

طريقة جيوديزية لتركيب وإعادة إعمار الروافع الجسرية

الدكتور محسن أحمد*

الدكتور اياد فحصة**

(تاريخ الإيداع 20 / 5 / 2015. قُبل للنشر في 22 / 6 / 2015)

□ ملخص □

يتضمن البحث دراسة جيوديزية لإعادة تأهيل محاور الروافع الجسرية المخربة، وإعادة تعميمها وتعبيورها من أجل استثمارها في عملية الانتاج. في البداية تم التطرق إلى أنواع الروافع الجسرية المستعملة في المعامل الضخمة، والطرق الجيوديزية المستخدمة في بنائها، والشروط التي يجب أن تحققها المحاور. اعتماداً على الشروط السابقة تم اقتراح طريقة جيوديزية لإعادة تأهيل الروافع. وتم اعداد برنامج حاسوبي لتنفيذ الآلية المقترحة بلغة mat lab، واختبار الطريقة المقترحة مع البرنامج على أمثلة واقعية. وتم اختبار البرنامج على الحالتين الرئيسيتين: الأولى: عند تركيب محاور الروافع الجسرية،

الثانية: عند الاختبار الدوري (الصيانة الدورية) للروافع الجسرية .

وتوصل البحث إلى إمكانية استخدام الطريقة المقترحة في إعادة التأهيل والتركيب والمراقبة الدورية، كما أظهر كفاءة البرنامج الحاسوبي المقترح .

الكلمات المفتاحية: روافع صناعية، تأهيل منشآت، شبكة مراقبة جيوديزية، برنامج اختبار محاور، سكك الروافع، صيانة المعامل.

* أستاذ مساعد - قسم الهندسة الطبوغرافية بكلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.
** أستاذ مساعد - قسم الهندسة الطبوغرافية بكلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Geodetic method for the installation and reconstruction of bridge cranes

Dr. Mouhsen Ahmad*
Dr. Iyad Fahsa**

(Received 20 / 5 / 2015. Accepted 22 / 6 / 2015)

□ ABSTRACT □

This research includes a geodetic study for the rehabilitation of damaged bridge cranes axes, its reconstruction and calibration in order to invest in the production process. The beginning was devoted to studying the types of bridge cranes used in large factories, geodetic methods used in their construction, and the conditions that must be achieved by axes. Based on the previous conditions, we have proposed a geodetic method to rehabilitate cranes. Also, a computer program has been prepared to implement the proposed mechanism by (mat lab). Testing the proposed method I has been done with the program on actual examples. The program was tested in two main cases:

-First: When installing bridge cranes axes,

-Second: In the periodic monitoring (systematic control) for bridge cranes.

The research has proved the possibility of using the proposed method in rehabilitation, installation, periodic monitoring. It also has showed the efficiency of the proposed computer program.

Keywords: Cranes Industrial, Rehabilitation installations, geodetic control network, the test program axes, rail cranes, maintenance factories.

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

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

مقدمة:

تعتبر الروافع الجسرية في المعامل أحد أبرز المعدات التي تعتمد عليها المشاريع العملاقة والمصانع الضخمة، فهي العصب الأساسي في أي مصنع ضخم. ولولا التطور التقني الكبير الذي طرأ عليها منذ بداية الثورة الصناعية إلى الآن، لما استطاع المهندسون أن يصلوا إلى كميات الانتاج الحالية التي وصلت إليها المصانع اليوم. وتطورت هذه الآلات من الروافع التي تعتمد في حركتها على القوى البشرية أو الحيوانية إلى الروافع ذات محركات الديزل و المحركات الكهربائية والهيدروليكية، ومن نظام ميكانيكي بحت إلى أنظمة التحكم والقيادة عبر الأقمار الصناعية. ويعتبر علم التوازن الأساس الذي تبنى عليه الروافع، فهي تشترك جميعها بالمعادلة ذاتها، وتشكل الأشكال والأنواع الموجودة حالياً حلولاً لمشكلات واجهت التقدم الصناعي و ثورة البناء .

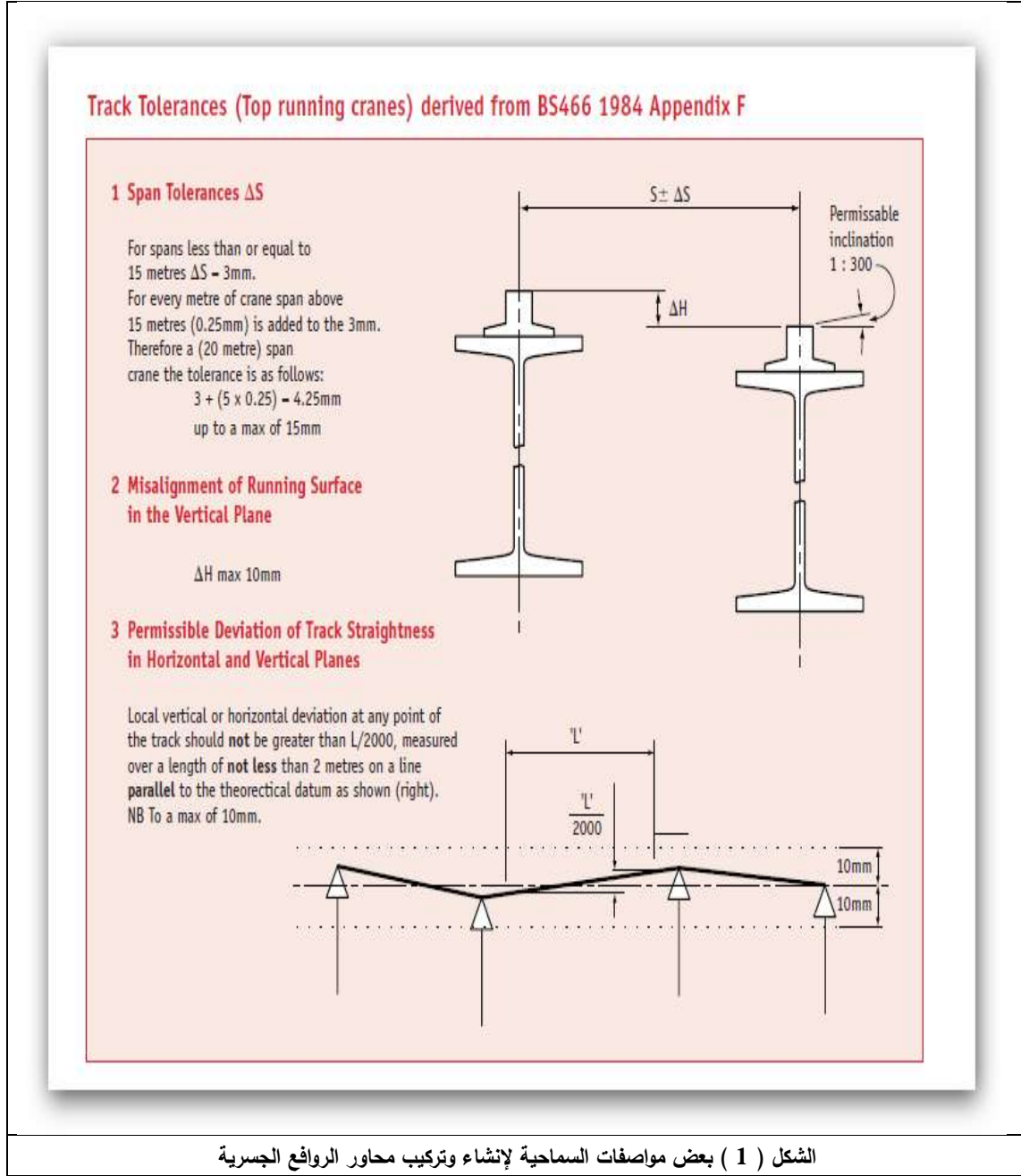
و كنتيجة حتمية للتطور السابق، تطورت الطرق والأساليب والمعدات الجيوديزية المستخدمة في تركيب الروافع الجسرية، ونتيجة الاستثمار وانقضاء العمر الافتراضي للروافع، أو نتيجة التخریب المتعمد أو العرضي الناجم عن الكوارث الطبيعية، قد تتخرب المنشأة الصناعية الحاوية على الروافع، مما يستدعي إعادة تأهيل المنشأة الصناعية ابتداءً من القواعد فالأعمدة ومن ثم محاور الروافع الجسرية وهي هنا موضوع بحثنا هذا.

