

انتخاب گیرنده GPS برای مقاصد نقشه برداری

تهیه و تنظیم

مهندس علیرضا آزموه اردلان

کلیه شرایط جوی باسنگری نیاز دانستن موقعیت، در زمین، هوا و دریا خواهد بود. هدف اولیه ارتش آمریکا، بوجود آورنده و کنترل کننده سیستم بکارگیری آن جهت مقاصد نظامی خود و هم پیمانانش بوده است. (۱۹۷۰). ماهواره های GPS سیگنالهایی بر روی دومیچ با فرکانس 1575.42 MHz (با طول موج تقریباً 19 سانتیمتر) و با فرکانس 1227.6 MHz (به طول موج 24 سانتیمتر) مخابره می کنند. سیگنال با دو کد و پیام ناوبری مدوله می شود. این دو کد عبارتند از: C/A (دریافت آزاد) با محتوای اطلاعاتی 1.023 Mbps و P (دقیق) با محتوای اطلاعاتی 10.23 Mbps که در اختیار عموم بوده اما دقت آن از کد P- که مختص ارتش آمریکا است- کمتر می باشد. به علاوه تنها کد P روی سیگنال پامدوله می گردد. بکارگیری یکی از این دو کد برای دستیابی به پیام ناوبری 50 bps ضروری است. این پیام حاوی تصحیح ساعت ماهواره و پارامترهای مداری پیش بینی شده (افرمیزمخابراتی) است. توضیحات بیشتر در مورد ساختمان سیگنالها را می توانید در (۴) بیابید. در خصوص پیامهای ناوبری به (۵) مراجعه کنید.

پس از تکمیل سیستم GPS در هر لحظه می توان به کمک یک گیرنده، موقعیت سه بعدی، زمان و سرعت وسیله متحرکی که گیرنده در آن قرار گرفته است را تعیین کرد. هر چند که هدف اولیه GPS کمک به ناوبری بوده، اما کاربرد آن در نقشه برداری روز به روز در حال افزایش است. استفاده از GPS در وضعیت ساکن- همانگونه که در نقشه برداری بکار می رود- بسیار ساده تر است. چون در این حالت نیازی به یافتن سرعت و زمان، در صورت همزمانی گیرنده با ساعت اتمی نیست. در مقابل، در نقشه برداری نیاز به دقتهایی است که در ناوبری متصور نمی باشد، و دقت بالا، گیرنده های بسیار پیچیده تر را طلب می کنند. گیرنده های ناوبری GPS با استفاده از کد C/A و P با انجام مشاهده دشبه فاصله، موقعیت را به دقت درحد دکاستر (۰.۰۰ متر) تعیین می کنند. درحالی که، در نقشه برداری عموماً از اندازه گیری فاز موج حامل، به صورت همزمان در دو یا چند ایستگاه شبکه

● پیشگفتار

همان اندازه که دوری جستن از تکنولوژی نوین نادرستی نماید، گرایش شتابنده و بدون آگاهی و شناخت کامل به سمت خرید انواع وسایل پیشرفته، عملی نکوهیده است.

بدیهی است که نقشه برداران نیز می بایست خود را با پیشرفتهای جدید سازگار ساخته و مجهز به وسایل پیشرفته گردند. اما چه بهتر که این عمل را با آگاهی و شناخت کامل از جوانب مختلف آن انجام دهند، تا ضمن عزیزمان در آینده دچار عوالب و مشکلات انتظاب عیولانه و نسنجیده و با اتلاف سرمایه نگرند.

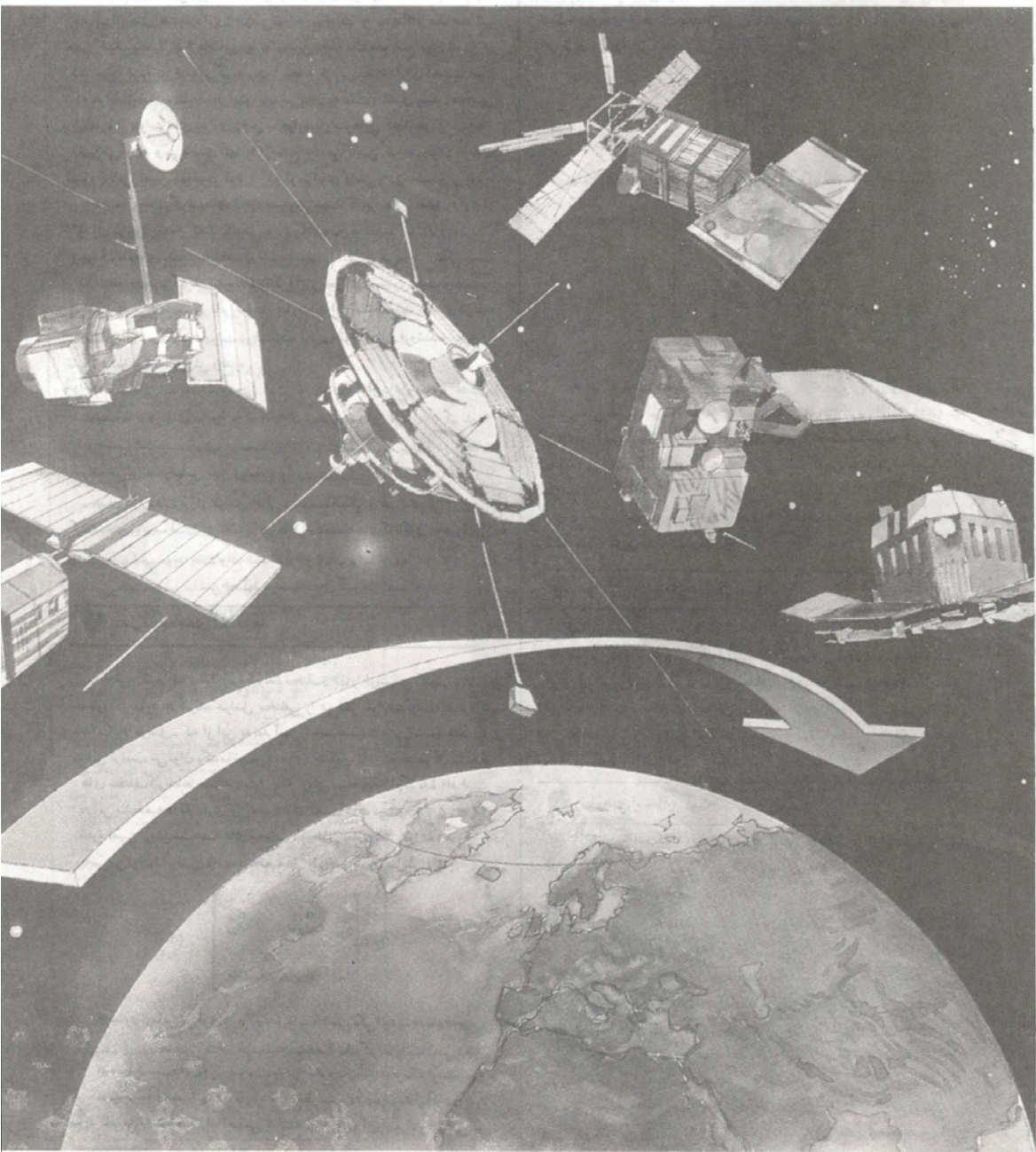
GPS نیز به عنوان یک پدیده نوا از این قاعده مستثنا نبوده و بدین خاطر لیل از اقدام به خرید گیرنده، می بایست نکات عده بدهی را در تناسب آن با هدف و دقت مورد نیاز مد نظر قرار داد. در این خصوص امید است مقاله حاضر بتواند به همکاران گرامی در جهت تجزیه و تحلیل خصوصیات گیرنده های مختلف کمکي ارائه کند. چه، تنها با یک قاعده اصولی است که می توان به انتظابی درست، دست یافت.

