

## دراسة جيولوجية وتكتونية أولية لبناء سد القدموس

الدكتور علي شحود\*

(تاريخ الإيداع 13 / 3 / 2012. قُبِلَ للنشر في 15 / 10 / 2012)

### □ ملخص □

تناول هذا البحث إيضاح الخصائص الليتولوجية والبتروغرافية والفيزيائية للتوضعات على الأطراف وحوض التخزين من خلال دراسة اللبابات الصخرية المستخرجة من بعض السبور، والعينات الصخرية من التكتشفات السطحية وبالتالي تم تحديد الوحدات النفوذة والكتيمة وصنفت هذه الوحدات تبعاً لذلك إلى ثلاثة نطاقات :

A : نطاق التجوية الشديد ويتمثل بالصخور النفوذة .

B : نطاق التجوية الضعيف ويتمثل بالصخور النفوذة .

C : نطاق الصخور الكتيمة .

وصنفت هذه الوحدات تبعاً لنقوديتها في نطاقين أساسيين :

- نطاق نفوذ: يتوضع هذا النطاق على طول محور السد المقترح اعتباراً من السطح وينتشر مسابراً للوضع الطبوغرافي بثخانة (6 م) . وكذلك ينتشر في قاع بحيرة التخزين وجوانبها . وتتكون من مواد حطامية مفككة .

- نطاق كتيم: يتوضع هذا النطاق على محور السد تحت النطاق النفوذ مباشرةً بثخانة (45-60 م) . وكذلك ينتشر في قاع بحيرة التخزين وجوانبها اعتباراً من العمق (6 م) . ويتكون من صخور كلسية مارلية ، ومارل .

وتبين وجود منحدرات متصدعة قابلة للانهييار على الطرف الثاني وتقطعه عدة فوالق تكتونية تتقاطع مع مجرى النهر، بالإضافة إلى وجود طبقة ثخينة مهشمة تكتونياً تقع في الجزء السفلي من حوض التخزين تعود إلى صدع تكتوني ظهر ذلك من خلال السبور . وهذه العوامل أثرت سلباً في خصائص مقاومة الطبقات وماتانتها على محور السد والأطراف، وخلق مسارات للرشح السفلي والجانبى المتزايد . لذلك تم استثناء المحور الثاني لكونه يتوضع على منحدرات متصدعة قابلة للانهييار مكونة من الطبقات الأم .

الكلمات المفتاحية: دراسة جيولوجية وتكتونية، سد القدموس، اللاذقية، سوريا .

\* أستاذ مساعد - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

## Primary Geological Tectonical Study for Building Kadmous Dam

Dr. Ali Shahood\*

(Received 13 / 3 / 2012. Accepted 15 / 10 /2012)

### □ ABSTRACT □

This research shows the lithological, petrographic and physical properties of the dam site-1,2 and storage basin from during rocks cors study and surface samples therefore have shaped non- penetrating and penetrating units and therefore these units were classified into three straps :

A-Hard weathering strip consists penetrating rocks.

B-Soft weathering strip consists penetrating rocks.

C- Non-penetrating rocks strip .

These units were classified according to their penetration to two straps:

- penetration strap at the dam axis account from surface and extend compliant topographic situation in thickness ( 6 m ) and so spread board and storage lake ,and consists of disconnected fragmented materials .

- Non-penetration strap at the dam axis account under directly in thickness (45-60m) and also spread penetration strap spread board and storage lake ,and formed form marls-calcite rocks and marls .

We found the existence of improper slops liable to break down and cross many faults with river, with thick tectonic layer broken located under lake. These factors have negative effect on the resistance and strength layers in this axis.

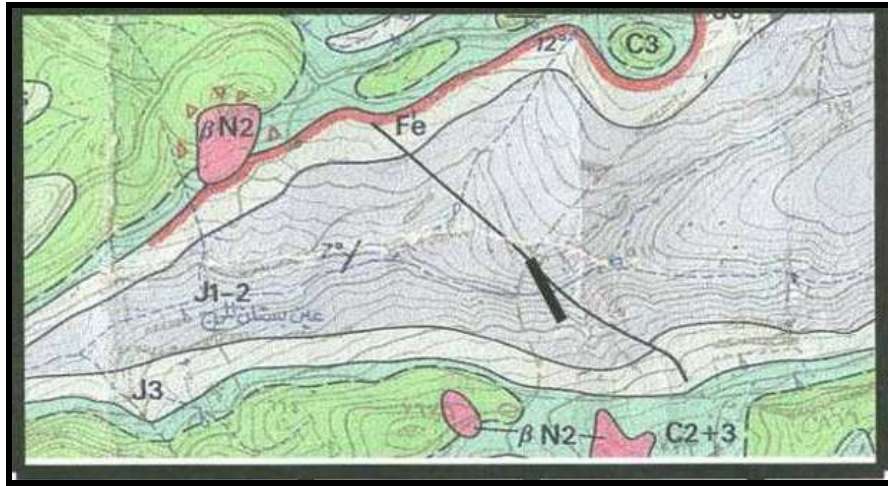
**Keyword:** Geological and tectonical study-Kadmos Dam-Lattakia-Syria

---

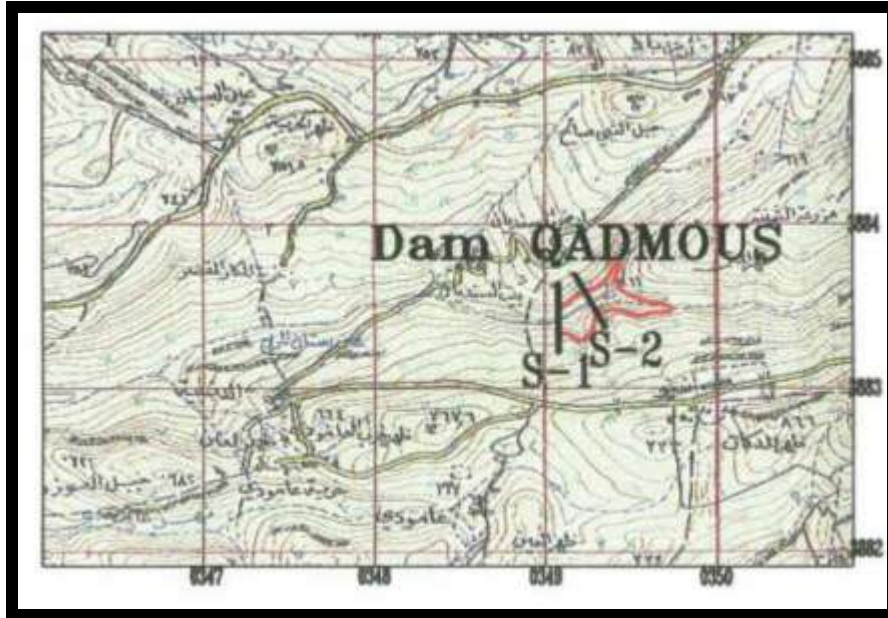
\*Associate Professor, Department of geology, Faculty of Science, Tishreen Univesity, Lattakia, Syria.

## مقدمة:

تقع منطقة القدموس على الطرف الشمالي الغربي للسطيحة العربية وتشكل جزءاً من نطاق السلسلة الساحلية ومحددة بالانهدام الليفانتي من الشرق والبحر المتوسط من الغرب وسلسلة الجبال اللبنانية من الجنوب وحوض نهر الكبير الشمالي من الشمال الشكل رقم ( 1 ) . ويقع سد القدموس في منطقة جبلية ذات تضاريس معقدة ومعراة يتخللها أودية نهريّة عميقة، مكونة من صخور كربوناتيّة ثخينة، يتخللها شبكة من الأودية النهريّة العميقة الدائمة والمؤقتة الجريان وتم إنشاء السد على نهر جورقا الزرقا الشكل رقم ( 2 ) .



الشكل رقم ( 1 ) : خارطة جيولوجية تبين موقع السد بمقياس 50000/1 .



