فصل پنجم

تعیین مختصات ایستگاهی

هدف‌های رفتاری

پس از آموزش و مطالعهٔ این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود بتواند :

۱ــ روش تقاطع را برای تعیین مختصات نقاط کنترل تعریف نماید.

۲ــ روش ترفیع را برای تعیین مختصات نقاط کنترل تعریف و کاربرد آن را ذکر نماید.

۳ــ مثلث‌بندی و روش‌های آن را برای تعیین مختصات نقاط کنترل تعریف نماید.

۴ــ روش شبکه را برای تعیین مختصات نقاط کنترل تعریف نماید.

۵ــ پیمایش را تعریف کند.

۶ــ تفاوت پیمایش‌های باز و بسته را بیان کند.

۷ــ مراحل مختلف انجام عمل پیمایش را شرح دهد.

۸ــ محاسبات پیمایش را انجام دهد.

۹ــ جدول محاسبات پیمایش را تنظیم نماید.

۱۰ــ خطای بست زاویه‌ای را محاسبه نماید.

۱۱ــ حداکثر خطای مجاز بست زاویه‌ای را محاسبه کند.

۱۲ــ خطاهای پیمایش را سرشکن کند.

۱۳ــ مختصات تصحیح شده رئوس پیمایش را محاسبه کند.

۱۴ــ اطلاعات بدست آمده در جدول پیمایش را کنترل کند.

۱۵ــ روش تعیین موقعیت ماهواره‌ای را شرح دهد.

مطالب پیش نیاز

قبل از مطالعهٔ این فصل از فراگیرنده انتظار می رود با مطالب زیر آشنا باشد :

۱ــ آشنایی با فصل ۵ کتاب «مسّاحی»

مقدمه

اصولاً برای تهیه نقشه یا تصویر قائم از یک منطقه مجبور خواهیم بود تعدادی نقطه کنترل زمینی را در آن منطقه مشخص کنیم تا بتوانیم به کمک آنها عوارض مورد نیاز را از روی زمین برداشت و سپس به نقشه انتقال دهیم. به کمک این نقاط می‌توان نقاط مربوط به طراحی‌های رسم شده در روی نقشه را نیز به روی زمین منتقل نمود. این نقاط می‌توانند به صورت عارضه‌های طبیعی باشند امّا با توجه به اهمیت و لزوم ماندگاری آنها، معمولاً در قالب سازه‌های مصنوعی و با علایم مشخصی روی زمین طبق استاندارد ساخته و تثبیت می‌شوند. این نقاط را شبکه نقاط کانوا می‌نامند و برای استقرار و توجیه دستگاه‌های نقشه‌برداری از آنها استفاده می‌شود. در مورد این نقاط در فصل چهارم بطور مفصل صحبت شد. چنانچه با خط‌های فرضی این نقاط تعیین شده را به هم متصل کنیم کثیرالاضلاعی خواهیم داشت که به آن پلیگون می‌گویند.

مفاهیم کلیدی

مختصات
Coordinates
ایستگاه
Station
تقاطع
Intersection
ترفیع
Resection
مثلث‌بندی
Triangulation
شبکه
Network
پیمایش
Traverse
تعیین موقعیت جهانی
Global Positioning

با انجام مشاهدات طول و زاویه در امتداد یک پلیگون، می‌توان مختصات مسطحاتی نقاط کنترل را به‌دست آورد. همچنین با انجام ترازیابی می‌توان مختصات ارتفاعی نقاط را به‌دست آورد. در نقشه‌برداری به این امر پیمایش گویند. پیمایش زیربنای اکثرکارهای نقشه‌برداری به‌خصوص نقشه‌برداری منطقه‌ای، کارهای ساختمانی، راه‌سازی، نقشه‌برداری کارهای کشاورزی و بالاخره نقشه‌برداری برای تهیه نقشه‌های موضوعی جهت برنامه‌های توسعه و عمران می‌باشد.