أهمية البحث وأهدافه

تكمُن أهمية البحث في أنه يستعرض الطرق النظرية في تركيب الروافع الجسرية الضخمة (بأحمال محورية تصل إلى 140 ton وأكثر) من ناحية تحقيق الشكل الهندسي المتوازن والتصميمي لمحاور الرافعة التي تسير على سكتين مرتفعتين التباعد بينهما ثابت، وقد يصل طول المحور الطولي للرافعة إلى بضعة مئات من الأمتار، وهذا ما يصعب شروط تحقيق العناصر الهندسية لشبكة التركيب والمعايرة الجيوديزية. ويهدف البحث أيضاً إلى دراسة التأهيل الهندسي للروافع الجسرية المخربة بفعل ظروف خارجية قاهرة، أو بسبب سوء المراقبة والصيانة، وذلك من الناحية الهندسية حتى تعود لعملها بالشكل الأفضل.

طرائق البحث ومواده

لاقتراح طريقة للتأهيل الهندسي للروافع الجسرية لا بد من التعرف على أنماطها وأماكن استخداماتها ونظام عملها وبعض الشروط الهندسية المحددة لعملها وبيبين الشكل (1) بعض الشروط الهندسية الضرورية للعمل الطبيعي لرافعة جسرية ضخمة [10]، والتي تتعلق بحمولة الرافعة والمجاز ما بين محوري الرافعة S وقيمته تساوي ΔS وتتراوح قيمته $\pm 3^{mm} \geq \Delta S \geq \pm 15^{mm}$ ، ويجب أن لا يتجاوز الفرق الارتفاعي بين سكتي الرافعة $\Delta H \leq 10^{mm}$ ، والقيمة 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.

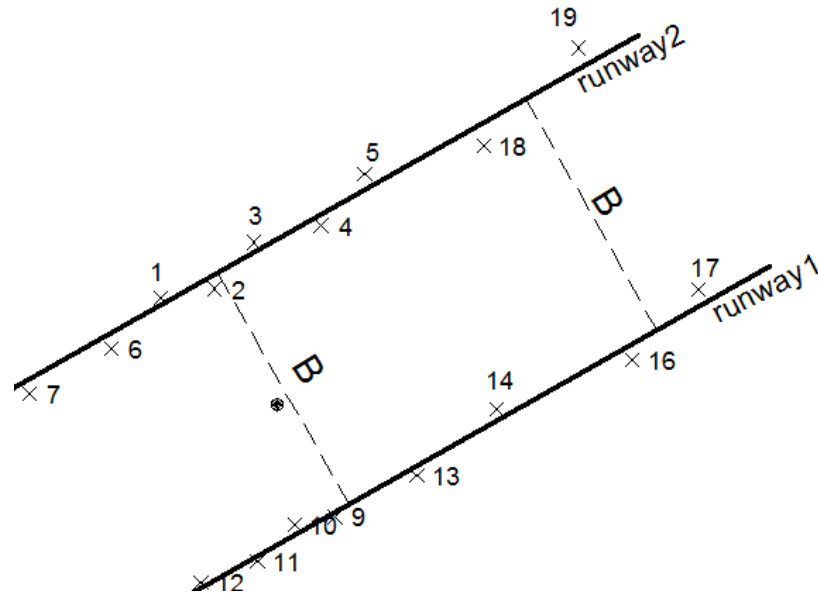


الشكل (1) بعض مواصفات السماحية لإنشاء وتركيب محاور الروافع الجسرية

أما من حيث نوع الروافع الجسرية فيمكن التمييز بين عدة أنواع من الروافع الجسرية (رافعة جسرية محمولة على أعمدة بيتونية، رافعة جسرية محمولة على أعمدة معدنية، رافعة جسرية أرضية هوائية، روافع جسرية على الطرق السريعة، روافع جسرية لتفريغ وتحميل الحاويات (كانتري Cantry). ويبين الشكل (2) بعض النماذج :



سينجز البحث انطلاقاً من دراسة الشبكة الجيوديزية المقترحة لتأهيل (تركيب) محاور قضبان الرافعة الجسرية، واختيار جهاز القياس ذي الدقة المناسبة، ومعالجة النتائج لتقييم دقة تأهيل محاور السكتين الحديديتين للرافعة الجسرية. ومن ثم إنشاء برنامج حاسوبي يقوم بحل مسألة التأهيل لسكة مسار الرافعة الجسرية، والذي يبحث الحل الأفضل بحسب نظرية التريعات لتحقيق الشروط الهندسية للعمل الطبيعي للرافعة [انظر الشكل (3)].



runway2 & Runway1 - محاور حركة عجلات الرافعة الجسرية

- النقاط الفعلية الممثلة لمنصف المسند الحامل لسكة الرافعة الجسرية × 14, × 16, ...

B- التباعد النظري الذي يجب أن يتحقق للإستثمار الطبيعي للرافعة الجسرية

الشكل (3) الشكل الهندسي لمحاور حركة الرافعة الجسرية والتباعد بين محاورها

لحل المسائل السابقة يجب حل المسائل الثلاث التالية معاً [3,5,12,13,14] :

1- إيجاد المسار الأفضل من بين مجموعة النقاط على runway1 بحسب نظرية التريبعات الصغرى وتقييم

دقته

2- إيجاد المسار الأفضل من بين مجموعة النقاط على runway2 بحسب نظرية التريبعات الصغرى وتقييم

دقته

3- وهنا الشرط الأهم، أن يكون التباعد ما بين محوري الرافعة الجسرية محققاً للتباعد المطلوب B.

