مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (32) العدد (5) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies – Engineering Sciences Series Vol. (32) No. (5) 2010

إعداد برنامج حاسوبي لحساب الانزياحات الأفقية في السدود باستخدام القياسات المساحية

الدكتور فايز ديب*
الدكتور وائل ديوب**
ريم غانم***

(تاريخ الإيداع 24 / 6 / 2010. قُبِل للنشر في 8/ 12 / 2010)

□ ملخّص □

يعرض هذا البحث تطوير برنامج حاسوبي في بيئة الـ MATLAB لحساب الانزياحات الأفقية في السدود بالاستناد إلى القياسات الزاوية الدورية في شبكات المراقبة المساحية. في البداية يتم إدخال ملف البيانات فيقوم البرنامج بتعديل الأرصاد الزاوية بالتربيعات الصغرى وحساب الإحداثيات المعدلة لنقاط المراقبة في دورتي القياس الأولية و الفعلية. ثم يقوم البرنامج بحساب الإنزياحات الأفقية لنقاط المراقبة وفق المحورين (X,Y) والانزياح الكلي. يقدم البرنامج المعد النتائج بشكل ملف نصي وبشكل بياني. يتضمن ملف الإخراج النصي تقريراً مفصلاً عن الأرصاد الزاوية الخام والمعدلة، الإحداثيات المعدلة للنقاط في كل دورة قياس، اهليلج الأخطاء، قيم الانزياحات الأفقية لنقاط المراقبة. أما ملف الإخراج الرسومي فيقدم عدة أشكال منها شكل شبكة المراقبة، مخطط بياني يوضح قيم الانزياحات، ومخطط إهليلج الأخطاء لنقاط المراقبة. وقد تم اختبار البرنامج المعد بتطبيق القياسات المساحية للانزياحات في شبكة المراقبة الموضوعة في سد الثورة في اللاذقية ومقارنة الإحداثيات المعدلة لنقاط المراقبة والمحسوبة بالبرنامج المعد مع الإحداثيات المعدلة المحسوبة بواسطة البرنامج (AutoCAD Land Desktop).

الكلمات المفتاحية: برنامج في بيئة الـ MATLAB. شبكة مراقبة، الإنزياحات الأفقية، نقاط المراقبة، ملف نصي، ملف الإخراج الرسومي.

* أستاذ مساعد – قسم الهندسة الطبوغرافية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
**مدرس – قسم الهندسة الطبوغرافية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
*** طالبة دراسات عليا (ماجستير) – الشركة العامة لمرفأ اللاذقية – كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (32) العدد (5) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (32) No. (5) 2010

Development of A Program for Calculating The Horizontal Deformations of Dams Using Geodetic Measurements

Dr. Fayez Deeb*
Dr. Wael Dayoub**
Reem Ghanem***

(Received 24 / 6 / 2010. Accepted 8 / 12 / 2010)

□ ABSTRACT □

This paper presents the development of program in MATLAB to calculate the horizontal deformations of dams using geodetic measurements of monitoring network points. In the beginning, the program imports input file and adjusts angle observations using least squires, then it calculates the adjusted coordinates of monitoring points in elementary and actual measurement cycles. The program calculates the horizontal displacements of monitoring points according to X, Y axis and total displacements. The program offers two aspects of output, text file and graphics. Text output file involves reports about raw and adjusted angle observations, adjusted coordinates of points, ellipse of errors, horizontal displacements. Graphic output file involves different figures like monitoring network figure, graphic of horizontal displacements and figure of ellipse errors of monitoring points.

The program was tested using geodetic measurements of monitoring network on Al-Thawra dam in Lattakia. Comparison was made between the adjusted coordinates of the monitor points obtained from the developed program with the results obtained from AutoCAD Land Desktop program.

Key words: program in MATLAB, monitoring network, horizontal deformations, monitoring points, text file, graphic output file.

*Associate Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.
**Assistant Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.
*** Postgraduate student, Engineer in Latakia port, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

تعد مراقبة تشوهات المنشآت الهندسية الهامة من أهم تطبيقات الأعمال الهندسية الجيوديزية التي ترافق مرحلة البناء والمستمرة خلال مرحلة الاستثمار والتي تهدف إلى تقييم حالتها وسلامتها. إن تحديد انزياحات منشأة ما خلال فترة زمنية معينة بالاستناد إلى القياسات المساحية الدورية يتطلب تصميم وتنفيذ شبكات المراقبة المساحية المكونة من نقاط المراقبة ونقاط الاستناد، ثم تنفيذ القياسات المساحية الدورية ومعالجة نتائج القياسات للحصول على الانزياحات.

