



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

حل تشریحی مسائل

# دروس نقشه برداری

■ (نقشه برداری ۱، ۲، مسیر و زیرزمینی) ■

بر اساس

ویرایش دوم

کتاب «نقشه برداری مهندسی»

تألیف مهندس محمود دیانت خواه

مؤلفان:

مهندس رضا حکیمی

مهندس عباس بهزادی کندازی

سرشناسه	: حکیمی، رضا، ۱۳۶۷ -
عنوان و نام پدیدآور	: حل تشریحی مسایل دروس نقشه برداری: (نقشه برداری ۱ و ۲، مسیر و زیرزمینی) بر اساس کتاب "نقشه برداری مهندسی" تألیف مهندس محمود دیانت خواه
مشخصات نشر	: تهران: نوآور، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۱۷۶ ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۱۷۸-۳
وضعیت فهرست نویسی	: فیپای مختصر
یادداشت	: این مدرک در آدرس <a href="http://opac.nlai.ir">http://opac.nlai.ir</a> قابل دسترسی است.
شناسه افزوده	: بهزادی کنذازی، عباس، ۱۳۶۸ -
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۵۸۸۰۰۱

## حل تشریحی مسائل دروس نقشه برداری

مهندس رضا حکیمی، مهندس عباس بهزادی کنذازی

نوآور

۱۰۰ نسخه

محمدرضا نصیرنیا

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۱۷۸-۳

مولفان:

ناشر:

شمارگان:

مدیر تولید:

نوبت چاپ:

شابک:



### نمایشگاه دائمی و مرکز فروش:

نوآور: تهران - خ انقلاب، خ فخررازی، خ شهدای ژاندارمری نرسیده به خ دانشگاه ساختمان ایرانیان،

پلاک ۵۸، طبقه دوم، واحد ۶

تلفن: ۹۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

[www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com)

فروشگاه ۱: تهران خ انقلاب، نیش خ ۱۲ فروردین پلاک ۱۳۱۰، کتابفروشی الیاس تلفن: ۶۶۹۵۵۸۷۸ - ۶۶۴۰۵۰۸۴

فروشگاه ۲: تهران خ انقلاب، مقابل دانشگاه تهران، جنب بانک ملت، پلاک ۱۲۱۲، کتابفروشی گوتنبرگ تلفن: ۶۶۴۱۳۹۹۸ - ۶۶۴۰۲۵۷۹

فروشگاه ۳: تهران خ انقلاب، بین خ ۱۲ فروردین و اردیبهشت، پلاک ۱۳۱۲، کتابفروشی صانعی تلفن: ۶۶۴۰۹۹۲۴ - ۶۶۴۰۵۳۸۵

فروشگاه ۴: اصفهان، م انقلاب، خ چهار باغ عباسی ابتدای خ سید علی خان، کتابفروشی مهرگان تلفن: ۰۳۱۱۲۲۱۳۷۵۱

فروشگاه ۵: تبریز، خ امام، فلکه دانشگاه، اول خ دانشگاه، کتابفروشی علامه تلفن: ۰۴۱۱۳۳۴۱۶۶۹ - ۰۴۱۱۳۳۴۱۹۸۶

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور می باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی، فیلم فایل صوتی یا تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

## فهرست مطالب

مقدمه:

فصل اول: نظریه خطاها

فصل دوم: اندازه‌گیری طول

فصل سوم: تراز یابی

فصل چهارم: نیمرخ‌های طولی و عرضی

فصل پنجم: زاویه یابی

فصل ششم: مختصات نقاط و امتدادها

فصل هفتم: فاصله یابی با دستگاه‌های اپتیکی (O.D.M)

