مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم الأساسية المجلد (35) العدد (3) 2013
TishreenUniversity Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (35) No. (3) 2013

دراسة جيولوجية وتكتونية أولية لبناء سد ديفة

الدكتور علي شحود*

(تاريخ الإيداع 16 / 6 / 2013. قُبِل للنشر في 2013/9/3)

ملخّص

تناول هذا البحث إيضاح الخصائص الليتولوجية والبتروغرافية والفيزيائية للتوضعات على الأطراف وحوض التخزين لمحور السد والبحيرة،من خلال دراسة اللباباتالصخرية المستخرجة من بعض السبور في محور السد وبحيرة التخزين ، والعينات الصخرية من التكشفات السطحية وتم تحديد الوحداتالنفوذة والكتيمة . وبينتهذه الدراسة انخفاض درجة النفوذية مع ازدياد عمق التوضعات بعيداً عن مجال حركة المياه الجوفية،وتبين ارتباط النفوية بدرجة التشقق والصدوع والكارست،وظهورالكارست في توضعات (الكامبانيان-التورونيان)،وازدياد نسبةالكهوف الكارستية في توضعات السينومانيان وترجع هذه الظواهر للحركات التكتونية، ، وفعالية الفراغات والشقوق في منطقة التجوية الجافة فوق منسوب المياه الجوفية بسبب حركة المياه عبر هذه الشقوق والفراغات ،وعدم ظهورالكارست في توضعات المايستريختيان.قسمت التوضعات الجيولوجية بالموقع اعتماداً على النفوذية إلى ثلاث نطاقات (A-B-C):

A: نطاق التجوية الشديد يتمثل بالتوضعات في هذا النطاق بصخور كلسيةشديدة التشقق،عرض الشقوق المفتوحة يتراوح بين(3- 5مم)،ويشكل نطاق التجوية الشديدة ويتمثل بالصخور النفوذة السماكة من(3-7 م) .وتم اقتراح إزالتها قبل البدء ببناء جسم السد بسبب مقاومتها المنخفضة ، تشققها العالي، وقدرة حمولتها المنخفضة.

B:نطاق التجوية الضعيف ويتمثل بتوضعات من الصخور الكلسيةالمشققة الكتلية ، ويشكل الصخور النفوذة .

C: نطاق الصخور الكتيمةويتمثل بتوضعات كلسية غضارية سميكة من الصخور غير النفوذة .

الكلمات المفتاحية : سد ديفة ، دراسات جيولوجية وتكتونية ، جامعة تشرين ، اللاذقية ، سورية .

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

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم الأساسية المجلد (35) العدد (3) 2013
TishreenUniversity Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (35) No. (3) 2013

Study elementary Geological and tectonical the Dam of Deifeh

Dr . Ali Shahood*

(Received 16 / 6 / 2013. Accepted 3 / 9 /2013)

□ABSTRACT□

This search shows the lithological, petrographical and physical properties of the dam, and storage basin through rocks cors study taken from some wells in axis dam and storage lake and surface samples therefore have shaped unpenetration and penetration units. From this study discern reduction degree pored with rise positions deep far from range movement underground water and observed attachment pored grade cracs, Faults and karstic, Karstic discerned in positions (campanian, turounian) Increase Karstic caves in sinomanian positions from during tectonic cracs and naught being it in mastrichtian also action space in area dry weathering above level underground water because movement water across this cracs and vacuity.

Positions geological divided in location which credence at pored to three straps (A, B, C):

A)-Hard weathering strap Positions assimilate in this strap cracs dense rocks advance open cracs wobble between(3-5mm) and full of habit clay materials ,and compose dense weathering strap assimilate pored rocks and area the thick (3-6m).and advance removal it before starting in construction dam body because low resistance ,high cracs, capacity low load

B) -Soft weathering strap Assimilate debris pile from split calcite rocks,and compose penetrating rocks.

C) -Unpenetrating rocks strip Assimilate thick clay calcite positions from unpenetrating rocks.

Keywords: Geologicalandtectonicalstudy – DeifehDam – Lattakia-Syria.

* **Associate Professor ,Department of geology,Faculty of Science,TishreenUnivesity,Lattakia,syria .**

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مقدمة :

يقع مشروع سد ديفة على الحدود الشمالية الغربية للسطيحة العربية التي تشكل سلسلة الجبال الساحلية جزءاً منها يحده الانهدام السوري اللبناني من الشرق والبحر المتوسط من الغرب الشكل (1) ،[1] .

الشكل (1) : خارطة جيولوجية يظهر عليها موقع السد بمقياس 50000/1 سد ديفة.

تقع منطقة المشروع فوق وادي نهر ديفة العائدلمجرى النهر في منطقة جبلية منخفضة معرضة للحت والتعرية ، مع مجموعة متكشفة من الوديان المتدرجة والمحفورة بشكل عميق بشبكة من جداول مؤقتة ودائمة .الارتفاع المطلق يعادل +187 م في محور السدحتى+300،+350م في مؤخرة بحيرة التخزين الشكل(2)،[2].

الشكل (2) : منطقة المشروع. تقع على أطراف سلسلة من الجبال المنخفضة الارتفاع والمكونة من طبقات ثخينة من الصخورالكربوناتية مع وجود طبقات منحدرة بلطف ومقطوعة بشبكة من الأودية العميقة لأنهر دائمة ومؤقتة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

يقطع نهر ديفة تشكيلة من الصخور الكربوناتية الكريتاسية ويعود تشكل وادي نهر ديفة إلى صدع تكتوني ويملك شكلV [3] . ويتميز الوادي النهري بتدرج سلمي وانحدار لطيف ،وسرير النهر متعرج، أخذ منحى فالق تكتوني تحت عمودي مع سهل فيضي مغمور غير واسع الشكل(3).وتتمثل العمليات الجيولوجية الخارجية بتجوية الصخور الأم المتكشفة على السطح في منطقة السد،كما حصلت بعض الانهيارات والتخلعات والانزلاقات في التوضعات الكلسية الكتلية على المنحدراتلوجود صدوع تكتونية وتشقق في كتل هذه التوضعات .وظهرت الفجوات الكارست في الصخور العائدة للكامبانيان، التورونيان، السينومانيان نتيجة للحركات التكتونية التي تعرضت لها، في حين لم تظهر في توضعات المايستريخت .

الشكل (2) : سرير نهر ديفة .

أهمية البحث وأهدافه :

تنحصر أهمية البحث وأهدافه بما يلي :

1- تقسيم التوضعات إلى تشكيلات وطوابق حسب العمر وتحديد التركيب الليتولوجي والبتروغرافي لها في منطقة المشروع من خلال دراسة الشرائح الصخرية للعينات المأخوذة من السبورالمنفذة والتكشفات السطحية.

2- دراسة الوضع التكتوني من صدوع وشقوق، ومدى تأثيرها في نفوذية جسم السد وبنيته .

3- تحديد نفوذية التوضعات في مواقع التحريات لجسم السد وبحيرة التخزين .

4- تحديد النطاقات الكتيمة والنفوذة من خلال تحديد الخواص الليتولوجية والبتروغرافية والفيزيائية للصخور.