يتضمن تصميم شبكة المراقبة الجيوديزية بشكل رئيسي إجراءات و مواصفات كل من الأدوات و التجهيزات والمواد المطلوبة، إجراءات زرع نقاط الرصد و حمايتها، اختيار مواقع نقاط المراقبة على المنشأة، نقاط الاستناد. إن وجود نقاط استناد متعددة في شبكة الاستناد هو ضروري لتحسين دقة قياسات الانزياحات وللتأكد من ثبات نقاط الاستناد من وقت لآخر. كل محطة استناد في شبكة الاستناد يجب أن تكون مرئية لأكبر عد د من نقاط المراقبة المتوضعة على المنشأة و مرئية أيضاً على الأقل من نقطتي استناد. وتتم دراسة استقرار نقاط الاستناد بالاعتماد على مقارنة نتائج الفروقات للعناصر المقاسة في دورتي القياس الأولية والنهائية مع الخطأ الأعظمي لحساب هذه الفروقات [3].

تقسم انزياحات المنشآت بشكل عام إلى انزياحات مطلقة وانزياحات نسبية. يتم في الانزياحات المطلقة تحديد انزياح نقاط المراقبة الموزعة على المنشأة بالاستناد إلى شبكة نقاط الاستناد وتقسم بدورها إلى انزياحات افقية وانزياحات شاقولية (هبوطات) [5]. بشكل عام يمكن إيجاد مركبات الانزياح بإحدى الطريقتين التاليتين: طريقة فرق الإحداثيات وطريقة فروقات القياسات. في طريقة فرق الإحداثيات يتم معالجة نتائج القياسات الأولية والفعلية بشكل مستقل وحساب الفرق بين إحداثيات النقاط المتقابلة للحصول على مركبات انزياح النقاط في فترة الرصد. أما طريقة فروقات القياسات فيتم معالجة فروق القياسات المنفذة على العناصر الهندسية في دورتي القياس الأولية والفعلية ونحصل مباشرة على تغير إحداثيات نقاط الشبكة نتيجة تعديل فروق القياسات مع الأخطاء المتوسطة مباشرة.

هناك تجارب عالمية متعددة في مراقبة السدود باستخدام التقنيات الجيوديزية مثل نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) والمحطة المتكاملة نذكر منها: مشروع Diamond Valley Lake(**DVL**) وفيه استخدمت محطات الرصد المتكاملة الآلية وتم اختيار ثمانية محطات مراقبة للرصد (نقاط استناد) وقد تم تصميم برنامج متكامل لمراقبة الانزياحات في السدود، وتم إصدار البرنامج بشكله النهائي في تشرين الأول في عام 2000 م [1] .

وهناك برنامج مراقبة السدود (Dam Seepage Monitoring System version 2.0) الصادر عن البرنامج الوطني لحماية السدود في الولايات المتحدة الأمريكية وهو برنامج صمم من أجل إدارة بيانات مراقبة السدود طويلة الأمد وتحسين مراقبة السدود مع خفض كلفة العمل. تم إصدار البرنامج في عام 2004 م وهي نسخة معدلة ومطورة في إدخال البيانات وطباعة التقارير وتنزيل البرنامج [2].

تعتبر لغة Matlab لغة برمجية عالية الأداء تستخدم في حل معظم المسائل العلمية والهندسية، وتقوم بعمليات الحساب والإظهار ضمن بيئة برمجية بسيطة. وتمكن هذه اللغة من حل العديد من المسائل التقنية حسابياً، خاصةً تلك التي يعبر عنها بمصفوفات وأشعة والتي تحتاج إلى جهد كبير لبرمجتها بلغة برمجية أخرى. في بحثنا هذا تم استخدام هذه اللغة في معالجة نتائج القياسات المساحية وحساب الانزياحات الأفقية لنقاط المراقبة الموزعة على السدود.

أهمية البحث وأهدافه:

إن الهدف الأساسي من دراسة الانزياحات هو اكتشاف أية انزياحات غير متوقعة في مرحلة مبكرة وذلك من خلال إيجاد قيم واتجاهات تغيرات مواقع نقاط المراقبة التي تمثل المنشأة الهندسية بهدف تقييم حالتها وسلامتها. تشكل نتائج قياسات تشوهات المنشآت الهندسية الهامة القاعدة الأساسية لتقييم أمان وسلامة هذه المنشآت. تكمن أهمية البحث في اكتشاف الانزياحات غير المتوقعة للمنشأة المدروسة من أجل البحث عن أسباب هذه الانزياحات ومعالجتها في وقت مبكر، وذلك قبل فوات الأوان وحدوث تشققات وتحركات في عناصر المنشأة قد تؤدي إلى إخراجها من الاستثمار أو قد تؤدي إلى انهيارها مما يسبب كوارث مادية وبشرية كبيرة وخاصة السدود.

