

Assessment of Geodetic Methods in Investment and Rehabilitation of Bridge Cranes

Dr. Mouhsen Ahmad*

Dr. Iyad Fahsa*

Hussein Ghassah**

(Received 11 / 3 / 2020. Accepted 26 / 8 / 2020)

□ ABSTRACT □

The research includes a study that helps in monitoring the work of bridge cranes with huge loads and weights and how to rehabilitate those outside the service according to several geodetic methods and according to the devices available in the labor market so that they achieve the requirements of accuracy, ease and safety during use. Initially, the types of gantry cranes used in mega-factories, the geodetic methods used in their construction, and the conditions that the axis have to be fulfilled. The geodetic methods used to monitor the gantry rails axis are presented, field measurements are presented, and the practical comparison is between methods.

Keywords: bridge cranes, accuracy evaluation, geodetic network, investment, rehabilitation.

* Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria. Email: mouhsenahm@gmail.com

** Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.

*** Postgraduate Student, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.

تقييم الطرق الجيوديزية في استثمار وإعادة تأهيل الروافع الجسرية

* د. محسن أحمد

** د. اياد فحصه

*** حسين محمد غصه

(تاريخ الإيداع 11 / 3 / 2020. قُبِلَ للنشر في 26 / 8 / 2020)

□ ملخص □

يتضمن البحث دراسة تساعد في مراقبة عمل الروافع الجسرية ذات الحمولات والأوزان الضخمة وكيفية إعادة تأهيل الخارج عن الخدمة منها وفق عدة طرق جيوديزية وتبعاً للأجهزة المتوفرة في سوق العمل بحيث تحقق متطلبات الدقة والسهولة والأمان أثناء الاستخدام. في البداية تم التطرق إلى أنواع الروافع الجسرية المستعملة في المعامل الضخمة، والطرق الجيوديزية المستخدمة في بنائها، والشروط التي يجب أن تحققها المحاور. وتم عرض الطرق الجيوديزية المتبعة في مراقبة محاور سكة الرافعة الجسرية وعرض القياسات الحقلية والمقارنة العملية بين الطرق.

الكلمات المفتاحية: روافع جسرية، تقييم دقة، شبكة جيوديزية، المستقيم الثابت، استثمار، إعادة تأهيل.

* استاذ - كلية الهندسة الطبوغرافية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

* استاذ - كلية الهندسة الطبوغرافية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

*** طالب دراسات عليا (ماجستير) - كلية الهندسة الطبوغرافية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

مقدمة:

إن التطور التقني الكبير الذي رافق الثورة الصناعية، أدى الى ضخامة العمل الذي يقوم الإنسان به والمواد والمنتجات التي يتعامل معها حجماً ووزناً، وبالتالي الحاجة إلى وسائل وآلات للمساعدة في رفع وتحريك هذه الحمولات والأحجام فكانت الروافع بكافة أنواعها وأشكالها هي الحل الأمثل والوسيلة للقيام بذلك. ومع تقدم الزمن ازدادت الحاجة لها والاعتماد الكبير عليها لتصبح إحدى الآلات الأساسية لاي مصنع او منشأة صناعية، تتنوع اشكال وانواع الروافع بحسب طبيعة استخدامها والعمل الذي تقوم به، ورغم التنوع بالأشكال والانواع تشترك جميعها بالمعادلة ذاتها الناتجة عن علم التوازن الذي يعتبر الأساس الذي تبنى عليه الروافع.

نظراً للأهمية الكبيرة للروافع بشكل عام والجسرية بشكل خاص كان لا بد من تطوير الطرق والأساليب لتركيبها واستثمارها وإعادة تأهيلها، ومراقبتها الدورية، على جميع مستوياتها ابتداءً من القواعد فالأعمدة ومن ثم المحاور (السكك التي تسيّر عليها) وهي التي نخصها بدراستنا.

أهمية البحث وأهدافه:

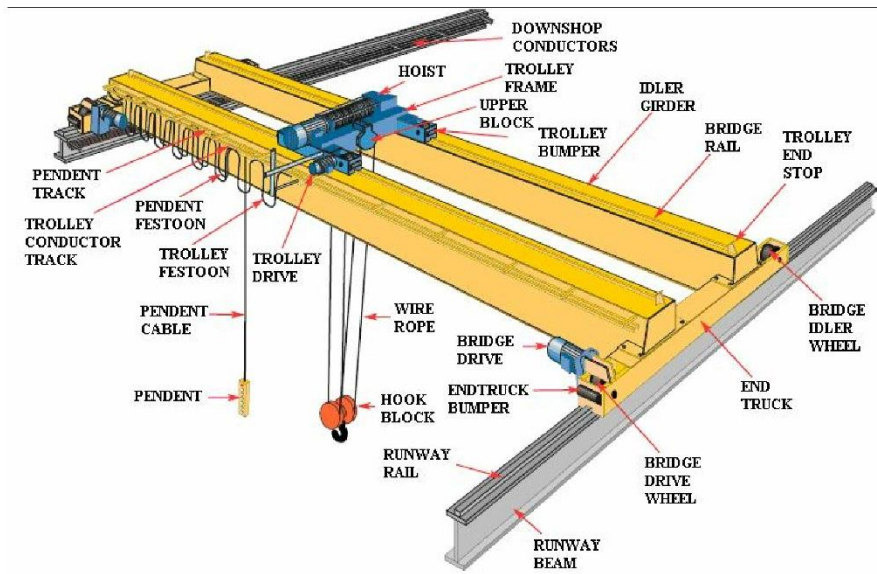
يتمثل الهدف الرئيسي من البحث في دراسة شاملة عن الروافع الجسرية التي تسيّر على سكتين مرتفعتين ضمن منشأة صناعية ضخمة، من خلال تقييم الطرق الطبوغرافية المستخدمة في تركيب الروافع الجسرية في المنشآت الصناعية.