طرائق البحث ومواده :

تمت دراسة المشروع من خلال التحريات المنفذة فيها والتي عدّت بمنزلة أعمال تحضيرية لاختيار موقع السد موضوع الدراسة ،في هذه المرحلة،نفذت أعمال تحريات المرحلة الأولى،حيث بلغ إجمالي عدد السبور المحفورة

(35)سبراً بعمق إجمالي(1818 م) من قبل المديرية العامة لحوض الساحل لتبيان العلاقة بين خصائص البنية الجيولوجيةومواصفات شكل سطح أرض وادي النهر ، ولتوضيح بنية جميع العناصر المورفولوجية الرئيسة لوادي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

النهر، وكان عمق هذه السبور كافياً لتحديد توضع طبقات الأساس لسرير النهر وتحديد سماكة التوضعات الرباعية الهشة ومنطقة التعرية ، ودراسة صلابة الطبقات،ووصف الظروف التكتونية والبنيوية،وتم أخذ العينات اللبابية من الآبار المحفورة كما تم جمع العينات من السطح وجوانب الوديان، حيث بلغ عددها(150) عينة ،وقمت بصنع الشرائح منها بجهاز تحضير الشرائح في قسم الجيولوجيا ودراستهاتحت المجهرالاستقطاب،وتحديد تركيبهاالبتروغرافي والليتولوجي والمستحاثي وتحديدبيئات الترسيب وسحن التوضعات . ونفذت أعمال طبوغرافية أولية حيث تم رصد السبور وتحديد مناسيبها بالنسبة لنقاط مرجعية متفرقة ومحلية قرب كل مجموعة سبورمن خلال الجولات الحقلية،وكذلك استخدمت البوصلة الجيولوجية لتحديد ميل الطبقات والصدوع والشقوق واتجاهاتها ونسبهاوتم رسم وردات الاتجاه للكسورلأربع مواقع كما رسمت وردة اتجاه إجمالية للمنطقة.ونفذت دراسة المواصفات الفيزيائية الميكانيكية للصخور في المرحلة الأولى للتحريات في الظروف المخبرية حيث تم تحديد المواصفات الفيزيائية:الوزن النوعي، الكثافة(الجافة-المشبعة)، مقاومة الكسر في حالتي الرطوبة الطبيعية ورطوبة الإشباع، المحتوى من الجص والأملاح المنحلة والعضويات وكربونات الكالسيوم بالتعاون مع مخابر كلية الهندسة المدنية . ولاختيار محور السد تم العمل على ما يلي :

1- دراسة الظروف الجيولوجية والتكتونية لجسم السد وبحيرة التخزين .
2- دراسة الوضع الطبوغرافي والجيومورفولوجي للمنطقة .
3- التعرف على الوضع الهيدرولوجي وخاصة الأنهار الدائمة الجريان في المنطقة .

النتائج والمناقشة :

تبين لي من خلال دراسة الشرائح الصخرية العائدة للعينات المأخوذة من اللبابات البئرية والتكشفات السطحية في مخابر قسم الجيولوجيا ومن الخارطة الجيولوجية، أن الوضع الجيولوجي للتوضعات في منطقة المشروع يمكن وصفه بما يلي :

يقع محور السد والبحيرة على توضعات تعود للكريتاسي وهي عبارة عن صخور كربوناتية ذات انتشار واسع، وتتميز بتناوب لصخور كربوناتية مختلفة التركيب . ويتضمن العمود الطبقي العائد للكريتاسي من الأعلى إلى الأسفل التوضعات التالية :

- **طابق المايستريخت** :توضعات هذا الطابق تشكل أساس جسم السد وتصل ثخانتها إلى مابعد الآبار المحفورة، وتتميز بتطبق سميك من التوضعات الكلسية الحوارية العضوية السيليسية الغضارية، تصل نسبة السيليس من (13-20%)،تحوي المنخربات التي تميزطابق المايستريختأذكر منها : Globotruncanaarca .G.stuarti,وصخر كلسي دولوميتي ضعيف إلى متوسط القساوة ، كتلي مكسره محاري، ناعم الحبات رمادي-فاتح اللون مع بقع بلون كريم مع تداخلات بسماكات قليلة من الفوسفات، وصخر غضاري عضوي فوسفاتي سيليسي، يغطي المايستريخت الكامبان بتوافق في بعض الأمكنة وفي أماكن أخرى غير موجود بسبب التعرية.وعناصر توضع الطبقات تتمثلبزاوية ميل 12-30° حسب قياسات البوصلة الجيولوجية،وسمت الاتجاه 260-335° بسماكة 60 م

-**طوابق الكونياسيان-السانتونيان-الكامبانيان**:قسمت إلى ثلاثةتشكيلات حسب العمر من الأحدث إلى الأقدم ومن الأعلى إلى الأسفل،حسب االبقايالمنخربية المستحاثية التي تم التعرف عليها وتحديدها الشكل(4) :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

-**التشكيلة الأولى** : صخور كلسية ميكريتية عضوية فوسفاتية قليلة الدلمتة بيضاء إلى رمادية قاتمة إلى كريمية اللون،غنيةبالمنخربات،أذكر منها:Globotruncanafornicate,G.Calaraالتي تعد مميزة لطابق الكامبانيان ، وكذلك بعض صفيحيات الغلاصمبسماكة تصل إلى 20 م .

-**التشكيلةالثانية** : وتتكون من حبات ناعمة من الغلوكونيت والفوسفات يجمعها ملاط كربوناتي والتي تحتوي جسيمات دقيقة سيليسية وبقايا مستحاثاتمنخربية أذكر منها : Globotruncanaconcavataوتعود لعمر السانتونيان وحجر رملي كربوناتي ناعمة الحبات جداً إلى دقيقة بلون أخضر مسود بسماكة 4.5 م .

-**التشكيلةالثالثة** : حجر كلسي دولوميتي بيتومي عضوي غضاري منخربي تحوي المستحاثات التالية : Marginotruncana coronate,Hedbergellapithonella.

وتدل بعمرها على طابق الكونياسيان،وحجر كلسي متوسط إلى قليل الدلمتة غير واضح التطبق ،ناعم إلى كبير الحبات يحتوي على بيتوم مع تداخلات من الحجر الكلسي العضوي الرمادي إلى فاتح اللون يتناوب مع طبقات رقيقة من الفوسفات الرمادي الغامق إلى بني داكن بسماكة31م كما تم ملاحظة الطبقات الصخرية المتوضعة على المنحدرات، والتي تعود لطابق الكامبانيان بارتفاع 10-15 م الجزء السفلي من المنحدر تتوضع الطبقات بشكل شبه عمودي في الجزء السفلي،أما الحافة العليا فتميل بزاوية 20-30ْ الشكل (5) .