سیپهر

پیشگفتار نویسنده-

نقشه برداری کلاسیک (سنتی) همواره در بند مجموعه ای از محدودیتهای ذاتی چون سرعت کار، دقت، و طول باز است. ظهور روشهای تعیین موقعیت با اجرام خارج از سطح زمین، گشایشگر فعلی نوبت نقشه برداری و ژئودزی بوده است. روشهایی مانند انترنومتری باز خیلی بلند (VLBI)، اندازه گیری فاصله سه و ماهواره ها با لیزر، و روشهای تعیین موقعیت داخل و GPS، عملیات نقشه برداری را متحول ساخته اند. در میان روشهای نضایی تعیین موقعیت جدید، GPS دارای بیشترین تواناییهاست، و آن را از نقطه نظرهایی چون سهولت بکارگیری، دقت، و هزینه می توان بهترین وسیله تعیین موقعیت دانست.

GPS سیستمی است که در آینده در سراسر جهان، در ۲۴ ساعت شبانه روز در



استفاده می‌گردد (این گیرنده‌ها ممکن است، کدی نیز دریافت نکنند). هر چند که گیرنده‌های نقشه برداری GPS می‌توانند موقعیت را به هنگام مشاهده نیز تعیین کنند، معمولاً اطلاعات مربوط به چندین دقیقه مشاهده جمع‌آوری شده و در دفتر مورد پردازش قرار می‌گیرند. در اینجا ذکر این نکته دارای اهمیت است که هر اندازه زمان مشاهده افزایش یابد می‌توان به دقت بیشتری رسید. همچنین با استفاده از پارامترهای مداری دقیق ما موارد پارامترهایی که از طریق مشاهده تعیین می‌گردند و می‌بایست آنها را از منابع خارجی تأمین کرد می‌توان با دقت بسیار بالایی تعیین موقعیت کرد، که از مزایای واقعی GPS به‌شمار می‌رود.

$$W = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_m \end{bmatrix} \quad (2)$$

نهایتاً رتبه با ارزش نهایی هر گیرنده به صورت زیر بدست خواهد آمد.

$$Q = D W = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & \dots & d_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$Q = [q_1 \quad q_2 \quad \dots \quad q_n]^T$$

به این ترتیب قاعده انتخاب گیرنده‌ها می‌تواند بزرگی ارزش نهایی آنها باشد. یعنی بهترین گیرنده، گیرنده‌ای است که دارای بزرگترین ارزش باشد. بقیه گیرنده‌ها را نیز می‌توان براساس ارزشهای نهایی به‌دست‌آمده برای آنها مرتب کرد، به این ترتیب گیرنده‌ها برحسب کارایی—در کاربرد مورد نظر—درجه‌بندی خواهند شد.

در قسمت بعد در مورد عوامل اصلی انتخاب گیرنده‌های نقشه برداری GPS، مشخصه‌ها و وزن‌های آنها بحث خواهد شد.

عوامل موثر در انتخاب گیرنده‌ها

سئال مختلفی در ارتباط با گیرنده GPS مناسب، جهت مقادیر نقشه برداری وجود دارند. کلید انتخاب، در نظر گرفتن تمام این عوامل به‌صورت یکجا و همزمان است. در این بخش به بحث در باره تعدادی از عوامل مهم در انتخاب گیرنده‌ها خواهیم پرداخت. برای سهولت این عوامل را در چهار گروه اصلی زیرمورد بررسی قرار خواهیم داد: نیازهای استفاده کننده، نوع گیرنده، مشخصات ظاهری، قیمت و مسائل مربوط به آن.

