

تصحيح الإحداثيات للمضلعات الرابطة المغلقة بطريقة الظلال

الباحث
سعد عز الدين مجيد (مدرس مساعد)
قسم المساحة / المعهد التقني بالموصل

الباحث
محمد عيدان محمود (مدرس مساعد)
قسم المساحة / المعهد التقني بالموصل

المستخلص

يهدف البحث إلى استخدام طريقة جديدة (طريقة الظلال) لتصحيح الإحداثيات لمحطات المضلعات الرابطة المغلقة والتي تعتمد على الاتجاهات والمسافات المقاسة حقلياً لأضلاع المضلع.

تم إجراء مقارنة بين النتائج المستخلصة بهذه الطريقة مع طريقتي البوصلة والعبور. استخدمت طريقة الظلال لتصحيح الإحداثيات بعد حسابها من الزوايا المقاسة باستخدام ثيودوليت يقرأ ثانية واحدة مثل (Wild T₂) ومن المسافات المقاسة باستخدام الأجهزة الإلكترونية كجهاز المستومات من نوع (Wild DI₄) حيث أظهر خطأ نسبياً بحدود (1:3500) في قياس أطوال الأضلاع وخطأ نسبياً (1 / 30000) في قياسات الاتجاهات بهذه الطريقة. أظهر البحث فروقات في تصحيح أطوال الأضلاع بين الطرق الثلاثة تتقارب أحياناً لتصل قيمة الصفر في بعض الأضلاع وتتباعد في أضلاع أخرى لتصل إلى (±6 سنتيمتر). أعطى البحث طريقة أخرى لتصحيح الإحداثيات للمضلعات الرابطة المغلقة وهي طريقة الظلال وبنائج أدق وأفضل من طريقتي البوصلة والعبور وهو المبتغى. أثبتت هذه الطريقة فعاليتها وخاصة في المشاريع الهندسية ذات الامتداد الطولي كالطرق وخطوط الأنابيب وخطوط السكك الحديدية وخطوط الكهرباء.

Abstract

This Research aims to use new method (Tangency Method) to correct the coordinates of the stations for the Close Connected Traverses which depends on the measured distances and directions of their sides in the field .

Comparison among the results of this method and those of Compass Rule and Transit Rule was done .

Tangency Method used to correct the coordinates stations after computing them, depending on the measured angles by (±1 sec.) theodolite and measured distances by using (E. D. M.) Instruments like (Distomat Wild DI₄) , which showed fraction error in the smallest distance (ST) of the Close Connected Traverse approximately equal to (1 / 3500) and (1 / 30000) for its direction.

In this practical Research, the differences in correction of lengths for the lines between the three methods some times approaches (Zero) and some times (± 6 cm) in other lines.

This Research gave another way to correct the coordinates of Close Connected Traverses and gave more accurate results from other methods and that is what we wish to get.

This method is active and accurate for correcting the computed coordinates of Close Connected Traverses which are very important in engineering projects

especially in those which are extended link such as Roads, Canals, Pipe lines, Railways, and Electrical High Tension Lines.

المقدمة

المضلعات الرباطة المغلقة هي إحدى أنواع عمليات التضليع (Traversing) وهي عملية رصد حقلي وحسابي والغرض منها مسح وإيجاد إحداثيات نقاط السيطرة الأفقية باستخدام الثيودوليت لقياس الزوايا بين المحطات وبجهاز إلكتروني (EDM) أو شريط فولاذي أو كتاني أو بلاستيكي لقياس المسافات بين المحطات.

أن تصحيح الإحداثيات للمضلعات الرباطة المغلقة عمل أساسي في المساحة ومفيد في أعمال الهندسة المدنية لأننا نستخدم الإحداثيات في عمليتي الرفع والتسقيط لأغلب المنشآت والمباني والسدود والطرق الرئيسية وغيرها.

تم إيجاد طريقة الظلال لتصحيح الإحداثيات للمضلع الرباط المغلق والتي تتلاءم مع القياسات والارصاد الحقلية وليتوفر للمساح أو المهندس طريقة أخرى عدا الطرق المتعارف عليها.

