| | | |
|---|---|---|
| آموزشکده نقشه برداری | بسمه تعالی<br>**جزوه مهندسی اطلاعات**<br>تهیه و تنظیم:<br>دکتر علیرضا قراگوزلو<br>کد جزوه: ۱-۱۰۰<br>۱۳۸۹ | قسمت پنجم<br>فاصله یابي<br>تعداد صفحات:۹ |

**فاصله یابی**

پیمودن بین دو نقطه را با یک یکه اندازه گیری فاصله یا طول یابی می گویند. اندازه‌گیری فاصله یکی از قسمت های مهم و اصلی اندازه‌گیری است و اغلب اوقات به عنوان مبنای برداشت مورد استفاده قرار می گیرد.

در گذشته واحدهای طول غالبا متکی بر بعضی روش ها و مدل های عادی بوده مثلا brasse یا ارش(به اندازه ۱متر و ۶۲ سانتی متر به اندازه دوبازوی باز)، aune معادل ۱/۱۱۸ متر(مساوی ۱ذرع) یا پا pies (که واحد طول سابق فرانسه که معادل ۰/۳۲۴۸ متر بوده) و paunce معادل یک دوازدهم پا یا به عبارتی ۰/۰۲۷ متر؛ که چون تا مدت های مدید مشخص نمودن این گونه واحدها معوق مانده بود، مشکلاتی را نه تنها درنقشه برداری و ژئودزی بلکه درعلوم دیگر هم ایجاد کرده بود.درسال ۱۷۹۱درفرانسه انجمن عمومی اوزان ومقادیربه منظوراصلاح ورفع مشکلات مربوطه تصمیم گرفت تا واحد طول جدیدی را ابداع نماید. این واحد متر بود که امروزه واحدبین‌المللی اندازه‌گیری فاصله است ودرحدود یک چهل میلیونیم ( $\frac{1}{40\times10^6}$ ) محیط استوا می باشد.نمونه اصلی متر برتولی Breteuli حوالی پاریس نگهداری می شودودرسال ۱۸۸۹ سی کپی از آن بین ۱۸کشور توزیع گشت.

طی سال های۱۸۸۰نوارها ومفتول های فلزی توسط ژادرین سوئدی ساخته شد.درسال ۱۹۸۷ دانشمندی فرانسوی-سوئیسی به نام جیلیوم انوار را کشف کرد ومفتول های انواری ساخته شد. با پیدایش دستگاههای الکترونیکی‌تحول بزرگی در اندازه‌گیری فاصله به وجود آمد.تلئورومتر دستگاهی است که بهترجوابگوی نیازهای نقشه برداری است و در سال ۱۹۵۷ به صورت تجاری در آمد. این دستگاه با استفاده از امواج کوتاه کارمی کند و برمبنای اصل مقایسه فاز متکی است. بعدها این دستگاه توسط Wadleyو Fejer و Hew itt اهل آفریقای جنوبی کامل گشت.قدرت اولین تلئورومتر ۸۰ کیلومتر با دقت ۱۰ سانتی متر بود.

سالهای بعدتلئورومترهائی باقدرت زیادتر تولید شدند.کم کم تکنولوژی نقشه برداری دچارتحول گشت و دستگاههای تمام خودکار آمدندکه نقشه بردارمی توانست با استفاده ازدستورالعمل همراه آن عملیات ومحاسبات مربوط به آنها را انجام دهد.

طبق تعریف نقشه باید فواصل اندازه‌گیری شده روی زمین به صورت افقی باشد یا این‌که با انجام محاسبات طول های غیر افقی را به طول افقی تبدیل نمود.

**طرق مختلف اندازه‌گیری فاصله**

اندازه‌گیری فاصله به دو طریق دسته بندی شده است:

۱- اندازه‌گیری به طریق مستقیم

۲- اندازه‌گیری به طریق غیرمستقیم

**۱- اندازه‌گیری به طریق مستقیم**

الف) قدم انسانی Pacing

در کارهای کم دقت و یا برآوردهای اولیه ی مسافت می توان از قدم انسانی استفاده کرد.قبل از شروع باید قدم استاندارد خود را به وسیله ی واحدی سنجید. برای این کار ابتدا یک طول صد متری را قدم می کنند تا طول متوسط هر قدم یا به عبارتی طول قدم استاندارد شخص به دست آید.سپس فاصله موردنظر را با قدم اندازه‌گیری می کنند. برای جلوگیری از اشتباه از یک وسیله جیبی به نام قدم شمار یا پاس متر Pedometer استفاده می شود که با داشتن یک کنتور به جای تعداد قدم ها مستقیما فاصله پیموده را نشان می دهد.دقت نسبی این روش توسط افراد با تجربه به یک صدم می رسد.