سيتم استخدام جهاز محطة متكاملة ذو قوة تكبير لنظارته 30X بدقة بحسب ما هو متوفر في سوق العمل

الطوبوغرافي بسورية وهي فئات المحطات المتكاملة دقة $2^{mm} \pm 2$ ppm for distance and 5^{cc} for direction

منهجية البحث:

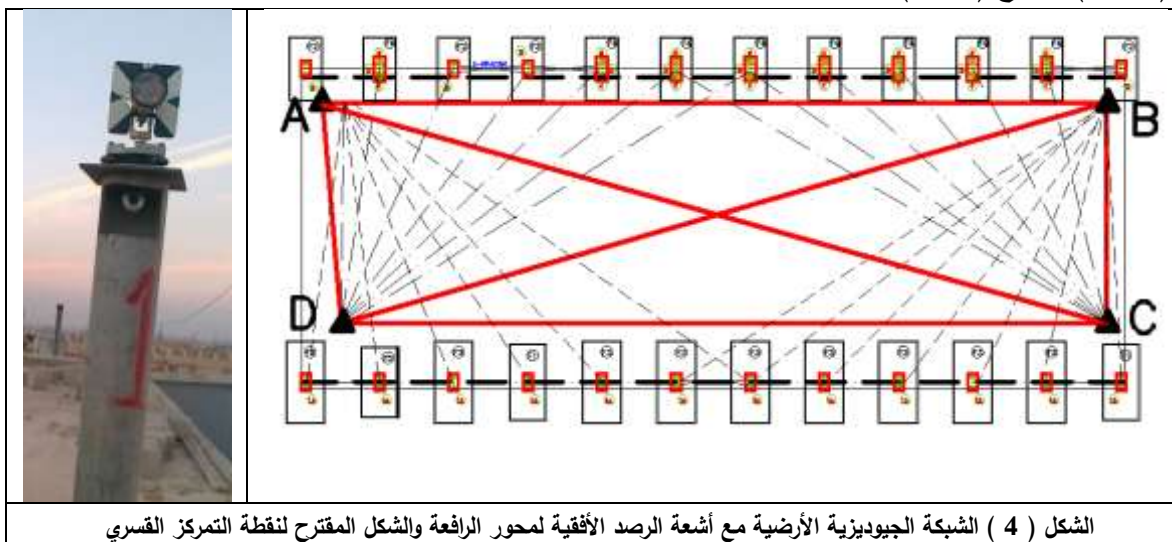
1 : موقع الدراسة : تم إنجاز الدراسة على عدة مشاريع صناعية، تتوزع ما بين محافظتي اللاذقية وحمص وتشمل مصانع تحوي روافع بأحجام مختلفة (معمل درفلة حديد - اللاذقية ، معمل درفلة حديد - حمص ، معمل صهر حديد - حمص ، معمل انتاج الأوكسجين - حمص ، ...)

2 : أشكال ومتطلبات الشبكة المساحية في تركيب الروافع الجسرية :

يتلاءم شكل الشبكة المساحية الضرورية لتركيب الرافعة الجسرية مع تصميم محوري الرافعة الجسرية، فهما متوازيان بشكل عام، لذا شكل تأخذ حيزاً مستطيلاً محصوراً بين محوري الرافعة الجسرية حكماً ، ونميز بين الأشكال الهندسية التالية للشبكة :

1-2 : شبكة جيوديزية أرضية، أي أن نقاطها المرجعية مثبتة على الأرض ولا تقع على محور سير قضبان

الرافعة الجسرية، وينصح بأن تنفذ بحسب تقنية النقاط الجيوديزية ذات التمرکز القسري كما هو موضح في الشكل (3). من ميزات هذا النوع من الشبكات أنها 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 (صفر الإنشاء zero building). وكذلك فإن نقاط الشبكة هذه تصبح غير ذات فائدة بعد وضع المنشأة قيد الاستثمار بسبب حركة الآليات وتكدس البضائع. وتعتبر هذه الشبكة مناسبة لطول مسار رافعة لا يتجاوز (150m) وارتفاع (10m) عن صفر أرضية المعمل.



الشكل (4) الشبكة الجيوديزية الأرضية مع أشعة الرصد الأفقية لمحور الرافعة والشكل المقترح لنقطة التمرکز القسري

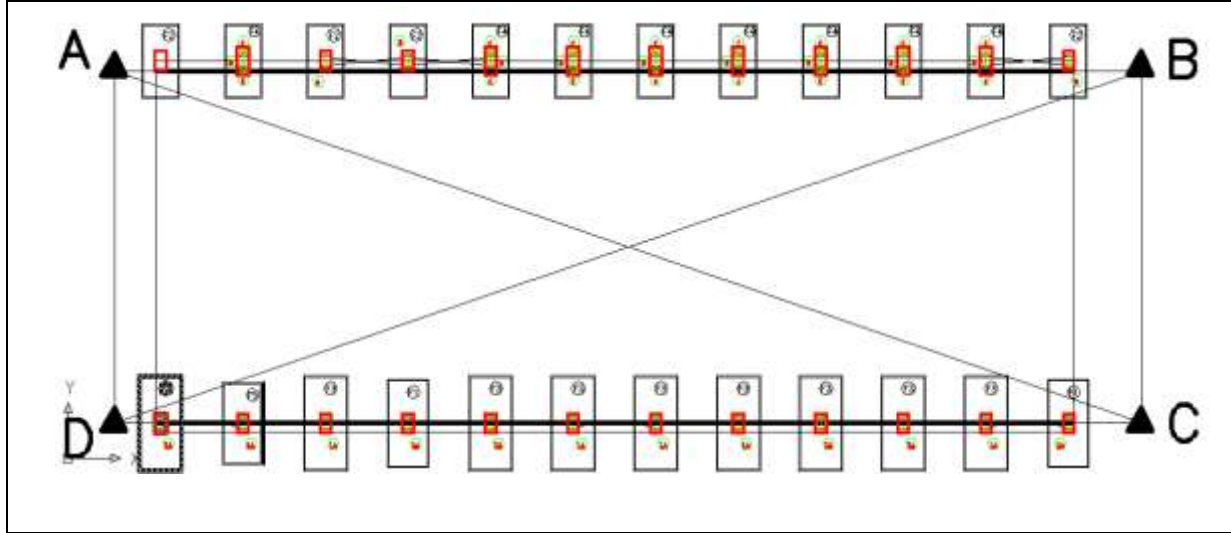
2-2 : شبكة جيوديزية مرتفعة، أي أن نقاطها المرجعية مثبتة على مستوى الرافعة الجسرية في الأعلى أو

أدنى منها بقليل، وتنفذ إما مجاورة لمحاور الرافعة الجسرية أو على محاور الرافعة مباشرة، ويجب أن تنفذ باستخدام النقاط الجيوديزية ذات التمرکز القسري. من مميزات هذا النوع من الشبكات أنها سهلة الإنشاء والرصد فيما بينها، ومن سيئاتها أن الراصد والجهاز يكون على ارتفاع عال مما يزيد من مخاطر مهنة العمل المساحي و صعوبة الرصد لفترة طويلة بسبب ضيق المكان وارتفاعه ولها عدة أشكال هي:

1-2-2 : نقاط الشبكة الجيوديزية واقعة على امتداد المحور الطولي لسكة الرافعة straight line ، وفي هذه

الحالة أفضل طريقة للرصد هي طريقة المستقيم الثابت، ويمكن الرصد من اتجاه واحد أو من اتجاهين. ويفضل

استخدام الزوايا الصغيرة في القياس لأنها تعطي دقة أكبر كما هو مبين في الشكل (4).



