

## دراسة الاستقرار الشاقولي في سدود محافظة اللاذقية حالة دراسة - سد 16 تشرين وسد الثورة

د. محسن مزيد أحمد \*

د. إياد إسماعيل فحصة \*\*

علي محمد الحسن \*\*\*

(تاريخ الإيداع 14 / 2 / 2021. قُبل للنشر في 14 / 3 / 2021)

### □ ملخص □

يهدف هذا البحث إلى دراسة الاستقرار الارتقاعي في أكبر سدين من سدود اللاذقية ( سد 16 تشرين وسد الثورة) خلال الفترة من إنشائها وحتى الشهر الحادي عشر من العام 2020، بإجراء ثلاث دورات قياس موافقة لدورة حياة السد وهي امتلاء جزئي وامتلاء كامل وتفريغ شديد كل عام، ومقارنة النتائج ما بين الدورات الثلاث وبينها وبين الحالة الأولية لشبكة المراقبة الارتقاعية عند بدء استثمار السد، من خلال نقاط المراقبة الارتقاعية التي حفظت حتى وقت دراستنا.

بينت نتائج القياسات أن نقاط المراقبة الارتقاعية كانت مستقرة خلال دورات القياس الثلاث الموافقة لدورة الحياة السنوية لكل سد من السدين المدروسين في العام 2020، أما دراسة الاستقرار منذ بدء استثمار السد وحتى الوقت الراهن فقد تبين أن:

- 1- نقاط المراقبة على المنشآت البيتونية كانت مستقرة ولم يحصل فيها هبوط
- 2- نقاط المراقبة الارتقاعية على مصاطب سد 16 تشرين هبطت بمقدار أعظمي مقداره 7 cm
- 3- نقاط المراقبة الارتقاعية على مصاطب سد الثورة من الممكن أن تكون قد هبطت بمقدار وسطي 13cm.

الكلمات المفتاحية: الهبوطات - تشوهات السدود - الانزياح الشاقولي - السدود - التسوية الهندسية.

\* أستاذ -كلية الهندسة المدنية - قسم الهندسة الطبوغرافية -جامعة تشرين -اللاذقية -سورية.  
mouhsenahm@gmail.com

\*\* أستاذ -كلية الهندسة المدنية - قسم الهندسة الطبوغرافية -جامعة تشرين -اللاذقية - سورية.  
iyadfahsa61@gmail.com

\*\*\* طالب ماجستير -كلية الهندسة المدنية - قسم الهندسة الطبوغرافية -جامعة تشرين -اللاذقية -سورية.  
eng.top.ali1@gmail.com

## Vertical Stability Study for Dams in Latakia Case Study - 16 Tishreen Dam and the Althawra Dam

Dr. Mouhsen Ahmad\*

Dr. Iyad Fahsa\*\*

Ali Alhassan\*\*\*

(Received 14 / 2 / 2021. Accepted 14 / 3 / 2021)

### □ ABSTRACT □

Our research aim to study the elevation stability of the two largest dams of Latakia (16 Tishreen dam and Althawra dam) during the period from their construction until the eleventh month of 2020, by conducting three approval measurement cycles of the dam life cycle which are partial fullness, full fullness and severe discharge each year, The results were compared between the three cycles and between them and the initial state of the altimetric Observation Network at the start of the dam investment, through the altimeter observation points preserved until the time of our study.

The results of the measurements showed that the elevation control points were stable during the three measurement cycles approved for the annual life cycle of each of the two dams studied in 2020, The study of stability over the period between the dam's construction and the present time has shown that:

1. The control points on the concrete installations were stable and there was no vertical displacement
- 2- The elevation control points on the terraces of the 16 Tishreen dam fell a maximum of 7 cm
3. The altitude control points on the terraces of the revolution dam could have fallen by an average of 13 cm.

**Keywords:** displacements– Dam deformations– vertical displacement-dams-engineering leveling.

---

\* Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia , Syria, mouhsenahm@gmail.com

\*\* Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia , Syria, iyadfahsa61@gmail.com

\*\*\* Postgraduate Student (Master) - Topographic Engineering Department - Faculty of Civil Engineering - Tishreen University - Lattakia – Syria, eng.top.ali1@gmail.com

**مقدمة:**

من أهم المؤشرات على استقرار السدود، تلك المتعلقة بالمتغيرات في القيم الارتفاعية وعلاقتها مع الزمن من ناحية وعلاقتها مع منسوب الماء خلف السد. حيث أظهرت التجربة السلبية لإنهيار الهياكل الهيدروليكية (السدود) في القرنين التاسع عشر والقرن العشرين ، والتي تسببت في خسائر فادحة ورافقتها وفاة العديد من الناس ، الحاجة إلى تنظيم المراقبة المنهجية لحالة السدود .

تتكون هبوطات السد من هبوطات كل من جسم السد وقاعدته، ويتم حسابها لتوضيح القيمة الإجمالية اللازمة لتحديد الهبوط غير المتكافئ لأجزاء مختلفة من السد المدروس، وتعتمد تشوهات السدود الركامية على نوع وموقع التغيرات المحتملة في شكل القاعدة ، وأنظمة الضغط وخصائص التشوه لمواد السد ، ووقت حدوث تلك التشوهات وغيرها. [1,2,3].

**أهمية البحث وأهدافه:****أهمية البحث:**

تكمن أهمية البحث في أنه يساهم في زيادة أمان السدود والمنشآت المدنية من نفس النوع، من خلال القياسات الارتفاعية الدقيقة، وبالتالي معرفة السلوك الارتفاعي للسد (المنشأة) ودرء مخاطره أو على الأقل التحذير منها. حيث تعد السدود (Dams) من أضخم المنشآت المائية التي ينفذها الإنسان على الأنهار الدائمة الجريان أو الموسمية من أجل تخزين مياهها وتنظيم جريانها ودرء أخطار الفيضانات والاستفادة منها في أوقات الري ومواسم الجفاف، كما ويتم استخدام المياه المخزنة في توليد الطاقة الكهربائية النظيفة، إضافة إلى تعويض النقص في مياه الشرب والاستخدامات المنزلية والصناعة والسياحة والزراعة المروية، وتنظيم الملاحة النهرية وأيضاً المحافظة على البيئة والتنوع البيئي في المنطقة [4,5]. إن عدم المراقبة المستمرة للسدود، للتحذير من المشاكل الفنية قبل وقوعها، سيؤدي إلى أضرار أكثر كارثية من عدم توفر المياه.

**أهداف البحث:**

يهدف البحث الى دراسة استقرار السدود موضوع الدراسة وترميم الشبكات الارتفاعية المصممة في بعض سدود مدينة اللاذقية، وإجراء قياسات التسوية الدقيقة خلال ثلاث دورات موافقة لحالة دورة الحياة السنوية للسد وربط نتائج القياسات الحالية بنتائج القياسات الأولية المجرى بعد تصميم كل من السدود واستخلاص النتائج.