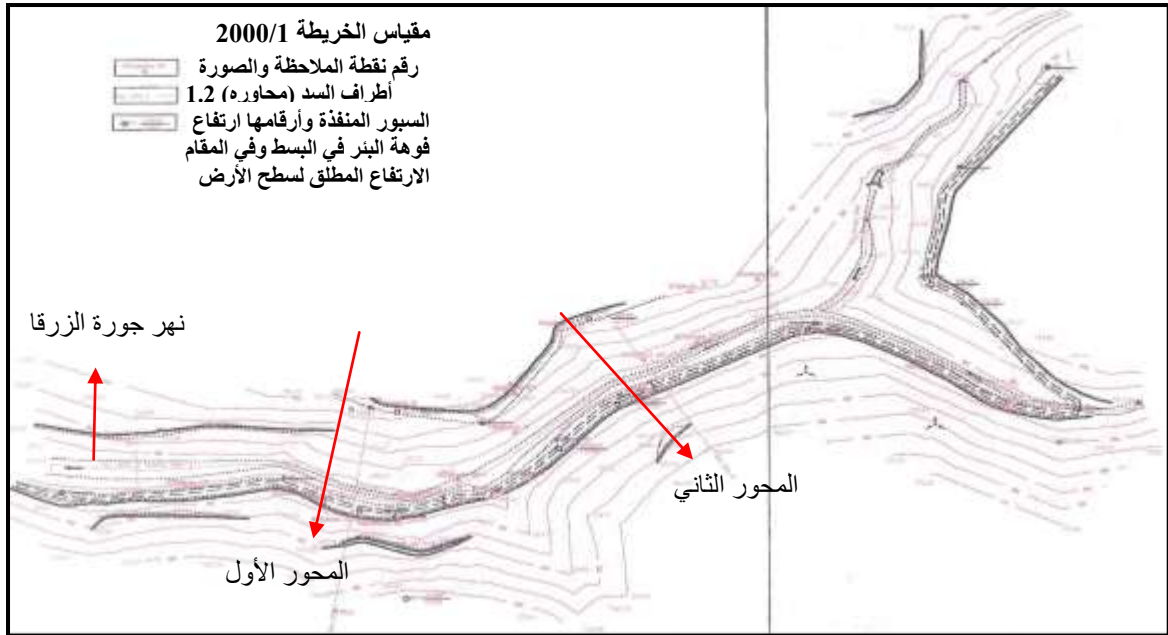
الشكل ( 2 ) : خارطة طبوغرافية توضح موقع محوري السد بمقياس 50000/1 .

### أهمية البحث وأهدافه:

- تتحصر أهمية البحث وأهدافه بما يلي :
- أ- تحديد الخواص الليتولوجية والبتروغرافية والفيزيائية والتركيب الكيميائي للتوضعات المنتشرة في حوض التخزين والأطراف.
- ب- تحديد البنيات التكتونية وأوضاعها الفراغية في منطقة المشروع من طيات وصدوع وشقوق وميولها ومقدار رمياتها واتجاهاتها وأثرها في متانة جسم السد والأكتاف .
- ت- تحديد النطاقات الكتيمة والنفوذة من خلال تحديد الخواص الليتولوجية والفيزيائية للصخور .

### طرائق البحث ومواده :

شملت الدراسة القيام بجولات ميدانية إلى منطقة المشروع للتحضير لبناء جسم السد والأطراف وتضمنت خطة العمل إنشاء خارطة طبوغرافية لمنطقة المشروع بمقياس 2000/1 الشكل ( 3 ) ، والتي أعدت من قبل فريق البحث، أسقطت عليها نقاط الملاحظة الأساسية وأرفقت بصور فوتوغرافية ، وحددت أماكن السبور في حوض التخزين والأطراف، بالإضافة إلى أماكن الصدوع والشقوق ، وتحديد ميولها واتجاهاتها باستخدام البوصلة الجيولوجية. كما تمت دراسة اللبابات الصخرية المستخرجة من السبور المختلفة والموزعة في المنطقة بشكل جيد والمأخوذة من أعماق مختلفة لأبار متعددة في حوض التخزين والأطراف بالإضافة إلى العينات الصخرية من التنكشافات السطحية ، وتم تحديد تركيبها الليتولوجي والبتروغرافي وخواصها الفيزيائية في أساس السد والأطراف كما أجري تحاليل كيميائية لمعرفة المحتوى من  $Ca, CaCO_3, MgCO_3$  في مخابر كلية العلوم . حيث حفرت ثلاثة آبار على الأطراف ، وأربعة آبار في حوض التخزين نذكر منها : BK-5, BK-1, BK-3, BK-7, على عمق 70 م والسبور BK-2, BK-4 على عمق 50 م .



الشكل ( 3 ) : يوضح الخارطة الطبوغرافية لمنطقة السد على طول نهر جورة الزرقا. وفيها نقاط الملاحظة والصور الملتقطة ومواقع السبور المنفذة في جسم السد والأطراف من إعداد فريق البحث .

## النتائج والمناقشة :

قسمت التوضعات الجيولوجية اعتماداً على معايير لیتولوجية وفيزيائية تقوم على تحليل نواتج حفر السبور على طول مجرى نهر جورة الزرقا ومقارنتها من خلال اللبابات الاسطوانية المستخرجة من السبور المنفذة مخبرياً وهي موضحة بالأشكال في البحث وكذلك من دراسة الشرائح الصخرية للعينات المستخرجة من التكتشات السطحية بالمجهر الاستقطابي، ومن تحليل هذه القيم ومقارنة بعضها ببعض تم تحديد الخواص الفيزيائية لهذه التوضعات كما قسمت التوضعات إلى ثلاث وحدات الجدول ( 1 ). واستناداً إلى هذه الدراسة والدراسات السابقة تم تقسيم التوضعات الجيولوجية ، بحسب أعمارها إلى [ 1 ] ، [ 2 ] :

### 1-توضعات الأساس وتعود إلى الجوراسي الأدنى والأوسط J<sub>1</sub>-J<sub>2</sub>

يرتكز حوض التخزين والأطراف على توضعات تعود لـ(J<sub>1</sub>-J<sub>2</sub>) ، مكونة من تناوب لصخور كلسية ، وصخور كلسية ضعيفة الدلمتة ، كلسية دولوميتية ، صخور كلسية مارلية ، ومارل ، مختلفة التركيب . وتم تحديد التركيب الكيميائي لها في مخابر كلية العلوم الجدول ( 2 ) ، صفات الصخور الكربوناتيية تم توضيحها في المقاطع الليتولوجية للسبور المنفذة على طول محور السد ، كما في الشكل( 4 ) . ثخانة هذه التوضعات تصل إلى( 400 م ) [ 3 ] . وتوجد هذه التوضعات تحت التوضعات الرباعية وتتميز باختلاف الثخانة والخصائص الليتولوجية للصخور بين الحوض والأطراف .

الجدول ( 1 ) الخصائص الفيزيائية الاجمالية لتوضعات أساس السد من خلال مقارنة السبور المنفذة في جسم السد والأطراف.

الوحدة، المنطقة	التقسيمات الجيولوجية	الكثافة الاجمالية $\rho T/M^3$				قوة الضغط الموجهة RcMPA	زاوية الميل الداخلية
		الكثافة الطبيعية $\rho n$ g/cm <sup>2</sup>	الكثافة الجافة $\rho d$	الكثافة الرطوبة $\rho w$	الكثافة العظمى $\rho max$		
المنطقة A	منطقة معرضة لتجوية شديدة ومكونة من غضار مارلي	1.98	-	1.98	-	0.0594	8.25
المنطقة B	منطقة ضعيفة التجوية معرارة متكهفة، تشكيلة ثخينة من الصخور الكلسية المشققة، وصخور كلسية قليلة الدلمتة، وصخور كلسية دولوميتية مع كميات متفاوتة من الغضار وطبقات قليلة الثخانة من الصخور المارلية الكربوناتيية-الكلسية المشققة .	2.599	2.593	2.613	-	0.096	32°
المنطقة C	منطقة مكونة من صخور غير مجواة نسبياً،تشكيلة من صخور كلسية ثخينة ، صخور كلسية قليلة الدلمتة،وصخور دولوميتية كلسية مع كميات مختلفة من الغضار وطبقات من صخور مارلية كلسية- كاربوناتيية قليلة الثخانة .	2.631	2.626	2.623	-	0.144	35°

## 2-توضعات جملة الرباعي:

مختلف أنماط تشكل التوضعات الرباعية تكونت في وادي مجرى نهر جورة الزرقا الذي يراد إقامة السد عليه وتتصف هذه التوضعات بثخانات قليلة في منطقة المشروع حيث قسمت هذه التوضعات إلى أنماط مختلفة تبعاً لمنشئها من الحديث وحتى الرباعي العلوي الشكل ( 4 ) :

أ- التوضعات الألويفيالية الرباعية الحديثة السريية  $aQ^{2IV}$  : مكونة من كتل وجماميد وحصى كربوناتية بثخانة تصل حتى ( 0.7 م ) . وتتوضع فوق مجرى النهر ، وتميل مع مجرى النهر بزاوية تساوي ( 12° ) ، وعرض مجرى النهر ( 12 م ) ، وعمق المجرى من ( 2-3 م ) ويعود إلى هذه التوضعات تشكل السطح التجمعي-التعروي المتوضع فوق الصخور الكربوناتية العائدة لـ  $J_1-J_2$  .