طرائق البحث ومواده:

لتقييم الطرق الجيوديزية في استثمار وإعادة تأهيل الروافع الجسرية أولاً لا بد من التعرف على أنواع الروافع الجسرية. والأجهزة المساحية المتوفرة وتقييم دقة عملها وفعاليتها وشروط الدقة التي يجب ان تتوافر عليها لنتمكن من استخدامها في تركيب ومراقبة الروافع الجسرية وهنا يجب التعرف على الشروط الهندسية المحددة لعمل الروافع الجسرية وأنماطها وأماكن استخدامها والتعرف على الروافع الجسرية الضخمة التي تطلب شروط هندسية دقيقة لتحريك ورفع حمولات ضخمة، تحديد القيم المسموحة للارتفاع بين محوري سكتي الرافعة وكذلك القيمة المسموحة للارتفاع بين عموديين من أعمدة سكة الرافعة.

1. أنواع الروافع الجسرية:

1. رافعة جسرية محمولة على أعمدة بيتونية.
2. رافعة جسرية محمولة على أعمدة معدنية.
3. رافعة جسرية أرضية هوائية.
4. روافع جسرية على الطرق السريعة.
5. روافع جسرية لتفريغ وتحميل الحاويات.

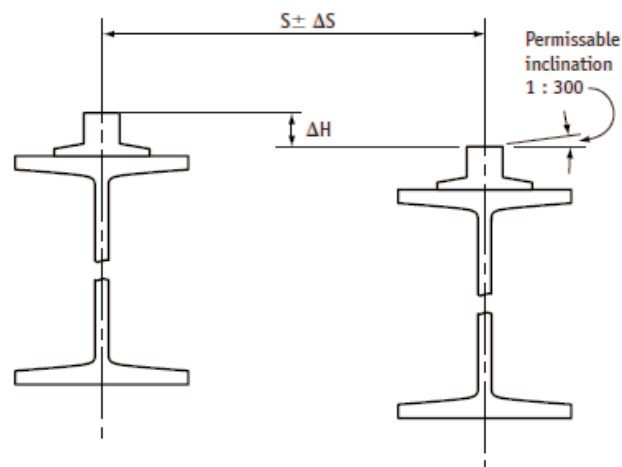


TOP RUNNING DOUBLE GIRDER CRANE



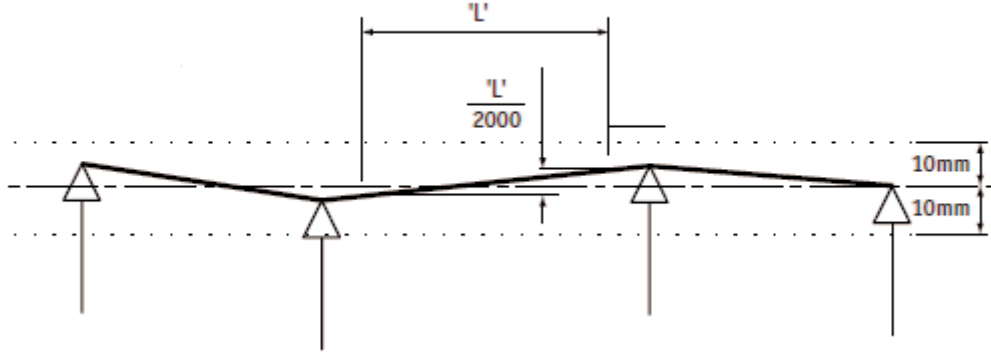
الشكل (1) بعض أشكال الروافع الجسرية

2. الشروط الهندسية الضرورية للعمل الطبيعي لرافعة جسرية:
1. حمولة الرافعة والمجاز ما بين محوري الرافعة S وقيمته تساوي ΔS وتتراوح قيمته $\pm 15^{mm} \geq \Delta S \geq \pm 3^{mm}$.



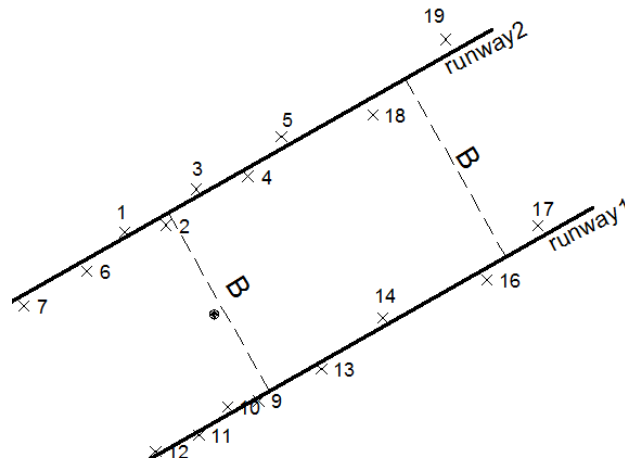
الشكل (2) المواصفات والشروط الهندسية لإنشاء وتركيب محاور الروافع الجسرية.

2. القيمة المسموحة لتغير فروق الارتفاع ضمن المسار الواحد للرافعة الجسرية لا يزيد عن النسبة $\frac{l'}{2000}$ حيث l' التباعد ما بين عمودين أو مسندين متتاليين على نفس المحور للرافعة الجسرية.



الشكل (3) المواصفات والشروط الهندسية لإنشاء وتركيب محاور الروافع الجسرية.

3. لاستثمار وإعادة تأهيل الروافع الجسرية يجب تحقيق عدد من الاشتراطات:
- المسافة التصميمية بين الاعمدة التي تحمل السكة.
 - افقية السكة وتحقيق كون السكتين لهما نفس الارتفاع.
 - التباعد الثابت وتوازي السكتين.
 - استقامة محاور السكتين.



الشكل (4) الشكل الهندسي لمحاور حركة الرافعة الجسرية والتباعد بين محاورها

- Runway1 & runway2-محاور حركة عجلات الرافعة الجسرية
 - النقاط الفعلية الممثلة لمنتصف المسند الحامل لسكة الرافعة الجسرية. $\times 14, \times 16, \dots$
 B- التباعد النظري الذي يجب أن يتحقق للاستثمار الطبيعي للرافعة الجسرية.

