

## دراسة الحالة الهندسية لخزانات المياه العالية

الدكتور المهندس عبد الرزاق رمضان

قسم الهندسة الطبوغرافية، كلية الهندسة المدنية، جامعة حلب

الدكتور المهندس محسن أحمد

قسم الهندسة الطبوغرافية، كلية الهندسة المدنية، جامعة تشرين

### الملخص

تعتبر خزانات المياه العالية من المنشآت الهندسية الهامة التي تتواجد بكثرة في مختلف التجمعات السكانية، وباعتبار أن تزويد هذه الخزانات بالماء يتم بطريقة مضغوطة وتفرغها بالراحة عبر شبكة المياه العذبة، الأمر الذي يعرضها إلى حمولات ديناميكية متغيرة باستمرار، بالإضافة إلى احتمال تسرب المياه تحت أساساتها كبير، مما يسبب تغيرات في سلوك التربة قد يؤدي إلى تحرك الأساسات وبالتالي انحراف الأعمدة أو تشوهها، وقد تتعرض الأعمدة إلى انحراف أو تشوه نتيجة لأخطاء التنفيذ، مما يشكل خطراً على استقرار الخزان. إن مراقبة هذه التحركات بواسطة الأجهزة المساحية الدقيقة واعتماد برنامج مراقبة مساحي والكشف المبكر عن أي تحرك وتعيين مقداره واتجاهه، سواءً أكان ذلك أثناء التنفيذ أو بعد استئثار المنشأة، يساعد على البحث عن أسباب هذه التحركات ووضع الحلول المناسبة لمعالجتها في الوقت المناسب. يتناول هذا البحث تعيين انحراف أعمدة خزان الزيدي، وذلك من خلال مراقبتها بعدة طرائق وفق برنامج مراقبة مساحي واختيار الطريقة المثلى وتعميمها من أجل مراقبة المنشآت المشابهة هندسياً.

كلمات مفتاحية: الخزانات العالية، التحركات، المساحة.

## 1 - مقدمة

تستند أساسات خزانات المياه العالية على التربة التي يتغير سلوكها تحت تأثير الحمولات الميتة والحية لهذه الخزانات، بالإضافة إلى الحمولات الديناميكية الناتجة عن إملء الخزان وتفريغه دورياً، وقد يتغير سلوك التربة تحت تأثير تسرب المياه المحتمل تحت الأساسات، وبالتالي فإن هذه الأساسات قد تتعرض إلى هبوطات متساوية أو تفاضلية، الأمر الذي قد يؤدي إلى انحراف الأعمدة أو تشوهها أو كليهما معاً (ميني، 1978).

إن علم الجيوديزيا الحديث اهتم في مراقبة هذه التحركات وتعيين مقاديرها واتجاهاتها وتطورها مع الزمن، وما ينتج عنها من تشوهات في عناصر الخزان وخاصة بعد تطور الأجهزة المساحية الذي أتاح إمكانية القياس وتعيين مواقع نقاط المراقبة المساحية بدقة عالية، وذلك خلافاً لما كانت عليه الطرق القديمة في مراقبة هذه التحركات وتعيين مقدارها (أغة القلعة، 1983).

## 2 - طرائق مراقبة تحركات أعمدة خزانات المياه العالية

إن الحفاظ على سلامة الخزانات العالية من خطر الانهيار، وعلى مظهرها الخارجي، يتطلب مراقبة تحركات عناصرها الأساسية اعتباراً من بداية التنفيذ ولكي تكون طريقة المراقبة المساحية فعالة ينبغي إجراء القياسات وفق فترات زمنية منتظمة ومتقاربة في بداية تنفيذ الخزانات وحتى استثمار الخزان، مع ضرورة الاستمرار في مراقبة عناصر الخزان حتى بعد استثماره، وذلك تحسباً لأي أسباب طارئة قد تتسبب في إحداث أضرار غير مرغوبة أو تعطل استثمار هذه الخزانات وتقديم نتائج المراقبة المساحية أولاً بأول إلى الجهات المعنية من أجل اتخاذ القرار ووضع الحلول المناسبة لمعالجة التحركات والحفاظ على سلامة الخزان وعناصره الأخرى (ليفشوك، نوفاك، كونوسوف، 1981).

تم مراقبة انحراف أعمدة الخزان بثلاث طرائق:

1. الرصد في المستوي الشاقولي المار من المحور الطولي للأعمدة.
2. الرصد بطريقة الإحداثيات باستخدام الصفيحة العاكسة (الرصد الليزري).
3. استخدام خيط المطمار.

### 3 - أهمية البحث وأهدافه

إن الخزانات العالية قد تكون مستقرة لفترات طويلة، توحى بعدم الحاجة إلى مراقبتها، إلا أنها قد تعاني من تغييرات تطراً عليها مع مرور الزمن وتضعها في دائرة الخطر، الأمر الذي يتطلب مراقبة دائمة لهذه الخزانات. إن التقنيات المساحية الحديثة تسمح بوضع برامج مراقبة دقيقة واقتصادية وسريعة وسهلة، إذ يمكن قياس المسافات أو الاتجاهات بسرعة ودقة عالية وبدون استخدام العواكس وخاصة في المواقع المرتفعة أو المواقع التي يصعب الوصول إليها، وذلك على عكس ما كانت عليه الطرق القديمة التي تتطلب كلفاً عالية وزمناً أطول للوصول إلى هذه المواقع وقد لا تلبي دقتها هدف المراقبة. إن نجاح طريقة المراقبة المقترحة في الكشف عن التحركات في التجربة العملية، يعني إمكانية تعميمها على منشآت هندسية مشابهة وهي كثيرة في سورية.