فصل هشتم: پیمایش

فصل نهم: برداشت جزئیات

فصل دهم: تقاطع

فصل یازدهم: ترفیع

فصل دوازدهم: مثلث بندی

فصل سیزدهم: اندازه‌گیری مساحت

فصل چهاردهم: تعیین حجم عملیات خاکی

پنشنوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

فصل پانزدهم: نقشه برداری مسیر

فصل شانزدهم: نقشه برداری زیرزمینی

پیوست ۱: رسم پروفیل طولی و عرضی

پیوست ۲: راهنمای گام به گام پروژه راهسازی به کمک نرم افزار Civil 3D

منابع:



نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

**مقدمه:**

با عرض سلام و احترام خدمت تمامی اساتید محترم، دانشجویان گران قدر و دوستان عزیز مجموعه‌ای که پیش‌رو دارید شامل سوالات طبقه‌بندی شده درس نقشه‌برداری به همراه پاسخ تشریحی این سوالات می‌باشد. این مجموعه سوالات از «کتاب نقشه‌برداری مهندسی» تألیف مهندس محمود دیانت‌خواه گرفته شده‌اند. نگارش بخش اعظم این کتاب در سال ۱۳۸۸ انجام شد اما متأسفانه علی‌رغم تلاش زیاد تا به امروز موفق به چاپ این مجموعه در قالب یک کتاب نشده بودیم. مطالب این کتاب می‌تواند برای دانشجویان رشته‌های نقشه‌برداری، عمران، کشاورزی و تمام عزیزانی که رشته تحصیلی آن‌ها با نقشه‌برداری مرتبط است مفید باشد. در این کتاب سعی شده است که پوشش تقریباً کاملی به سوالات کتاب مذکور داده شود. این مجموعه بدون شک بی‌عیب نیست لذا از تمامی دوستان عزیز تقاضا داریم با رهنمودهای خود در ویرایش نسخه‌های بعدی این کتاب چراغ راه ما باشند.

رضا حکیمی - عباس بهزادی کندازی

[Info@noavarpub.com](mailto:Info@noavarpub.com)

نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

## فصل اول

### نظریه خطاها

۱. طول یک خط ۱۰ مرتبه اندازه‌گیری شد و نتایج این اندازه‌گیری بر حسب متر به شرح زیر است:

۳۴۲/۱۲۶	۳۴۹/۱۲۶	۳۵۱/۱۲۶	۳۴۵/۱۲۶	۳۴۸/۱۲۶
۳۵۰/۱۲۶	۳۴۸/۱۲۶	۳۵۲/۱۲۶	۳۴۵/۱۲۶	۳۴۸/۱۲۶

مطلوب است محاسبه

الف: محتملترین مقدار طول خط

ب: خطای معیار اندازه‌گیری

ج: خطای میانگین

د: خطای ماکزیمم

جواب:

$$\text{الف: مقدار: الف} = \bar{l} = \frac{\sum_{i=1}^{10} l_i}{10} = 126/3478 \text{ m}$$

خطای معیار: ب

$$\begin{aligned} v_1 &= -0/006 & v_2 &= 0/001 & v_3 &= 0/003 & v_4 &= -0/003 & v_5 &= 0 \\ v_6 &= 0/002 & v_7 &= 0 & v_8 &= 0/004 & v_9 &= -0/003 & v_{10} &= 0 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \delta = \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{8/4 \times 10^{-5}}{9}} \approx 0/003 \text{ m}$$

$$\text{ج: میانگین: ج} = \alpha = \frac{\delta}{\sqrt{n}} = 9/637 \times 10^{-4}$$

$$\text{د: خطای ماکزیمم: د} = e_{max} = 2/5\delta = 2/5 \times (0/003) = 7/5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

۲. طول یک خط توسط ۴ گروه نقشه برداری اندازه گیری شد. هر گروه اندازه گیری را ۵ مرتبه انجام دادند. نتایج حاصل به شرح زیر است:

۸۵۷/۳۵	۸۵۷/۴۱	۸۵۷/۲۸	۸۵۷/۳۰	۸۵۷/۴۰	گروه ۱
۸۵۷/۳۰	۸۵۷/۴۰	۸۵۷/۳۲	۸۵۷/۳۸	۸۵۷/۴۱	گروه ۲
۸۵۷/۲۵	۸۵۷/۲۹	۸۵۷/۴۲	۸۵۷/۴۱	۸۵۷/۳۰	گروه ۳
۸۵۷/۲۸	۸۵۷/۳۲	۸۵۷/۳۰	۸۵۷/۳۵	۸۵۷/۳۳	گروه ۴

میانگین کلی اندازه گیری را تعیین کنید.