استخدم جهاز (Automatic Compass) لقياس الاتجاهات للمضلع الرباط المغلق وجهاز (DI4) ذي الدقة ($\pm 0.001m$) لرصد وقياس المسافات بين المحطات مع عاكس أحادي وركيزة (GST 00) وقاعدة (GDF 10) لاحتوائها على مؤشر لعمل التمرکز بشكل دقيق وجهاز ثيودوليت (T_2) بدقة ($\pm 1 \text{ sec}$) لرصد زوايا المضلع الحقلي.

1. طرق تصحيح الإحداثيات (Methods of correcting coordinates)

هناك طرق عديدة لتصحيح الإحداثيات للمضلعات الرباطة المغلقة عن:

[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8] ومنها :

1-1 طريقة البوصلة (Bowditch or compass Rule).

2-1 طريقة العبور (الترانست) (Transit Rule).

3-1 الطريقة الترسيمية (Graphical Method).

4-1 طريقة الجهد الأقل (Least wear Method).

5-1 طريقة المحور (The Axis Method).

6-1 طريقة أقل المربعات (المربعات الصغرى) (Least squares Method).

2. طريقة الظلال: (Tangency Method)

وهي طريقة حسابية ترتكز على قياس المسافات بدقة عالية ومن ثم تصحيح الإحداثيات بالاعتماد على الاتجاه المرصود والزوايا إلى اليمين المقيسة بدقة للمضلع الرباط المغلق عن طريق إضافة حقل عمودي خاص بعنوان (ظا الاتجاه) (Tan AZ) لكون ظل الاتجاه له علاقة مباشرة بالمركبتين الأفقية والعمودية ومن ثم نعتد على المعادلات التالية للحصول على قيم التصحيح لكافة المحطات:

$$CE = \{(- \text{sum of Deps.}) / | \text{sum of tan AZ's.} | \} * \{ \text{sum of tan Az. Till the point} \} \dots [1]$$

$$CN = \{(- \text{sum of Lats.}) / | \text{sum of tan AZ's.} | \} * \{ \text{sum of tan Az. Till the point} \} \dots [2]$$

إن تصحيح الإحداثيات الشرقية يعني (CE) والتصحيح للإحداثيات الشمالية فيعني (CN) حيث نقوم بتقسيم خطأ غلق المركبات الشرقية والشمالية بعكس إشارتهم على المجموع المطلق لظل الاتجاهات فتعتبر عندئذ (وحدة الخطأ)، فنضرب المجموع المطلق لظل الاتجاهات لغاية النقطة المطلوب تصحيحها بوحدة الخطأ فيكون ذلك مقدار التصحيح للإحداثيات الشرقية فيضاف وحسب إشارته إلى الإحداثيات المخطوطة وكذلك الحال لتصحيح الإحداثيات الشمالية وتحسب الإحداثيات المصححة الشرقية والشمالية الجديدة.

3- العمل الحقلية (Field work)

تم اختيار محطات واضحة ومحددة ثبت في كل محطة قضيب حديدي قطره (12 ملم) ولتحديد مكانها بدقة علمت بعلامة (+) في قمة القضيب واختيرت المحطات في الظل لتجنب تأثير درجات الحرارة واختلافاتها أثناء تقدم العمل وتم أخذ القياسات الحقلية التالية:

أ. كرر قياس المسافات بين المحطات المتعاقبة بواسطة الجهاز الإلكتروني (DI4) وأخذ المعدل (Average) لها كما في الجدول (1).

ب. تم قياس الاتجاه الدائري الكامل للضلع (RQ) وقيمه (228° 56' 15") باستخدام (Automatic compass) واعتمدت قيمته في حساب الاتجاهات لبقية الأضلاع في الجداول.

