

المحاضرة الثالثة

برنامج القياس والمعالجة العددية للمضلعات

3. برنامج القياسات ضمن المضلعات.

يمكن توضيح تسلسل تنفيذ القياسات الميدانية ضمن المضلعات على حالة مضلع يبتدئ بالربط على زوج من النقاط المعلومة وينتهي بالإغلاق على زوج آخر من النقاط المعلومة الإحداثيات (وهي حالة يمكن تعديها).

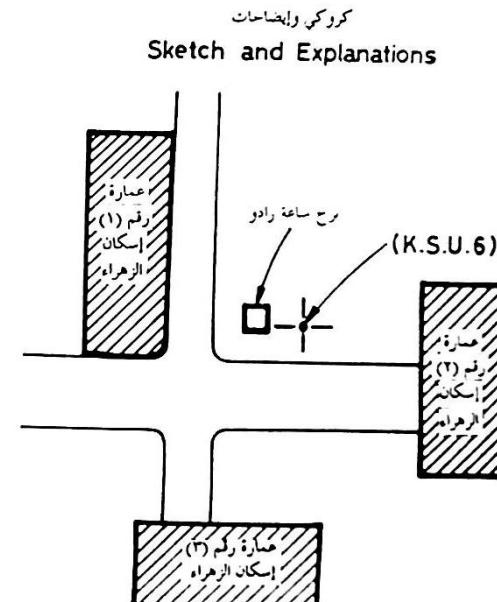
1.3. استطلاع الموقع:

حيث يتم استطلاع موقع العمل المساحي (الطبغرافي، العقاري، ... الخ) واختيار موقع رؤوس المضلعين أو المضلعات بحيث تحيط بالمعالم والتفاصيل المختلفة.

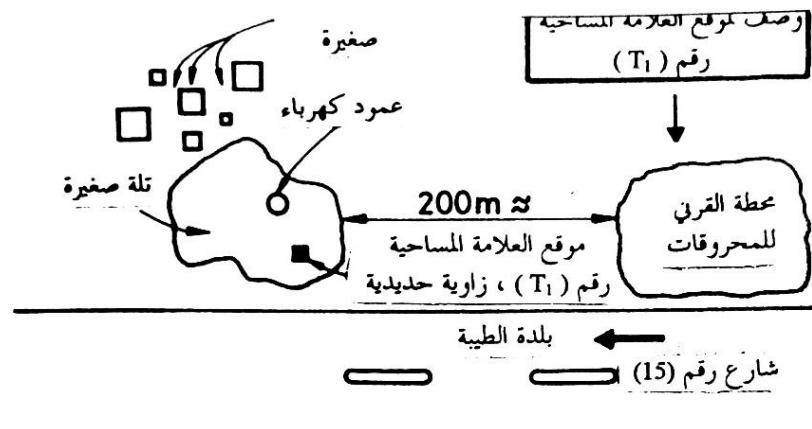
2.3. تثبيت الرؤوس:

من خلال غرس علامات مساحية مناسبة وثبتة في الموقع المختار لرؤوس المضلعات ثم ترقيمهما وإنجاز كروت وصف لكل منها. وذلك بهدف التعرف عليها مستقبلاً وإعادتها إلى موقعها الدقيق في حال حصول إزاحة أو اقتلاع [الأشكال (4) و (5) و (6) و (7)].