يهدف البحث إلى إعداد برنامج حاسوبي بلغة الـ MATLAB لحساب الانزياحات الأفقية للسدود وعرضها بطريقة بيانية و ذلك باستخدام القياسات المساحية الدورية في شبكة المراقبة الجيوديزية وذلك بهدف مراقبة السدود لضمان استقرارها وسلامتها. كما يهدف البحث إلى اختبار موثوقية البرنامج المعد من خلال تطبيقه على نتائج قياسات الانزياحات المنفذة على سد الثورة في محافظة اللاذقية ومقارنة النتائج التي يعطيها البرنامج المعد في مرحلة حساب الإحداثيات المعدلة مع النتائج التي يعطها برنامج Autocad Land Development.

طرائق البحث ومواده:

إعداد البرنامج الحاسوبي لحساب الانزياحات الأفقية في السدود

سيتم إيجاد انزياحات النقاط في فترة الرصد باستخدام طريقة فروق الإحداثيات التي تعتمد على معالجة القياسات الأولية والفعلية للزوايا في شبكة المراقبة بشكل مستقل بحيث يتم الحصول على الإحداثيات الأولية والفعلية لنقاط المراقبة وبطرحهما نحصل على الانزياحات [4]. يتم التأكد من ثبات نقاط الاستناد بالاعتماد على مقارنة نتائج الفروقات للعناصر المقاسة في دورتي القياس الأولية والنهائية مع الخطأ الاعظمي لحساب هذه الفروقات أي:

$$S_2 - S_1 \le 2\sigma_{\Delta s} \qquad (1)$$

حيث: S1– العنصر المقيس في الدورة الأولية.

S2– العنصر المقيس في الدورة الفعلية.

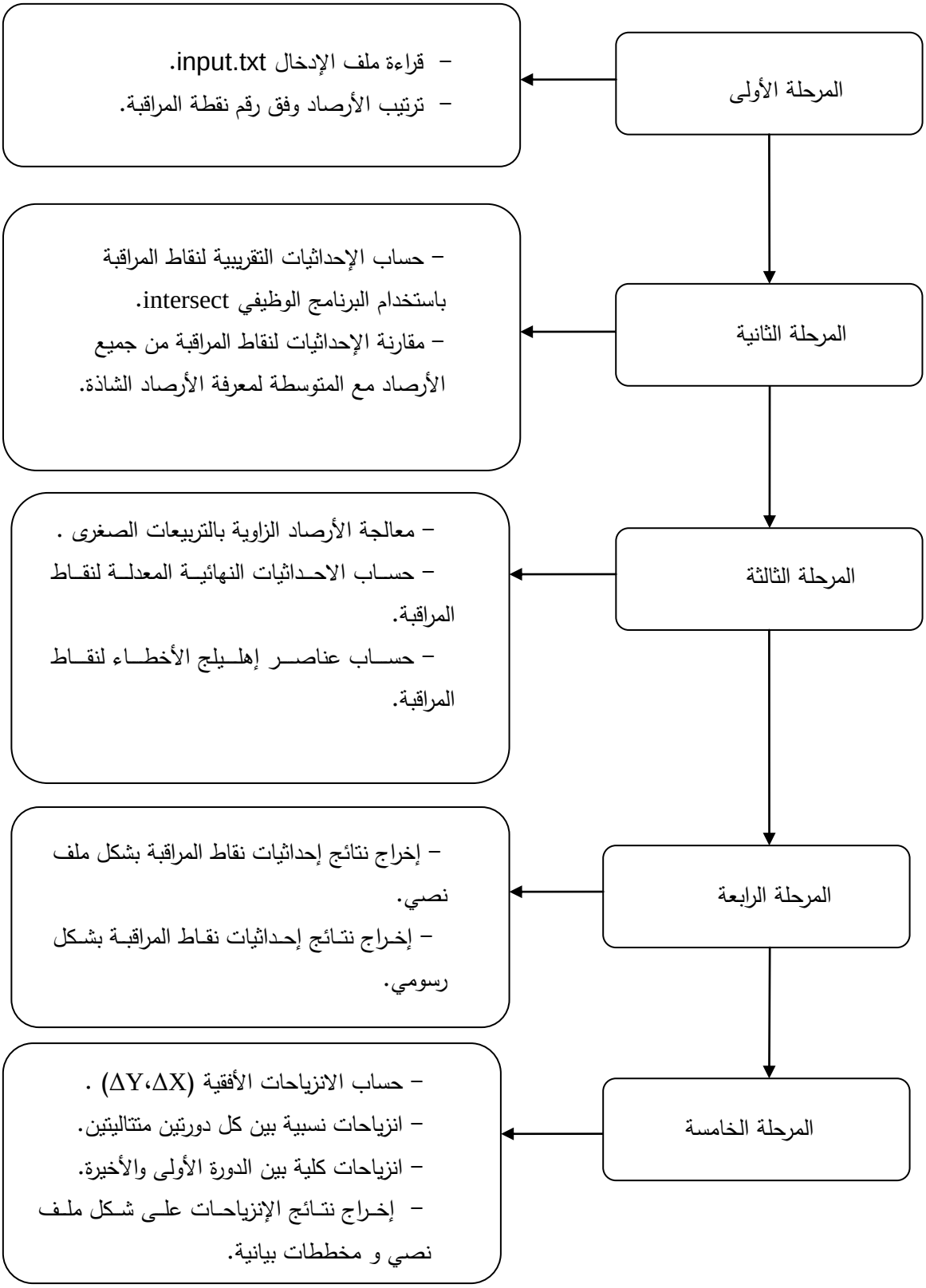
$2\sigma_{\Delta S}$ هو الخطأ الاعظمي للفرق بين القياسات الأولية S_1 والفعلية S_2.