**مكان إجراء البحث:**

تم إجراء البحث على كل من سدي 16 تشرين و سد الثورة، اللذان يعتبران من أكبر سدود اللاذقية ، ويتم الوصول إلى سد 16 تشرين بالانطلاق من مدخل جامعة تشرين وباتجاه طريق حلب القديم حتى جسر خان عطا الله ومن ثم بعده بثلاثمائة متر إلى اليسار إلى جسم السد - المسافة التقريبية: 20Km، ويتم الوصول إلى سد الثورة بالانطلاق من مدخل جامعة تشرين وباتجاه طريق اللاذقية - دمشق إلى مفرق البصة ومن ثم حتى مفرق قرية طرجانو إلى اليمين حتى جسم سد الثورة - المسافة التقريبية: 20Km أيضاً.



الشكل ( 1 ) سد 16 تشرين وخصائصه



الشكل ( 2 ) سد الثورة وخصائصه

### طرائق البحث ومواده:

- استطلاع المنطقة والتحقق من الشبكة الارتفاعية وترميمها في كلا السدين المدروسين.
- التأكد من أمان الشبكة ووضع خطة القياس.
- نتائج القياسات وحساب الارتفاعات النهائية لدورة حياة السد السنوية (دراسة الهبوطات الارتفاعية في سد 16 تشرين وسد الثورة خلال دورة حياة السد السنوية، دراسة الاستقرار الارتفاعي في سد 16 تشرين وسد الثورة منذ إنشاءهما وحتى الوقت الحالي)
- مناقشة النتائج في كلا السدين المدروسين

### استطلاع المنطقة والتحقق من الشبكة الارتفاعية وترميمها في كلا السدين المدروسين:

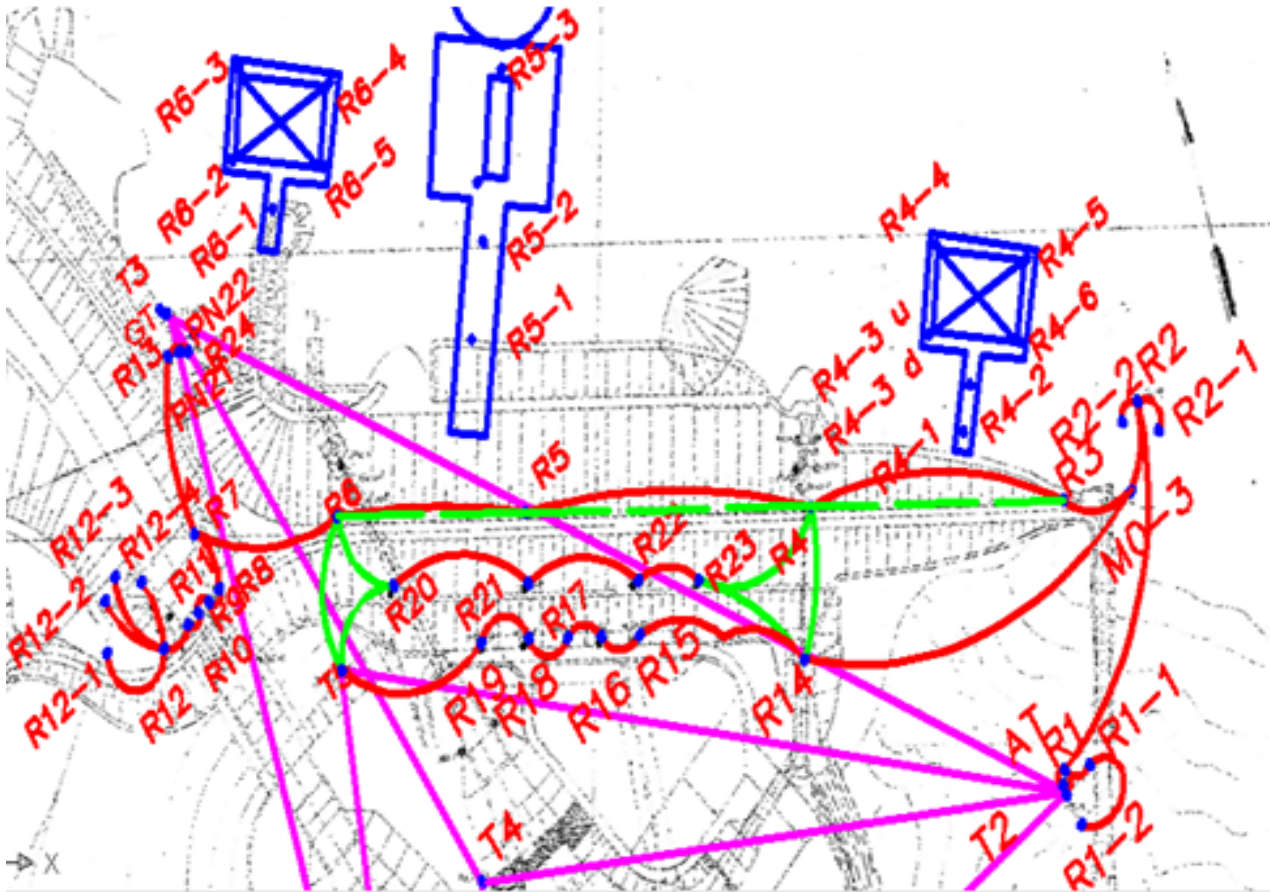
من خلال الزيارات الحقلية لسد 16 تشرين والبحث عن نقاط الشبكة الارتفاعية في سد 16 تشرين التي استخدمت في إنشاء السد، وبناء شبكة المراقبة الارتفاعية، وبعد البحث على مدار عدة أشهر، تم الكشف عن النقطة الارتفاعية الأساسية في إنشاء وعمل شبكة المراقبة المساحية، تحت 0.5 متر من الأتربة وبقايا أوراق الشجر، وبجانب شجرة بلوط عمرها أكثر من 35 سنة الشكل (3). هذه النقطة المكتشفة سيكون لها أهمية بالغة من عدة نواحي:

- 1- دراسة الاستقرار الارتفاعي لسد 16 تشرين خلال أكثر من (40) عاماً
- 2- حساب الشبكة الارتفاعية الحالية والنقاط الارتفاعية المرممة والجديدة منسوبة للشبكة الارتفاعية المؤسسة للسد وقد تم ترميم شبكة المراقبة الارتفاعية في السد ب 52 نقطة موزعة على مصاطب السد ومنشأته البيتونية