ب- التوضعات الألويفيالية الرباعية الحديثة المصطبية  $aQ^{1IV}$  : مكونة من حصى وحصباء وجماميد وترية مكونة من مزيج من الرمل والغضار بثخانة تصل من ( 0.5 - 1.5 م ) . وتتوضع على ضفاف النهر ، بشكل أفقي تقريباً وتظهر غي منطقة المحور الأول للسد .

ت- التوضعات الديلويفيالية الرباعية الحديثة (dQIV) : مكونة من كتل وترسبات كلسية وكذلك قطع صخرية كبيرة (بلوكات ) بقياس من 4-6 م ومختلفة بأصل منشئها ومتوضعة في أسفل المنحدرات .

ث- التوضعات الألويفيالية-الديلويفيالية الرباعية الحديثة  $edQ_{III-IV}$  : مكونة من قطع كلسية ونيابية بالإضافة إلى توضعات رملية - غضارية بثخانة من ( 0.2 - 0.6 م ) وتتوضع أعلى المنحدرات .

ج-توضعات برولوفيالية-ديلويفيالية رباعية حديثة  $pdQIV$  : وتشكل مخروط توزيع ضخماً على الطرف اليساري لنهر جورة الزرقا ومكونة من حصى ، قطع كلسية ، كتل بمقياس ( 1 م ) وتوضعات رملية غضارية بثخانة تصل حتى ( 1.2 م ) . وتتوضع بين المحور الأول والثاني، علماً بأن المسافة بينهما (0.25 كم)

ح-توضعات برولوفيالية - ديولوفيالية تعود إلى الرباعي العلوي  $pdQ_{III}$  : وتشكل مخروطاً ضخماً على الطرف اليميني لنهر جورة الزرقا ومكونة من توضعات كتلية كلسية قديمة تتخللها توضعات رملية غضارية بثخانة تصل حتى (2م) . وكونت سطحاً تعروبياً متوضعاً فوق الصخور الكربوناتية العائدة إلى  $J_1-J_2$  .

الجدول ( 2 ) : يوضح التركيب الكيميائي والبتروغرافي للصخور من السبرين ( Bk3-Bk2 ) المنفذين في جسم السد والأطراف.

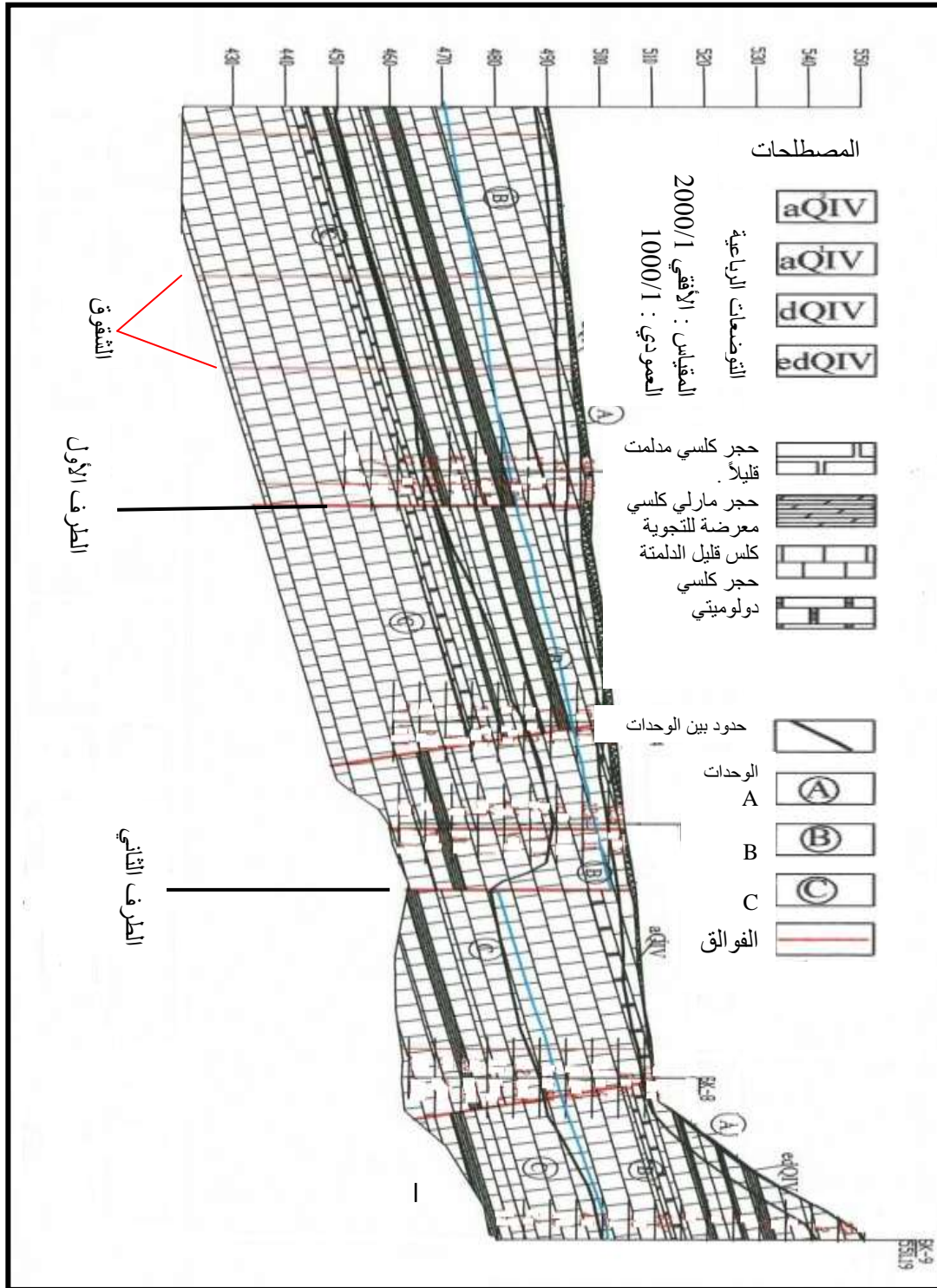
Sample العينة	Note الملاحظات الحقلية	Depth(m) العمق	SiO <sub>2</sub> سيليس	F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Al+	CaMg (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> دولوميت	Caco <sub>3</sub> كالسيت	Total مجموع	others (مارل)
bk2-375	صخر بني مزرق فاتح	4.3-4.2	2.34	4.02	8.73	84.25	99.79	0.21
bk2-376	صخرمع شقوق ترايبية	6.5-6.6	4.04	2.69	7.86	83.74	99.48	0.52
bk2-377	صخرأسود مع بلورات	10.5-10.6	4.35	2.68	6.69	83.73	99.32	1.68
bk2-378	صخر بيج-بني	12.4-12.5	2.01	1.69	6.17	89.76	99.77	0.23
bk2-379	صخر بيج بفجوات بنية	17.1-17.2	3.34	3.01	17.45	75.52	99.54	0.46
bk2-380	صخر بيج غامق	19.0-19.1	1.68	2.05	5.08	90.62	99.88	0.12
bk2-381	صخر بيج مع فجوات بنية	18.6-18.7	2.14	3.35	2.18	91.78	99.71	0.29
bk2-382	صخر ابيض هش حواري	22.4-22.5	0.67	0.83	9.11	88.23	99.52	0.48
bk2-383	صخر بيج مع عروق بنية	28.0-28.1	2.67	3.67	12.21	81.08	99.84	0.16