ب) سرعت ثابت

در این روش از رابطه $x = vt$ استفاده می شود که با مشخص بودن سرعت ثابت خود در واحد زمانی می توان فاصله را به دست آورد.تجربه نشان داده که کاروان های شتر دارای سرعت نسبتا ثابت هستند؛به همین دلیل برای اولین بار محیط نصف النهار را با آن اندازه‌گیری کردند.

پ)چرخ غلطان یا ثابت گردونه ای Odometer

این دستگاه مانند چرخ دوچرخه است که بر روی زمین می غلطد.تعداد دورهای در

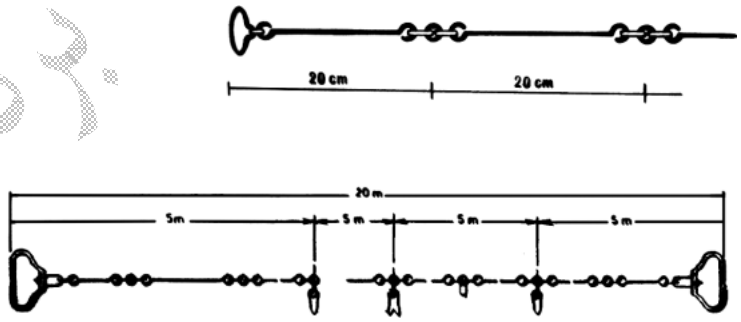
زمان حرکت روی کنتور ثبت می شود و با معلوم بودن محیط چرخ آن، فاصله دو نقطه مشخص می گردد. این روش دارای دقت نسبی یک دویستم است و اولین بار برای تهیه نقشه ۱:۸۰۰۰۰ استفاده شده است.

ت)استوانه های دوار

در این روش نخی به طول کافی دور استوانه ای پیچیده شده و در جعبه ای قرار گرفته و با باز شدن نخ استوانه می چرخد و یک کنتور تعداد دور آن را نشان می دهد.برای اندازه گیری فاصله A تا B باید از نقطه A به B حرکت کرد با باز شدن نخ تعداد دورها مشخص می شود و با استفاده از محیط استوانه می توان طول AB را محاسبه نمود. دقت این روش یک سیصدم است و از آن می توان در تکمیل نقشه های کوچک مقیاس و تهیه کروکی های نسبتا دقیق استفاده کرد.

ث)زنجیر مساحی Surveyor's chain

این ابزار از سلسله مفتول های فلزی به طول ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر ساخته شده است که به وسیله ی حلقه های مخصوص فلزی به هم اتصال می یابند.هر رشته آن از ۵۰ تا ۱۰۰ مفتول تشکیل شده است و از پلاک های مختلف برای نشان دادن محل دسی متر و متر استفاده می شود. این وسیله را همراه با فیش های مخصوص استفاده می کنند که برای نشان کردن نقاط به کار می روند. دقت نسبی این روش یک هزارم است.




ج)نوارهای اندازه گیری Tapes

این نوارها از نوع فلزی، پارچه ای یا پلاستیکی هستند که دقت اندازه‌گیری با آن ها بین یک هزارم تا یک پنج هزارم است.نوارهای پلاستیکی و پارچه ای برای اندازه‌گیری های دقیق استفاده نمی شود چرا که تغییر طول آنها در مقابل عوامل مختلف - برای نوار پلاستیکی کشش و عوامل جوی مثل گرما و سرما و برای نوار پارچه ای اثر رطوبت- زیاد است.