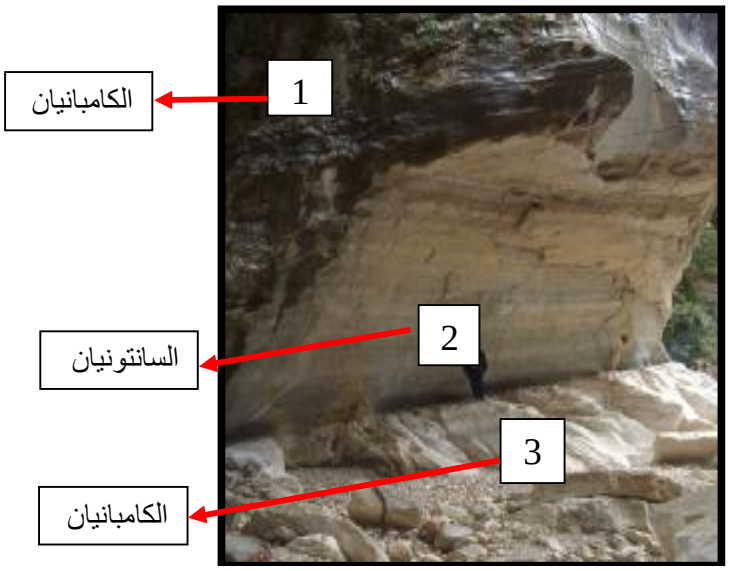
- **طابق التورونيان** : ويتكون من حجر كلسي عضوي ضعيف الدلمتة يحوي كارست، كما يتضمن عقد صوانية يتناوب مع طبقات قليلة السماكة من الحجر الكلسي الغضاري بسماكة تصل إلى 55 م . وتتميز قاعدة هذا الطابق بوجود المستحاثات الكبيرة التي تم مشاهدتها حقلياً منها:Jhomasitesrollandi أما قمة التورونيان فتتميزت بوجود : .Happuritesresectusوالتي تميز هذا الطابق بزاوية ميل من 12-18ْ وسمت اتجاه 310-315ْ .

- **طابق السينومانيان** : تتألف رسوبات السينومانيان من تناوب أحجار كلسية دولوميتية سميكة التطبق مع المارل والحجرالكلسي الغضاري ويمكن تمييز عدة تشكيلات رسوبية للسينومانيان تفصلها الجدران والجروف الكلسية البارزة المتناوبة مع سماكات مارنية تبدو ممهدة ومميزة في المنطقة وعلى أساس ذلك أمكن تقسيم توضعات السينومانيان إلى تشكيلتين رئيسيتين من الأسفل للأعلى كالتالي :

1- تشكيلة صلنفة : تتألف من وحدة مارلية مميزة (مارل صلنفة)، تتوضع أسفل التشكيلة وتعد مستوي دلالة مميز في الطبيعة وعلى الصور الجوية للمنطقة يلي المارل نحو الأعلى طبقة من الحجر الكلسي المدلمت جزئياً تحتوي على : Oyester,Eoradioliteslyratus ثم تبدأ الطبقات الدولوميتية بالظهور ظهوراً واضحاً بسماكات ديسيمترية يليها في الأعلى الوحدة المارلية المدلمتة الثانية،وتحوي جيودات كوارتزية على شكل زهرة القرنبيط ثم يتوج التشكيلة جدار صلنفة المميز . تنتشر تشكيلة صلنفة هذه في الأعالي ولا تقع تحت منسوب الغمر إلا بمساحة محدودة قريباً من محور السد وعلى الجزء السفلي منها فقط (مارل صلنفة) بسماكة حوالي (50م)

2-تشكيلة باب عبدالله : تتألف من تناوب من حجر كلسي غضاري ومارل وحجر كلسي حواري مع حجر كلسي مارلي سيء التطبق إلى سميك، وأحياناً حجر كلسي حطامي، تتوضع إلى الأعلى من تشكيلة صلنفة ولا تقع تحت منسوب الغمر بل تتكشف في أعالي المرتفعات القريبة من محور السد وبانتشار محدود نسبياً على شكل قمم منبسطة تتوزع في أغلب المناطق بسماكة حوالي 20 م،وتحتوي أمونيت مثل الجنس :Thmasitesrollandi المميزة لها ، كما وجدت فيها : Orbitolina.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل (4) : توضعات الكونياسيان- السانتونيان- الكامبانيان .

-**الألبيان- تشكيلة عين البيضا** :تتألف من صخور دولوميتية قاسية-سميكة التطبق تتوجها في القمة طبقة من البيوستروم ذو الروديست تبلغ سماكتها (2 م) ،وهي نوع من التشكيلات رصيفية الخصائص تؤكد توفر الشروط البيئية لنمو الروديست.تتكشف هذه التوضعات في أعالي النهر وعلى جانبي نهر ديفة حتى محور السد وتشكل صخور هذه التشكيلة قاعدة وجوانب بحيرة التخزين.السماكة الكلية لتشكيلة عين البيضا في المنطقة حوالي(50) م .

- **الأبسيان– تشكيلة باب جنة** : تتألف هذه التشكيلة من مارل غضاريمستحاثي أخضر اللون تم تحديد الجنس: Choffatelladecipiensمميز للأبسيان ، يتناوب مع حجرٍ كلسي أو كلسي دولوميتي ذي لون رمادي مخضر يسود فيها المارل تصل سماكة هذه التشكيلة حوالي 25 م تتكشف في أعالي نهر ديفة عند مؤخرة بحيرة السد . إن معظم الأحجار الكلسية في هذه التشكيلة ذات بنية بيوضية كاذبة(Pseudo-Oolitic) أو حطامية عضوية ، وتتحول في أماكن كثيرة إلى دولوميت فاقدة بنيتها الترسيبية السابقة واحتوائها المستحاثات. أقدم الصخور في منطقة المشروع تعودللجوراسي والتي تتألف بمعظمها من الدولوميت والحجر الكلسي الدولوميتي، كما تملك في بعض الأماكنبنية بيضوية(أوليتية)، مما يدل على أن الترسيب جرى في منطقة شاطئية .

الشكل (5) : الطبقات الصخرية المتوضعة على المنحدرات تعود لطابق الكامبانيان بارتفاع 10-15 م.
الجزء السفلي من المنحدر تتوضع الطبقات بشكل شبه عمودي أما الحافة العليا فتميل بزاوية20-30° .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- **التوضعات الرباعية** : جميع أنماط التوضعات الرباعية تشكلت في مجرى نهر ديفة ووديانه . وتم تقسيم هذه التوضعات حسب المنشأ من الحديثة إلى القديمة إلى مايلي الشكل (6) :

1- التوضعات الرباعية الألوفيالية المعاصرة لمجرى النهر (العصر الحديث) aQ^2_{IV}وهي مكونة من جلاميد وكتل وحصى كربوناتية بسماكة من (3.5-4.5 م) .

2- لحقيات ألوفيالية حديثة رباعية aQ^1_{IV}مكونة من حصى وحصى ناعمة وكبيرة ضمن ملاط غضاري رملي ورمل غضاري بسماكة تصل حتى 2.5 م .

3- لحقيات بروليوفيالية-ديلوفيالية حديثة تعود للرباعي الأعلىPdQ_{III} مكونة من حصى كربوناتية وطف رملي بسماكة 2 م .

4- توضعات ألوفيالية-ديلوفيالية ، تمتد من الرباعي الأعلى وحتى الهولوسين edQ_{III-IV}وتتمثل بحصى مكسرة ضمن ملاط غضاري رملي سماكتها تصل حتى 7 م .

5- توضعات رباعية عائدة للرباعي الأسفل mQ_1التي تشكل المصاطب البحرية وتتكون من مواد حصوية وقطع جلمودية يجمعها ملاط غضاري رمليفي الكتف الأيسر لجسم السد بسماكة تصل من(3-5 م) .