جواب

\*  $a_i$ ,  $\delta_i$  و  $P_i$  به ترتیب میانگین، انحراف معیار و وزن مربوط به اندازه گیری های گروه  $i$ ام می باشند:

گروه سوم:

$$a_3 = 857/334$$

$$\delta_3 = \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{n-1}} = 0/0763$$

$$P_3 = \frac{1}{\delta_3^2} \approx 173$$

گروه چهارم:

$$a_4 = 857/316$$

$$\delta_4 = \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{n-1}} = 0/027$$

$$P_4 = \frac{1}{\delta_4^2} \approx 1370$$

$$a_1 = 857/348$$

$$\delta_1 = \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{n-1}} = 0/058$$

$$P_1 = \frac{1}{\delta_1^2} \approx 297$$

گروه اول:

$$a_2 = 857/362$$

$$\delta_2 = \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{n-1}} = 0/049$$

$$P_2 = \frac{1}{\delta_2^2} \approx 413$$

گروه دوم:

$$\bar{a} = \frac{P_1 \bar{a}_1 + P_2 \bar{a}_2 + P_3 \bar{a}_3 + P_4 \bar{a}_4}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}$$

$$= \frac{254632/356 + 354090/506 + 148318/782 + 1174522/920}{2253} = 857/330$$

\* اگر در این سوال مقدار میانگین معمولی  $\bar{a}$  داده را حساب می کردیم، (از طریق رابطه ی

$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^{20} a_i}{20}$ ) حاصل برابر 857/34 می شد که این عدد به عنوان میانگین کلی درست نمی باشد.

به نظر شما علت چیست؟

۳. در اندازه گیری یک مسافت ۲۵۰ متری با نوار فلزی ۳۰ متری چند مرتبه اندازه گیری را باید تکرار کرد در صورتی که دقت نسبی مورد نظر  $\frac{1}{10000}$  و خطای قرائت هر طرف نوار ۱ سانتیمتر

باشد.

جواب:

در این سوال ابتدا باید خطای هر دهنه را محاسبه کنیم. اگر قرائت ابتدا و انتهای یک دهنه به ترتیب  $a$  و  $b$  باشد، برای طول دهنه داریم:  $l = a - b$ . پس ابتدا خطای هر دهنه را از طریق تفاضل محاسبه کنیم:

$$\delta_l = \sqrt{\left(\frac{\partial l}{\partial a}\right)^2 \delta_a^2 + \left(\frac{\partial l}{\partial b}\right)^2 \delta_b^2} = \sqrt{1^2(1)^2 + 1^2(1)^2} = \sqrt{2} \text{ cm}$$

در اندازه‌گیری طول به روش دهنه به دهنه و با تکرار هر قرائت، خطای محاسبه شده با جذر تعداد قرائت‌ها رابطه‌ی عکس دارد و با جذر تعداد دهنه‌ها رابطه‌ی مستقیم دارد:

$$\delta = \frac{e \times \sqrt{m}}{\sqrt{n}}$$

در این رابطه  $e$  خطای مطلق،  $m$  تعداد دهنه‌ها و  $n$  تعداد تکرار قرائت است.

$$e_R = \frac{\delta}{L} = \frac{\sqrt{2} \times \sqrt{9}}{\sqrt{n} \times 250} \leq \frac{1}{10000} \Rightarrow n \geq 2/88$$

پس هر دهنه باید حداقل ۳ مرتبه قرائت شود.