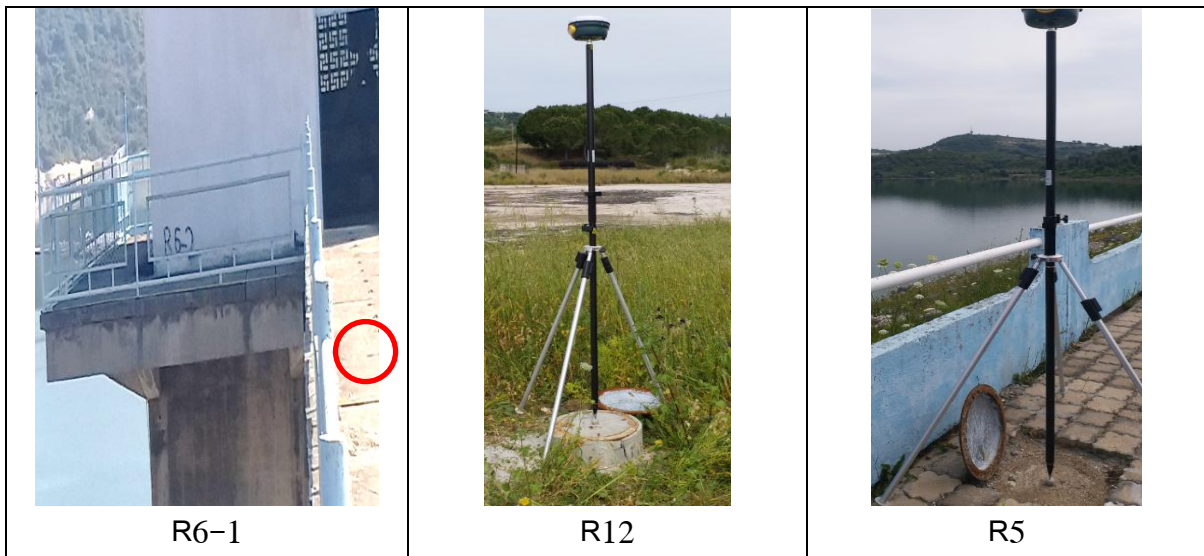


الشكل (3) النقطة الارتفاعية الأساسية في سد 16 تشرين

يبين الشكل (4) مخطط الشبكة الأساسية الارتفاعية في سد 16 تشرين و نقاط المراقبة المتوزعة على جسم السد ومنشأته الصناعية ومصطبه الوسطية والتي تم تصميمها:



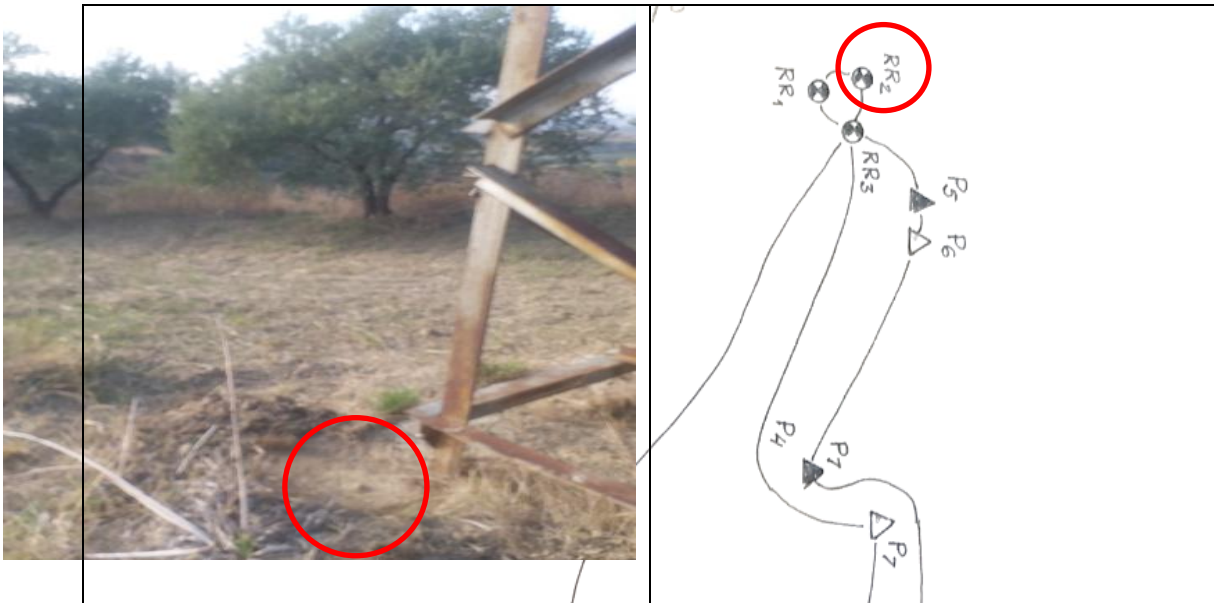
الشكل (4) توزع نقاط الشبكة الارتفاعية ونقاط المراقبة المرممة على جسم السد



الشكل (5) أشكال بعض نقاط الشبكة الارتفاعية ونقاط المراقبة على جسم السد

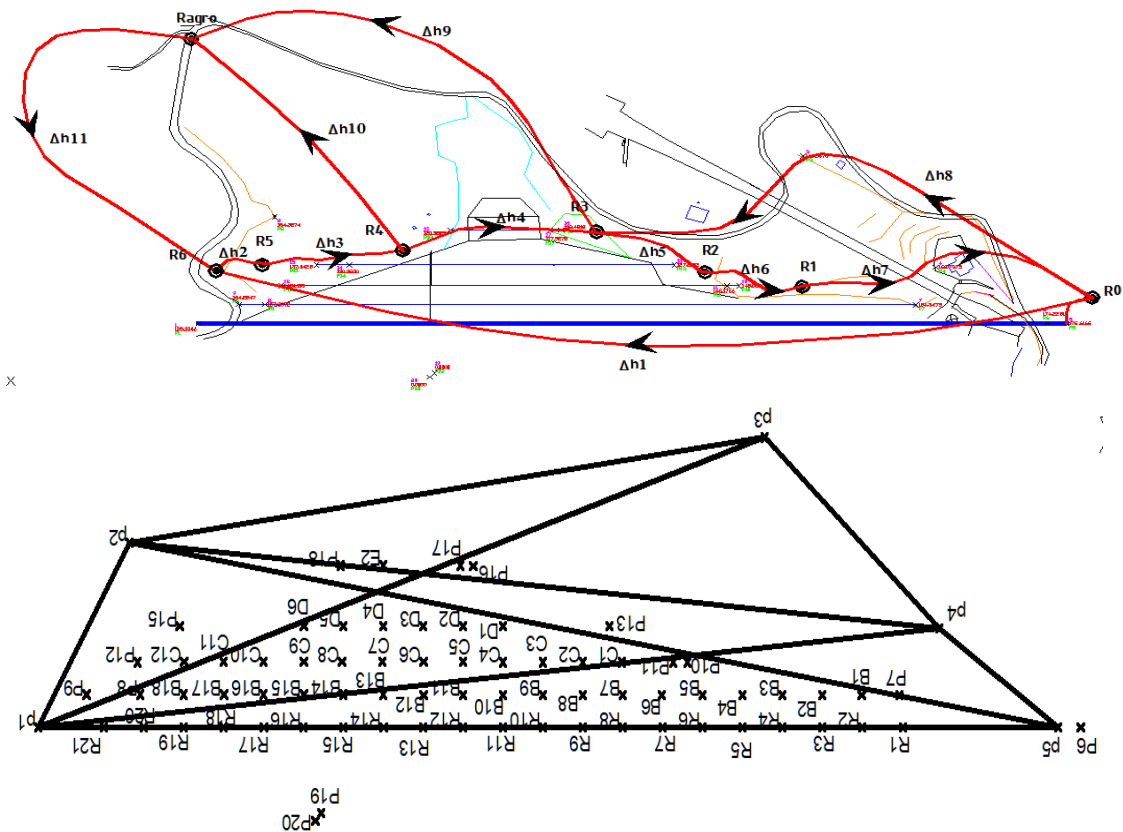
وكذلك الأمر في سد الثورة تم البحث عن نقاط ارتفاعية مرجعية من الشبكة الارتفاعية التي استخدمت في إنشاء السد، وبناء شبكة المراقبة الارتفاعية في السد، بعد البحث على مدار عدة أشهر، تم الكشف عن نقطة ارتفاعية الأساسية