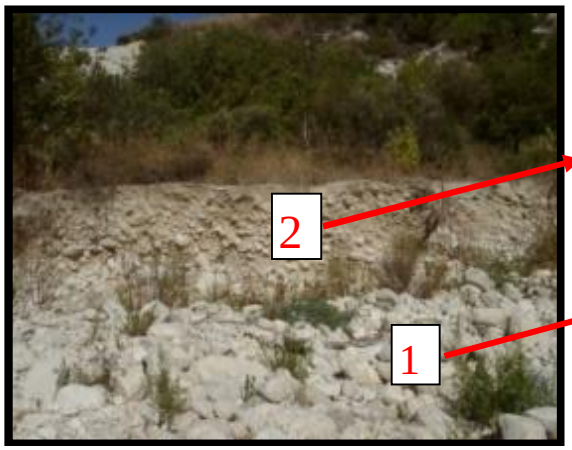
6- توضعات كالوفيالية متوضعة في مناطق مختلفة من منحدر مجرى النهر وعند أسفل المنحدرات الجبلية.

تبين من الجولات الحقلية ودراسة توضعات الرباعي الحديث أن سماكة هذه التوضعات لاتتجاوز(7 م) ، وتبين ضعف قدرة التحمل لها لذلك ينصح بإزالتها قبل بناء جسم السد .

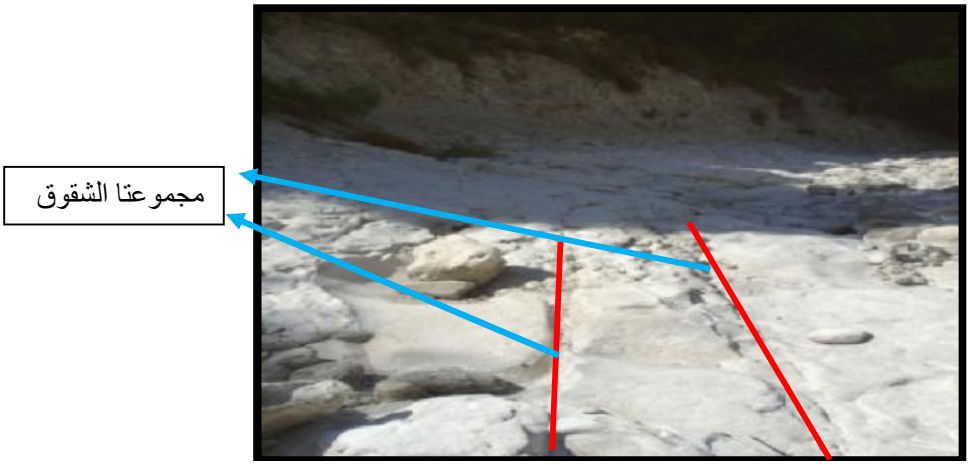
- **الوضع التكتوني** :

تأثرت المنطقة بحوادث تكتونية وشقوق متنوعة جرت بعد حصول الترسيب في الباليوجين [4] ، [5] . وتم ملاحظة وجود صدوع تكتونية وشقوق في الكتل الصخرية منها شقوق مفتوحة (3-5 مم) على الجوانب، وتصل حتى الصخور الأم غير المتكشفة على السطح، وتبلغ زاوية الانحدار للوادي (12-20˚) ، ومعدل سمت الانحدار في شقوق التطبق (315˚)، كما تنتشر شقوق التطبق عادة في أجزاء الوادي المنحدرة في أماكن الصخور غير المتكشفة على السطح . ويرجع غالبية التشوهات والحوادث التكتونية في منطقة المشروع،والمكونة من الصدوع العادية والعكسيةلوجود الفالق اللبناني-السوري [6] ، [7] .وتبين من خلال الجولات الحقلية أن مجرى نهر ديفة يعود للتشوهات التكتونية الشبه عمودية والمكونة من مجموعتين متوازيتين من الشقوق الشكل (7) . ظهرت هذه الشقوق نتيجة تعرية سرير نهر ديفة كما تم ملاحظة (18)حادثاً تكتونياً شقياً تتقاطع مع مجرى النهر الذي له اتجاه شمال شرق-جنوب غرب. ولدراسة الشقوق والتصدعات أهمية كبيرة في إقامة السد، حيث إن يجب أن يكون محور السد موازياً للاتجاه العام للشقوق السائدة [8]، [9] .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الصورة (6) : التوضعات النهرية الألوفيالية الرباعية الحديثة في سرير النهر .

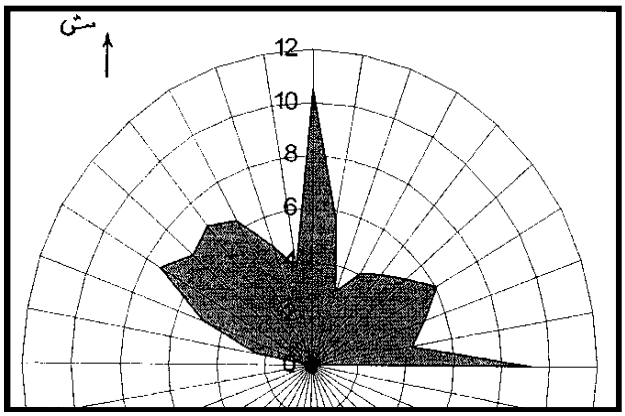


الشكل (7) : مجرى نهر ديفة، والذي تشكل نتيجة مجموعتين من الشقوق .

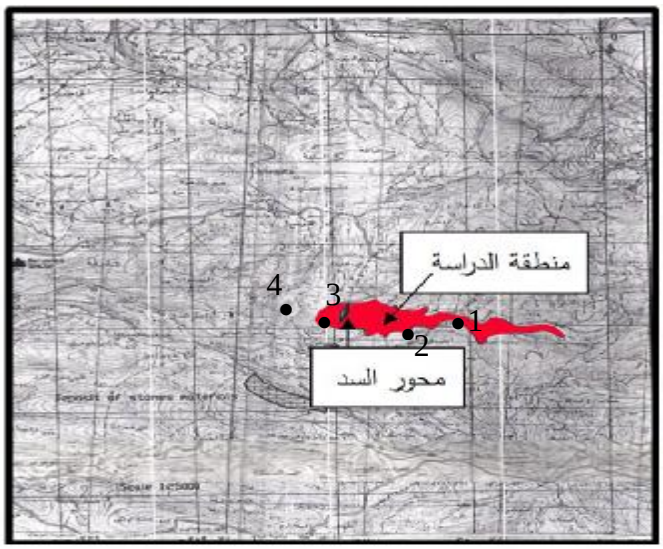
وتم التركيز حقلياً وبحسب هدف الدراسة على أماكن وجود الصدوع والشقوق في محور السد ، وتم أخذ اتجاهات الصدوع والشقوق وتبين أن الصدوع تتخذ اتجاهات رئيسة ،فلوحظ سيطرة الصدوع ذات الاتجاه (شمال-جنوب)حيث بلغت نسبتها نحو(36.5%) من إجمالي عدد الصدوع المقيسة،متوافقة مع الزوايا التي راوحت قيمها بين (40-43˚) وسمت الاتجاه (270-301˚)وتبين وجود صدوع (شمال شرق-جنوب غرب)نسبتها نحو(20.6%) متوافقة مع الزوايا التي راوحت قيمها بين(5-25˚) وسمت الاتجاه (280-320˚) و(شمال غرب-جنوب شرق)بلغت نسبتها (30.8%) متوافقة مع الزوايا التي راوحت قيمها بين(32-43˚) وسمت الاتجاه (331-360˚) وكذلك صدوع ذات اتجاه (شرق-غرب) بلغت نسبتها(13.6%)،وتوافقت مع زمرة الزوايا التي راوحت قيمها بين(2-20˚)،وسمت الاتجاه (330-358˚) الشكل(8) .ويفسر الترتيب السابق على سيطرة الصدوع ذات الاتجاه الشمالي-الجنوبي،مما يدل على تأثر منطقة الدراسة بالصدع السوري-الافريقي .كما أكدت نتائج الدراسة الميدانية لمنظومة الشقوق والصدوع في بحيرة التخزين ،حيث قسمت المنطقة إلى أربعة مواقع الشكل (9) ، بحسب وجود وامتداد التوضعات المحيطة بالصدوع والشقوق وتوبعت حقلياً من حيث تعرضها للالتواء أو الميل أو التصدع أو

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

احتضانها للكسو، وتم أخذ اتجاهات الكسور ورسم وردة اتجاه لكل موقع تربط بين اتجاه الكسور وتكراريتها ومن ثم رسم وردة اتجاه عامة لكامل المنطقة.