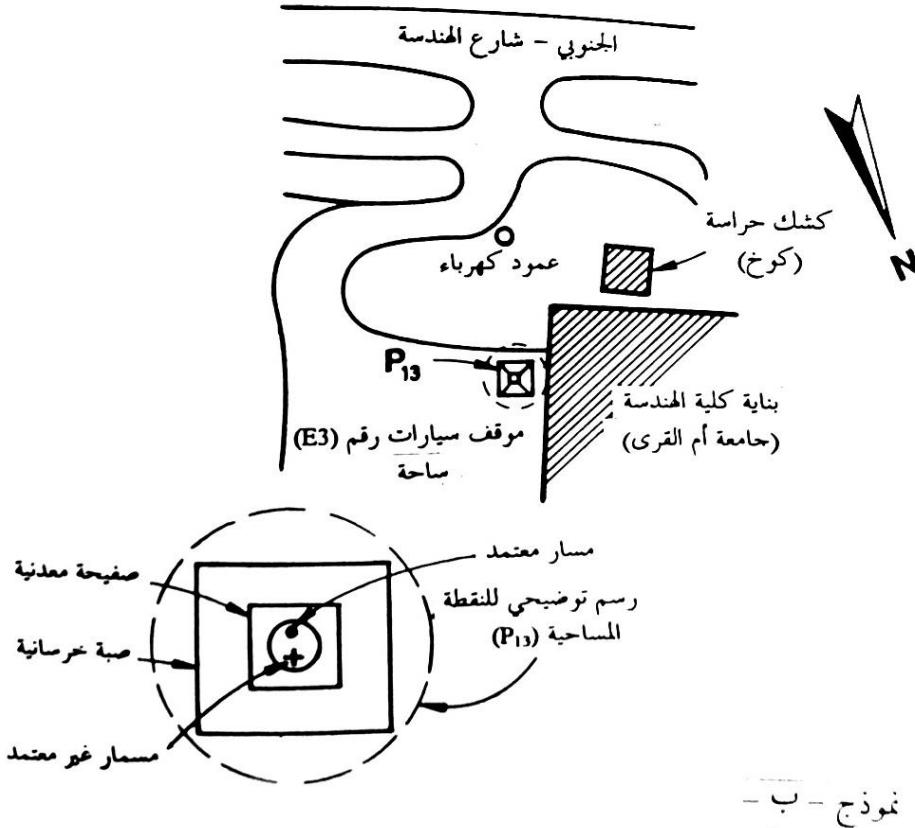
اسم المؤسسة :	
المرتبة : Order	
K.S.U. 6-----	Designation النسبة
-----	Zone المقطعة
-----	Place المكان
-----	Year سنة الإنشاء
X- Coord -----	الإحداثي السبي
Y- Coord.-----	الإحداثي الصادي
Z - Coord.-----	Elevation المنسوب
Remarks ملاحظات	



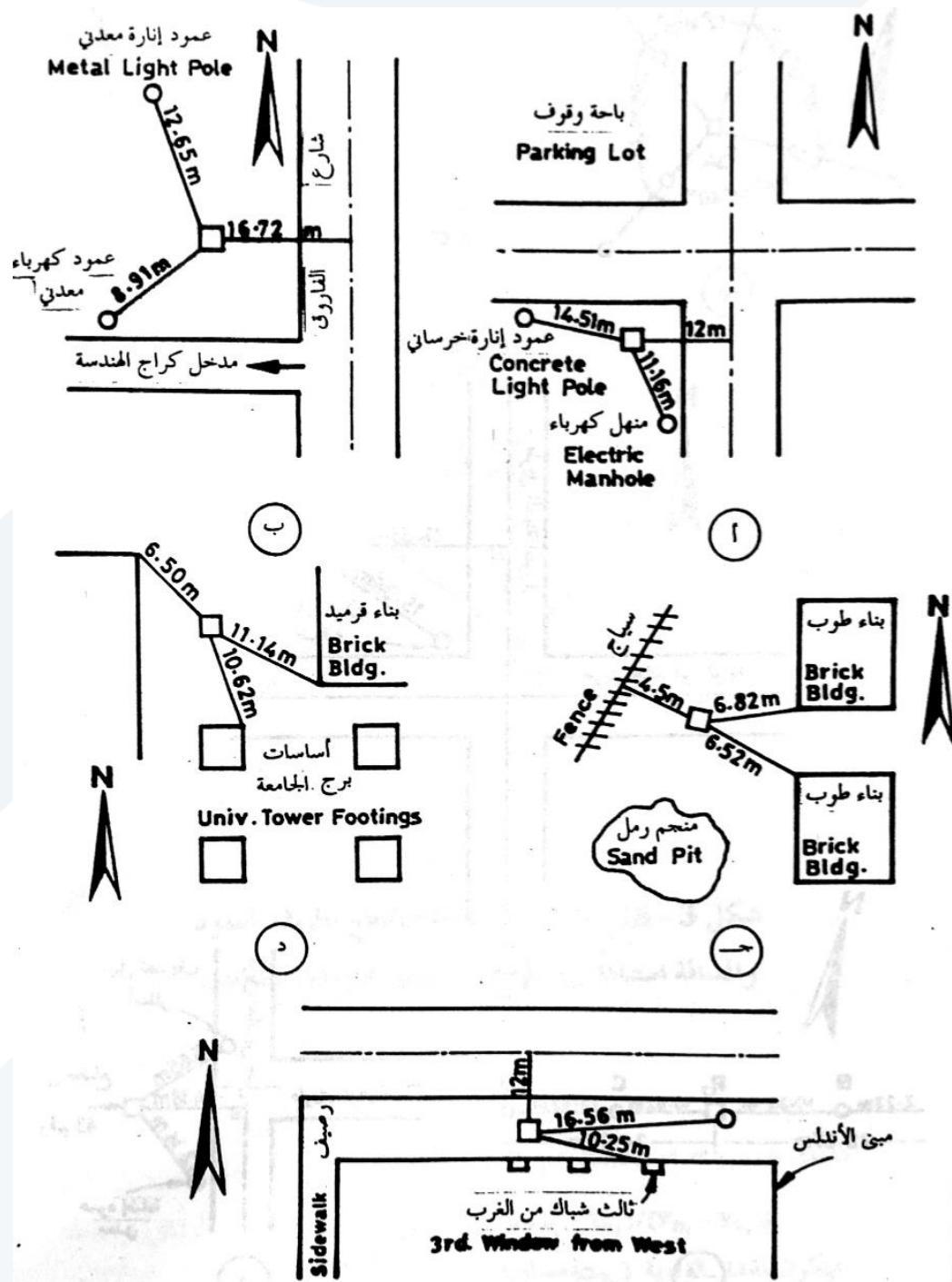
الشكل (4): مثال عن بطاقة الوصف.