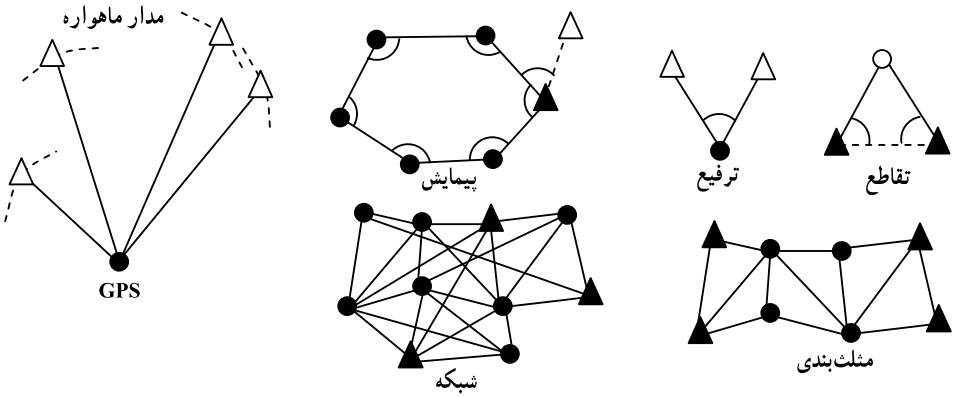
امروزه با پیشرفت فناوری تعیین موقعیت ماهواره‌ای، مختصات ایستگاه‌ها توسط سیستم GPS به‌صورت سه بعدی تعیین موقعیت جهانی می‌گردد. برای این منظور کافی است آنتن گیرنده GPS را روی نقطه مستقر کرده و مشاهدات آن را در مدت کوتاهی (بسته به دقت موردنیاز بین چند دقیقه تا چند ساعت) جمع‌آوری و در نرم‌افزارهای مربوطه پردازش نمود. البته روی عدد ارتفاع حاصل از GPS باید تصحیحاتی اعمال نمود و برای انجام این‌کار هنوز نیاز به ترازیابی می‌باشد.

در این فصل راجع به روش‌های تعیین مختصات ایستگاهی و به‌خصوص پیمایش و GPS بحث و بررسی خواهد شد.

۵ــ۱ــ روش‌های تعیین مختصات ایستگاهی

مختصات نقاط کنترل باید چند برابر دقیق‌تر از خطای مجاز نقشه مورد نظر تهیه شود، زیرا که برداشت جزئیات موردنظر روی زمین متکی به آنها بوده و از روی این نقاط انجام می‌گیرد. چنانچه دقت کافی در مورد تعیین مختصات یک یا چند نقطه کنترل به عمل نیاید کلیه مشاهدات برداشتی در آن نقاط، خطادار شده و درنتیجه نقشه حاصله از صحت کافی برخوردار نخواهد بود.

برای تعیین مختصات نقاط کنترل مطابق شکل ۵ــ۱ از اصول هندسی ساده‌ای که روش‌های معمول در نقشه‌برداری بر پایه آنها استوار شده‌اند استفاده می‌شود. در ادامه برخی از روش‌های تعیین مختصات نقاط کانوا ارائه شده‌اند که عبارت‌اند از : تقاطع، ترفیع، پیمایش، مثلث‌بندی و شبکه.



شکل ۵ــ۱ــ روش‌های تعیین مختصات نقاط ایستگاهی در نقشه‌برداری (دوایر نقاط کنترل مجهول، مثلث‌ها نقاط کنترل معلوم، دوایر و مثلث‌های توپر نقاط ایستگاه‌گذاری)

تقاطع : در این روش روی نقاط معلوم قرار گرفته و به نقطه مجهول نشانه‌روی می‌کنیم. هنگامی از روش تقاطع استفاده می‌شود که مختصات نقاط را نتوان به دلیل بُعد مسافت یا دسترس‌ناپذیر بودنشان (مانند نقطه بالای گنبد یا یک برج) با روش‌های معمول نقشه‌برداری تعیین کرد.