الشكل (8) : يبين اتجاهات الصدوع حسب أعدادها الممثلة بنسب مئوية على محور السد من إعداد الباحث .



الشكل (9) : الخريطة الطبوغرافية لمنطقة الدراسة بمقياس 25000/1 .

• مواقع الدراسة في جسم البحيرة

ففي الموقع الأول : على الطرف اليساري من البحيرة تبدي الطبقات ميولاً بحدود(15-20˚) باتجاه (غرب-جنوب غرب) ، وتحتفظ بمجموعة من الكسور ذات اتجاهات: 185˚(شمال-جنوب) وهو الأقل تكراراً يليه الاتجاه 40˚ (شمال غرب-جنوب شرق) بتكرارية أكثر . أما على الاتجاه الرئيس 90˚ (شرق-غرب) فتتكشف سطوح الكسور نتيجة انهيار التوضعات الرباعية وفقالصورة (1) . وتم رصد اتجاه الكسور وتكراريتها ومن ثم التوصل لوردة الاتجاه الشكل (10) .

وفي الموقع الثاني: في الطرف اليميني من البحيرة تمت إزالة معظم توضعات الرباعي ، وهذا دليل على فعالية الحت والتعرية ومع ذلك لوحظت توضعات رباعية مغطية للصدوع تمتد بعدم توافق زاوي فوق المايستريختيان ، كما لوحظ ميول في الطبقات المايستريختية نحو الشمال والشمال الغربي بمقدار (25-30˚) الصورة (2)،إضافة لمجموعة من الصدوع فيها تأخذ اتجاهين رئيسين،أولهما هو السائد ويتراوح حول 170˚(شمال

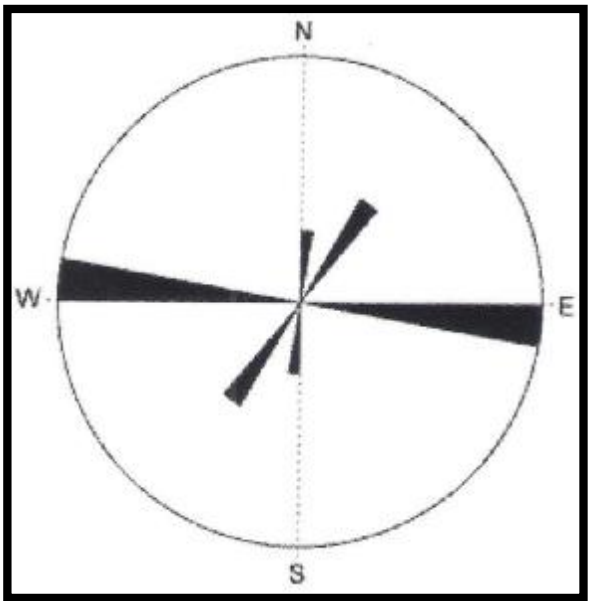
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

غرب-جنوب شرق) وتميل سطوح بعض الصدوع نحو الشرق بمقدار(65˚) وثانيهمايتراوح ميله (7) (شمال – جنوب) وتم رصد ومراقبة الكسور واتجاهها وعددها في الموقع كلّه وتم وضع وردة الاتجاه التالية الشكل (11) .

وفي الموقع الثالث: وبالاتجاه نحو مركز البحيرة شوهدت توضعات تعود للرباعي مغطية للصدع تمتد بمجملها وبلا توافق زاوي فوق صخور المايستريخت الكلسية وبالقرب من الصدع ، تم رصد كسور لها اتجاه رئيس95˚ (شمال غرب-جنوب شرق) ،وآخر ثانوي باتجاه 30˚ (شمال شرق-جنوب غرب)، ثم ثالث باتجاه 185˚(شمال-جنوب) الصورة (3) . وتم رصد اتجاه الكسور وتعدادها تم وضع وردة الاتجاه الشكل (12) .

WE

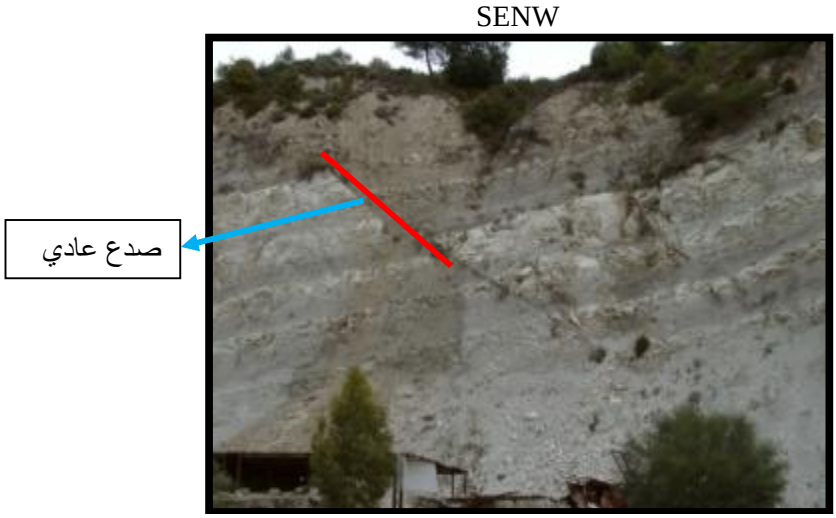
الصورة (1) : سطح كسر وفق اتجاه 40˚ (شمال غرب-جنوب شرق)إضافة لكسور باتجاه 90˚ (شرق-غرب) وكسور185˚ (شمال-جنوب) الموقع الأول في توضعات طابق الكامبانيان .