نیازهای استفاده کننده

نیازهای استفاده کننده را می‌توان تحت عناوینی که ذکر خواهند شد خلاصه کرد:

(1) تعیین موقعیت در حال سکون یا حرکت

در نقشه برداری استفاده کننده علاقه‌مند به تعیین موقعیت در حال سکون است. به‌طور کلی اکثر، تعیین موقعیت در حال حرکت برای کاربردهای نقشه برداری، غیر ضروری و حتی نامطلوب است—چون بر قیمت گیرنده خواهد افزود. البته در کاربردهای محدود و خاصی نیز ممکن است از تعیین موقعیت در حال حرکت با سرعت کم^۱ استفاده شود—مانند نقشه برداری تفاضلی^۲ با یک گیرنده که در آن، گیرنده به هنگام جابجایی از یک ایستگاه به ایستگاهی دیگر همچنان به‌طور پیوسته به تعقیب ما هواره‌ها ادامه می‌دهد.

(2) تعیین موقعیت تفاضلی (نسبی) یا مطلق

در نقشه برداری GPS تعیین موقعیت نسبی روش معمول محسوب می‌گردد.

استفاده می‌گردد (این گیرنده‌ها ممکن است، کدی نیز دریافت نکنند). هر چند که گیرنده‌های نقشه برداری GPS می‌توانند موقعیت را به هنگام مشاهده نیز تعیین کنند، معمولاً اطلاعات مربوط به چندین دقیقه مشاهده جمع‌آوری شده و در دفتر مورد پردازش قرار می‌گیرند. در اینجا ذکر این نکته دارای اهمیت است که هر اندازه زمان مشاهده افزایش یابد می‌توان به دقت بیشتری رسید. همچنین با استفاده از پارامترهای مداری دقیق ما موارد پارامترهایی که از طریق مشاهده تعیین می‌گردند و می‌بایست آنها را از منابع خارجی تأمین کرد می‌توان با دقت بسیار بالایی تعیین موقعیت کرد، که از مزایای واقعی GPS به‌شمار می‌رود.

در حال حاضر گیرنده‌های GPS بسیاری جهت کاربردهای نقشه برداری و ژئودزی موجود بوده، که انتظار می‌رود در آینده نیز بر تعداد آنها افزوده گردد. وجود گیرنده‌های متعدد، انتخاب گیرنده مناسب را مشکل می‌سازد. شکی نیست که انتخاب بهترین گیرنده نیازمند در نظر داشتن جوانب بسیاری است. مهمترین عواملی که می‌بایست در نظر گرفت، عبارت‌اند از: مشخصات ظاهری گیرنده، ساختمان آن، عملکرد، سهولت در استفاده، قیمت، توانایی‌های فرستنده، تضمین-نامه، خدمات بعد از فروش و غیره.

خاسته نخست این مقاله ارائه فرمولی است که بتوان با قرار دادن مقادیر عددی مشخصه‌ها و وزن‌های مربوط به گیرنده‌های مختلف در این فرمول، گیرنده‌ها را بر حسب تناسب درجه‌بندی کرد. تصمیم‌گیری نهایی در انتخاب گیرنده می‌تواند براساس این درجه‌بندی صورت گیرد.

هدف دوم مقاله ذکر عوامل اصلی و مهم-تکنیکی و غیر تکنیکی در بررسی گیرنده‌های مختلف است. در تحقق این هدف مشخصه‌های گوناگون به همراه وزن مناسب آنها مورد بحث واقع شده‌اند. در پایان براساس مطالب عنوان شده، مثالی جهت روشن ساختن نحوه درجه‌بندی گیرنده‌ها آورده شده است.

مدل درجه‌بندی گیرنده‌ها

فرض کنید که بخواهیم m گیرنده مختلف GPS را ارزیابی کنیم. برای این منظور در مورد هر گیرنده عوامل مختلفی را در نظر خواهیم گرفت، فرض کنید تعداد این عوامل—که از این به بعد آنها را «مشخصه‌ها» می‌نامیم n عدد باشد. به این ترتیب می‌توان یک ماتریس $(m \times n)$ تشکیل داد که عناصر آن مشخصه‌های مختلف گیرنده‌ها هستند. مثلاً d_{ik} ارزش مشخصه i ام گیرنده k ام است—به این مشخصه‌ها مقادیری بین صفر و یک نسبت داده می‌شود ($0 < d_{ik} < 1$). نحوه تعیین ارزش مشخصه‌های مختلف در بخش بعد روشن خواهد شد. در بیان ریاضی می‌توان ماتریس مقادیر مشخصه‌ها را به صورت زیر نمایش داد:

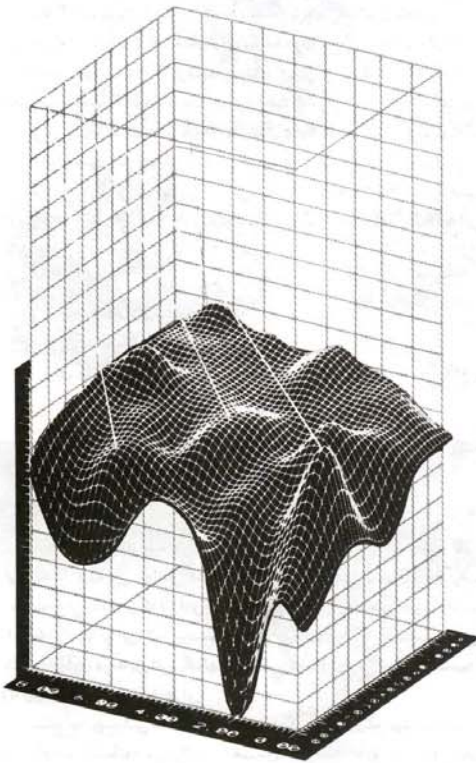
$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & \dots & d_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