2. شروط الدقة الضرورية في الأجهزة المساحية المستخدمة في تقييم الروافع الجسرية:

أقل قيمة عملياً ل ΔS هي $\pm 3\text{mm}$ لذلك من الضروري استخدام جهاز مساحي يحقق دقة أعلى. وبحسب ما هو متوفر في سوق العمل الطبوغرافي بسورية وهي فئات المحطات المتكاملة (TOTALSTATION) وبدقة $2\text{ppm} \pm 2\text{mm}$ for distance and $5''$ for direction

منهجية البحث:

موقع الدراسة:

تم القيام بالقياسات الحقلية على عدد من الروافع الجسرية ضمن ثلاثة هنغارات معدنية مرتفعة في أحد معامل الحديد في مدينة اللاذقية (معمل حميشو لدرفلة الحديد) حيث كانت حمولات هذه الروافع تتراوح بين 15-30 طن وتسير على سلك محمولة على أعمدة بارتفاع حوالي 12 م وبطول تقريبي للسكة بحوالي 263 م.

1. أشكال ومتطلبات الشبكة المساحية في تركيب الروافع الجسرية:

تختلف الاشكال الهندسية للشبكات المساحية الضرورية لتركيب الرافعة الجسرية طبقاً لموقع الرافعة في بالنسبة للبناء او الهنكار الموجودة ضمنه وما يحيط بها من معدات ومتطلبات الرؤية، كما يجب ان تلائم توازي السكتين.

ونميز بين الأشكال الهندسية التالية للشبكة:

1. شبكة جيوديزية أرضية.

2. شبكة جيوديزية مرتفعة ولها عدة أشكال:

a. طريقة المستقيم الثابت.

b. ذات المحاور البديلة.

1. الشبكة الجيوديزية الأرضية: تتميز بأنها سهلة الإنشاء والرصد فيما بينها، ومن سيئاتها أن بعض أجزاء سكة الرافعة تكون صعبة الرصد، وتزداد الصعوبة بزيادة طول المسار الطولي لسكة الرافعة وارتفاع جسم الرافعة عن سطح المعمل، نقاطها المرجعية مثبتة على الأرض ولا تقع على محور سير قضبان الرافعة الجسرية، وينصح بأن تنفذ بحسب تقنية النقاط الجيوديزية ذات التمرکز القسري.

2. شبكة جيوديزية مرتفعة: مميزات هذا النوع من الشبكات أنها سهلة الإنشاء والرصد فيما بينها، ومن سيئاتها أن الرائد والجهاز يكون على ارتفاع عال مما يزيد من مخاطر مهنة العمل المساحي وصعوبة الرصد لفترة طويلة بسبب ضيق المكان وارتفاعه، نقاطها المرجعية مثبتة على مستوى الرافعة الجسرية في الأعلى أو أدنى منها بقليل، وتنفذ إما مجاورة لمحاور الرافعة الجسرية أو على محاور الرافعة مباشرة، ويجب أن تنفذ باستخدام النقاط الجيوديزية ذات التمرکز القسري. ولها عدة أشكال:

a. طريقة المستقيم الثابت: تستخدم هذه الطريقة الزوايا الصغيرة في القياس لأنها تعطي دقة أكبر، ومن مميزات هذه الطريقة أنها سهلة الرصد وتؤمن رؤيا واضحة ومسيطر على مسار سكة الرافعة. وأبرز مساوئها هو التمرکز على مستو عالٍ، مما يزيد من مخاطر المهنة ويقلل عدد ساعات الرصد المتواصل بسبب تعب الرائد وضيق المكان، حيث نقاط الشبكة الجيوديزية واقعة على امتداد المحور الطولي لسكة الرافعة straight line، ويمكن الرصد من اتجاه واحد أو من اتجاهين.

b. نقاط الشبكة الجيوديزية واقعة فوق بعض المنشآت المبنية ضمن هنغار سير الرافعة (وهي عادة أبنية محولات الكهرباء أو مباني ورش تصليح وتصنيع القطع الميكانيكية). وفي هذه الحالة تتألف الشبكة الجيوديزية من ثلاث إلى

أربع نقاط قد يتوضع بعضها على مستوى الصفر للمنشأة الصناعية دون أن يتم التمرکز فوقها عند رصد الشبكة المساحية لتكريب وتأهيل الرافعة وكحالة خاصة يمكن إنجاز الشبكة السابقة بحيث تشكل أضلاعها استقامات موازية لمحوري الرافعة، وتسمى في هذه الحالة الشبكة الجيوديزية ذات المحاور البديلة. في هذا النوع من الشبكات يمكن قياس إحداثيات محوري الرافعة بإنجاز التقاطع الخلفي.

متانة الشبكة القاعدية المقترحة: ندرس بشكل تفصيلي الخصائص العددية للشبكات الجيوديزية المعروضة أعلاه، درجة متانة كل نوع بحسب معيار Baarda:

الشبكة الجيوديزية	قيم درجة المتانة بحسب Baarda $\pi = I - A \cdot (A^T \cdot P \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot P$	عدد دورات القياس الأصغري التي يجب إجراؤها
الشبكة الرئيسية القاعدية	- عند إجراء قياسات زاوية بدورة واحدة $\pi_{\min} = 0.361$ - عند إجراء دورتي قياس زاوية بدورة واحدة $\pi_{\min} = 0.632$ - عند إجراء قياسات مختلطة زاوية بدورة واحدة وقياسات خطية لكل عناصر الشبكة الجيوديزية فإن $\pi_{\min} = 0.621$	يجب إجراء دورتي قياس للاتجاهات على الأقل.