bk3-384	صخر أسود بعروق كلسية	0.5-0.6	2.35	1.98	83.24	11.76	99.49	0.51
bk3-385	صخر بني مصفر	5.7-5.8	1.02	2.69	1.05	93.89	98.76	1.24
bk3-386	صخر أزرق مسود	9.8-9.9	4.71	2.01	3.06	89.23	99.57	0.43
bk3-387	صخر بني بشقوق	12.5-12.6	2.75	4.03	9.14	82.94	99.32	0.68
bk3-388	صخر بني غامق	18.3-18.4	2.49	2.37	11.26	83.31	99.71	0.29
bk3-389	صخر بني غامق مع رمال	20.5-20.6	4.45	2.71	12.54	79.62	99.63	0.37
bk3-390	صخر بني مصفر رملي	26.5-26.6	3.16	4.98	39.52	51.84	99.79	0.21
bk3-391	صخر بيج بني	33.8-33.9	3.37	2.84	18.62	74.23	99.58	0.42
bk3-392	صخر أبيض مسمر حواري	34.5-34.6	0.71	0.92	10.18	87.04	99.58	0.42
bk3-393	صخر بيج مسمو	42.0-42.1	2.18	1.78	13.16	82.45	99.84	0.16
bk3-394	صخر رمادي بفجوات	45.0-45.1	2.69	1.95	4.16	90.58	99.79	0.21
bk3-395	صخر بني فاتح	46.0-46.1	2.15	1.74	7.54	88.04	99.65	0.35
bk3-396	صخر رمادي بفجوات	47.5-47.6	7.35	4.51	1.72	84.97	99.71	0.29
bk3-397	صخر رمادي	52.0-52.1	5.12	3.87	3.54	86.38	99.86	0.14
bk3-398	صخر وترية رمادية	54.5-54.6	8.16	5.12	1.58	83.71	99.82	0.18
bk3-399	صخر رمادي بعروق سود	57.0-57.1	6.85	4.18	2.47	84.96	99.51	0.49
bk3-400	صخر بيج بعروق صفراء	59.0-59.1	5.69	3.67	9.86	80.18	99.88	0.12
bk3-401	صخر حواري هش	62.1-62.2	0.69	0.92	9.57	87.25	99.14	0.86
bk3-402	صخر بيج	65.0-65.1	1.67	0.78	0.43	96.85	99.93	0.07
bk3-403	صخر بني محمر	66.0-66.1	6.05	5.47	42.28	45.42	99.84	0.16

ومن خلال دراسة الخصائص الفيزيائية للصخور تبين أن أكثر الصخور تأثراً في التجوية، هي مكونة من صخور غضارية مارلية ، وأن المنطقة التي تتوضع فيها أكثر الصخور ضعفاً توجد في المنطقة A . وتعود المقاومة الضعيفة إلى الشقوق الكثيرة التي تخفض من تماسك الصخر وصلابته. وتم التوجيه لازالة هذه الوحدة قبل القيام ببناء السد . وتمت ملاحظة تعرضها لتجوية شديدة أدت إلى إنتاج مارل كربوناتية-كلسية استخدم في حماية السد من التأثيرات الخارجية وفي تشييد الحوض. أما صخور المنطقة B تتكون من ثخانة كبيرة من صخور كلسية مشققة، صخور كلسية ضعيفة الدلمتة، دولوميتة كلسية تحوي نسب مختلفة من الغضار مع طبقات قليلة الثخانة من الصخور المارلية والكربو-كلسية. ومن خلال وصف شقوق الصخور تبين أنه في الجزء المركزي للسد يحتوي في المنطقة B بشكل أساسي على توضعات مكونة من قسمين تتوافق مع  $RC > 50 \text{ MPA}$  . ويسيطر وضع تكتوني معقد [ 5 ] ، بالإضافة إلى وجود طبقات مارلية مشققة، وكذلك ظهور تشققات على الأطراف المتقابلة على جانبي الحوض، [ 6 ]، [ 7 ] . الصخور في الوحدة C تتكون من طبقة ثخينة من الصخور الكلسية، صخور كلسية مدلمتة جزئياً، صخر دولوميتي كلسي يحتوي على كميات متفاوتة من الغضار مع طبقات قليلة الثخانة من الصخر المارلي الكربو-كلسي القاسي . ولدراسة الشقوق والتصدعات أهمية كبيرة في إقامة السد حيث يجب أن يكون محور السد موازياً للاتجاه العام للشقوق السائدة [ 8 ] . وتبين من آبار الحفر ملاحظة أن معظم الصدوع تتوافق مع وجود صخور الجوراسي وتزيد نسبتها على 90% من إجمالي الصدوع كما تتخذ الصدوع اتجاهات رئيسية، أكثرها سيادة هو الاتجاه الشمالي الشرقي-الجنوبي الغربي بنسبة 42% من إجمالي الصدوع المقيسة مسابرة مجرى نهر جورة الزرقا، رمية الصدع تصل تتراوح بين ( 10-12 م ) في المحور الأول للسد بحسب معطيات آبار الحفر، والصدوع ذات الاتجاه

الشمالي الغربي-الجنوبي الشرقي بنسبة 12% تليها الصدوع ذات الاتجاه شمال جنوب بنسبة 10% وهذا دليل على أن القوى المولدة للحركات التكتونية الصدعية كانت من اتجاهات مختلفة الشكل ( 6 ) . ومن المنطقي القول إن هذه النتائج بعيدة نسبياً عما يفترض أن يكون عليه حال الصدوع في منطقة نشأت متأثرة بالفالق المحوّل اللبناني السوري ذي الاتجاه الشمالي الجنوبي من منظومة فوالق البحر الميت المحولة . وتبين أن المجموعة الأكثر سيادةً هي المائلة على محور طي جبال السلسلة الساحلية باتجاه شمال شرق-جنوب غرب. وتصبح الصورة أكثر منطقية باعتماد زمرٍ أوسع مدى لتصنيف الصدوع، حيث صنفت اتجاهاتها وفق الاتجاهات العامة، فلو حظ سيادة الصدوع ذات الاتجاه الشمالي الشرقي-الجنوبي الغربي متوافقة مع الزوايا التي راوح ميلها بين (61-90) وسمت الاتجاه هو ( 270-301 ) وقد بلغت ( 36.8% )، وتتراوح رمية هذه الفوالق ما بين ( 50-60 سم ) ، تلتها مجموعة الصدوع ذات الاتجاه الشمالي-الجنوبي وتوافقت مع الزوايا التي راوحت قيمها بين ( 0-30 ) وسمت الاتجاه هو ( 331-360 ) وقد بلغت نسبتها ( 25.8% ) من إجمالي عدد الصدوع المقيسة في حين بلغت نسبة الصدوع التي أخذت الاتجاه الشرقي-الغربي نحو ( 23.9% ) وتوافقت مع الزوايا التي راوحت قيمها بين ( 31-60 ) ، كما بلغت نسبة الصدوع التي اتخذت اتجاهًا عامًا شماليًا غربيًا-جنوبيًا شرقيًا نحو ( 13.8% ) وتوافقت مع سمت الاتجاه بين ( 301-330 ) . وأسقطت الصدوع المؤكدة وغير المؤكدة والشقوق على الخارطة الجيولوجية في الشكل ( 5 ) وحملت بأرقام بحسب نوعيتها فالصدوع العمودية تقريباً تحمل الرقم 1 ، وتركيب منطقة انزياح الفالق مكونة من غضار ناعم نتيجة طحن الصخور من حركة الفالق وتحولها إلى حبيبات ناعمة جداً وتسمى نطاقات فالقية ميلونيتية ( مزحونة ) . ويلاحظ أن هذه المنطقة لاتملك خاصية الرشح الزائد للمياه وتم إغلاق جميع التشققات فيها بالاسمنت. ولوحظ وجود شقوق شبه عمودية ضخمة تتوضع في الجزء العلوي لمنطقة المشروع. ويرجع إلى هذه الشقوق انزلاق كتل ضخمة وتدحرجها. وأغلقت الشقوق بالبيتون. وكذلك يوجد صدوع عمودية تقريباً في الجزء السفلي لمنطقة المشروع الصورة ( 1 ) وترجع إليها بعض الانزلاقات.