هرستون از ماتریس فوق در برگیرنده مقایسه نسبی یکی از مشخصه در میان m گیرنده است. همچنین عناصر هر سطر n مشخصه یک گیرنده را نشان می‌دهند. قدم بعد نسبت دادن وزنی مناسب—بین صفر و یک—به هر یک از مشخصه‌ها بر حسب درجه اهمیت آنها در کاربرد مورد نظر است. به عنوان مثال اگر در کاربرد مورد نظر ما، مشخصه i ام اهمیتی نداشته باشد وزن آن را صفر در نظر می‌گیریم

۴. وابستگی به کد

اکثر گیرنده‌های رایج کنونی برای دستیابی به بیامیهای ناوبری نیاز به دریافت کد C/A دارند. تعداد کمی از گیرنده‌ها نیز هیچگونه کدی دریافت نمی‌کنند، این گیرنده‌ها را اصطلاحاً «بدون کده» می‌نامند. این گیرنده‌ها به علت عدم دریافت کد، به بیامیهای ناوبری (افریزها) نیز دسترسی پیدا نمی‌کنند، از اینرو لازم است اطلاعات یاد شده از منابع دیگری تعیین گردند. همزمانی این گیرنده‌ها با ماهواره نیز از طریق هم‌آهنگی با UTC^۴ صورت می‌گیرد. در حال حاضر استفاده از کد C/A برای همگان آزاد است، و بر اساس سیاست کنونی آمریکا در آینده با کاهش دقت^۵ همچنان در اختیار همه استفاده کنندگان باقی خواهد ماند.

مقادیری که برای ارزش این مشخصه (d2) پیشنهاد می‌شوند عبارت‌اند از: ۱. برای گیرنده بدون کد، ۰/۸. جهت گیرنده‌ای که نیاز به کد C/A دارد و بالاخره، صفر برای گیرنده وابسته به کد P. این مشخصه خیلی مهم بوده و می‌باید به آن وزن حداکثر 1 = W₂ نسبت داده شود. اگر استفاده کننده مطمئن باشد که می‌تواند به کد P دست یابد—به عنوان مثال جزء ارتش آمریکا یا هم‌پیمانان NATO^۶ باشد—می‌تواند W₂ برابر صفر در نظر گیرد، و یا اگر احتمال می‌دهد که این کد در اختیارش قرار خواهد گرفت، می‌تواند از وزن W₂ = 0.3 استفاده



چرا که به کمک آن می‌توان به دقت‌های بالایی رسید، و به علاوه امکان سرشکنی کامل شبکه را نیز فراهم می‌آورد—برای اطلاعات بیشتر در این زمینه—(۴). نکته نامند که تعیین موقعیت مطلق ایده‌آل است، اما ۱۰۰ برابر دقت را کاهش می‌دهد.

۵. بردار زمان همزمان یا دقتی^۱
تعیین موقعیت همزمان ویژه گیرنده‌های ناوبری است و در نقشه برداری فاقد اهمیت است. از آنجایی که کاربردهای نقشه برداری نیازمند دقت‌های بالایی هستند، از بردار زمان دقتی استفاده می‌گردد—چون به این ترتیب می‌توان اطلاعات مربوط به چندین دقیقه با ساعت را به طور همزمان برداشت کرد، به علاوه در این صورت امکان استفاده از افریزهای دقیق^۲ نیز وجود دارد. (استفاده از افریزهای دقیق، خاص مقاصد ژئودزی و ژئودینامیک است.)^۳

۶. نیاز دقت
میزان دقت مورد نیاز در کاربردهای مختلف متفاوت است، برای مقاصد ژئودزیکی و پروژه‌های مهندسی در مقیاس وسیع، دقت مورد قبول ۴- تا ۱۰- (۱۰ ppm) تا ۱۰۰ (100 ppm) می‌باشد. در مقابل، ژئودزی معمولاً نیازمند دقت ۶- تا ۱- است. نهایتاً، دقت مورد نیاز برای تعیین موقعیت جهت کاربردهای ژئودینامیکی و کنترل جابجایی پوسته در حد ۰.۱ ppm یا بهتر از آن است (یعنی کوچکتر از ۰.۰۷).
نیازهای استفاده کننده اثری بر مقدار عددی مشخصه‌های گیرنده ندارد و تنها ملاک تعیین وزن آنها فرامی‌گیرند.

● نوع گیرنده

تحت این عنوان، عوامل اصلی عبارت‌اند از: فرکانسهای دریافت شده، وابستگی به کد، کمیت مشاهده شده، کانالهای گیرنده، عملکرد آنتن و عوامل دیگر.

لازم است برای هر یک از این عوامل، عددی به عنوان ارزش مشخصه در نظر گرفته شود. وزنی نیز با توجه به اهمیت عوامل برای مشخصه‌ها تعیین خواهد گردید. مطالب ذیل بحثی مختصر در این باره است.

۱. فرکانسهای دریافت شده (تک یا دو فرکانس)

اکثر گیرنده‌های موجود فعلی بر روی یک فرکانس کاری کنند (فرکانس موج L₁). با گیرنده‌های دو فرکانسه می‌توان تصحیح تأخیر یونسفریک را به دست آورد، که در اندازه‌گیری بازهای خیلی بلند حائز اهمیت است. بازهای به طول تقریبی ۱۰۰ کیلومتر. هرگاه گیرنده یک فرکانسه باشد، ارزش مشخصه آن را صفر در نظر می‌گیریم (d₁₁ = 0). ارزش یک (d₁₁ = 1) را برای گیرنده دو فرکانسه قائل می‌شویم. مقادیری بین دو مقدار اخیر را (یعنی مقادیری در حد 0.5 یا

