

دراسة الظروف الجيولوجية والهيدروجيولوجية لموقع سد باشكات في منطقة الحفة باستخدام الطرائق الجيوكهربائية

الدكتور خليل شيخ موسى علي*
أشرف اسماعيل ملحم**

(قبل للنشر في 2002/11/12)

□ الملخص □

يقع موقع سد باشكات على السفح الغربي لجبل الأنصاري في منطقة الحفة التابعة لمحافظة اللاذقية، حيث تم اختيار هذا الموقع لإنشاء السد. وتهدف هذه الدراسة الجيوكهربائية إلى حل بعض المسائل الجيو-هندسية أهمها:

- دراسة طبقة التجوية.
- توضيح البنية الجيولوجية لموقع إنشاء سد باشكات.
- استكشاف الكهوف والفجوات الكارستية.
- تحديد نطاقات الصدوع في الموقع.
- تحديد مناطق التشقق واتجاهها العام.
- تحديد عامل الامتصاص النوعي للمستويات الجيوكهربائية (q L / min.m).
- تحديد المحتوى الطيني للمستويات الجيو كهربائية (% β).
- وضع خريطة جيولوجية لمنطقة الدراسة بمقياس (1:2000)

وقد استخدمت لحل المسائل المذكورة أعلاه طريقة المقاومة باستخدام تشكيل شلومبرجير للسبر الكهربائي الشاقولي، والسبر الشاقولي الدائري. شمل العمل الحقل على (34) نقطة سبر موزعة على خمسة بروفيلات. وبننتيجة تفسير نتائج السبر الكهربائي الشاقولي والدائري بالطرائق اليدوية توصلنا إلى وضع خمسة مقاطع جيوكهربائية، واهليلج الانيزوتروبية لتوضيح البنية الجيولوجية واقتراح الموقع المناسب لإنشاء سد باشكات.

* أستاذ مساعد في قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية-سوريا.
** مدير الدراسات في مديرية الري العامة لحوض الساحل.

Study Of Geological And Hydrogeological Conditions Of Bashkat Dam Site In Al-Haffeh Region Using Geoelectrical Methods

Dr. Khalil Sheikh Mousa Ali *
Achraf Asmaeil Moulhem**

(Accepted 12/11/2002)

□ ABSTRACT □

The Bashkat dam is situated on the western ridge of Al-Ansary Mountain, region of Lattakia conservation where the dam has been chosen to be constructed. The aim of this study is to overcome some geo-engineering questions such as:

- Study of Weathering Layer.
- clarify the Geological structure of Bashkat dam site.
- demonstrate the caves and spaces karists.
- determine the fault zones in the site.
- determine zones Fractures and its general direction.
- determine the specific water Factor absorption for geoelectrical beds.
- determine the clay content for geoelectrical beds (β %).
- drawing up a geological map to study area, scale(1:2000).

To resolve the above mentioned questions, we have used the resistivity method using Schlumberger configuration for vertical electric sounding(VES) and circular electric sounding. This work covered (34) soundig points dispersed in five profiles.

After interpretation of vertical and circular sounding by manual methods, we have reached that five geoelectrical sections and anisotropic spheroid were made to clarify the geological structure and to suggest the convenient site for dam construction.

*Associate Professor At Department Of Geology, Faculty Of Science, Tishreen University Lattakia – Syrian

** Director Of Studies In General Directorate Of The Coastal Bain

مقدمة:

نفذت هذه الدراسة في منطقة الحفة التابعة إداريا إلى محافظة اللاذقية بالتعاون مع المديرية العامة لحوض الساحل ضمن إطار مشروع دراسة الظروف الجيولوجية والهيدروجيولوجية لموقع سد باشكات باستخدام الطرائق الجيوكهربائية والدراسات الجيولوجية والهيدروجيولوجية، حيث بلغ عدد السبور الشاقولية في الموقع (34) نقطة موزعة على خمس بروفيلات، وعدد السبور الدائرية الشاقولية ثلاثة، بالإضافة إلى ثلاثة آبار تم حفرها من قبل المديرية العامة لحوض الساحل للقيام بتجارب الحقن المائي.

جرى تفسير نتائج القياسات الحقلية وتمثلت النتائج على شكل مقاطع جيوكهربائية وجيوهندسية لتوضيح البنية الجيولوجية والوضع الهيدروجيولوجي لموقع سد باشكات بالإضافة إلى جدول واحد يوضح العلاقات بين البارامترات الجيوفيزيائية المختلفة ويحدد مجالات الامتصاص النوعي للمستويات الجيوكهربائية (qL / min. m).
الموقع والطبوغرافيا:

تقع منطقة الدراسة في منطقة الحفة التابعة لمحافظة اللاذقية بين خطي طول (03°52', 03°53') شرقي غرينتش وخطي عرض (39°46', 39°47') شمال خط الاستواء الشكل (1)، (الخريطة الطبوغرافية - رقعة الحفة. مقياس (1:25000)).

يقع موقع سد باشكات في أعالي مجرى نهر باشكات إلى الغرب من منحدر جبل الأنصاري، وعلى ارتفاع طبوغرافي (1050m)، ويتميز مجرى النهر بأنه ضيق وعميق وله شكل حرف V تتراوح ميول الطبقات الجيولوجية على المنحدرات الجبلية ما بين (40-50°). يتراوح عرض مجرى النهر ما بين (5-35m)، والارتفاع الطبوغرافي لقاع مجرى نهر باشكات في موقع السد (970-1040m) فوق مستوى سطح البحر. المنحدرات على جانبي النهر مغطاة بغابات كثيفة وأشجار شائكة وذات ممرات ضيقة مما يصعب استخدام الطرائق الجيوفيزيائية. تتراوح ارتفاعات السلاسل الجبلية في منطقة الدراسة ما بين (760-1560m) فوق سطح البحر.

الوضع الجيولوجي والهيدروجيولوجي:

تغطي منحدرات نهر باشكات الجانبية توضعات دلوفيالية-برولوفيالية مختلفة تعود إلى الحقبة الرباعي (d_p Q_{IV}) مكونة من رسوبيات نهريّة ذات حبيبات متدرجة المقاييس وذات قساوة مختلفة، ومن صخور كربوناتية مشققة تتراوح سماكتها ما بين (3-5m)، وهي تغطي توضعات ألويفيالية-دلوفيالية المؤلفة من كتل وجلاميد وحصى وحصباء زاوية وتحت زاوية من الحجر الكلسي المشقق المملوء بالطين تتراوح سماكتها (1-3m) تعود إلى عصر البليستوسين الأعلى والأسفل، تليها من الأسفل توضعات مكونة من الحجر الكلسي الطيني تتناوب مع طبقات من المارل ذي السطوح المجوة تعود إلى تشكيلة باب عبد الله (C₄^b) تتراوح سماكتها (150-160m) العائدة إلى عمري السينومانيان، وهي تغطي تشكيلة أخرى مؤلفة من طبقات متعاقبة من الحجر الكلسي والحجر الكلسي الطيني مع رقائق من المارل الناعم في الوسط يحوي على عقد صوتانية وأحيانا مع الحجر الكلسي المدلمت أو طبقات دولوميتية سميكة التطبيق تتراوح سماكتها (140-170m) تعود إلى تشكيلة صلنفة (C₄^s) العائدة إلى عصر السينومانيان. (بونيكاروف

وكازمين، 1968)، - (Geologica Mapof Syria Scal 1:50000, Sheet Haffeh Ni 37-S-3-a، 1979.Damascus)

وقد تم وضع خريطة جيولوجية لمنطقة إنشاء سد باشكات بمقياس (1:2000) بنتيجة الدراسات الجيوكهرائية والجيولوجية، التي نفذتها المديرية العامة لحوض الساحل ضمن إطار مشروع لإنشاء سد باشكات في منطقة الحفة، الشكل (2).

هيدروجيولوجيا تتميز منطقة الدراسة بشكل عام على أنها مكونة من طبقات كلسية كتلية مشققة أو كلسية-دولوميتية أحيانا وجميعها خالية من المياه الجوفية عدا قاع مجرى النهر الذي يحوي على كميات ضئيلة جدا من المياه الجوفية ويوجد نبعان موسميان واقعان على ضفتي نهر باشكات يقع أحدهما على المنحدر اليميني للنهر وإلى الأسفل من المحور الأول لموقع سد باشكات (S-1) وعلى ارتفاع طبوغرافي (1004m) والنبع الثاني يقع في أعلى مجرى النهر وعلى ارتفاع طبوغرافي (1032m) طاقة تصريف هذه الينابيع لا تزيد عن (0.2 L/sec) وهذا يعني أن تغذية هذه الينابيع تتم على حساب تسرب المياه عبر طبقة التجوية فقط أما الطبقة الأساسية الحاملة للمياه فهي تقع تحت قاع مجرى النهر وعلى عمق يتراوح ما بين (17-35m) وعلى ارتفاع طبوغرافي (970-994m)، حيث حفرت ثلاثة آبار فقط في قاع مجرى نهر باشكات وبعمق (60m) لكل منها من قبل المديرية العامة لحوض الساحل الشكل (3) وهي:

- البئر (1-BHL) - ويقع على ارتفاع طبوغرافي (1004m) وتوجد فيه المياه الجوفية على عمق (17m).