الشكل (5) الشبكة الجيوديزية في حالة الشبكة الهوائية ونقاط التمرکز على امتداد محاور السكة الحديدية



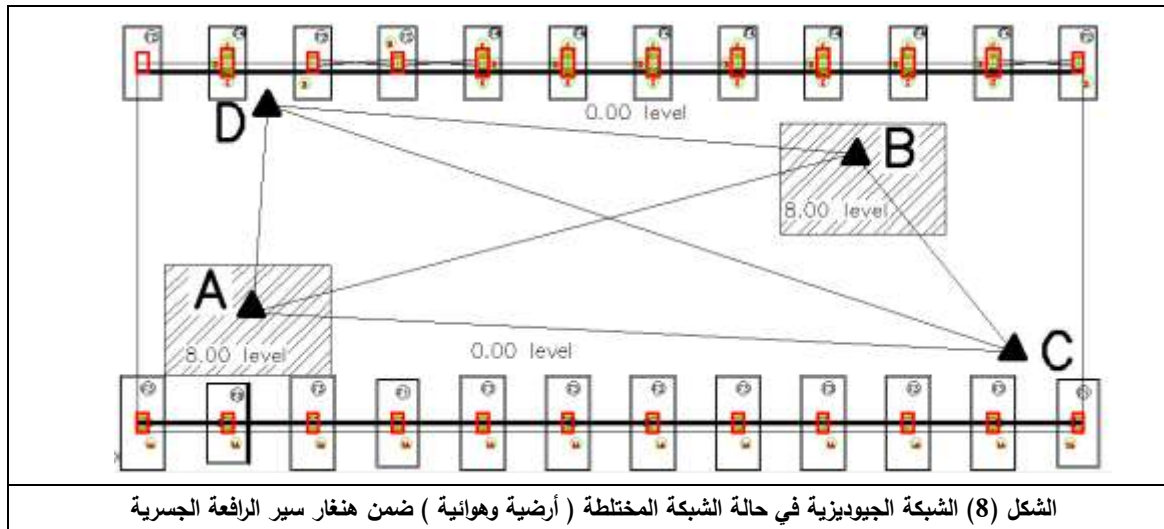
الشكل (7) التمرکز والقياس على السكة للرافعة



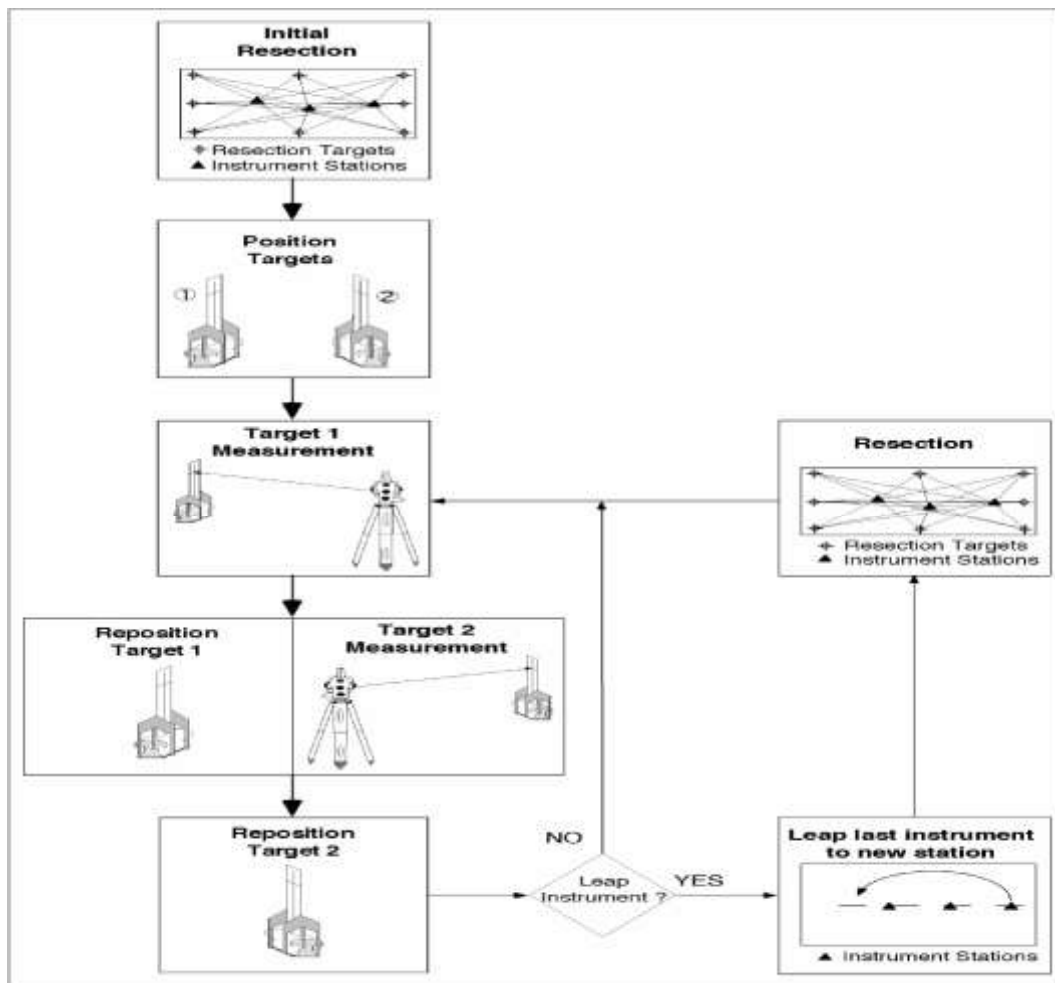
الشكل (6) التمرکز والقياس على طرف سكة الرافعة

ومن مميزات هذه الطريقة أنها سهلة الرصد وتؤمن رؤيا واضحة ومسيطرة على مسار سكة الرافعة. وأبرز مساوئها هو التمرکز على مستوى عال، مما يزيد من مخاطر المهنة و يقلل عدد ساعات الرصد المتواصل بسبب تعب الراصد وضيق المكان، انظر الشكل (6) و الشكل (7) [4 , 6 , 12].