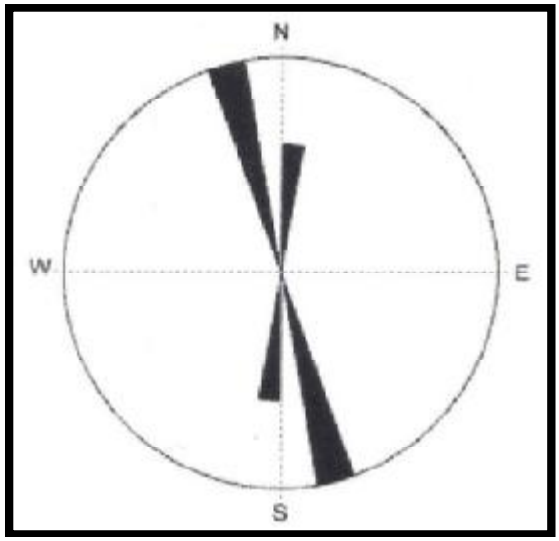
الشكل (10) : وردة اتجاه الكسور في الموقع الثاني .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وفي الموقع الرابع: في مركز البحيرة لوحظ أن الاتجاه الرئيس للكسور في التوضعات الكلسية الكامبانية هو 86˚ (شرق-غرب) ، إذإن بعضها ممتد من الصخور القديمة ، إلى الحديثة (الرباعية) ثم يأتي بتكرارية أقل باتجاه 148˚ (شمال غرب-جنوب شرق) يليه 185˚ (شمال- جنوب) ثم اتجاه 38˚ (شمال شرق-جنوب غرب). ووردة الاتجاه التالية توضح العلاقة بين اتجاه الكسور وتكراريتها الشكل (13) . وتم رصد الكسور واتجاهها وعددها في الموقع ككل ووضعت لها وردة الاتجاه الإجمالية الشكل(14) .وتبين أن درجة التشقق في الصخور المتكشفة عالية نسبياً وأن الاتجاه الرئيس لها هو(شمال –جنوب) والثانوي(شرق-غرب) ،وبشكل أقل(شمال غرب-جنوب شرق) ونادراً (شمال شرق-جنوب غرب) .



الصورة (2) : تأثيرالحركات التكتونية على الصخور العائدة لطابق المايستريخت على المنحدرات والمؤدية إلى ميول لطبقات المايستريخت نحو الشمال والشمال الغربي بمقدار (25-˚30) اضافة لمجموعة من الكسور باتجاه(˚170) (شمال غرب-جنوب شرق) الموقع 1 .



الشكل (11) : وردة اتجاه الكسور في الموقع الأول .

ولوحظ ظواهر كارست في موقع المشروع . يمكن الاستدلال من دراسة وردات اتجاه الكسور للمواقع على وضوح تأثير نظام صدع البحر الميت على كامل منطقة الدراسة ، وتبين ارتباط بعض الشقوق والكارست بالحت

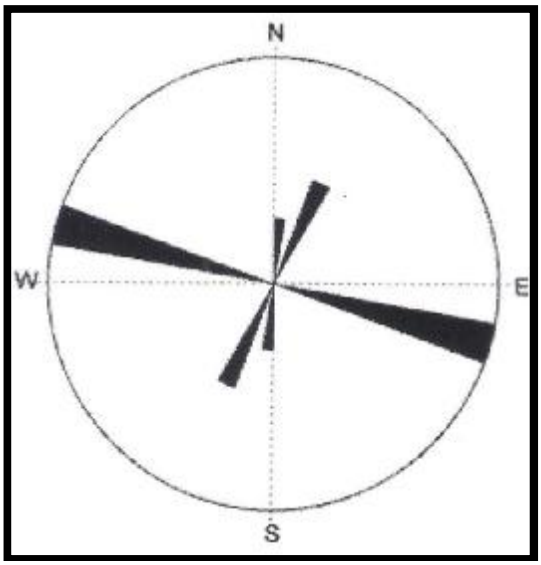
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

والتجوية السطحية وبالحالة البنيوية والتكتونية للمنطقة عموماً، وكذلك بمنسوب المياه الجوفية ومجال حركة هذا المنسوب حيث تلاحظ شقوقية وفراغية كبيرة نسبياً فوق منسوب المياه الجوفية،في حين تنخفض درجة الفراغات وتتحسن ظروف توضع الصخور تحتالمنسوب بعيداً عن مجال حركة المياه الجوفية والجروف.كما تبين من دراسة الوضع العام للطبقات السطحية ميدانياً أنها تميل بشكل هادئ من الشرق نحو الغرب وتبلغ (5-10˚) .

من خلال هذه الدراسة تبين وجود شقوق شبه عمودية تتوضع في الجزء العلوي لمنطقة المشروع عرض الشقوق المفتوحة يتراوح بين(3- 5 مم) . وترجع لهذه الشقوق انزلاق كتل ضخمة وتدحرجها . وكذلك يوجد صدوع عمودية تقريباً برميات تصل إلى (50 م) في الجزء الأوسط (النطاق B) لمنطقة المشروع وترجع لها بعض الانزلاقات .

وأغلقت كافة الشقوق بعملية الحقن بهدف الإقلال من كمية الفواقد المائية المتوقعة بالرشح من خلال توضعات أساس محور السد وتوضعات جوانب البحيرة .

الصورة (3) : صخور كلسية كتلية تعود للمايستريخت وكسور ˚85 باتجاه (شمال غرب-جنوب شرق) إضافة لكسور ˚185 (شمال-جنوب) .



الشكل (12) : وردة اتجاه الكسور في الموقع الثالث .

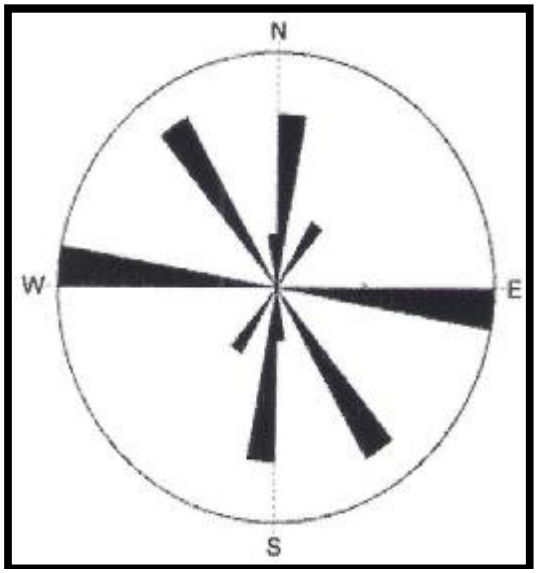
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- الخصائص الجيو - هندسية للتوضعات الصخرية في محور السد وبحيرة التخزين .

نفذت أعمال حفر السبور باستخدام حفارات آلية دورانية واستخدمت آخذات عينات لبابية أحادية لاستخراج ناتج الحفر للقيام بدراسة الشرائح الصخرية في المخبر بالمجهر الاستقطابي لتحديد التركيب الليتولوجي والبتروغرافي والمستحاثي وجرتالمراقبة العامة والمباشرة لمجريات أعمال الحفر،إضافة لاعتبار عامل الامتصاص النوعي q كمعيار نفوذية ودليل للشقوقية وفقاً لذلك فإنه تم تقسيم التوضعات على محور السد وبحيرة التخزين إلى وحدات جيو - هندسية مع الإشارة إلى أن هذا التقسيم يمكن تعميمه على كافة الطبقات المنتشرة في بحيرة التخزين وتضمنت النطاقات التالية الشكل (14) :

WE

الصورة (4): شقوق تعود للصدوع التكتونية في الطبقات الصخرية التي تعود لطابق الكامبانيان باتجاه 86° (شرق - غرب)اتجاه 145° (شمال غرب - جنوب شرق) الموقع 3 .