- البئر (2-BHL) - ويقع على ارتفاع طبوغرافي (1009m) وتوجد فيه المياه الجوفية على عمق (10m).

- البئر (3-BHL) - ويقع على ارتفاع طبوغرافي (1014m) عمليا لا يحوي على مياه جوفية.

ووفقا لمعطيات تجارب حقن المياه في الآبار المذكورة أعلاه (عدا البئر 3-BHL) ولأسباب فنية لم يخضع لتجربة الحقن المائي) فان الطبقات العلوية من المقطع الجيولوجي تتميز بانعدام عامل الامتصاص النوعي تقريبا (q=0.005L/min.m) في المجال العمقي (5-10m). أما درجة ملوحة المياه الجوفية فقد حصلنا عليها من نتائج التحليل الكيميائي لمخابر المديرية العامة لحوض الساحل، حيث أشارت هذه النتائج بأن ملوحة المياه في منطقة الدراسة تراوحت ما بين (0.3-0.7g/L).

من خلال دراسة وتحليل المقاطع الجيولوجية نلاحظ بأن المنطقة تأثرت بعوامل تجوية شديدة بسبب ارتفاع كمية الساقط المطري السنوي (1000-1200mm)، وتتميز بحسب درجة تأثرها بالتجوية الشكل (3)، بوجود ثلاثة نطاقات أساسية (A,B,C) للتجوية:

- نطاق شديد التجوية (Zone A) وهو النطاق السطحي أو نطاق تفرغ الحمولة وتكون فيه الصخور كثيرة التشقق وتكون هذه الشقوق فارغة وأحيانا تكون مملوءة بمواد طينية يتراوح سماكته (0.5-3m).

- نطاق متوسط التجوية (Zone B) وهو نطاق تفرغ أيضا وتكون فيه الطبقات الصخرية أقل تأثرا بعوامل التجوية نلاحظ فيها عدد محدود من الشقوق الجانبية والعمودية يتراوح سماكته (10-15m).

- نطاق ضعيف التجوية (Zone C) وهو نطاق الصخور الأصلية أو الطازجة أي غير متأثرة بعوامل التجوية، تلاحظ عليها فقط الشقوق التكتونية. (المديرية العامة لحوض الساحل - تقرير جيولوجي وهيدروجيولوجي غير منشور).

الدراسات الجيولوجية السابقة:

- استخدم الباحثان لدى القيام بالأعمال الحقلية الوسائل التالية:
- الخريطة الجيولوجية لسوريا بمقياس (1:50 000) رقعة الحفة.
- الخريطة التكتونية لسوريا بمقياس (1:1000 000).
- الخريطة الجيومورفولوجية لسوريا بمقياس (1:1000 000).
- بعض الصور الجوية لسوريا بمقياس (1:100 000) وبمقياس (1:50 000).
- الخريطة الطبوغرافية لمحافظة اللاذقية بمقياس (1:125000).
- الجيولوجيا والمواد المفيدة للدول الأجنبية - سورية. بونيكاروف وكازمين. (1968).
- جدول نتائج الرصد الزلزالي الصادر عن المركز الوطني السوري لرصد الزلازل.
- عدا عن ذلك لا توجد دراسات جيولوجية أو جيوفيزيائية سابقة في منطقة الدراسة.

أهمية البحث وأهدافه:

- ارتبطت الدراسات الجيوهندسية بالدراسات الجيوكهربائية ارتباطاً وثيقاً بهدف تفادي الكوارث الناتجة عن الانهيارات في الطبقات الصخرية الناتجة عن الحوادث الكارستية والإنزلاقات في التربة، وهذه الدراسات هي في غاية الأهمية لتوجيه الأعمال الهندسية الإنشائية (الهيئة الحكومية لمجلس وزراء روسيا الاتحادية لأعمال البناء، 1975)، (شوفالوف، 1963)، (أوغيلوف، 1990). لهذا تعتبر طرائق التحريات الجيوفيزيائية والجيو-هندسية بالإضافة إلى الاختبارات الحقلية أساسية من أجل اختيار مواقع إنشاء السدود حيث تساعد هذه الدراسات على اتخاذ تدابير فعالة واقتصادية في بناء السدود، وتهدف هذه الدراسة الجيوكهربائية إلى:
- تقييم صورة واضحة عن البنية تحت السطحية أو الوضع البنيوي باستخدام الطرائق الجيوكهربائية.
 - الكشف عن الكهوف والفجوات الكارستية.
 - استكشاف مناطق الصدوع والشقوق وتحديد مكان واتجاه الصدعات والتشققات.
 - كشف وتحديد مناطق الجروف والإنزلاقات الصخرية.
 - تحديد نوعية الصخور.
 - تحديد عمق أو مستوى المياه الجوفية.
 - تحديد المحتوى الطيني (β %).
 - تحديد عامل الامتصاص النوعي للطبقة (q L/ min.m)، من تجارب الحقن المائي في الآبار.
 - وضع خريطة جيولوجية لمنطقة الدراسة بمقياس (1:2000).

طريقة البحث:

أجرى الباحثان القياسات الجيوكهربائية الحقلية في منطقة الدراسة باستخدام السبر الكهربائي الشاقولي وفق التشكيل الرباعي المساري المتناظر (تشكيل Schlumberger) بهدف دراسة تغيرات المقاومة الكهربائية النوعية مع العمق وربط العوامل المقاسة (المقاومية والسماكة) مع البنية الجيولوجية لمنطقة الدراسة.

أجريت القياسات الحقلية على خمس بروفيلات (S-1, S-2, 3-3, 4-4, 5-5) وبخطوات قياس مختلفة من بروفيل لآخر وذلك حسب موقع البروفيل والتغيرات الطبوغرافية فمثلا في البروفيل (S-1) تراوحت خطوة القياس بين (10-30m) أما في البروفيلات (3-3, 4-4, 5-5) فتراوحت ما بين (25-80m). بلغ مجموع السبور في منطقة الدراسة (34) سبرا موزعا على خمس بروفيلات الشكل (6) منها البروفيلين (S-I) و (S-2) حيث يتألف كل منهما من (6) سبور) وهما يمثلان المحورين المفترضين لإنشاء سد باشكات وأما البروفيل (3-3) فيتألف من (5) سبور)، والبروفيل (4-4) يتألف من (8) سبور) و (5-5) فيتألف من (9) سبور)، الذي يمثل دراسة البنية الجيولوجية للمجرى المائي على طول النهر. أما السبور الدائرية فعددها ثلاثة وزعت على مناطق مختلفة بالنسبة لموقع إنشاء سد باشكات بسبب الوضع الجيومورفولوجي المعقد للمنطقة، والذي لم يسمح لنا بإجراء السبور الشاقولية الدائرية في مجرى النهر، ولذلك تم توزيعها على مواقع ارتفاعاتها الطبوغرافية: $VES_1(1150m)$, $VES_2(1095m)$, $VES_3(1000m)$ ، قريبة من منطقة الدراسة، حيث تسمح الظروف الطبوغرافية للقيام بإجراء السبور الشاقولية الدائرية الشكل (1).

استخدم الباحثان في القياسات الحقلية الجهاز الروسي الصنع من طراز (A' -72) مع محول صغير الحجم روسي الصنع أيضا يعمل على رفع التيار من بطارية سائلة طاقتها (12) فولت لتأمين تغذية التيار إلى الأرض عبر المساري (A,B)، بالإضافة إلى بكرتين لخطوط التغذية بطول (500m) في كل بكرة مع الكترودات فولاذية كمساري تغذية والكترودات نحاسية كمساري استقبال وتوابع أخرى. الشكل (4)، (ياكوفوسكي ولياخوف، 1988).

أوجدنا قيم المقاومة الكهربائية النوعية الظاهرية باستخدام العلاقة العامة (آغا، 1996)، (ماتيف، 1990) حيث:

$$r_a = K \frac{DV}{I} \quad (1)$$

r_a - المقاومة الكهربائية النوعية الظاهرية وتقدر بـ (Om.m).

K - ثابت التشكيل.

DV - فرق الكمون بين نقطتين من سطح الأرض أي بين (M, N) وتقدر بالميللي فولت.

I - شدة التيار وتقدر بالميللي أمبير.

ومن المعلوم بأن قيمة المقاومة الكهربائية الظاهرية المقاسة تتعلق بـ:

1- البنية الجيولوجية للطبقات في منطقة الدراسة ووضعيتها التركيبية.

2- الوضعية الهندسية لمساري التغذية والاستقبال.

ونتيجة للقياسات الحقلية في منطقة الدراسة حصلنا على منحنيات ذات نماذج جيدة وسهلة التفسير نذكر

منها (K,H,K), (K,H), (Q,H,Q), (H,K,H), (Q,H,A), (Q,H,A), (Q,H,A) عدا السبرين (10,30) حيث قمنا بإزاحة مركز السبر لمسافة

تراوحت ما بين (1-1.3m) وذلك لسببين الأول هو عدم إمكانية غرس الأوتاد (M,N) في الأرض لقساوة الطبقة السطحية (التواء الأوتاد)، والثاني هو التضاريس المعقدة ولذلك تم إعادة السبر وأخذت القياسات من جديد وبالتالي تم الحصول على منحنيات قابلة للتفسير الشكل (5).