نوارهای فلزی اغلب از جنس فولاد هستند و طول آن ها از ۳ تا ۱۰۰ متر می باشد. دقت آن بستگی به روش اندازه گیری دارد و معمولا می توان به دقت یک پنج هزارم دست یافت. در شرایط خاص با رعایت و محاسبه خطاها می توان دقت را به یک صدهزارم نیز رساند. چون هر نوار فلزی در اثر نیروی کششی و نیز دمای خاصی، طول اسمی خود را داراست، برای دقت بیشتر در اندازه گیری، نوارهای فلزی را همراه با کشش سنج و دما سنج استفاده می کنند به این طریق که کشش سنج را در دو سمت نوار قرار می دهند و نیروی کششی برابر با نیروی استاندارد به نوار وارد می کنند و دمای محیط را در همان لحظه یادداشت می نمایند. با توجه به اختلاف دمای محیط و دمای استاندارد و نیز ضریب انبساط طولی خطای حاصل در اندازه گیری را محاسبه و در آن دخالت می دهند.(فرمول های مربوط در قسمت تصحیح اندازه‌گیری با نوار)

چ)مفتول انوار(سیم انوار،متر انوار) Invar

در کارهای دقیق اندازه‌گیری از این وسیله استفاده می شود انوار آلیاژی است از آهن و فولاد که از ضریب انبساط حرارتی بسیار اندکی( $\alpha = 4\times10^{-7}$ ) برخوردار است و تغییرات طول آن تحت عوامل جوی گوناگون مثل گرما بسیار کم است.دقت اندازه گیری با مفتول انوار بسیار زیادتر از نوار انوار است و مورد استفاده آن در ژئودزی برای اندازه گیری طول مبنا یا باز (Base) است.مفتول انوار را روی سه پایه ای که دو تا وزنه به آن آویزان است نصب کرده و به خالت تعلیق از آن استفاده می شود؛ بنابراین متر کشی با آن نسبتا سخت است.طول این نوار ۲۴ متر است و دقت اندازه‌گیری با آن به‌یک میلیونیم(یک میلی متر درکیلومتر)می رسد.

**مترکشی روی سطح هموار و امتداد گذاری**

وقتی فاصله مورد نظر از طول متر کم تر باشد، مشکلی در عمل به وجود نمی آید و به راحتی می توان فاصله دو نقطه را اندازه گیری نمود؛ ولی اگر فاصله زیادتر از متر باشد روش کار به این ترتیب است که دو ژالون را در ابتدا و انتهای فاصله موردنظر قرار می دهیم.سپس طول موردنظر را به قطعاتی که از طول متر کم تر است بخش می کنیم.

یک نفر پشت ژالون A می رود و با راهنمایی او شخص دیگری ژالون سومی را بین A و B طوری قرار می دهد که نفر اول ژالون قرار داده شده و ژالون های مستقر در نقاط A و B را در یک خط ببند.سپس محل موردنظر را با میخ علامت زده و نقطه دیگر را مشخص می کنند. این عمل را ژالون گذاری یا امتداد یابی می نامند. در کارهای دقیق برای امتدادیابی از دوربین نقشه برداری(معمولا تئودولیت) استفاده می کنند.

**مترکشی روی سطح شیب دار**

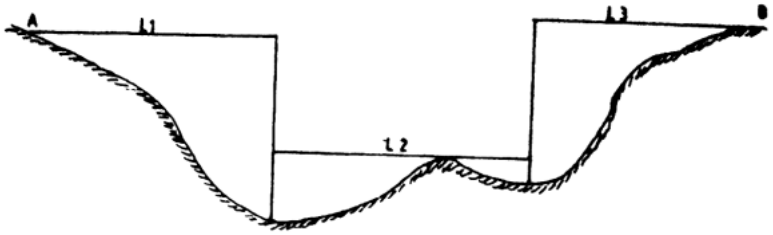
اگر سطح ناهموار باشد یا به عبارتی شیب دار باشد از دو روش زیر استفاده می گردد:

۱- مترکشی افقی

۲- مترکشی در امتداد سطح شیب دار

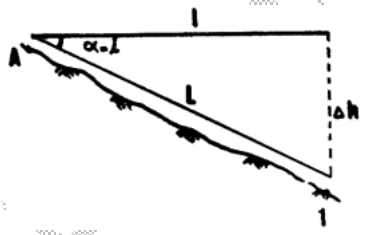
۱- مترکشی افقی

یک طرف نوار را در نقطه ای که ارتفاع زیادتری دارد، قرار می دهند و طرف دیگر آن را در فضا طوری نگاه می دارند که متر به حالت افقی درآید. برای افقی نگاه داشتن متر می توان از شمشه یا تراز بنایی استفاده کرد ولی معمولا این کار باچشم انجام می شود وبرای آنکه درجه متر درست درامتداد قائم نقطه انتهایی‌قرائت شود ازشاغول یا ژالونی که به شکل قائم درانتهای فاصله مورد نظر قرار داده می شود استفاده می کنند.



۲- مترکشی در امتداد سطح شیب دار

اگر شیب ثابت باشد، مترکشی را روی سطح شیب دار انجام می دهند و با اندازه‌گیری زاویه شیب با شیب سنج یا اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع، فاصله افقی را محاسبه می کنند.اگر زاویه استفاده شود از رابطه $l = L\cos\alpha$ می توان طول را محاسبه کرد. ولی اگر اختلاف ارتفاع دونقطه در دست باشد می توان از رابطه $l^2 = L^2 - \Delta h^2$ استفاده نمود. برای این کار دوربین نقشه برداری بین دو نقطه قرار می گیرد(تراز می شود) و در محل هر نقطه یک شاخص قرار داده می شود با قرائت ارتفاع نقطه A دوربین را به سمت شاخص نقطه B نشانه روی کرده و ارتفاع آن را نیز قرائت و اختلاف ارتفاع را به دست می آوریم.




**تصحیح اندازه گیری طول با نوار**

الف) تصحیح کالیبراسیون Standardization

وقتی طول واقعی نوار با طول اسمی آن مساوی نباشد به فاصله اندازه‌گیری تصحیحی به دو صورت وارد می شود:

۱- اگر طول واقعی نوار بلندتر از طول اسمی آن باشد، فاصله خوانده شده کمتر از مقدار واقعی آن است و تصحیحی که وارد می شود مثبت است.

۲- اگر طول واقعی نوار از طول اسمی آن کوتاه تر باشد، فاصله خوانده شده زیادتر از مقدار واقعی است و تصحیحی که وارد می شود منفی است.

مقدار خطای متر از رابطه ای حاصل می گردد که در آن $l$ طول اسمی و $l'$ طول واقعی و $C_l$ تصحیحی طولی برای یک متر است:

$$C_l = \frac{l' - l}{l}$$

که این رابطه برای L متر اندازه گیری شده برابر است با:

$$C_L = \frac{l' - l}{l} \times L$$

و مقدار طول واقعی می شود:

$$L' = L + C_L$$

از رابطه روبه رو نیز می توان استفاده کرد:

$$L' = \frac{l'}{l} \times L$$

برای مساحت نیز این‌تصحیح استفاده می شود و فرمول آن از این قرار است:

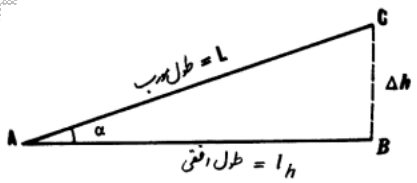
$A$ مساحت ظاهری، $A'$ واقعی، $l$ طول اسمی و $l'$ طول واقعی

$$A' = A\left(\frac{l'}{l}\right)^2$$

ب) تصحیح شیب یا افقی کردن Correction for Slope

الف- برای مناطق کم شیب

با در نظر گرفتن مثلث قائم الزاویه ABC روابط نوشته می شود:




$$L - l_h = C_h$$

$$l_h = L\cos\alpha$$

$$L - L\cos\alpha = C_h = L(1-\cos\alpha) = 2L\sin^2\frac{\alpha}{2}$$

در زاویه های کوچک مقدار sin با خود زاویه برحسب رادیان برابر است پس می توان نوشت:

$$\sin\alpha = \alpha = \frac{\Delta h}{L} \Rightarrow \frac{\alpha}{2} = \sin\frac{\alpha}{2} = \frac{\Delta h}{2L}$$

$$C_h = 2L\left(\frac{\Delta h}{2L}\right)^2 = \frac{(\Delta h)^2}{2L} \Rightarrow C_h = \frac{(\Delta h)^2}{2L}$$