الجدول (1) درجات أمان مختلف أنواع الشبكات المستخدمة في تحديد الانزياحات عن محوري الرافعة

ملاحظات	قيم درجة المتانة بحسب Baarda $\pi = I - A \cdot (A^T \cdot P \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot P$	الشبكة الجيوديزية
يمكن اعتماد إجراء قياسات مختلطة خطية واتجاهات	- عند إجراء قياسات زاوية بدورة واحدة $\pi_{\min} = 0.382$ - عند إجراء قياسات مختلطة زاوية قياسات خطية $\pi_{\min} = 0.691$	شبكة قياس نقاط محور الرافعة من الشبكة الأرضية بالطريقة القطبية
يمكن اعتماد إجراء قياسات مختلطة خطية واتجاهات	- عند إجراء قياسات زاوية بدورة واحدة $\pi_{\min} = 0.382$ - عند إجراء قياسات مختلطة زاوية وقياسات خطية $\pi_{\min} = 0.691$	شبكة قياس نقاط محور الرافعة من الشبكة على مستوى الرافعة أو قريب منها
يمكن اعتماد إجراء قياسات مختلطة خطية وزوايا صغيرة	- عند إجراء قياسات زاوية بدورة واحدة $\pi_{\min} = 0.462$ - عند إجراء قياسات مختلطة زاوية صغيرة وقياسات خطية $\pi_{\min} = 0.673$	شبكة قياس نقاط محور الرافعة من الشبكة الجيوديزية الواقعة على امتداد محور الرافعة بطريقة المستقيم الثابت

مقارنة عملية لاقتراح الطريقة الأدق لتحديد المحور الطولي للرافعة الجسرية:

لتحديد دقة أداء شبكة تحديد محوري الرافعة الجسرية تم إنجاز قياسات حقلية للأشكال الرئيسية الثلاث وذلك بعد تأهيل الأعمدة المعدنية الحاملة للرافعة الجسرية ونصبها بشكل شاقولي وفي مستوي شاقولي، ومن ثم قياس المسار المفترض للرافعة الجسرية ويقع فوق صفيحة التقوية الشاقولية. أُجريت القياسات باستخدام جهاز محطة متكاملة Sokkia 1130r بدقة قياس اتجاه 5^{cc} ودقة قياس مسافة $2^{\text{mm}} + 2 \text{ ppm}$.



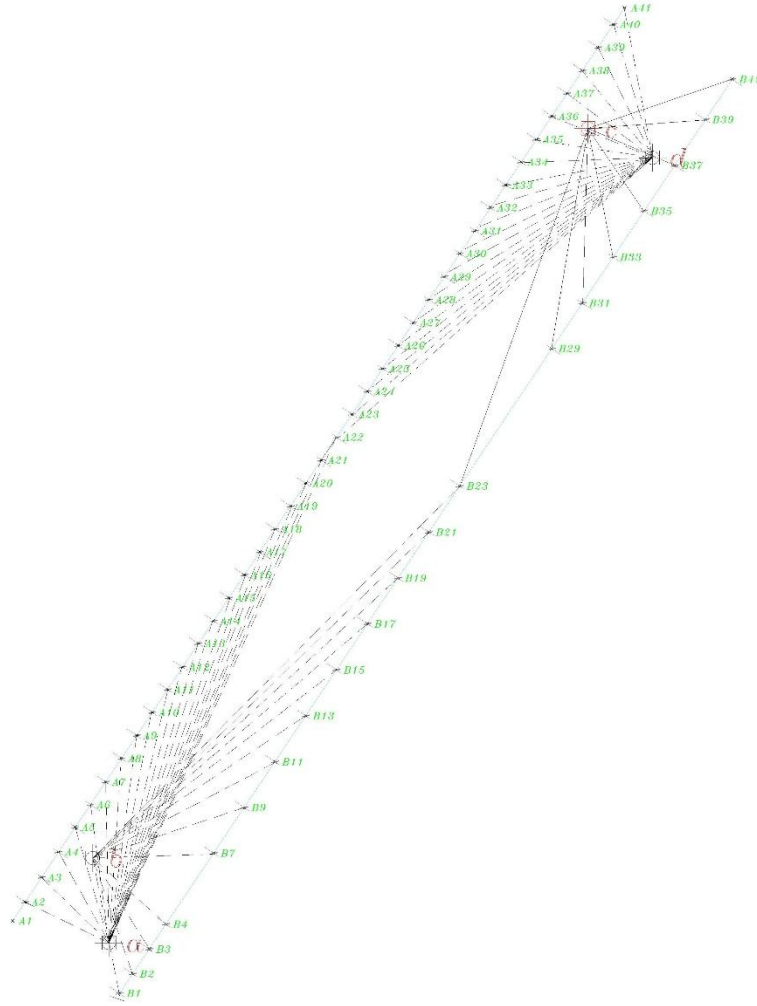
الشكل (5) مواصفات الجهاز المساحي المستخدم.

تتم القياسات بطريقة المستقيم الثابت والقطبية المرتفعة بتقنية تثبيت الجهاز بشكل قسري:



الشكل (6) تقنية التثبيت القسري فوق النقاط الجيوديزية.

القياسات:

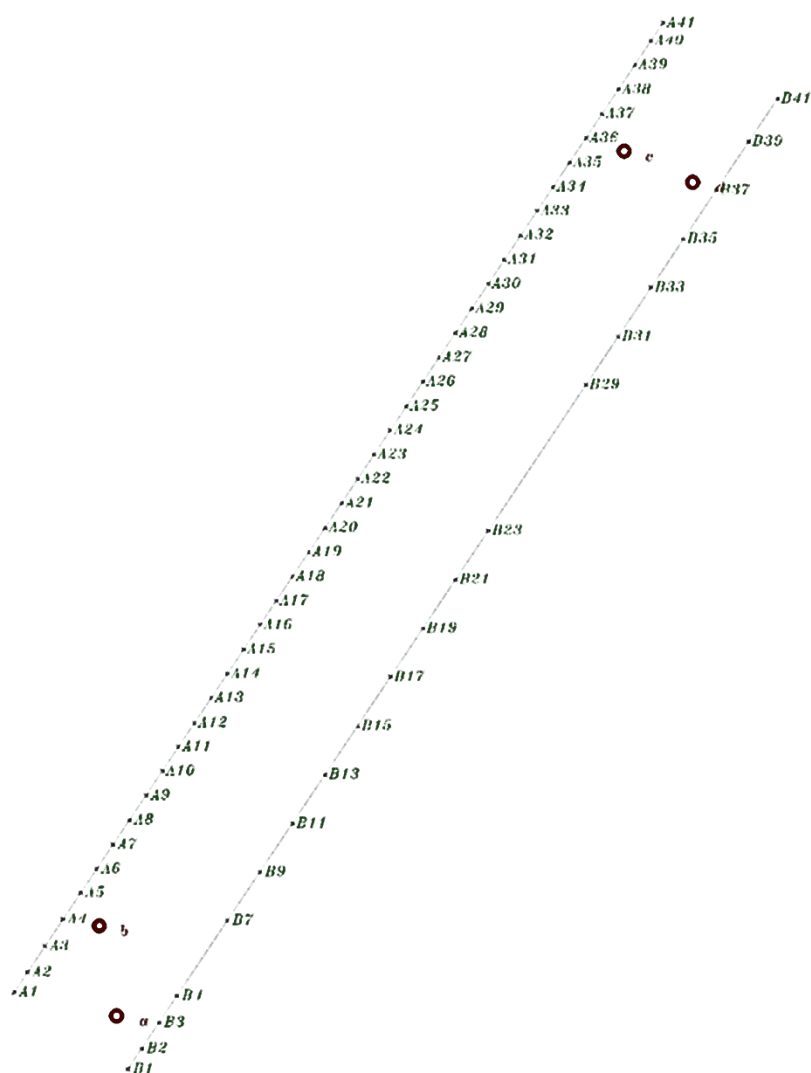


الشكل (7) مخطط القياس في الطرق المختلفة لتحديد محاور الروافع الجسرية.

نتائج القياسات والمعطيات الأولية مبينة في الجداول التالية (2 و3 و4)، وتمت مقارنة نتائج حساب محوري الرافعة والدقة الناتجة في الجداول (5 و6)، وكانت النتائج كما يلي:

طريقة المستوي السفلي:

تتوزع النقاط الجيوديزية بتمركز قسري على أرضية المعمل لتلائم شروط الرؤية المتبادلة بين النقاط وبين سكتي الرافعة:



الشكل (8) مخطط يوضح توزيع النقاط الجيوديزية في (الطريقة القطبية مع نقاط تحكم أرضية).

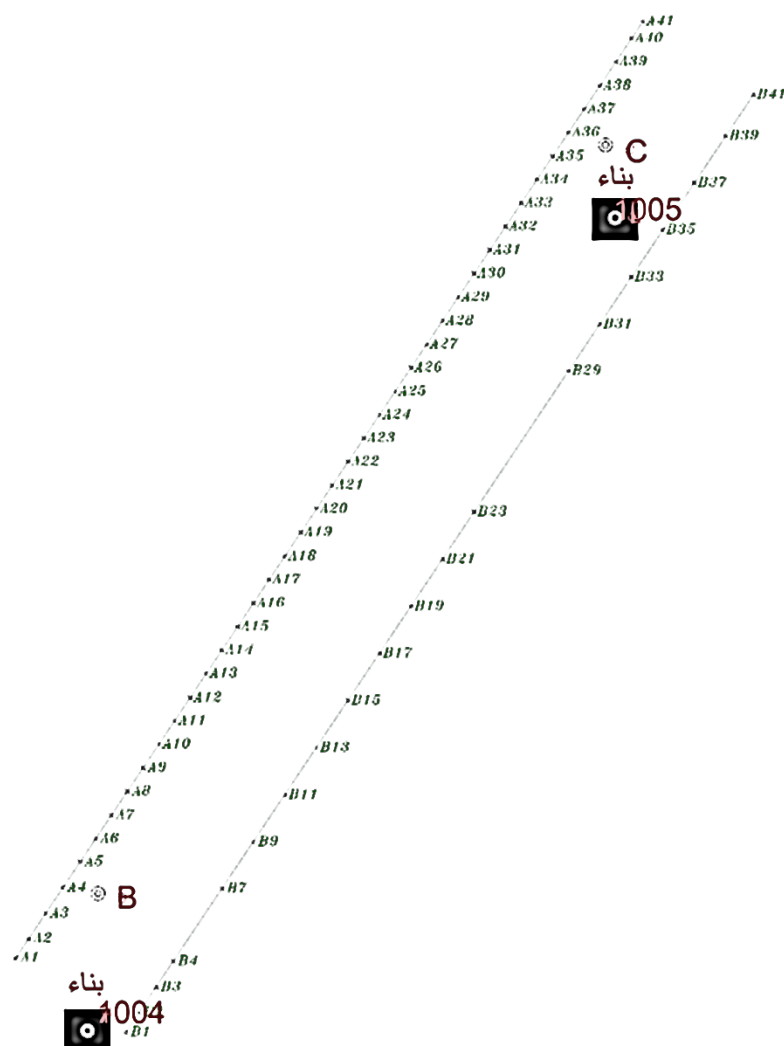
الجدول (2) نتائج القياسات بالطريقة القطبية المستوى السفلي (الطريقة القطبية مع نقاط تحكم أرضية).

fixed points	X	Y	fixed points	X	Y		
A	103.799	86.941	B	100.252	105.366		
C	207.747	263.912	D	221.758	257.551		
(الطريقة القطبية مع نقاط تحكم أرضية)							
axis 1				axis 1			
from	to	distance	directions	from	to	distance	directions
A	C		0.0000	B	D		0.0000
A	1	21.492	119.444	B	1	29.954	255.5132
A	2	20.265	104.925	B	2	26.611	264.1118
A	3	20.416	84.732	B	3	23.312	278.3061
A	4	22.584	66.088	B	4	21.462	296.2064
A	5	26.199	51.885	B	7	26.317	345.4339