إن برنامج تعديل الشبكة يعتمد على مبادئ نظرية الأخطاء و نظرية التربيعات الصغرى لمعالجة البيانات وتقييم دقة المسح لكل نقطة من نقاط شبكة المراقبة. كما أن تعديل الشبكة يحدد أخطاء القياس بمعالجة رياضية للأرصاد [5].

تم اختيار بيئة Matlab برنامجٍ، الغرض منه حساب الانزياحات الأفقية في السدود وذلك من خلال قياس الزوايا الأفقية بغية حساب إحداثيات نقاط المراقبة في كل دورة قياس. يمكن تقسيم الـ Matlab إلى خمسة أقسام أساسية، هي: بيئة البرنامج، مكتبة التوابع الجاهزة، لغة الـ Matlab البرمجية، الرسوم (Graphics).

واجهة البرنامج التطبيقية API وهي تتيح كتابة برامج بلغة الـ C أو فورتران متفاعلة مع الـ Matlab [6].

من أجل تسهيل عملية البرمجة فقد تم تقسيم تلك العملية إلى خمس مراحل، وقد تم وضعها في المخطط النهجي المبين في الشكل (1).



الشكل (1) مراحل تصميم البرنامج

يتم كتابة ملف الإدخال النصي بالشكل التالي (الشكل 2):

```
4  5  2

1        1191.897      105.265
2        396.498         0
3        196.6           192.479
4         1182.161       224.6607

4    3    41      131.9458      16.8606
4    3    42      90.3674       35.5664
4    2    44      18.3668       24.025
3    1    47      6.3922        71.4578
```

الشكل (2) ملف الإدخال النصي

يقسم ملف الإدخال إلى ثلاث مجموعات:

المجموعة الأولى: هي السطر الأول مؤلف من ثلاثة أرقام يمثل الأول عدد نقاط الاستناد والرقم الثاني يمثل عدد الأرصاد الزاوية لنقاط المراقبة ويمثل الرقم الثالث دقة قياس الزوايا.

المجموعة الثانية: تكون بدءاً من السطر الثاني وتكون مكونة من n سطر

حيث n : عدد نقاط الاستناد (في مثالنا n=4).

تمثل المجموعة الثانية نقاط الاستناد وإحداثياتها حيث في كل سطر ثلاثة قيم هي:

رقم النقطة– فاصلة النقطة x – ترتيب النقطة y .

على أن يتم إدخال قيمتي الفاصلة و الترتيب بالأمتار.

وسيتم مراعاة ترتيب تصاعدي رقمي لنقاط الاستناد بدءاً من الرقم (1) وسيتم تسمية نقاط الاستناد رقمياً دون تكرار الرقم مع أرقام نقاط المراقبة.

المجموعة الثالثة: تمثل الأرصاد الزاوية لنقاط المراقبة وتكون مكونة من m سطر.

حيث m : عدد أرصاد الزوايا (في مثالنا m=5).

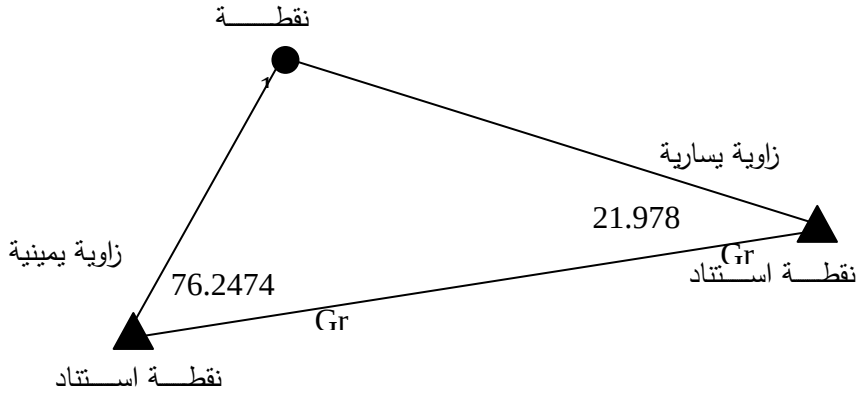
في كل سطر خمس قيم هي بالترتيب:

نقطة الاستناد اليمينية – نقطة الاستناد اليسارية– نقطة المراقبة المرصودة – الزاوية المرصودة اليمينية – الزاوية المرصودة اليسارية.