(d₁₁ = 0.3) را به گیرنده‌هایی نسبت می‌دهیم که یک فرکانسه بوده اما با افزودن یک مدار اضافه امکان تبدیل آنها به گیرنده‌های دو فرکانسه وجود دارد. شکی نیست که استفاده از دو فرکانس ارجح است، اما جز برای دستیابی به دقت‌های بالا، آن هم مخصوصاً در بازهای خیلی بلند، نیاز چندانی به آن احساس نمی‌شود. در مواردی که نیاز به دقت‌های خیلی بالا وجود دارد با اندازه‌گیری در بازهای خیلی بلند صورت می‌گیرد، وزن این مشخصه را حداکثر در نظر می‌گیریم (W₁ = 1). اما از آنجایی که اکثر بازهای شبکه‌های نقشه برداری کوتاه‌اند—کوتاه تر از ۳۰ کیلومتر—غالباً وزن کمی به این مشخصه داده می‌شود (0.1 یا W₁ = 0). این وزن را می‌توان بر حسب درجه دقت مورد لزوم و طول باز مورد نظر تنظیم کرد.

کند. تذکر نهایی اینکه، گیرنده دو فرکانسه یا می‌بایست بدون کد بوده— حداقل بر روی موج L_1 — یا به کد P دسترسی داشته باشد تا بتواند موج L_2 را دریافت کند.

۳) نوع کمتهای، مورد مشاهده

تقریباً تمام گیرنده‌های GPS قادر به انجام مشاهده شبه‌فاصله^۱ هستند، اما برای رسیدن به دقت‌های مورد نیاز نقشه برداری، گیرنده‌سی‌بایست بتواند اختلاف فاز را اندازه‌گیری کند. قریب به اتفاق گیرنده‌های نقشه برداری کنونی بر پایه اندازه‌گیری فاز موج حامل L_1 یا L_2 — کار می‌کنند، اما حداقل یک گیرنده وجود دارد^۲ که فاز کد C/A یا P — را اندازه‌گیری کند (۶). با اندازه‌گیری فاز موج حامل در روش تفاضلی (نسبی) می‌توان به دقت‌ترین موقعیت دست یافت. مقادیری که برای این مشخصه پیشنهاد می‌شوند عبارت‌اند از:

برای گیرنده‌هایی که فاز موج حامل را اندازه‌گیری کنند $d_3 = 1$

برای گیرنده‌هایی که فاز کد را اندازه‌گیری کنند $d_3 = 0$

برای گیرنده‌هایی که اندازه‌گیری فاز انجام نمی‌دهند $d_3 = 0$

وزن این مشخصه‌ها با توجه به دقت بالای مورد نیاز، نزدیک واحد انتخاب می‌شود (۰ تا $0.7 = W_3$)

۴) گیرنده‌های تعقیب کننده سوسنه لحظه ای با س کسب

یک گیرنده پیوسته (تعقیب کننده پیوسته) دارای کانالهای متعددی است، که هر کدام مسئول دریافت سیگنالهای یک ماهواره‌اند. گیرنده‌های چند کاناله بیشتر قابل اطمینان بوده، و از نسبت سیگنال به نویز^۳ بزرگتری برخوردارند— یعنی می‌توانند سیگنالهای ضعیف را نیز دریافت کنند— اما متأثر از انحراف بین کانالی می‌باشند. گیرنده‌های لحظه‌ای تنها دارای یک یا دو کانال بوده که آن را بین ماهواره‌های مختلف به اشتراک می‌گذارند (با تعقیب لحظه‌ای ماهواره‌ها). این گیرنده‌ها فارغ از انحراف بین کانالی بوده، اما دارای مشکلاتی در تعقیب فاز می‌باشند و نیاز به برنامه کامپیوتری خیلی پیچیده دارند. مقادیر مشخصه این عامل را می‌توان به صورت زیر ارائه کرد:

برای گیرنده‌های پیوسته $d_4 = 1$

برای گیرنده‌های لحظه‌ای $d_4 = 0.2$

برای گیرنده‌های ترکیبی (گیرنده‌هایی با مشخصاتی بین دو گیرنده فوق)

$d_4 = 0.6$

از نقطه نظر استفاده کننده این مشخصه چندان با اهمیت نبوده، بدین خاطر وزن W_4 با کمتر برای آن پیشنهاد می‌گردد ($W_4 \leq 0.3$)

۵) عملکرد آنتن

نوع آنتن به کار رفته در یک گیرنده می‌تواند دقت را شدیداً تحت تأثیر قرار دهد. بهترین عواملی که در مورد آنتن گیرنده می‌بایست در نظر گرفت عبارت‌اند از: دقت مرکز فاز آنتن (تعیین موقعیت در واقع یعنی تعیین موقعیت این نقطه)، بنا بر این لازم است موقعیت آن دقیقاً برای استفاده کننده مشخص باشد، پایداری در مقابل اثر سیگنالهای متنکس شده از عوارض زمینی، حساسیت (یا بهره) آنتن، سهولت در استراحت.

سیگنالهای متنکس شده مخصوصاً در نزدیکی مناطق وسیع پوشیده از آب یا در مجاورت ساختمانها، می‌توانند به دقت مورد نیاز لطمه وارد سازند. در میان آنتنهای GPS موجود فعلی به نظر می‌رسد بهترین آنها— از نظر دقت مرکز فاز

و پایداری در مقابل سیگنالهای متنکس شده— آنتنهای بادی پلهای مقاطع افقی بوده و پس از آنها آنتنهای میکرو استریپ^۴ می‌باشند. ارزش مشخصه یک آنتن (d_5) را می‌توان بعد از در نظر گرفتن ویژگیهای مختلف آن— مخصوصاً چهار مورد ذکر شده فوق— تعیین کرد. این عمل مشکل بوده و ممکن است در این مورد لازم شود از یک متخصص آنتن کمک بگیرد. عوامل دیگری که برای یک آنتن می‌توان در نظر گرفت عبارت‌اند از: وزن، اندازه، نحوه نصب آن، قابلیت حمل و استحکام.