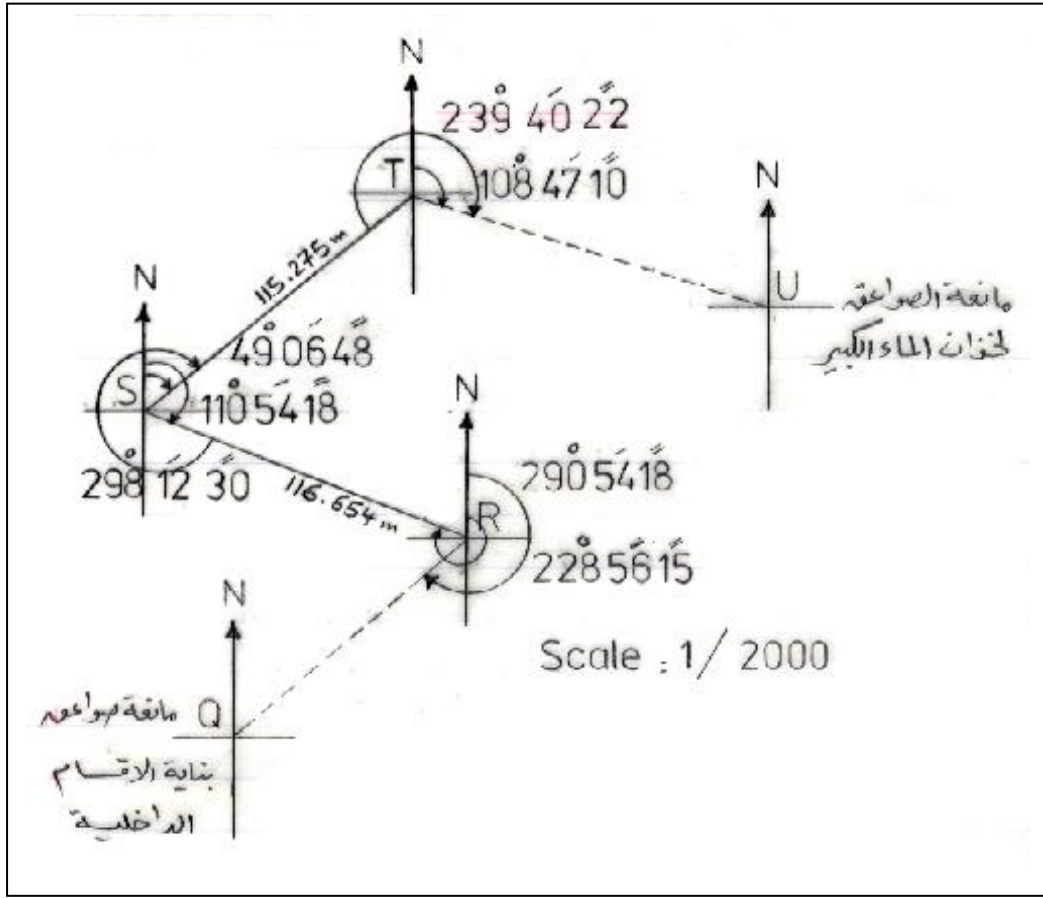
ج. تم قياس الزوايا إلى اليمين للمضلع الرابط المغلق بالوجه المتياسر (Face left) (F.L) والوجه المتيامن (Face right) (F.R) وأستخرج معدل الزوايا إلى اليمين كما موضح بالجدول (2) والشكل (1).

الجدول (1) معدل المسافات المائلة المقاسة لأضلاع المضلع الرابط المغلق

المعدل Mean	المسافة المائلة (متر) (Slope Distance) (S. D)	الضلع Side	رصد إلى To	المحطة St.
116.655	116.654 ، 116.656 ، 116.654 ، 116.654 ، 116.655	RS	S	R
115.292	115.292 ، 115.291 ، 115.292 ، 115.292 ، 115.293	ST	T	S

