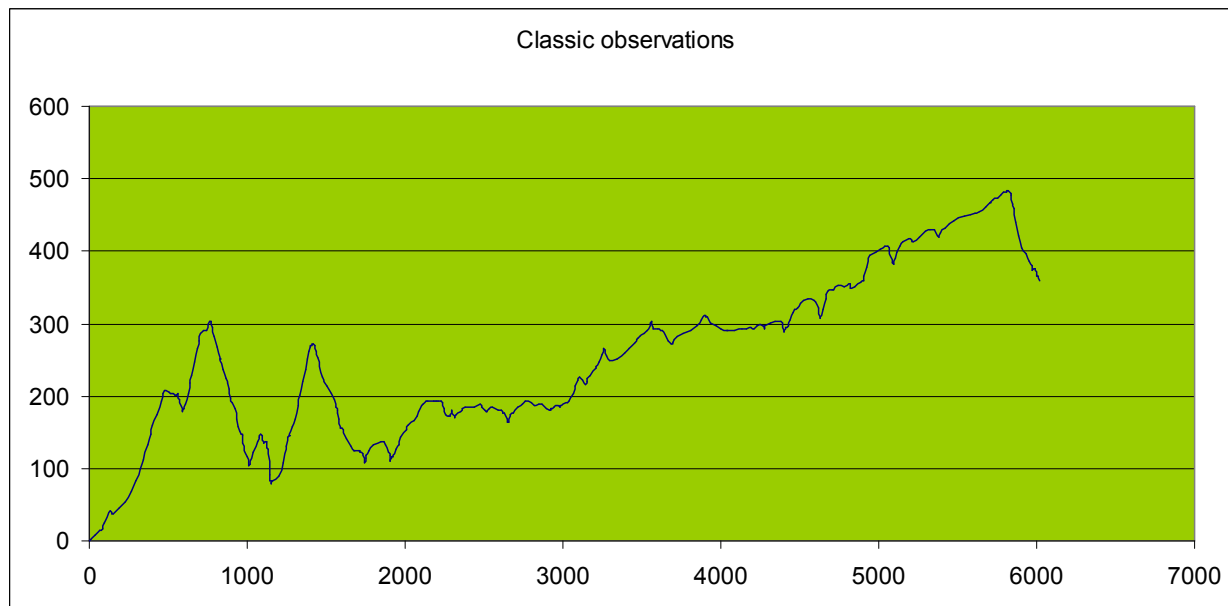
	اختلاف بین مختصات روشهای استاتیک و کینماتیک			فاصله نقاط B و A (km)	مدت مشاهدات استاتیک (دقیقه)	مدت مشاهدات کینماتیک (ثانیه)
	dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)			
1	9	17	7	0.750	40	19
2	6	6	18	2	46	49
3	5	3	33	2.18	40	20
4	14	12	4	2.8	32	63
5	3	0	15	5.6	44	70
6	26	6	9	5.8	40	120
7	21	6	12	6	32	62
8	6	5	4	8.5	27	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 کیلومتر در 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 و کوهستان 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 شدند و ارتفاعات حاصل با استفاده از مدل ژئوپتانسیل EGM96 تصحیح گردید. در نهایت پروفیل مسیر با استفاده از روش نیمه کینماتیک یا Stop & go (با استقرار گیرنده ثابت روی نقاط شبکه) با حداکثر طول باز ۵۰۰ متر و زمان 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 و نیمه 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 و مناطق 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 کاملاً اجرایی و مقرون 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 کیلومتر و 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 و ساختمان نقاط پایه در فواصل مشخص

باتوجه به عدم نیازه دیدمستقیم بین نقاط و با در نظر گرفتن حداکثر طول باز ۱ کیلومتر برای مشاهدات نسبی GPS و صرف نظر از نوع توپوگرافی منطقه تعداد ایستگاههای کنترل یا پایه مورد نیاز حداکثر برابر ۴۰ ایستگاه خواهد بود که در صورت استفاده از روشهای کلاسیک فعلی تعداد ایستگاههای کنترل مورد نیاز حداقل برابر ۱۶۰ ایستگاه 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 و در این مورد دیگر نیازی به پیمایشهای بسته یا آنتنی نیست. حداقل زمان لازم برای مشاهده هر طول باز ۲۰ دقیقه با داشتن حداقل ۵ ماهواره در افق بالاتر از ۱۵ درجه می باشد.