استخدمت في إنشاء وعمل شبكة المراقبة المساحية في سد الثورة ، أسفل عمود برج كهربائي وعلى بعد 60 متراً إلى الغرب من النقطة الأساسية P6،

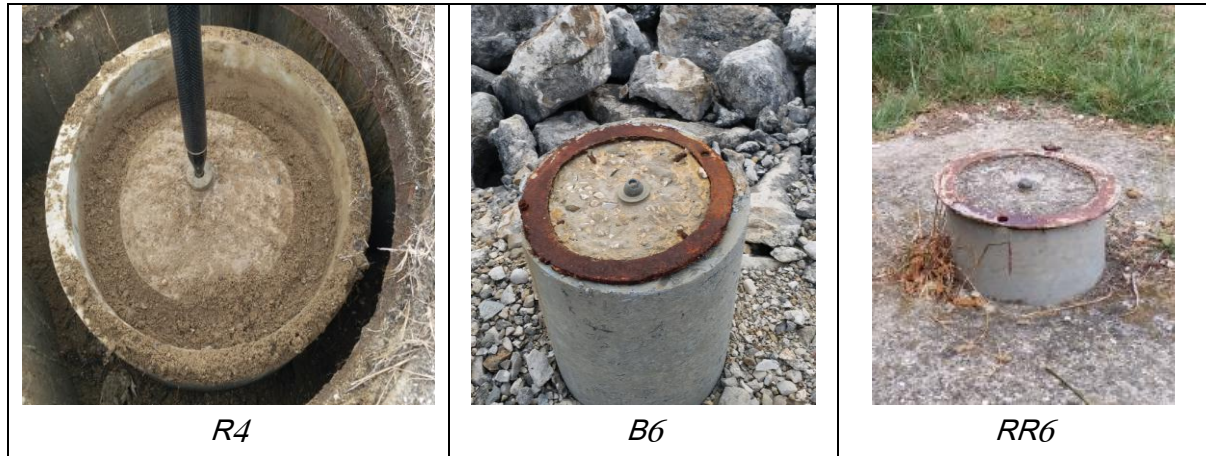


الشكل (6) نقطة ارتفاعية أساسية مكتشفة في سد الثورة

يبين الشكل (7) مخطط الشبكة الأساسية الارتفاعية في سد الثورة و نقاط المراقبة المتوزعة على جسم السد ومنشأته الصناعية ومصاطبه ( R , B , C , D , E ) :



الشكل (7) مخطط الشبكة الأساسية الارتفاعية في سد الثورة و نقاط المراقبة المتوزعة على السد



الشكل (8) أشكال بعض نقاط الشبكة الارتفاعية ونقاط المراقبة على جسم السد

التأكد من أمان الشبكة ووضع خطة القياس:

وبإنجاز حسابات الأمان للشبكة المدروسة في سد 16 تشرين مع الأخذ بالاعتبار التموضع السابق نجد:

الجدول (1) درجة الأمان الداخلي للشبكة الارتفاعية في سد 16 تشرين

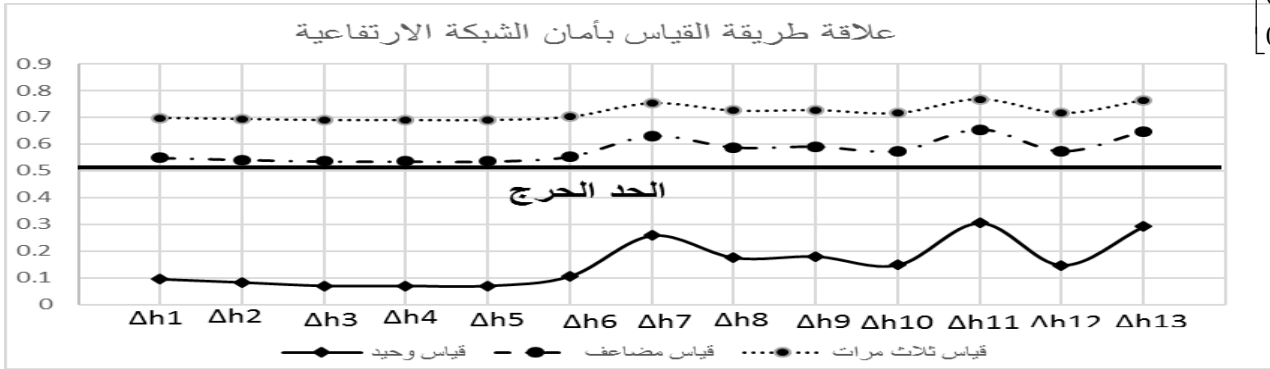
رقم القياس	درجة الأمان الداخلي بدورة قياس	درجة الأمان الداخلي بدورتي قياس
1	0.11	0.55
2	0.46	0.73
3	0.22	0.61
4	0.18	0.59
5	0.18	0.59
6	0.11	0.56
7	0.22	0.61
8	0.23	0.61
9	0.29	0.65
min	0.11	0.55

مما سبق نجد أنه من الضروري والأكيد إنجاز دورتي قياس في الذهاب والعودة

وبإنجاز حسابات الأمان للشبكة المدروسة في سد الثورة مع الأخذ بالاعتبار التموضع السابق نجد:



$$A := \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad P := \begin{bmatrix} 1.46 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1.68 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1.98 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.31 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.54 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2.02 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.96 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.94 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.96 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{diag}(\pi_2) = \begin{bmatrix} 0.548 \\ 0.541 \\ 0.535 \\ 0.535 \\ 0.535 \\ 0.553 \\ 0.629 \\ 0.587 \\ 0.59 \\ 0.574 \\ 0.653 \\ 0.573 \\ 0.647 \end{bmatrix}$$



الشكل (9) قيم كل من مصفوفة الشكل والوزن وعامل الأمان الداخلي لشبكة المراقبة الارتفاعية في سد الثورة

نتائج القياسات وحساب الارتفاعات النهائية لدورة حياة السد السنوية:

1: دراسة الهبوطات الارتفاعية في سد 16 تشرين وسد الثورة خلال دورة حياة السد السنوية:

خلال مرحلة مراقبة السد، تم إجراء ثلاث دورات قياس (في الشهر الرابع والشهر الخامس ونهاية الشهر العاشر والشهر الحادي عشر) من السنة الميلادية الحالية 2020، وتتميز دورات القياس المختارة، بمطابقتها لدورة الحياة الكاملة للسد وهي (امتلاء جزئي وفيه منسوب الماء يساوي 65 متر وامتلاء كامل يعادل منسوب ماء 74.76 متر وتفريغ شديد يعادل منسوب ماء 55 متر).