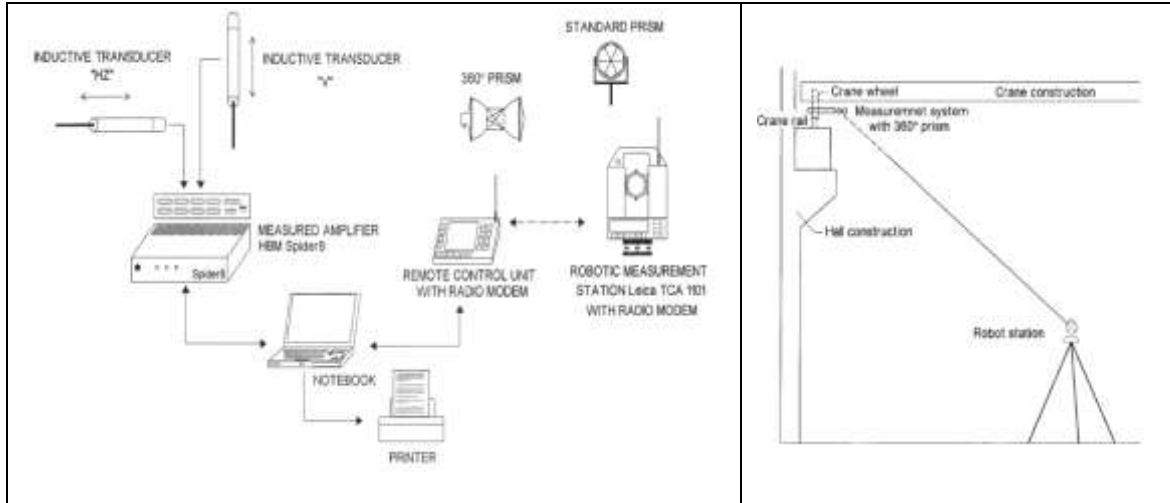
2-2-2: نقاط الشبكة الجيوديزية واقعة فوق بعض المنشآت المبنية ضمن هنغار سير الرافعة (وهي عادة أبنية محولات الكهرباء أو مباني ورش تصليح وتصنيع القطع الميكانيكية). وفي هذه الحالة تتألف الشبكة الجيوديزية من ثلاث إلى أربع نقاط قد يتوضع بعضها على مستوى الصفر للمنشأة الصناعية دون أن يتم التمرکز فوقها عند رصد الشبكة المساحية لتركيب وتأهيل الرافعة [الشكل (8)] 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، كما هو مقترح في [4]:



كما أن الاتجاه السائد حالياً هو إجراء القياسات المؤتمتة باستخدام عواكس 360° مع نقل البيانات بشكل آلي ومعالجة فورية لنتائج القياسات [5, 2, 1] انظر الشكل (10).

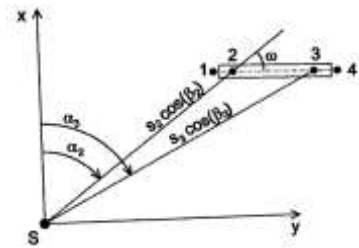


الشكل (10) مخطط استخدام القياس المؤتمت في حساب محوري الرافعة الجسرية

$$X = X_{St} + s \cos(\beta) \cos(\alpha) + (d - \Delta d + m + \frac{b}{2}) \cos(\alpha + \omega),$$

$$Y = Y_{St} + s \cos(\beta) \sin(\alpha) + (d - \Delta d + m + \frac{b}{2}) \sin(\alpha + \omega),$$

$$H = H_{St} + s \sin(\beta) - h - \Delta h + n.$$



الشكل (11) العلاقات الرابطة ما بين القياسات المؤتمتة والاحداثيات الفراغية

3: المعطيات التصميمية للشبكات المستخدمة في تركيب وتأهيل الرافعة الجسرية:

1-3: متانة الشبكة القاعدية المقترحة: ندرس بشكل تفصيلي الخصائص العددية للشبكات الجيوديزية

المعروضة أعلاه، درجة متانة كل نوع بحسب معيار Baarda [7]:

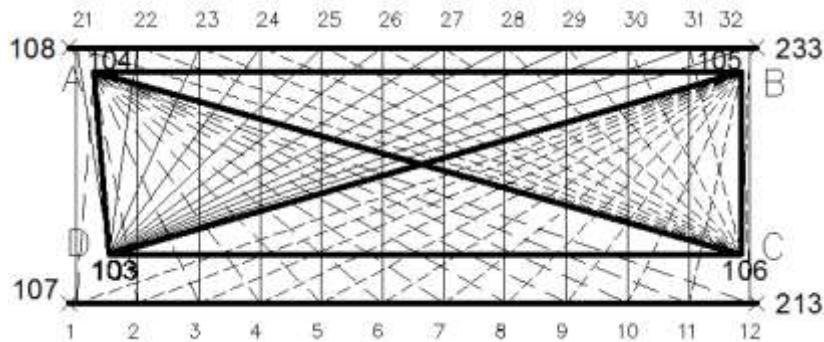
الجدول (1) درجات أمان مختلف أنواع الشبكات المستخدمة في تحديد الانزياحات عن محوري الرافعة

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.

ملاحظات	قيم درجة المتانة بحسب Baarda $\pi = I - A. (A^T . P. A)^{-1} . A^T . P$	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 مستوي 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

3-2: مقارنة عملية لاقتراح الطريقة الأدق لتحديد المحور الطولي الرافعة الجسرية:

لتحديد دقة أداء شبكة تحديد محوري الرافعة الجسرية تم إنجاز قياسات حقلية للأشكال الرئيسية الثلاث [الفقرة (2-4)]، 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 $2^{\text{mm}} + 2 \text{ ppm}$ ، نتائج القياسات والمعطيات الأولية مبينة في الجداول التالية (1 و 2)، وتمت مقارنة نتائج حساب محوري الرافعة والدقة الناتجة، وكانت النتائج كما يلي [مع العلم أن مخطط القياسات كما هو معتمد في الشكل (12)]:



الشكل (12) مخطط القياس في الطرق المختلفة لتحديد محاور الرفع الجسرية

fixed points	X(m)	Y(m)	fixed points	X(m)	Y(m)
A	347.172	374.114	B	410.608	374.114
C	410.622	366.312	D	348.711	366.312

تقسيمية مستوى ساقلي					
from	to	Direct(Gr)	dis(m)	from	to
A	C	0.0000		B	C
A	1	87.2883	22.647	B	1
A	2	70.6196	22.983	B	2
A	3	56.3118	24.834	B	3
A	4	42.6749	27.873	B	4
A	5	32.9656	31.756	B	5
A	6	26.3788	36.242	B	6
A	7	19.6922	41.147	B	7
A	8	14.9912	46.350	B	8
A	9	11.4179	51.691	B	9
A	10	8.4967	57.008	B	10
A	11	6.1023	62.673	B	11
A	12	4.0532	68.194	B	12
C	A	0.0000		D	A
C	21	1.7484	68.190	D	21
C	22	3.5804	62.481	D	22
C	23	5.7337	56.820	D	23
C	24	8.4280	51.232	D	24
C	26	11.7058	46.804	D	26
C	28	16.8867	40.607	D	28
C	27	21.2337	36.427	D	27
C	28	28.3407	30.639	D	28
C	29	37.9016	26.456	D	29
C	30	50.6756	23.075	D	30
C	31	66.8367	20.848	D	31
C	32	86.3483	20.254	D	32