الجدول (2) الزوايا إلى اليمين للمضلع الرابط المغلق

الملاحظات Remarks	معدل الزاوية Mean Ang.	الزوايا الأفقية HZ. Ang.	قراءة الدائرة الأفقية HZ. C. R.	الوجه Face	إلى T0	محطة الجهاز St.
تم رصد الزوايا الأفقية لعدة مرات وأخذ المعدل. (Q) مانعة الصواعق في أعلى القسم الداخلي.	61° 58' 03"	61° 58' 01"	00° 00' 00"	متياسر (L)	Q	R
			61° 58' 01"	متياسر (L)	S	
		61° 58' 05"	179° 59' 45"	متيامن (R)	Q	
			241° 57' 50"	متيامن (R)	S	
تم رصد الزوايا الأفقية لعدة مرات وأخذ المعدل. (R, S, T) محطات سيطرة أرضية.	298° 12' 30"	298° 12' 33"	00° 00' 00"	متياسر (L)	R	S
			298° 12' 33"	متياسر (L)	T	
		298° 12' 27"	180° 00' 18"	متيامن (R)	R	
			180° 12' 45"	متيامن (R)	T	
تم رصد الزوايا الأفقية لعدة مرات وأخذ المعدل. (U) مانعة صواعق خزان الماء.	239° 40' 22"	239° 40' 20"	00° 00' 00"	متياسر (L)	S	T
			239° 40' 20"	متياسر (L)	U	
		239° 40' 24"	180° 00' 26"	متيامن (R)	S	
			59° 40' 50"	متيامن (R)	U	



الشكل (1) محطات رصد المضلع الرابط المغلق

الجدول (3) المسافات الأفقية للمضلع الرابط المغلق

محطة الجهاز St.	الرصد إلى To	معدل المسافة المائلة Av. For slope Dis. = S.D	قراءة الدائرة الراسية V. C. R.	المسافة الأفقية HZ. Distance HZ. D. = S.D. * Sin V.	فرق المنسوب بين المحطتين Diff. In Elev. $\Delta H = \text{Dis.} * \text{Cos V.}$
R	S	116.655	269° 58' 38"	116.654	- 0.046
S	T	115.292	269° 01' 17"	115.275	- 1.969

4- الأعمال المكتبية والنتائج (Office work & Result)

أ. في الشكل رقم (1) يبين مخطط المضلع الرابط المغلق (QRSTU) حيث تم حساب الاتجاهات لكافة الأضلاع من الاتجاه المرصود (RQ) ومعدل الزوايا المثبتة بالجدول (2) وكانت نتائج الاتجاهات للأضلاع كالآتي : ($RS = 290^{\circ} 54' 18''$ ، $ST = 60^{\circ} 49' 48''$ ، $TU = 108^{\circ} 47' 10''$) .

ب. تم تحويل المسافات المائلة المقاسة لأضلاع المضلع الرابط المغلق من الجدول (1) إلى مسافات أفقية وحسب فرق الارتفاع بين المحطات (ΔH) لمعرفة مناسب المحطات الرئيسية وفق الجدول رقم (3).

ج. تم فرض إحداثيات نقطة البدء (300.000 ، 200.000) R والنقطة النهائية (417.000 ، 178.100) T والتي تم استخراجها بالحسابات الأمامية عن طريق رصد الطول المباشر بين المحطتين (R, T) بسلك الأنفار بطول (119.032 متر) ورصد اتجاه الضلع ($RT = 349^{\circ} 23' 53''$) بجهاز (T2) من الشمال واجري تصحيح الإحداثيات للمضلع الرابط المغلق بطريقة البوصلة كما في الجدول رقم (4) وبطريقة العبور كما في الجدول رقم (5) وبطريقة الظلال وفق الجدول رقم (6).

د. أجريت الحسابات العكسية للمضلع المرصود وبالطرق الثلاثة المنوه عنها وفق الجداول رقم (4, 5, 6).

هـ. تم إيجاد الانحرافات في الأطوال المستنتجة عن الأطوال المقاسة بموجب الجداول (4, 5, 6) ولوحظ أن أقل انحراف يحدث عند استخدام طريقة الظلال (0.033 - متر) مما يدل على صحة استخدامها.