وزن مشخصه آنتن W_6 می‌بایست بر اساس دقت مورد نیاز و هدف کار، مشخص گردد.

مشخصات ظاهری گیرنده

تصاویر عنوان ویژگیهای عملی مؤثر بر انتخاب یک گیرنده می‌توانند مطرح شوند. بعضی از مسائل مهم در این خصوص عبارت‌اند از:

۱) ضبط اطلاعات و طول زمان مشاهده (با مشخصه d_6 و وزن W_6)

۲) اجزاء گیرنده، منظور این است که آیا گیرنده از یک مجموعه واحد تشکیل شده

با دارای اجزاء متعدد است (d_7 و W_7)

۳) اندازه و وزن و قابلیت حمل (d_8 و W_8)

۴) دوام و استحکام (d_9 و W_9)

۵) تغییر دمای که می‌تواند تحمل کند (d_{10} و W_{10})

۶) مقاومت در مقابل آب و گرد و خاک (d_{11} و W_{11})

۷) منبع تغذیه مورد نیاز (AC یا DC)، ولتاژ، جریان، محدوده توان (d_{12} و W_{12})

۸) استانداردهای فرکانس، ساعتها، همزمانی (d_{13} و W_{13})

۹) امکانات برنامه‌ای، دسترسی به برنامه‌های کامپیوتری آن (d_{14} و W_{14})

۱۰) سادگی استفاده و میزان ارتباطی که با استفاده کننده برقراری کند

(d_{15} و W_{15})

۱۱) سهولت نگهداری، تجهیزات، امکان افزودن ملحقات جدید به آن

(d_{16} و W_{16})

۱۲) تعداد گیرنده‌هایی که از آن نوع ساخته شده و مورد استفاده قرار گرفته‌اند و

سازگاری آن با گیرنده‌های موجود دیگر (d_{17} و W_{17})

ارزش مشخصه‌های فوق‌الذکر (d_6 تا d_{17}) را می‌توان از تجزیه و

تحلیل اطلاعات موجود مربوط به گیرنده مورد نظر، کتایچه فروش، بررسی گیرنده از نزدیک، و یا دیدن طرز کار عملی آن تعیین کرد.

وزن این مشخصه‌ها W_6 تا W_{17} متناسب با اهمیت آنها در کار سرد

مورد نظر و شرایط محیطی حاکم، برآورد می‌گردد. به عنوان مثال، نیروی محرکه

وسایل در مناطق دورافتاده و فاقد برق، بسیار مسئله آفرین بوده و سی‌بایست به آن وزن

بالایی نسبت داد ($d_{12} = 1$) در محل‌های با گرد و غبار بسیار یا مناطق مرطوب

و بارانی به مشخصه (d_{11}) یعنی مقاومت در برابر آب و گرد و غبار، وزن بالایی داده

خواهد شد (d_8 تا d_{10}). در کشورهای در حال توسعه، که با کمبود متخصص

و افراد با تجربه مواجه‌اند، سهولت در سوابقت و نگهداری (d_{16} و d_{15}) از

اهمیت بالایی برخوردار بوده، بنابراین وزن بالایی را می‌بایست به آنها اختصاص

داد (به عنوان مثال $W_{15} = 0.9$ و $W_{16} = 1$). اگر قرار است از گیرنده در مناطق

صحرائی استفاده شود، به مشخصه‌های d_6 تا d_{12} — مخصوصاً محدوده

دما— سی‌بایست وزن بیشتری داد (d_7 تا d_9).

● قیمت و مسائل مربوط به آن

مهندسان نقشه بردار اغلب به مسائل مربوط به تدارکات و خدمات بعد از فروش بی توجه اند. اما اهمیت این مسائل در عمل به اثبات رسیده است. مهم ترین مسائلی که در این مورد مطرح می شوند عبارت اند از:

۱) قیمت کل

قیمت کل شامل قیمت گیرنده ها، وسایل اضافی دیگر (مانند کابل های ارتباطی کامپیوتر و رابط های آن)، نرم افزار سه همراه آموزش، هزینه نگهداری و کارکرد و وسایل جانبی دیگر (مانند هزینه تعویض، مشتریان، مالیات ها، نرخ ها و...) است.

قیمت اگرچه یک مسئله غیر تکنیکی است، اما یکی از مهم ترین عاملها به شمار می رود، خصوصاً برای کشورها با مؤسسه ای که منابع ارزی محدودی در اختیار دارند، بدین خاطر می بایست به این مشخصه وزنی نزدیک به یک اختصاص داد. ارزش مشخصه قیمت را می توان از رابطه زیر بدست آورد:

$$d_{118} = \frac{C_{min}}{C_i}$$

در این رابطه، C_i قیمت کل گیرنده، C_{min} حداقل قیمت یک گیرنده است. به این ترتیب مشخصه ارزش ترین گیرنده برابر ۱ شده و برای سایر گیرنده ها مقداری کمتر از یک به دست خواهد آمد.