الجدول (2) الارتفاعات والفروق بين الدورات لنقاط الشبكة الارتفاعية ونقاط المراقبة الارتفاعية من القياسات بجهاز التسوية الدقيقة وبالجملة الارتفاعية لإنشاء السد مقاسة بالمتر:

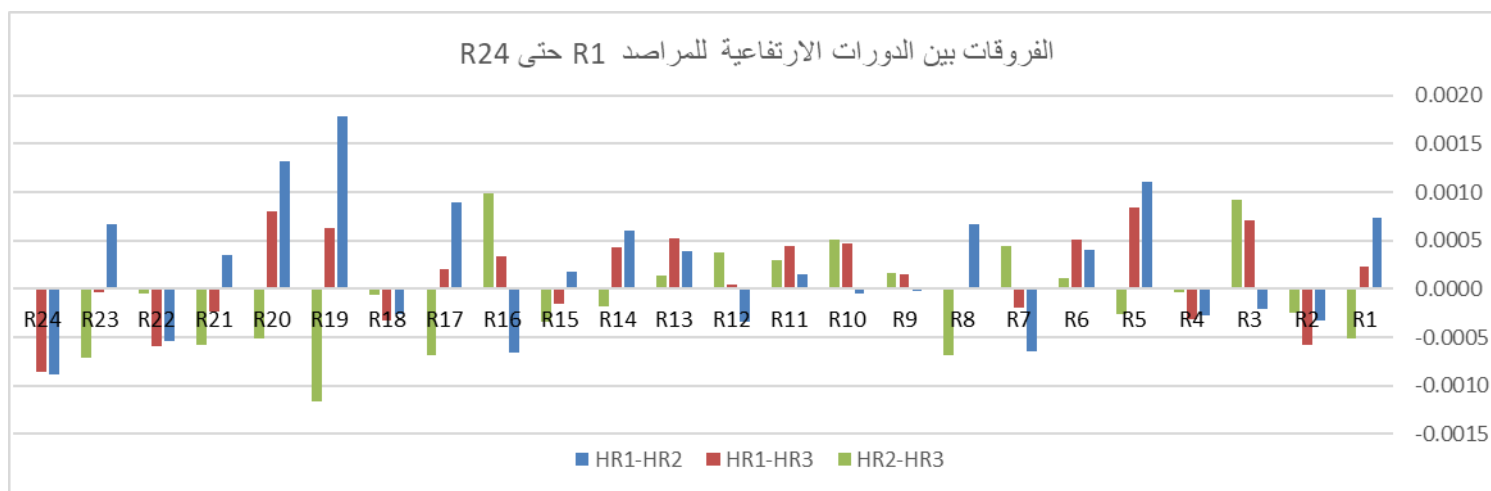
Unit (m)	ROUND1	ROUND2	ROUND 3
R1	70.8208	70.8200	70.8206
R2	85.4534	85.4537	85.4540
R3	81.3818	81.3820	81.3811
R4	81.3841	81.3844	81.3844
R5	81.3208	81.3197	81.3200
R6	81.3855	81.3851	81.3850

Unit (m)	HR1-HR2	HR1-HR3	HR2-HR3
R1	0.0007	0.0002	-0.0005
R2	-0.0003	-0.0006	-0.0003
R3	-0.0002	0.0007	0.0009
R4	-0.0003	-0.0003	0.0000
R5	0.0011	0.0008	-0.0003
R6	0.0004	0.0005	0.0001

R7	81.4005	81.4011	81.4007
R8	81.4099	81.4092	81.4099
R9	81.3833	81.3833	81.3832
R10	81.4005	81.4006	81.4001
R11	81.3931	81.3929	81.3927
R12	81.6217	81.6221	81.6217
R13	84.9445	84.9441	84.9440
R14	45.9345	45.9339	45.9341
R15	42.6873	42.6871	42.6875
R16	42.8007	42.8013	42.8004
R17	42.9264	42.9255	42.9262
R18	42.8640	42.8642	42.8643

R7	-0.0006	-0.0002	0.0004
R8	0.0007	0.0000	-0.0007
R9	0.0000	0.0001	0.0002
R10	0.0000	0.0005	0.0005
R11	0.0002	0.0004	0.0003
R12	-0.0003	0.0000	0.0004
R13	0.0004	0.0005	0.0001
R14	0.0006	0.0004	-0.0002
R15	0.0002	-0.0002	-0.0003
R16	-0.0007	0.0003	0.0010
R17	0.0009	0.0002	-0.0007
R18	-0.0003	-0.0003	-0.0001

الفروقات بين الدورات الارتفاعية للمراصد R1 حتى R24



الشكل (10) مخطط بياني للفروقات بين الارتفاعات لدورات القياس

الجدول (3) نموذج من قيم الارتفاعات خلال جولات القياس الثلاثة، مقاسة بالمتر

Name	ROUND1 H LEVEL m	ROUND2 H LEVEL m	ROUND3 H LEVEL m	Name	ROUND1 H LEVEL m	ROUND2 H LEVEL m	ROUND3 H LEVEL m	Name	ROUND1 H LEVEL m	ROUND2 H LEVEL m	ROUND3 H LEVEL m
RB1	169.0250	169.0222	169.0217	B1	151.3689	151.3713	151.3709	C6	138.4161	138.4352	138.4313
RB0	169.1807	169.1829	169.1839	B2	151.4566	151.4522	151.4526	C7	138.1562	138.1585	138.1602
RB2	163.2881	163.2848	163.2836	B3	151.3450	151.3465	151.3467	C8	138.3202	138.3243	138.3224

R1	163.2796	163.2809	163.2836	B4	151.5214	151.5253	151.5270	C9	138.0883	138.0872	138.0869
R2	163.3701	163.3641	163.3656	B5	151.7338	151.7368	151.7339	C10	138.3610	138.3698	138.3661
R3	163.3716	163.3800	163.3748	B6	151.5519	151.5557	151.5531				
R4	163.4209	163.4220	163.4229	B7	151.7851	151.7736	151.7745	D1	124.9552	124.9561	124.9528
R5	163.3879	163.3872	163.3874	B8	151.5941	151.5846	151.5834	D2	124.9260	124.9135	124.9156
R6	163.4641	163.4601	163.4613	B9	151.6498	151.6481	151.6488	D3	124.6447	124.6426	124.6418
R7	163.4889	163.4842	163.4830	B10	151.6303	151.6445	151.6459	D4	124.8838	124.8813	124.8845
R8	163.5187	163.5247	163.5254	B11	151.2847	151.2777	151.2805	D5	125.1971	125.1940	125.1980
R9	163.4894	163.4813	163.4865	B12	151.3564	151.3736	151.3733	D6	125.3116	125.3205	125.3244
R10	163.5428	163.5366	163.5375	B13	151.2928	151.2940	151.2927				
R11	163.6488	163.6339	163.6356	B14	151.3555	151.3560	151.3551	E2	112.4101	112.4088	112.4100
R12	163.6368	163.6360	163.6367	B15	151.2553	151.2527	151.2529				