ترفیع : ترفیع عکس عمل تقاطع است. در این روش ایستگاه‌گذاری روی نقطه مجهول انجام شده و به نقاط با مختصات معلوم نشانه روی می‌کنند و مختصات نقطه مجهول را تعیین می‌نمایند.

از ترفیع معمولاً هنگامی استفاده می‌شود که موقعیت مسطحاتی تعدادی از نقاطِ دور از دسترس معلوم است و ما بخواهیم به کمک آنها مختصات نقاطی که دسترس پذیرند را در منطقه معلوم کنیم. کاربرد عملی این روش موقعی است که هویت تمام نقاط مختصات‌دارِ دسترس‌پذیر در منطقه از بین

رفته و لازم باشد تا موقعیت این نقاط را از نو تعیین و یا نقاط جدیدی را از نو شناسایی و تعیین موقعیت کنیم.

مثلث‌بندی: منظور از مثلث‌بندی تعیین مختصات مسطحاتی تعدادی از نقاط کانوای نقشه‌برداری است. این نقاط مجموعاً تعدادی مثلث متصل به‌هم را تشکیل می‌دهند که با اندازه‌گیری طولِ یک یا دو ضلع از این مجموعه مثلث و نیز اندازه‌گیری کلیهٔ زوایا می‌توان مختصات رأس مثلث‌ها را تعیین کرد.

معمولاً مثلث‌بندی به سه روش سه ضلع بندی، سه زاویه بندی یا تلفیقی انجام می‌شود. در گذشته به دلیل بالا بودن دقت قرائت زوایا توسط دستگاه‌های نقشه‌برداری و نبود دقت کافی در اندازه‌گیری طول‌ها از روش سه‌زاویه‌بندی استفاده می‌شد امّا امروزه با داشتن دوربین‌های پیشرفته نقشه‌برداری و دارا بودن دقت بالا در اندازه‌گیری طول‌ها، عمل مثلث‌بندی به روش تلفیقی یا سه ضلع‌بندی انجام می‌شود.

هنگامی که منطقه عملیات به قدری بزرگ باشد که افزایش تعداد نقاط شبکه باعث ازدیاد خطا و در نتیجه کم شدن دقت شود و یا هنگامی که تعیین نقاط کنترل برای انجام پروژه‌های بزرگ در مناطق وسیع لازم باشد، روش مثلث بندی نسبت به روش‌های دیگر مانند پیمایش ارجحیت دارد.

بیشتر بدانیم

نمایی از یک ایستگاه تعیین موقعیت دائمی با GPS

شبکه : درصورتی‌که برای انجام مشاهدات طول و زاویه مانند روش مثلث‌بندی، تشکیل مثلث‌های متصل به هم الزامی نباشد و بتوان طول بین هر دو نقطهٔ دلخواه و زاویهٔ بین هر سه نقطهٔ دلخواه را مشاهده نمود، به آن روش شبکه گویند. تعداد مشاهدات و پیچیدگی محاسبات در روش شبکه بیشتر از روش مثلث‌بندی بوده و معمولاً در پروژه‌های حساس مانند تعیین موقعیت و جابجایی‌سنجی پل‌ها، تونل‌ها و سدها که به پروژه‌های میکروژئودزی معروف است و به دقت‌های بسیار بالایی نیاز است از این روش استفاده می‌کنند. لازم به ذکر است که اصولاً هزینه انجام مثلث‌بندی و شبکه بیش از پیمایش است و به علاوه در اراضی جنگلی به دلیل محدودیت دید این روش کارایی ندارد. بنابراین در غیر موارد فوق می‌توان از پیمایش به عنوان یک روش کارساز و مؤثر استفاده کرد.

