

تصحيح الإحداثيات للمضلعات الدائرية المغلقة بطريقة الظلال

الباحث / محمد عيدان محمود خضر الطائي

(مدرس مساعد)

قسم المساحة / المعهد التقني بالموصل

المستخلص

يبين هذا البحث طريقة تصحيح الإحداثيات لمحطات المضلعات الدائرية المغلقة باستخدام طريقة الظلال والتي تعتمد على الاتجاهات والمسافات التي تم قياسها حقلياً ومقارنتها مع طريقة البوصلة والعبور . لقد تم استنتاج أن طريقة الظلال هي الطريقة المثلى والمناسبة في حالة القياس الطولي المتناهي الدقة مع القياس الزاوي المتناهي الدقة لتصحيح الإحداثيات للمضلعات الدائرية المغلقة ويتم ذلك بقياس الزوايا بجهاز ثيودولايت ذو قراءة مباشرة (± 1 ثانية) وقياس المسافات بين المحطات المحتلة بدقة عالية وذلك باستخدام جهاز إلكتروني نوع (DI4) والتي أظهرت خطأ نسبياً في أصغر ضلع مقياس بالمضلع الدائري المغلق (CD) مقداره ($1/110000$) .
في هذه الدراسة الحقلية كانت قيمة الفرق في تصحيح الأطوال للأضلاع في الطرق الثلاثة (البوصلة ، العبور ، الظلال) أحياناً تقترب من الصفر في أضلاع معينة وأحياناً تصل إلى أكثر من ($\pm 5\text{cm}$) في أضلاع أخرى .
هذا البحث يعطي طريقة أخرى مختلفة عن الطرق الأخرى لتصحيح الإحداثيات للمضلعات الدائرية المغلقة ونتائج أدق وهذا هو ما نبتغيه.

Abstract

This Research present the correction of coordinates of close circle traverses by (Tangency method) which depends upon the directions and distances that we measured in the field , and A comparison between this method , Compass Rule and Transit Rule was done .

It was concluded that the best method is achieved to correct the coordinates by using tangency method by measuring angles by (± 1 sec.) theodolite with the method of measuring the distances by using (E. D. M.) Instruments like (Distomat Wild DI4) , which showed A fractional error in the smallest distance (CD) of the Close Circle Traverse approximately equal to ($1 / 110000$) in this practical study , the differences in correction of lengths of the lines among the three methods sometimes approaches (Zero) in certain line and sometimes approaches more than (± 5 mm) in other lines .

This Research gave another way to correct the coordinates of Close Circle Traverses and gave more accurate results which we wish to get .

المقدمة

من المعلوم أن عمليات التضليح (Traversing) هي عمليات حقلية وحسابية الغرض منها مسح نقاط السيطرة الأفقية التي تشكل الهيكل العام للمنطقة المراد مسحها ويستعمل لتلك الغاية كل من الثيودوليت (المزواة) لقياس الزوايا الكائنة في نقاط الضبط الأرضي والأشرطة الفولاذية أو الكتانية أو الأجهزة الإلكترونية لقياس المسافات بين تلك النقاط (1) .

أن تصحيح الإحداثيات للمضلعات من الأعمال الأساسية في المساحة وكذلك لأعمال الهندسة المدنية لأننا نستخدم الإحداثيات في عملية تسقيط الأسس للمباني وفي الطرق والقنوات والسدود وغيرها، ورغم التطور الكبير الحاصل في الأعمال الهندسية بشكل عام والمساحية بشكل خاص فلا زلنا نستخدم طريقة البوصلة أو العبور في عملية تصحيح الإحداثيات للمضلعات المرصودة والتي تكون على نوعين إما مقفلة أو مفتوحة (3).

لقد أستهدف البحث إيجاد طريقة أخرى (الظلال) لتصحيح الإحداثيات للمضلعات الدائرية المغلقة ليكون للمساح أو المهندس مجال أكبر في استخدام الطريقة التي يراها تلائم قياساته وأرصاداته.