و. تم حل مثال لاختبار صلاحية الطريقة (الظلال) من حيث ملائمتها للتصحيح ومن خلال الجدول رقم (7) أتضح أن الطريقة يمكن استخدامها وتعميمها كأحدى طرق التصحيح على شرط أن ييتم قياس الأضلاع ذات الاتجاهات الخاصة (0° ، 90° ، 180° ، 270°) أو القريبة جداً منها بدقة عالية بحيث يمكن اعتبار التصحيح لها مساوياً للصفر لأن ظل هذه الزوايا إما (صفر أو مالا نهائية).

المناقشة والاستنتاجات (Discussion & Conclusion)

(1) إن استخدام طريقة الظلال لتصحيح الإحداثيات للمضلعات الرابطة المغلقة تعطي نتائج دقيقة حيث أعطت خطأ نسبياً مقداره ($1 / 3500$) في أصغر ضلع (ST) في المضلع المرصود.

(2) عند تصحيح الإحداثيات للمضلع الرابط المغلق المرصود وبالطرق الثلاثة (البوصلة والعبور والظلال) كان الفرق بين الطول المقاس والأطوال المصححة قليل جداً حيث أن أكبر انحراف مستحصل في أقصر طول مقاس هو (0.033 متر) ومنه نستنتج :

$$\text{Relative Error in distance (ST)} = 0.033\text{m} / 115.275\text{m} = 1 / 3500$$

$$\text{Relative Error in direction of (ST)} = 5.99 / 49\ 06\ 48 = 1 / 30000$$

وهي نتيجة جيدة وفعالة.

(3) كلما كان الرصد الحقل للمضلع دقيقاً كلما كانت الفروقات في قيم المركبات الأفقية والعمودية تتقارب مما يدل على دقة الرصد وبدوره ستكون النتائج المستحصلة ذات دقة عالية جداً والعكس صحيح.

- 4) تم تطبيق واختبار هذه الطريقة على مسائل لمضلعات رابطة مغلقة مختلفة فأثبتت صحة الاستنتاجات الواردة أعلاه كما في الجدول رقم (7).
- 5) إن إضافة حقل جديد في جدول التصحيح للمضلعات يزيد من احتمال الوقوع في الخطأ لذلك يجب توخي الحذر والدقة في إجراء الحسابات مع نجاح هذه الطريقة أثناء وجود خطأ قفل بالمضلع المرصود.

التوصيات (Recommendation)

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

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) توما، عبد الكريم: المساحة المستوية والطبوغرافية وفصل في المساحة الجوية، العراق، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي مؤسسة المعاهد الفنية، دار التقني للطباعة والنشر، الطبعة الثانية، (1977)، (310) صفحة.
- 5) الطائي، محمد عيدان: تصحيح الإحداثيات للمضلعات الدائرية المغلقة بطريقة الظلال، المؤتمر العلمي السادس لهيئة المعاهد الفنية - آذار (البحوث التكنولوجية) المعهد الفني الموصل، (1998)، ص (85 - 91).
- 6) Breed , Charles B. : Surveying , Jhon Wiley & Sons INC. London , Second Ed. , (1971) , P. (445) .
- 7) Wirshing, James R., & Wirshing, Roy H. : Introductory Surveying , Mcgraw - hill book company , (1985), P. (360).
- 8) McCormac , Jack C. : Surveying , prentice – hall , INC. Newjersey , Second Ed. , (1985) , P. (381).
- 9) Uren J. & Price, W. F. : surveying for Engineers , Macmillan Education Ltd. , Second Ed. , (1985), P. (392).