الشكل رقم ( 3 ) مقطع جيولوجي على طول محور السد مع تحديد أماكن السبور والفوالق والشقوق . من إعداد فريق البحث .

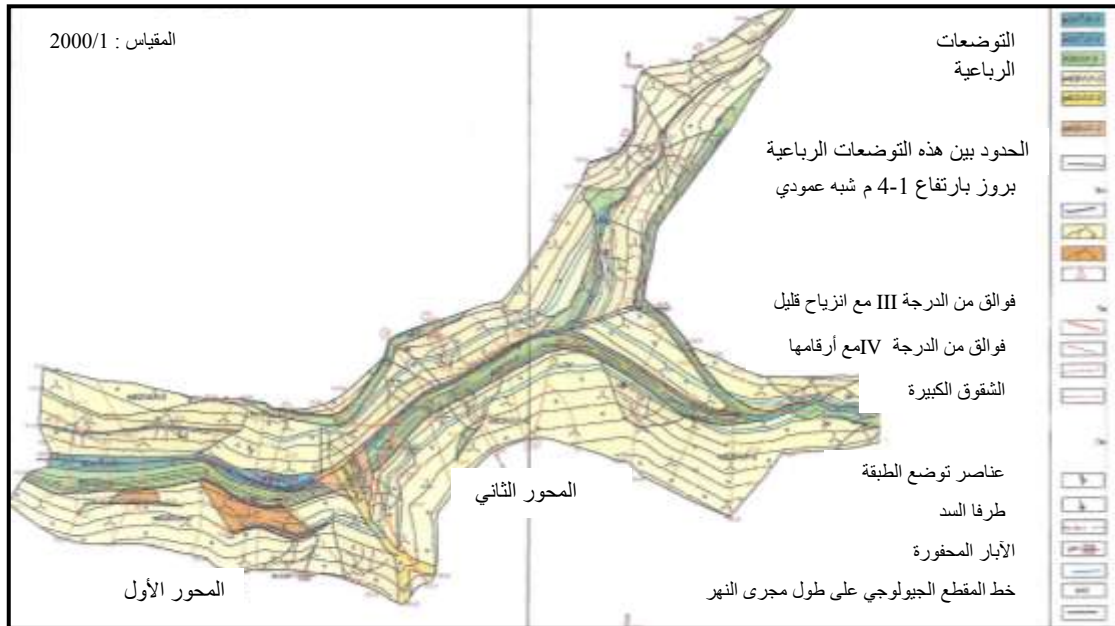
وخلال المسح الجيولوجي للمنطقة تم القيام بقياس عناصر توضع الشقوق التكتونية والليتولوجية (شقوق التطبق)، التي حطمت الكتل الصخرية وتتصف شقوق التطبق بتباعد بين جانبيها مقداره (3-5 مم) في الجزء العلوي للمنحدر في أمكنة تكشف صخور الأساس على السطح. سمت زاوية الميل لشقوق التطبق تصل إلى  $280^\circ$

تتوافق مع زاوية ميل بمقدار 10° درجات . زاوية الميل في الجزء المكتشف من الوادي تتراوح بين (8°-11°) درجة . ومن قياس سموت الاتجاه تم تمييز مجموعتين من الشقوق التكتونية، كما في الشكل ( 7 ) :- المجموعة الأولى :  
I- سمت الاتجاه 345° . وتميز شقوق التطبق وتمتد من خلال سطوح الانقطاع نسبياً ، ويعود سبب تشكلها إلى العوامل التكتونية .

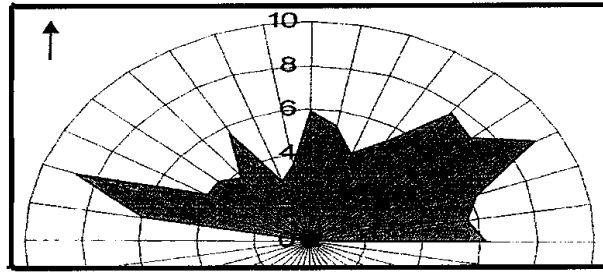
-المجموعة الثانية:II- سمت الاتجاه 275° . وتتوافق مع ميل المنحدرات. ولا بد من الإشارة إلى أنه في الطرف الأول ،



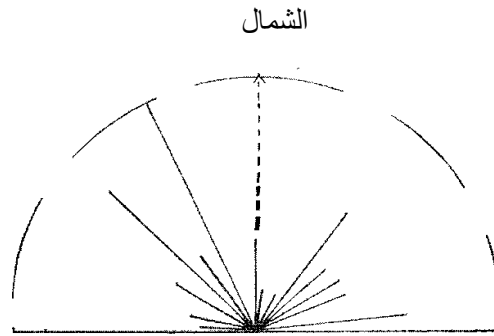
الصورة ( 1 ) : فالق على الجانب الأيمن للمحور الأول للسد.رمية الفالق تصل من (50-60 سم) منطقة الانزياح مملوءة بالكامل بغضار ناعم جداً.على الخارطة تظهر تحت رقم ( 1 ) .



الشكل ( 5 ) : خريطة التوضعات الرباعية الجيولوجية على طول مجرى نهر جورة الزرقا . بإسقاط هذه التوضعات على الخارطة الطبوغرافية مقياس 2000/1 من إعداد فريق البحث .



الشكل ( 6 ) : وردة الاتجاه تبين اتجاهات الصدوع الرئيسية بحسب أعدادها المتمثلة بنسب مئوية على المحور .



الشكل ( 7 ) : يبين اتجاهات الشقوق في منطقة الدراسة .

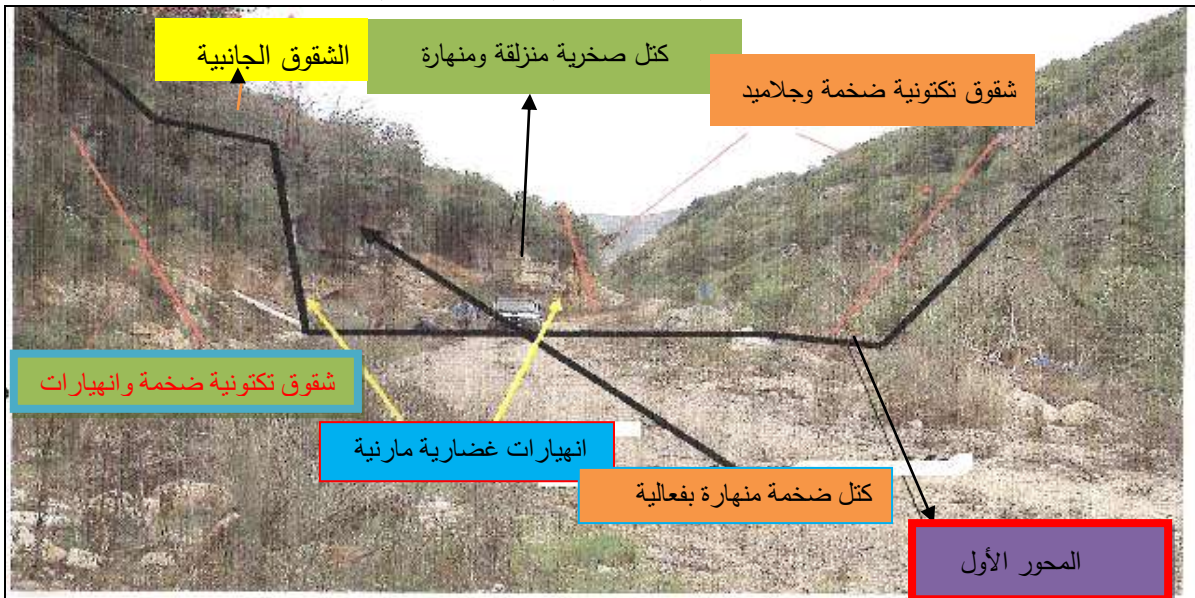
والذي حصل فيه انهيار وانزلاق للكتل الصخرية على المنحدر الصورة ( 2 ) . وتبين وجود شق ضخم وكبير في المستوي السفلي لحوض التخزين الصورة ( 3 ) يصل التباعد بين طرفي الشق حتى 0.2 م ، مملوء غالباً بخبث رملي وحصى رمادية اللون . وتم إظهار الوضع التكتوني على صورة تخطيطية توضح الظروف التكتونية والانهيارات في منطقة المشروع الصورة ( 4 ) . وقد أظهرت المقاطع والأعمدة الجيولوجية على المحور الأول للسد نوعية الصخور لكل جزء من البئر بشكل مستقل كما أظهرت اللبابات المستخرجة من السور أن الكتل الصخرية التي توجد في هذا المحور مكونة من صخور شديدة التشقق كل ( 1 م يعادل 10 شقوق ) . وتم تصوير أكثر من 50 صورة بعد تحديد نقاط المراقبة ( الملاحظة ) التي تتوافق وكل صورة ولا يمكن عرضها كلها وقمت بعرض ما هو مفيد للبحث أذكر منها : الصور ( 5 ، 6 ، 7 ، 8 ) التي تظهر الحوادث التكتونية والانهيارات على الجوانب وحوض التخزين وتأثيرها في متانة جسم السد والجوانب . كما تبين أن الكتل الصخرية في منطقة المشروع في الجانب 1- تملك أشكالاً شبه كروية تسمى أجسام التشقق محدد بفوالق عرضية وطولية ويوجد نظامان شبه عموديين للشقوق التكتونية وشقوق التطبيق تسمى جملة تشقق معينة أو شبه قائمة مكونة من ثلاث مجموعات تشقق إحداها مجموعة شقوق التطبيق . أما من حيث استقرار الجانب الأول للسد تبين أنه يرتبط سقوط الصخور في قاع المنحدر بالطرف الأيمن بسبب الحوادث التكتونية . أما الطرف اليساري الملاصق لحوض التخزين فمن الضروري القيام بإزالة الكتل الصخرية غير المستقرة بسبب الحوادث التكتونية قبل البدء ببناء جسم السد .