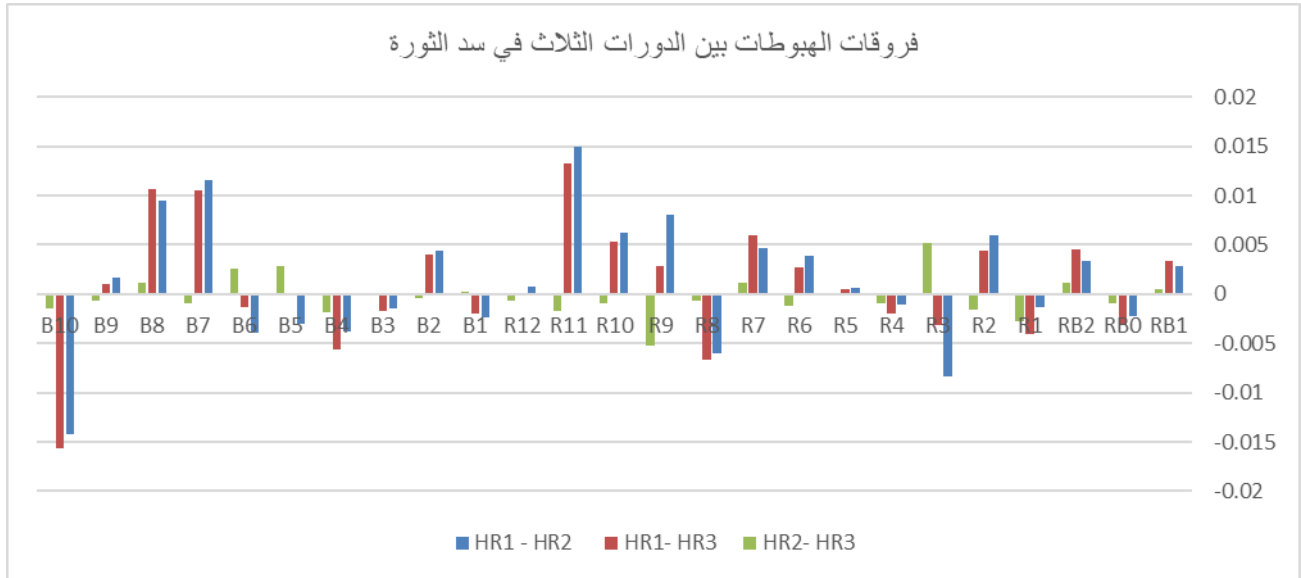
من نتائج قياسات الارتفاعات والفروقات الارتفاعية في سد 16 تشرين نجد أن كل نتائج الارتفاعات وفروق الارتفاعات ضمن الحدود المسموحة وبلغت أكبر قيمة للهبوطات 2 mm حيث لا نستطيع اعتبارها هبوطاً وإنما هي من ضمن أخطاء قياسات الأجهزة المستخدمة، مع ضرورة التنويه أن القيم السابقة تعبر فقط عن مرحلة القياس في الدورات الثلاث فقط و لا تعبر عن الاستقرار الارتفاعي لسد 16 تشرين الذي يحتاج لرصد على فترات طويلة تمتد لعشرات السنين وهذا ما سنوصي القيام به في الدراسات اللاحقة.

وبنفس الطريقة نعرض قيم التغيرات الارتفاعية في سد الثورة خلال فترة دورة حياة السد السنوية خلال مرحلة مراقبة سد الثورة، حيث تم إجراء ثلاث دورات قياس ( في الشهر الرابع والشهر الخامس ونهاية الشهر العاشر والشهر الحادي عشر) من السنة الميلادية الحالية 2020، وتتميز دورات القياس المختارة، بمطابقتها لدورة الحياة الكاملة للسد وهي (امتلاء جزئي منسوب ماء يساوي 140.15m متر وامتلاء كامل يعادل منسوب ماء 159.25 متر وتفرغ متوسط يعادل منسوب 144.99 متر).

الجدول (4) نموذج من قيم تغيرات الارتفاعات خلال جولات القياس الثلاثة، مقاسة بالمتر

Name	HR1 - HR2	HR1- HR3	HR2- HR3	Name	HR1 - HR2	HR1- HR3	HR2- HR3	Name	HR1 - HR2	HR1- HR3	HR2- HR3
RB1	0.0029	0.0033	0.0005	B1	-0.0024	-0.0020	0.0003	C7	-0.0023	-0.0040	-0.0017
RB0	-0.0022	-0.0032	-0.0010	B2	0.0044	0.0040	-0.0004	C8	-0.0042	-0.0022	0.0019
RB2	0.0034	0.0045	0.0011	B3	-0.0015	-0.0017	-0.0002	C9	0.0011	0.0014	0.0003
R1	-0.0013	-0.0040	-0.0027	B4	-0.0038	-0.0056	-0.0018	C10	-0.0087	-0.0051	0.0036
R2	0.0060	0.0044	-0.0016	B5	-0.0030	-0.0001	0.0029				
R3	-0.0084	-0.0032	0.0052	B6	-0.0039	-0.0013	0.0026	D1	-0.0009	0.0024	0.0033
R4	-0.0011	-0.0020	-0.0009	B7	0.0115	0.0105	-0.0010	D2	0.0126	0.0104	-0.0022
R5	0.0006	0.0005	-0.0002	B8	0.0095	0.0106	0.0012	D3	0.0021	0.0028	0.0008
R6	0.0039	0.0027	-0.0012	B9	0.0017	0.0010	-0.0007	D4	0.0026	-0.0007	-0.0033
R7	0.0047	0.0059	0.0012	B10	-0.0142	-0.0156	-0.0014	D5	0.0032	-0.0009	-0.0040
R8	-0.0060	-0.0067	-0.0007	B11	0.0070	0.0042	-0.0028	D6	-0.0089	-0.0128	-0.0040
R9	0.0081	0.0029	-0.0052	B12	-0.0173	-0.0169	0.0003				
R10	0.0062	0.0053	-0.0009	B13	-0.0012	0.0000	0.0012	E2	0.0013	0.0001	-0.0012
R11	0.0149	0.0132	-0.0017	B14	-0.0005	0.0004	0.0009				
R12	0.0008	0.0001	-0.0007	B15	0.0027	0.0024	-0.0002	C6	<b>-0.0191</b>	-0.0152	0.0038

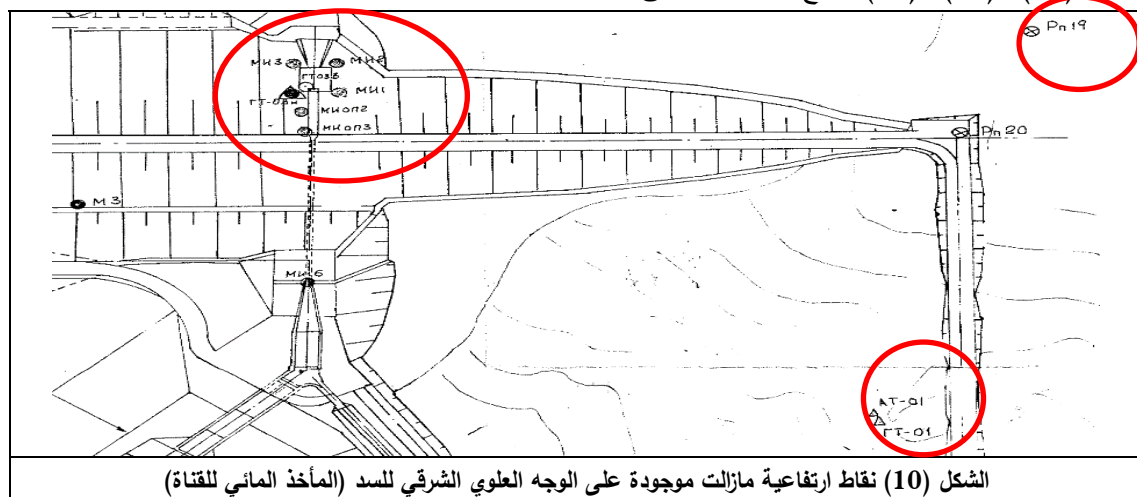
من نتائج قياسات الارتفاعات والفروقات الارتفاعية في سد الثورة نجد أن كل نتائج الارتفاعات وفروق الارتفاعات ضمن الحدود المسموحة وبلغت أكبر قيمة للهبوطات  $-19 \text{ mm}$  وهي من ضمن أخطاء قياسات الأجهزة المستخدمة، مع ضرورة التنويه أن القيم السابقة تعبر فقط عن مرحلة القياس في الدورات الثلاث فقط و لا تعبر عن الاستقرار الارتفاعي لسد الثورة الذي يحتاج لرصد على فترات طويلة تمتد لعشرات السنين وهذا ما سنوصي القيام به في الدراسات اللاحقة.