ويقصد بالزاوية اليمينية الزاوية التي تم رصدها عند التمركز في نقطة تحكم تقع على يمين نقطة المراقبة (المراقب يقف في نقطة المراقبة) وبالمثل الزاوية اليسارية و أيضاً نقاط الاستناد اليمينية واليسارية.

يمثل الشكل (2) الأرصاد الزاوية لنقطة المراقبة رقم (41) من نقطتي الاستناد (2,3) وهي مقدرة بالغراد. حيث يتم إدخالها في ملف الإدخال وفق التسلسل التالي:

Right point	left point	monitoring point	right angle	left angle
2	3	41	76.2474	21.978



الشكل(3) الأرصاد الزاوية لنقطة المراقبة

تم اعتبار تسميات اصطلاحية من أجل إدخال الأرصاد الزاوية على اعتبار أن الراصد يقف في نقطة المراقبة.

النتائج والمناقشة:

تم اختبار البرنامج المعد لحساب الانزياحات الأفقية بتطبيق قياسات الانزياحات المنفذة على سد الثورة في محافظة اللاذقية. تتألف شبكة الاستناد من 20 نقطة وهي موزعة ومزروعة حول جسم السد من قبل الجهة المستثمرة للسد وتوزعت نقاط المراقبة على جسم السد وفق أربعة مستويات: في المستوي الأول يوجد 21 نقطة مراقبة وهي تمثل محور السد وفي المستوي الثاني يوجد 18 نقطة مراقبة وفي المستوي الثالث يوجد 12 نقطة مراقبة وفي المستوي الرابع يوجد 8 نقاط مراقبة.

في تطبيقنا تم اختيار شبكة مراقبة مكونة من أربع نقاط استناد موزعة حول السد وعدة نقاط مراقبة موزعة على محور السد في المستوي الأول. تم إجراء القياسات الزاوية على سد الثورة اللازمة لحساب إحداثيات نقاط المراقبة على السد في الشهر الثالث من عام 2010 وتم اعتبار هذه القياسات قياسات الدورة الأخيرة، حيث تم اعتماد إحداثيات نقاط المراقبة المحسوبة من قبل مديرية الموارد المائية في حوض الساحل في عام 1995 كقياسات الدورة الأولية وبالتالي يتم حساب الانزياحات من خلال فروق الإحداثيات بين دورتي القياس وذلك خلال خمسة عشر عاما (في هذه الحالة لايمكن الاعتماد على فروق القياسات، وذلك لعدم حصولنا على جداول أرصاد مديرية الموارد المائية في حوض الساحل وبالتالي الطريقة الوحيدة هي حساب الانزياحات من خلال حساب فروق الإحداثيات بين الدورتين).

بعد إدخال ملف الأرصاد يقوم البرنامج بإجراء الحسابات وإخراج النتائج على شكل ملف نصي يحتوي على عناوين النتائج لتسهيل تمييزها وتحليلها. حيث يحوي الملف النصي على عدد نقاط الاستناد و عدد الأرصاد الزاوية و دقة قياس الاتجاه كما هو مبين في الجدول (1).

جدول (1) ملف الإخراج

```
|==============================|
No of control points =    20
No of observations   =    26
sigma direction in cc =    2
|==============================|
```

و يحوي ملف الإخراج النصي الإحداثيات التقريبية لنقاط المراقبة، والأرصاد الزاوية قبل وبعد تعديلها مع خطأ التصحيح للزاوية. كما يحوي ملف الإخراج إحداثيات نقاط المراقبة المعدلة، كما يحوي ملف الإخراج مركبات إهليلج الأخطاء. وتوضح الجداول التالية عينة من ملف الإخراج النصي الذي يقدمه البرنامج:

جدول (2) ملف الإخراج

the mean coordinates of all monitor points

No	namemonitor	X m	Y m	no meas	sigma Cm
1	21	222.983	289.785	3	3.99
2	22	523.811	289.777	4	2.95
3	23	673.802	289.767	4	3.25

يعرض الجدول (2) أرقام نقاط المراقبة ومتوسط الإحداثيات الناتجة من عدد من القياسات الذي تم وضعه في عمود no meas إضافة إلى الخطأ المتوسط التربيعي لموقع نقطة المراقبة (العمود sigma).

جدول (3) ملف الإخراج

No	angle name	obs_angle(gr)	V(cc)	cor_angle(gr)
1	4 2 21	6.41820	-20.55590	6.41614
2	21 4 2	88.71340	0.39074	88.71344
3	3 2 21	20.35580	10.83983	20.35688
4	21 3 2	125.97180	0.61017	125.97186
5	3 12 21	22.04560	12.99512	22.04690

في الجدول السابق تم عرض قيمة الزاوية المرصودة بالغراد إضافة إلى الخطأ المحسوب (مقدراً بالـ cc) باستخدام التربيعات الصغرى، كما تم عرض قيمة الزاوية المصححة.