استخدم في هذا البحث جهاز (Automatic Compass) لقياس الاتجاهات للمضلع الدائري المغلق المرصود وأحد أجهزة (EDM) وهو جهاز إلكتروني نوع (DI4) لقياس المسافات وبدقة عالية تصل ($\pm 0,001m$) مع استخدام عاكس أحادي مع ركيخته نوع (GST 00) وقاعدة (GDF 10) لأنها تحتوي على موشور لعمل التمرکز (Centering) وتم استخدام وجهاز ثيودوليت مع ركيخته نوع (Wild T2) الذي دقته ($\pm 1 sec$) لقياس الزوايا المرصودة للمضلع الدائري المغلق .

طرق تصحيح الإحداثيات (Methods of coordinates correction)

1. طريقة البوصلة (Bowditch or compass Rule) .
وهي طريقة رياضية أخذت من طريقة أقل المربعات مع بعض التبسيط لها (Least Square Method) راجع المصدر (2) .
في هذه الطريقة نقوم بتقسيم خطأ غلق التشریق وكذلك خطأ غلق التشميل بعكس إشارته على المجموع الكلي لأضلاع المضلع (محيطه) فتكون هذه (وحدة الخطأ) ثم تضرب هذه الوحدة بمجموع الأطوال لحد الضلع على حدة فيكون ذلك مقدار خطأ التشریق لذلك الضلع ثم تضاف تلك التصحيحات للإحداثيات المخطوءة الشرقية والشمالية وتحسب الإحداثيات المصححة الجديدة ، راجع المعادلات الخاصة بذلك بالمصادر (1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5 ، 6 ، 7 ، 8).

2. طريقة العبور (الترانست) (Transit Rule)
لا تعتمد هذه الطريقة على أساس أو طريقة رياضية معينة إلا أنها قد تستخدم في بعض الحالات التي يكون فيها الخطأ المحتمل في القياس الطولي أكبر منه في القياس الزاوي حيث أن التصحيح بواسطة هذه الطريقة يكون أكبر للأطوال منه للاتجاهات (أو الزوايا) وهذا قد يكون منطقياً ومقبولاً في بعض الأحيان عند استخدام أجهزة ثيودوليت ذات درجة إتقان كبيرة في قياس الزوايا ، راجع المصادر (2 ، 5 ، 6) ، وتعتمد هذه الطريقة على تقسيم خطأ غلق التشریق والتشميل بعد عكس إشارته على المجموع الكلي (المطلق) لفروقات التشریق والتشميل بغض النظر عن الإشارة ومن ثم ضرب (وحدة الخطأ) هذه في مقدار مجموع فرق التشریق أو التشميل لحد ذلك الضلع المطلوب ثم تضاف على الإحداثيات إضافة جبرية وذلك بملاحظة إشارة التصحيح، راجع المعادلات الخاصة بذلك في المصادر (1 ، 2 ، 5 ، 6).

3. الطريقة الترسيمية (Graphical Method)

تعتبر طريقة تقريبية للتصحيح وتستخدم في المسوحات الاعتيادية غير الدقيقة كعملية التضلع باستخدام اللوحة المستوية أو التضلع بالبوصله حيث لا تحتاج هذه العمليات إلى حسابات وإنما يكفي برسم المضلع وتصحيحه ترسيماً (2) .

4. طريقة الجهد الأقل (Least wear Method)

5. طريقة المحور (The Axis Method)
إن كلتا الطريقتان السابقتان من الطرق الترسيمية الحسابية حيث يتم تصحيح الأطوال فقط دون الاتجاهات حيث يتم تصحيح الأطوال فقط دون الاتجاهات ويفترض أن الزوايا المقيسة والاتجاهات الناتجة تكون لها دقة كبيرة بسبب الأجهزة المتقنة الصنع المستخدمة في قياسها ولذلك فهي لا تحتاج إلى تصحيح بينما تصحح الأطوال لأنها مقيسة بدقة أقل (2).

6. طريقة أقل المربعات (المربعات الصغرى) (Least squares Method)
تعد هذه الطريقة من أفضل الطرق الحسابية حيث أنها لا تعتمد على فرضية معينة وإنما يتم حساب التصحيح لكل زاوية أو اتجاه ولكل طول ضلع عن طريق وضع معادلات رصد (Observation Equation) أو معادلات شرطية (Condition Equation) أو كلاهما ثم أخذ تفاضلات جزئية لهذه المعادلات ثم حل المعادلات الطبيعية النهائية (Normal Equation) للحصول على التصحيحات النهائية ونظراً لكون الحسابات مطولة فإننا نتجنب استخدامها (2).