تفسير النتائج والمناقشة:

جرى تفسير نتائج القياسات الحقلية باستخدام البوم منحنيات تفسير نتائج السبر الكهربائي الشاقولي للعالم بيلايف (بيلايف، 1963) ووفقاً لنتائج تفسير القياسات الجيوكهربائية الحقلية تم وضع خمسة مقاطع جيوكهربائية لموقع إنشاء سد باشكات. تميزت المقاطع الجيوكهربائية بأنها مؤلفة من طبقات أو مستويات جيوكهربائية مرتبة ومميزة بعضها عن البعض بالخواص الجيوكهربائية ومتوافقة مع المقاطع الجيولوجية التي تم وضعها بناء على نتائج الدراسات الجيولوجية والهيدروجيولوجية للآبار المحفورة من قبل المديرية العامة لحوض الساحل في منطقة الدراسة، وقد حددنا على هذه المقاطع نطاقات الصدوع والشقوق والحدود الليتولوجية للتراكمات المختلفة على المقاطع الجيوكهربائية الأشكال من (7-11)، بالإضافة إلى تحديد الخواص الفيزيائية للطبقات المكونة للبنية الجيولوجية للمنطقة، كما تم تحديد مستوى المياه الجوفية في منطقة الدراسة اعتماداً على نتائج الدراسات الهيدروجيولوجية للآبار.

المقاطع الجيوكهربائية:

تتألف الطبقة العلوية لمنطقة الدراسة من التوضعات الرباعية المنتشرة في منطقة الدراسة وهي مكونة من الرسوبيات الحطامية (جلاميد، حصباء، حصى، كسارات متنوعة المقاييس، رمال ناعمة، وطين سمكها (1m)، تليها من الأسفل توضعات حطامية مكونة من حبيبات دقيقة مع حبيبات رملية مختلفة المقاييس وذات أركان حادة مع توضعات لحيوية ذات خواص جيوكهربائية متعلقة بحجم حبيباتها ودرجة ملوحة المياه التي تملأ فراغاتها. تتراوح مقاومتها (ρ) (150-1000om.m) = عند السبر (21) من البروفيل (S-2)، والسبر (10) من البروفيل (3-3)، تتراوح سماكة هذه التوضعات من (1-4m) ومقاوميتها النوعية تتغير حسب محتواها من الطين فكلما زاد حجم الطين في الطبقة كلما انخفضت مقاومتها والعكس بالعكس، أما على المقطع الجيوكهربائي (3-3) نلاحظ وجود طبقة تتراوح مقاومتها النوعية ($\rho = 500-1000om.m$) وهي مكونة من رسوبيات حطامية ذات حبيبات شبه دائرية وأحياناً تحوي على قطع وشظايا كلسية.

نلاحظ على المقاطع الجيوكهربائية (S-1, S-2, 3-3, 4-4, 5-5) طبقة علوية مؤلفة من صخور كلسية مشققة مشكلة المصاطب النهرية على جانبي الوادي، وهي تتصف بالخواص الجيوفيزيائية التالية:

- 1- على المقطع (S-1) توجد طبقة مكونة من الصخور الكربوناتيّة الكتلية تتراوح مقاومتها ($\rho = 300-600om.m$).
- 2- على المقطع (S-2) توجد طبقة علوية مكونة من الصخور الكربوناتيّة المشققة تتراوح مقاومتها ($\rho = 130-500om.m$) وسماكتها تتراوح بين (4-7m).

أما في منطقة مجرى النهر فنلاحظ وجود طبقة من الصخور الكربوناتية الطينية ذات مقاومة نوعية $(\rho = 300 \text{om.m})$ عند السبرين (1,24) من البروفيل (S-I)، في حين تتغير خواص نفس الطبقة على البروفيل (S-2) عند السبرين (21،2) بسبب ازدياد المحتوى الطيني بحيث تصبح $(\rho = 150-250 \text{om.m})$ وتبلغ سماكتها (7m).

3- على المقطع الجيوكهربائي (3-3) وعلى الضفة اليسارية للوادي النهري فإن المقاومة النوعية للطبقة العلوية المكونة من الصخور الكلسية الكتلية فتتراوح $(\rho = 400-500 \text{om.m})$ عند السبور (31,32,33) أما من الجهة اليمنى للوادي النهري فنلاحظ ازدياد المقاومة النوعية لهذه الطبقة تتراوح $(\rho = 450-600 \text{om.m})$ عند السبر (34).

4- على المقطع الجيوكهربائي (4-4) فتتمتع هذه الطبقة بمقاومة نوعية تتراوح $(\rho = 150-180 \text{om.m})$ عند السبرين (13,16) وهي مكونة من الحجر الكلسي الطيني، في حين توجد بين السبرين (10,11) منطقة ذات مقاومة نوعية $(\rho = 500-600 \text{om.m})$ وهي مؤلفة من صخور كلسية كتلية، في حين تكون هذه الطبقة ذات $(\rho = 150 \text{om.m})$ عند نقطة السبر (12) وهي عبارة عن صخور كلسية طينية، كما يوجد صدع أو تغيرات ليتولوجية وميكانيكية بين السبرين (11,12) تخترق عمق الدراسة الشكل (10).

5- على المقطع الجيوكهربائي (5-5) يمكننا تقسيم هذه الطبقة إلى نطاقين:

- النطاق العلوي ذو المقاومة $(\rho = 130-800 \text{om.m})$ ويتكون من صخور كربوناتية كتلية إلى مشققة أو صخور كربوناتية طينية وسماكتها (1.5m).

- النطاق السفلي ذو المقاومة $(\rho = 70-300 \text{om.m})$ ويتكون من صخور كربوناتية مشققة أو صخور كربوناتية طينية وسماكتها (7m)، في حين يقع نطاق الصدع والشقوق وأ نطاق التغيرات الليتولوجية والميكانيكية بين السبرين ويمتد باتجاه الأعماق ليضم كل عمق الدراسة (1,34) الشكل (11).

وبنتيجة المقارنة المشتركة بين المقطعين الجيوكهربائيين (S-1, S-2)، اللذين يمثلان المحورين المفترضين لموقع إنشاء سد باشكات نجد بأن المستوى (2^a) من المقطع (S-1) تتراوح مقاومته $(70-90 \text{om.m})$ الذي يتألف من الصخور الطينية الكلسية ذات سماكة ضعيفة (5-12m) وتشغل مساحة محدودة جدا بالإضافة إلى وجود جرف أو طبقات انزلاقية متكشفة على السطح والقريبة جدا من المحور (S-1)، في حين نجد بأن نفس المستوى (2^a) من المقطع (S-2) تتراوح مقاومته $(50-80 \text{om.m})$ أي أنه أصبح أقل مقاومة مما يدل على ازدياد نسبة الطين فيه وتتراوح سماكته (16-19) وتشغل مساحة أكبر مما يجعلها طبقة ذات سماكة أكبر وأكثر إنتشارا وكتامة كافية لحفظ مياه سد باشكات بالإضافة إلى بعد موقعه عن الجرف، واستناده على الصخور الكربوناتية المشققة المملوءة بالطين والصخور الكربوناتية الكتلية المشققة والمتطبقة العائدة إلى تشكيل صنفه توفر شروطا جيدة من حيث قدرة الخزن والتحمل كصخر أساس سيشيد عليه سد باشكات.

الأنيزوتروبية:

أما بالنسبة للسبور الشاقولية الدائرية الثلاثة (VES_1, VES_2, VES_3) ، فقد نفذت في مناطق مختلفة نظرا لصعوبة الوضع الجيومورفولوجي من جهة، ومن جهة أخرى لمعرفة الوضع الانيزوتروبية على أكبر مساحة ممكنة من

منطقة الدراسة. مثلت نتائج السبر الدائرية على شكل منحنيات تغير المقاومة الظاهرية (ρ_a) مع اتجاه القياس (سمت القياس) بدلالة ($AB/2$) بالإضافة إلى اهليلج الأنيزوتروبية، الشكلين ((12-a-b)). ونلاحظ من منحنياتها الحقلية بان الجزء الأول أي عندما تتراوح ($AB/2 = 10-15m$) في كل منها يكاد يكون متطابقا للمنحنيات الأربع من كل سبر وهذا يدل على أن الفروق في قيم مقاومة الطبقة السطحية (طبقة التجوية) صغيرة جدا وبالتالي فإن قيمة عامل الأنيزوتروبية واحدة لطبقة التجوية في السبر الثلاثة وتتراوح سماكتها ما بين (5-10m)، إلا أن عامل الأنيزوتروبية يزداد مع العمق (20-30m)، حيث تصبح الفروق بين المنحنيات الحقلية كبيرة للسبر الشاقولية الدائرية الثلاثة عند العمق (20-30m)، أما في المجال العمقي ($AB/2=65-70m$)، فنلاحظ بأن المنحنيات الحقلية أصبحت متطابقة، لذلك تم التركيز على هذا المجال العمقي وبناء على ذلك فقد تم تحديد قيمة عامل الأنيزوتروبية من المعادلة التالية (الهيئة الحكومية، 1975):

$$I = \sqrt{\frac{r_{\max}}{r_{\min}}} \quad (2)$$

ووفقا للمنحنيات الحقلية فإن أكبر قيمة للمقاومة الظاهرية من منحنيات السبر (VES_1) هي (500om.m) في حين كانت اصغر قيمة للمقاومة الظاهرية (250om.m) وبالتعويض في المعادلة (2) نجد أن: ($\lambda_1 = \sqrt{2} = 1.4$)، وهكذا بالنسبة للسبر الدائري (VES_2) فأكبر قيمة هي (350om.m) واصغر قيمة هي (200om.m) وبالتالي ($\lambda_2 = 1.32$) وهكذا للسبر الثالث (VES_3) فإن ($\lambda_3 = 1.4$)، وبالتالي فإن قيمة عامل الأنيزوتروبية الوسطي للسبر الثلاثة عند العمق ($AB/2 = 20-30m$) هو ($\lambda = 1.5$). وبما أن المنحنيات الحقلية أصبحت متطابقة عند العمق ($AB/2 = 65-70m$)، فإن عامل الأنيزوتروبية لهذه الطبقة يكون واحدا أيضا.