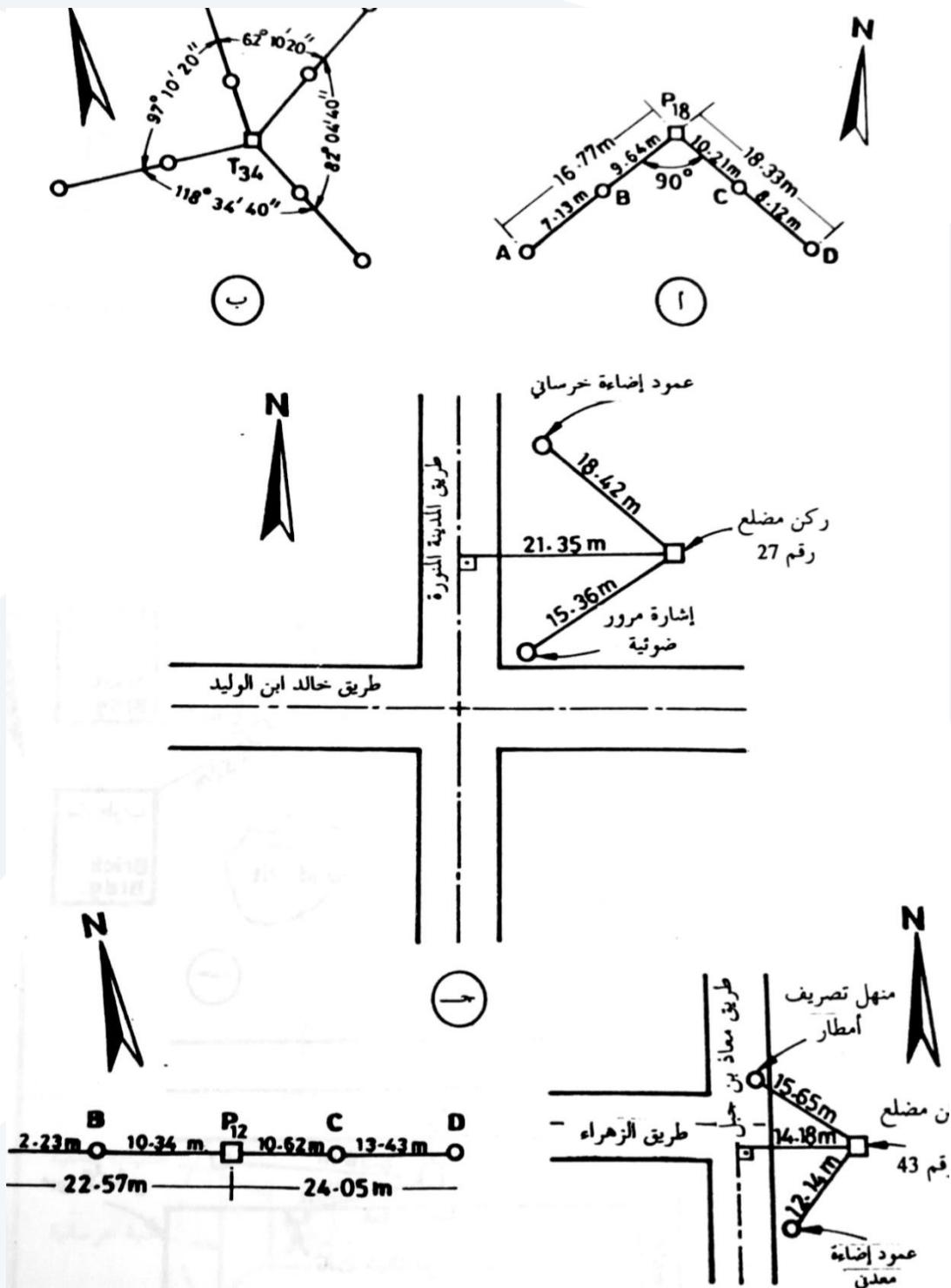
وصف ملوقع العلامات المساحية (P₁₃)



الشكل (5): وصف العلامات الممثلة للنقاط المساحية.