طريقة الظلال: (Tangency Method)

وهي طريقة حسابية تركز على أن يتم قياس المسافات بدقة عالية بواسطة الأجهزة الإلكترونية ثم تصحيح الإحداثيات بالاعتماد على الاتجاه المرصود والزوايا الداخلية المقيسة للمضلعات عن طريق إضافة حقل عمودي خاص بعنوان (ظا الاتجاه) (tan AZ) ومن ثم نستخدم المعادلات التالية للحصول على قيم التصحيح لكافة المحطات:

$$CX = \{(- \text{sum of Deps.}) / | \text{sum of tan Azs.} | \} * \{ \text{sum of tan Az. till the point} \}$$

$$CY = \{(- \text{sum of Lats.}) / | \text{sum of tan Azs.} | \} * \{ \text{sum of tan Az. till the point} \}$$

التصحيح للإحداثيات الشرقية يعني (CX) والتصحيح للإحداثيات الشمالية يعني (CY) حيث نقوم بتقسيم خطأ غلق المركبات الشرقية والشمالية بعكس إشارتهم على المجموع المطلق لظل الاتجاهات فتكون هذه (وحدة الخطأ) ، ثم تضرب هذه الوحدة بالمجموع المطلق لظل الاتجاهات لحد النقطة المطلوب تصحيحها فيكون ذلك مقدار التصحيح للإحداثيات الشرقية وكذلك الحال لتصحيح الإحداثيات الشمالية ثم تضاف هذه التصحيحات للإحداثيات المخطوءة الشرقية والشمالية وتحسب الإحداثيات المصححة الجديدة.

العمل الحقلية (Field work)

تم اختيار محطات واضحة ومحددة وتثبيت قضيب حديد قطره (0.5 إنج) عليها وتم تعليمه بعلامة (+) في موقع العمل واختيرت المحطات في الظل لتجنب تأثير درجات الحرارة واختلافاتها أثناء تقدم العمل.

القياسات الحقلية:

أ. تم قياس المسافات بين المحطات المتعاقبة بطريقة التكرار بواسطة الجهاز الإلكتروني (DI4) مع أخذ المعدل (Average) لها كما مبين بالجدول (1).

ب. تم قياس الاتجاه الدائري الكامل للضلع (AB) باستخدام (Automatic compass) وتثبيت قيمته بالجدول (4 ، 5 ، 6).

ج. تم قياس الزوايا الداخلية للمضلع الدائري المغلق بالوجه المتيامن (Face right) (F.R) والوجه المتياسر (Face left) (F.L) وصححت الزوايا الداخلية كما موضح بالجدول (2) و (3) والشكل (1).

4- الأعمال المكتبية والنتائج (Office work & Result).

أ. الشكل (1) يبين مخطط المضلع الدائري المغلق (ABCD) حيث تم حساب الاتجاهات لكافة الأضلاع من الاتجاه المرصود (AB) ومعدل الزوايا المصححة المثبتة بالجدول (3) وتثبيت هذه الاتجاهات بالجدول رقم (4 و 5 و 6).