أشارت نتائج التفسير للسبر الدائري أن لكل طبقة جيولوجية قيمة واتجاها معينا للأنيزوتروبية وهذه القيمة والاتجاه للأنيزوتروبية تتعلق بنوعية وتركيب الطبقات ومن خلال مقارنة الدياگرامات الثلاثة (اهليلج الأنيزوتروبية) عند العمق (20-30m)، نلاحظ بان شكلها يكون متطاولا في اتجاهات مختلفة شمال (45°) غربي عند السبر (VES_1)، أما عند السبر الثاني (VES_2) فإن اتجاه التطاول أصبح شرق-غرب، وأما عند السبر الثالث (VES_3)، فإن اتجاه التطاول يصبح شمال (45°) شرق، وهذا يدل على أن الطبقة الكربوناتيية عند هذا العمق هي طبقة مشققة واتجاهات التشقق تتعلق بالبنية الجيولوجية المعقدة في المنطقة. أما في المجال العمقي (65-70m) فإننا نلاحظ بان أشكال الدياگرامات للسبر الشاقولية الدائرية الثلاثة تصبح دائرية، وتصبح المقاومة الكهربائية الظاهرية متساوية في كل الاتجاهات وهذا يدل على أن الطبقات الكلسية المشققة والكارستية عند العمق (65-70m) هي طبقات حاملة للمياه الجوفية وبالتالي فإن قيمة المقاومة الكهربائية الظاهرية لها تصبح واحدة.

وبناء عليه فإن النتائج الليتولوجي المذكور أعلاه يتفق مع الخواص الجيوفيزيائية المختلفة للصخور المكونة للمقاطع الجيوكهربائية لمنطقة الدراسة، ولمعرفة المزيد عن الخواص الجيوفيزيائية للطبقات مثل:

- السماكة العامة للطبقات الطينية البينية القليلة السماكة وذات المقاومة النوعية الضعيفة (نسبة الغضار والمارل) والمتوضعة بين المستويات الجيوكهربائية الخمسة.

- السماكة العامة للطبقات الكربوناتيية المشققة وذات المقاومة العالية والموجودة على المقاطع الجيوكهربائية الخمسة.

- المقاومة الكهربائية النوعية للكلية للطبقات الكربوناتيية الكتلية النظيفة من الغضار والمارل وهي تتراوح عادة ما بين (400-1000om.m).

تحديد المحتوى الطيني لكل مستوى جيوكهربائي من المقاطع الجيوكهربائية الخمسة:

ومن أجل ذلك استخدمنا نوموغرافات (Nomographs)، الشكل (13-a-b) أي مجموعة المنحنيات التي تمثل الأوساط المتطبقة المتتالية والأوساط الكتلية المتقاطعة المشققة غير المتساوي والممثلة بالعلاقات الرياضية التالية، (المعهد العالي للبحوث العلمية - غوستروي، 1986):

$$l = r_{ser} / r_{con} \quad (3)$$

$$m = r_{uncon} / r_{con} \quad (4)$$

$$u = Sh_{con} / Sh_{uncon} \quad (5)$$

حيث:

l - عامل الانيزوتروبية الكهربائية.

r_{ser} - المقاومة الكهربائية النوعية الحقيقية للطبقات الكربوناتيية المكونة للمقطع الجيوكهربائي مقدره بـ (om.m).

r_{con} - $(r_{conducting})$ المقاومة الكهربائية النوعية للكلية للطبقات الطينية البينية ذات الناقلية الكهربائية الجيدة.

r_{uncon} - $(r_{unconducting})$ المقاومة الكهربائية النوعية للكلية للطبقات الكربوناتيية الكتلية.

Sh_{con} - $(Sh_{conducting})$ السماكة الحقيقية العامة للطبقات الطينية ذات الناقلية الجيدة في الفراغ الثلاثي الأبعاد

وفق المحاور (X, Y, Z).

Sh_{uncon} - $(Sh_{unconducting})$ السماكة الحقيقية العامة للطبقات الكربوناتيية ذات الناقلية القليلة نسبيا في الفراغ

الثلاثي الأبعاد وفق المحاور (X, Y, Z).

فيعطى بالعلاقة التالية، (المعهد العالي للبحوث العلمية - غوستروي، 1986):

$$q = n/m \gg p/m \quad (6)$$

حيث:

$$n = \frac{Sh_{con}^y}{Sh_{ucon}^y} \quad (7)$$

$$m = \frac{Sh_{con}^z}{Sh_{ucon}^z} \quad (8)$$

$$P = \frac{Sh_{con}^x}{Sh_{ucon}^x} \quad (9)$$

ومنه:

$$q = \frac{P}{n} \quad (10)$$

أما قيمة المحتوى الطيني (b %) في الطبقات الكربوناتيية الكتلية المتقاطعة المشققة، وغير المتجانسة فيعطى بالعلاقة، (المعهد العالي للبحوث العلمية - غوستروي، 1986):

$$b_{con} = 1 - \frac{1}{(1+qm)^2(1+m)} \quad (11)$$

وعندما:

$$m = n = p$$

فإنه: بحسب (المعهد العالي للبحوث العلمية - غوستروي، 1986):

$$b = 1 - \frac{1}{(1+m)^3} \quad (12)$$

وهي العلاقة الرياضية التي تستخدم لإيجاد النسبة المئوية للطين في المستويات الجيوكهربائية من المقاطع الجيوكهربائية الخمسة، وبدلاً أن من نلجأ إلى إيجاد المحتوى الطيني للمستوى الجيوكهربائي رياضياً ويدويا باستخدام المعادلة (12)، الأمر الذي يتطلب الكثير من الوقت والجهد لذلك نلجأ إلى استخدام النوموغرافات الخاصة لإيجاد المحتوى الطيني، الشكل (13-a-b) والمعدة من قبل (المعهد العالي للبحوث العلمية - غوستروي، 1986) في الاتحاد السوفياتي سابقاً على الشكل التالي:

- من السيور الدائرية الثلاثة لدينا قيمة عامل الانيزوتروبية الوسطي ($\lambda=1.5$) عند العمق ($AB/2 = 20-30m$)، لمنطقة الدراسة.

- لدينا قيم المقاومة الكهربائية النوعية لكل مستويات المقاطع الجيوكهربائية وهي ممثلة بالرمز (ρ_{ser}) وفق المعادلات المذكورة أعلاه نرتبها ترتيباً تصاعدياً على الشكل ($\rho = \rho_{ser} = 80, 100, 120, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500 \text{om.m}$)

لدينا أخفض قيمة للمقاومية الكهربائية النوعية تقارب القيمة ($\rho = \rho_{con} = 50 \text{om.m}$) وهي ممثلة بالرمز (ρ_{con}) ونعتبرها ثابتة من أجل كل الخطوات التفسيرية القادمة.

- لكي نستطيع استخدام النوموغراف (13-a) بحالتيه العلوية والسفلية فإننا نحتاج لإيجاد النسبة (ρ_{ser}/ρ_{con}) - نقوم بتنفيذ النسبة (ρ_{ser}/ρ_{con}) أي بتقسيم كل المقاوميات لكل المستويات في المقاطع الجيوكهربائية على القيمة ($\rho = \rho_{con} = 50 \text{om.m}$) فنحصل على القيم النسبية ($\rho_{ser}/\rho_{con} = 1.6, 2, 2.4, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 \text{om.m}$)

- الآن ندخل بقيمة ($\lambda = 1.5$) الحقلية في منطقة دراستنا إلى المخطط السفلي من الشكل (12-a) ونسير بها على محور العينات الذي يمثل قيم (λ) من أجل كل الحالات حتى نلتقي مع قيمة ($\lambda = 1.5$) ومن ثم نسير بها أي بالقيمة ($\lambda = 1.5$) أفقياً حتى نتقاطع مع أول منحنى من منحنيات البارامتر (μ) فكانت ($\mu = 0.5$).

- نصدق إلى المخطط العلوي من الشكل (13-a) ونبحث عن نقطة تقاطع أول قيمة من القيم النسبة وهي عبارة ($\rho_{ser}/\rho_{con} = 1.60m.m$)، مع القيمة ($\mu = 0.5$)، نسقطها على المحور الأفقي (β) فنحصل على قيمة المحتوى الطيني كنسبة مئوية وهي تساوي في حالتنا هذه ($\beta = 67\%$).