الشكل (6): أمثلة على طرق وصف وإسناد النقاط المساحية.



الشكل (7): أمثلة على طرق إسناد نقاط المضلوعات والنقاط الهمة الأخرى.

3.3. البحث عن أقرب نقطتين معلومتي الإحداثيات لموقع بداية المسح [سواءً كانت نقاط مثلثات (*Triangulation Points*) أو نقاط من مضلعات قديمة (*Traverse Points*)، وكذلك عن أقرب نقطتين معلومتي الإحداثيات لموقع نهاية المشروع. وفي حالات المناطق الواسعة المساحة التي تتضمنها أعمال المسح الطبوغرافي فإنه يجري البحث عن نقاط المثلثات والمضلعات المعلومة في وسط وأطراف هذه المناطق. ويتوجب مراجعة المؤسسات المساحية ذات العلاقة للحصول على المعلومات الدقيقة والكروكيات بهدف التعرف على نقاط المثلثات والمضلعات وتحديد مواقعها الصحيحة.

4.3. قياس جميع الزوايا الأفقية بين أضلاع المضلع المتتالية انتلاقاً من الضلع الواصل بين نقطتي الربط [الزاوية α_{T_1} في الشكل ()] وانتهاءً بالضلع الذي يصل بين نقطتي الإغلاق [الزاوية α_{T_3} في الشكل ()]، مع ملاحظة ما يلي:

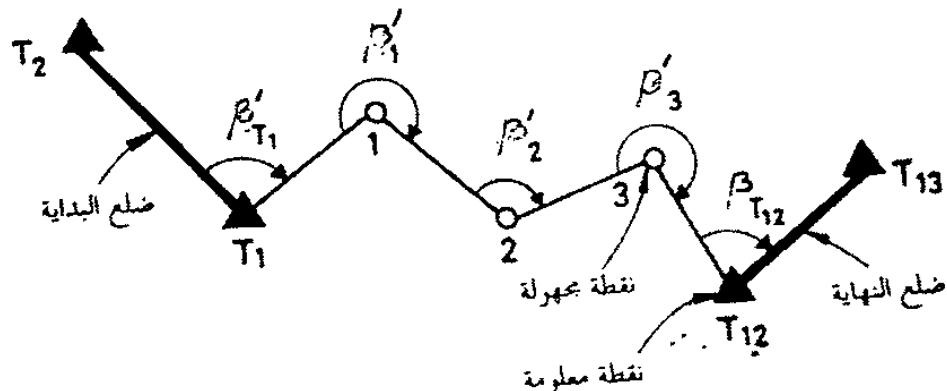
- . يتم قياس الزاويتين α_{T_1} و α_{T_3} مرتين على الأقل قبل نقل الجهاز إلى المحطة التالية أو الانتهاء من العمل.
- . تُقاس الزاوية الأفقية بالتسديد نحو النقطة السابقة أولاً ومن ثم نحو النقطة التالية مع حركة عقارب الساعة. وعليه تكون آخر محطة رصد هي T_3 ، حيث يجري منها التسديد على النقطة (5) والغلق على النقطة الأخيرة.

(P_1)

5.3. قياس جميع المسافات الأفقية بين نقاط المضلع بدقة (باستثناء المسافات بين النقاط المعلومة من المراتب الأعلى، أي T_1T_2 و T_3P_1 لأنها يمكن حسابها بدلالة الإحداثيات المعطية مسبقاً). ويجري القياس عادةً باستخدام الديستومات (أجهزة قياس المسافات الإلكترونية).

4. برنامج المعالجة العددية للمضلعات.

نبين فيما يأتي تسلسل خطوات الحساب لإحداثيات نقاط المضلعات. ونستعين بالمضلع المفتوح المبين بالشكل (8) أدناه:



الشكل (8): المضلع المفتوح.

1.4. تصحيح الزوايا المقاسة:

يتم تصحيح الزوايا المقاسة من خطأ الإغلاق الزاوي الذي سترمز له بـ ϵ_α (Angular Closure Error) من خلال الخطوات التالية:

1.1.4. حساب سمت ضلع البداية (Beginning Azimuth): يكون هذه الضلع افتراضياً معلوماً أو يمكن حسابه بدلالة الإحداثيات المعطية لنقطتي البداية، ولحساب السمت يمكن العودة إلى الطرق المعطية في مقرر المساحة (1).