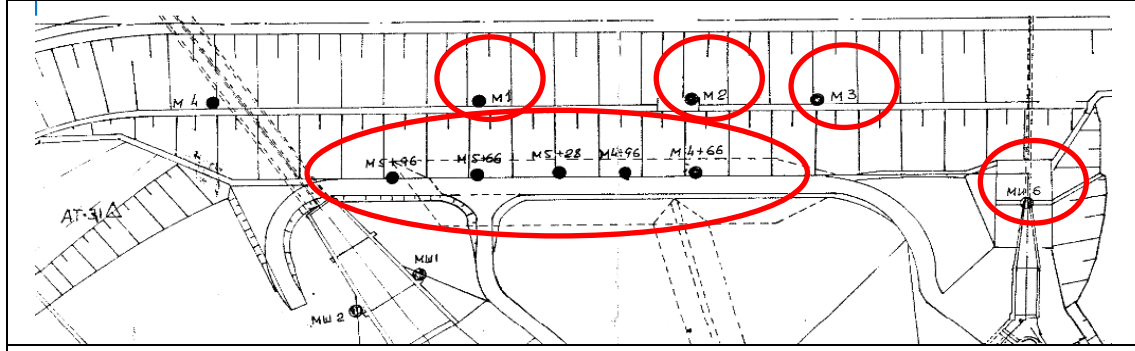


الشكل (11) مخطط بياني للفروقات بين الارتفاعات لدورات القياس في سد الثورة

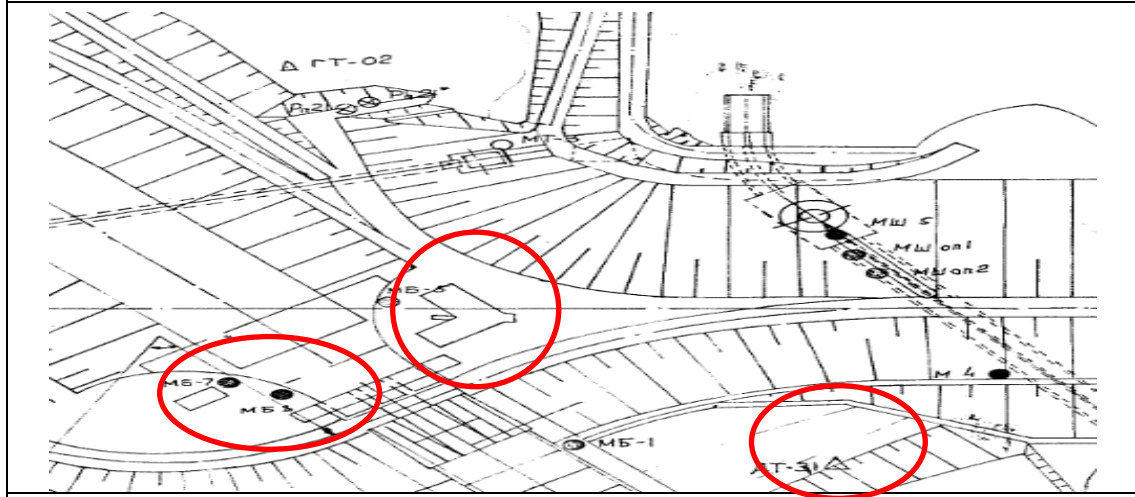
## 2: دراسة الاستقرار الارتفاعي في سد 16 تشرين منذ العام 1985 :

بعد الكشف على النقطة R2 وتسميتها بالروسي (Pπ 19)، وبالبحث عن نقاط مراقبة بقيت حتى تاريخه، تم إيجاد عدد من النقاط المعلومة والمحسوب ارتفاعها منذ ما قبل العام 1985، والتي تم حسابها من قبلنا بالتسوية الدقيقة، تبين الأشكال (10) و(11) و(12) مواقع تلك النقاط على السد:





الشكل (11) نقاط ارتفاعية مازالت موجودة على الوجه العلوي الهوائي الجنوبي للسد (المصاطب الهوائية للسد)



الشكل (12) نقاط ارتفاعية مازالت موجودة على الوجه العلوي الغربي للسد (البوابات و نقطة مرجعية قديمة)

الجدول (5) نتائج دراسة الاستقرار الارتفاعي لسد 16 تشرين منذ ما قبل 1985 مقاسة بالمتر

الاسم باللغة الروسية	الرمز الحالي	الارتفاعات من المخطط الروسي	الارتفاعات من القياسات الحالية	الفرق منذ العام 1985 على الأقل	الموقع على السد
Ми6	R14	45.933	45.9341	0.0011	مخرج قناة الري
AT31	AT5	53.585	53.57715	-0.0078	النقطة القديمة قرب T5
M6 8	MB8	81.423	81.42065	-0.0023	سيخ جنوبي غرب بوابات المفيض
M6 7	MB7	81.393	81.39155	-0.00145	سيخ شمالي غرب بوابات المفيض
Г Т 01	AT2	71.322	71.3267	0.0047	النقطة القديمة قرب T2
Ми 1	R4-6	81.348	81.3477	-0.0003	على سطح مدخل قناة الري
Ми 2	R4-5	81.304	81.30075	-0.0032	على سطح مدخل قناة الري
Ми 3	R4-4	81.288	81.28505	-0.0029	على سطح مدخل قناة الري
Г Т 03b	R4-3U	82.55	82.5506	0.0006	نقطة أساسية صبة بيتونية مدخل قناة الري
M4	R20	61.318	61.2908	-0.0272	نقطة ارتفاعية على المصطبة الوسطية
M1	R21	60.9	60.82505	-0.0749	نقطة ارتفاعية على المصطبة الوسطية

M2	R22	61.178	61.12985	-0.04815	نقطة ارتفاعية على المصطبة الوسطية
M3	R23	61.411	61.39125	-0.0198	نقطة ارتفاعية على المصطبة الوسطية
Γ T 02	AT3	95.81	95.80765	0.0023	النقطة القديمة قرب T3
M4+66	R15	42.731	42.68745	-0.0435	نقطة ارتفاعية على صبة بئر بيزومتري
M4+96	R16	42.856	42.80035	-0.0556	نقطة ارتفاعية على صبة بئر بيزومتري
M5+28	R17	42.988	42.92615	-0.0618	نقطة ارتفاعية على صبة بئر بيزومتري
M5+66	R18	42.92	42.8643	-0.0557	نقطة ارتفاعية على صبة بئر بيزومتري