بعدها نبحث عن نقاط تقاطع القيمة الثانية للنسبة ($\rho_{ser}/\rho_{con} = 2$) ثم الثالثة ($\rho_{ser}/\rho_{con} = 2.4$) وهكذا ونقاطهم جميعاً مع المنحني الملتوي ($\mu = 0.5$) من المخطط العلوي وفي كل مرة نسقط نقطة التقاطع على المحور الأفقي (β) فنحصل على المحتوى الطيني لكل مستو من المستويات الجيوكهربائية على التوالي ($\beta = 67, 55, 50, 40, 33, 28, 25, 21, 18, 10\%$).

- الآن لكي نوجد المقاومة الكلية لكل مستو من المستويات الكربوناتيّة النظيفّة من الطين أي (ρ_{uncon}) علينا إيجاد العامل (μ) حيث: ($\mu = \rho_{uncon}/\rho_{con}$)، من المعادلة (4) وكذلك فإن إيجاد السماكة الكلية لكل مستو من المستويات الكربوناتيّة النظيفّة من الطين أي (Σh_{uncon}) علينا إيجاد العامل (v) حيث: ($v = \Sigma h_{con} / \Sigma h_{uncon}$) من المعادلة (5) ولتحقيق ذلك نعود إلى الشكل (13-b) من أجل كل نقطة تقاطع بين البارامترين ($\lambda = 1.5$) و ($\rho_{ser}/\rho_{con} = 1.6, 2, 2.4, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10m.m$) سوف تقابل قيمتين على المنحنيات الملتوية من المخطط (12-b) أحد هذه المنحنيات منقط وهو يقابل قيم (v) والآخر مستمر ويقابل قيم (μ) فعلى سبيل المثال عندما ($\rho_{ser}/\rho_{con} = 1.60m.m$) و ($\lambda = 1.5$) فإن ($\mu = 5$) و ($v = 3$) وهكذا يمكننا الحصول على (μ) و (v) في آن واحد من تقاطع القيم النسبة المتغيرة ل (ρ_{ser}/ρ_{con}) مع ($\lambda = 1.5$).

- الآن معلوم لدينا ($\rho_{con} = 50m.m$) وأيضاً ($\mu = 5$) وبتطبيق العلاقة (4) يمكننا إيجاد ($\rho_{uncon} = 250m.m$)، كما أننا نستطيع إيجاد قيمة (Σh_{con}) بعد أن أصبح لدينا البارامتر (v) معلوماً وبتطبيق العلاقة التالية بحسب (المعهد العالي للبحوث العلمية - غوستروي، 1986):

$$B = v / (1 + v) \quad (13)$$

وبما أن ($\beta\%$) هي عبارة عن النسبة المئوية العامة للطين في مستويات المقاطع الجيوكهربائية في الأوساط الكتلية المتقاطعة المشققة، وذات المقاوميات المختلفة فإنه يمكننا أن نكتب العلاقة التالية:

$$\Sigma h_{con} = \beta = v / (1 + v) \quad (14)$$

وبالتالي فإن:

$$\Sigma h_{con} = v / (1 + v) \quad (15)$$

وكما أوضحنا بما أن ($v = 3$) من أجل ($\lambda = 1.5$) وبتطبيق المعادلة (15) نجد أن ($\Sigma h_{con} = 0.7m$).

- بما أن مجموع السماكات الكلية الكربوناتيّة والطينية تعطي كنسبة مئوية أو كجزء من الواحد فلذلك يمكننا إيجاد قيمة ($\Sigma h_{uncon} = 1 - \Sigma h_{con}$) أي أن: ($\Sigma h_{uncon} = 1 - 0.7 = 0.3m$) وهكذا من أجل كل القيم.

وأما قيمة الامتصاص النوعي (q) للمستويات المكونة للمقاطع الجيوكهربائية فقد أخذت من تجارب الحقن المائي في الآبار التي نفذتها المديرية العامة لحوض الساحل، وكذلك قيم عامل الرش على المقطع الجيولوجي -

الهيدروجيولوجي، الشكل(2)، فقد تم الحصول عليه من التقرير الجيولوجي - الهيدروجيولوجي غير المنشور لدى المديرية المذكورة. وقد عرضنا نتائج الدراسة والعلاقات بين البارامترات المختلفة في الأوساط المتطبقة المتتالية والأوساط الكتلية المتقاطعة المشققة في الجدول (1).

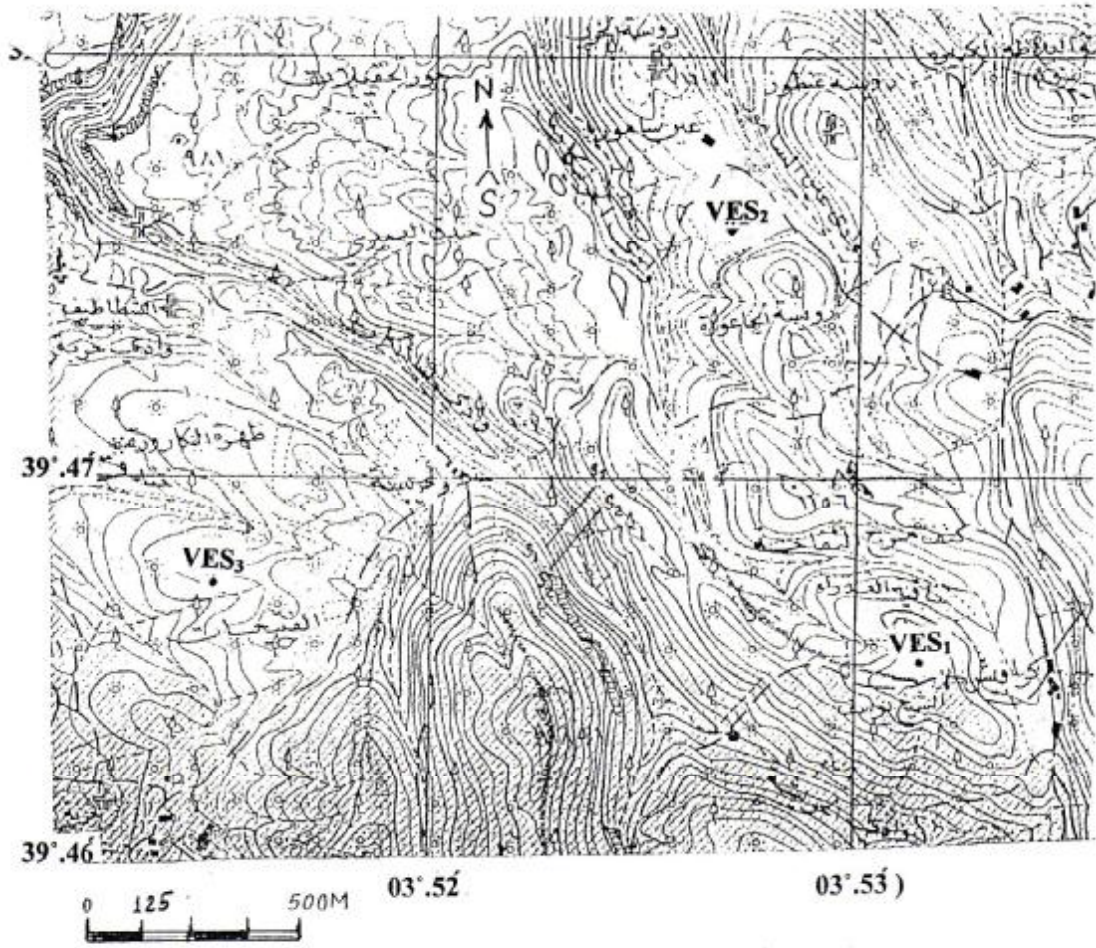
النتيجة:

- 1- وضع خمس مقاطع جيوكهربائية متوافقة مع المقاطع الجيولوجية لمنطقة الدراسة.
- 2- تتميز منطقة الدراسة بوجود خمس مستويات جيوكهربائية أساسية:
 - المستوى (2a) ($q = 0.01 \text{ L/min.m}$).
 - المستوى (2c + 2B) ($q = 0.03-0.3 \text{ L/min.m}$).
 - المستوى (2e - 2d) ($q = 0.01-0.02 \text{ L/min.m}$).
- 3- وجود تغيرات لنيولوجية وميكانيكية أو صدعين افتراضيين مرافقين لكتلة انزلاقية في منطقة الدراسة أولهما بين السبرين(10,11) على المقطع الجيوكهربائي (4-4)، والثاني بين السبرين(1,34) على المقطع الجيوكهربائي (5-5) ويخترق جميع المستويات الجيوكهربائية.
- 4 - إيجاد المقاومة الكلية لكل مستوى من المستويات الكربوناتيّة النظيفة من الطين أي (ρ_{uncon}).
- 5 - إيجاد السماكة الكلية لكل مستو من المستويات الكربوناتيّة النظيفة من الطين أي ($\sum h_{uncon}$).
- 6- السماكة الحقيقية العامة للطبقات الطينية ذات الناقلية الجيدة ($\sum h_{con}$).
- 7 - وجود الظواهر الكارستية بحسب المعطيات الجيوكهربائية والجيولوجية لمنطقة الدراسة.
- 8 - وضع مقطع جيولوجي - هيدروجيولوجي لمنطقة الدراسة.
- 9 - وضع خريطة جيولوجية لمنطقة الدراسة بمقياس (1:2000).
- 10 - تحديد عامل الأمتصاص النوعي للطبقات وللمستويات الجيوكهربائية ($qL/\text{min.m}$).
- 11 - تحديد عامل الرشح للطبقة (K).
- 12 - وجود مستويين للمياه الجوفية:
 - مستوي سطحي على شكل ينابيع موسمية أو فصلية.
 - مستوي جوفي.
- 13- تحديد المحتوى الطيني لجميع المستويات في المقاطع الجيوكهربائية الخمسة ($\beta\%$).
- 14 - وبنتيّة المقارنة المشتركة بين المحورين الافتراضيين أي بين المقطعين الجيوكهربائيين (S-1,S-2) جيوفيزيائيا وجيولوجيا وهيدروجيولوجيا، تم اقتراح المحور أو المقطع(S-2) كموقع مناسب لإنشاء سد باشكات حيث تتوفر الشروط الجيدة التالية:
 - بعده المناسب عن مواقع الصدوع والجروف الجيولوجية في منطقة الدراسة.
 - توفر سماكة جيدة من الطبقة الكتلية لخزن مياه السد.