الصورة ( 2 ) : الطرف اليساري بجانب المحور الأول ، كتل منهاره وانزلاق للتربة على المنحدر ، مكونة من صخور كلسية قليلة الدلمتة مع طبقات غضارية مارلية مجواة في أسفل المنحدر .



الصورة ( 3 ) : شق ضخم وكبير في المستوي السفلي لحوض التخزين في منطقة المشروع .



الصورة ( 4 ) : مخطط تصويري يبين الظروف التكتونية والتعرؤية في جسم السد والأطراف .

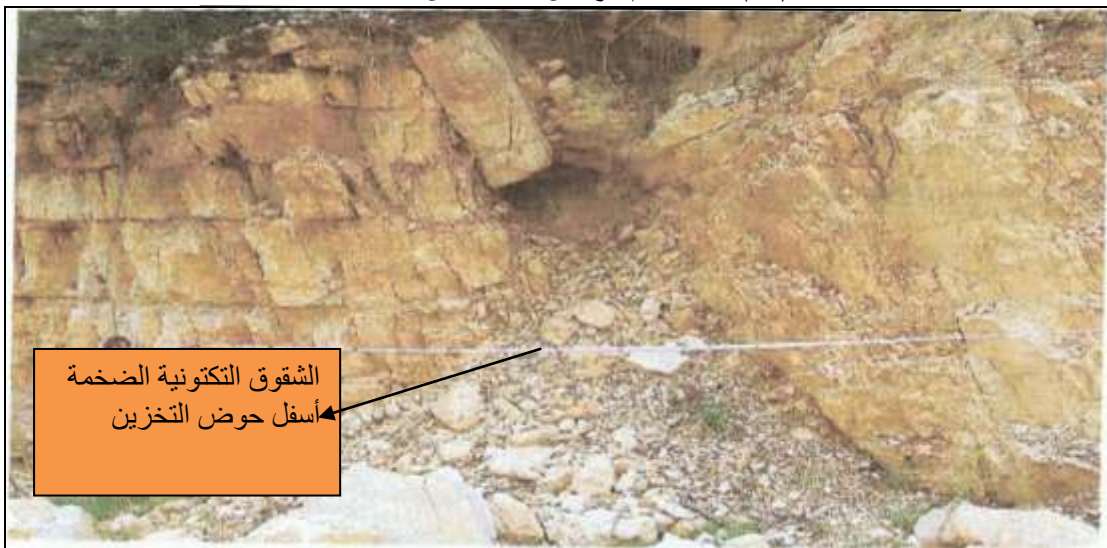


الصورة رقم ( 5 ) : الضفة اليمنى لنهر جورة الزرقا ، حيث تعرضت صخور الأساس الكربوناتيّة للتجوية .



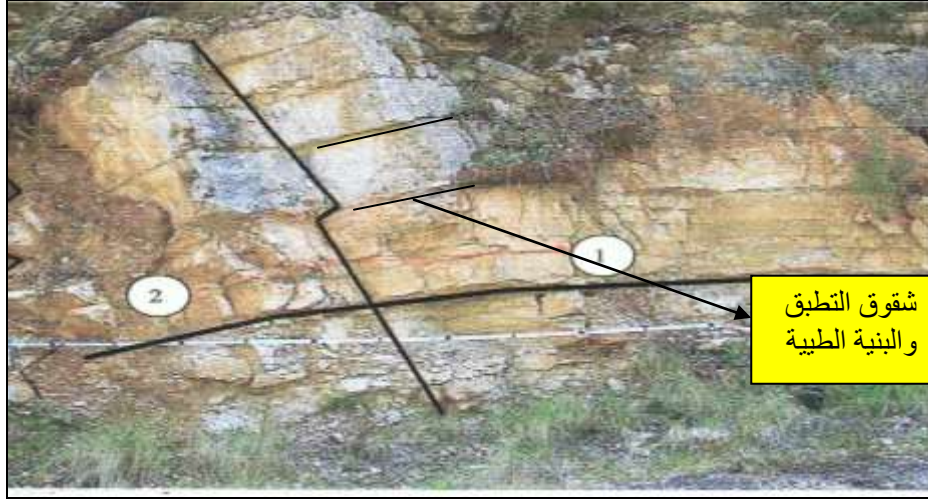
الشق الضخم  
على الضفة  
اليمنى

الصورة ( 6 ) : شق ضخم يقع على الضفة اليمنى لنهر جورة الزرقا .



الشقوق التكتونية الضخمة  
أسفل حوض التخزين

الصورة ( 7 ) : شقوق تكتونية ضخمة أسفل حوض التخزين الطرف الأيسر مع الانهيارات المترافقة .



الصورة ( 8 ) : بنية مطوية ، معقدة بالحركات التكتونية. الطرف 1- سمت الاتجاه 130<sup>0</sup> زاوية الميل 20<sup>0</sup> الطرف 2 سمت الاتجاه 240<sup>0</sup> زاوية الميل 50<sup>0</sup> الطرف الأيمن.

#### • دراسة اللبابات المستخرجة من السبر BK-2 ومن السبر BK-3

1- من السبر BK-2 مع العمق وتحديد تركيبها الليتولوجي والبتروغرافي في مخابر كلية العلوم .



أ- العينات على عمق من ( 0-3 م ) ، من 0.5-0 حطاميات وخبث رملي ، ومن 0.5-3 م عبارة عن صخور كلسية قليلة الدلمتة ، وصخور مارلية مشققة بشدة بلون رمادي إلى رمادي غامق .



ب- العينات على عمق من ( 3-6 م ) : صخور مارلية كلسية ضعيفة الدلمتة ، مشققة بشدة رمادي غامق ، وعلى العمق من ( 5.2-6 م ) صخور مارلية كربوناتية-كلسية مزرقة اللون .



ت- العينات على عمق من ( 6-10.3 م ) : صخور كلسية ضعيفة الدلمتة ، وصخور مارلية رمادية رمادية غامقة مع شقوق مملوءة بالغضار .



ث- العينات على عمق من ( 10.3-13.7 م ): صخور كلسية ضعيفة الدلمتة رمادية فاتحة اللون مشققة

بشدة



ج- العينات على عمق من ( 13.7-18.7 م ) ، من عمق ( 13.7-17.2 ) : صخور كلسية ضعيفة الدلمتة رمادية فاتحة مشققة بشدة ، ومن ( 17.2-18.7 ) : صخور غضارية مارلية ، بيجية اللون تتناوب مع طبقات قليلة الثخانة من صخور كلسية مارلية ضعيفة الدلمتة .



