

فصل سوم

۱- روش های نوین نقشه برداری با GPS

در سالهای اخیر روش های مختلفی در زمینه سیستم GPS توسعه یافته است . این روشها قابلیت این سیستم را در بدست آوردن مختصات دقیق نقاط ثابت و متحرک در یک زمان مشاهداتی اندک به نمایش می گذارند .

با GPS نقشه بردار می تواند اختلاف مختصات بین دو نقطه از زمین را وقتی که یکی از آنها معلوم باشد تعیین کند . GPS برای منظوره های نقشه برداری یک سیستم تعیین مختصات نسبی است و اگر نقطه ای معلوم در مختصات

سیستم ژئودتیک جهانی WGS 84 باشد مختصات نقطه دوم نیز در همان سیستم تعیین خواهد شد .

نقشه برداری GPS تشکیل یک چند ضلعی از ایستگاه ها می باشد که محل های نسبی آنها به طور دقیق معلوم باشند .

مشاهدات GPS ابتدا مختصات این ایستگاهها را در سیستم مختصات کارترین WGS 84 پردازش و تعیین می کند و

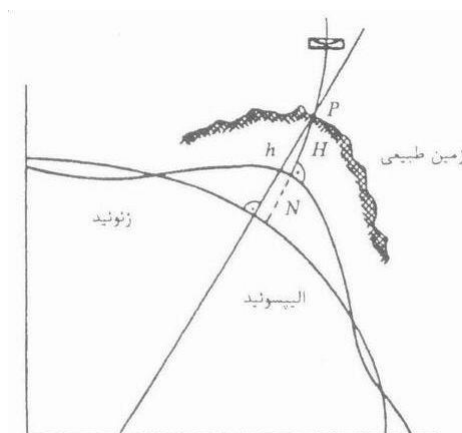
در مرحله بعد مواضع هندسی آنها بر حسب مختصات بیضوی یعنی طول جغرافیائی λ ، عرض جغرافیائی ϕ و ارتفاع h

تعیین

می شوند .

در شکل شماره ۱۲ باید توجه داشت که رابطه بین ارتفاع بیضوی و ارتفاع نسبت به ژئوئید (سطح تراز متوسط دریاها)

یعنی ارتفاع ارتومتریک بصورت $h = H + N$ می باشد .



روش های نقشه برداری با GPS را می توان مطابق زیر تقسیم بندی نمود :

۱- روش استاتیک و استاتیک سریع : گیرنده در طی مسیر خاموش بوده و تنها مختصات نقاطی که گیرنده مستقر

شده است اندازه گیری می شود .

۲- روش نیمه کینماتیک (ایست - رو) : گیرنده در حین حرکت بین نقاط مورد نظر ارتباط با ماهواره را حفظ می کند

ولی مختصات مسیر تعیین نمی شود .

۳- روش کینماتیک خالص : گیرنده در حال حرکت بوده و مختصات مسیر تعیین می گردد .

۴- روش استاتیک : نقشه برداری استاتیک یک روش کلاسیک اندازه گیری خط مبنائی و شبکه ای GPS است و

هنوز هم روش استاندارد برای دقت های بالا و خطوط طولانی است . سایت ها برای یک زمان نسبتا طولانی که

معمولا یک یا دو ساعت است اشغال می شوند . در مورد خطوط طولانی تراز ۲۰ کیلومتر قدرت دو فرکانسی اثرات

یونوسفر را تصحیح می نماید و کاری برای رفع ابهامهای فاز انجام نمی شود . با ابهامهای فاز بصورت پارامترهای

مزامم برخورد می شود و به صورت مقادیر غیر عدد صحیح کنار گذاشته می شوند .

در مورد خطوط کوتاهتر ، یکبار که رفع ابهام انجام شد ، طولانی ترین زمان اشغال صرف می شود تا از مقدار پارازیت

کاسته شود . به این ترتیب دقت $1 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ در مورد طول خط مبنا نیز قابل دسترسی می باشد . از این روش

برای کنترل های ژئودتیک بر روی مناطق گسترده و شبکه های کشوری و قاره ای و برای نظارت در جابجایی و

حرکت زمین استفاده می شود .