تبين بدراسة نتائج معالجة القياسات المنجزة بالتسوية الدقيقة، أن السد وخلال الأربعين سنة الماضية، لم يتعرض للهبوطات الارتفاعية وكانت قيمها تتراوح من ( 0.3 مم وحتى 4 مم ) وهي من مرتبة دقة القياس للجهاز المستعمل الحالي. أما بالنسبة لنقاط المراقبة الارتفاعية على المصاطب والمقاسة من قبلنا بالأجهزة الالكترونية الدقيقة والمقاسة من قبل المهندسين في ذلك الزمن، بالأجهزة البصرية التقليدية وجهاز التاكوميتر فالفرق وصل كحد أعظمي حتى 7 سم على مدى أربعين عاماً، والقيمة مقبولة بحسب نورمات القيم المسموحة لهبوط السدود، ونقترح متابعة دورات القياس بأجهزة المراقبة الالكترونية الدقيقة (النيفو الرقمي مع الميرا المشفرة) لتبيان سبب هذا الفرق بشكل دقيق.

### 3: دراسة استقرار سد الثورة منذ العام 2000 :

بعد الكشف على النقطة RR2 الواقعة أسفل عمود توتر كهرياء (66 kv) وتسميتها الحالية (R1-1)، وبالبحت عن نقاط مراقبة بقيت حتى تاريخه، تم إيجاد النقطة الارتفاعية عند الدرج النازل من مبنى إدارة السد إلى جسم السد وكذلك جميع نقاط المراقبة على المصاطب الخمس وهي مبينة على الشكل (7) .

الجدول (6) نموذج من نتائج دراسة الاستقرار الارتفاعي لسد الثورة منذ عام 2000

	ارتفاع حالي	ارتفاع البداية	ارتفاع 2007	فروقات 1	فروقات 2
Name	H LEVEL	H starting	H y2007	H LE- H st	H LE- H y07
R1-1		164.0936			
RB2	164.1417	164.1390		0.0026	
R1	163.2836	163.54	163.5330	-0.2564	-0.2494
R2	163.3656	163.469	163.4170	-0.1034	-0.0514
R3	163.3748	163.586	163.5280	-0.2112	-0.1532
R4	163.4229	163.585	163.5150	-0.1621	-0.0921
R5	163.3874	163.594	163.5120	-0.2066	-0.1246
R6	163.4613	163.645	163.6240	-0.1837	-0.1627
R7	163.4830	163.706	163.7670	-0.2230	-0.2840
R8	163.5254	163.777	163.7350	-0.2516	-0.2096
R9	163.4865	163.785	163.7540	-0.2985	-0.2675

R10	163.5375	163.865	163.8430	-0.3275	-0.3055
R11	163.6356	163.935	163.8260	-0.2994	-0.1904
R12	163.6367	163.796	163.7050	-0.1593	-0.0683
R13	163.5332	163.725	163.6410	-0.1918	-0.1078
R14	163.5115	163.728	163.6540	-0.2165	-0.1425
R15	163.4849	163.659	163.5900	-0.1741	-0.1051
R16	163.4599	163.606	163.5570	-0.1461	-0.0971
R17	163.3492	163.521	163.4650	-0.1718	-0.1158
R18	163.3748	163.541	163.4900	-0.1662	-0.1152
R19	163.4107	163.472	163.4370	-0.0613	-0.0263
R20	163.3340	163.473	163.4290	-0.1390	-0.0950
R21	163.4882	163.417	163.3740	0.0712	0.1142

من مناقشة الجدول السابق، نجد أن النقطة الارتقاعية الوحيدة المتبقية من مرحلة بناء السد، ما زالت مستقرة (خلال 20 عاماً بالتغير لا يذكر 0.0026 متر). أما بالنسبة إلى نقاط المصاطب فهي:

1- إما تعرضت لهبوط مقداره الوسطي 0.13 m -

2- أو أنه تم استخدام منسوب مرجعي مغلوط للنقطة RB2 يساوي إلى 164.24 m

ولذلك ينبغي إجراء القياسات الدورية بشكل مكثف ولعدة سنوات على نقاط السد للتحقق من الفرضيتين السابقتين.

#### مناقشة النتائج في كلا السدين المدروسين:

1- قيم الهبوطات في كلا السدين خلال سنة المراقبة وللدورات الثلاث مستقرة.

2- بينت دراسة الاستقرار الارتقاعي في سد 16 تشرين أن المنشآت البيتونية مستقرة خلال 40 سنة الماضية

3- الأساس الارتقاعي في كل من سدي الثورة و16 تشرين، مستقر منذ انجاز بناءهما وحتى الوقت الحاضر

4- بينت دراسة الاستقرار الارتقاعي في سد 16 تشرين أن نقاط المراقبة على المصاطب قد هبطت بمقدار 7cm خلال الـ 40 سنة الماضية وهذه القيمة ضمن القيم المقبولة.

5- دراسة الاستقرار الارتقاعي في سد الثورة لنقاط المراقبة على المصاطب لم تعط نتائج حاسمة فهي إما تعرضت لهبوط مقداره الوسطي 0.13 m - أو تم استخدام منسوب مرجعي مغلوط للنقطة RB2 يساوي إلى 164.24 m ولذلك ينبغي إجراء القياسات الدورية بشكل مكثف ولعدة سنوات على نقاط السد للتحقق من الفرضيتين السابقتين.

#### References:

- 1- Moneer yahia , "" Surveying book 2" , university publications November 2010
- 2- Faez Deeb , " Geodetic instruments" , university publications November 2010
- 3- Mohamad Sadek Issa, " Surveying book 3" , university publications November 2010
- 4- Yahia, Moneer, " Study of horizontal geodesic networks of some private installations", Engineering Science Series Volume (37) issue (4) 2015,

- 5- "Displacement response of a concrete arch dam to seasonal temperature fluctuations and reservoir level rise during the first filling period: evidence from geodetic data", Cemal Ozer Yigit, Salih Alcay & Ayhan Ceylan, Geomatics, Natural Hazards and Risk, 2016.
- 6- Hofmann – Wellenhof, B. and Mortiz, "physical geodesy" . Vienna > springer verlag, H(2006).
- 7- Robert Duchnowski, Vertical Displacement Analysis Based on Application of Univariate Model for Several Chosen Estimation Methods, Poland, FIG Working Week 2020 Smart surveyors for land and water management Amsterdam, the Netherlands, 10–14 May 2020
- 8-Bayrak, T. " Modelling the relationship between water level and vertical displacements on the Yamula Dam, Turkey" . Natural Hazards and Earth System Sciences 2007, 7, 289-297.
- 9-"R. Cifres, G. Cooksley , "Satellite Technologies for Dam Motion Monitoring" , Satellite Systems & Applications, Telespazio VEGA UK Ltd, 350 Capability Green, Luton LU1 3LU, United Kingdom, United Kingdom , JISDM\_2016.