A	6	30.321	42.343	B	9	34.719	363.3297
A	7	35.013	35.097	B	11	44.792	373.8086
A	8	40.161	29.558	B	13	55.673	380.3871
A	9	45.462	25.332	B	15	66.906	384.7368
A	10	50.954	21.993	B	17	78.406	387.8599
A	11	56.525	19.325	B	19	89.957	390.1619
A	12	61.992	17.197	B	21	101.683	391.9376
A	13	67.875	15.3576	B	23	113.490	393.3603
A	14	73.565	13.8360	C	A		0.0000
A	15	79.345	12.5292	C	23	82.546	11.9125
A	16	85.176	11.3838	C	29	48.497	23.4264
A	17	91.013	10.4158	C	31	37.985	31.7145
A	18	96.835	9.5390	C	33	28.491	46.0747
A	19	102.753	8.7528	C	35	21.678	71.6975
A	20	108.609	8.0860	C	37	20.447	108.1240
A	21	114.557	7.4717	C	39	25.547	138.5775
A	22	120.472	6.9147	C	41	33.087	154.7060
A	23	126.383	6.4071				
B	D		0.0000				
B	23	85.806	387.921				
B	24	80.078	386.644				
B	25	74.389	385.157				
B	26	68.663	383.417				
B	27	63.100	381.390				
B	28	57.540	378.940				
B	29	52.115	375.981				
B	30	46.754	372.293				
B	31	41.689	367.775				
B	32	36.814	361.985				
B	33	32.415	354.642				
B	34	28.541	345.049				
B	35	25.511	332.9815				
B	36	23.610	318.0170				
B	37	23.190	301.7304				
B	38	24.272	285.9334				
B	39	26.725	272.1038				
B	40	30.165	261.0866				
B	41	33.134	254.6490				

طريقة المستوي العلوي (بعض نقاطها المرجعية على سطح منشآت داخلية):

تتوزع النقاط الجيوديزية على الأبنية والموجودة في المعمل لتلائم شروط الرؤية المتبادلة بين النقاط وبين سكتي الرافعة:



الشكل (9) مخطط يوضح توزيع النقاط الجيوديزية في طريقة قياس القطبية العلوية (بعض نقاطها المرجعية على سطح منشآت داخلية).

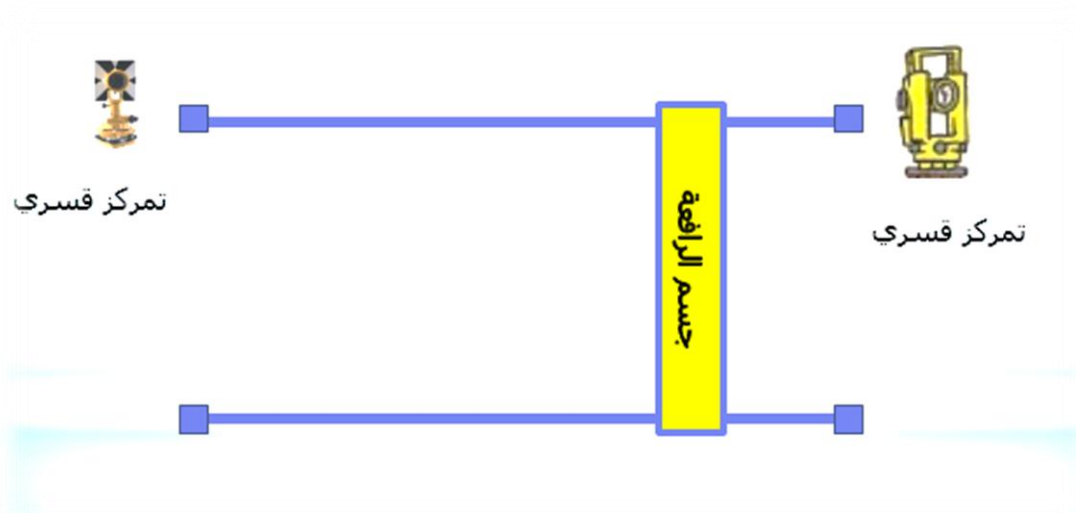
الجدول (3) نتائج القياسات بالطريقة القطبية المستوي العلوي (بعض نقاطها المرجعية على سطح منشآت داخلية).

fixed points	X	Y	fixed points	X	Y		
1004	103.462	76.518	B	100.252	105.366		
C	207.747	263.912	1005	232.917	272.218		
قطبية مستوي علوي (بعض نقاطها المرجعية على سطح منشآت داخلية)							
axis 1				axis 2			
from	to	distance	directions	from	to	distance	directions
1004	C		0.0000	B	1005		0.0000
1004	1	25.628	91.810	B	1	29.954	255.3843
1004	2	26.312	79.885	B	2	26.611	263.9829
1004	3	28.500	65.808	B	3	23.312	278.1773
1004	4	31.984	53.895	B	4	21.462	296.0776

1004	5	36.256	44.701	B	7	26.317	345.3050
1004	6	40.642	38.156	B	9	34.719	363.2008
1004	7	45.431	32.848	B	11	44.792	373.6797
1004	8	50.585	28.529	B	13	55.673	380.2582
1004	9	55.848	25.048	B	15	66.906	384.6079
1004	10	61.281	22.166	B	17	78.406	387.7310
1004	11	66.787	19.773	B	19	89.957	390.0330
1004	12	72.189	17.801	B	21	101.683	391.8088
1004	13	78.005	16.0446	B	23	113.490	393.2315
1004	14	83.634	14.5600	C	1004		0.0000
1004	15	89.356	13.2581	C	23	82.546	10.4316
1004	16	95.132	12.0981	C	29	48.497	21.9455
1004	17	100.920	11.0989	C	31	37.985	30.2336
1004	18	106.695	10.1858	C	33	28.491	44.5938
1004	19	112.570	9.3568	C	35	21.678	70.2166
1004	20	118.386	8.6424	C	37	20.447	106.6431
1004	21	124.298	7.9791	C	39	25.547	137.0966
1004	22	130.178	7.3737	C	41	33.087	153.2251
1004	23	136.056	6.8181				
1005	B		0.0000				
1005	23	103.892	390.182				
1005	24	98.102	389.280				
1005	25	92.334	388.254				
1005	26	86.509	387.090				
1005	27	80.821	385.772				
1005	28	75.098	384.237				
1005	29	69.458	382.453				
1005	30	63.803	380.328				
1005	31	58.341	377.850				
1005	32	52.904	374.842				
1005	33	47.708	371.212				
1005	34	42.652	366.656				
1005	35	37.906	361.0029				
1005	36	33.474	353.6094				
1005	37	29.675	344.2594				
1005	38	26.689	332.5468				
1005	39	24.802	318.3140				
1005	40	24.297	302.7883				
1005	41	24.856	291.5674				