۵- استاتیک سریع :

زمانهای نسبتاً طولانی را که برای نقشه برداری های ایستایی لازم است می توان برای خطوط مبناء کمتر از ۱۵ کیلومتر به این صورت کاهش پیدا کند که یک ایستگاه مرجع موقتی به طور مداوم ردیابی می نماید و در همان حال یک گیرنده سیار از نقطه ای به نقطه دیگر رفته و بسته به توزیع هندسی ماهواره ها (G DOP) و شرایط یونوسفری بین ۵ تا ۱۵ دقیقه در هر نقطه توقف می نماید . می توان به هنگام حرکت سیستم را خاموش کرده و در مصرف باتری صرفه جویی نمود . این دوره های مشاهداتی کوتاه ، تحت شرایط مطلوب می تواند به دقتی از 5 ~ 10 mm + 1 ppm برسد . این روش را می توان در مورد نقشه برداری های کنترلی ، انبوه سازی و نقشه های تفصیلی و مرزها به کار برد و همچنین می توان به جای پیمایش و مثلث بندی سنتی از آن استفاده کرد .

۶- روش ایست - رو (stop - go) :

بر خلاف روش استاتیک سریع ، روش نقشه برداری ایست - رو برای آنکه به طور مداوم حفظ شود نیازمند قفل به ماهواره است . گیرنده سیار با استفاده از یک اشغال استاتیک سریع به مدت ۱۰ دقیقه ، در اولین نقطه ابهامهای فاز را رفع می کند و سپس با حفظ قفل و در حدود ۱۵ تا ۲۰ ثانیه استقرار بر روی هر نقطه ، نقاط جزء بعدی را اشغال می نماید . اگر قفل از بین برود ابهامها با استفاده از یک اشغال استاتیک سریع بر روی نقطه بعدی بار دیگر تعیین می شوند .

دقت های 10 ~ 20 mm + 1 ppm این روش را به روشی مناسب برای نقشه برداریهای ریز و مهندسی در محل های باز و نقشه برداری از نقاط خیلی نزدیک به هم ، تبدیل می کند . روش ایست - رو بسیار سریع و اقتصادی و سریع ترین راه برای نقشه برداری نقاط ریز با استفاده از GPS است .

۷- روش کینماتیک :

نقشه برداری کینماتیک واقعی برای استفاده بر روی سکوهای متحرک یا وسایط نقلیه می باشد . گیرنده سیار با استفاده از اشغال استاتیک سریع نظیر آنچه که در ایست - رو استفاده می کند ، رفع ابهام می نماید و پس از آن دیگر نقاط مجزا از هم به وسیله گیرنده سیار اشغال نمی شوند ، بلکه گیرنده در حال حرکت متناوب فرض می شود . اندازه گیریهای بعدی وابسته به موقعیت گیرنده نیست بلکه با آهنگی از پیش تعیین شده انجام می شود . همچنین اگر قفل از بین برود ، ابهام ها باید با استفاده از اشغال استاتیک سریع دوباره تعیین شوند . دقتهای $10 \sim 20 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ برای نقاط پی در پی و یا متحرک قابل دسترسی است . این روش برای اندازه گیری سریع و با صرفه برای گذرگاه ها و نقشه برداری از خطوط وسط راهها و آب نگاری مناسب است .



۲ هندسه ماهواره ها و معیار دقت :

دقت تعیین موقعیت GPS به پیکربندی هندسی ماهواره های مورد استفاده که با کمیت عددی DOP (Dilution of Precision) بیان می گردد .

پارامترهای DOP عبارتند از :

- H DOP برای تعیین موقعیت افقی

- V DOP برای تعیین موقعیت قائم

- P DOP برای تعیین موقعیت سه بعدی

- T DOP برای تعیین موقعیت زمان

اثر توام موقعیت و زمان بنام $G DOP = P DOP + T DOP$ خوانده می شود .

P DOP را می توان بعنوان کمیت متقابل حجم چند وجهی که بوسیله موقعیت ماهواره ها و گیرنده ساخته می شود ،

بصورت $P DOP = \frac{1}{V}$ در نظر گرفت .



بهترین وضعیت هندسی ، زمانی حاصل می گردد که حجم به حداکثر و در نتیجه P DOP به حداقل مقدار خود برسد .
بدین ترتیب زمان انجام مشاهدات را بگونه ای بایستی طراحی کرد که کمیت DOP در حد مطلوب باشد .