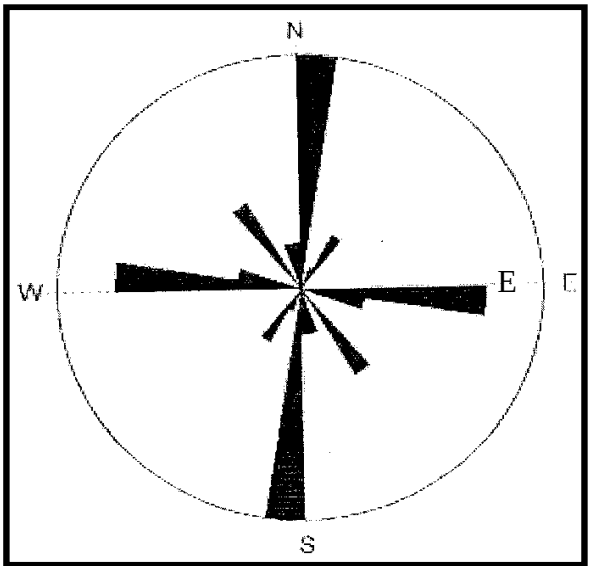
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الشكل (13) : وردة اتجاه الكسور في الموقع الرابع .

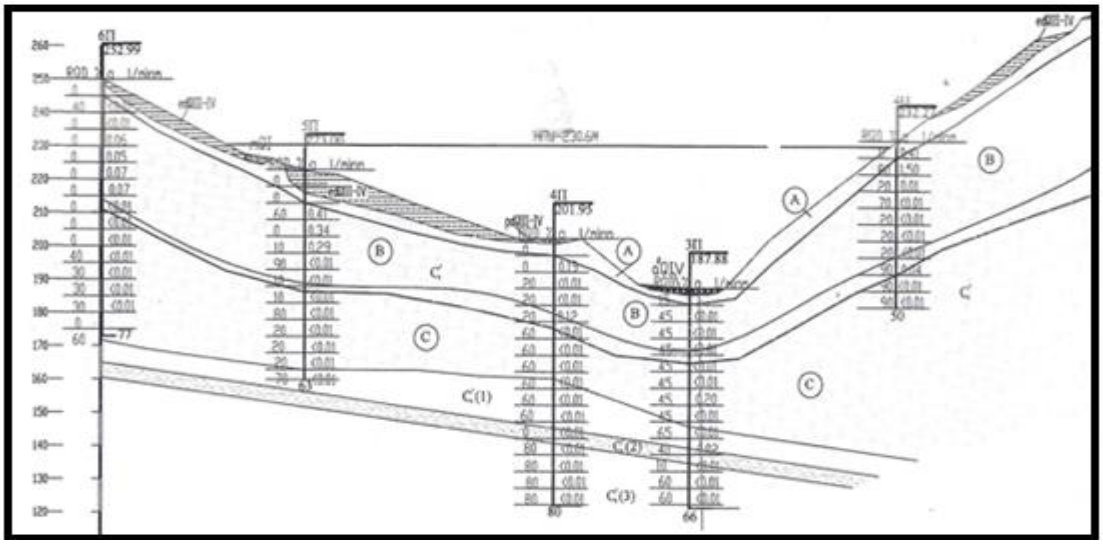
1-التوضعات في النطاق A :صخور كلسية شديدة التشقق،عرض الشقوق المفتوحة يصل من(3- 5 مم)، سماكة هذا النطاق من (3-6 م) ويتمثل بالنطاق شديد التجوية . وتعود المقاومة الضعيفة إلى الشقوق الكثيرة التي تخفض من تماسك الصخر وصلابته ونظراً لضعف التماسك وكثرة الشقوق ينصح بإزالته قبل بناء جسم السد.

2-التوضعات في النطاق B : مكونة من سماكة كبيرة من الصخور الكلسية المشققة وكتل منزلقة ، ومن دراسة درجة التشقق والكارست تبين أنه يجب ملؤها بالخلطة الاسمنتية لكي نخفف من التسرب العمودي، وكذلك لوحظ ظهور تشققات على الأطراف المتقابلة على جانبي الحوض .

3-التوضعات في النطاق C: وتتكون من صخور كلسية متماسكة سميكة.حيث ترتكز أساسات السد على هذا النطاق.



الشكل (14) : وردة اتجاهات الكسور لمنطقة الدراسة .



الشكل (14) : مقاطع للسبور المختلفةفي محور السد والوحداتالجيو-هندسية (A-B-C) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

-الأسس المعتمدة في تقسيمات النفوذية (حساب الرشوحات) :

قسمت التوضعات من حيث درجة نفوذيتها باعتبار المكونات التالية :

1- التقسيمات الليتولوجية .

2- حساب قيمة الامتصاص النوعي q الوسطي لكل طبقة مصنفة ليتولوجياً وباستخدام نتائج تجارب الحقن أو السكب .

3- حساب عامل الرشح الوسطي لكل طبقة وفق العلاقة :

$K = 2q$ عندما $q \leq 1$

$K = q$ عندما $q > 1$

حيث : q : عامل الامتصاص النوعي ليتر/متر.دقيقة.

K : عامل الرشح .

4- اعتبرت الطبقة ذات الامتصاص النوعي q أقل من 0.01 ليتر/متر.دقيقة هي طبقة الأساس الكتيم لمحور السد والبحيرة .

5- تعميم امتداد الطبقة الكتيمة (الأساس الكتيم) في البحيرة استناداً إلى امتدادها الليتولوجي وعدم ملاحظة ظواهر بنيوية تؤدي إلى انقطاعها بين مناطق السد حيث وصلت إليها سبور التحريات في المحور والبحيرة حيث لم تصل السبور إلى هذه الطبقة في بعض الجوانب .

-تصنيف التوضعات من حيث درجة النفوذية :

اعتمدت في تصنيف نفوذية التوضعات على محور السد وفي بحيرة التخزين بالاستناد إلى قيم عامل الامتصاص النوعي q المحسوبة بنتائج تجارب الضخ المنفذة في سبور التحريات ،ويمثل الجدول(1) تصنيف النطاقات من التوضعات حسب قيمة عامل الامتصاص النوعي q ممثلة لدرجة النفوذية لهذه التوضعات ،وعليه فإنه يتوضع في موقع المشروع النطاقات التالية من الأسفل نحو الأعلى :

أ- **نطاق كتيم** : قيمة الامتصاص النوعي فيه q تساوي أو أصغر من 1 ليتر/متر.دقيقة. تم الوصول إليه في منطقة محور السد ، وهو أفقي تقريباً يميل قليلاً من الكتف الأيمن لمحور السد نحو الكتف الأيسر ومن البحيرة نحو محور السد ولم تحدد سماكة هذا النطاق حيث لم يتم اختراقه بالكامل في سبور التحريات المنفذة على محور السد وقريباً منه .وتتميز التوضعات العائدة لجملة الكريتاسي وخاصة الصخور التي تعود بعمرها لطابق المايستريخت بأنها غير نفوذة بسماكة حوالي(60 م) الجزء المخترق بالحفر .

الجدول رقم (1) : التوضعات حسب قيمة عامل الامتصاص النوعي .

نوع الطبقة	قيمة عامل الامتصاص
كتيمة	$q \leq 1$ ليتر/متر.دقيقة
ضعيفة النفوذية	0.1- 0.01 ليتر/ متر.دقيقة
نفوذة	1-0.1 ليتر/ متر.دقيقة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ب-نطاق ضعيف النفوذية:قيمة الامتصاص النوعي q فيه تتراوح مابين(0.1- 0.01) ليتر/ متر.دقيقةسماكته حوالي(20 م)، في مؤخرة بحيرة التخزين ضمن مجرى نهر ديفة .

