ایسبوک ۳۰ · ۶ آذر ۱۴۰۵

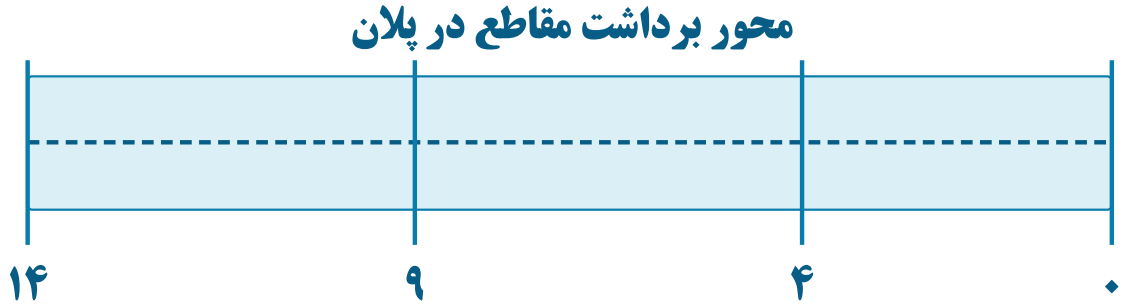
ریزمتره خاک‌برداری پی با برداشت مقاطع

محاسبه حجم درجا، کنترل مقطع میانی و ثبت مقدار قابل پیگیری

برای مهندس دفتر فنی، از برداشت قبل و بعد به جدول مساحت و حجم می‌رسیم. شیت Excel همراه درس مقطع میانی تازه را وارد می‌کند و اثر آن را بر صورت‌مجلس نشان می‌دهد. دانشجوی عمران و مهندس ناظر مخاطبان مکمل‌اند.

دکتر امیرحسین فهیمی و دکتر مجید ذکری

چرا ضرب یک عرض و یک عمق متوسط در طول، ممکن است حجم خاک‌برداری را اشتباه نشان دهد؟



شکل ۱. محور برداشت و فاصله واقعی مقاطع.

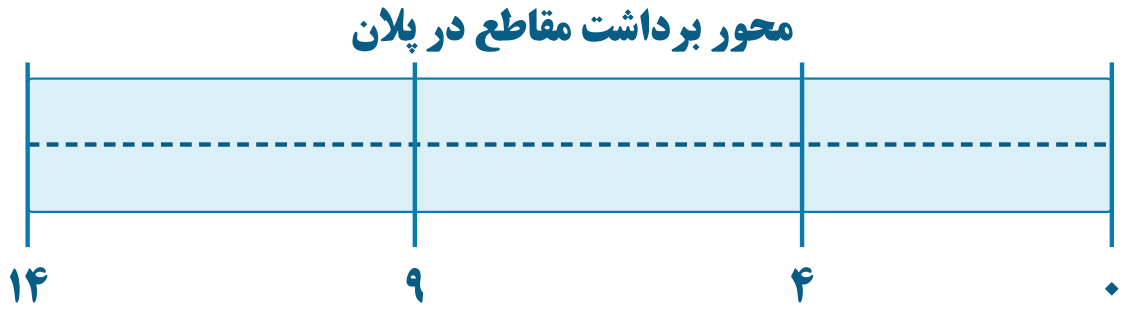
فهرست مطالب

حجم هندسی به چه سؤالی پاسخ می‌دهد؟	۳
مقطع برداشت چه داده‌ای را به دفتر فنی تحویل می‌دهد؟	۴
روش میانگین دو مساحت چه فرضی دارد؟	۵
در مثال، داده خام را چگونه به مساحت تبدیل می‌کنیم؟	۶
چگونه از چهار مقطع به حجم ۳۰٫۱۵ می‌رسیم؟	۷
اگر برداشت تازه در ایستگاه ۶٫۵ برسد چه می‌شود؟	۸
شیت و صورت‌مجلس نمونه چه چیزی را نگه می‌دارند؟	۹
کنترل پیش از تحویل و پاسخ تمرین	۱۰

حجم هندسی به چه سؤالی پاسخ می‌دهد؟

وقتی عملیات پی با عمق متغیر انجام می‌شود، یک عدد کلی از راننده بیل یا تعداد کامیون‌ها نشان نمی‌دهد چقدر خاک در وضعیت طبیعی کاسته شده است. برای محاسبه هندسی، به مرز کار، تراز سطح اولیه و سطح برداشت‌شده نیاز داریم. اگر مقطع‌ها روی امتداد و مرجع ثابتی ثبت شوند، اختلاف دو سطح را در هر ایستگاه و سپس حجم بین ایستگاه‌ها را تخمین می‌زنیم.

در این درس، «حجم درجا» حجم هندسی خاک پیش از تورم پس از حفاری است. مقدار خروج ماشین حمل با ظرفیت و وضعیت خاک شل ارتباط دارد. مقدار ریزمتره قابل پرداخت نیز باید با نقشه مصوب، صورت‌مجلس و شرایط پیمان تعیین شود. فایل تمرین صرفاً محاسبه هندسی یک بخش فرضی است.



شکل ۱. ایستگاه‌های برداشت فرضی. در هر قطعه فاصله واقعی بین دو مقطع مجاور را بخوانید.

مقطع برداشت چه داده‌ای را به دفتر فنی تحویل می‌دهد؟

هر مقطع در این مثال عمود بر امتداد مستقیم ترانشه تعریف شده و مرجع ارتفاع مشترک دارد. در همان برش، مساحت بین سطح پیش از حفاری و سطح بعد از حفاری، در مرز مورد بررسی، مساحت برداشت است. اگر مقطع به شکل ساده مستطیل باشد، عرض ضرب‌در عمق می‌شود. برای مقطع واقعیِ غیرمستطیلی، مساحت از نقاط شکست و مختصات برداشت محاسبه می‌شود.

نقشه‌بردار یا عوامل مجاز کارگاه، کد ایستگاه، تاریخ برداشت، مرجع ارتفاع، شماره نقشه، نوع سطح و نقاط شکست را ثبت می‌کنند. این درس از مقطع مستطیلی فرضی فقط برای یادگیری روش حجم استفاده می‌کند. هندسه فرضی توصیه‌ای برای شکل دیواره یا اجرای حفاری نیست. طراحی ایمنی و پایداری کارگاه جدا انجام می‌شود.



عکس ۱. ترانشه‌های شالوده یک خانه در فرانسه، عکس MAISON CMI با مجوز CC BY-SA 4.0. محدوده برداشت و عمق فرضی درس از این تصویر به دست نیامده است.

عکس اصلی و پدیدآور

شرایط مجوز عکس

روش میانگین دو مساحت چه فرضی دارد؟

راهنمای طراحی عملیات خاکی FHWA در فصل محاسبه حجم می‌گوید هر قطعه را با میانگین مساحت دو مقطع انتهایی و فاصله بین آن‌ها تقریب می‌زنیم. جمع قطعه‌های متوالی، حجم کل مسیر است. اگر تغییر مساحت بین دو مقطع خطی باشد یا در مثال از همین تقریب خطی استفاده کنیم، فرمول ساده است.

$$V_i = L_i \times (A_i + A_j) / 2$$

در رابطه، i_A و j_A مساحت دو انتهای یک قطعه به مترمربع، i_L فاصله طولی میان آن‌ها به متر و i_V حجم قطعه به مترمکعب است. روشِ مأخوذ از راهنمای راهسازی برای کنترل هندسه مقاطع این آموزش به کار می‌رود. مقررات پرداخت یا اندازه‌گیری پروژه ساختمانی را از مرجع پیمان بگیرید. در مسیر منحنی، تغییر پهنا و جابه‌جایی مرکز سطح می‌تواند دقت همین تقریب را تغییر دهد.

راهنمای رسمی FHWA، بخش محاسبه حجم با میانگین دو مساحت

دوره متره و برآورد ACE برای تمرین انتقال مقدار هندسی به ریزمتره

در مثال، داده خام را چگونه به مساحت تبدیل می‌کنیم؟

عرض هندسی در چهار ایستگاه ۱٫۸۰ متر فرض شده است. اختلاف تراز قبل و بعد در هر ایستگاه همان عمق است. همه ترازها بر حسب متر و بر مبنای یک دستگاه ارتفاعی فرضی‌اند. برای مثال، در ایستگاه ۴، تراز اولیه ۱۰۰٫۲۰ و تراز برداشت ۹۹٫۱۰ است. عمق ۱٫۱۰ و مساحت ۱٫۹۸ مترمربع می‌شود.

جدول ۱. برداشت فرضی قبل و بعد

ایستگاه، متر	تراز پیش از برداشت	تراز پس از برداشت	مساحت، مترمربع
۰	۱۰۰٫۰۰	۹۹٫۱۰	۱٫۶۲
۴	۱۰۰٫۲۰	۹۹٫۱۰	۱٫۹۸
۹	۱۰۰٫۴۰	۹۹٫۰۰	۲٫۵۲
۱۴	۱۰۰٫۱۰	۹۸٫۹۰	۲٫۱۶

عرض و عمق را به همان مقطع نسبت دهید. اگر یک تراز با بنچ‌مارک یا مبنای ارتفاعی دیگری برداشت شده باشد، قبل از محاسبه آن را تطبیق دهید. در ریزمتره خام، هیچ مقدار را برای جبران ردیف مجهول حدس نزنید.

چگونه از چهار مقطع به حجم ۳۰٫۱۵ می‌رسیم؟

قطعه اول. فاصله صفر تا ۴ برابر ۴ متر است. میانگین ۱٫۶۲ و ۱٫۹۸ برابر ۱٫۸۰ است و حجم ۷٫۲۰ مترمکعب می‌شود. قطعه دوم. فاصله ۴ تا ۹ برابر ۵ متر است. میانگین ۱٫۹۸ و ۲٫۵۲ برابر ۲٫۲۵ و حجم ۱۱٫۲۵ است. قطعه سوم. فاصله ۹ تا ۱۴، پنج متر و حجم ۱۱٫۷۰ است.

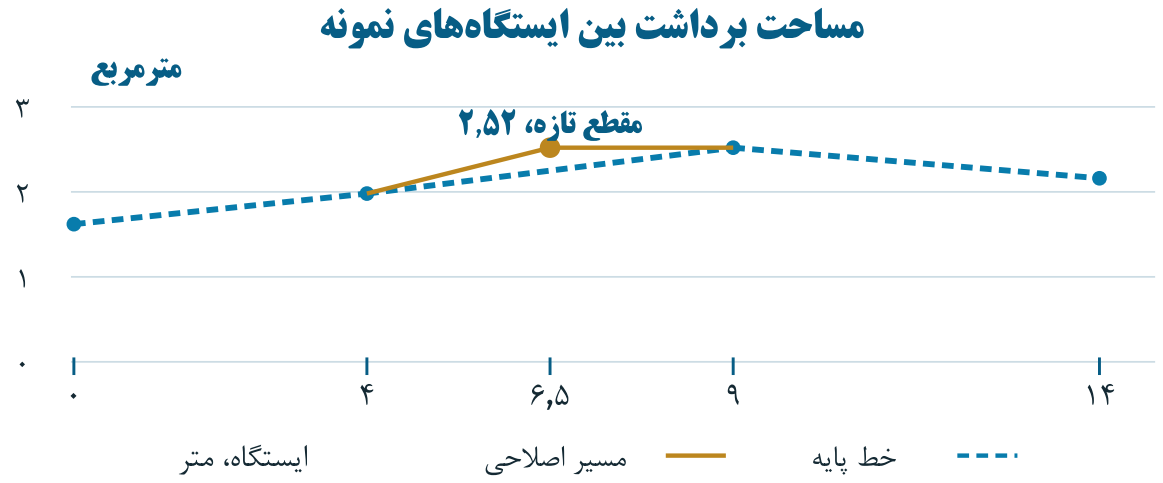
جدول ۲. ریزحجم قابل پیگیری

قطعه	طول، متر	مساحت متوسط، مترمربع	حجم، مترمکعب
۰ تا ۴	۴	۱٫۸۰	۷٫۲۰
۴ تا ۹	۵	۲٫۲۵	۱۱٫۲۵
۹ تا ۱۴	۵	۲٫۳۴	۱۱٫۷۰
جمع	۱۴	—	۳۰٫۱۵

کنترل مستقل. عمق متوسط وزنی در طول مسیر از مجموع ۴ × ۱٫۰۰، ۵ × ۱٫۲۵ و ۵ × ۱٫۳۰، تقسیم بر ۱۴ به دست می‌آید. آن را در طول کل و سپس در عرض ۱٫۸۰ ضرب کنید. حاصل باید ۳۰٫۱۵ مترمکعب باشد. میانگین ساده چهار عمق برای فاصله‌های نامساوی جای این کنترل را نمی‌گیرد.

اگر برداشت تازه در ایستگاه ۶٫۵ برسد چه می‌شود؟

فرض کنید برداشت تازه در میانه قطعه ۴ تا ۹ نشان دهد عمق واقعی در ایستگاه ۶٫۵ برابر ۱٫۴۰ متر است. مساحت آن ۲٫۵۲ است، در حالی که درون‌یابی خطی دو انتها برای همان ایستگاه ۲٫۲۵ را می‌داد. باید قطعه را در همین ایستگاه بشکنیم. نیمه اول ۵٫۶۲۵ و نیمه دوم ۶٫۳۰۰ مترمکعب است. حجم قطعه میانی ۱۱٫۹۲۵ و کل ۳۰٫۸۲۵ می‌شود. اختلاف نسبت به برداشت پایه ۰٫۶۷۵ مترمکعب است.



شکل ۲. نقطه جدید در مقایسه با درون‌یابی خطی مساحت. واحد محور عمودی مترمربع است.

کادر پیشرفته

ورود یک مقطع تازه برای همین تقریب خطی، اختلاف با نتیجه پایه را نشان می‌دهد. این اختلاف معادل خطای اندازه‌گیری نیست و به‌تنهایی دقت همه نقاط بین مقاطع را معلوم نمی‌کند. در شکست‌های زمین، محل ورود مقطع تعیین‌کننده است.

شیت و صورت‌مجلس نمونه چه چیزی را نگه می‌دارند؟

شیت همراه از دو برگه محاسباتی تشکیل شده است. «برداشت پایه» چهار ایستگاه دارد و «مقطع افزوده» پنج ایستگاه. داده‌های ورودی شامل متر طولی، تراز اولیه، تراز پس از اجرا و عرض است. ستون‌های خاک‌برداری و حجم با فرمول محاسبه می‌شوند. در برگه «کنترل» دو حجم و اختلاف کنار هم دیده می‌شوند. زنجیره محاسبه را از سلول جمع به قطعه و سپس به تراز خام دنبال کنید.

نمونه ثبت

محور ترانشه الف، محدوده صفر تا ۱۴ متر، نقشه فرضی بازنگری ۲، مبنای ارتفاع مشترک و مرز تعریف‌شده. مقدار هندسی با مقطع تازه ۳۰٫۸۲۵ مترمکعب است. فایل برداشت و برش‌های قبل و بعد پیوست شود. حدود مورد توافق برای پرداخت جداگانه از مدارک قرارداد کنترل شوند.

ایسبوک متره میلگرد فونداسیون ACE، نمونه‌ای دیگر از رسیدن از نقشه به مقدار قابل ثبت

کنترل پیش از تحویل و پاسخ تمرین

جدول ۳. بازبینی صورت‌مجلس

موضوع	شاهد کنترل
مختصات و مرز	محور، ایستگاه، بنچ‌مارک و نسخه نقشه
برداشت	سطح قبل و بعد، عرض و نقطه شکست
فرمول	مساحت هر مقطع و طول واقعی هر قطعه
استثنا	مقطع تازه، تغییر نوع خاک یا مرز اختلاف
نتیجه	حجم هندسی، پیوست‌های اندازه‌گیری و مرحله تأیید

اگر ایستگاه ۶٫۵ مساحت ۲٫۲۵ داشته باشد چه؟ مساحت از درون‌یابی خطی جدا نمی‌شود. شکستن قطعه، با همین روش، حجم ۱۱٫۲۵ آن را تغییر نمی‌دهد.

آیا ۳۰٫۸۲۵ را می‌توان با ۳۱ مترمکعب خاک شل کامیون مقایسه مستقیم کرد؟ نه. مرجع یکسان نیست. حجم هندسی در محل برداشت و حجم خاک پس از سست‌شدن و بارگیری به اندازه‌گیری یا تبدیل مستند نیاز دارند.