- توفر شروط جيدة من حيث قدرة التحمل كصخر أساس الذي سيثبدي عليه سد باشكات الركامي.

الجدول (1): العلاقات بين البارامترات المختلفة في الأوساط المشققة المتقطعة والأوساط المشققة المتقاطعة.

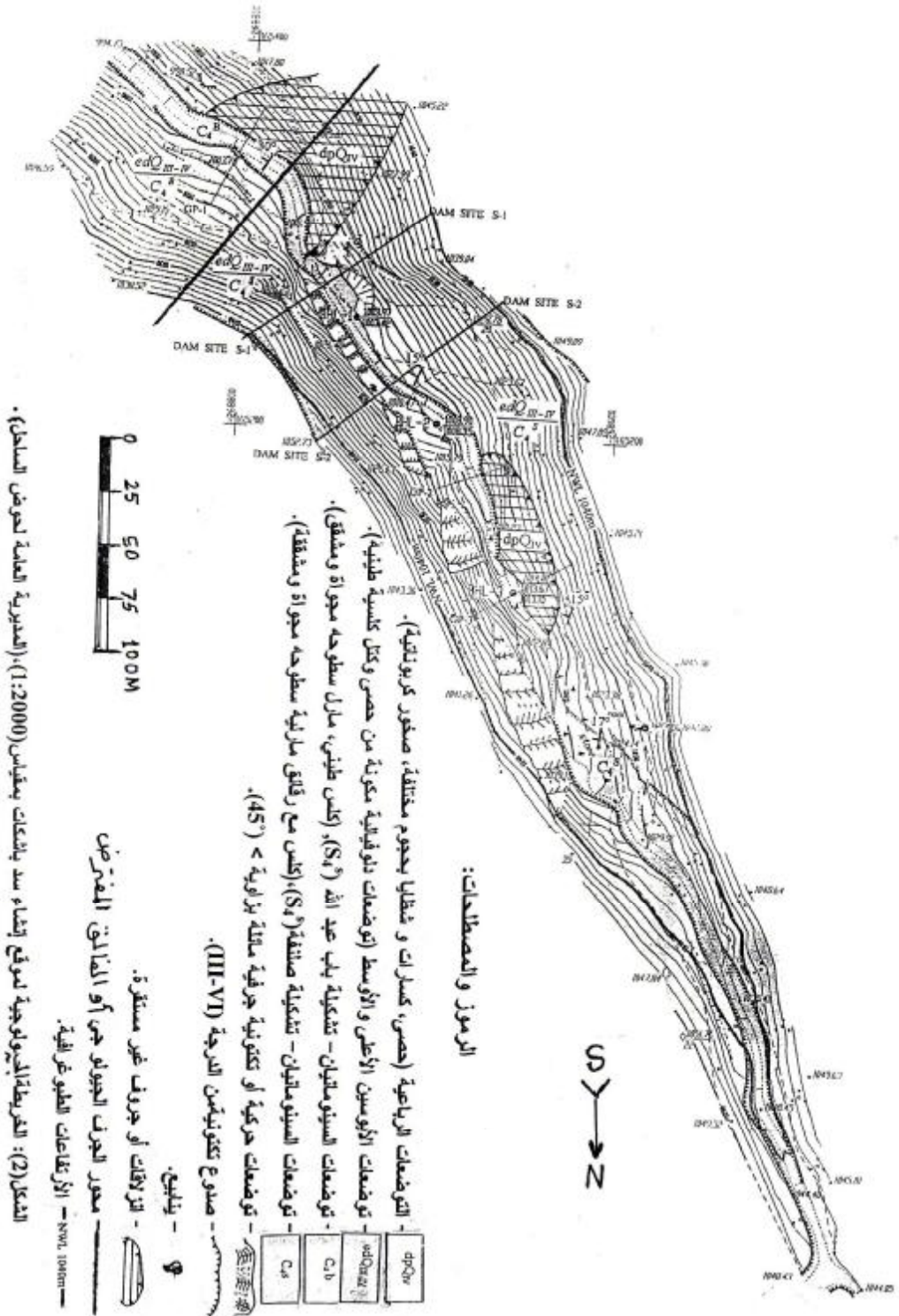
ρ_w OMM	ρ_{nr} / ρ_{com}	$\beta\%$	$\mu = \frac{\rho_{uncon}}{\rho_{com}}$	$\nu = \frac{\Sigma h_{con}}{\Sigma h_{uncon}}$	ρ_{uncon}	$\Sigma h_{con} = \nu / 1 + \nu$	Σh_{uncon}	$q_L / \text{min. m}$ for Σh_{uncon}
80	1,6	67	5	3	250	0,7	0,3	0,005
100	2,0	55	6	2	300	0,66	0,24	0,01
120	2,4	50	7	1,3	350	0,56	0,44	
150	3,0	40	7	0,8	350	0,44	0,56	0,03-0,3
200	4,0	33	8	0,4	400	0,28	0,72	
250	5,0	28	10	0,3	500	0,23	0,77	0,02-0,01
300	6,0	25	11	0,22	550	0,18	0,82	
350	7,0	21	13	0,15	650	0,13	0,87	0,02-0,01
400	8,0	18	16	0,1	800	0,09	0,91	
500	10	14	18	0,07	900	0,07	0,93	

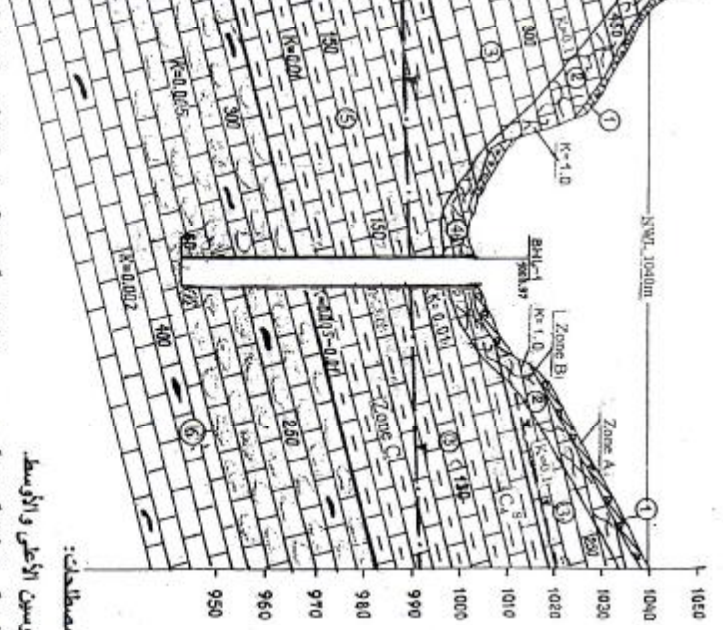
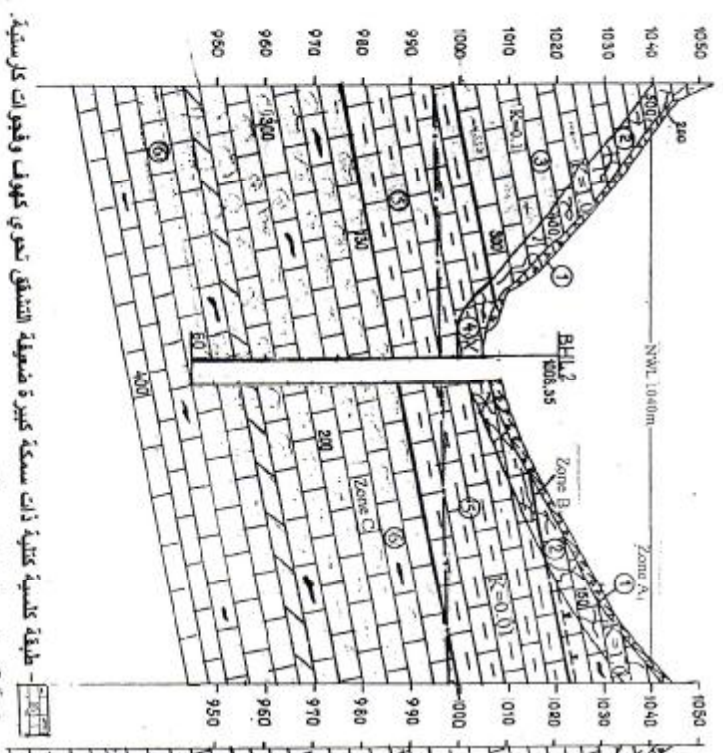


الرموز والمصطلحات:

- (S₁-S₂) - محور سد باشكات الأول.
- (S₂-S₂) - محور سد باشكات الثاني.
- (W₁-W₂-W₃) - مراكز السير الشاقولي الدائري.