۵ــ۲ــ پیمایش (Traverse)

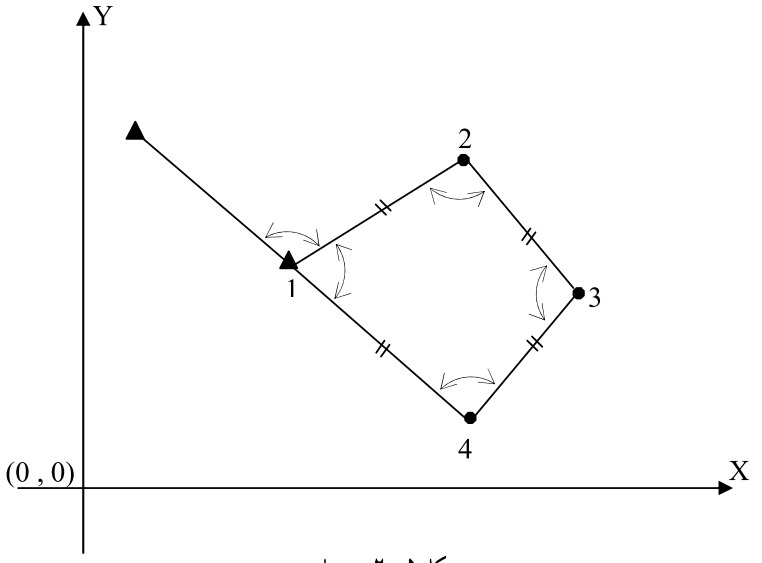
معمول‌ترین و متداول‌ترین روش در تعیین مختصات نقاط نقشه‌برداری، پیمایش می‌باشد.

چنانچه تعدادی نقطه روی زمین ایجاد کرده و توسط خطوط فرضی این نقاط را به ترتیب به هم وصل کنید، در این‌حالت یک چند ضلعی روی زمین ایجاد می‌شود. حال اگر با استفاده از روش‌های دقیقِ نقشه‌برداری، طول اضلاع این چند ضلعی و همچنین همهٔ زوایای رئوس آن اندازه‌گیری شود، به این عمل پیمایش گویند وبه نقاط ایجاد شده ایستگاه پیمایش (Traverse station) گویند.

در واقع پیمایش یکی از روش‌های تعیین مختصات دو بعدی نقاط (x , y) می‌باشد که درآن با استفاده از نقاط معلوم و انجام مشاهدات زمینی بین نقاط مجهول (اندازه‌گیری طول و زاویه) و در نهایت انجام یک‌سری محاسبات، می‌توان مختصات نقاط مجهول را در سیستم مختصات نقاط معلوم، به‌دست آورد.

در پیمایش برای اینکه بتوان ابتدا سیستم مختصات دو بعدی مورد نظر را مشخص نمود به حداقل دو نقطه با مختصات معلوم (یک نقطه با مختصات معلوم و یک امتداد معلوم) در آن سیستم مختصات نیاز می‌باشد. با این معلومات می‌توان مبدأ سیستم و جهت محورهای آن را مشخص کرد. البته در مواقعی این سیستم مختصات را می‌توان کاملاً فرضی اختیار کرد یعنی مختصات نقطه اول و همچنین ژیزمان ضلع اول را فرضی در نظر گرفت.

مختصات نقاطی که با مثلث مشخص شده‌اند معلوم است و نقاط ۲تا۴ نقاط مجهول‌اند که به روش پیمایش، مختصات آنها در این سیستم مختصات مشخص می‌شود.



شکل ۵ــ۲ــ پیمایش

بیشتر بدانیم

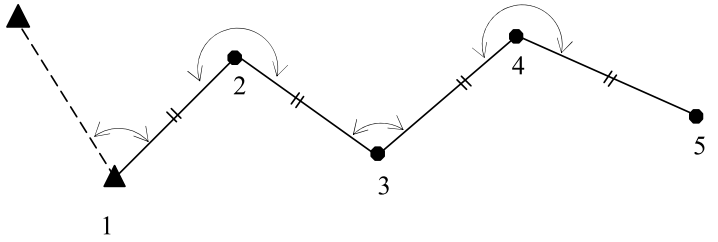
نقشه‌برداری و کمی خنده!!!