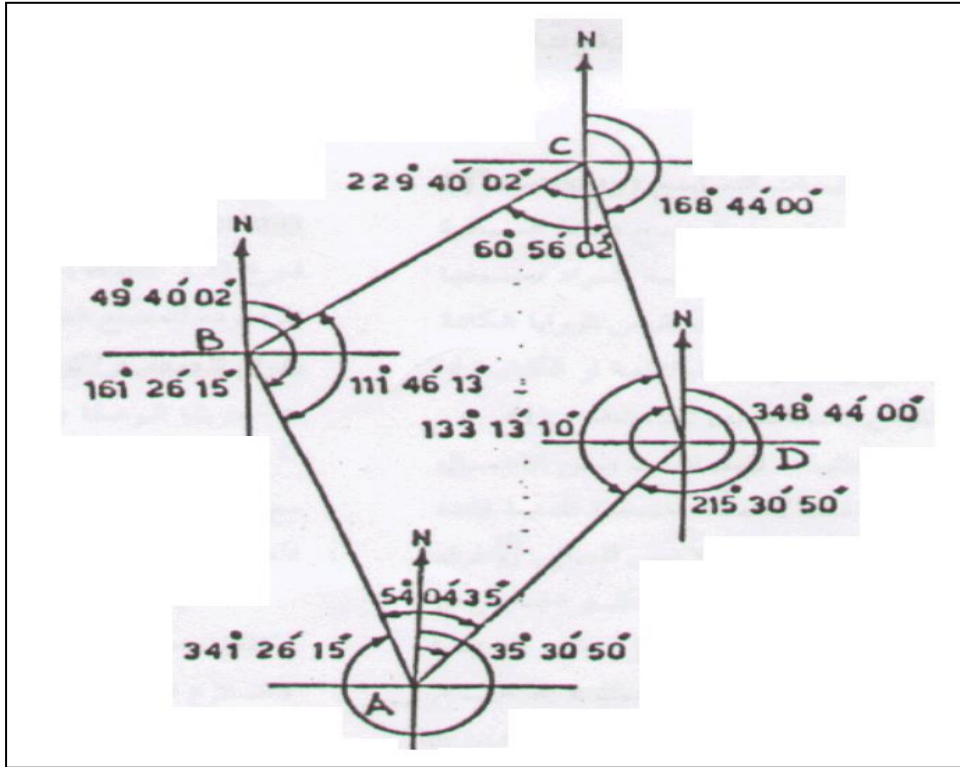
ب. تم تحويل المسافات المائلة المقاسة لأضلاع المضلع الدائري المغلق لاحظ الجدول (2) بعد أخذ المعدل لها من الجدول (1).

ج. تم تصحيح الإحداثيات للمضلع الدائري المغلق (ABCD) بعد فرض إحداثيات نقطة البدء (100.000, 200.000) بطريقتي البوصلة في الجدول رقم (4) وبطريقة العبور في الجدول رقم (5) وبطريقة الظلال في الجدول رقم (6).

د. تم إيجاد الحسابات العكسية للمضلع المرصود بالطرق الثلاثة المنوه عنها وفق الجدول (7).

هـ. تم إيجاد الانحرافات في الأطوال المستنتجة عن الأطول المقاسة بموجب الجدول رقم (8).

و. تم حل مثال يحتوي على اتجاهات خاصة مثل (90°، 180) لاختبار صلاحية هذه الطريقة (طريقة الظلال) من حيث ملائمتها للتصحيح ومن خلال الجدول رقم (9) يتضح أن الطريقة يمكن استخدامها وتعميمها كأحدى طرق التصحيح على شرط أن يشترط قياس الضلع ذو الاتجاه الخاصة (90°، 270) أو القريب جداً منهما بدقة عالية بحيث يمكن اعتبار التصحيح لهما مساوياً للصفر.



الشكل (1) المضلع الدائري المغلق المرصود باتجاهاته وزواياه الداخلية المعدلة

الجدول (1) معدل المسافات المائلة للمضلع الدائري المغلق

Side	Slop distances (M)	Average (Dis.) m
AB	133.751 , 133.751 , 133.750 , 133.749 , 133.749	133.750 m
BC	115.290 , 115.291 , 115.289 , 115.290 , 115.290	115.290 m
CD	109.956 , 109.957 , 109.956 , 109.955 , 109.956	109.956 m
DA	114.957 , 114.958 , 114.958 , 114.956 , 114.956	114.957 m

الجدول (2) قيم الرصد الحقلي للمضلع الدائري المغلق

ST.	TO	Face	Hz. Circle Reading	Slope Dis.	V. angle	Hz. Dis.
A	B	Right (R)	330° 30' 18"	133.750 m	269° 32' 20"	133.746 m
	B	Left (L)	150° 30' 18"			
	D	Right (R)	24° 34' 53"			
	D	Left (L)	204° 34' 51"			
B	C	Right (R)	000° 00' 00"	115.290 m	269° 01' 40"	115.273 m
	C	Left (L)	180° 00' 03"			
	A	Right (R)	111° 46' 13"			
	A	Left (L)	291° 46' 14"			
C	D	Right (R)	000° 00' 00"	109.956 m	270° 54' 42"	109.942 m
	D	Left (L)	179° 59' 59"			
	B	Right (R)	60° 56' 00"			
	B	Left (L)	240° 56' 01"			
D	A	Right (R)	000° 00' 00"	114.957 m	270° 30' 40"	114.952 m
	A	Left (L)	180° 00' 04"			
	C	Right (R)	133° 13' 10"			
	C	Left (L)	313° 13' 12"			