الشكل (1): مواقع المحورين الافتراضيين (S₁-S₁), (S₂-S₂) لإنشاء سد باشكات (موقع منطقة الدراسة) (الخريطة الطبوغرافية - رقعة الحفة).





الرموز والمصطلحات:

توضيحات الأوسين الأرضي والأوسط:

توضيحات الأوسين الأرضي والأوسط:

- 1. طبقات كلسية قليلة التثليق ذات سماكة متغيرة.
- 2. طبقات كلسية متوسطة وسميكة وأحياناً ذات سماكات رقيقة ونحوي عقد صخرية.
- 3. طبقات كلسية قليلة التثليق ذات سماكة متغيرة.
- 4. طبقات كلسية متوسطة وسميكة وأحياناً ذات سماكات رقيقة ونحوي عقد صخرية.
- 5. طبقات كلسية قليلة التثليق ذات سماكة متغيرة.
- 6. طبقات كلسية متوسطة وسميكة وأحياناً ذات سماكات رقيقة ونحوي عقد صخرية.

توضيحات الأوسين الأرضي والأوسط:

توضيحات الأوسين الأرضي والأوسط:

طبقة كلسية كثيفة ذات سماكة كبيرة ضعيفة التثليق نحوي كهوف وفجوات كرسية.

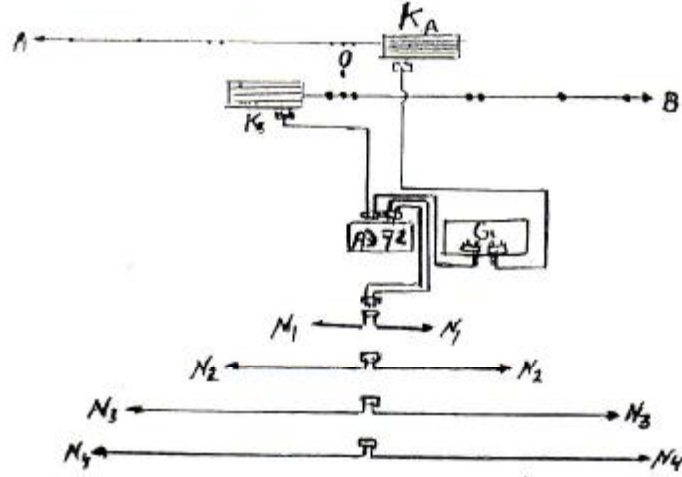
طبقة كلسية كثيفة ذات سماكة كبيرة ضعيفة التثليق نحوي كهوف وفجوات كرسية.

طبقة كلسية كثيفة ذات سماكة كبيرة ضعيفة التثليق نحوي كهوف وفجوات كرسية.

طبقة كلسية كثيفة ذات سماكة كبيرة ضعيفة التثليق نحوي كهوف وفجوات كرسية.

طبقة كلسية كثيفة ذات سماكة كبيرة ضعيفة التثليق نحوي كهوف وفجوات كرسية.

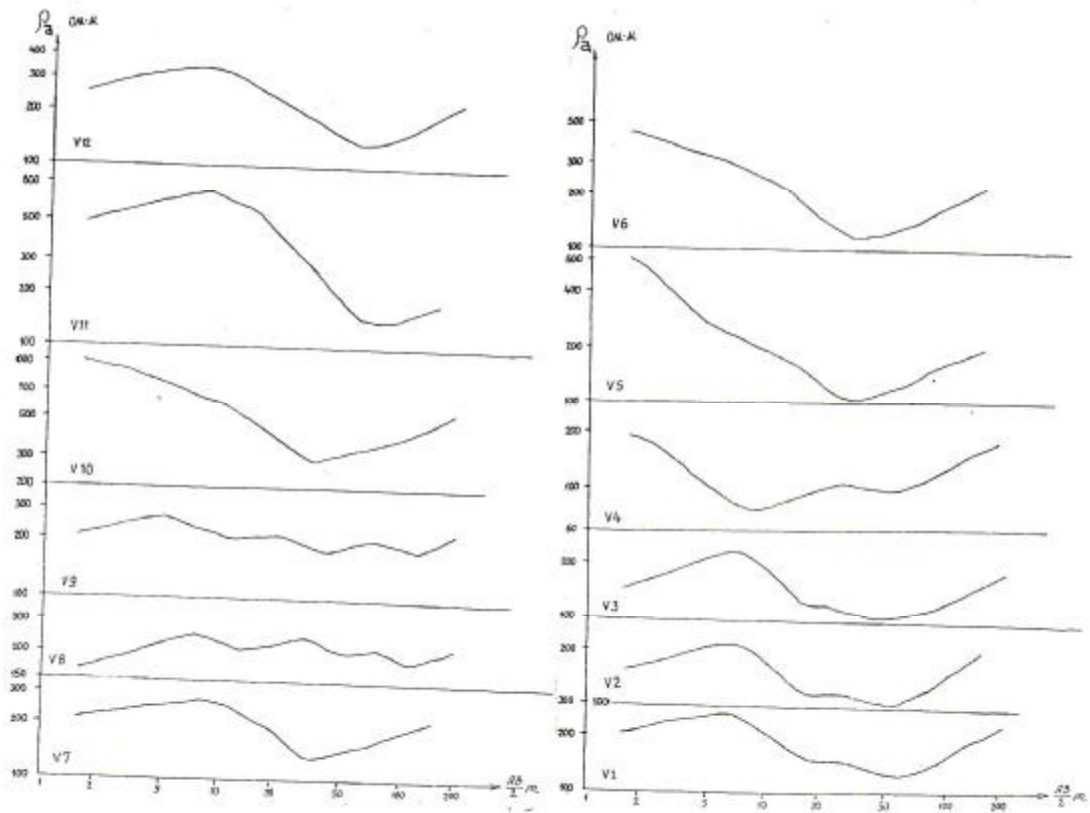
طبقة كلسية كثيفة ذات سماكة كبيرة ضعيفة التثليق نحوي كهوف وفجوات كرسية.



الرموز والمصطلحات:

- ١- (AЭ-72) - الجهاز الروسي الصنع.
- ٢- (G) - محول لرفع تيار التغذية.
- ٣- (0) - مركز السير.
- ٤- (KA-KB) - بكرتي التغذية.
- ٥- (A,B) - مسريي التغذية.
- ٦- (M,N) - مسريي الأستقبال.

الشكل (٤): المخطط الحقلي للمحطة الجيوكهربائية (AЭ-72)، (ياكوبوفسكي، 1988).



الشكل (٥): نماذج من المنحنيات الحلقية لتغيرات المقاومة الظاهرية (ρ_a) بدلالة ($AB/2$).



الرموز والمصطلحات:

V₁₂ - نقاط السبر وأرقامها.

BHL- الأبار وأرقامها.

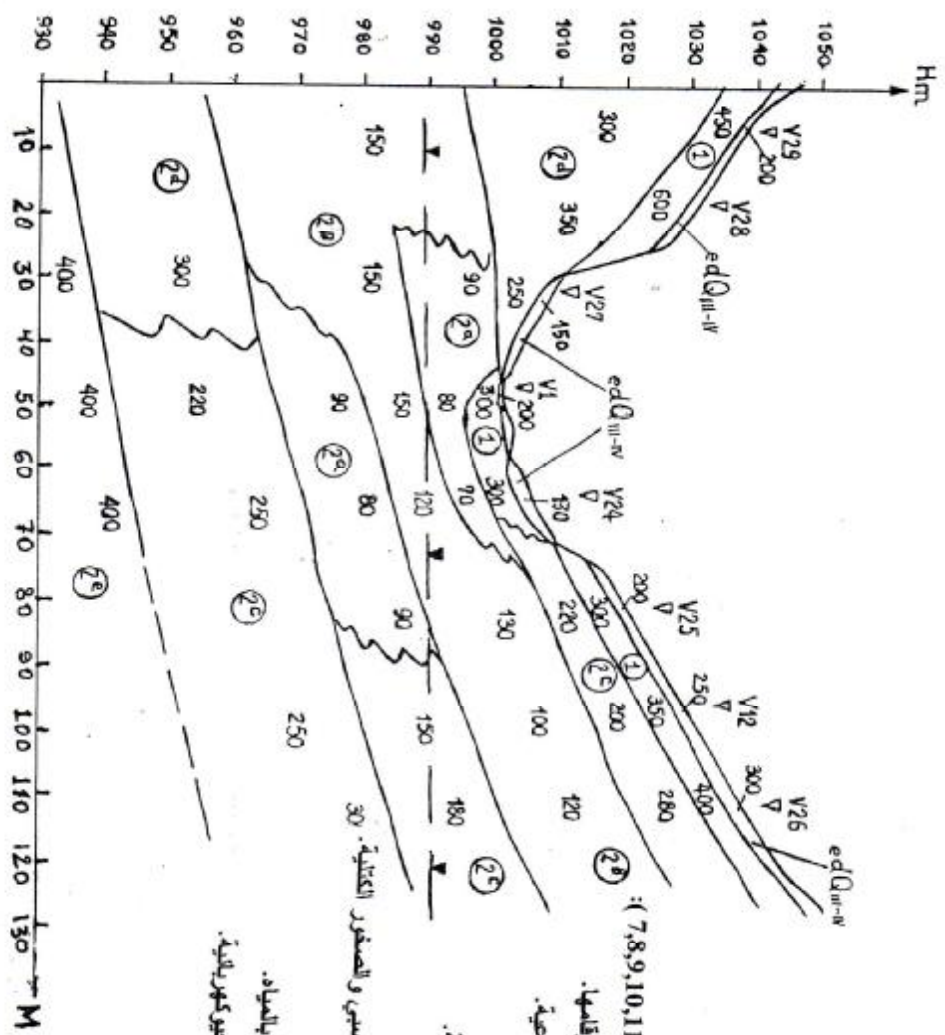
(3-3) - أرقام البروفيلات الجيو كهربائية.