ح- العينات على عمق ( 18.7-22.5 م ) ، من عمق ( 18.7-19.5 ) : صخور غضارية مارلي ، بيجي اللون تتناوب مع طبقات قليلة الثخانة من صخور كلسية غضارية قليلة الدلمتة ، ومن ( 19.5-22.3 ) : صخور كلسية ضعيفة الدلمتة رمادية اللون ، مشققة بشدة مع طبقات من صخور غضارية مارلية قليلة الثخانة .  
ومن ( 22.3-22.5 ) : صخور كلسية ضعيفة الدلمتة بيضاء رخوة مع طبقات من صخور مارلية كربوناتية-كلسية رمادية قليلة الثخانة .



خ- العينات على عمق ( 22.5-27.3 م ) ، من عمق ( 22.5-26 ) : صخور كلسية ضعيفة الدلمتة، بيضاء، رخوة تتناوب مع طبقات من صخور مارلية كربوناتية-كلسية ضعيفة الثخانة ، ومن ( 26-27.3 ) : صخور كلسية ضعيفة الدلمتة رمادية فاتحة وحتى البيج ، وصخور غضارية مشققة بشدة مع طبقات من صخور مارلية غضارية قليلة التماسك .



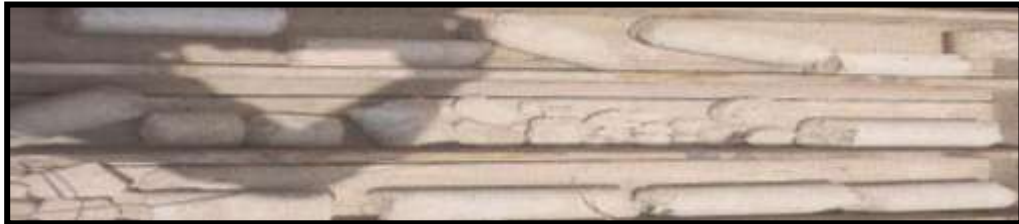
د- العينات على عمق (27.3-34.4 م ) : صخور كلسية ضعيفة الدلمتة رمادية فاتحة وصخور غضارية مشققة بشدة تتناوب مع طبقات من صخور مارلية غضارية قليلة التماسك .



ذ- العينات على عمق (34.4-37.4 م )، ومن العمق (34.4-37.1): صخور دولوميتية كلسية رمادية فاتحة وحتى الأبيض ، وتشقق متوسط ، ومن (37.1-37.4): صخور كلسية ضعيفة الدلمتة رمادية فاتحة إلى بيضاء، وأحياناً مع اختلاف لوني وتحوله إلى مزرق مع تشققية متوسطة .



ر- العينات على عمق (37.4-41.8 م )، من العمق (37.4-39.5): صخور كلسية ضعيفة الدلمتة رمادية فاتحة إلى بيضاء، وأحياناً مزرق متوسطة الشقوقية، ومن (39.5-41.35): صخور مارلية كلسية ضعيفة الدلمتة، من رمادية فاتحة إلى بيضاء، ومن (41.35-41.8): صخور كلسية ضعيفة الدلمتة رمادية فاتحة .



ز- العينات على عمق (41.8-50 م )، من العمق (41.8-42.1): صخور كلسية ضعيفة الدلمتة رمادية فاتحة، ومن (42.1-50): صخور غضارية كلسية ضعيفة الدلمتة ،رمادية فاتحة إلى مزرق متوسطة التشقق .



2- من السبر BK-3 مع العمق وتحديد تركيبها الليتولوجي والبتروغرافي .



أ- العينات على عمق (0-3 م) ، من العمق (0-0.35):حصى وحطاميات لصخور كربونائية مع طف رملي، من(0.35-3):تناوب لصخور كلسية مجواة مع صخور دولوميتية ومارلية مجواة حتى تحولت إلى مارل غضاري



ب- العينات على عمق (3-6 م) : تناوب لطبقات من صخور كلسية مجواة مشققة بشدة ومارل ، مجواة حتى تحولها إلى غضار مارلي .



ت- العينات على عمق (6-11.3 م) : صخور مارلية كلسية ،مصفرة ،مشققة بشدة .



ث- العينات على عمق (11.3-14.5 م):تناوب لصخور كلسية ضعيفة الدلمتة رمادية فاتحة حتى البياض مشققة بشدة كبيرة مع صخور كلسية غضارية ضعيفة الدلمتة رمادية فاتحة .



ج- العينات على عمق (14.5-20 م):صخور كلسية ضعيفة الدلمتة رمادية فاتحة حتى البياض مشققة بشدة

كبيرة



ح- العينات على عمق (20-25.5 م): صخور مارلية كلسية مدلمتة جزئياً، رمادية فاتحة إلى بيضاء، مشققة بشدة كبيرة مع طبقات من صخور دولوميتية كلسية رمادية اللون تتخللها طبقات قليلة الشخانة من المارل .



خ- العينات على عمق (25.5-29.5 م): من العمق (25.5-27) : صخور غضارية كلسية دولوميتية رمادية فاتحة اللون حتى البياض، مشققة بشدة كبيرة تتخللها طبقات رقيقة من المارل. ومن (27-29.5): صخور دولوميتية كلسية رمادية اللون



د- العينات على عمق (29.5-33.5 م): صخور مارلية كلسية دولوميتية، مشققة بشدة كبيرة جداً رمادية اللون .



ذ- العينات على عمق (33.5-41.4 م)، من العمق (33.5-38.25): تتأوب لطبقات من صخور غضارية كلسية مدلمتة جزئياً مشققة بشدة مع صخور كلسية ضعيفة الدلمتة رمادية فاتحة اللون مشققة بشدة كبيرة. ومن (38.25-41.4): صخور غضارية دولوميتية كلسية رمادية فاتحة ومصفرة مشققة بشدة كبيرة جداً .



ز - العينات على عمق (41.4-44.5 م)، من العمق (41.4-41.75): صخور غضارية دولوميتية-كلسية رمادية فاتحة مشققة بشدة كبيرة. ومن العمق (41.75-44.5): صخور كلسية مدلمتة جزئياً رمادية مشققة بشدة كبيرة جداً .



ز - العينات على عمق (44.5-48.5 م): صخور كلسية مدلمتة جزئياً رمادية غامقة اللون مع طبقات رقيقة من صخور مارلية كربو-كلسية من رمادية غامقة إلى مزرققة اللون .



س- العينات على عمق (48.5-52.5 م): تتألف من صخور كلسية مدلمتة جزئياً رمادية غامقة وصخور كلسية غضارية رمادية اللون مع طبقات قليلة التخانة من صخور مارلية كربو-كلسية من رمادية غامقة إلى مزرققة .



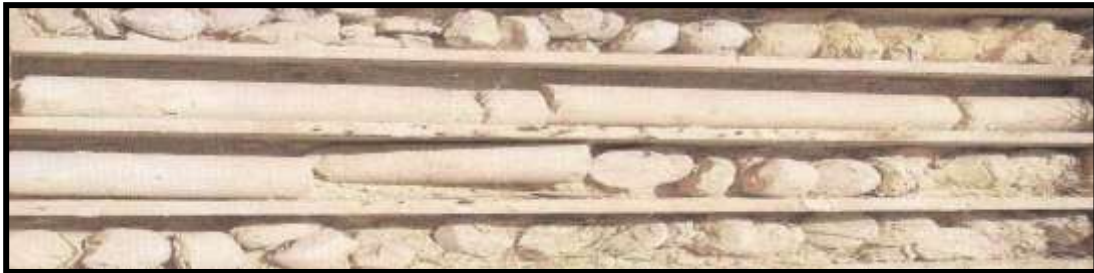
ش- العينات على عمق (52.5-57.5 م)، من العمق (52.5-56.5): تتألف من صخور كلسية مدلمتة جزئياً رمادية غامقة اللون وصخور كلسية غضارية رمادية اللون مع طبقات قليلة التخانة من صخور مارلية كربو-كلسية رمادية غامقة اللون تتخللها طبقات رقيقة من صخور مارلية غضارية ضعيفة التماسك متعددة الألوان .



