فصل اول

کاربردهای ترازیابی

تسطیح اراضی

هدف‌های رفتاری

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

۱ــ نحوهٔ محاسبات مربوط به جدول ترازیابی هندسی را توضیح دهد.

۲ــ مفهوم و هدف از تهیهٔ مقطع یا پروفیل را بیان کند.

۳ــ انواع مقطع در نقشه‌برداری را نام برده و هریک را توضیح دهد.

۴ــ مراحل کار تهیهٔ پروفیل، طراحی و پیاده سازی مسیر را بیان کند.

۵ــ خطِ پروژه را تعریف کند.

۶ــ مراحل مختلف تسطیح یک زمین را بیان کند.

۷ــ نحوهٔ محاسبهٔ حجم عملیات خاکی را توضیح دهد.

۸ــ منحنی میزان را تعریف کند.

۹ــ فواصل ارتفاعی را تعریف کرده و رابطه آن با توپوگرافی زمین را بیان کند.

۱۰ــ نقشهٔ توپوگرافی را تعریف نماید.

۱۱ــ روش‌های مختلف تهیه و ترسیم منحنی میزان در نقشه‌های توپوگرافی را بیان کند.

۱۲ــ مراحل تهیه و ترسیم منحنی میزان به روش شبکه‌بندی را بیان کند.

۱۳ــ درونیابی یا انترپولاسیون را تعریف کند.

مطالب پیش نیاز

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

۱ــ آشنایی با فصول ۹ تا ۱۳ کتاب «مسّاحی»

۲ــ آشنایی با فصل ۵ کتاب «هندسه (نقشه‌برداری)» مبحث سیستم مختصات قائم‌الزاویهٔ دوبعدی

کاربرد ترازیابی

مقدمه

تغییر در وضعیت پستی و بلندی‌های زمین (توپوگرافی) و مناسب نمودن آن برای اجرای پروژه‌های مختلف عمرانی در اغلب موارد امری الزامی است. در این میان شناخت و آگاهی از وضعیت ارتفاعی زمین در طراحی پروژه‌های خطی (که در امتداد یک خط طراحی و اجرا می‌شوند) از قبیل بزرگراه‌ها، خطوط راه آهن و مترو، خطوط انتقال نیرو و همچنین پروژه‌هایی مثل شهرسازی، کشاورزی، دریاچه‌های ذخیرهٔ آب و پرورش ماهی و ... اهمیت اساسی دارد. چراکه بدون آگاهی از وضعیت توپوگرافی منطقه، رعایت اصول مهندسی در طراحی و اجرای پروژه و همچنین به حداقل رساندن هزینه‌ها امکان‌پذیر نمی‌باشد. در این میان ترازیابی هندسی (مستقیم) به عنوان یکی از روش‌های دقیق و متداول در تعیین و کنترل ارتفاع نقاط کاربرد پیدا می‌کند. در این فصل، بعد از یادآوری کوتاهی از ترازیابی هندسی، برخی از کاربردهای ترازیابی هندسی در طراحی و اجرای پروژه‌های عمرانی را شرح می‌دهیم.