جدول (4) ملف الإخراج

point	Approximate Coordinates XO m	YO m	Final Coordinates XF m	YF m	Differences DX Cm	DV Cm	segx sx Cm	segy sy Cm	kind station
20	959.0120	383.0628	959.0120	383.0628	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	fixed
21	222.9826	289.7848	222.9741	289.7820	-0.8447	-0.2761	0.2244	0.6042	new
22	523.8107	289.7774	523.8119	289.7830	0.1237	0.5549	0.4238	0.4243	new
23	673.8024	289.7668	673.8012	289.7670	-0.1277	0.0150	0.6876	0.4394	new

في الجدول (4) تم عرض الإحداثيات التقريبية لنقاط المراقبة إضافة إلى الإحداثيات المعدلة بالتربيعات الصغرى لها. وكذلك تم إيضاح الفرق بين الإحداثيات المعدلة والتقريبية وقيمة الخطأ المتوسط التربيعي في الاتجاهين إضافة إلى نوع النقطة.

جدول (5) ملف الإخراج

The elements of the error ellipses for all points

point	max_axes Cm	min_axes Cm	theta Gr
21	0.613697	0.197007	11.825814
22	0.494631	0.339070	49.887546
23	0.723790	0.376793	-23.851038

تضمن الجدول (5) عناصر إهليلج التشوه من نصف قطر أعظمي وأصغري إضافة الى زاوية دوران المحور الأعظمي عن محور Y وذلك من أجل إيضاح تشوه نقاط المراقبة.

كما يحوي ملف الإخراج قيم الانزياحات الأفقية لنقاط المراقبة وفق المحورين و الانزياح الكلي لنقطة المراقبة كمايلي:

جدول (6) ملف الإخراج

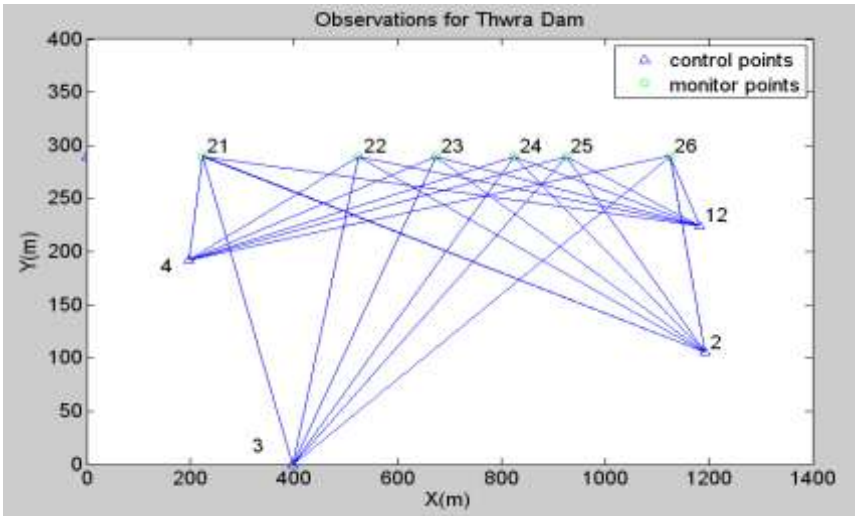
the deformation of monitoring points

po_num	dX mm	dY mm	dP mm
21	-5.9	11.0	12.5
22	1.9	-7.0	7.3
23	2.2	-3.0	3.7
24	0.8	-14.2	14.2
25	-3.6	-9.7	10.3
26	8.9	13.7	16.3

يوضح الجدول السابق رقم نقطة المراقبة والانزياح بالاتجاهين X و Y وكذلك بالاتجاه القطري. نلاحظ من الجدول (6) أن اكبر الانزياحات هي حوالي 14 مم للنقطة رقم 24 خلال الفترة الممتدة من 1995 حتى 2010 وهي النقطة الواقعة وسط جسم السد.

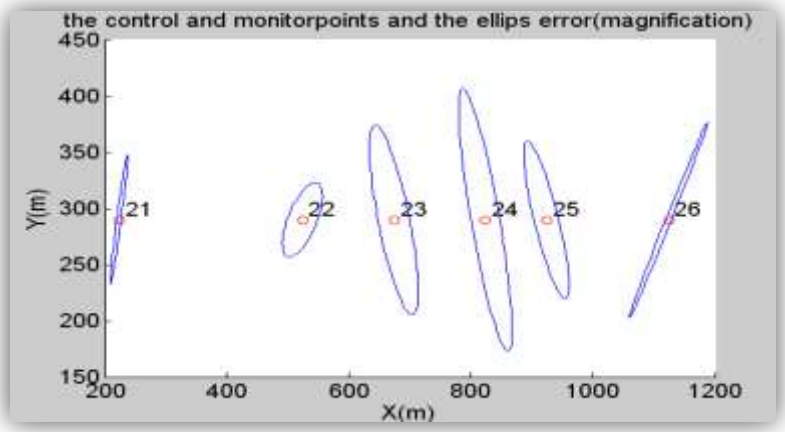
كما يمكن إخراج نتائج أخرى قد تم حسابها من قبيل معرفة العلاقة بين الخطأ المتوسط التربيع السابق واللاحق، حيث إن هذه العلاقة يجب أن تكون قريبة من الواحد للتأكد من سلامة عملية التعديل وقد نتج أن هذه النسبة مساوية إلى 0.8 وتعد هذه النسبة مقبولة، أي أن عملية التعديل صحيحة.