الجدول (4) تصحيح الإحداثيات للمضلع الرابط المغلق بطريقة البوصلة

St	Side	Lengths (m.)	AZ.	Dep.	Lat.	Measured Coords.		Correction for		Corrected Coords.		Side	Inverse Computations		Variance in Dis. & Azimuths	
						X	Y	X	Y	X	Y		Length	Azimuth	In Length	In Direction
R	RS	116.654	290° 54' 18"	-108.975	+ 41.624	200.000	300.000	-----	-----	200.000	300.000	RS	116.674	290° 52' 48"	- 0.020	- 00° 01' 30"
S						91.025	341.624	- 0.037	- 0.040	90.988	341.584					
T	ST	115.275	49° 06' 48"	+ 87.148	+ 75.455	178.173	417.079	- 0.073	- 0.079	178.100	417.000	ST	115.222	49° 06' 58"	+ 0.053	+ 00° 00' 10"
						+ 0.073	+ 0.079	Check	Check	Check	Check					

الجدول (5) تصحيح الإحداثيات للمضلع الرابط المغلق بطريقة العبور

St	Side	Length (m.)	AZ.	Dep.	Lat.	Measured Coords.		Correction for		Corrected Coords.		Side	Inverse Computations		Variance in Dis. & Azimuths	
						X	Y	X	Y	X	Y		Length	Azimuth	In Length	In Direction
R	RS	116.654	290° 54' 18"	-108.975	+ 41.624	200.000	300.000	----	----	200.000	300.000	RS	116.681	290° 53' 06"	- 0.027	- 00° 01' 12"
S						91.025	341.624	- 0.040	- 0.028	90.985	341.596					
T	ST	115.275	49° 06' 48"	+ 87.148	+ 75.455	178.173	417.079	- 0.073	- 0.079	178.100	417.000	ST	115.216	49° 07' 18"	+ 0.059	+ 00° 00' 30"
				Σ 196.123	Σ 117.079	+ 0.073	+ 0.079	Check	Check	Check	Check					

الجدول (6) تصحيح الإحداثيات للمضلع الرابط المغلق بطريقة الظلال

St	Side	Lengths (m.)	AZ	Tan AZ.	Dep.	Lat.	Measured Coords.		Correction for		Corrected Coords.		Side	Inverse Computations		Variance in Dis. & Azimuths	
							X	Y	X	Y	X	Y		Length	Azimuth	In Length	In Dir.
R	RS	116.654	290° 54' 18"	- 2.618055572	-108.975	+ 41.624	200.000	300.000	----	----	200.000	300.000	RS	116.682	290° 52' 14"	- 0.028	- 00° 02' 04"
S				+ 1.154974568			91.025	341.624	- 0.051	- 0.055	90.974	341.569					
T	ST	115.275	49° 06' 48"	3.77303014	+ 87.148	+ 75.455	178.173	417.079	- 0.073	- 0.079	178.100	417.000	ST	115.242	49° 06' 54"	+ 0.033	+ 00° 00' 06"
							+ 0.073	+ 0.079	Check	Check	Check	Check					

الجدول (7) مثال لتصحيح الإحداثيات لمضلع رابط مغلق بطريقة الظلال

St	Side	Length	AZ.	Tan Az.	Dep.	Lat.	Measured Coords		Correction for		Corrected Coords		Inverse Computation	
							X	Y	X	Y	X	Y	Length	Azimuth
M	MA	-----	338° 15' 21"	-----	-----	-----			-----	-----	-----	-----	-----	338° 15' 21"
A	AB	118.643	67 14 29	2.383724694	109.406	45.897	5000.000	4000.000	-----	-----	5000.000	4000.000	118.605	67 14 39
B	BC	105.784	120 33 12	- 1.694055234	91.096	- 53.774	5109.406	4045.897	- 0.033	- 0.020	5109.373	4045.877	105.771	120 33 58
C	CD	86.229	25 06 18	0.468540649	36.585	78.083	5200.502	3992.123	- 0.056	- 0.034	5200.446	3992.089	86.223	25 06 09
D	DE	72.655	134 45 37	- 1.008403091	51.589	- 51.159	5237.087	4070.206	- 0.062	- 0.038	5237.025	4070.168	72.651	134 46 23
E	ES	-----	30 19 20	-----	-----	-----	5288.676	4019.047	- 0.076	- 0.047	5288.600	4019.000	-----	30 19 20
S							+ 0.076	+ 0.047	Check	Check	Check	Check		