۵ــ۳ــ انواع پیمایش

پیمایش معمولاً به دو حالت باز و بسته تقسیم بندی می‌شود :

پیمایش باز (Open traverse) : اگر پیمایش از یک نقطه با مختصات معلوم و یا مفروض

شروع و به نقطه‌ای با مختصات مجهول (نامعلوم) پایان یابد، به آن پیمایش باز می‌گویند.



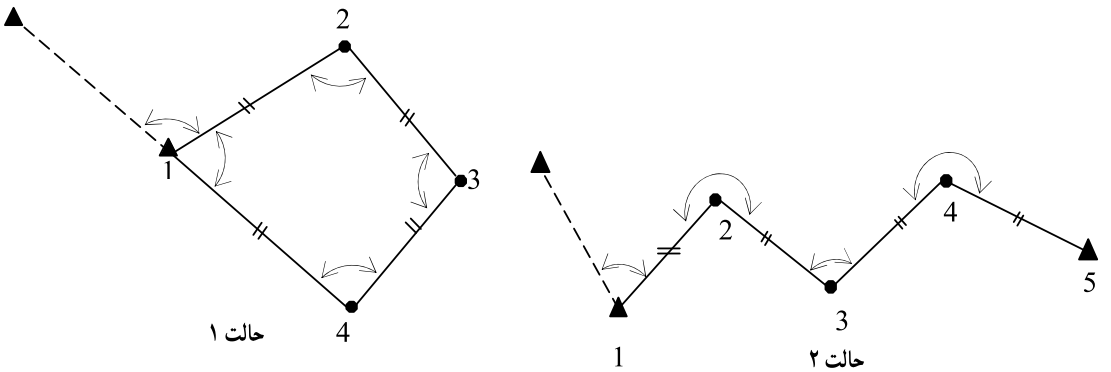
شکل ۵ــ۳ــ پیمایش باز

به دلیل نبودن رابطهٔ ریاضی از قبل معلومی بین اجزای پیمایش باز، کنترل درستی اندازه‌گیری‌ها بدون تکرار اندازه‌گیری‌ها امکان پذیر نیست، بنابراین از آن در کارهایی که نیاز به دقت بالایی دارند استفاده نمی‌شود.

پیمایش بسته(Closed traverse) : در دو حالت زیر پیمایش را بسته می‌گویند :

۱ــ پیمایش از یک نقطه با مختصات معلوم(مفروض) شروع شود و به همان نقطه ختم گردد. به چند ضلعی بسته که در این حالت ایجاد می‌شود پلیگون (Polygon) می‌گویند. (شکل ۵ــ۴ حالت ۱)

۲ــ پیمایش از یک نقطه با مختصات معلوم شروع شود و به نقطه دیگری با مختصات معلوم برسد. به این حالت پیمایش اتصالی (Link traverse) می‌گویند. بهترین حالت برای پیمایش اتصالی زمانی است که دو نقطه با مختصات معلوم در ابتدا و همچنین دو نقطه با مختصات معلوم در انتهای پیمایش موجود باشد. زیرا در این حالت پیمایش هم از لحاظ سمت (آزیموت) و هم از لحاظ موقعیت



شکل ۵ــ۴ــ پیمایش بسته

قابل کنترل است. در صورت امکان نقاط معلوم از شبکه‌ای با درجه بالاتر انتخاب می‌شود.(شکل ۵ــ۴ حالت ۲)

از پیمایش بستهٔ پلیگون معمولاً در مناطقی که طول و عرض منطقه تقریباً مساوی است استفاده می‌شود. همچنین در مناطقی که نقاط با مختصات معلوم در دسترس نیست می‌توان با فرضی گرفتن مختصات نقطه اول از این نوع پیمایش استفاده کرد. البته این‌حالت فقط برای نقشه‌برداری مناطق کوچک کاربرد دارد.