يقوم البرنامج برسم شكل رسومي يبين نقاط المراقبة ونقاط الإستناد وخطوط رصد الاتجاهات للسد المدروس كما هو مبين في الشكل رقم (4).



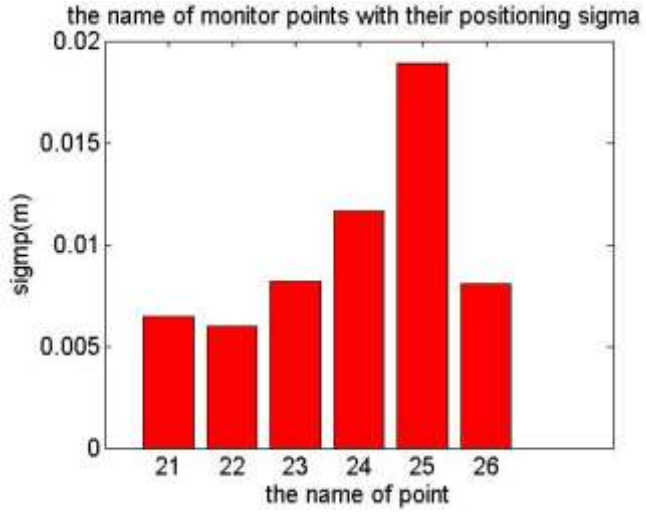
الشكل (4) شبكة المراقبة على سد الثورة

يقوم البرنامج المعد بإنتاج شكل رسومي لاهليلج الأخطاء لنقاط المراقبة (الشكل رقم 5). ولم يتم عرض الخطأ الاهليلجي النسبي لثبات نقاط الربط وثبات نسبي لنقاط المراقبة.



الشكل (5) اهليلج الأخطاء لنقاط المراقبة

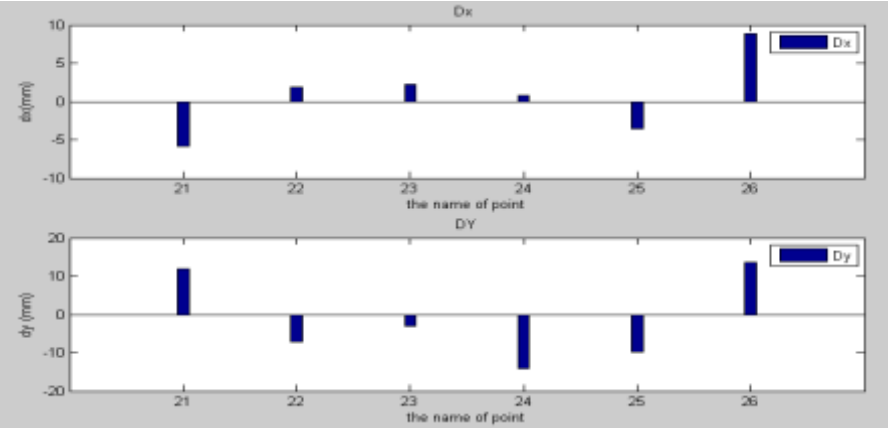
يعطي البرنامج المعد مخططاً بيانياً يمثل العلاقة بين رقم نقطة المراقبة الخطأ المتوسط التربيعي الموضعي لها كما في الشكل رقم (6).



الشكل (6) الدقة الموضعية للنقاط

من الشكل السابق يمكن معرفة قيمة الخطأ المتوسط التربيعي الموضعي لنقطة ما.

يقوم البرنامج بإخراج مخطط بياني يمثل قيم الانزياحات الأفقية لنقاط المراقبة وفق المحورين (X,Y)، حيث إن المحور X يمثل محور جسم السد والمحور Y المحور العمودي عليه كما في الشكل رقم (7). يمثل المحور الأفقي للشكل أرقام النقاط أما المحور العمودي عليه فيمثل الانزياحات مقدرة بالمم. يقوم البرنامج بإخراج شكل رسومي يبين قيم الإنزياحات الكلية للنقاط على شكل شعاع (vector) .