طريقة المستقيم الثابت:

يتمركز الجهاز المساحي بشكل قسري على نقاط تقع على مستوى ارتفاع الرافعة وعلى محور السكتين في طرفيها:



الشكل (10) مخطط يوضح توزيع النقاط الجيوديزية في طريقة المستقيم الثابت.

الجدول (4) نتائج القياسات بطريقة المستقيم الثابت.

طريقة المستقيم الثابت							
from	to	distance	directions	from	to	distance	directions
axis 1	direct			axis 1	indirect		
1000	1002	241.552	0.0000	1002	1000	241.552	0.0000
1000	1	1.190	0.1648	1002	23	107.529	0.0036
1000	2	6.096	399.9923	1002	24	101.565	0.0070
1000	3	12.522	0.0214	1002	25	95.596	399.9999
1000	4	19.153	0.0567	1002	26	89.547	0.0073
1000	5	25.663	0.0275	1002	27	83.602	0.0056
1000	6	31.563	0.0101	1002	28	77.578	0.0058
1000	7	37.542	399.9726	1002	29	71.586	399.9985
1000	8	43.637	399.9807	1002	30	65.510	399.9947
1000	9	49.649	399.9653	1002	31	59.554	399.9925
1000	10	55.693	399.9615	1002	32	53.517	0.0134
1000	11	61.701	399.9606	1002	33	47.583	0.0235
1000	12	67.515	399.9532	1002	34	41.585	0.0329
1000	13	73.689	399.9878	1002	35	35.647	0.0782
1000	14	79.624	399.9857	1002	36	29.586	0.0941
1000	15	85.614	399.9904	1002	37	23.601	0.0942
1000	16	91.629	399.9829	1002	38	17.630	0.1234
1000	17	97.617	0.0015	1002	39	11.588	0.1190
1000	18	103.582	399.9902	1002	40	5.595	0.2312
1000	19	109.627	399.9810	1002	41	1.233	0.6417

1000	20	115.586	399.9959				
1000	21	121.631	0.0024				
1000	22	127.634	0.0016				
1000	23	133.626	399.9971				
axis 2	direct			axis 2	indirect		
		distance	directions			distance	directions
1001	1003	240.511	0.0000	1003	1001	240.511	0.0000
1001	1	0.506	393.48393	1003	23	107.403	0.002875
1001	2	5.573	399.60185	1003	29	71.488	399.9763
1001	3	12.022	399.72691	1003	31	59.585	399.9726
1001	4	18.558	399.82824	1003	33	47.544	399.9724
1001	7	37.127	399.8785	1003	35	35.498	399.9497
1001	9	49.057	399.89143	1003	37	23.551	399.9362
1001	11	61.036	399.91107	1003	39	11.581	399.9293
1001	13	73.078	399.94813	1003	41	1.055	398.2431
1001	15	85.059	399.95071				
1001	17	97.095	399.97112				
1001	19	109.038	399.98464				
1001	21	121.064	399.98582				
1001	23	133.113	399.99768				

2. النتائج

الجدول (5) نتائج حساب الانزياح الافقي للسكة الأولى عن محورها التصميمي.

axis 1						
no	المستقيم الثابت		قطبية مستوي سفلي		قطبية مستوي علوي	
	disp. (m)	m s e (m)	disp. (m)	m s e (m)	disp. (m)	m s e (m)
1	0	0	0	0	0	0
2	-0.003	0.0001	-0.003	0.00016	-0.003	0.0001
3	0.002	0.0005	0.002	0.0015	0.002	0.0002
4	0.015	0.0014	0.01	0.0027	0.012	0.0015
5	0.01	0.0021	0.01	0.0042	0.015	0.0023
6	0.004	0.0019	0.004	0.0035	0.004	0.00024
7	-0.017	0.0015	-0.015	0.0036	-0.017	0.0015
8	-0.014	0.0016	-0.014	0.0032	-0.011	0.0012
9	-0.027	0.0026	-0.025	0.005	-0.027	0.0030
10	-0.033	0.0029	-0.033	0.0052	-0.035	0.0025
11	-0.037	0.0031	-0.037	0.0065	-0.037	0.0038
12	-0.048	0.0035	-0.048	0.0072	-0.048	0.0029
13	-0.012	0.0008	-0.012	0.0016	-0.012	0.0009