۴. در اندازه‌گیری ابعاد زمینی که به شکل مستطیل است اعداد زیر به دست آمده است.

$$a = 245/68 \text{ m}$$

$$b = 195/28 \text{ m}$$

اگر اندازه‌گیری طول زمین با خطای  $\pm 5 \text{ cm}$  و اندازه‌گیری عرض آن با خطای  $\pm 3 \text{ cm}$  همراه باشد خطای اندازه‌گیری محیط و مساحت زمین را تعیین کنید.

جواب:

الف: محیط ( $P$ ):



$$p = 2(l + w)$$

$$\delta_p = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial l}\right)^2 \delta_l^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial w}\right)^2 \delta_w^2} = \sqrt{2^2(25 \times 10^{-4}) + 2^2(9 \times 10^{-4})} = 2 \times 10^{-2} \sqrt{25 + 9} \approx 0/117$$

ب: مساحت ( $S$ ):

$$S = l \cdot w$$



/

$$\delta_S = \sqrt{\left(\frac{\partial S}{\partial l}\right)^2 \delta_l^2 + \left(\frac{\partial S}{\partial w}\right)^2 \delta_w^2} = \sqrt{(195/28)^2 (25 \times 10^{-4}) + (245/68)^2 (9 \times 10^{-4})} \approx 12/233$$

۵. برای اندازه‌گیری مساحت زمینی که به شکل مثلث است اندازه‌گیری‌هایی به شرح زیر صورت گرفته است.

$$a = 24/5 \text{ m} \quad b = 18/35 \text{ m} \quad c = 30/48 \text{ m}$$

هرگاه اندازه‌گیری هر یک از اضلاع مثلث مذکور با خطای  $\pm 5 \text{ cm}$  همراه باشد، خطای مطلق و خطای نسبی مساحت مثلث را تعیین کنید.

جواب: در این مسئله باید برای محاسبه‌ی مساحت مثلث از رابطه‌ی

$$A = \sqrt{P(P-a)(P-b)(P-c)}$$

استفاده شود که در آن  $P$  نصف محیط مثلث و  $a$  و  $b$  و  $c$

اضلاع مثلث می‌باشند.

$$a = 24/5 \text{ m} \pm 5 \text{ cm}$$

$$b = 18/35 \text{ m} \pm 5 \text{ cm}$$

$$c = 30/48 \text{ m} \pm 5 \text{ cm}$$

$$P = \frac{a+b+c}{2} = 36/665$$

$$\delta_P = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial a}\right)^2 \delta_a^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial b}\right)^2 \delta_b^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial c}\right)^2 \delta_c^2} = \sqrt{\frac{1}{4}(25) + \frac{1}{4}(25) + \frac{1}{4}(25)} = \frac{1}{2}\sqrt{3 \times 25} = \frac{1}{2}\sqrt{75} \approx 4/33 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow P = 36/665 \text{ m} \pm 4/33 \text{ cm}$$

$$A = \sqrt{P(P-a)(P-b)(P-c)} \Rightarrow A$$

$$= (P^4 - P^3b - P^3c - P^3a + abP^2 + acP^2 + bcP^2 - abcP)^{\frac{1}{2}}$$

$$\delta_A = \sqrt{\left(\frac{\partial A}{\partial P}\right)^2 \delta_P^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial a}\right)^2 \delta_a^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial b}\right)^2 \delta_b^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial c}\right)^2 \delta_c^2}$$

$$= \sqrt{2/523 + 0/213 + 0/094 + 0/825} = 1/909 \text{ m}$$

$$e_R = \frac{\delta_A}{A} = \frac{1/909}{224/7787} = \frac{1}{117/747} \approx \frac{1}{120}$$

۶. مسافتی به طول تقریبی  $480$  متر با یک نوار فلزی  $50$  متری به ترتیب زیر اندازه‌گیری شد. دهانه‌های  $1$  و  $2$  و  $3$  با شش مرتبه قرائت ابتدا و انتهای نوار، دهانه‌های  $4$  و  $5$  و  $6$  با پنج مرتبه قرائت ابتدا و انتهای نوار و سایر دهانه‌ها با چهار مرتبه قرائت ابتدا و انتهای نوار. در صورتی که خطای قرائت ابتدا و انتهای نوار در هر دهانه به ترتیب  $1$  و  $1/2$  میلیمتر باشد، خطای اندازه‌گیری مسافت مذکور را تعیین کنید.