### 4 - وصف التجربة

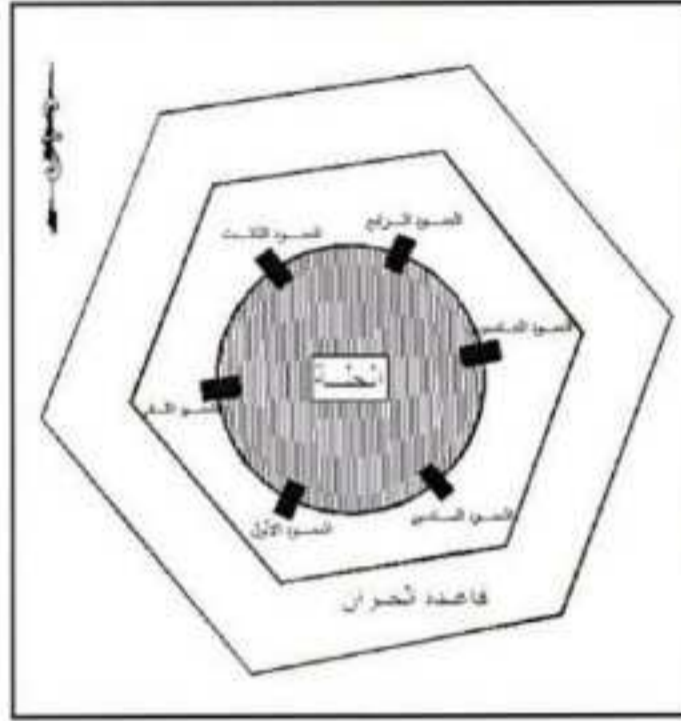
يتألف الخزان كما في الشكل رقم (1) من العناصر الأساسية التالية:

أولاً: قاعدة الخزان وهي على مستويين:

المستوي الأول: عبارة عن قاعدة من الببتون المسلح ارتفاعها 75 cm عن مستوي سطح الأرض الطبيعية وذات شكل سداسي منتظم طول ضلعه 9.30 m

المستوي الثاني: عبارة عن قاعدة من الببتون المسلح وذات شكل سداسي أيضاً طول ضلعه 6.70 m وارتفاعها 50 cm عن مستوي سطح القاعدة الأولى.

ثانياً: الأعمدة وعددها ستة أعمدة أبعاد مقطع كل منها  $50 \times 100$  cm وارتفاعها 25 m اعتباراً من سطح المستوي الثاني للقاعدة وحتى أسفل حلة الخزان.  
ثالثاً: الحلة وهي ذات شكل دائري قاعدتها وجدارها من البيبتون المسلح تتركز على الأعمدة، قطرها الخارجي 7.5 m وارتفاعها 5 m تقريباً وسعتها  $1000 \text{ m}^3$  تقريباً  
رابعاً: العناصر الإنشائية الرابطة للأعمدة ( الشدادات ).



الشكل (1) مسقط قاعدة الخزان وأعمدته

## 5 - منهجية البحث

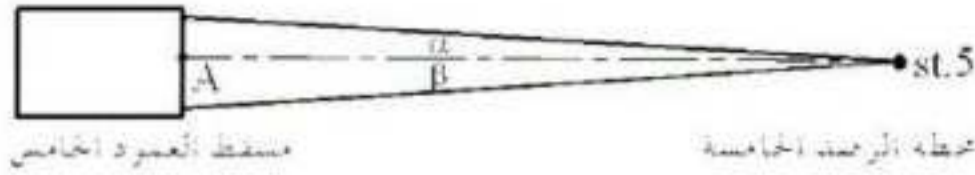
إن مراقبة ميلان أعمدة الخزان بطريقة الإحداثيات تحتاج إلى نقاط استناد كافية تتبج إمكانية التمركز على واحدة من بينها والتوجيه نحو نقطة أخرى على الأقل، من أجل هذا تم غرس أربع نقاط A, B, C, D تحيط بالخزان على شكل مضلع مغلق وفي مواقع مستقرة بحيث يمكن رؤية النقطتين الأمامية والخلفية من كل نقطة تمركز (المحطة).