کد C/A		کد P		منبع
SA فاموش	SA روشن	SA فاموش	SA روشن	
				ماهواره
			10 - 40 m	مدار
			10 - 50 m	ساعت
				انتقال پیام
				یونیسفر (۲ فرکانس)
				مدل یونیسفر
				مدل تروپوسفر
				اثرات چند مسیری
				گیرنده
				نویز مشاهده
				تأخیرهای سفت افزار
				فاز آنتن مرکزی

انتشار سیگنال :

سیگنالهای GPS در مسیر انتشار خود از آنتن ماهواره تا آنتن گیرنده تحت تاثیر عوامل زیر قرار می گیرند :

- تاثیر انتشار در یونیسفر (۵۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتری از سطح زمین)

- تاثیر انتشار در تروپوسفر

- انتشار چند مسیری در ماهواره و مجاورت آنتن گیرنده

تأثیرات لایه یونیسفر روی سیگنالهای GPS :

تاخیر انتشار در یونیسفر به میزان الکترون در طول مسیر سیگنال ، فرکانس موج ، موقعیت جغرافیایی گیرنده و زمان بستگی دارد . خطای ناشی از این اثر بر روی فاصله از یک متر تا صد متر تغییر می نماید . سیگنالهای L1 و L2 در گیرنده های دو فرکانسه ، تاخیرهای انتشاری متفاوتی را در یونیسفر تجربه نموده و از این رو توانایی مدلسازی آن را تا حد بسیار بالایی دارا می باشند .

قسمت عمده خطای باقیمانده در مدلسازی یونیسفر در دو ایستگاهی که در فاصله کوتاهی از یکدیگر قرار دارند ، از طریق مشاهدات تفاضلی حذف می گردد . زیرا شرایط جوی مسیرهای سیگنال در دو نقطه را می توان یکسان فرض نمود .

خطای انتشار در یونیسفر برای گیرنده های دو فرکانس 1 ppm و برای گیرنده های تک فرکانسی 2 ppm است . البته این اعداد تنها برای یک لایه کامل یونیسفری صادق می باشد و در طولهای جغرافیایی مختلف لایه متوسط استفاده می شود .

پریود اخیر فعالیتهای خورشیدی نشان داده است که میزان خطای باقیمانده می تواند بسیار بزرگتر از حد مفروض باشد . از این رو جهت رسیدن به دقتهای بالا تنها استفاده از گیرنده های دو فرکانسی توصیه می شود .

تأثیرات انتشار در لایه تروپوسفر :

تاخیر انتشار تروپوسفری نیز در ایجاد خطا در تعیین طول مبنا (base line) و رسیدن به موقعیتهای دقیق (خصوصاً در مولفه ارتفاعی) ، تأثیر بسزائی دارد . تاخیر تروپوسفری مستقل از فرکانس بوده و از این رو نمی توان مقدار آنرا از مشاهدات دو فرکانسه بدست آورد .

جهت تعدیل نمودن این خطا ساختار جوی نزدیک سطح زمین را باید بخوبی مدلسازی کرد . ورودیهای این مدل را پارامترهای متوسط جوی (بدست آمده بر اساس معادلات معین) و یا اطلاعات اندازه گیری شده در خصوص حرارت ، فشار جوی و میزان بخار آب در طول مسیر انتشار سیگنال ، تشکیل می دهند .

تاخیر تروپوسفری در راستای سمت الراس در حدود ۲/۳ متر ، و نزدیک افق (زاویه ارتفاعی ۱ درجه) در حدود ۲۰ متر است . بنابراین قسمت اعظم آن را باید از طریق مدلسازی حذف نمود . اگر ایستگاهها نزدیک یکدیگر باشند ، خطای باقیمانده ناشی از تروپوسفر با تفاضل مشاهداتی که در دو ایستگاه صورت می گیرد ، از بین می رود .

اثر چند مسیری بودن سیگنال دریافتی :

اثر چند مسیری بدین مفهوم است که گیرنده علاوه بر سیگنال مستقیم ، سیگنالهای دیگری را که از انعکاس سیگنال اصلی حاصل می شوند ، نیز دریافت می دارد . این اثر را باید هنگام انتخاب ایستگاههای مشاهداتی در نظر داشت . تاخیرهای حاصل از اثر مذکور هم در اندازه گیریهای فاز کد و هم در اندازه گیریهای فاز حامل مشهود می باشد . با این تفاوت که میزان تاثیر بر روی مشاهدات کد P صد برابر بیشتر از مقدار آن در مشاهدات فاز حامل است . این اثر را می توان با افزایش زمان مشاهدات کاهش داد که در البته در مورد نقشه برداری های کینماتیک یا استاتیک سریع صادق نیست .

علاوه بر آن موارد زیر را نیز باید در نظر داشت :

- انتخاب دقیق ایستگاه های مشاهداتی با اجتناب از اشیاء منعکس کننده در اطراف آن .
- استفاده از آنتنهایی که از طراحی دقیقی برخوردارند ، و نیز بکارگیری صفحه های زمینی برای آنتن ها .
- استفاده از مواد جذب کننده در اطراف آنتن .