مفاهیم کلیدی

ترازیابی هندسی
Geometry Levelling

مقطع
Section

مقطع طولی
Longitudinal Profile

مقطع عرضی
Cross Section

خط پروژه
Final Ground

خاکریزی
Fill

خاکبرداری
Cut

منحنی‌تراز
Contour

فاصلهٔ ارتفاعی منحنی‌تراز
Contour Interval

درون‌یابی
Interpolation

تسطیح
Land levelling & Grading

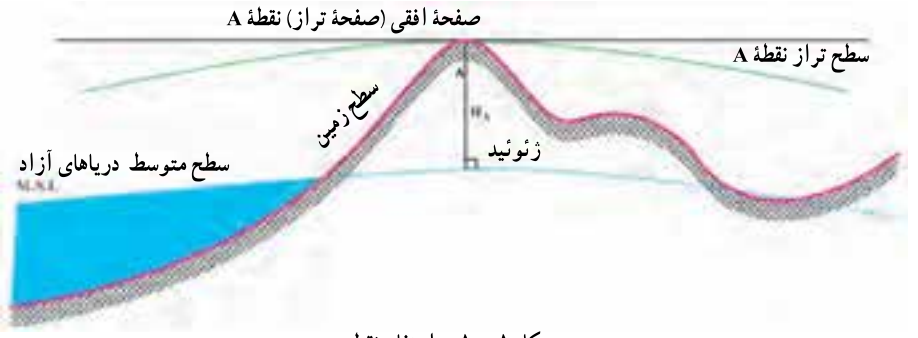
بیشتر بدانیم

«تراز» در لغت نامهٔ دهخدا : اسبابی است که به‌وسیلهٔ آن سطوح افقی را می‌توان تشخیص داد، برای تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه نیزبه‌کار می‌رود. از اقسام آن تراز آبی ، تراز هوائی و تراز بنائی است.

۱ــ۱ــ یادآوری

ارتفاع نقطه (Point Elevation)

همان‌طور که در کتاب مسّاحی سالِ قبل آموختید، ارتفاع یک نقطه عبارت است از فاصلهٔ قائم نقطه از سطح مبنای ارتفاعات (سطحی که ارتفاع نقاط مختلف را نسبت به آن می‌سنجند). چنانچه سطح مبنا برای تعیین ارتفاع نقطه، ژئوئید (سطح متوسط آب دریاهای آزاد) باشد، ارتفاع نقطه، مطلق و در صورتی که سطح مبنای دیگری باشد، ارتفاعِ نقطه، نسبی است.



شکل ۱ ــ ۱ ــ ارتفاع نقطه

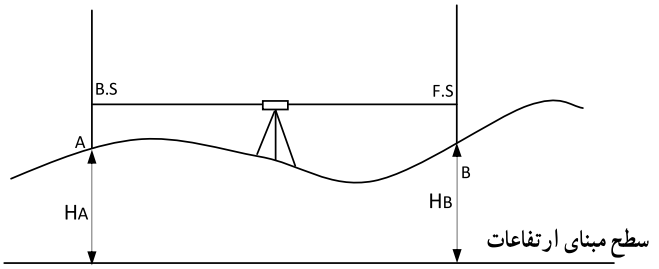
نقاط بنچ مارک (BenchMark)

شکل ۱ ــ ۲ ــ نقطه (بنچ مارک)

برای به‌دست آوردن ارتفاع مطلق نقاط باید اختلافِ ارتفاع آنها را از سطح متوسط آب دریاهای آزاد (ژئوئید) به‌دست آورد. از آنجا که این کار عملاً امکان‌پذیر نیست، توسط سازمان نقشه‌برداری تعدادی نقطه در سراسر کشور ایجاد شده و موقعیت و یا ارتفاع آنها از ژئوئید به‌دست آمده است تا در موقع لزوم بتوان با استفاده از این نقاط ارتفاع سایر نقاط اطراف آن‌را توسط عملیات ترازیابی هندسی تعیین نمود. به این نقاط که در نقشه‌برداری زمینی ارتفاع آنها از قبل معلوم شده فرض می‌شود، در اصطلاح نقاط بنچ مارک می‌گویند. از آنجا که موقعیت این نقاط باید در طول زمان ثابت بمانند، ساختمان آنها مستحکم بوده و بر اساس دستورالعمل‌های خاصی بنا می‌گردند. (شکل ۴ــ۵ فصل چهارم)

ترازیابی هندسی (Geometric Levelling)

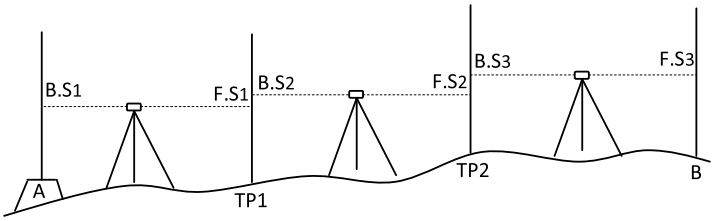
در شکل زیر یک ترازیابی ساده را مشاهده می‌کنید که در آن ارتفاع نقطهٔ A از قبل معلوم می‌باشد و با انجام این ترازیابی ساده و محاسبات آن اختلافِ ارتفاع بین دو نقطه و همچنین ارتفاع نقطهٔ B به‌دست می آید.