ب- برای مناطق شیب دار

$$C_h = L - l_h \Rightarrow l_h = L - C_h \Rightarrow l_h^2 = (L - C_h)^2$$
$$L^2 = l_h^2 + \Delta h^2 \Rightarrow l_h^2 = L^2 - \Delta h^2$$

با در نظر گرفتن دو رابطه بالا:

$$(L - C_h)^2 = L^2 - \Delta h^2$$
$$(L - C_h) = (L^2 - \Delta h^2)^{\frac{1}{2}}$$

با بسط تیلور دادن عبارت بالا:

$$C_h = \frac{\Delta h^2}{2L} + \frac{\Delta h^4}{8L^3} + \dots$$

در رابطه فوق زمانی که شیب زمین از ۲۰٪ کمتر شود، به علت کوچک بودن مقدار از جزء دوم به بعد صرف نظر شده و همان $C_h = \frac{\Delta h^2}{2L}$ حاصل می شود.

پ) تصحیح درجه حرارت Correction for temperature

هر نوار اندازه گیری در دمای مشخصی استاندارد شده است. دردمای متفاوت طول نوار کمتر یا زیادتر خواهد شد. معمولا دمای استاندارد ۲۰ درجه سانتی گراد است.تغییر طول برابر است با:

$$\Delta L = \alpha L(t - t_0)$$

که در آن $t_0$ درجه حرارت استاندارد، $t$ درجه حرارت محیط کار، $L$ طول قرائت شده و $\alpha$ ضریب انبساط طولی است که برای فولاد $11.5\times10^{-6}$ و برای انوار $6.3\times10^{-7}$ است. این مقدار برابر است با مقدار افزایش طول یک متر از نوار هنگامی که دما یک درجه زیاد شود.

ت) تصحیح نیروی کشش Correction for tension

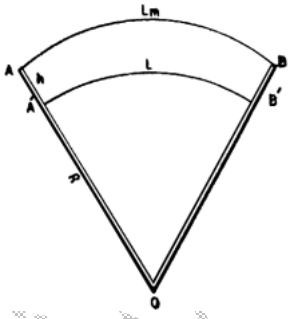
نیروی کشش استاندارد $F_0$، نیروی کشش وارده $F$، سطح مقطع نوار $S$ و $E$ ضریب الاسیتسیه یا ارتجاعی یانگ که برای فولاد برابر است با $2.109\times10^6$

$$\Delta L = \frac{L_0(F - F_0)}{S.E}$$

ث) تصحیح تبدیل به سطح متوسط دریا Reduction to Mean sea Level

چون انتقال اندازه ها از روی زمین‌به صفحه تصویر مستقیما امکان ندارد، لازم است فواصل اندازه‌گیری

شده روی زمین بر روی سطح مبنا تصویر شوند. بنابراین در مورد فواصل اندازه‌گیری شده تصحیحی صورت می گیرد.اگرطول اندازه گیری شده ی AB را $L_m$ و طول تصویر آن بر سطح متوسط دریا L و ارتفاع متوسط AB نسبت به سطح ژئوئید را h فرض کنیم در این‌صورت طبق شکل خواهیم داشت:




$$\frac{L}{L_m} = \frac{R}{R+h}$$

$$L = L_m \frac{R}{R+h}$$

$$C = L - L_m = L_m\left(\frac{R}{R+h} - 1\right) = -L_m \frac{h}{R+h}$$

اگر h مثبت یعنی خط AB بالای سطح متوسط دریا باشد تصحیح منفی و در غیراین صورت مثبت خواهد بود.

علاوه بر این ها، تصحیحات دیگری وجود دارد که چون ما را از موضوع موردنظر دور می کند از تشریح آن صرف نظر نموده و تنها آن ها را نام می بریم:

۱- تصحیح اثر کمانی شدن نوار، شنت یا کمانه Correction for sag

۲- تصحیح اثر خارج امتدادی Correction for malalignment

۳- تصحیح امتداد گذاری

علاوه براین‌ها خطاهای تصادفی (مثل قرائت) و سیستماتیکی هستند که باتصحیحات مربوط به خود کنترل می شوند.