جواب:

/

$$e = \sqrt{\left(\frac{\partial L}{\partial a}\right)^2 \delta_a^2 + \left(\frac{\partial L}{\partial b}\right)^2 \delta_b^2} = \sqrt{1^2(1/2)^2 + 1^2(1)^2} = 1/562 \text{ mm}$$

$$L = L_1 + L_2 + L_3$$

$L_1$ ،  $L_2$  و  $L_3$  به ترتیب نشانگر ۳ دهنه اول، ۳ دهنه دوم و ۴ دهنه آخر است.

$$\delta_{L_1} = \frac{e \times \sqrt{m}}{\sqrt{n}} = \frac{1/562 \times \sqrt{3}}{\sqrt{6}} = 1/105 \text{ mm}$$

$$\delta_{L_2} = \frac{e \times \sqrt{m}}{\sqrt{n}} = \frac{1/562 \times \sqrt{3}}{\sqrt{5}} = 1/210 \text{ mm}$$

$$\delta_{L_3} = \frac{e \times \sqrt{m}}{\sqrt{n}} = \frac{1/562 \times \sqrt{4}}{\sqrt{4}} = 1/562 \text{ mm}$$

$$\delta_L = \sqrt{\left(\frac{\partial L}{\partial L_1}\right)^2 \delta_{L_1}^2 + \left(\frac{\partial L}{\partial L_2}\right)^2 \delta_{L_2}^2 + \left(\frac{\partial L}{\partial L_3}\right)^2 \delta_{L_3}^2} = 2/264 \text{ mm}$$

۷. برای تعیین مساحت چهار ضلعی  $ABCD$  اندازه‌گیری‌هایی به شرح زیر انجام گرفته است:

$$AB = 398/5 \text{ m}$$

$$CD = 186/2 \text{ m}$$

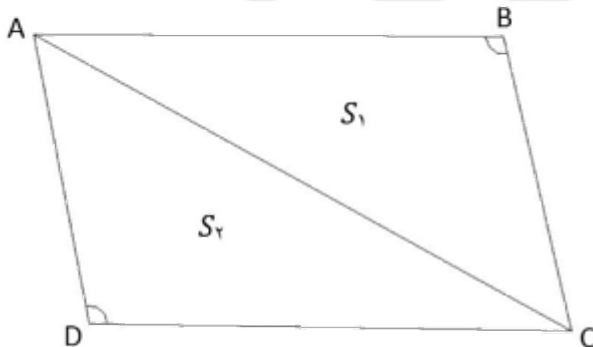
$$\hat{B} = 118^\circ 30'$$

$$BC = 477/2 \text{ m}$$

$$DA = 617/7 \text{ m}$$

$$\hat{D} = 130^\circ 55'$$

اگر خطای اندازه‌گیری فاصله  $\pm 10 \text{ cm}$  و خطای اندازه‌گیری زاویه یک دقیقه فرض شود، خطای اندازه‌گیری مساحت چهار ضلعی چقدر است.



جواب:

$$S = S_1 + S_2 \Rightarrow$$

$$S_1 = \frac{1}{2}(AB \times BC) = \frac{1}{2}|AB||AC| \sin B \Rightarrow$$

$$\delta_{S_1} = \sqrt{\left(\frac{\partial S_1}{\partial BC}\right)^2 \delta_{BC}^2 + \left(\frac{\partial S_1}{\partial AB}\right)^2 \delta_{AB}^2 + \left(\frac{\partial S_1}{\partial B}\right)^2 \delta_B^2} = 30/33920$$

تلفن: ۲-۶۹۴۸۴۱۹۱