$$HB + F.S = HA + B.S$$
$$HB - HA = B.S - F.S$$
$$\Delta HAB = B.S - F.S$$
$$HB = HA + \Delta HAB$$

شکل ۱ــ ۳ ــ ترازیابی هندسی

اما در اغلب مواقع به علت شیب زیاد بین نقاط و یا فاصلهٔ زیاد و یا وجود موانع دید، باید ترازیابی را در چند دهنه انجام داد که این شیوه را ترازیابی تدریجی نامیدیم.



$$\Delta HAB = \Sigma B.S - \Delta \Sigma F.S$$

شکل ۱ ــ ۴ ــ ترازیابی تدریجی

بیشتر بدانیم

ارتفاع ژئودتیک : حاصل از GPS

ارتفاع ارتومتریک : حاصل از ترازیابی

ارتفاع ژئوئید : حاصل از ثقل سنجی

$$N = h - H$$

h = ارتفاع ژئودتیک H = ارتفاع ارتومتریک

N = ارتفاع ژئوئید

کنترل ترازیابی : عملیات ترازیابی در صورتی قابل کنترل است که علاوه بر معلوم بودن ارتفاع نقطهٔ اول، ارتفاع نقطهٔ آخر نیز معلوم باشد. به عبارت دیگر، زمانی می‌توان خطای ترازیابی را محاسبه نمود که ترازیابی بین دو نقطه با ارتفاع معلوم انجام شود. در این حالت خطای بست ترازیابی(e_L) عبارت‌است از :

ارتفاع معلوم نقطهٔ آخر – ارتفاع به‌دست آمده برای نقطهٔ آخر = خطای بست ترازیابی

چنانچه خطای ترازیابی درمحدودهٔ مجاز باشد می‌توان آن‌را بین دهنه‌ها سرشکن کرد و در این‌حالت ترازیابی قابل قبول می‌باشد. محدودهٔ مجاز خطای ترازیابی درجهٔ ۳ برحسب میلی‌متر از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید :

$$e_{max} = \pm 12\sqrt{k}$$

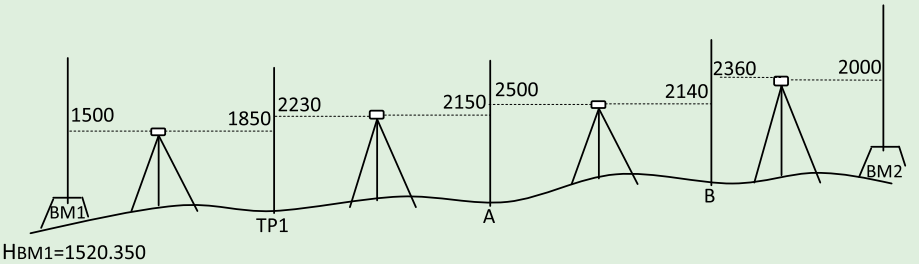
که در آن k طول مسیر ترازیابی بر حسب کیلومتر می‌باشد. مقدار تصحیح برای دهنهٔ اول ترازیابی از رابطهٔ $C = \frac{-e_L}{n}$ قابل محاسبه است که در آن n تعداد دهنه‌ها می‌باشد.

مثال ۱ــ۱ : ترازیابی تدریجی

شکل زیر یک ترازیابی تدریجی درجه سه بین دو بنچ مارک را نشان می دهد که به منظور تعیین ارتفاع نقاط A و B انجام گرفته است .

الف) اطلاعات لازم را از روی شکل در یک جدول ترازیابی وارد نموده و ارتفاع نقاط را محاسبه نمایید.

ب) در صورت امکان خطای ترازیابی را محاسبه نموده و ارتفاع تصحیح شده سایر نقاط را به‌دست آورید.(فاصله ترازیابی ۵۷۰ متر است)



HBM1=1520.350

HBM2=1520.808

راهکار کلی : ابتدا جدولی مطابق شکل زیر ترسیم نموده و قرائت روی شاخص‌ها را از روی شکل بالا برای نقاط BM۱ تا BM۲ وارد جدول می کنیم.