21.4 حساب سمات أضلاع المضلعين: وذلك استناداً إلى السمت الابتدائي وإلى الزوايا الأفقية المقاسة بين أزواج أضلاع المضلعين المتتالية (يتم القياس من الضلع السابق إلى الضلع اللاحق باتجاه دوران عقارب الساعة)، ويتم حساب سمات كل ضلع من المضلعين بالعلاقة الآتية:

$$\begin{aligned}\alpha_{T_2-T_1} &= \arctan \frac{X_{T_1} - X_{T_2}}{Y_{T_1} - Y_{T_2}} \\ \alpha'_{T_1-T_2} &= \alpha_{T_1-T_2} - (400 - \beta'_{T_1}) \\ \alpha'_{T_1-T_1} &= \alpha_{T_2-T_1} + 200 - 400 + \beta'_{T_1} \\ \alpha'_{T_1-T_1} &= \alpha_{T_2-T_1} + \beta'_{T_1} - 200 \\ \alpha'_{1-2} &= \alpha'_{1-T_1} - (400 - \beta'_{T_1}) \quad () \\ \alpha'_{1-2} &= \alpha'_{T_1-1} + 200 - (400 - \beta'_{T_1}) \\ \alpha'_{1-2} &= \alpha'_{T_1-1} + \beta'_{T_1} - 200 \\ \alpha'_{1-2} &= \alpha_{T_2-T_1} + (\beta'_{T_1} + \beta'_{T_1}) - 2 \cdot 200 \\ &\dots \\ &\dots \\ \alpha'_{T_{12}-T_{13}} &= \alpha_{T_2-T_1} + \sum \beta'_i - (n+2) \cdot 200_{Gr}.\end{aligned}$$

حيث ترمز n إلى عدد النقاط الجديدة ضمن المضلعين الأفقي.

وإذا زادت القيمة المحسوبة عن 400_{Gr} نطرح 400_{Gr} ويكون ناتج الطرح هو السمت المطلوب، علمًا أن:

$$\alpha_{1-T_1} = \alpha_{T_1-1} \pm 200_{Gr}. \quad ()$$

وهكذا تُحسب السمات لكافية الأضلاع (بما في ذلك سمت الضلع الأخير أو سمت الإغلاق (أو سمت ضلع البداية إذا عدنا إليه بسبب عدم توفر خط الإغلاق، أو كما هو حال المضلعين المغلق).

3.1.4 حساب مقدار خطأ الإغلاق الزاوي ϵ_α : وهو مقدار الفرق بين القيمة المحسوبة لسمت الإغلاق α' (استناداً إلى سمت البداية والزوايا المقاسة) والقيمة الأولية (المحسوبة من الإحداثيات) لسمت البداية α :

$$\epsilon_\alpha = \alpha' - \alpha$$

فنجد بالنسبة للمضلعين المبين في الشكل (8) أن:

$$\epsilon_\alpha = \alpha'_{T_{12}-T_{13}} - \alpha_{T_{12}-T_{13}} = \alpha_{T_2-T_1} - \alpha_{T_{12}-T_{13}} + \sum \beta'_i - (n+2) \cdot 200_{Gr}.$$

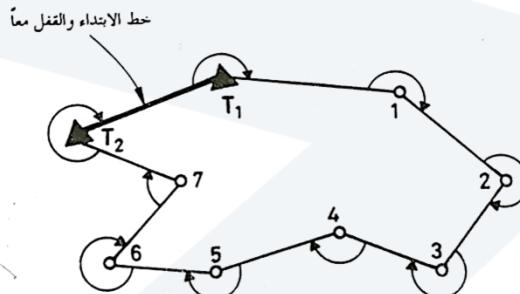
ثم يتم توزيع تصحيح خطأ الإغلاق بالتساوي على الزوايا المقاسة، وذلك باستخدام العلاقة التالية:

$$C_\alpha = -\frac{\epsilon_\alpha}{n} \quad ()$$

وتمثل n عدد الزوايا المقاسة. أما الإشارة السالبة فهي بسبب أن إشارة التصحيح تعكس إشارة الخطأ.

ملاحظة:

إذا كان المضلعين مغلقين كما هو الحال في الشكل (3) فإنه يمكن التدقيق على الزوايا المقاسة أيضًا.

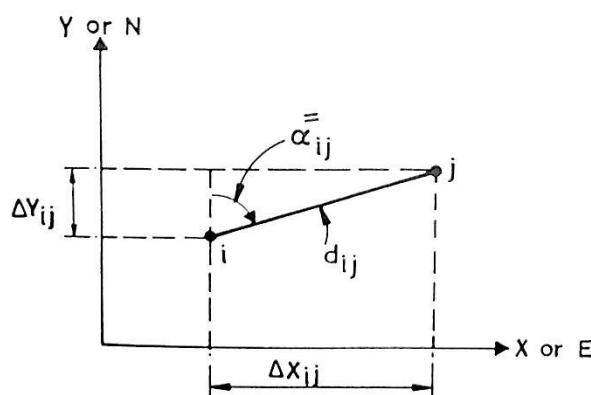


فيكون مجموع الزوايا الخارجية للمضلع مساوياً: $\sum \beta'_i = (n+2) \cdot 200_{Gr}$