تم حساب إحداثيات النقاط A,B,C,D بالطريقة القطبية استناداً إلى مجموعة الأرصاد ( اتجاهات ومسافات ) باتجاه النقاط المرجعية المتوافرة بالقرب من الخزان والمرئية منه، مع ملاحظة أن تأثير دقة مواقع النقطة المغروسة مهمل عند تعيين ميلان الأعمدة واتجاهه، وهذا لا بد من تحقيق دقة نسبية بين إحداثيات النقاط الأربعة A,B,C,D. الأمر الذي يتطلب استخدام قانس مسافات إلكتروني ليزري نوع TOPEON GPT-3002 LN حيث تم إجراء قياس المسافات بوضعية القياس الدقيقة Fine  $\pm 0.2$  mm Mode التي تكون فيها دقة قياس المسافة معطاة بالعلاقة التالية:  $m_D = \pm(2mm + 2mm \times D^{-6})$  حيث D المسافة المقاسة بالكيلومتر وبالمقارنة مع الأطوال الوسطية بين نقاط التمرکز والأعمدة فإن القيمة  $2mm \times D^{-6}$  مهملة وبالتالي فإن دقة قياس المسافات بحدود 2 mm تقريباً وإن دقة قياس الاتجاهات في هذا الجهاز  $\pm 4.5^{\circ}$ . وللتحقق قيست زوايا وأضلاع المضلع المغلق A,B,C,D ومقارنة القيم المقاسة مع القيم المحسوبة من الإحداثيات فكانت الفروقات مهملة. أما بالنسبة لقياس ميلان الأعمدة بطريقة خيط المطمار فقد تم استخدام خيط الشاقول من مادة النايلون الأبيض بقطر 1 mm يحمل في نهايته نقلاً (بلبل) مقداره 4.2 kg مع ملاحظة أن تمدد الخيط نتيجة الوزن المعلق بنهايته لا يؤثر على قياس ميلان الأعمدة، وإن العامل المؤثر هو تذبذب الخيط، من أجل هذا تم استخدام حوض تهدئة من الزيت ذو كثافة عالية يتدلى ضمنه النقل، وذلك لمنع تذبذب خيط المطمار.

#### 5-1- الرصد في المستوي الشاقولي المار من محور العمود

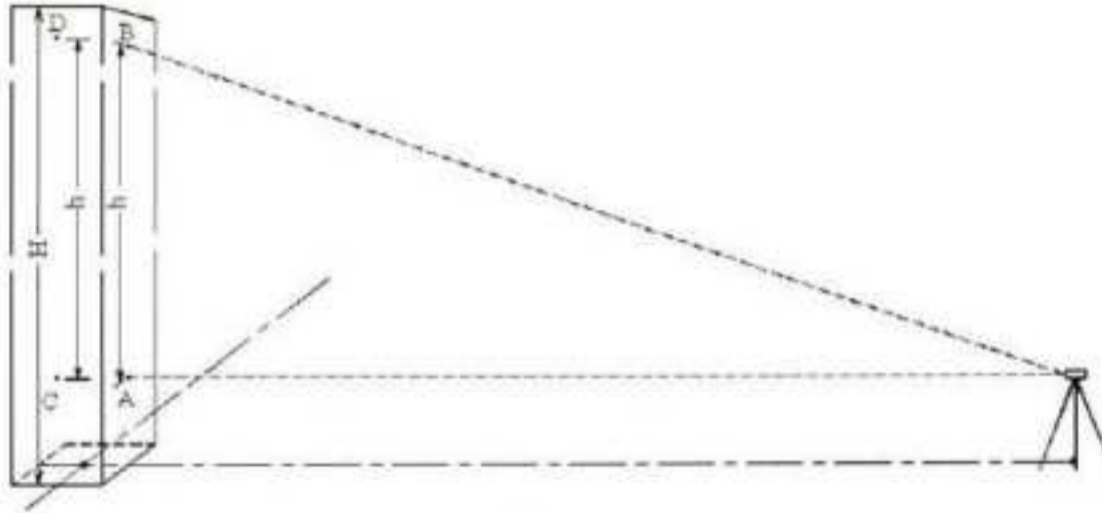
من أجل تحديد مقدار واتجاه انحراف شاقولية محاور الأعمدة، تم إنشاء استقامة أفقية عمودية على منتصف الوجه الأمامي لكل عمود، ومن ثم تركيز جهاز الرصد على هذه الاستقامة وبعيد مسافة لا تقل عن ضعف ارتفاع العمود حيث يتم تركيز الجهاز على هذه الاستقامة بالتقريب المنتالي، وذلك بتحريك الجهاز يمينا

ويساراً حتى تتساوى الزاويتان  $\alpha$  و  $\beta$ ، كما في الشكل رقم (2) الذي يبين محطة الرصد الخامسة المقابلة للوجه الأمامي للعمود الخامس.