P.N شماره نقاط	B.S قرائت عقب	F.S قرائت جلو	ΔH(mm) اختلاف ارتفاع	H(m) ارتفاع	C(mm) تصحیح	Hc(m) ارتفاع تصحیح شده

سپس از رابطه اختلاف ارتفاع در ترازیابی استفاده کرده و پس از محاسبه اختلاف ارتفاع بین نقاط ستون مربوط به آن را کامل می کنیم و پس از آن ارتفاع نقاط را بدست آورده و در ستون ارتفاع وارد می کنیم :

$$\Delta H = B\ S - F\ S$$
$$H_{(\text{نقطه بعد})} = H_{(\text{نقطه قبل})} + \Delta H$$

با کمی دقت می بینیم که ترازیابی از یک بنچ مارک شروع شده و به بنچ مارکی دیگر بسته شده است. پس قابل کنترل بوده و می‌توان خطای بست ترازیابی را محاسبه نمود. یعنی داریم :

ارتفاع معلوم نقطه آخر – ارتفاع به‌دست آمده برای نقطهٔ آخر= خطای بست ترازیابی

$$e_L \quad h' \quad h$$

بعد از محاسبهٔ خطای بست ترازیابی، با توجه به اینکه این ترازیابی از نوع درجه سه می‌باشد مقدار مجاز خطا را برای آن از رابطه زیر به‌دست می‌آوریم :

$$e_{max} = \pm ۱۲\sqrt{k}$$

و درصورتی‌که خطای بست ترازیابی در محدودهٔ مجاز آن قرار دارد آن را تصحیح می‌کنیم، مقدار تصحیح از رابطه زیر بدست می آید :

$$C = \frac{-e_L}{n}$$

که در نقطه اول صفر بوده و برای نقاط دیگر مطابق روابط صفحه بعد به‌دست می‌آید :

$$C_1 = 0$$

$$C_2 = (\frac{-e_L}{n}) \times 1$$

$$C_3 = (\frac{-e_L}{n}) \times 2$$

.....

$$C_i = (\frac{-e_L}{n}) \times (i-1)$$

پس از محاسبه مقدار تصحیح برای همه نقاط، آنها را در ستون مربوط به خود در جدول ترازیابی وارد می‌کنیم. و در پایان ارتفاع تصحیح شده نقاط را از رابطه ساده موجود ($H_C = H + C$) به‌دست آورده و ستون آخر را کامل می‌کنیم.

روش حل : الف)

$\Delta H\ BM1 - TP1 = 1500 - 1850 = -350$

$\Delta H\ TP1 - A = 2230 - 2150 = 80$

$\Delta H\ A - B = 2500 - 2140 = 360$

$\Delta H\ B - BM2 = 2360 - 2000 = 360$

$\Rightarrow$

$H\ TP_1 = 1520.350 + (-0.350) = 1520$

$H\ A = 1520 + 0.080 = 1520.080$

$H\ B = 1520.080 + 0.360 = 1520.440$

$H\ BM_2 = 1520.440 + 0.360 = 1520.800$

$\Downarrow$

P.N شماره نقاط	B.S قرائت عقب	F.S قرائت جلو	ΔH(mm) اختلاف ارتفاع	H(m) ارتفاع	C(mm) تصحیح	Hc(m) ارتفاع تصحیح شده
BM_1	1500			1520.350		1520.350
TP_1	2230	1850	−350	1520		
A	2500	2150	80	1520.080		
B	2360	2140	360	1520.440		
BM_2		2000	360	1520.800		1520.808

ب)