ت-نطاق نفوذ:تتراوح قيمة الامتصاص النوعي q فيه مابين(1-0.1) ليتر/متر.دقيقة سماكته حوالي(31 م) يتوضع سطحه على الارتفاع المطلق(+187 م) عند محور السد ويرتفع حتى الارتفاع المطلق(+350 م) في مؤخرة البحيرة ، ويلاحظ أن سطح هذا النطاق يرتبط بمنسوب المياه الجوفية من جهة ، وبعمق نطاق التجوية في التوضعات من جهة أخرى .

تشير المعطيات آنفة الذكر إلى أهم النتائج التالية :

1- انخفاض درجة النفوذية مع ازدياد عمق التوضعات بعيداً عن مجال حركة المياه الجوفية .

2- ارتباط درجة النفوية بدرجة التشقق والصدوع والكارست وكذلك تأثير الفراغات في منطقة التجوية الجافة فوق منسوب المياه الجوفية بسبب حركة المياه عبر هذه الشقوق والفراغات .

3- انتشار المستوي الكتيم عند محور السد وامتداده حتى جسم البحيرة ، كما تبين انتشار النطاق ضعيف النفوذية على كامل مساحة البحيرة والذي تم اختراقه في معظم سبور التحريات ، وتعميم انتشار النطاق الكتيم الذي تم الوصول إليه في منطقة محور السد والبحيرة بناءً على ذلك .

4- الميل العام للمستوي الكتيم يتجه من الجانب الأيمن لمحور السد نحو الجانب الأيسر ، وكذلك يتجه من مؤخرة البحيرة نحو محور السد .

وتجدر الإشارة إلى أنه خلال تقسيم التوضعات وتصنيفها إلى النطاقات الموصوفة في الفقرات السابقة أعلاه اعتمدت النتائج التجريبية لتجارب الضخ.

الاستنتاجات والتوصيات :

من خلال ماتم عرضه يمكن التوصل إلى مايلي :

1- التوضعات في أساسات جسم السد على طول محوره مكونة منصخر كلسي حواري عضوي سيليسي غضاري وصخر كلسي دولوميتي مع تداخلات بسماكات قليلة من الفوسفات وصخرغضاري عضوي فوسفاتي سيليسي وهي بصفة عامة متماسكة وصلبة.

2- تتوضع في الأعلى توضعات ذات نفوذية عالية نسبياً وتتناقص درجة النفوذية مع ازدياد العمق حيث تتحسن حالة التوضعات من حيث التقليل مأأمكن من الشقوقوالفراغات مع التنويه إلى أن هذا النطاق الراشح ذو امتداد كبير على جانبي البحيرة وخصوصاً الجانب الأيسر منها يؤدي دوراً كبيراً في رفع كمية الفواقد المائية المتوقعة بالرشح من خلال توضعات أساس محور السد وتوضعات جوانب البحيرة .

3- بالرغم من أنه لم تصل كافة السبور في البحيرة من حيث عمقها إلى المستوي الكتيم إلا أن الوضع الجيولوجي العام يشير إلى توضع السطح الكتيم عند محور السد ويمتد في البحيرة موافقاً بذلك لامتداد الطبقات الكلسية الغضارية الموصوفة في الموقع .

4- أساس السد، يرتكز على طابق المايستريخت دون اعتبار للتوضعات الأقدم. وفيما يتعلق باستقرارية الجوانب فهي تتعلق بخلو المنحدرات من توضعات عالية التشقق، وبالتالي الانزلاق للكتل الصخرية لن يحصل .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5- الحركة العامة للمياه الجوفية في المنطقة هي من الشرق نحو الغرب ويتوقع أن حركة مياه الرشح المتوقعة بعد التخزين يمكن أن تكون وفق الاتجاهات التالية :

أ- عبر أساسات محور السد من البحيرة إلى مجرى النهر أسفل السد .

ب- عبر توضعات الجانب الأيمن للبحيرة وفق امتداد محور السد على هذا الجانب ولمسافة لاتقل عن 500م وهي من البحيرة إلى مجرى نهر ديفة أسفل السد .

6- من خلال التحريات والاستطلاعات المنفذة لوحظ ظواهر تكتونية أوفيزيا-جيولوجية واضحة المعالم في موقع المشروع، يمكن أن تكون ذات منشأ تكتوني ويحتمل أن يكون ظهور ينابيع راجعاً لسبب جريان خطي مرافق لمسار تكتوني أو كارستي .

7- ضرورة متابعة تحديد أماكن العقد التكتونية ونطاقات الكارست وتنفيذ أعمال التكتيم وإغلاقها بالخلطة الاسمنتيةلكي نخفف من التسرب من خلال التدفق العمودي وإجراء تجارب اختبارية خاصة بذلك .حيث تبين من خلال هذه الدراسة وجود رشوحات عاليةنسبياً وفواقد غير مقبولة للمياه تعود لتقاطع الشقوقية في الأكتاف مع مجرى النهر وأدت لتشكل أقماعٍ تكتونية لتصريف المياه الجوفية في سرير النهر .

8- التوضعات في النطاق A يجب إزالتها قبل البدء في بناء السد وذلك بسبب مقاومتها المنخفضة ، وتشققها العالي ، وقدرة حمولتها المنخفضة .

9- ظهور الكهوف والفجوات الكارستية في الصخور العائدة لطوابق الكامبانيان–التورونيان–السينومانيان وعدم ظهورها في توضعات المايستريخت .

بالنظر لظواهر الرشح في الموقع فإنه يجب تنفيذ التكتيم للتوضعات على طول جبهات الرشح وذلك لتخفيض كمية الفواقد المتوقعة بالرشح خارج السد .

المراجع :

1- شابو ، يوسف ، الخريطة الجيولوجية لرقعة طرطوس مقياس 50000/1 ، 1982 .

2- شركة الدراسات المائية العقد رقم 97/16، 2005 .

3- الخبراء الروس ، التقريرالجيولوجي والهيدروجيولوجي لسد ديفة ، موسكو، 2009 .

4- LEONOV,G,.*Outline geology of Syria*,Moscow,2000, 32-33 .

5- BUTLER,R.W,H.,SPENCER,S.,*Transcurrent fault activity on the the Dead Sea transform inLebanon and its implications for plate tectonics and seismic hazard,* Journal of the Geological society,London, 1997,Vol.154,757-760.

6- BARAZANGY,M.SEBER.D.-*Tectonic evolution of the northern Arabian plate in western Syria*,CornellUniversity,Ithaca,New-york,U.S.A.,1998,24-26

7- TRIFONOF,V.WW.,TRUBIKHIN,V.M.,*Levant fault zone in northwest Syria,* 1991,Vol. 25,145.

8- AMBRASEYS,N.N.,JACKSON,J.A.,Faulting associated with historical and recent earthquakes in the eastern Mediterranean region,geophysical journal international,133,1998, 39-405.

9- TRIFONOV,V.G.,TRUBIKHIN,V.M.,ADZHAMYAN,Z.,DSHALLAD,S.,AYED,K. ,Levant fault zone in northwest Syria,geotectonicsm25,1991,146-153.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com