

## سیستم تعیین موقعیت جهانی

سید محمود میراسکندری

(سازمان میراث فرهنگی کشور)

### چکیده

سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS)، ابزار دقیقی است برای ناوبری که می تواند موقعیت، سرعت و زمان را با دقت بالایی تعیین کند. با این فن آوری می توان موقعیتهای بسیار کوچک را در هر وضعیت و شرایط آب و هوایی (روز یا شب) به راحتی مشخص کرد و یا به جمع آوری داده های جغرافیایی در محدوده های وسیع پرداخت. به کارگیری این سیستم نیازی به اقدامات خاص و پیچیده ندارد که یکی از مزایای آن نسبت به روشهای سنتی نقشه برداری است.

### تعیین موقعیت عوارض با GPS یا Global positioning system

جهت دستیابی به داده های بسیار دقیق جغرافیایی با استفاده از GPS نیازی به اقدامات پیچیده و تهورآمیز نیست؛ ورود این تکنولوژی جدید نیاز به مشاهده دقیق در بررسیهای انجام شده در مورد هزینه و تصحیح خطاهای آن دارد. انگیزه اصلی که در پشت توسعه سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS) وجود دارد، همان نیاز به ابزار بسیار دقیقی جهت ناوبری است که در واقع مشخص شدن موقعیت، سرعت و زمان با دقتهای بسیار بالاست. انگیزه اصلی از توسعه این سیستم، نیاز مبرم به تجهیزاتی است که به راحتی به تحرکات نیروهای نظامی و ماشین جنگی کمک کرده و موقعیت نفرات، هواپیماها و موشکهای دوربرد را درحین آموزش و انجام عملیات نظامی تعیین می کند. این سیستم، تحول عظیمی را در علم تعیین موقعیت به وجود آورده است. فناوری GPS موقعیتهای بسیار کوچک در حد نوک سوزن را با دقت بسیار بالا و در هر وضعیت و شرایط آب و هوایی (روز یا شب) به راحتی تعیین می کند. و نیز در جهت جمع آوری و دستیابی به محدوده وسیعی از داده های جغرافیایی به کار می رود.

### مزایای GPS

معمولاً از GPS جهت جمع آوری داده های موقعیتی معتبر در صحرا استفاده می شود به گونه ای که این داده ها، در غرضه کنترل ناوبری و هدایت ناوگان جنگی، به کمک فناوری GIS می آید. این مسئله مزیت آشکار این سیستم، نسبت به روشهای نقشه برداری کلاسیک است.

جنگل بانان با به کار بردن GPS، مدل رقومی زمین را برای به دست آوردن محدوده درختان پرت و خارج از دسترس، تهیه می کنند. در حالی که این عمل با استفاده از روشهای نقشه برداری زمینی و فتوگرامتری بسیار مشکل است. کارشناسان علوم زمین بدین وسیله موقعیتهای دقیق عوارض و محدوده های مورد نظر را بدون انجام واسطه یابی درونی (انترپولاسیون) نقشه ها به دست می آورند.

مسئولان شهری با به کار بردن فناوری GPS، به سادگی مجموعه ای از داده ها و اطلاعات گران قیمت شهری را از طریق حرکت و پیاده روی در سطح خیابانها جمع آوری می کنند.

## ارزش و دقت

آگاه ساختن استفاده کنندگان GIS از محدودیتهای این تکنولوژی و همچنین مشکلات موجود در روز آمد کردن آن، امری بسیار مهم است. در این زمینه، نکته بسیار مهم، ارزش و بهای سیستمهای دستیابی به این گونه داده ها و اطلاعات است. GPS با توجه به روشهای موجود آن در تعیین موقعیتهای زمینی نرومیک جایگزین ارزان قیمتی را به ما ارائه نمی دهد. عاملی که باعث افزایش بهای کاربرد روشهای تعیین موقعیت GPS می شود، همان نحوه، تصحیح خطاهای موجود در اندازه گیریهای سیستم GPS است. به نظر می رسد که عوامل و خطاهای واقعی موثر در اندازه گیریهای GPS را می توان کنترل کرد. هر چند که ساعتی ماهواره ها اتمی بوده، ولی خود آنان عامل تولید خطاهای کوچک هستند. اطلاعات مداری منتشره از هر ماهواره، توام با خطا بوده و تاخیرات ناشی از عبور امواج ماهواره از لایه های یونسفر و تریوسفر در نظر گرفته می شوند. به علاوه بعضی اوقات عملاً به وسیله، ارسال انحراف ساعت ماهواره و گیرنده خطاهای مداری، دقت اندازه گیریها را عمداً کاهش داده و رسیدن به بالاترین دقتها را فقط در انحصار استفاده کنندگان نظامی قرار می دهند.