ومجموع الزوايا الداخلية يساوي: $\sum \beta'_i = (n-2) \cdot 200_{Gr}$

24. حساب الإحداثيات الأولية لنقاط المضلع (Preliminary Coordinates)

بعد الانتهاء من حساب السمات المصححة للأضلاع يتم حساب الإحداثيات الأولية (y, X) لنقاط المضلع استناداً إلى قيم السمات المصححة وأطوال الأضلاع المقاسة كما يبين الشكل التالي:



الشكل (9) : حساب الإحداثيات الأولية لنقاط المضلع.

$$\Delta X_{ij} = d_{ij} \cdot \sin \alpha''_{ij} \quad \dots \dots \dots \quad ()$$

$$\Delta Y_{ij} = d_{ij} \cdot \cos \alpha''_{ij} \quad \dots \dots \dots \quad ()$$

حيث:

$\Delta X_{ij}, \Delta Y_{ij}$: زيادة الإحداثيات بين النقطتين.

α''_{ij} : قيمة السمت المصحح للمضلع.

وبالتالي يكون:

$$X'_j = X'_i + \Delta X_{ij} \quad \dots \dots \dots \quad ()$$

$$Y'_j = Y'_i + \Delta Y_{ij} \quad \dots \dots \dots \quad ()$$

نلاحظ أنه يجب اعتبار الإشارة الجبرية لزيادة الإحداثيات، ولأنعتذر القيمة المحسوبة نهائية لأنها ستتعرض للتصحيح الناتج عن عدم إغلاق الموقع (Linear Closure Error).

3.4. حساب خطأ الإغلاق في الموقع (Linear Closure Error).

بمعرفة الإحداثيين X و Y للنقطة الأخيرة من المضلع (نقطة الإغلاق)، وبمقارنتهما مع القيمتين المحسوبتين المقابلتين لهما يمكن حساب خطأ الإغلاق للإحداثيين X و Y (Closure Error in X & Y Coordinates) باستخدام القانونين التاليين:

$$\varepsilon_x = X' - X \quad \dots \quad (1)$$

$$\varepsilon_y = Y' - Y \quad \dots \quad (2)$$

حيث ترمز X' و Y' إلى القيمتين المحسوبتين لإحداثيات نقطة الإغلاق، وترمز X و Y للإحداثيات المعلومة لنقطة الإغلاق.

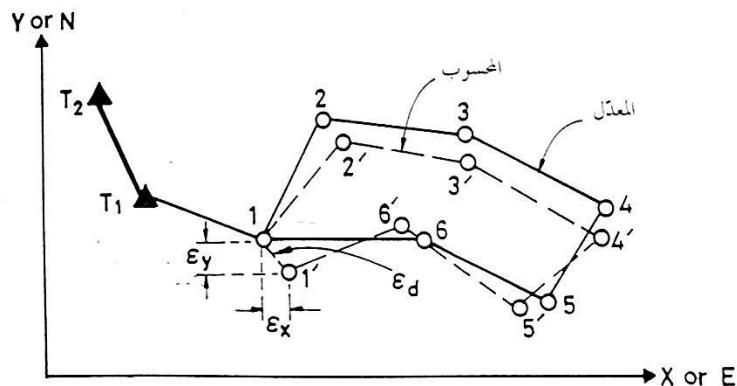
يمكن الآن حساب خطأ الإغلاق في الموقع (الخطي) باستخدام العلاقة الآتية:

$$\varepsilon_d = \pm \sqrt{\varepsilon_x^2 + \varepsilon_y^2} \quad \dots \quad (3)$$

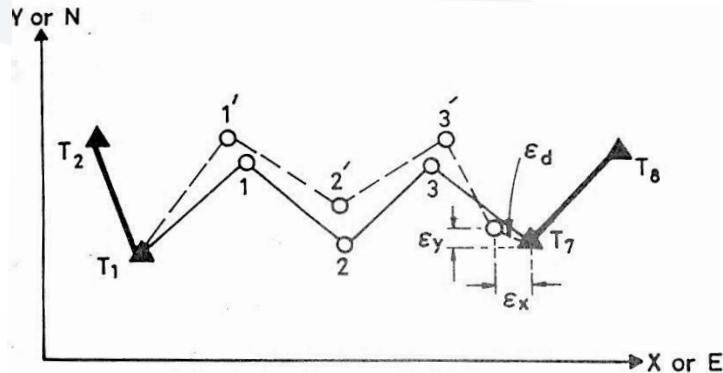
نلاحظ :

1. يمثل الخطأ الخطي الخط المستقيم أو المسافة الفاصلة بين الموقع الصحيح والموقع المحسوب لنقطة الإغلاق [انظر الشكلين (10) و (11)].