الجدول (3) تصحيح الزوايا الداخلية للمضلع الدائري المغلق

Angle	Left Ang.	Right Ang.	Measured Ang. (Average)	Correction	Corrected Angle
A	54° 04' 33"	54° 04' 35"	54° 04' 34"	+ 1"	54° 04' 35"
B	111° 46' 11"	111° 46' 13"	111° 46' 12"	+ 1"	111° 46' 13"
C	60° 56' 02"	60° 56' 00"	60° 56' 01"	+ 1"	60° 56' 02"
D	133° 13' 08"	133° 13' 10"	133° 13' 09"	+ 1"	133° 13' 10"
Sum.	-----	-----	359° 59' 56"	+ 4"	360° 00' 00"

الجدول (4) تصحيح الإحداثيات بطريقة البوصلة (Compass rule)

ST.	Side	Length (m)	AZ.	Dep.	Lat.
A – B	AB	133.746	341° 26' 15"	- 42.576	+ 126.788
B – C	BC	115.273	49° 40' 02"	+ 87.872	+ 74.608
C – D	CD	109.942	168° 44' 00"	+ 21.480	- 107.823
D – A	DA	114.952	215° 30' 50"	- 66.776	- 93.568
	SUM.	473.913 m		0.000	+ 0.005

Measured Coordinates		Correction		Corrected Coordinates	
X	Y	X	Y	X	Y
100.000	200.000	-----	-----	100.000	200.000
57.424	326.788	-----	- 0.001	57.424	326.787
145.296	401.396	-----	- 0.003	145.296	401.393
166.776	293.573	-----	- 0.004	166.776	293.569
100.000	200.005	0.000	- 0.005	100.000	200.000
0.000	+ 0.005			Check	Check

الجدول (5) تصحيح الإحداثيات بطريقة العبور (Transit rule)

ST.	Side	Length (m)	AZ.	Dep.	Lat.
A – B	AB	133.746	341° 26' 15"	- 42.576	+ 126.788
B – C	BC	115.273	49° 40' 02"	+ 87.872	+ 74.608
C – D	CD	109.942	168° 44' 00"	+ 21.480	- 107.823
D – A	DA	114.952	215° 30' 50"	- 66.776	- 93.568
		Absolute SUM.		{ 218.704 }	{ 402.787 }

Measured Coordinates		Correction		Corrected Coordinates	
X	Y	X	Y	X	Y
100.000	200.000	-----	-----	100.000	200.000
57.424	326.788	-----	- 0.002	57.424	326.786
145.296	401.396	-----	- 0.002	145.296	401.394
166.776	293.573	-----	- 0.004	166.776	293.569
100.000	200.005	0.000	- 0.005	100.000	200.000
0.000	+ 0.005			Check	Check

الجدول (6) تصحيح الإحداثيات بطريقة العبور (Transit rule)

ST.	Side	Length	AZ.	Tan. AZ.	Dep.	Lat.
A – B	AB	133.746	341° 26' 15"		- 42.576	+ 126.788
B – C	BC	115.273	49° 40' 02"		+ 87.872	+ 74.608
C – D	CD	109.942	168° 44' 00"		+ 21.480	- 107.823
D – A	DA	114.952	215° 30' 50"		- 66.776	- 93.568
					{ 218.704 }	{ 402.787 }

Measured Coordinates		Correction		Corrected Coordinates	
X	Y	X	Y	X	Y
100.000	200.000	-----	-----	100.000	200.000
57.424	326.788	-----	- 0.002	57.424	326.786
145.296	401.396	-----	- 0.002	145.296	401.394
166.776	293.573	-----	- 0.004	166.776	293.569
100.000	200.005	0.000	- 0.005	100.000	200.000
0.000	+ 0.005			Check	Check

المناقشة والاستنتاجات (Discussion & Conclusion)

- (1) ان استخدام طريقة الظلال لتصحيح الإحداثيات للمضلعات الدائرية المغلقة تعطي نتائج دقيقة حيث أعطت خطأ نسبياً مقداره (1/110000) في أصغر ضلع (CD) بالمضلع المرصود.
- (2) عند تصحيح الإحداثيات للمضلع الدائري المغلق المرصود وبالطرق الثلاثة (البوصلة والعبور والظلال) كان الفرق بين الطول المقاس والأطوال المصححة قليل جداً حيث أن أكبر خطأ نسبي مستحصل في أقصر طول مقاس هو كالاتي :

$$\text{Relative Error in distance (CD)} = 0.002 \text{ m} / 109.942 \text{ m} = 1 / 54971 = 1 / 55000$$

- وهي نتيجة جيدة وتعطي نتائج فعالة.
- (3) كلما كان الرصد الحقل للمضلع دقيقاً كلما كانت الفروقات في قيم المركبات الأفقية والعمودية تقارب الصفر مما يدل على دقة الرصد وبدوره ستكون النتائج المستحصلة في التصحيحات ذات دقة عالية جداً والعكس صحيح.
- (4) تم تطبيق واختبار هذه الطريقة على مسائل لمضلعات دائرية مغلقة مختلفة فأثبتت صحة الاستنتاجات الواردة أعلاه كما في الجدول رقم (9).
- (5) إن إضافة حقل جديد في جدول التصحيح للمضلعات يزيد من احتمال الوقوع في الخطأ ولكن على الشخص القائم بالعمل توخي الحذر والدقة في إجراء الحسابات، ويحق لأي مهندس أو مساح اعتماد هذه الطريقة في حالة القياس الطولي والزواي المتناهي الدقة ووجود خطأ قفل بالمضلع الدائري المغلق المرصود.

التوصيات (Recommendation)

- مما سبق نوصي بالآتي:
- (1) يفضل استخدام طريقة الظلال في تصحيح الإحداثيات للمضلعات الدائرية المغلقة بمختلف أنواعها عندما تتوفر لدى الراصد دقة عالية جداً في قياس الأطوال للمضلعات المرصودة للحصول على نتائج أدق.
- (2) يحق للراصد استخدامها حتى لو لم تتوفر له أي دقة عالية في قياس الأطوال في المضلعات فيحصل على نتائج جيدة ودقيقة كباقي الطرق الأخرى.

المراجع (References)

- (1) الخالصي، فوزي: المساحة المستوية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، مطبعة جامعة الموصل، (1982)، (540) صفحة.
- (2) البكر، زياد عبد الجبار: المسح الهندسي والكادسترائي، الطرق، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، هيئة المعاهد الفنية، مطبعة دار الكتب للطباعة والنشر بجامعة الموصل، (1993)، (555) صفحة.
- (3) سلوم، لبيب ناصيف وحبيبان، بكر عيسى وقاسم، فؤاد محمد علي: المساحة، العراق، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، مؤسسة المعاهد الفنية، دار التقني للطباعة والنشر، (1983)، (181) صفحة.
- (4) سلوم، لبيب ناصيف والزيدي، عبد الستار عبد الكريم: المساحة الإنشائية، العراق، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي مؤسسة المعاهد الفنية، دار التقني للطباعة والنشر، (1986)، (610) صفحة.
- (5) توما، عبدالكريم: المساحة المستوية والطوبوغرافية وفصل في المساحة الجوية، العراق، الطبعة الثانية، (1977) (310) صفحة.

- 6) WIRSHING , JAMES R. , & WIRSHING , ROY H. : Introductory Surveying , McGraw - Hill book Company , (1985) , P. (360).
- 7) McCormac, Jack C. : Surveying , prentice – Hall , INC. Newjersey, Second Ed. , (1985) , P. (381).
- 8) UREN J. & PRICE , W. F. : Surveying for Engineers , Macmillan Education Ltd. , Second Ed. , (1985), P. (392).
- 9) BREED , CHARLES B. : Surveying , Jhon Wiley & Sons INC. London , Second Ed., (1971) , P. (445).