اگر امواج دریافتی از ماهواره به طور ناشناخته ای به وسیله اجسام و موانع نزدیک به آنتن گیرنده (همانند ساختمانهای بلند) منعکس شوند، در آن صورت خطای چندگانگی مسیر امواج تولید می شود.

چنین وضعیتی توام با مسائل فراوان خود، هنگام اجرای GPS در مناطق شهری به وجود می آید. بنابراین تصحیح این گونه خطاها و حذف منابع آن موضوع بسیار مشکل و پیچیده ای است. پس برآورد دقت تعیین موقعیت متغیر است، ولی استفاده کنندگان غیر نظامی GPS تنها به تخمینی CIA (Coarse Acquisition) کد دسترسی دارند. این کد معمولاً در گیرنده های غیر نظامی تک فرکانسه کاربرد فراوان دارد. بنابراین انتظار می رود ۹۵٪ این گیرنده ها، دارای دقت مسطحاتی حدود ۱۰ متر باشند. این میزان دقت ممکن است جهت جمع آوری و دستیابی به داده های GIS تا اندازه ای قابل قبول باشد ولی برای نقشه برداری که به دنبال دقتهای تقریباً نزدیک به سانتی متر هستند، این سطح از دقت کاملاً مردود است. برجسته ترین چهره، نقشه برداری با GPS این باشد که تمام موارد و موضوعات مختلف به نقشه برداری را یکجا و سریع و خیلی دقیق انجام می دهد. برای اشخاص حرفه ای و دانشجویان که در نقشه برداری زمینی، ژئودزی و هیدروگرافی کار می کنند و همچنین فتوگرامتریستها و متخصصان علوم جغرافیایی، نقشه برداری با ماهواره GPS یک تکنیک جدید انقلابی را مجسم می سازد.

درک عمیق آن نیازمند مفاهیم جمع شده از نقشه برداری، ژئودزی، نجوم، آمار، جبرخطی، مکانیک، حرارت مداری، الکترونیک و کامپیوتر است. با اینکه تکنولوژی سیستم ماهواره GPS و گیرنده های آن خیلی پیچیده هستند، مفهوم کاربردی و عملی آن مشکل نیست.

## کاربردهای GPS

ماهواره GPS در مدارهایشان به دور زمین، هدفهایی هستند در آسمان، و در محلتهای معلوم گیرنده ای که روی زمین قرار می گیرد و آنتن آن درست روی یک نقطه، مجهول متمرکز می شود، فاصله این نقطه را تا تمام ماهواره هایی که در دید قرار دارند تعیین می کند، با فاصله های معلوم از موضع آنتن ۳ یا ۴ ماهواره می توان آنتن گیرنده را با روش تقاطع (Resection) تعیین کرد، زیرا این موضع محل برخورد سه کره است که مرکز هر یک از آنها یکی از ماهواره ها و شعاع هر کدام طول فاصله تعیین شده است. دقت تعیین موضع گیرنده به دقت تعیین فاصله تا ماهواره، بستگی دارد. نقشه برداری GPS یک نقشه برداری ژئودتیک است. نقشه بردار می تواند با GPS اختلاف موضع بین دو نقطه از زمین را وقتی که یکی از آنها معلوم باشد تعیین کند.

GPS برای منظورهای نقشه برداری، یک سیستم تعیین موضعی نسبی است و اگر نقطه معلوم در مختصات سیستم ژئودتیک جهانی باشد، نتیجه عمده در یک نقشه برداری GPS عبارت است از یک کثیر الوجوه از ایستگاهها که محلتهای نسبی آنها به طور

دقیق معلوم است. می توان این محل‌های هندسی را سرانجام بر حسب مختصات بیضوی (یعنی عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی و ارتفاع) تعبیر کرد.

مشاهدات GPS برای تعیین موقعیت این ایستگاهها در یک سیستم مختصات کارتزین که مبدأ آن در مرکز زمین است پردازش می شوند و سپس همان طور که اشاره شد به سیستم مختصات ژئودتیک (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع در فوق بیضوی) مبدل می شوند.