مركزية المستقيم الثالث											
from		to		Direct(Gr)		dis(m)		from		to	
		axis 1		direct				axis 1		indirect	
107	213	0.0000	67.387	213	107	0.0000	67.387	107	213	0.0000	67.387
107	1	0.5868	0.7713	213	1	399.9836	66.616	107	1	399.9836	66.616
107	2	399.9801	6.778	213	2	0.0067	60.609	107	2	0.0067	60.609
107	3	0.0860	12.786	213	3	399.9852	64.601	107	3	399.9852	64.601
107	4	399.9752	18.823	213	4	0.0100	48.569	107	4	0.0100	48.569
107	5	399.9852	24.7880	213	5	399.9800	42.588	107	5	399.9800	42.588
107	6	399.9700	30.799	213	6	0.0247	36.588	107	6	0.0247	36.588
107	7	0.0201	36.798	213	7	399.9723	30.591	107	7	399.9723	30.591
107	8	0.0235	42.796	213	8	399.9836	24.592	107	8	399.9836	24.592
107	9	0.0262	48.812	213	9	0.0430	18.576	107	9	0.0430	18.576
107	10	399.9824	64.803	213	10	0.0823	12.582	107	10	0.0823	12.582
107	11	0.0126	60.787	213	11	399.9843	6.5997	107	11	399.9843	6.5997
107	12	399.9869	66.918	213	12	1.9896	0.6177	107	12	1.9896	0.6177

direct											
from		to		Direct(Gr)		dis(m)		from		to	
		axis 2		direct				axis 2		indirect	
108	233	0.0000	67.387	233	108	0.0000	67.387	108	233	0.0000	67.387
108	21	0.5864	0.7703	233	21	399.9844	66.616	108	21	399.9844	66.616
108	22	399.9801	6.7780	233	22	0.0127	60.609	108	22	0.0127	60.609
108	23	0.0868	12.788	233	23	399.9849	64.601	108	23	399.9849	64.601
108	24	399.9745	18.824	233	24	0.0069	48.581	108	24	0.0069	48.581
108	25	399.9852	24.7856	233	25	0.0083	42.589	108	25	0.0083	42.589
108	26	399.9704	30.799	233	26	0.0243	36.588	108	26	0.0243	36.588
108	27	0.0221	36.796	233	27	399.9753	30.592	108	27	399.9753	30.592
108	28	0.0242	42.792	233	28	399.9858	24.596	108	28	399.9858	24.596
108	29	0.0297	48.812	233	29	399.9823	18.574	108	29	399.9823	18.574
108	30	399.9825	64.802	233	30	0.0762	12.582	108	30	0.0762	12.582
108	31	0.0127	60.788	233	31	399.9708	6.5986	108	31	399.9708	6.5986
108	32	399.9861	66.789	233	32	1.4505	0.6196	108	32	1.4505	0.6196

الجدول (2) نتائج القياسات المصنفة للخطوط الجوانب (المستقيم الثالث و الخطوط من المستوى الساقلي) :

الجدول (3) النتائج النهائية لانزياحات محور الرافعة بعد تعديل نتائج القياسات :

no	method 1	المستقيم الثابت		method 2	قطبية مستوي سفلي		method 3	قطبية مستوي علوي	
	Adjusted Northing (m)	disp. (m)	m s e (m)	Adjusted Northing (m)	disp. (m)	m s e (m)	Adjusted Northing (m)	disp. (m)	m s e (m)
1	352.741	-0.007	0.0001	352.741	-0.007	0.0013	352.741	-0.007	0.0007
2	352.761	0.013	0.0008	352.755	0.007	0.0012	352.758	0.010	0.001
3	352.737	-0.011	0.0015	352.737	-0.011	0.0011	352.737	-0.011	0.0013
4	352.758	0.01	0.0021	352.755	0.007	0.001	352.7565	0.008	0.00155
5	352.753	0.005	0.0026	352.734	-0.014	0.0009	352.7435	-0.005	0.00175
6	352.766	0.018	0.0029	352.76	0.012	0.0009	352.763	0.015	0.0019
7	352.739	-0.009	0.0029	352.734	-0.014	0.0009	352.7365	-0.012	0.0019
8	352.743	-0.005	0.0026	352.741	-0.007	0.0009	352.742	-0.006	0.00175
9	352.759	0.011	0.0021	352.758	0.01	0.001	352.7585	0.011	0.00155
10	352.762	0.014	0.0015	352.76	0.012	0.0011	352.761	0.013	0.0013
11	352.735	-0.013	0.0008	352.733	-0.015	0.0012	352.734	-0.014	0.001
12	352.767	0.019	0.0003	352.769	0.021	0.0013	352.768	0.020	0.0008
21	377.741	-0.007	0.0001	377.741	-0.007	0.0013	377.741	-0.007	0.0007
22	377.76	0.012	0.0008	377.76	0.012	0.0012	377.76	0.012	0.001
23	377.735	-0.013	0.0015	377.734	-0.014	0.0011	377.7345	-0.013	0.0013
24	377.755	0.007	0.0021	377.755	0.007	0.001	377.755	0.007	0.00155
25	377.754	0.006	0.0026	377.754	0.006	0.0009	377.754	0.006	0.00175
26	377.762	0.014	0.0029	377.762	0.014	0.0009	377.762	0.014	0.0019
27	377.736	-0.012	0.0029	377.736	-0.012	0.0009	377.736	-0.012	0.0019
28	377.732	-0.016	0.0026	377.732	-0.016	0.0009	377.732	-0.016	0.00175
29	377.725	-0.023	0.0021	377.727	-0.021	0.001	377.726	-0.022	0.00155
30	377.763	0.015	0.0014	377.763	0.015	0.0011	377.763	0.015	0.00125
31	377.735	-0.013	0.0008	377.736	-0.012	0.0012	377.7355	-0.012	0.001
32	377.762	0.014	0.0002	377.762	0.014	0.0013	377.762	0.014	0.00075

من مناقشة النتائج في الجدول (1) والجدول (3) 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 إمكانية تطبيق الطريقة على أرض المنشأة المحددة وديمومة النقاط الأساسية وسهولة العمل أثناء الرصد، ليتم استخدامها فيما بعد عند عمليات إجراء الصيانة الدورية وإعادة التأهيل. بالإجابة على هذا السؤال تبدر الطريقة الثالثة (الطريقة القطبية: بعض نقاطها المرجعية على سطح منشآت داخلية) هي المرشحة للاستخدام، بسبب كون النقاط المرجعية على أسطح أبنية داخلية خالية العوائق تقع ضمن هنغار حركة الرافعة وعلى ارتفاع مقارب لمستوي حركة عجلات الرافعة

2 في حال عدم توفر البنية التحتية المذكورة في البند السابق، فإن استخدام الطريقة الأولى (طريقة المستقيم الثابت) هو الأجدى من الناحية الاقتصادية.