14	-0.016	0.00125	-0.016	0.002	-0.016	0.002
15	-0.011	0.0007	-0.011	0.0014	-0.011	0.0008
16	-0.022	0.0021	-0.022	0.0048	-0.022	0.0026
17	0.005	0.0011	0.005	0.002	0.005	0.0013
18	-0.012	0.0007	-0.012	0.0015	-0.012	0.0005
19	-0.029	0.001	-0.029	0.002	-0.025	0.0016
20	-0.001	0.0029	-0.001	0.0045	-0.001	0.0031
21	0.009	0.0011	0.009	0.002	0.009	0.0009
22	0.008	0.0006	0.008	0.0012	0.008	0.0007
23	0	0.0001	0	0.0002	0	0.0001
24	-0.005	0.0011	-0.005	0.0022	-0.005	0.0012
25	0.006	0.0021	0.006	0.0038	0.006	0.0019
26	-0.004	0.0031	-0.004	0.0051	-0.004	0.0035
27	0	0.0011	0	0.0022	0	0.0009
28	0	0.0002	0	0.0004	0	0.0005
29	0.01	0.0031	0.01	0.0065	0.01	0.0038
30	0.014	0.0008	0.014	0.0016	0.012	0.0007
31	0.016	0.0012	0.016	0.0024	0.016	0.0015
32	-0.002	0.0007	-0.002	0.0016	-0.002	0.0009
33	-0.008	0.0006	-0.008	0.0012	-0.008	0.0007
34	-0.012	0.0023	-0.01	0.0048	-0.012	0.0025
35	-0.034	0.0036	-0.034	0.0076	-0.034	0.0038
36	-0.033	0.0031	-0.033	0.0064	-0.03	0.0029
37	-0.024	0.0019	-0.025	0.0037	-0.024	0.0021
38	-0.023	0.0018	-0.023	0.0035	-0.023	0.002
39	-0.01	0.0024	-0.01	0.0044	-0.01	0.0026
40	-0.008	0.001	-0.008	0.002	-0.008	0.0024
41	0	0	0	0	0	0

الجدول (6) نتائج حساب الانزياح الافقي للسكة الثانية عن محورها التصميمي.

axis 2						
no	المستقيم الثابت		قطبية مستوي سفلي		قطبية مستوي علوي	
	disp. (m)	m s e (m)	disp. (m)	m s e (m)	disp. (m)	m s e (m)
1	-0.033	0.0039	-0.033	0.0058	-0.033	0.0040
2	-0.017	0.0011	-0.017	0.0028	-0.017	0.0012
3	-0.035	0.0036	-0.035	0.0052	-0.035	0.0032

4	-0.035	0.0036	-0.035	0.0055	-0.035	0.0036
7	-0.059	0.0041	-0.059	0.0075	-0.054	0.0042
9	-0.074	0.0052	-0.071	0.0089	-0.074	0.0052
11	-0.078	0.0059	-0.078	0.0088	-0.075	0.0060
13	-0.057	0.0039	-0.057	0.0082	-0.057	0.0039
15	-0.063	0.0058	-0.061	0.0095	-0.065	0.0058
17	-0.043	0.0038	-0.043	0.0079	-0.043	0.045
19	-0.028	0.0021	-0.025	0.0039	-0.028	0.0021
21	-0.03	0.0026	-0.03	0.0026	-0.03	0.0026
23	-0.01	0.0008	-0.01	0.0015	-0.015	0.0009
29	0.015	0.0021	0.015	0.0038	0.015	0.0021
31	0.011	0.0022	0.011	0.0039	0.011	0.0023
33	0.004	0.0019	0.004	0.0032	0.004	0.002
35	0.009	0.0008	0.009	0.0012	0.007	0.0008
37	0.003	0.0009	0.005	0.0015	0.003	0.0009
39	-0.01	0.0026	-0.01	0.0042	-0.015	0.0028
41	0.004	0.0031	0.001	0.0062	0.004	0.0032

الاستنتاجات والتوصيات:

من مناقشة النتائج في الجدول (1) والجدولان (5و6) نلاحظ أن حساب الدقة وأمان الشبكة لا يعطي أية أفضلية لشكل على آخر ويبقى المتحكم في اختيار أية طريقة قياس سيتم استخدامها الإجابة على الأسئلة التالية:

1-المستقيم الثابت: بما أن الناحية الاقتصادية تأتي بالمرتبة الأولى وهذا ما يجعل طريقة المستقيم الثابت هي الأفضل من هذه الناحية.

2- الطريقة الثالثة (بعض نقاطها المرجعية على سطح منشآت داخلية) في حال كون الرافعة غير مجهزة بنقاط تمرکز قسري على طرفي محاور السكتين، تكون الطريقة القطبية العلوية هي المرشحة للاستخدام لأنها تحقق ديمومة النقاط وسهولة الرصد والثبات لمدة طويلة وإمكانية الاستخدام المتكرر لعمليات إجراء الصيانة الدورية وإعادة التأهيل.

2- الطريقة الثانية (الطريقة القطبية مع نقاط تحكم أرضية) في حال عدم توفر التجهيزات والمعدات لطريقة المستقيم الثابت وعدم وجود الأبنية بالقرب من الرافعة وعلى أرضية المعمل.

References:

- 1- Peter KYRINOVIC and Alojz KOPÁCIK, Slovakia, 2010, System for Automatic Crane Measurement
- 2- Henryk Bryś1, Kazimierz Ćmielewski2, Krzysztof Kowalski3, 2006, CONTROL MEASUREMENTS OF GEOMETRY AT LOCATION OF CRANE CARRIAGE WHEELS: TOLERANCE – METHOD OF MEASUREMENTS INSTRUMENTARIUM.
- 3- Baarada, w. Precision, Accuracy and Reliability of Observations. Report I.A.G. Symposium, Lisbon, 1960. Reprint Delft, 1965.

- 4- Ghilani, C. D; Wolf, P. R. Adjustment Computations: Spatial Data Analysis. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc. Printed in the USA, Published simultaneously in Canada, ISBN: 978-0-471-69728-2, 2006, 632
- 5- Mark R. Shortis and Giuseppe Ganci , Melbourne ALIGNMENT OF CRANE RAILS USING A SURVEY NETWORK,2001, Mark R.Department of Geomatics University of Melbourne
- 6- Manual Engineering and Design EM 1110-1-1002, SURVEY MARKERS AND MONUMENTATION. DEPARTMENT OF THE ARMY, US Army Corps of Engineers USA, March 2012, 72.
- 7- KYRINOVIC, P. (2002) Measurement System for Automated Crane Measuring.
- 8- In: Proceedings of IN GEO 2002. 2nd International Conference on Engineering Surveying.Bratislava, November 11-13 2002. Faculty of Civil Engineering SUT, pp. 205-212,
- 9- T N Haas; P Mainoon; P E Dunaiski, 2010, The effect of parameters on the end buffer impact force history of the crane