2. يعتبر الخطأ الخطي مقياساً لنوعية ودقة قياسات زوايا وأضلاع المضلع.



الشكل (10): خطأ الإغلاق الخطي عند نقطة الإغلاق رقم 1.



الشكل (10): خطأ الإغلاق الخطي عند نقطة الإغلاق رقم 7 .

3. يجري عادةً التعبير عن الخطأ الخطي المسموح كقيمة نسبية، وترتبط قيمته طرداً مع مجموع أطوال المضلع. فكلما كان المجموع أكبر يكون الخطأ المسموح أكبر.

5. تصحيح الإحداثيات الأولية من خطأ الإغلاق الخطي (خطأ إغلاق الموقع).
يجري الآن حساب مقدار التصحيح لكل من الإحداثيين X و Y لجميع نقاط المضلع، ومن ثم تطبيق هذه التصحيحات لاستنتاج الإحداثيات النهائية. من أجل ذلك نستخدم العلاقات الآتية:

$$C_{xi} = -\frac{Li}{\Sigma L} \cdot \varepsilon_x \quad ()$$

$$C_{yi} = -\frac{Li}{\Sigma L} \cdot \varepsilon_y \quad ()$$

حيث ترمز C_{xi} و C_{yi} إلى مقداري التصحيحين المطبقين على الإحداثيين X و Y على الترتيب للنقطة (i) من المضلع. وترمز ΣL إلى مجموع أطوال الأضلاع و Li إلى طول الضلع.
وعليه فإن الإحداثيات المصححة النهائية لنقطة المضلع تُعطى بالعلاقاتتين الآتتين:

$$X_i = X'_i + C_{xi} \quad ()$$

$$Y_i = Y'_i + C_{yi} \quad ()$$

ملاحظات

1. تُدعى طريقة تصحيح الإحداثيات التقريرية أعلى بطريقة قانون البوصلة (Compass Rule) ، ويجري استخدامها عندما تكون دقة قياس الزوايا متقاربة مع مستوى دقة قياس أطوال الأضلاع. وهذا محقق حالياً بسبب التطور الحاصل في أجهزة القياس (واستخدام المحطات الشاملة).

2. عندما تكون أطوال الأضلاع متقاربة يتم توزيع تصحيح خطأ الإغلاق الخطي (في الموقع) بالتساوي على الأضلاع، وتأخذ العلاقتان أعلى الصيغتين الآتتين:

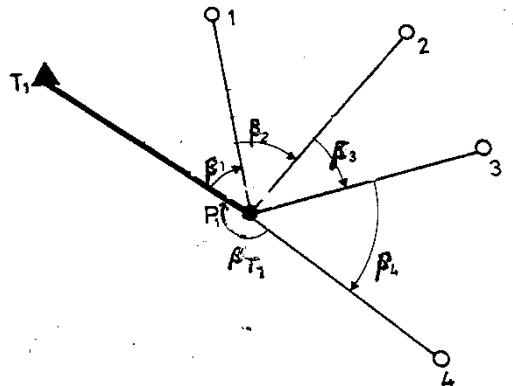
$$C_{xi} = -\frac{i}{n} \cdot \varepsilon_x \quad ()$$

$$C_{yi} = -\frac{i}{n} \cdot \varepsilon_y \quad ()$$

حيث ترمز i إلى رقم الضلع و n إلى عدد الأضلاع (المسافات المُقاسة ضمن المضلع).

مثال

في الشكل الآتي لدينا النقطتان P_1 و T_1 معلومتا الإحداثيات، والنقاط (1 و 2 و 3 و 4) مجهولة الإحداثيات. والمطلوب هو وصف الخطوات الازمة لتعيين إحداثيات النقاط المجهولة.



خطوات الحل

بملاحظة الشكل أعلاه يمكن العمل وفق التسلسل الآتي:
أولاً:

نحسب سمت الضلع P_1T_1 من خلال الإحداثيات المعلومة:

$$\alpha_{P_1-T_1} = \arctan \frac{X_{T_1} - X_{P_1}}{Y_{T_1} - Y_{P_1}}$$

وذلك مع ملاحظة الربع الذي يقع فيه الضلع من خلال إشارة كل من المركبتين X و Y لل نقطتين.