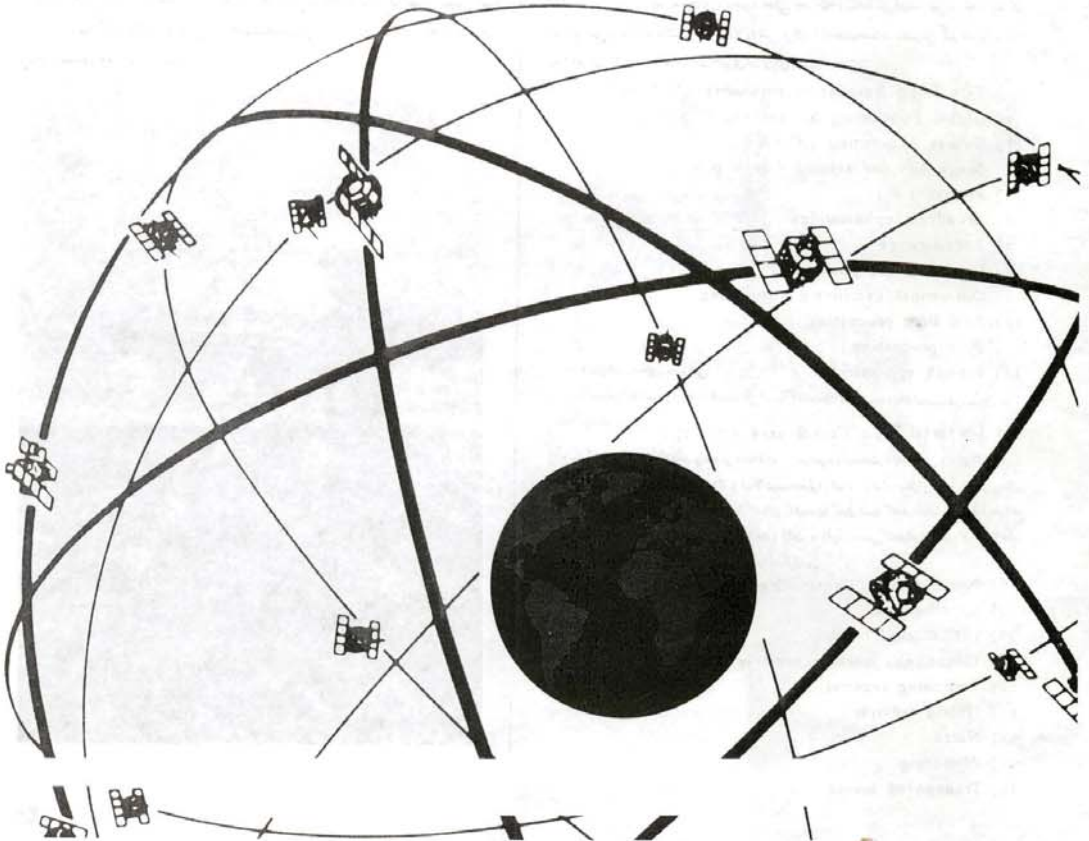
۲) نحوه دستیابی به گیرنده، مدت زمان تحویل و محدودیتهای فروش آن (مشخصه d_{119} و وزن W_{19}).

۳) تضمین نامه و مسؤلیتهایی که فروشنده بعد از فروش تقبل می کند (W_{20} و d_{20})

۴) اسکانات شرکت فروشنده و عملکردش (d_{21} ، W_{21})

۵) آموزش (d_{22} ، W_{22})

آموزش خصوصاً در کشورها با مؤسسه ای که با محدودیت کارشناس مواجه اند یا سواردی که متخصصان برای نخستین بار با گیرنده GPS روبرو می شوند از درجه اهمیت خاصی برخوردار می باشد. برحسب تواناییهای افراد و نیروی انسانی موجود، می توان برای مشخصه آموزش وزنی بین سفر و یک انتخاب کرد. برای کشورهای جهان سوم که نوعاً فاقد متخصص هستند، وزن نزدیک به یک ($W_{22}=1$) پیشنهاد می شود. آموزش عملی در محل نیز از نکات مهمی است که می بایست بر آن تأکید داشت.



بعد از ارزیابی دقیق نیازهای مؤسسه، منابع مالی موجود، و شرایط خاکم بر پروژه و بررسی دقیق سه گیرنده اطلاعات مندرج در جدول ۱ حاصل شده است. این جدول نشان دهنده مقادیر مشخصه های سه گیرنده است

$$(0 < \text{dij} < 1; i = 1, \dots, 3; j = 1, \dots, 24)$$

$$(0 < \text{Wj} < 1; j = 1, \dots, 24)$$

به همراه وزن مناسبشان
عناصر ماتریس D که در این مورد دارای $\nu \times \nu$ عنصر $(\nu \times \nu)$ است در ستونهای ۴، ۵ و ۶ جدول قرار دارند. توجه داشته باشید که هرستون این جدول یکسطر ماتریس D را تشکیل می دهد - بنابراین جدول ماتریس ترانزاده D^T است. عناصر بردارند وزن مشخصه ها در ستون ۳ جدول قرار دارند. سطر آخر جدول نیز ارزش نهایی سه گیرنده را نشان می دهد. برای به دست آوردن این مقادیر از معادله

(۳) استفاده شده است. همانطور که از مقدار سطر آخر پیدا است، گیرنده B بسا بزرگترین ارزش نهایی برنده این مسابقه است. بنابراین برای هدف مورد نظر بیشتر از دو گیرنده دیگر مناسب می باشد. برای دومین انتخاب می توان گیرنده C را در نظر گرفت $(q_1 = 9.77)$ ، که تنها کمی بهتر از گیرنده A است $(q_1 = 9.25)$

نتایج

● کاربرد GPS روز بروز در نقشه برداری در حال افزایش است.

● دقت تعیین موقعیت با GPS عمده استگی به نوع گیرنده دارد.

با توجه به کثرت گیرنده های موجود فعلی - که مسلماً در آینده نیز بر تعدادشان افزوده می گردد - داشتن اصول و روشی برای انتخاب مناسبترین گیرنده با توجه به اهداف، شرایط و امکانات امری ضروری است.