$e_L = 1520.800 - 1520.808 = -0.008\ m = -8mm$

$c = -(-8)/4 = 2mm$

$c_1 = 0$

$c_2 = 2 \times 1 = +2mm$

$c_3 = 2 \times 2 = +4mm$

$c_4 = 2 \times 3 = +6mm$

$c_5 = 2 \times 4 = +8mm$

محاسبه شده ⇓

P.N شماره نقاط	B.S قرائت عقب	F.S قرائت جلو	ΔH(mm) اختلاف ارتفاع	H(m) ارتفاع	C(mm) تصحیح	Hc(m) ارتفاع تصحیح شده
BM_1	1500			1520.350	0	1520.350
TP_1	2230	1850	−350	1520	+2	1520.002
A	2500	2150	80	1520.080	+4	1520.084
B	2360	2140	360	1520.440	+6	1520.446
BM_2		2000	360	1520.800	+8	1520.808
Σ						

بحث و بررسی : در قسمت الف در پایان محاسبات می‌توان برای کنترل درستی محاسبات مقدار اختلاف ارتفاع کل را از رابطه زیر به‌دست آورده و با جمع ستون اختلاف ارتفاع مقایسه نمود، یعنی :

$$\Delta H = \Sigma B.S - \Sigma F.S$$

P.N شماره نقاط	B.S قرائت عقب	F.S قرائت جلو	ΔH(mm) اختلاف ارتفاع	H(m) ارتفاع	C(mm) تصحیح	Hc(m) ارتفاع تصحیح شده
BM_1	1500			1520.350	0	1520.350
TP_1	2230	1850	−350	1520	2	1520.002
A	2500	2150	80	1520.080	4	1520.084
B	2360	2140	360	1520.440	6	1520.446
BM_2		2000	360	1520.800	8	1520.808
Σ =	8590	8140	450			

$$\Sigma B.S - \Sigma F.S = 8590 - 8140 = 450$$

۱ــ۲ــ پروفیل (Profile)

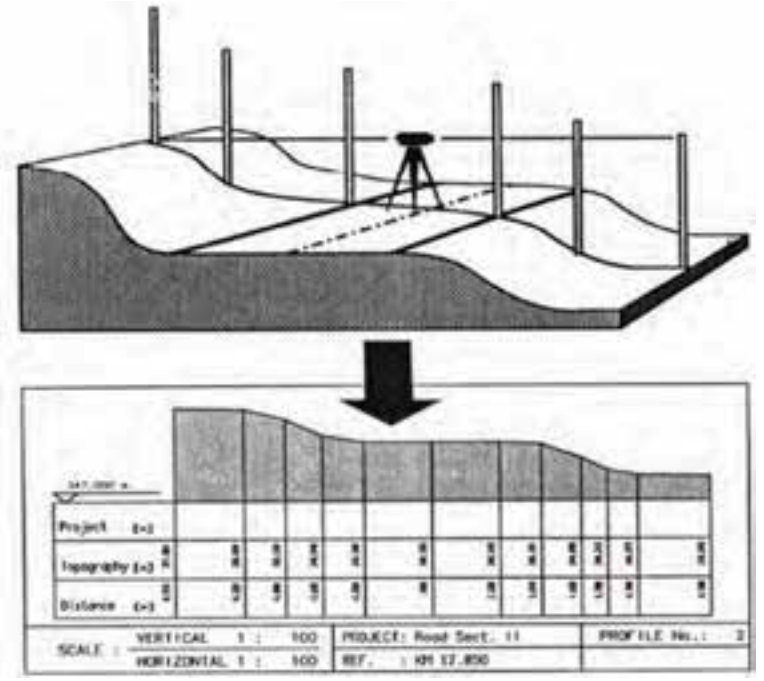
اگر بریک امتداد مستقیم مشخص روی زمین، صفحه قائم فرضی عبور داده شود (به عبارت دیگر در امتداد مورد نظر برشی فرضی به زمین داده شود) از برخورد این صفحه فرضی با سطح طبیعی زمین، خطوط شکسته‌ای حاصل می شود که چنانچه آن را در مقیاس مشخصی ترسیم نماییم نقشه حاصل را پروفیل (مقطع یا نیمرخ) می گویند.

در واقع هدف از تهیه پروفیل، نمایش پستی و بلندی ها و برجستگی‌های زمین در طول یک امتداد مانند مسیر یک کانال و یا یک جاده روی نقشه می‌باشد. و منظور از نمایش برجستگی‌ها روی نقشه این است که اختلاف ارتفاع نقاط نسبت به هم روی نقشه معلوم باشد. به طرق مختلف می‌توان برجستگی‌ها را روی نقشه نمایش داد اما متداول ترین و دقیق‌ترین روش نمایش پستی و بلندی‌ها، نشان دادن ارتفاع نقاط است به گونه‌ای که عددی که برای ارتفاع هر نقطه از ترازیابی اندازه‌گیری شده است دقیقاً روی نقشه منتقل و نوشته شود.

به طور کلی در نقشه‌برداری با دو نوع پروفیل سروکار داریم :

۱ــ پروفیل طولی (Longitudinal Profile)

۲ــ پروفیل عرضی (Cross Section)



شکل ۱ــ ۵ــ پروفیل

اگر صفحهٔ قائم فرضی را در امتداد طولی یک مسیر بر زمین عبور دهیم به تصویری که بر روی این صفحه از تماس با سطح طبیعی زمین ایجادمی‌شود پروفیل طولی (مقطع طولی) گویند. توجه شود که در پروفیل طولی مسیر موردنظر الزاماً مستقیم نبوده و می‌تواند دارای شکستگی و انحنا باشد. در مقابل اگر در فواصل مشخصی از مسیر موردنظر، در عرض مسیر اقدام به تهیه پروفیل نماییم به آن پروفیلِ عرضی گویند. لازم به ذکر است که برای یک مسیر پروفیل‌های عرضی زیادی وجود دارد که معمولاً برش آنها در راستای مستقیم و در هر نقطه عمود بر مسیر می‌باشد.

فصل مشترک یک صفحه قائم فرضی با سطح طبیعی زمین در امتداد طول مسیر را پروفیل طولی و در امتداد عمود بر مسیر را پروفیل یا مقطع عرضی می‌گویند.

پروفیل طولی را به دو روش مستقیم و غیرمستقیم می‌توان تهیه کرد. در روش مستقیم، پروفیل طولی از اندازه‌گیری مستقیم زمینی با انجام ترازیابی در طول مسیر موردنظر تهیه می‌شود. در روش غیرمستقیم، پروفیل طولی با استفاده از نقشهٔ توپوگرافی تهیه می‌شود. در ادامه، تهیهٔ پروفیل طولی

به‌روش مستقیم و طراحی خط پروژه روی آن تشریح می‌گردد. مراحل کار عبارت‌اند از :

۱ــ طراحی پلان مسیر

۲ــ پیاده‌سازی مسیر

۳ــ ترازیابی مسیر

۴ــ محاسبات پروفیل طولی

۵ــ ترسیم پروفیل طولی

۶ــ طراحی خط پروژه

۷ــ پیاده‌سازی و کنترل.

بیشتر بدانیم

موارد استفاده از ترازیاب‌ها :

۱ــ اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع (دقت زیاد)

۲ــ اندازه‌گیری فاصله با ترازیاب (دقت کم)

۳ــ اندازه‌گیری زاویه افقی با ترازیاب (دقت کم)

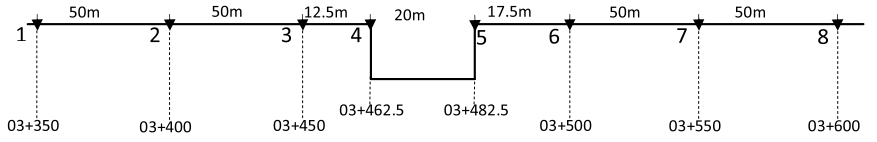
۱ــ طراحی پلان مسیر : در این مرحله، موقعیت مسطحاتی مسیر در چندین مرحله به‌صورت تقریبی تا کاملاً دقیق روی نقشه‌های پوششی کوچک تا بزرگ مقیاس طراحی می‌شود. در طراحی مسیر جنبه‌های مختلف شامل رعایت اصول مهندسی، ایمنی، هزینه ساخت‌وساز، محیط زیست، آمایش زمین و نظایر آن توسط مهندسین مشاور طراح مسیر بررسی می‌گردد که تشریح این موارد خارج از محدودهٔ این کتاب است. برای مطالعهٔ بیشتر می‌توانید به کتب راهسازی مراجعه نمایید.

۲ــ پیاده‌سازی مسیر : منظور از پیاده‌سازی مسیر یعنی انعکاس فرم هندسی مسیر (شامل قسمت‌های مستقیم، قوس‌ها و دیگر اجزا) روی زمین، طبق مشخصاتی که طراح در نقشه‌ها ارائه نموده است. در این بخش برای تعیین مسیر، روش میخکوبی مسیر (پیکه‌تاژ) تشریح می‌شود که در آن ابتدا نقاط شکستگی مسیر میخکوبی شده و سپس فواصل افقی بین میخ‌ها اندازه‌گیری و جدول

پیکه‌تاژ تنظیم می گردد.

مسیر موردنظر برای تهیه پروفیل طولی که ممکن است به شکل یک امتداد مستقیم و یا مجموعه‌ای از خطوط شکسته و یا منحنی باشد، ابتدا باید توسط عمل میخکوبی روی زمین مشخص شود. فاصلهٔ میخ‌ها از هم به دقت کار و شکل ظاهری زمین بستگی دارد. بنابراین در مناطق مسطح، فواصل بلندتر و در مناطق کوهستانی که تغییر شکل زمین زیاد است، این فواصل باید کوتاه‌تر انتخاب شوند.

علاوه بر میخکوبی نقاط در فواصل ثابت، باید نقاط تغییر شیب در طول مسیر، محل تقاطع وبرخورد مسیر با راه‌ها، کانال‌ها، رودخانه‌ها، جوی‌ها، نهرها و ... نیز میخکوبی شوند. به این نقاط در اصطلاح نقاط اجباری می گویند.



شکل ۱ ــ ۶ ــ پیکه‌تاژ مسیر

در حالت کلی کیلومتراژ هر میخ را با فرم ۰۰+۰۰۰/۰۰ نمایش می‌دهند. که دو رقم اول فاصله برحسب کیلومتر و ارقام بعدی مقدار باقیمانده فاصله بر حسب متر و سانتی‌متر می‌باشد. به عنوان مثال عدد۱۰۳۲۰/۴۷ متر را به شکل ۳۲۰/۴۷ نشان می‌دهند : یعنی ده کیلومتر و سیصد و بیست متر و چهل و هفت سانتی‌متر.

در حین میخکوبی نقاط مسیر موردنظر به جهت سادگی در ترسیم پروفیل سادگی در محاسبات و بالا رفتن سرعت کار، فاصلهٔ بین میخ‌ها را ثابت در نظر گرفته و سعی می‌شود که کیلومتراژ هر میخ مضربی از ده باشد.

فاصله افقی هر نقطه تا مبدأ را کیلومتراژ آن نقطه گویند.

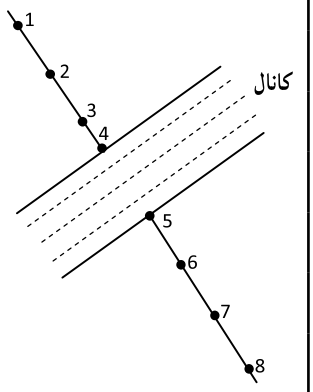
به عنوان مثال فرض کنید مطابق شکل (۱ــ۶) امتداد مستقیم AB را از میخ شماره یک با کیلومتراژ ۰۳+۳۵۰/۰۰ پیکه‌تاژ نموده و پس از کوبیدن دو میخ به فاصله ثابت ۵۰ متر به یک کانال رسیده‌ایم و میخ‌های شماره ۴ و ۵ را در لبه‌های کانال می کوبیم. پس از کوبیدن میخ‌ها در نقاط اجباری لبهٔ کانال، فاصله بین میخ شماره ۳ و ۴ را ۱۲/۵متر و بین میخ ۴ و ۵ را ۲۰ متر اندازه‌گیری می‌کنیم. بنابراین کیلومتراژ نقطه ۵ برابر۰۳+۴۸۲/۵۰ می‌گردد. از اینجا نتیجه می‌گیریم که میخ شماره ۶ را

در فاصله‌ای باید کوبید که کیلومتراژ آن مضربی از عدد ۱۰ شود یعنی ۰۳+۵۰۰/۰۰ . به عبارتی میخ شماره ۶ را ۱۷/۵ متری از میخ شماره ۵ می‌کوبیم.

در عمل معمولاً با استفاده از دوربین تئودولیت و متر محل نقاط مسیر مورد نظر را روی زمین پیدا کرده و میخکوبی می‌کنند.

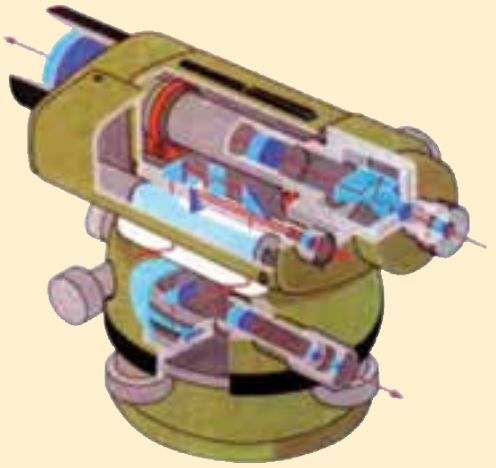
بعد از میخکوبی مسیر، فاصله بین میخ‌ها توسط متر دقیقاً اندازه‌گیری شده و در جدولی مطابق جدول ۱ــ۱ یادداشت می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود این جدول علاوه بر ستون شماره نقاط و فاصله بین میخ‌ها، شامل فاصله از نقطه شروع (کیلومتراژ) و کروکی نیز می‌باشد.

جدول ۱ــ۱ــ پیکه‌تاژ مسیر

شماره میخ P.N	فاصله بین دو میخ Di	فاصله از مبدأ km	کروکی و یادداشت Note
1		03 + 350.00	
	50.00		
2		+400.00	
	50.00		
3		+450.00	
	12.50		
4		+462.50	
	20.00		
5		+482.50	
	17.50		
6		+500.00	
	50.00		
7		+550.00	
8		03+ 600.00	

بیشتر بدانیم

قسمت‌های داخلی یک ترازیاب



۳ــ ترازیابی مسیر (پروفیل بَرداری) : بعد از تعیین موقعیت مسیر بر روی زمین، نوبت به ترازیابی در امتداد آن می‌رسد. در این بخش روش ترازیابی هندسی برای تعیین ارتفاع نقاط مشخص شده در طول مسیر تشریح می‌گردد که به آن پروفیل برداری نیز می‌گویند. ارتفاع کلیهٔ نقاط میخکوبی شده با استفاده از ترازیابی مستقیم و به شیوه تدریجی و یا ترکیبی از تدریجی و شعاعی به‌دست می‌آید. در هر حال ترازیابی باید به صورت رفت و برگشت بین نقاط بنچ مارک انجام پذیرد به عبارتی چنانچه در منطقه و یا در نزدیکی آن بنچ‌مارک موجود باشد بهتر است ترازیابی را از این نقطه شروع کرده و به نقطه بنچ مارک دیگری بست. در غیر این صورت ارتفاع نقطه شروع را به طور قراردادی تعیین کرده و ترازیابی به صورت رفت و برگشت انجام می‌شود. چنانچه مسیر طولانی باشد معمولاً بعد از هر دو کیلومتر، کار ترازیابی به صورت رفت و برگشت کنترل می‌شود.

به دلیل سختی کار ترازیابی مستقیم در مناطق با شیب زیاد و کوهستانی، برای پروفیل‌برداری از ترازیابی به روش مثلثاتی هم می‌توان استفاده کرد ولی این روش دقت کمتری نسبت به روش ترازیابی مستقیم (هندسی) دارد.

در صفحه بعد یک نمونه جدول ترازیابی مخصوص برداشت پروفیل نشان داده شده است که درآن ستون‌هایی برای فاصله بین نقاط و کیلومتراژ نقاط در نظر گرفته شده و به روش ارتفاع‌دستگاه (ارتفاع خط دید دوربین) قابل حل می‌باشد. نحوه محاسبه جدول به روش ارتفاع‌دستگاه بیشتر در تهیه