## برآورد هزینه نقشه برداری با GPS

سال ۱۹۸۷ را شاید بتوان سال تجدید نظر در مورد نقشه برداری با GPS دانست. آن عده ای که عقیده داشتند می بایست صبرکرد تا ماهواره های GPS کامل شده و قیمت گیرنده های آن پائین آمده آنگاه اقدام به خرید گیرنده GPS کرد. متقاعد شدند آن کسانی که در سالهای ۱۹۸۶ و ۱۹۸۷ اقدام به خرید گیرنده GPS کرده اند، نخستین کسانی خواهند بود که پس از تکمیل ماهواره های GPS از آن بهره خواهند جست. چرا که آشنایی با همه جنبه های نقشه برداری با GPS کمتر از اخذ یک مدرک فوق لیسانس در نقشه برداری نیست. نقشه برداری با GPS را می توان با دو دستگاه گیرنده و دو نفر انجام داد. باید توجه داشت که استفاده از تعداد گیرنده های بیشتر راندمان کار را بالا می برد. حالا قبل از پرداختن به هزینه ها شایسته است به ذکر چند نکته در خصوص نقشه برداری با GPS پردازم:

- ۱- در حال حاضر GPS دارای ۱۲ ماهواره فعال است. با امکان رؤیت همزمان ۷ ماهواره به مدت ۴ تا ۶ ساعت در روز.
  - ۲- در طی این زمان با هر گیرنده می توان دو یا سه مشاهده ۴۵ دقیقه ای انجام داد.
  - ۳- نقشه برداری با GPS صرفاً به صورت نسبی انجام می گیرد. بدین خاطر در هر نوبت مشاهده می بایست یک گیرنده روی ایستگاهی با مختصات معلوم مستقر باشد.
  - ۴- در تعیین موقعیت نسبی لازم است تمام گیرنده ها حداقل ۴ ماهواره یکسان را همزمان تعقیب کنند.
  - ۵- GPS نیاز به نیروی انسانی زیادی ندارد. هر اکیپ می تواند تنها از یک نفر تشکیل شود.
  - ۶- به طور متوسط با سه گیرنده GPS در یک نوبت کار ۸ ساعته می توان چهار تا شش نقطه کنترل جدید به وجود آورد.
  - ۷- شرایط جوی هیچ گونه خللی در انجام کار پدید نمی آورد.
- بنابراین پس از تکمیل ماهواره های GPS می توان در تمام روزهای سال به طور پیوسته به تعیین موقعیت پرداخته. نقاط ژئودزی جدیدی به وجود آورد. در تعیین هزینه کار با GPS در مقایسه با نقشه برداری معمولی می بایست سه فرق اساسی زیر را در نظر گرفت:

- ۱- قیمت وسایل بیشتر است. قیمت برنامه پردازش اطلاعات جزء هزینه خرید گیرنده محسوب می گردد.
- ۲- به وسایل نقلیه بیشتری نیاز خواهد بود.
- ۳- هر چندکه یک نفر میرگیر را نیز می توان برای کار با GPS تعلیم داد، انجام محاسبات آن به افرادی با آموزش و سطح اطلاعات بیشتر نیاز خواهد داشت.

برای اینکه مقایسه ای بین هزینه GPS و روشهای معمولی نقشه برداری داشته باشیم مشخص کنیم که هر اکیپ نقشه برداری در روز می تواند چه میزان پیمایش انجام دهد. نکته جالب توجه این است که با GPS هزینه ایجاد نقاط در فواصل ۱۵ تا ۳۰ کیلومتری یکسان است، در حالی که با روشهای سنتی هزینه ایجاد نقاط با فواصل ۳۰ کیلومتری دو برابر هزینه ایجاد نقاط به فواصل ۱۵ کیلومتر است. به علاوه با GPS می توان مختصات ارتفاعی از همزمان با مختصات مسطحاتی به دست آورد. در مورد

دقت مختصات ارتفاعی حاصل از GPS این نکته شایان توجه است که اگر مثلاً دقت مختصات مسطحاتی، در حد شبکه های درجه یک باشد، دقت مختصات ارتفاعی در حد شبکه های درجه دو بوده و موارد دیگر نیز به همین ترتیب قابل ارزیابی است. معمول ترین استفاده ای که برای GPS می توان در نظر گرفت بست پیمایش است. پیمایشهای بازی را که با وسایل نقشه برداری معمولی صورت می گیرند، می توان با قرار دادن دو گیرنده در ابتدا و انتهای پیمایش، به پیمایش بسته مبدل ساخت. نتایج بسیار رضایت بخشی از این روش به دست آمده است. به عنوان مثال تجربه در (تپه های اریسمان) نظنز کاشان را نام برد. سؤال به جایی که معمولاً مطرح می شود آن است که GPS دارای چه دقتی است به طور کلی برای بالا بردن دقت نقشه برداری با GPS کافی است که زمان مشاهده را افزایش دهند.

### منبع :

صالح آبادی ، عباسعلی : (؟) . ( GPS و کاربرد آن ) ، تهران : انتشارات سازمان جغرافیایی .



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی