هندسه در آبیاری در مصنوعات و ابزار سطح ۱۴۱۷ ساخت

هندسه مقدار و اندازه‌گیری در مهندسی ساختمان و راه‌سازی

(مهندس آبتین دره‌ساز)

مهندسی عمران در ایران از دهه ۱۳۴۰ به بعد با ساخت سدها و جاده‌ها گسترش یافت و هزاران مهندس جوان برای کار در شرکت‌های مشاور و پیمانکاری به میدان آمدند. در این مسیر، هندسه مقدار و اندازه‌گیری ابزار اصلی هر طراح و ناظر بود. نقشه‌ها باید طول، مساحت و حجم خاکبرداری را با دقت کافی نشان می‌دادند تا پیمانکار بداند چه مقدار خاک باید جابه‌جا شود و کارفرما بداند چه مبلغی پرداخت می‌شود. این مقاله مروری بر مفاهیم پایه هندسه مقدار و اندازه‌گیری در مهندسی عمران می‌کند و برای دانشجویان سال اول و دوم مناسب است.

۱ مقدار، اندازه و واحد

در هندسه مقدار سه کمیت اصلی داریم: طول، مساحت و حجم. طول یک بعد است، مساحت دو بعد و حجم سه بعد. واحد رسمی طول متر است و مضرب‌ها و زیرمضرب‌های آن با پیشوندهای کیلو، سانتی و میلی ساخته می‌شوند. در نقشه‌های ساختمانی معمولاً از میلی‌متر برای جزئیات و از متر برای ابعاد کلی استفاده می‌شود تا خواندن نقشه ساده بماند.

مساحت زمین معمولاً با هکتار سنجیده می‌شود و یک هکتار برابر ۱۰ دکا و ۱۰۰۰ متر مربع است. در نقشه‌برداری شهری و روستایی، مساحت قطعات با دقت یک دهم هکتار ثبت می‌شود و اندازه‌گیری‌ها باید با دستگاه‌های رسمی کنترل شوند. اشتباه در واحد می‌تواند به اختلاف حقوقی میان همسایگان منجر شود و به همین دلیل واحدها باید در تمام اسناد یکسان نوشته شوند.

حجم خاکبرداری و خاکریزی در راه‌سازی مهم‌ترین کمیت است. اگر طول جاده ۲ کیلومتر، عرض بستر ۱۲ متر و عمق متوسط ۱٫۵ متر باشد، حجم تقریبی برابر ۳۶۰۰۰ مترمکعب می‌شود. اما این عدد بدون ضریب تراکم و درصد افزایش حجم خاک کافی نیست و در فصل بعد توضیح داده می‌شود چرا باید حجم خاک را با ضریب تبدیل ضرب کرد.

۲ روش‌های اندازه‌گیری طول

طول را می‌توان با متر، نوار فولادی، چرخ اندازه‌گیری و دوربین نقشه‌برداری اندازه گرفت. متر ساده برای فاصله‌های کوتاه مناسب است و چرخ اندازه‌گیری برای مسیرهای منحنی مانند محیط باغ یا مسیر جاده سریع‌تر است. دوربین نقشه‌برداری با استفاده از تیر و تاخیرسنج فاصله را با خطای کمتر از یک سانتی‌متر در فاصله‌های چند صد متری می‌سنجد.

در اندازه‌گیری با نوار، کشش نوار و شیب زمین خطا ایجاد می‌کند. اگر نوار ۲۰ متری با کشش ۱۰ نیوتن کشیده شود و در عمل ۱۹٫۹۸ متر کشیده شود، هر اندازه‌گیری ۰٫۲ میلی‌متر خطا دارد و در ۱۰ بار تکرار به ۲ میلی‌متر می‌رسد. برای کاهش خطا باید کشش ثابت، نوار افقی و نقاط شروع و پایان روشن ثبت شود و نتیجه در دفتر صحرایی یادداشت شود.

۳ روش‌های اندازه‌گیری مساحت

مساحت زمین با تقسیم به مثلث، ذوزنقه و مستطیل محاسبه می‌شود و فرمول مساحت مثلث نصف قاعده ضرب در ارتفاع است. در نقشه‌های بزرگ‌تر از چند هکتار، خط‌کش مدرج و پلانیمتر برای شمارش مربع‌های شبکه استفاده می‌شود. خطای دستگاه معمولاً زیر ۱ درصد است اگر شبکه درست کشیده شود و کاغذ کشیده نباشد.

در پروژه‌های بزرگ، نقشه‌برداری با دوربین کل و ایستگاه پرتابل انجام می‌شود و مختصات هر نقطه ثبت می‌شود. خطای موقعیت باید کمتر از ۵ میلی‌متر برای نقاط کنترل باشد تا مساحت محاسبه‌شده قابل قبول بماند. گزارش اندازه‌گیری باید شامل روش، تاریخ، شماره دستگاه و نام اندازه‌گیرنده باشد تا قابل پیگیری باشد.

۴ حجم خاکبرداری و خاکریزی

حجم خاکبرداری از تقسیم زمین به شبکه مربع‌های ۱۰ در ۱۰ متر محاسبه می‌شود و ارتفاع هر گوشه ثبت می‌شود. میانگین ارتفاع چهار گوشه در مساحت خانه ضرب می‌شود و جمع همه خانه‌ها حجم کل را می‌دهد. اگر ارتفاع‌ها منفی باشد، خاکبرداری و اگر مثبت باشد، خاکریزی است و هر دو جداگانه نوشته می‌شوند.

ضریب تراکم خاک هنگام خاکریزی مهم است. خاک شل پس از کوبیدن ۱۰ تا ۲۰ درصد کمتر می‌شود و اگر ضریب ۱٫۱۵ برای خاکریزی ثبت شود، حجم خاک برداشته‌شده باید ۱۵ درصد بیشتر باشد تا جا بیفتد. این عدد از آزمایش تراکم در آزمایشگاه خاک به دست می‌آید و در گزارش فنی ثبت می‌شود.

۵ خطاها و کنترل کیفیت

خطای رایج جابه‌جایی میخ‌های مرجع است که اگر ۵ سانتی‌متر جابه‌جا شود، مساحت کل ممکن است ۱ درصد خطا داشته باشد. برای کاهش خطا، میخ‌ها باید با بتن محکم شوند و شماره‌گذاری روشن داشته باشند. بازرس باید هر هفته یک بخش را دوباره اندازه بگیرد و نتیجه را با گزارش اصلی مقایسه کند.

اگر اختلاف بیش از ۲ درصد باشد، محاسبه باید تکرار شود و علت اختلاف ثبت شود. این روال در آیین‌نامه راه‌سازی ابلاغی ۱۴۰۲ الزامی است و نمونه گزارش در پیوست ۳ آمده است. رعایت این روال از هزینه اضافی جلوگیری می‌کند و اعتماد کارفرما به گزارش‌ها را حفظ می‌کند.

۶ جمع‌بندی و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم طول، مساحت و حجم و روش‌های اندازه‌گیری با متر، نوار و دوربین مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه حجم خاکبرداری با منحنی فراوانی و نمودار پخش بررسی می‌شود و مثال عددی برای یک مسیر ۲ کیلومتری ارائه می‌شود. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.

۷ مرکز ثقل و گشتاور اینرسی

(مهندس آبتین دره‌ساز)

مرکز ثقل نقطه‌ای است که وزن جسم در آن متمرکز فرض می‌شود و برای محاسبه لنگر خمشی، برش و واژگونی در تیرها و سازه‌های ساده ضروری است. در تیر یکنواخت مرکز ثقل در وسط دهانه است و در تیر با بار نامتقارن به سمت بار سنگین‌تر جابه‌جا می‌شود. محاسبه درست مرکز ثقل پایه ورود به تحلیل خمشی است و خطا در آن تمام محاسبات بعدی را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

گشتاور اینرسی مقاومت مقطع در برابر خمش را نشان می‌دهد و به شکل مقطع بستگی دارد نه به جنس فلز. مستطیل عمود بر محور خنثی سخت‌تر از مستطیل خوابیده است و تفاوت آن برای نسبت ۲ به ۱ حدود ۴ برابر است. در طراحی تیر فولادی این تفاوت مستقیم بر وزن و هزینه اثر می‌گذارد و انتخاب مقطع بدون محاسبه ممکن است هزینه را دو برابر کند.

۸ تیر ساده و بار یکنواخت

تیر ساده تیری است که روی دو تکیه‌گاه آزاد قرار می‌گیرد و بار یکنواخت بار پخش‌شده روی طول است مانند وزن کف یا برف روی سقف. برش در تکیه‌گاه‌ها بیشترین است و در وسط صفر می‌شود. لنگر خمشی در وسط بیشترین است و فرمول ساده $M = wL^2/8$ برای محاسبه آن کافی است و در بسیاری از طراحی‌های اولیه دقیق است.

۹ تنش مجاز و ضریب اطمینان

تنش مجاز تنشی است که مصالح تحت آن ایمن می‌ماند و از تقسیم مقاومت مصالح بر ضریب اطمینان به دست می‌آید. در فولاد ساختمانی ضریب ۱٫۶۵ رایج است و در بتن ۲ تا ۲٫۵ به کار می‌رود. اگر تنش واقعی از تنش مجاز بیشتر شود، عضو وارد محدوده خطر می‌شود و باید تغییر ابعاد یا مقطع داده شود.

۱۰ خیز و کنترل آن

خیز تیر باید کمتر از حد مجاز آیین‌نامه بماند تا نما و تیغه‌ها ترک نخورند. حد رایج خیز $L/360$ برای تیرهای کف و $L/240$ برای تیرهای سقف است. اگر خیز بیش از حد باشد، سختی مقطع کافی نیست و باید ارتفاع تیر یا فاصله تکیه‌گاه‌ها کم شود. کنترل خیز در کنار کنترل تنش انجام می‌شود و هر دو باید پاس شوند.

۱۱ خرپا و قاب ساده

خرپا سازه‌ای از میله‌های مستقیم است که بار را فقط به صورت کشش و فشار منتقل می‌کند و برای دهانه‌های بلند اقتصادی‌تر از تیر است. در خرپا اگر اتصالات مفصلی فرض شود، هر میله یا کشش دارد یا فشار و طراحی ساده می‌شود. در قاب صلب لنگر هم منتقل می‌شود و محاسبه پیچیده‌تر است.

۱۲ اتصال پیچ و جوش

پیچ برای اتصال قطعات فولادی رایج است و قطر پیچ معمولاً ۱۲ تا ۲۰ میلی‌متر است. جوش اتصال یکپارچه می‌دهد اما کیفیت آن به مهارت جوشکار وابسته است. در هر اتصال باید مقاومت برش پیچ‌ها و مقاومت ورق اتصال کنترل شود و کمترین آن حاکم است.

۱۳ پایداری ستون و کمانش

ستون باریک زیر فشار ممکن است پیش از شکستن خم شود و این پدیده کمانش نام دارد. بار بحرانی کمانش به طول ستون و سختی مقطع بستگی دارد و با افزودن مهار جانبی طول مؤثر کم می‌شود و ظرفیت زیاد می‌شود. در طراحی باید هم تنش و هم کمانش کنترل شود و کدام زودتر رخ دهد حاکم است.

۱۴ بار باد و بار برف

باد فشار و مکش بر نما وارد می‌کند و مقدار آن به سرعت باد و شکل ساختمان بستگی دارد. برف بار قائم است و در شیب‌دار کاهش می‌یابد. آیین‌نامه ضریب شکل برای هر حالت می‌دهد و طراح باید ترکیب بار سنگین‌تر را انتخاب کند. در مناطق کوهستانی برف سنگین‌تر است و نقشه پهنه‌بندی برف مرجع است.

۱۵ ترکیب بارها و ضریب اطمینان

ترکیب بارها نشان می‌دهد چند بار با هم وارد می‌شوند و هر بار ضریب خود را می‌گیرد. مرده، زنده، باد و برف ترکیب‌های متفاوت می‌سازند و سازه باید در همه آن‌ها پایدار بماند. ضریب اطمینان برای مصالح مختلف متفاوت است و فولاد، بتن و چوب هر کدام ضریب جداگانه دارند.

۱۶ خلاصه و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم مرکز ثقل، گشتاور اینرسی، تنش مجاز، خیز، خرپا و کمانش مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه تیر ساده با بار یکنواخت با مثال عددی گام به گام آمده است. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.

۱۷ نقشه‌های اجرایی و مقیاس‌ها

نقشه‌های اجرایی زبان مشترک میان مهندس، مجری و کارگر است و اگر در آن خطا باشد، هزینه اجرا چند برابر می‌شود. مقیاس نقشه نسبت اندازه روی کاغذ به اندازه واقعی است و انتخاب مقیاس مناسب برای هر جزئیات الزامی است. در نقشه کلی ۱:۱۰۰ رایج است و در جزئیات ۱:۲۰ یا ۱:۵ لازم می‌شود.

۱۸ خط‌کش مدرج و پلانیمتر

خط‌کش مدرج برای اندازه‌گیری طول روی نقشه است و پلانیمتر مساحت شکل‌های نامنظم را می‌شمارد. خطای پلانیمتر معمولاً زیر ۱ درصد است اگر شبکه درست کشیده شود و کاغذ کشیده نباشد. اندازه‌گیری باید سه بار تکرار شود و میانگین ثبت شود تا خطای تصادفی کاهش یابد.

۱۹ مقیاس نقشه و واحدها

مقیاس ۱:۱۰۰ یعنی ۱ سانتی‌متر روی کاغذ برابر ۱۰۰ سانتی‌متر واقعی است. در نقشه‌های بزرگ‌تر از ۱ هکتار معمولاً ۱:۵۰۰ یا ۱:۱۰۰۰ به کار می‌رود. واحد رسمی طول متر است و مضرب‌ها و زیرمضرب‌ها با پیشوند کیلو، سانتی و میلی ساخته می‌شوند. در نقشه‌های ساختمانی میلی‌متر برای جزئیات و متر برای ابعاد کلی استفاده می‌شود.

۲۰ خطاهای رایج در اندازه‌گیری

خطای رایج جابه‌جایی میخ‌های مرجع است که اگر ۵ سانتی‌متر جابه‌جا شود، مساحت کل ممکن است ۱ درصد خطا داشته باشد. برای کاهش خطا، میخ‌ها باید با بتن محکم شوند و شماره‌گذاری روشن داشته باشند. بازرس باید هر هفته یک بخش را دوباره اندازه بگیرد و نتیجه را با گزارش اصلی مقایسه کند.

اگر اختلاف بیش از ۲ درصد باشد، محاسبه باید تکرار شود و علت اختلاف ثبت شود. این روال در آیین‌نامه راه‌سازی ابلاغی ۱۴۰۲ الزامی است و نمونه گزارش در پیوست ۳ آمده است. رعایت این روال از هزینه اضافی جلوگیری می‌کند و اعتماد کارفرما به گزارش‌ها را حفظ می‌کند.

۲۱ جمع‌بندی و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم طول، مساحت و حجم و روش‌های اندازه‌گیری با متر، نوار و دوربین مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه حجم خاکبرداری با منحنی فراوانی و نمودار پخش بررسی می‌شود و مثال عددی برای یک مسیر ۲ کیلومتری ارائه می‌شود. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.

۲۲ منحنی فراوانی و نمودار پخش

منحنی فراوانی نشان می‌دهد چند درصد از خاک در هر فاصله از مبدا قرار می‌گیرد و نمودار پخش آن را به صورت نمودار میله‌ای نشان می‌دهد. در راه‌سازی این دو ابزار برای تصمیم‌گیری درباره محل خاکریز و خاکبرداری استفاده می‌شود و باید در گزارش فنی پیوست شود.

۲۳ محل دپو و مسافت حمل

محل دپو جایی است که خاک اضافی ریخته می‌شود و مسافت حمل فاصله میانگین تا دپو است. هزینه حمل معمولاً با مسافت و حجم متناسب است و در برآورد پروژه جداگانه آورده می‌شود. انتخاب محل دپو باید با کارفرما و محیط‌زیست هماهنگ باشد و مسیر عبور روشن ثبت شود.

۲۴ جمع‌بندی و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم منحنی فراوانی، نمودار پخش، محل دپو و مسافت حمل مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه حجم خاکبرداری با منحنی فراوانی و نمودار پخش بررسی می‌شود و مثال عددی برای یک مسیر ۲ کیلومتری ارائه می‌شود. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.

۲۵ ضریب تراکم و درصد افزایش حجم

خاک هنگام کندن و جابه‌جایی حجم بیشتری پیدا می‌کند و این افزایش حجم به درصد بستگی دارد. ضریب تراکم نسبت حجم خاک متراکم به حجم خاک برداشته‌شده است و برای خاک رسی معمولاً بین ۱٫۱۰ تا ۱٫۲۰ است. اگر ضریب ۱٫۱۵ برای خاکریزی ثبت شود، حجم خاک برداشته‌شده باید ۱۵ درصد بیشتر باشد تا جا بیفتد.

۲۶ ماتریس فاصله و حمل

ماتریس فاصله جدولی است که فاصله هر خانه تا هر دپو را نشان می‌دهد و برای محاسبه هزینه حمل استفاده می‌شود. هزینه حمل معمولاً با مسافت و حجم متناسب است و در برآورد پروژه جداگانه آورده می‌شود. انتخاب محل دپو باید با کارفرما و محیط‌زیست هماهنگ باشد و مسیر عبور روشن ثبت شود.

۲۷ جمع‌بندی و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم ضریب تراکم، درصد افزایش حجم، ماتریس فاصله و هزینه حمل مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه حجم خاکبرداری با منحنی فراوانی و نمودار پخش بررسی می‌شود و مثال عددی برای یک مسیر ۲ کیلومتری ارائه می‌شود. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.

۲۸ روش میانگین سطوح

روش میانگین سطوح برای محاسبه حجم خاکبرداری از روی مساحت مقاطع عرضی است. در هر مقطع مساحت خاکبرداری و خاکریزی محاسبه می‌شود و میانگین دو مقطع در فاصله بین آن‌ها ضرب می‌شود. این روش ساده است و برای مسیرهای طولانی دقت کافی دارد اگر فاصله مقاطع کوتاه باشد.

۲۹ نمودار پخش و محل دپو

نمودار پخش نشان می‌دهد چند درصد از خاک در هر فاصله از مبدا قرار می‌گیرد و نمودار میله‌ای نشان می‌دهد. در راه‌سازی این دو ابزار برای تصمیم‌گیری درباره محل خاکریز و خاکبرداری استفاده می‌شود و باید در گزارش فنی پیوست شود.

۳۰ جمع‌بندی و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم روش میانگین سطوح، نمودار پخش، محل دپو و مسافت حمل مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه حجم خاکبرداری با منحنی فراوانی و نمودار پخش بررسی می‌شود و مثال عددی برای یک مسیر ۲ کیلومتری ارائه می‌شود. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.

۳۱ منحنی فراوانی تجمعی

منحنی فراوانی تجمعی نشان می‌دهد چند درصد از خاک تا هر فاصله از مبدا قرار می‌گیرد و نمودار میله‌ای نشان می‌دهد. در راه‌سازی این دو ابزار برای تصمیم‌گیری درباره محل خاکریز و خاکبرداری استفاده می‌شود و باید در گزارش فنی پیوست شود.

۳۲ جمع‌بندی و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم منحنی فراوانی تجمعی، نمودار پخش، محل دپو و مسافت حمل مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه حجم خاکبرداری با منحنی فراوانی و نمودار پخش بررسی می‌شود و مثال عددی برای یک مسیر ۲ کیلومتری ارائه می‌شود. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.

۳۳ روش میانگین سطوح

روش میانگین سطوح برای محاسبه حجم خاکبرداری از روی مساحت مقاطع عرضی است. در هر مقطع مساحت خاکبرداری و خاکریزی محاسبه می‌شود و میانگین دو مقطع در فاصله بین آن‌ها ضرب می‌شود. این روش ساده است و برای مسیرهای طولانی دقت کافی دارد اگر فاصله مقاطع کوتاه باشد.

۳۴ نمودار پخش و محل دپو

نمودار پخش نشان می‌دهد چند درصد از خاک در هر فاصله از مبدا قرار می‌گیرد و نمودار میله‌ای نشان می‌دهد. در راه‌سازی این دو ابزار برای تصمیم‌گیری درباره محل خاکریز و خاکبرداری استفاده می‌شود و باید در گزارش فنی پیوست شود.

۳۵ جمع‌بندی و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم روش میانگین سطوح، نمودار پخش، محل دپو و مسافت حمل مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه حجم خاکبرداری با منحنی فراوانی و نمودار پخش بررسی می‌شود و مثال عددی برای یک مسیر ۲ کیلومتری ارائه می‌شود. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.

۳۶ منحنی فراوانی و نمودار پخش

منحنی فراوانی نشان می‌دهد چند درصد از خاک تا هر فاصله از مبدا قرار می‌گیرد و نمودار میله‌ای نشان می‌دهد. در راه‌سازی این دو ابزار برای تصمیم‌گیری درباره محل خاکریز و خاکبرداری استفاده می‌شود و باید در گزارش فنی پیوست شود.

۳۷ جمع‌بندی و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم منحنی فراوانی، نمودار پخش، محل دپو و مسافت حمل مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه حجم خاکبرداری با منحنی فراوانی و نمودار پخش بررسی می‌شود و مثال عددی برای یک مسیر ۲ کیلومتری ارائه می‌شود. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.

۳۸ روش میانگین سطوح

روش میانگین سطوح برای محاسبه حجم خاکبرداری از روی مساحت مقاطع عرضی است. در هر مقطع مساحت خاکبرداری و خاکریزی محاسبه می‌شود و میانگین دو مقطع در فاصله بین آن‌ها ضرب می‌شود. این روش ساده است و برای مسیرهای طولانی دقت کافی دارد اگر فاصله مقاطع کوتاه باشد.

۳۹ نمودار پخش و محل دپو

نمودار پخش نشان می‌دهد چند درصد از خاک در هر فاصله از مبدا قرار می‌گیرد و نمودار میله‌ای نشان می‌دهد. در راه‌سازی این دو ابزار برای تصمیم‌گیری درباره محل خاکریز و خاکبرداری استفاده می‌شود و باید در گزارش فنی پیوست شود.

۴۰ جمع‌بندی و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم روش میانگین سطوح، نمودار پخش، محل دپو و مسافت حمل مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه حجم خاکبرداری با منحنی فراوانی و نمودار پخش بررسی می‌شود و مثال عددی برای یک مسیر ۲ کیلومتری ارائه می‌شود. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.

۴۱ منحنی فراوانی و نمودار پخش

منحنی فراوانی نشان می‌دهد چند درصد از خاک تا هر فاصله از مبدا قرار می‌گیرد و نمودار میله‌ای نشان می‌دهد. در راه‌سازی این دو ابزار برای تصمیم‌گیری درباره محل خاکریز و خاکبرداری استفاده می‌شود و باید در گزارش فنی پیوست شود.

۴۲ جمع‌بندی و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم منحنی فراوانی، نمودار پخش، محل دپو و مسافت حمل مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه حجم خاکبرداری با منحنی فراوانی و نمودار پخش بررسی می‌شود و مثال عددی برای یک مسیر ۲ کیلومتری ارائه می‌شود. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.

۴۳ روش میانگین سطوح

روش میانگین سطوح برای محاسبه حجم خاکبرداری از روی مساحت مقاطع عرضی است. در هر مقطع مساحت خاکبرداری و خاکریزی محاسبه می‌شود و میانگین دو مقطع در فاصله بین آن‌ها ضرب می‌شود. این روش ساده است و برای مسیرهای طولانی دقت کافی دارد اگر فاصله مقاطع کوتاه باشد.

۴۴ نمودار پخش و محل دپو

نمودار پخش نشان می‌دهد چند درصد از خاک در هر فاصله از مبدا قرار می‌گیرد و نمودار میله‌ای نشان می‌دهد. در راه‌سازی این دو ابزار برای تصمیم‌گیری درباره محل خاکریز و خاکبرداری استفاده می‌شود و باید در گزارش فنی پیوست شود.

۴۵ جمع‌بندی و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم روش میانگین سطوح، نمودار پخش، محل دپو و مسافت حمل مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه حجم خاکبرداری با منحنی فراوانی و نمودار پخش بررسی می‌شود و مثال عددی برای یک مسیر ۲ کیلومتری ارائه می‌شود. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.

۴۶ منحنی فراوانی و نمودار پخش

منحنی فراوانی نشان می‌دهد چند درصد از خاک تا هر فاصله از مبدا قرار می‌گیرد و نمودار میله‌ای نشان می‌دهد. در راه‌سازی این دو ابزار برای تصمیم‌گیری درباره محل خاکریز و خاکبرداری استفاده می‌شود و باید در گزارش فنی پیوست شود.

۴۷ جمع‌بندی و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم منحنی فراوانی، نمودار پخش، محل دپو و مسافت حمل مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه حجم خاکبرداری با منحنی فراوانی و نمودار پخش بررسی می‌شود و مثال عددی برای یک مسیر ۲ کیلومتری ارائه می‌شود. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.

۴۸ روش میانگین سطوح

روش میانگین سطوح برای محاسبه حجم خاکبرداری از روی مساحت مقاطع عرضی است. در هر مقطع مساحت خاکبرداری و خاکریزی محاسبه می‌شود و میانگین دو مقطع در فاصله بین آن‌ها ضرب می‌شود. این روش ساده است و برای مسیرهای طولانی دقت کافی دارد اگر فاصله مقاطع کوتاه باشد.

۴۹ نمودار پخش و محل دپو

نمودار پخش نشان می‌دهد چند درصد از خاک در هر فاصله از مبدا قرار می‌گیرد و نمودار میله‌ای نشان می‌دهد. در راه‌سازی این دو ابزار برای تصمیم‌گیری درباره محل خاکریز و خاکبرداری استفاده می‌شود و باید در گزارش فنی پیوست شود.

۵۰ جمع‌بندی و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم روش میانگین سطوح، نمودار پخش، محل دپو و مسافت حمل مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه حجم خاکبرداری با منحنی فراوانی و نمودار پخش بررسی می‌شود و مثال عددی برای یک مسیر ۲ کیلومتری ارائه می‌شود. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.

۵۱ منحنی فراوانی و نمودار پخش

منحنی فراوانی نشان می‌دهد چند درصد از خاک تا هر فاصله از مبدا قرار می‌گیرد و نمودار میله‌ای نشان می‌دهد. در راه‌سازی این دو ابزار برای تصمیم‌گیری درباره محل خاکریز و خاکبرداری استفاده می‌شود و باید در گزارش فنی پیوست شود.

۵۲ جمع‌بندی و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم منحنی فراوانی، نمودار پخش، محل دپو و مسافت حمل مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه حجم خاکبرداری با منحنی فراوانی و نمودار پخش بررسی می‌شود و مثال عددی برای یک مسیر ۲ کیلومتری ارائه می‌شود. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.

۵۳ روش میانگین سطوح

روش میانگین سطوح برای محاسبه حجم خاکبرداری از روی مساحت مقاطع عرضی است. در هر مقطع مساحت خاکبرداری و خاکریزی محاسبه می‌شود و میانگین دو مقطع در فاصله بین آن‌ها ضرب می‌شود. این روش ساده است و برای مسیرهای طولانی دقت کافی دارد اگر فاصله مقاطع کوتاه باشد.

۵۴ نمودار پخش و محل دپو

نمودار پخش نشان می‌دهد چند درصد از خاک در هر فاصله از مبدا قرار می‌گیرد و نمودار میله‌ای نشان می‌دهد. در راه‌سازی این دو ابزار برای تصمیم‌گیری درباره محل خاکریز و خاکبرداری استفاده می‌شود و باید در گزارش فنی پیوست شود.

۵۵ جمع‌بندی و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم روش میانگین سطوح، نمودار پخش، محل دپو و مسافت حمل مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه حجم خاکبرداری با منحنی فراوانی و نمودار پخش بررسی می‌شود و مثال عددی برای یک مسیر ۲ کیلومتری ارائه می‌شود. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.

۵۶ منحنی فراوانی و نمودار پخش

منحنی فراوانی نشان می‌دهد چند درصد از خاک تا هر فاصله از مبدا قرار می‌گیرد و نمودار میله‌ای نشان می‌دهد. در راه‌سازی این دو ابزار برای تصمیم‌گیری درباره محل خاکریز و خاکبرداری استفاده می‌شود و باید در گزارش فنی پیوست شود.

۵۷ جمع‌بندی و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم منحنی فراوانی، نمودار پخش، محل دپو و مسافت حمل مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه حجم خاکبرداری با منحنی فراوانی و نمودار پخش بررسی می‌شود و مثال عددی برای یک مسیر ۲ کیلومتری ارائه می‌شود. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.

۵۸ روش میانگین سطوح

روش میانگین سطوح برای محاسبه حجم خاکبرداری از روی مساحت مقاطع عرضی است. در هر مقطع مساحت خاکبرداری و خاکریزی محاسبه می‌شود و میانگین دو مقطع در فاصله بین آن‌ها ضرب می‌شود. این روش ساده است و برای مسیرهای طولانی دقت کافی دارد اگر فاصله مقاطع کوتاه باشد.

۵۹ نمودار پخش و محل دپو

نمودار پخش نشان می‌دهد چند درصد از خاک در هر فاصله از مبدا قرار می‌گیرد و نمودار میله‌ای نشان می‌دهد. در راه‌سازی این دو ابزار برای تصمیم‌گیری درباره محل خاکریز و خاکبرداری استفاده می‌شود و باید در گزارش فنی پیوست شود.

۶۰ جمع‌بندی و گام بعدی

در این مقاله مفاهیم روش میانگین سطوح، نمودار پخش، محل دپو و مسافت حمل مرور شد. در مقاله بعدی روش محاسبه حجم خاکبرداری با منحنی فراوانی و نمودار پخش بررسی می‌شود و مثال عددی برای یک مسیر ۲ کیلومتری ارائه می‌شود. خواننده می‌تواند جدول ساده را در دفتر خود پر کند و نتیجه را با مثال مقایسه کند.