- 1) Very Long Baseline Interometry (V L B I)
- 2) Global Positioning System (G P S)
- 3) Course Acquisition (C / A)
- 4) Mega bits per second (M b p s)
- 5) Precise (P)
- 6) Broadcast ephemerides
- 7) Pseudorange
- 8) Low dynamic positioning
- 9) Differential (relative) positioning
- 10) Real time processing
- 11) Post processing
- 12) Precise ephemerides

در مقابل البرزهای مختاری

۱۳) منظور از دقت در اینجا، دقت نسبی است که معمولاً به صورت «یک قسمت در میلیون» یا

ppm بیان می شود. (14) Universal Time Coordinated (UTC)

زمانی که توسط ایستگاههای رادویی متعددی در سراسر جهان منتشر شده و مبتنی بر زمان اتمی است. ۱۵) بر اساس برنامه فعلی دپارتمان دفاع ایالات متحده فراتر است، بعد از استقرار کامل ماهواره های بلو کد ۲ دقت تعیین موقعیت، مطلق با کد C/A که تنها کدی است که در اختیار عموم قرار خواهد گرفت - به ... مترا کاهش یابد. کاهش دقت با وارد ساختن انحراف عددی در اطلاعات مربوط به ساعت و البرزها خواهد بود.

- 16) North Atlantic Treaty Organization
- 17) Pseudorange
- 18) ISTAC model 2002
- 19) Continuous tracking receiver
- 20) Switching receiver
- 21) Hybrid receiver
- 22) Noise
- 23) Microstrip
- 24) Transposed matrix

۶) نحوه دستیابی به افریز (W 2002) بعضی از سازندگان گیرنده های GPS خدماتی در ارتباط با افریز - افریزهای پیش بینی شده و یا دقیق - به مشتریان خود ارائه می دهند. این مسئله از نکات مثبت بوده و می بایست با توجه به نکاتی از قبیل هزینه اضافی آن خدمات و وابستگیهایی که ممکن است به کشورهای خارجی ایجاد کند و ... وزنی مناسب به آن اختصاص داد.

۷) عواملی چون شناخت فروشنده با تجربیات معاملات قبلی با یک شرکت فروشنده با مسائل سیاسی مشخصه دیگری را تشکیل می دهند (W 24 و 24). ارزشیابی این مشخصه خیلی مشکل بوده و آن جز در بعضی موارد خاص وزن کمی داده می شود.

● مثالی از نحوه استفاده موارد ذکر شده

برای روش ساختن چگونگی به کارگیری مطالب یاد شده به ذکر یک مثال می پردازیم. فرض کنید که مؤسسه ای در ایران تصمیم دارد GPS را در تعیین موقعیت نقاط کنترل شبکه ای با ... نقطه به کار برد، و محدوده کار در مناطق صحرائی و نیمه صحرائی با تغییرات دمای زیاد و وزش بادهای مکرر همراه با گرد و غبار باشد. دقت مورد نظر در تعیین موقعیت را 10 ppm در نظر می گیریم. همچنین فرض کنید فاصله نقاط به طور معمول ۱ کیلومتر است، اما امکان داشتن بازه ای به طول بیش از ۳ کیلومتر نیز وجود داشته باشد. این مؤسسه دارای تعدادی نقشه بردار است که هیچگونه تجربه کار قبلی با GPS ندارند. حال تصور کنید که بین سه گیرنده A و B و C می خواهیم مناسب ترین را با توجه به شرایط ذکر شده و امکانات موجود تعیین کنیم.



جدول (۱)، مثالی از مدل درجه بندی گیرنده های GPS

شماره J (۱)	مشخصه (۲)	ارزش مشخصه ها			
		وزن WJ (۳)	A A3 (۴)	B B2 (۵)	C C1 (۶)

(الف) انواع گیرنده

۱	یک/دو فرکانسه	۱/۰	۱/۰	۰/۰
۲	وابستگی به کد	۱/۰	۱/۰	۰/۸
۳	اندازه گیرنده فاز کد/سوج حاصل	۰/۸	۰/۳	۱/۰
۴	پیوسته/لحظه ای	۰/۲	۰/۶	۱/۰
۵	عملکرد آنتن	۰/۳	۰/۶	۰/۸

(ب) مشخصات ظاهری

۶	ضبط/طول مدت مشاهده	۰/۵	۰/۴	۰/۷
۷	تعداد اجزا	۰/۴	۰/۶	۰/۸
۸	اندازه، وزن، قابلیت حمل	۰/۸	۰/۴	۰/۷
۹	دوام، استحکام	۰/۸	۰/۵	۰/۷
۱۰	مقاومت در مقابل تغییر دما	۱/۰	۰/۸	۰/۸
۱۱	مقاومت در برابر آب/گرد و خاک	۱/۰	۰/۸	۰/۵
۱۲	منبع تغذیه	۱/۰	۰/۹	۰/۶
۱۳	استاندارد فرکانس، وغیره	۰/۴	۰/۴	۱/۰
۱۴	برنامه ولوایز	۰/۸	۰/۸	۰/۴
۱۵	سهولت استفاده	۰/۹	۰/۵	۰/۸
۱۶	نگهداری، تجهیزات	۰/۹	۰/۳	۰/۶
۱۷	فراوانی، سازگاری	۰/۸	۰/۵	۰/۸

(پ) تدارکات

۱۸	قیمت	۱/۰	۰/۶	۰/۷
۱۹	دستیابی به گیرنده	۰/۵	۰/۶	۰/۳
۲۰	ضمانت نامه، خدمات بعدی	۱/۰	۰/۵	۰/۸
۲۱	امکانات شرکت، عملکرد	۰/۵	۰/۱	۰/۸
۲۲	آموزش	۱/۰	۰/۳	۰/۸
۲۳	خدمات افسری	۰/۵	۰/۳	۰/۸
۲۴	عوامل دیگر	۰/۳	۰/۱	۰/۸

(ت) درجه سرعویت نهائی

۹/۷۷	۱/۶۹	۹/۲۵	-	$(q_i = \sum_{j=1}^4 w_j d_{ij})$
------	------	------	---	-----------------------------------

تذکر: گیرنده ها و معاد بر مشخصه ها فرضی بوده، و تنها جنبه مثال دارند.