ثانياً:

تُقاسُ الزوايا الأفقية $(\beta'_1, \beta'_2, \beta'_3, \beta'_4)$ ، وبالتالي يمكن حساب سمات الأضلاع (P_11, P_12, P_13, P_14)

باستخدام العلاقات الآتية:

$$\alpha'_{P_1-1} = \alpha_{P_1-T_1} + \beta'_1$$

$$\alpha'_{P_1-2} = \alpha'_{P_1-1} + \beta'_2$$

$$\alpha'_{P_1-3} = \alpha'_{P_1-2} + \beta'_3$$

$$\alpha'_{P_1-4} = \alpha'_{P_1-3} + \beta'_4$$

$$\alpha'_{P_1-T_1} = \alpha'_{P_1-4} + \beta'_{T_1}$$

ثالثاً:

نقيس المسافات الأفقية (P_11, P_12, P_13, P_14) .

رابعاً:

ونحسب خطأ الإغلاق الزاوي من العلاقة:

$$\varepsilon_{\alpha} = \sum_{i=1}^{i=5} \beta'_i - 400_{Gr.}$$

ونصحح الزوايا المقاسة من خطأ الإغلاق الزاوي باستخدام العلاقات:

$$\beta_1 = \beta'_1 - 1 \cdot \frac{\varepsilon_{\alpha}}{5}, \quad \beta_2 = \beta'_2 - 2 \cdot \frac{\varepsilon_{\alpha}}{5}$$

$$\beta_3 = \beta'_3 - 3 \cdot \frac{\varepsilon_{\alpha}}{5}, \quad \beta_4 = \beta'_4 - 4 \cdot \frac{\varepsilon_{\alpha}}{5}$$

$$\beta_{T1} = \beta'_{T1} - 5 \cdot \frac{\varepsilon_{\alpha}}{5}$$

خامساً:

بمعرفة إحداثيات النقطة P_1 ، ومسافات الأفقية والسموٌت المصححة للأضلاع التي تصل بين النقطة P_1 والنقط المجهولة (1 و 2 و 3 و 4) يتم تعين إحداثيات هذه النقاط باستخدام العلاقات:

$$X_1 = X_{P1} + d_{P1-1} \cdot \sin \alpha_{P1-1}, \quad Y_1 = Y_{P1} + d_{P1-1} \cdot \cos \alpha_{P1-1}$$

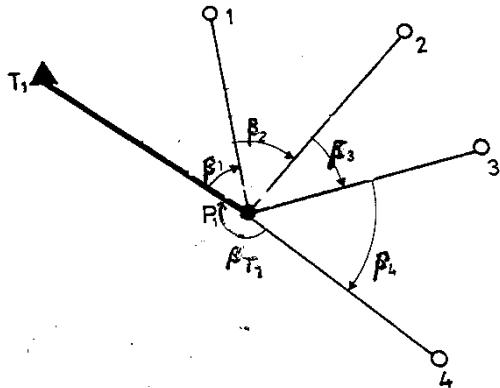
$$X_2 = X_{P1} + d_{P1-2} \cdot \sin \alpha_{P1-2}, \quad Y_2 = Y_{P1} + d_{P1-2} \cdot \cos \alpha_{P1-2}$$

$$X_3 = X_{P1} + d_{P1-3} \cdot \sin \alpha_{P1-3}, \quad Y_3 = Y_{P1} + d_{P1-3} \cdot \cos \alpha_{P1-3}$$

$$X_4 = X_{P1} + d_{P1-4} \cdot \sin \alpha_{P1-4}, \quad Y_4 = Y_{P1} + d_{P1-4} \cdot \cos \alpha_{P1-4}$$

مثال عددي

في الشكل الآتي لدينا النقاطان P_1 و T_1 معلومتا الإحداثيات، والنقاط (1 و 2 و 3 و 4) مجهولة الإحداثيات. والمطلوب هو وصف الخطوات الالزمه لتعيين إحداثيات النقاط المجهولة.



ويبين الجدول الآتي إحداثيات النقاط المعلومة والقياسات الضرورية المنفذة لحساب إحداثيات النقاط الجديدة.

جدول حساب الإحداثيات النهائية للنقاط الجديدة.

نقطة الوقوف	نقطة	الزاوية المقاسة (Gr.)	الصلع المقاس (m)	التصحيح الزاوي (cc)	الزاوية المصححة (Gr.)	السمت المصحح (Gr.)	الإحداثيات النهائية	
							X (m)	Y (m)
P_1	P_1						-243870.22	190800.67
	T_1					339.3071	-243940.92	190850.87
	1	40.2244	40.18	+8	40.2252	379.5323	-243882.92	190838.79
	2	58.6242	65.23	+16	58.6250	38.1573	-243833.42	190854.53
	3	45.6724	50.12	+24	45.6732	83.8305	-243821.71	190813.26
	4	48.2348	48.14	+32	48.2356	132.0661	-243828.08	190777.43
	T_1	207.2402		+40	207.2410	339.3071	-243940.92	190850.87
	P_1						-243870.22	190800.67