الشكل (7) الانزياحات الأفقية لنقاط المراقبة وفق المحورين (X,Y)

مقارنة نتائج البرنامج المعد مع نتائج برنامج AutoCAD Land Development Desktop

تم تعديل القياسات الزاوية في شبكة المراقبة المساحية بواسطة برنامج (Land) للحصول على الإحداثيات النهائية المعدلة لنقاط المراقبة وتم مقارنتها بالإحداثيات لنقاط المراقبة المعدلة بواسطة البرنامج المعد كما هو مبين في الجدول رقم (1). نلاحظ أن الإحداثيات النهائية المعدلة لنقاط المراقبة المحسوبة بالبرنامج المعد هي متقاربة جدا مع الإحداثيات الناتجة من برنامج (Land).

الجدول (1) مقارنة بين الإحداثيات المعدلة لنقاط المراقبة الناتجة من Land Development ومن البرنامج المعد

point	adjusted coordinates from deformation program		adjusted coordinates from land program		difference	
	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)	dX(mm)	dY(mm)
21	222.9741	289.782	222.9742	289.7824	0.1	0.4
22	523.8119	289.783	523.8113	289.7799	0.6	3.1
23	673.8012	289.767	673.8003	289.7658	0.9	1.2
24	823.9798	289.7558	823.9828	289.7598	3	4
25	923.9764	289.7603	923.9827	289.7696	6.3	9.3
26	1124.2689	289.8037	1124.2663	289.7961	2.6	7.6

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1. تبين من خلال النتائج التي حصلنا عليها كفاءة البرنامج المعد لحساب الانزياحات الأفقية في السدود باستخدام القياسات الزاوية فقط في شبكات المراقبة الجيوديزية، وبالتالي يساهم في تقييم سلامة المنشأة.

2. يقدم البرنامج المعد تقارير وصفية متكاملة (الإخراج النصي للبرنامج) تتضمن تقريراً مفصلاً عن الأرصاد الزاوية الخام والمعدلة، إحداثيات نقاط المراقبة في كل دورة قياس، اهليلج الأخطاء، قيم الانزياحات الأفقية لنقاط المراقبة وفق المحورين (X,Y)، الانزياح الكلي للنقطة المرصودة.

3. يقدم البرنامج المعد مخططات رسومية وبيانية (الإخراج الرسومي) توضح القيم التي تم ذكرها في الملف النصي وذلك بعدة أشكال منها شكل يوضح شبكة المراقبة مع القياسات التي نفذت ومواقع نقاط الاستناد و نقاط المراقبة

وكذلك الشكل الذي كان الغرض منه توضيح قيم الدقة الموضعية لنقاط المراقبة، وقد تم إيضاح قيم الانزياحات بيانياً وفق المحورين (X,Y) (محور السد والمحور المعامد له)، وشكل يبين انزياح موقع النقطة بشكل شعاعي، ومخطط يوضح إهليلج الأخطاء لنقاط المراقبة.

التوصيات:

1. إن الانزياحات التي يحسبها البرنامج هي انزياحات أفقية مطلقة، ومن أجل زيادة عامل الأمان يجب تنفيذ قياسات تثوهات نسبية في السدود باستخدام الأجهزة الخاصة.
2. يتم تنفيذ قياسات الانزياحات في الحالة الطبيعية للسد كل ستة أشهر و عند الشك باستقرار السد يجب تكثيف دورات القياس.
3. يجب وضع نقاط الاستناد في شبكة المراقبة بعيداً عن نقاط المراقبة المركزة على المنشأة أي خارج مجال الانزياحات بحيث تبقى مواقعها ثابتة خلال فترة الرصد.
4. يجب التأكد من ثبات نقاط الاستناد خلال فترة المراقبة و يجب التأكد من طريقة زرع النقاط في شبكة المراقبة المساحية.

المراجع:

1. LUTES, J. *"Automated Dam Displacement Monitoring Using A Robotic Total Station*". Department of Geodesy and Geomatics Engineering Technical, Report No.214,University of New Brunswick, Fredericton, Canada, 2002. 138.
2. LOUIS, M. "*Dam Seepage Monitoring System version 2.0*", U.S. Department of Homeland Security, FEMA-Federal Emergency Management Agency, National Dam Safety Program, September 2004,12. www.damsafety.org
3. SCHROEDEL, J. *Structural Deformation Surveying*. US Army Corps of Engineering , CEVW-EE, Washington, USA, 2002, 292.
4. David Watt & Peter Swallow, *Surveying Historic Building*. Redwood Books Ltd, Trowbridge, Great Britain, 1996, 302.
5. GHILANI, C. D.; WOLF, P. R. *Adjustmenet Computations*, Fourth Edition, Jhon Wiley& Sons Inc., Hoboken, New Jeresy, USA, 2006, 632.
6. LYSHEVSKI, S. E. *Engineering and Scientific Comptution Using MATLAB*, Jhon Wiley& Sons Inc., Hoboken, New Jeresy, USA, 2003, 227.