بیشتر بدانیم

نقشه‌برداری و کمی خنده!!!

۵ــ۴ــ مراحل پیمایش

پیمایش را می‌توان به سه مرحله کلی زیر تقسیم بندی کرد :

الف) شناسایی

ب) اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات پیمایش

ج) محاسبات

الف) شناسایی :

در این مرحله گروه شناسایی با مراجعه مستقیم به محلی که قرار است پیمایش انجام شود، منطقه را شناسایی کرده ومحل ایستگاه‌های پیمایش را انتخاب و علامت‌گذاری کرده و مستحکم می‌کنند و

در نهایت ازموقعیت نقاط موجود یک کروکی تهیه می‌کنند.

محل ایستگاهای پیمایش بنا به هدفی که از پیمایش دنبال می‌شود انتخاب می‌شوند به عنوان مثال چنانچه هدف، برداشت توپوگرافی منطقه و تهیه نقشه باشد ایستگاه‌های پیمایش را طوری در نظر می‌گیرند که از آنها بتوان بیشترین جزئیات محدوده مورد نظر را برداشت کرد و چنانچه هدف از پیمایش پیاده کردن نقشه یک مسیر باشد محل ایستگاه‌ها را طوری در نظر می‌گیرند که از آنها بتوان اجزای مسیرمورد نظر (محورمستقیم راه و نقاط ابتدا و رأس و انتهای قوس) را با دقت بالایی پیاده کرد. امّا در هر حال رعایت موارد زیر برای انتخاب محل ایستگاه‌های پیمایش ضروری است :

۱ــ از هر ایستگاه به ایستگاه قبلی و بعدی باید حتماً دید برقرار باشد، ولی نیازی نیست که از یک نقطه به همه نقاط پیمایش دید برقرار باشد.

۲ــ زمینی که در آن ایستگاه پیمایش ساخته می‌شود باید مستحکم و پایدار باشد بنابراین زمین‌های نرم و سست و کنار رودخانه‌ها ونهرها جای مناسبی برای ایستگاه پیمایش نیست

۳ــ ایستگاه‌های پیمایش باید از دور به خوبی دیده شوند، بنابراین زمین‌های مسطح و مرتفع مکان مناسبی برای نقاط پیمایش بوده و زمین‌های پوشیده از بوته و علف‌های وحشی مکان مناسبی برای آنها نیست.

۴ــ برای کاهش خطای سانتراژ(دوربین ومنشور) در اندازه‌گیری زاویه، تا حد امکان طول اضلاع پیمایش بلند در نظر گرفته شود.

در مناطق کوچک و پیمایش‌هایی که از آنها برای اهداف کوتاه مدت استفاده می‌شود می‌توان از میخ‌های چوبی و یا فولادی حدود ۲۰– ۲۵ سانتی‌متری برای نشانه‌گذاری و تثبیت ایستگاه‌های پیمایش استفاده کرد ولی زمانی که پیمایش برای پروژه‌های بلند مدت و زمان بر از قبیل ایجاد بزرگراه‌ها و سدها استفاده می‌شود باید ایستگاه‌ها را طوری مستحکم کرد که برای مدت طولانی محل آنها ثابت بوده و تخریب نشوند.

ب) اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات پیمایش

پس از ایجاد و استحکام نقاط پیمایش، گروه نقشه‌بردار به محل مراجعه کرده و با توجه به کروکی و نام نقاط ،طول افقی همه اضلاع و همچنین زاویه افقی همه رأس‌های پیمایش مورد نظر را اندازه‌گیری کرده و در فرم‌های موجود ثبت می‌کنند. همچنین لازم است که ژیزمان یکی از اضلاع پیمایش (که معمولاً ضلع اول می‌باشد) نیز اندازه‌گیری شود.

طول‌ها با استفاده ازیک طولیاب و به صورت رفت و برگشت و زوایا هم به‌وسیله یک زاویه‌یاب