ص- العينات على عمق (57.5-61.5 م)، من العمق (57.5-59): صخور مارلية كربو-كلسية مدلمتة جزئياً رمادية غامقة اللون مع طبقات قليلة الثخانة والتماسك من المارل الغضاري متعدد الألوان. من العمق (59-61.5) صخور غضارية مارلية ضعيفة التماسك رمادية اللون مع طبقات قليلة الثخانة من صخور غضارية كلسية مدلمتة جزئياً وصخور كلسية ضعيفة الدلمتة رمادية اللون .



ض- العينات على عمق (61.5-65.5 م)، من العمق (61.5-64.5): صخور مارلية غضارية ضعيفة التماسك رمادية اللون مع طبقات قليلة الثخانة من صخور غضارية كلسية مدلمتة جزئياً وصخور كلسية ضعيفة الدلمتة رمادية اللون . ومن العمق (64.5-65.5): صخور كلسية رمادية مشققة .



ط- العينات على عمق (65.5-70 م): تتألف لطبقات من صخور كلسية رمادية مشققة، وصخور كلسية مدلمتة جزئياً من رمادية فاتحة إلى بيضاء مع طبقات قليلة الثخانة من صخور مارلية كربو-كلسية على العمق من (66-66.5) .

### الاستنتاجات والتوصيات:

تم تقسيم التوضعات الجيولوجية بالموقع بحسب درجة تجويتها ونفوذيتها وتركيبها الليتولوجي إلى ثلاث وحدات (A-B-C) وذلك اعتماداً على معايير ليتولوجية من خلال دراسة الخصائص الليتولوجية والبتروغرافية للصخور ومن تحليل ومقارنة نواتج حفر السبور والتكشفات السطحية حددت الخواص الفيزيائية لهذه التوضعات وهي :

A : نطاق التجوية القوية ويتمثل بالصخور النفوذة .

B : نطاق التجوية الضعيف ويتمثل بالصخور النفوذة .

C : نطاق الصخور الكتيمة.

حيث تم تقسيم التوضعات التي سبق وصفها وتصنيفها بحسب نفوذيتها باعتماد قيمة عامل الامتصاص النسبي

q كمعيار لدرجة نفوذيتها إلى مايلي :

1- نطاق نفوذ : يتوضع هذا النطاق على محور السد بدءاً من السطح وتتراوح قيمة عامل الامتصاص النسبي

q بين ( 0.1-0.5 L/sec.m ) وينتشر بحيث يكون مسائراً للوضع الطبوغرافي على طول محور السد المقترح حيث

تكون ثخانتها ما يقارب ( 6 م ) . وكذلك ينتشر في قاع بحيرة التخزين وجوانبها .

2- نطاق كتيمة : يتوضع هذا النطاق على محور السد تحت النطاق النفوذ مباشرةً بثخانة ( 45-60 م ) . وكذلك ينتشر في قاع بحيرة التخزين وجوانبها بدءاً من العمق ( 6 م ) وإن قيمة عمل الامتصاص تتراوح بين ( 0.001-0.003 L/sec.m ) .

كما تبين نتيجة تحليل نتائج التحريات وتقييمها في المنطقة والدراسات التكتونية والجيولوجية الميدانية المنجزة حول اختيار محور سد القدموس أن إنشاء السد على المحور الثاني ( الجانب الثاني ) المقترح غير مفضل ولا مرغوب فيه وذلك للأسباب التالية:

أ- إذا ما اختير المحور الثاني فإن السد سيتوضع على منحدرات متصدعة قابلة للانزهار مكونة من الطبقات الأم بارتفاع يبلغ ( 10-15 م ) وسيكون من الضروري تنفيذ حجوم أعمال كبيرة لإزالة المنحدرات المذكورة وتسويتها ، وهذا الأمر سينعكس سلباً على التكلفة الاقتصادية للمشروع وسيرفع قيمتها .

ب- تبين أن المحور الثاني لسد القدموس تقطعه عدة فوالق تكتونية تشكل تصدعات تكتونية تتقاطع مع مجرى نهر جورة الزرقا ، والتي تم التأكد منها بنتيجة التحريات الجيوفيزيائية ، وكما يلاحظ وجود شقوقية عالية في الكتلة الجبلية المرتبطة بالفوالق الآتفة الذكر ، وكذلك ارتبط المحور بطبقة ثخينة مهمشة تكتونياً تقع في الجزء الخلفي من ذيل البحيرة التي ظهرت بنتيجة الدراسات الجيولوجية والسبور المنفذة وهذه العوامل مجتمعة تؤثر سلباً في خصائص مقاومة الطبقات الجبلية ومثانتها في الموقع وتبين لنا أن الطبقة المجاورة عند المحور المقترح ( 2 ) ذات ثخانة كبيرة .

ت- في الحوض السفلي للسد المدروس يتوضع وادٍ مرتبط بتصدع تكتوني هذا العامل ينعكس سلباً على مثانة جوانب السد وهذا الأمر سيخلق مسارات للرشح الجانبي المتزايد . وهكذا فإن تطور عمليات التعرية ، والحالة التكتونية السيئة ، وارتباط المحور الثاني بطبقة صخرية ثخينة ذات شقوقية عالية ، بالإضافة إلى التسرب الجانبي المتوقع، كل ذلك سيخلق ظروفاً غير مناسبة وشروط عمل غير ملائمة لاستقرار منشآت السد وفق المحور الثاني مما يؤثر سلباً في جوانب السد ومما تقدم نقترح ما يلي :

1- استثناء المحور الثاني المقترح للسد من الدراسة .

2- استمرار أعمال التحريات والدراسة على أساس اختيار المحور الأول لإنشاء السد عليه واعتماده على الرغم من وجود شقوق وصدوع وانهيارات أثرت في مثانته على الرغم من كون الشروط أفضل نسبياً من المحور الثاني .

ث- الاستدلال عن الصدوع النشطة تكتونياً باستعمال صور جوية مأخوذة بالأشعة الحمراء، إذ تظهر مناطق النشاط التكتوني على الصدوع على هيئة خطوط أفتح لوناً بالنسبة إلى الصدوع الأقل نشاطاً.

ج- يجب اختيار المكان الذي يكون فيه ميل الطبقات قليلاً ومتجهاً نحو الخزان، أي ضد اتجاه تيار المياه ، وأن يكون خط اتجاه الطبقات بعرض الوادي، وذلك لأن محصلة وزن السد وقوة ضغطه تكون في هذه الحالة متعامدة تقريباً على أسطح التطبيق، والمعروف أن الطبقات تكون أكثر تماسكاً عندما يكون الحمل عمودياً على أسطح التطبيق .

ح- دراسة دقيقة النفذية لهذه الصخور بحيث لا تؤثر سلباً في جسم السد .

## المراجع:

- 1- شابو، يوسف، الخريطة الجيولوجية لرقعة القد موس بمقياس 1/50000 رقعة NI-37-S-I-a ، 1980 .
- 2- شحود، علي، التحاليل الكيميائية، ودراسة الشرائح الصخرية في مخابر كلية العلوم، 2010 .
- 3- عجمان، جاك، شابو، يوسف، المذكرة الايضاحية لرقعة طرطوس مقياس 50000/1، 1978، 20 .
- 4- عزوز، نور، هيدروجيولوجية حوض الساحل، وزارة الأشغال والثروة المائية، دمشق، 1979، 70 .

- 5-الخبراء الروس، التقريرالجيولوجي والهيدروجيولوجي، موسكو ، 2009 .
- 6-BREW, G ., *Tectanic evolution of syria interpreted from integrated geophysical and geological analysis* , 2001. 41-42.
- 7-BARAZANGY, M.SEBER.D.-*Tectonic evolution of the northern Arabian plate in western Syria*, Cornell University,Ithaca,New-york, U.S.A.,1998 . 32-35.
- 8-BREOW,G., BARAZANGY, M.-*Tectonic evolution of Syria interpreted fromintergrated geophysical and geological analysis*,Cornell University,Ithaca,New-york, U.S.A., 2000. 70.
- 9 – ROPERSSTON, QUENNL, A.M., *The geology evolution of Eastern Mediterranean*, 1984. 50-51 .
- 10 - DALATI, M., *The north west of Syria,Al-Gab graben complex*, Damascus, (2004). 10.