الشكل (2)

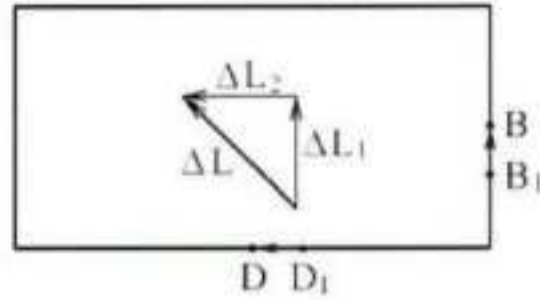
وبذلك يقع محور الوجه الأمامي للعمود (أي المحور الطولي للعمود) في المستوى الشاقولي الذي تمسحه نظارة جهاز الرصد عند تدويرها حول محورها الثانوي وبذلك فإن خط الرصد الشاقولي سيمر نظرياً من النقطتين A و B منتصفي وجه العمود في الأسفل وفي الأعلى (أي سيمر من المحور الشاقولي للعمود في حالته السليمة) كما في الشكل رقم (3)



الشكل (3)

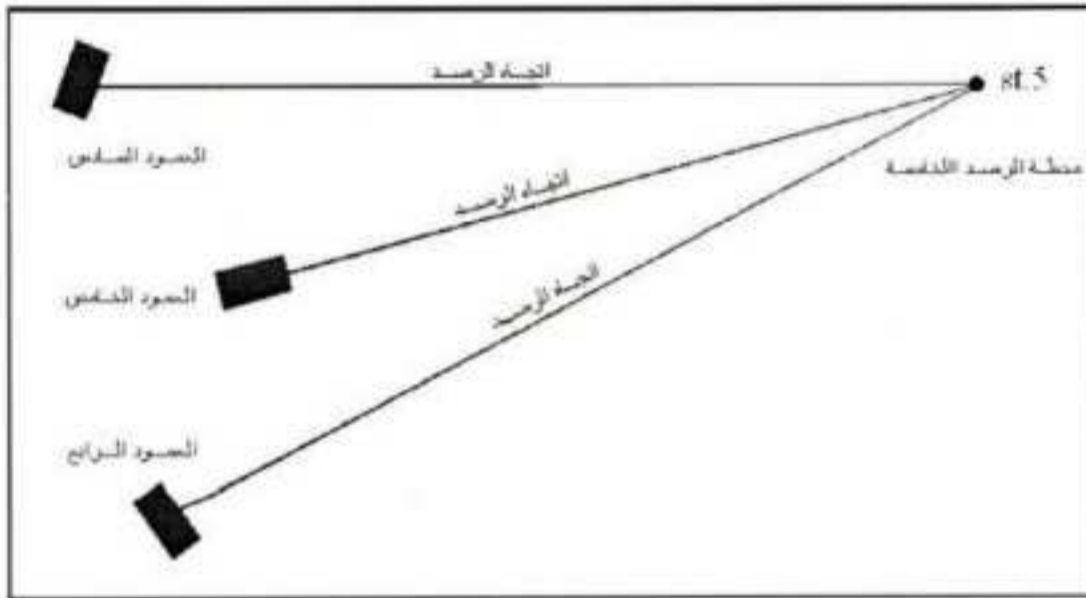
ولكن بسبب الانحراف سنحصل على النقطة  $B_1$  التي تنتمي إلى المستوى الشاقولي الذي تمسحه نظارة الجهاز المار من النقطة A بدلاً من النقطة B منتصف الوجه الأمامي للعمود، كما في الشكل رقم (4) وبالتالي فإن القيمة  $BB_1$  نعتبر عن الميلان الجزئي لمحور العمود نحو اليمين أو نحو اليسار بالنسبة لارتفاع العمود الجزئي h

بين النقطتين A و B, وذلك بإهمال ميلان العمود في الأسفل مقارنة مع ميلانه في الأعلى, (رمضان, 2000).



الشكل (4)

هذا ويمكن رصد وجه جانبي وحيد (المعامد للوجه الأمامي) للعمودين الرابع والسادس كما في الشكل رقم (5) من محطة الرصد الخامسة, وهكذا بالطريقة نفسها نتمكن من رصد ثلاثة وجوه لثلاثة أعمدة اعتباراً من كل محطة رصد والبالغ عددها ست محطات, وفي النتيجة نحصل على نتائج رصد ثلاثة وجوه لكل عمود حيث يتم تحديد ميلان العمود نحو اليمين أو اليسار من خلال تحليل نتائج رصد الوجه الأمامي.



الشكل (5)

أما تحديد ميلان العمود إلى الأمام أو الخلف فيتم من خلال تحليل نتائج رصد الوجهين الجانبيين للعمود، وهنا تجدر الإشارة إلى أن رصد وجه جانبي وحيد يكفي لتحديد الميلان باتجاه الأمام أو الخلف، وبالتالي فإن نتائج رصد الوجه الجانبي الآخر قد استخدمت للتحقق فقط، وتم إهمال نتائجها وبذلك فإن المقدار  $DD_1$  يعتبر عن الميلان الجزئي لمحور العمود إلى الأمام أو الخلف بالنسبة لارتفاع العمود الجزئي  $h$  بين النقطتين  $C$  و  $D$ ، الشكل رقم (4).

يمكن تعيين الميل الكلي بالنسبة لارتفاع العمود الكلي  $H$ ، الشكل رقم (3) على اعتباره محصلة الميولين الكليين في الاتجاهين المتعامدين يمين أو يسار، أمام أو خلف، حيث أعطيت إشارة السالب عندما يكون الانحراف نحو اليسار، ونحو الأمام وذلك بتطبيق العلاقات التالية، كما في الشكل رقم (4):

$$\Delta L_1 = \frac{BB_1 \times H}{h}$$

$$\Delta L_2 = \frac{DD_1 \times H}{h}$$

$$\Delta L = \sqrt{\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2}$$

$\Delta L_1$  - الميل الكلي للعمود نحو اليمين أو اليسار.

$\Delta L_2$  - الميل الكلي للعمود إلى الأمام أو الخلف.

$\Delta L$  - الميل الكلي للعمود.

بنتيجة القياسات المباشرة وغير المباشرة تم قياس العناصر التالية:

- الارتفاع الجزئي للعمود  $h=20$  m

- الارتفاع الكلي للعمود  $H=25$  m

يمكن حساب زاوية ميل العمود بالنسبة لمحوره الشاقولي (الطولي) بالعلاقة التالية:

$$\gamma = \arctg \frac{\Delta L}{H}$$



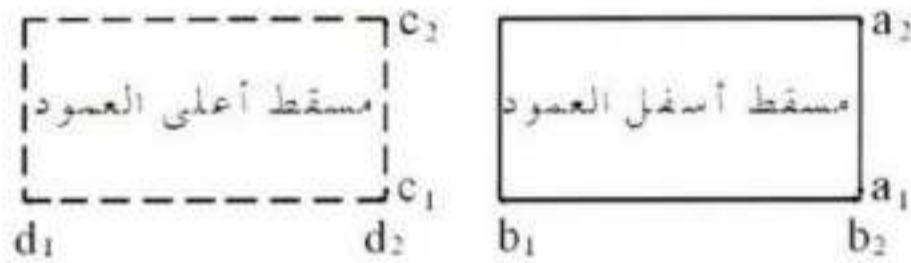
الجدول رقم (1) يبين الحسابات الناتجة عن القياسات المساحية لجميع الرصدات لتعيين ميلان الأعمدة (cm).

الجدول (1) يبين نتائج الأرصاد بطريقة الرصد في المستوى الشاقولي (cm)

اسم العمود	BB <sub>1</sub>	DD <sub>1</sub>	$\Delta L_1$	$\Delta L_2$	$\Delta L$	$\gamma(gr)$
الأول	-18.8	-17.9	-23.5	-24.6	34	0.0136
الثاني	-34.9	9.4	-43.6	11.75	45.2	0.0181
الثالث	-15.3	20.7	-19.1	22.1	29.2	0.0117
الرابع	10.4	14.2	13	25.9	29	0.0116
الخامس	12.8	-7.1	16	-8.9	18.3	0.0073
السادس	1.9	-20.1	2.4	-25.1	25.2	0.0101

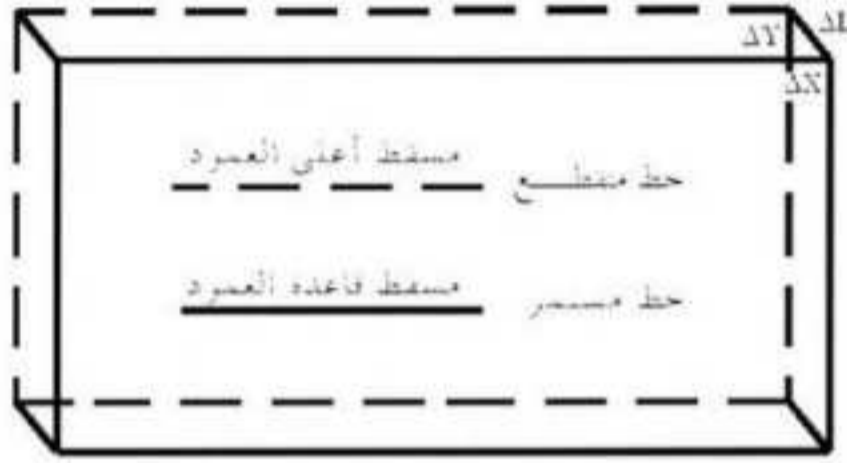
## 5-2- طريقة الإحداثيات

من أجل مراقبة ميلان الأعمدة بطريقة الإحداثيات، تم غرس قاعدتين علوية وسفلية على وجهين متعامدين لكل عمود. اعتماداً على نقاط الاستناد الأربعة A,B,C,D تم رصد نقاط المراقبة المساحية الموجودة على الوجهين المتعامدين لكل عمود من أعمدة الخزان (القاعدة السفلية  $a_2, a_1$ ، والقاعدة العلوية  $c_2, c_1$  للوجه الأول للعمود، والقاعدة السفلية  $b_2, b_1$  والقاعدة العلوية  $d_2, d_1$  للوجه الجانبي للعمود) وحساب إحداثيات هذه النقاط بطريقة النقط الزاوي الأمامي، الشكل رقم (6) يبين القاعدتين السفليتين والعلويتين لوجهي العمود المتعامدين.



الشكل (6)

في الحالة الصحيحة, أي عندما يكون العمود شاقولياً تماماً يجب أن تكون إحدائيات نقاط المراقبة المساحية الموجودة في أسفل العمود مساوية إلى إحدائيات نقاط المراقبة المساحية الموجودة في أعلاه والمتوافقة معها أي:  $X_{a1} = X_{c1}$  و  $Y_{a1} = Y_{c1}$  و  $X_{a2} = X_{c2}$  و  $Y_{a2} = Y_{c2}$ . أما في حال وجود ميلان في محور العمود فإنه سيؤدي إلى ظهور فروق في الإحدائيات المتوافقة, كما في الشكل رقم (7). من خلال هذه الفروقات نستطيع حساب ميلان المحور بالنسبة للشاقول واتجاهه بالنسبة للشمال الاعتباري (غير ضروري). يمكن حساب الميلان الجزئي على الارتفاع الجزئي h للعمود بالعلاقة التالية:



الشكل (7)

$$\Delta S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

وحساب الميلان الكلي (cm) بالنسبة لارتفاع العمود H الكلي بالعلاقة التالية:

$$\Delta L = \frac{\Delta S \times H}{h}$$

يمكن حساب زاوية ميلان العمود بالنسبة لمحوره الشاقولي بالعلاقة التالية:

$$\gamma = \arctg \frac{\Delta L}{H}$$

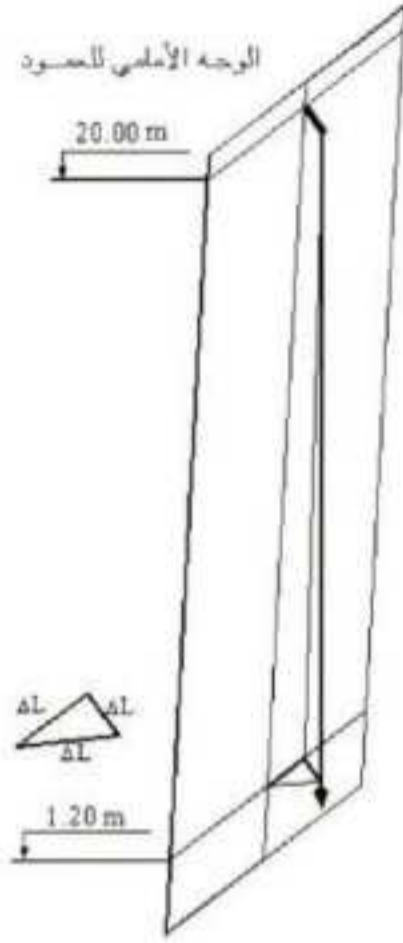
وهكذا بالنسبة لجميع أعمدة الخزان, حيث نتائج فروق الإحدائيات ومحصلتهما مبينة في الجدول رقم (2).

الجدول (2) يبين نتائج الأرصاد بطريقة الإحداثيات (cm)

اسم العمود	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta L$	$\gamma(gr)$
العمود الأول	-19.3	-14.5	30.17	0.0121
العمود الثاني	-34.2	6.2	43.4	0.0174
العمود الثالث	-15.2	18.1	29.5	0.0118
العمود الرابع	9.8	18.4	26.1	0.0104
العمود الخامس	12	-9.5	19.1	0.0076
العمود السادس	1.5	-22.9	28.7	0.0115

### 3-5- طريقة خيط المطمار

كما هو مبين في منهجية البحث ( الفقرة 5 ) فقد تم مراقبة ميلان الأعمدة بواسطة خيط المطمار. من أجل هذا تم تعليق خيط المطمار على الوجه الأمامي للعمود، إذا كان الميلان باتجاه الأمام، أو على الوجه المناظر (الخلفي) إذا كان الميلان باتجاه الخلف، وذلك اعتباراً من أعلى الارتفاع الجزئي  $h$  للعمود (أي على ارتفاع 20 m)، ثم قيست المسافة بين خيط المطمار ووجه العمود في الأعلى والأسفل، حيث يعبر الفرق بين القيمتين العلوية والسفلية عن ميلان العمود نحو الأمام أو الخلف ونظراً لاستحالة تعليق خيط المطمار على الأوجه الجانبية للأعمدة لارتباطها بشدادات أفقية على عدة مستويات، فقد تم قياس الفروقات بين استقامة خيط المطمار ومحور الوجه الأمامي للعمود، حيث تعبر هذه الفروقات عن ميلان العمود نحو اليمين أو اليسار، كما هو موضح في الشكل رقم (8). بتعميم النتيجة على الارتفاع الكلي  $H$  للعمود (على ارتفاع 25 m) وتطبيق العلاقات الواردة في البند 1-5 حصلنا على القيم المبينة في الجدول رقم (3) ، (رمضان، 2000).

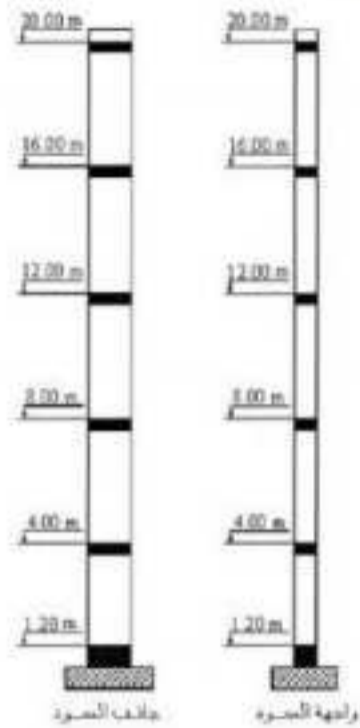


الشكل (8)

الجدول (3) يبين نتائج الأرصاد بطريقة خيط المطمار (cm)

اسم العمود	BB <sub>1</sub>	DD <sub>1</sub>	$\Delta L_1$	$\Delta L_2$	$\Delta L$	$\gamma(gr)$
الأول	-19	-14.2	-23.8	-17.8	29.7	0.0119
الثاني	-34.6	5.7	-43.3	7.1	44.3	0.0177
الثالث	-15	18.5	-18.8	23.1	29.8	0.0119
الرابع	10.1	18.4	12.6	23	26.2	0.0105
الخامس	12.4	-9.3	15.5	-11.6	19.4	0.0078
السادس	1.7	-23.1	2.1	28.9	29	0.0116

## 5-4- مراقبة الميلان الجزئي للأعمدة



الشكل (9)

نظراً لارتفاع الأعمدة البالغ 25 m والمرتبطة مع بعضها البعض بواسطة شدادات (عناصر الربط الإنشائية) على ست مستويات متساوية التباعد الشاقولي فإن الميلان الكلي للأعمدة قد لا يكون منتظماً بين هذه المستويات. من أجل هذا تم غرس نقاط مراقبة مساحية على محور الوجه الأمامي وعلى محور أحد الوجهين الجانبيين لكل عمود عند كل مستوي من المستويات الستة، وحساب ميلان الأعمدة الجزئي بين كل مستويين متتاليين اعتباراً من المستوي الأول (أسفل العمود على ارتفاع 1.20m عن سطح الأرض الطبيعية)، وحتى المستوي السادس على ارتفاع 20m أي على كل الارتفاع الجزئي h للعمود، كما في الشكل رقم (9). لهذه الغاية تم استخدام طريقة الرصد بواسطة الإحداثيات، وتشكيل الجدول رقم (4) الذي يبين الحسابات الناتجة عن القياسات المساحية عند كل مستوي من المستويات الستة لهذه الأعمدة حيث يبين الجدول الميلان الجزئي بين كل مستويين متتاليين إلى الأمام أو

الخلف ويظهر العمود الأخير من الجدول مجموع الميلانات الجزئية حتى الارتفاع الجزئي للعمود (20 m).

الجدول (4) يبين الميلانات الجزئية للأعمدة, أمام أو خلف (cm)

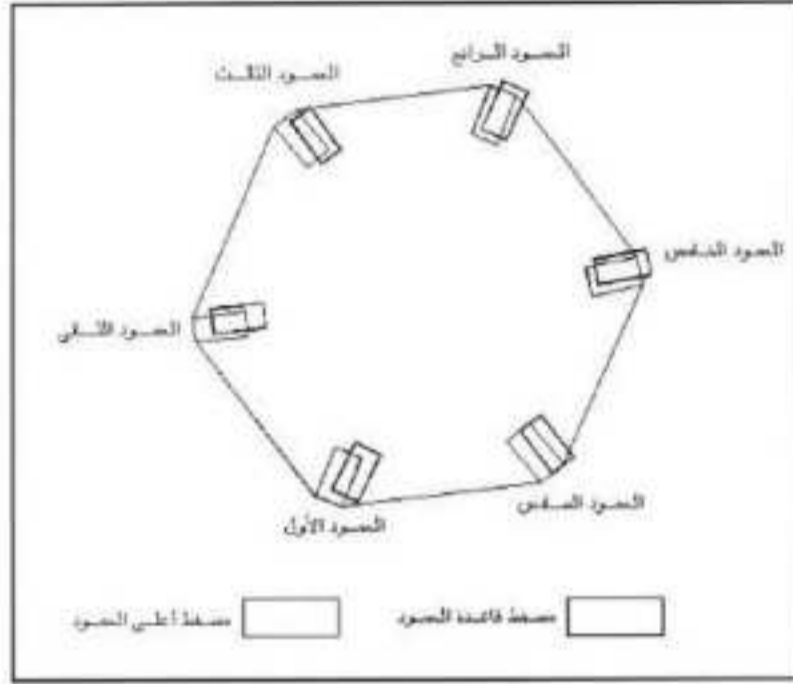
رقم العمود	المستوي الأول	المستوي الثاني	المستوي الثالث	المستوي الرابع	المستوي الخامس	المستوي السادس	المجموع
الأول	0	-3.8	-3.5	-4	-3.9	-4.1	-19.3
الثاني	0	-7.1	-6.9	-7.2	-7.8	-6.7	-35.7
الثالث	0	-3.2	-3	-3.4	-2.9	-3.4	-15.9
الرابع	0	1.7	2	2.1	2.3	1.9	10
الخامس	0	2.1	2.4	2.8	3.2	2.6	13.1
السادس	0	0	0	1	0	0.7	1.7

أما الجدول رقم (5) فيبين الميلان الجزئي بين كل مستويين متتاليين نحو اليمين أو اليسار, ويظهر العمود الأخير من الجدول مجموع الميول الجزئية حتى الارتفاع الجزئي للعمود (20 m).

الجدول (5) يبين الميول الجزئية للأعمدة, يمين أو يسار (cm)

رقم العمود	المستوي الأول	المستوي الثاني	المستوي الثالث	المستوي الرابع	المستوي الخامس	المستوي السادس	المجموع
الأول	0	-2.8	-3.4	-2.7	-2.3	-3.3	-14.6
الثاني	0	1.2	1.6	0.8	2	0.9	6.5
الثالث	0	3.9	3.2	3.6	3.1	3.7	17.5
الرابع	0	3.7	3.9	4.5	3.2	3.6	18.9
الخامس	0	-1.6	-2	-1.5	-1.9	-2.3	-9.3
السادس	0	-4.2	-4.7	-4.1	-5	-5.2	-22.6

الشكل رقم (10) يبين مساقط مقاطع الأعمدة من الأعلى ومن الأسفل والانزياحات بينها.



الشكل (10)

#### 6- الاستنتاجات

1. أظهرت نتائج المراقبة المساحية تقارباً كبيراً بين الطرائق الثلاث المستخدمة وذلك عند تعيين ميلان الأعمدة نحو اليمين أو نحو اليسار.
2. أظهرت نتائج المراقبة المساحية تقارباً كبيراً بين طريقتي الرصد بواسطة الإحداثيات وخطب المطمار عند تعيين ميلان الأعمدة إلى الأمام أو الخلف مع وجود تباين واضح بين نتيجة هاتين الطريقتين وطريقة الرصد في المستوي الشاقولي لمحور العمود.
3. يوحي التباين المذكور في الجملة السابقة إلى عدم القدرة لدى الراصد على تحديد نقطة تقاطع الخط الشاقولي لمحكم جهاز الرصد مع جانب العمود بشكل دقيق عندما يصنع خط الرصد زاوية أفقية حادة مع جانب العمود.

4. إن الفروقات بين النتائج للطرائق الثلاث هي بحدود  $\pm 5 \text{ mm}$  وبالتالي فهي مبررة بأخطاء القياس حيث لا توجد قيم كبيرة شاذة.
5. دلت نتائج الفقرة (4-5) أن ميلان الأعمدة في الاتجاهين من أسفل العمود وحتى أعلاه شبه منتظم ولا يوجد تحنيب، أو التواء في الأعمدة.

#### 7- التوصيات

1. نوصي باستخدام طريقة خيط المطمار عند تحديد ميلان العناصر المرتفعة التي لا يزيد ارتفاعها عن 25 m وذلك نظراً لسهولة تجهيزاتها وسهولة القياس فيها، خاصة وأنها أعطت نتائج جيدة مقارنة مع طريقتي الرصد الثابنتين.
2. عدم استخدام طريقة الرصد في المستوي الشاقولي عند تحديد ميلان العناصر المرتفعة، إلا إذا كان خط الرصد أي المستوي الشاقولي الذي ينتمي إليه خط الرصد عمودياً على وجه العمود المرصود.
3. التوقف عن استثمار خزان المياه والبحث عن حلول لمعالجة ميلان أعمدته.

#### المراجع

1. رمضان د. عبد الرزاق، 2000 - الأعمال المساحية في المنشآت الخطية. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية - جامعة حلب - كلية الهندسة المدنية.
2. ميني د. حنا، 1978 - ميكانيك التربة. جامعة دمشق - كلية الهندسة المدنية.
3. آغة القلعة د. سعد الله، 1983 - ضبط الهبوطات والانزلاقات والكشف المبكر عن التصدعات في المنشآت المدنية الكبيرة. المهندس العربي، العدد 73.
4. ليفشوك ك.ب; نوفاك ف.ي; كونوسوف ف.ك; 1981 - المساحة التطبيقية. نيدرأ - موسكو.



## **Study the Engineering Situation of High Water Tanks**

**Dr. Abed Al - Razzak Ramadan**

Aleppo University - Faculty of Civil Engineering - Department of Topography

**Dr. Mohsen Ahmed**

Tishreen University - Faculty of Civil Engineering - Department of Topography

### **Abstract**

High water tanks are considered an important engineering structures that exist in abundance in the various communities in the Syrian Arab Republic. Since, the high water tank supplies the water in a compressed and then discharge the water by relieve through a network of fresh water, which may exposes the high water tank to constantly changing dynamic loads. In addition, it is a water facility and the possibility of leakage of water under the foundation is quite large, which may cause changes in the behavior of soil under the foundation and which may lead to movement depending on the nature of the changes and deformation of the soil. Hence, the columns are subjected to distortion or deformation as a result of this change which will cause a major threat to stability of the high water tank. To observe these movements, these can be done by using accurate surveying instruments and by utilization a surveying monitoring program to find out any movement and to set the amount and direction, if any, whether it happen during implementation or after the investment of facility which will help to search for the causes of these movements and propose appropriate solutions and processing in a timely manner. This research deals with determining the deformation of the tank columns by monitoring them by several methods according to surveying monitoring, and choosing the best way method for monitoring similar engineering structures.

**Key Words:** high water tank, movements, surveying.