3 الطريقة الثانية (الطريقة القطبية مع نقاط تحكم أرضية) هي أقل الطرق استخداماً، وفي أغلب الحالات يتم فقدان نقاط التحكم بعد بدء العملية الانتاجية واستخدام الهنغار حيث تتحرك الرافعة.

4: اقتراح طريقة لتأهيل محاور الرافعة الجسرية:

إعادة عمل الرافعة الجسرية إلى عملها الطبيعي، ينبغي العمل على تركيب قضبان سكتي الرافعة على استقامة دقيقة، بحيث تحقق شروط التشغيل الطبيعي لكل نوع من أنواع الرافعات. ويتعلق ذلك بحمولتها من ناحية ومن ناحية أخرى بالمجاز ما بين محور الدواليب على كل سكة، وهذا ما تم عرضه في البند الثالث من بحثنا. ولكن بسبب التشوهات المتبقية بعد عملية التأهيل الميكانيكي فإن النقاط النظرية المحددة لسكة الرافعة على ظفرها الحامل، لا تكون على استقامة واحدة، وتكون منحرفة بحسب التشوه المتبقي بعد عملية التأهيل، لذا نقترح في بحثنا أن يتم رفع المواقع الفعلية الافتراضية للرافعة الجسرية بحسب ماورد في الفقرة (2-3-4) ، ومن ثم معالجة النتائج. لحل المسألة الواردة في الفقرة (3) نقوم بما يلي:

1- إيجاد المسار الأفضل من بين مجموعة النقاط على السكة الأولى للرافعة وبحسب النتائج التي حصلنا

عليها، بحيث تحقق معادلة مستقيم $y_1 = a_1 x_1 + b_1$ وذلك حسب نظرية التربيغات الصغرى، ومن ثم تقييم دقة المستقيم الناتج ومدى تباعد قيمه عن القيم الفعلية ومناقشة النتائج.

2- إيجاد المسار الأفضل من بين مجموعة النقاط على السكة الثانية للرافعة وبحسب النتائج التي حصلنا

عليها، بحيث تحقق معادلة مستقيم $y_2 = a_2 x_2 + b_2$ وذلك حسب نظرية التربيغات الصغرى، ومن ثم تقييم دقة المستقيم الناتج ومدى تباعد قيمه عن القيم الفعلية ومناقشة النتائج.

3- المستقيمان السابقان الناتجان عن عملية إيجاد المستقيم الملائم المار من النقاط على محوري السكة الأولى

والثانية لا يكونان متوازيان عادة والتباعد بينهما لا يحقق التباعد ما بين مجموعتي دواليب الرافعة، لذا ينبغي إعادتهما إلى حالة التوازي وفي هذه الحالة يمكن اعتبار الميل الوسطي للمستقيمين السابقين كقيمة موحدة لميل مساري الرافعة، وتعديل قيمة b_i (التقاطع مع المحور y) بما يتلائم مع الاعتبار الجديد. لتنفيذ ذلك تم بناء برنامج حاسوبي باستخدام لغة Mat lab، ويمكن ايجاز طريقة عمل البرنامج وأهم الاعتبارات الرياضية كما يلي:

a = load('pn with proapp.txt'); قراءة ملف المعطيات الذي يجب أن يحدد مساره،

وطريقة بناءه من النمط (pn x y z des) النمط des يتضمن إما المحور الأول 11 أو الثاني 22 كما في النموذج التالي (الشكل (13)).

File	Edit	Format	View	Help
1	165.503	157.395	0	11
2	167.529	158.641	0	11
45	185.655	202.675	0	22
46	186.93	203.427	0	22
47	188	204.097	0	22

b- إيجاد المعادلة التي تحقق الإلباس الأفضل للنقاط السابقة باستخدام نظرية التربيعات الصغرى ، ونحصل على القيم الثابتة للمعادلتين: الشكل (13) نمط كتابة ملف بيانات الإدخال في برنامج الـ matlab ، وحساب الميل المعتمد لمحوري سكتي الرافعة: $a = \frac{a_1 + a_2}{2}$. وانطلاقاً من الميل السابق نقوم بحساب الثوابت (b_1, b_2) المحققة لشرط التباعد بين المحورين على بعد B (البعد النظري بين محوري دواليب الرافعة الجسرية). لتحقيق التباعد النظري ما بين محوري سكتي الرافعة ونقترح الآلية المبرمجة التالية: 1- في البداية نحسب للمحور الثاني قيمة B_{theo} ، 2- وبعد حساب الفرق ما بين كل تراتيب نقاط محور الرافعة الثاني، بالعلاقة :

$$b_{2,i} = y_{i,ax2} - a * x_{i,ax2}$$

$$i = 1, 2, \dots, n_{ax2}$$

3- وبشكل نهائي نحسب لمحور الرافعة الجسرية الثاني الثابت :

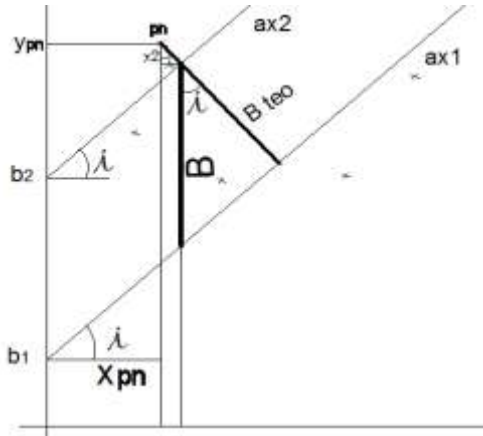
$$b_2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_{ax2}} b_{2,i}}{n_{ax,2}}$$

4- وبشكل نهائي نحسب قيمة الثابت لمحور الرافعة الأول b_1 على الشكل التالي :

$$x_2 = -\frac{b_2}{a}$$

$$x_1 = x_2 + B$$

$$b_1 = -a * x_1$$



الشكل (14) العلاقة ما بين محوري الرافعة وعناصر نقاط الرفع المساحي

C- القسم النهائي من العمليات الحسابية هو تقييم دقة كل من المحورين الناتجين، وهنا استخدمنا علاقة الخطأ المتوسط التربيع المعروفة وتم ادخالها في البرمجة كما يلي:

```
deltax1=ye1-n1(:,3);
deltax2=ye2-n2(:,3);
```

- حساب فروق الاحداثيات بعد تحويلها بما يتلاءم مع طبيعة المسألة وبحسب معطيات

```
xe1=(n1(:,3)-B1)/title_mean;
xe2=(n2(:,3)-B2)/title_mean;
```

الشكل (14)

```
deltay1=xe1-n1(:,2);
deltay2=xe2-n2(:,2);
```

```
w1=sqrt(deltax1.^2+deltay1.^2);
w2=sqrt(deltax2.^2+deltay2.^2);
```

```
d1=(deltax1.*deltay1)./w1;
d2=(deltax2.*deltay2)./w2;
```