#### ۳- تعیین مولفه ارتفاعی نقاط پایه

تعیین ارتفاع نقاط کنترل یکی از حساس ترین مراحل عملیات زمینی می باشد که در عین سادگی عملیات، دقت بیشتری را می طلبد. روش مرسوم تعیین ارتفاع و اختلاف ارتفاعات نقاط کنترل نقشه برداری، استفاده از ترازبایی مستقیم زمینی درجه سه به صورت رفت و برگشت 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 بالا و قابل اطمینانی برخوردار هستند. اما به 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 و یک مدل ژئوپتانسیل جهانی، مشاهدات ترازیابی درجه سه به صورت رفت و برگشت در طول دو مسیر به طولهای ۱۳ و ۱۰ کیلومتر به طور مستقل انجام گردید و هر دو 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 GPS، به صورت استاتیک و با اتصال به نقاط ژئودزی ماهواره ای کشور، شبکه بندی و سرشکن شده اند. نتایج نهایی ترازیابی دو مسیر فوق به روش مستقیم زمینی و ارتفاع به دست آمده از مشاهدات GPS در جدول شماره ۲ درج گردیده است:

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

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

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

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

در این حالت مقدار اختلافات برای مسیر اول از ۳۳۰ میلی متر به ۲۵ میلی متر و برای مسیر دوم از ۹۱ به ۶ میلی متر کاهش یافته است که این مقدار اختلافات کاملاً در محدوده خطاهای مجاز ترازیبی درجه سه قرار می گیرند. البته استفاده از روش فوق با توجه به وضعیت نسبی ژئوئید و بیضوی (شکل شماره ۱) در ایران نیاز به مطالعات و بررسی 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 و ضرورت تعریف چنین مدلی برای کشور را بیش از پیش آشکار می سازد.

۴- برداشت جزئیات، با تراکم ۴۰ متر، به منظور دستیابی به مدل سه بعدی منطقه مورد نظر برداشت جزئیات منطقه مورد نظر با جدیدترین روش کلاسیک عبارت است از استقرار TOTAL STATION ها روی نقاط کنترل شبکه و قرائت فواصل، زوایای افقی و ارتفاعی منشورهایی که توسط عواملی در سطح منطقه، با توجه به تغییرات شیب و وجود عوارض مختلف، حرکت می کنند. در این حالت پارامتر دید ایستگاه به نقاط منطقه از موارد ضروری می باشد و ارتباط رادیویی بین عوامل اجتناب ناپذیر می باشد. در صورت استفاده از GPS برای برداشت جزئیات، یک گیرنده به طور ثابت روی نقاط کنترل مستقر شده و سایر گیرنده ها در منطقه بدون نیاز به دید و ارتباط بین عوامل و با صرف حداکثر ۲۰ ثانیه مشاهده (در حالت نیمه کینماتیک) در هر نقطه، عملیات برداشت را به سادگی و سرعت بالا انجام می دهند.

#### مزایای تهیه نقشه های توپوگرافی با استفاده از GPS

از مزایای استفاده از GPS برای تهیه نقشه های توپوگرافی و تهیه 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 و گیرنده ثابت حین برداشت و رفع مساله نقاط کمکی
- ۳- جایگزینی عملیات ترازیبی درجه سه با اندازه گیری های ارتفاعی GPS و تصحیح آن با استفاده از مدل های ژئوئید
- ۴- کاهش چشمگیر خطاهای اپراتوری در مراحل مختلف مشاهدات و حذف خطاهای محاسباتی
- ۵- قابلیت کارکرد در شب و افزایش سرعت پیشرفت کار
- ۶- کاهش قابل ملاحظه هزینه ها
- ۷- دستیابی به دقت های برابر و حتی بهتر از روشهای متداول نقشه برداری

#### خلاصه و نتیجه 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 و ضمن کاهش زمان انجام پروژه های نقشه برداری، هزینه های مربوطه را نیز کاهش داد.

استفاده از ارتفاعات حاصل از مشاهدات GPS و به کارگیری یک مدل ژئوپتانسیل جهانی در این مقاله مورد بررسی قرارگرفت که نتایج مطلوبی حاصل گردید. اما با توجه به وضعیت نسبی ژئوئید و بیضوی (شکل شماره ۱) در ایران، این مساله نیاز به مطالعات و بررسی های بیشتری دارد. در هر صورت وجود یک مدل ژئوئید دقیق برای تبدیل ارتفاعات در این حالت کمک شایانی به حل مساله می کند و ضرورت 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 و نیمه کینماتیک مشاهدات GPS برای تهیه اطلاعات دقیق زمینی، تهیه نقشه های دقیق مسطحاتی و توپوگرافی و نیز تهیه مقاطع طولی و عرضی، کاملاً مناسب و مقرون به صرفه می باشد.

## مراجع

- [۱]- دستورالعملهای تیپ نقشه برداری ، جلد اول: کلیات، نشریه شماره ۱-۱۱۹ سازمان برنامه و بودجه
- [۲]- مجید همراه ،سید جعفر مقیمی ،"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 1<sup>st</sup> FIG International Symposium on engineering surveys for construction works and Structural engineering Nottingham ,United Kingdom ,28 June – 1 July 2004