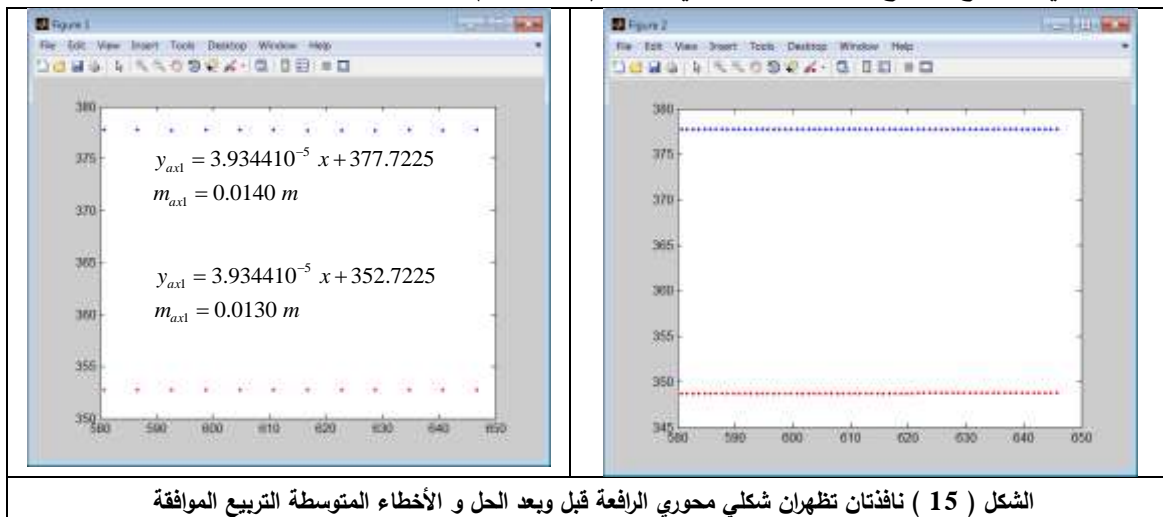
- حساب الخطأ المتوسط التربيع لك من

```
error_d1=sqrt(sum(d1.^2)/(size(d1,1)-1));
error_d2=sqrt(sum(d2.^2)/(size(d2,1)-1));
```

المحورين المقترحين

d - بنهاية عملية الحساب يتم عرض شريحتين رسوميتين تمثل الأولى الحالة الواقعية لتوزع النقاط على محور الرافعة الجسرية وتمثل الشريحة الأخرى نقاط محوري الرافعة الجسرية بعد إنجاز الحل [انظر الشكل (15)].

تم اختبار البرنامج المبني على المثال الواقعي باستخدام نتائج القياسات التي يمكن أخذها كما هي في أية جملة إحداثيات محلية. ولكن التجربة العملية تفيد أنه من المفضل عند تركيب وتأهيل الروافع الجسرية اعتبار أن المحور x ينطبق على المحور الجنوبي الطولي للرافعة وتزايد باتجاه الشرق وذلك بعد توجيه مخطط مسار الرافعة حسب جملة المحاور الديكارتية x, y ، يجب التنويه أن البرنامج المبني يعمل وفق أية جملة احداثيات، وفي الخاتمة نبين نتائج الحسابات في البرنامج المقترح للحالة المدروسة في الفقرة (4-3-2) :



الشكل (15) نافذتان تظهران شكلي محوري الرافعة قبل وبعد الحل و الأخطاء المتوسطة التربيع الموافقة

الاستنتاجات والتوصيات:

- 1- مما استعرضناه سابقاً، يفضل إنشاء الشبكة الجيوديزية القاعدية على المباني الواقعة ضمن هنغار الرافعة، وهذا ما يؤمن ديمومة هذه النقاط وإمكانية استخدامها لاحقاً في أعمال الصيانة والتأهيل.
- 2- ضرورة إنشاء النقاط القاعدية وفق تصميم النقاط المساحية ذات التمرکز القسري، لما لها من أهمية في زيادة دقة المنتج المساحي.
- 3- بينت النتائج أنه يمكن استخدام الطريقة القطبية بنفس كفاءة طريقة المستقيم الثابت ، وهذا ما يعطي القائم بالأعمال المساحية للتأهيل والتأهيل حرية الاختيار بحسب ظروف العمل (وضوح الرؤية ، كثافة حركة آليات، الاهتزازات الناتجة عن الآليات، ،،،،)
- 4- أظهر البرنامج الحاسوبي المبني بلغة matlab كفاءة عددية عالية في حل مسألة تحديد محاور الحركة للروافع الجسرية

المراجع:

- 1- Alojz Kopáčík and Peter Kyrinovič , AUTOMATIC MEASUREMENT SYSTEM FOR CRANE MEASUREMENT, 2006, *Department of Surveying, Faculty of Civil Engineering Slovak University of Technology*
- 2- KYRINOVIČ, P. (2002) Measurement System for Automated Crane Measuring. In: Proceedings of INGENEO 2002. 2nd International Conference on Engineering Surveying, November 11-13 2002. Bratislava, Faculty of Civil Engineering SUT, Department of Surveying, 2002, s. 205-212, ISBN 80-227-1792-4.
- 3- Ľudovít Kovanič, ml., Juraj Gašinec, Ľudovít Kovanič, Geodetic surveying of crane trail space relations.
- 4- Diagnosing Bridge Crane Tracking Problems Gary J. Davis, P.E., Director of Consulting Services, Integrated Machinery Solutions (IMS) Fort Worth, Texas November 14, 2010
- 5- Peter KYRINOVIC and Alojz KOPÁČIK, Slovakia, 2010, System for Automatic Crane Measurement
- 6- Henryk Bryś¹, Kazimierz Ćmielewski², Krzysztof Kowalski³, 2006, CONTROL MEASUREMENTS OF GEOMETRY AT LOCATION OF CRANE CARRIAGE WHEELS: TOLERANCE – METHOD OF MEASUREMENTS INSTRUMENTARIUM.
- 7- Baarada, w. Precision, Accuracy and Reliability of Observations. Report I.A.G. Symposium, Lisbon, 1960. Reprint Delft, 1965.
- 8- 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
- 9- Mark R. Shortis and Giuseppe Ganci , Melbourne ALIGNMENT OF CRANE RAILS USING A SURVEY NETWORK, 2001, Mark R. Department of Geomatics University of Melbourne
- 10- 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.
- 11- KYRINOVIC, P. (2002) Measurement System for Automated Crane Measuring.

12- In: Proceedings of INGENO 2002. 2nd International Conference on Engineering Surveying. Bratislava, November 11-13 2002. Faculty of Civil Engineering SUT, pp. 205-212,

13- T N Haas; P Mainoon; P E Dunaiski, 2010, The effect of parameters on the end buffer impact force history of the crane

14- ISBN 80-227-1792-4.МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА МОНТАЖА ПОДКРАНОВЫХ ПУТЕЙ

"مقترحات أساسية لمراقبة تركيب وإنشاء الروافع الجسرية"

15- Ганьшин В.Н., Репалов И.М. Геодезические работы при строительстве эксплуатации подкрановых путей. М.: Недра, 2002.

"الأعمال الجيوديزية عند بناء واستثمار الروافع الجسرية"