(S-1),(S-2) - المحاور الأخر لاصية لإنشاء سد باشمكات.

(←) - اتجاه جريان مياه نهر باشمكات.

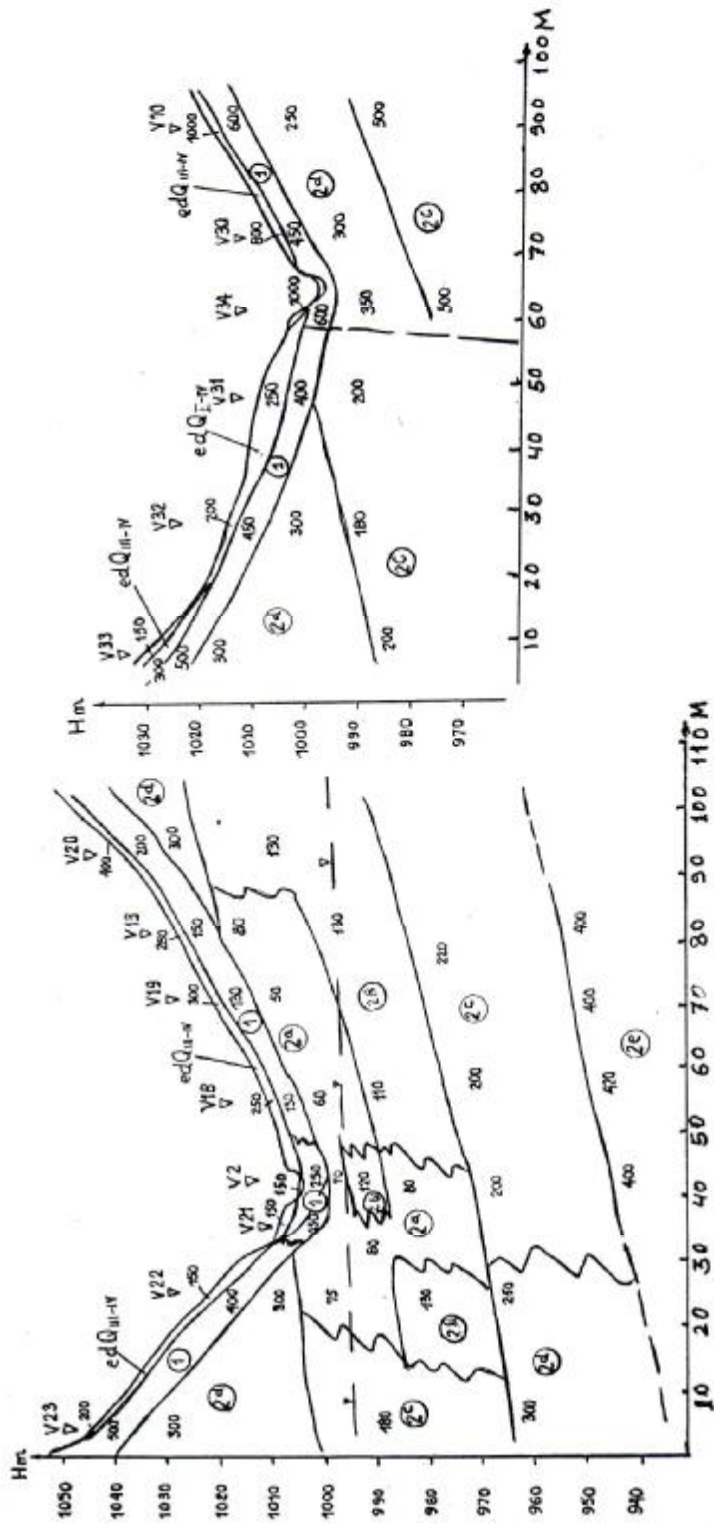
(---) - التعلق المقترض أو المرافق للعتلة المنزلة.

الشكل (١٠): مواقع البروفيلات الجيو كهربائية الحقيقية على الخريطة الطوبوغرافية.



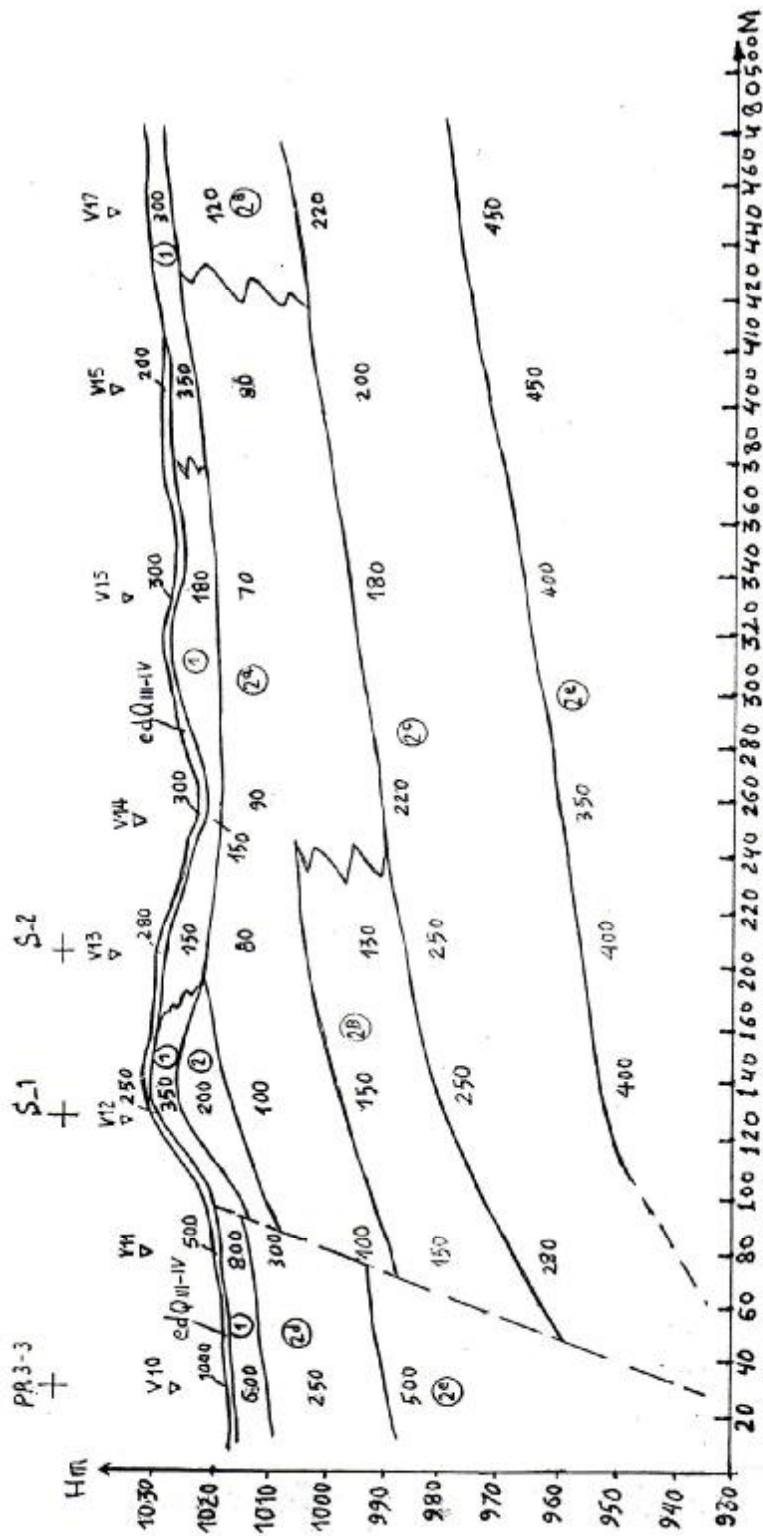
الشكل (٧): المقطع الجيوكهربائي على طول المصور الأفتراضي لإنشاء سد باشكات (S-1).

- الرموز والمصطلحات الأشكال (7,8,9,10,11):
 - V₃₃ - نقاط السر الكهربائي وأرقامها.
 - 100 - المقارسية الكهربائية النوعية.
 - تغير الحدود الليتولوجية.
 - تغير الحدود الجيوكهربائية.
 - المصروع الأفتراضي.
 - (2^a-2^c) - منطقة الاستقرار التسمي والمصفور الكتلية.
 - منسوب المياه الجوفية.
 - 1 - طبقة التوجيهية وتغذية النهر بالمياه.
 - S-1 - نقاط التفتاء أو تقاطع الجيوكهربائية.

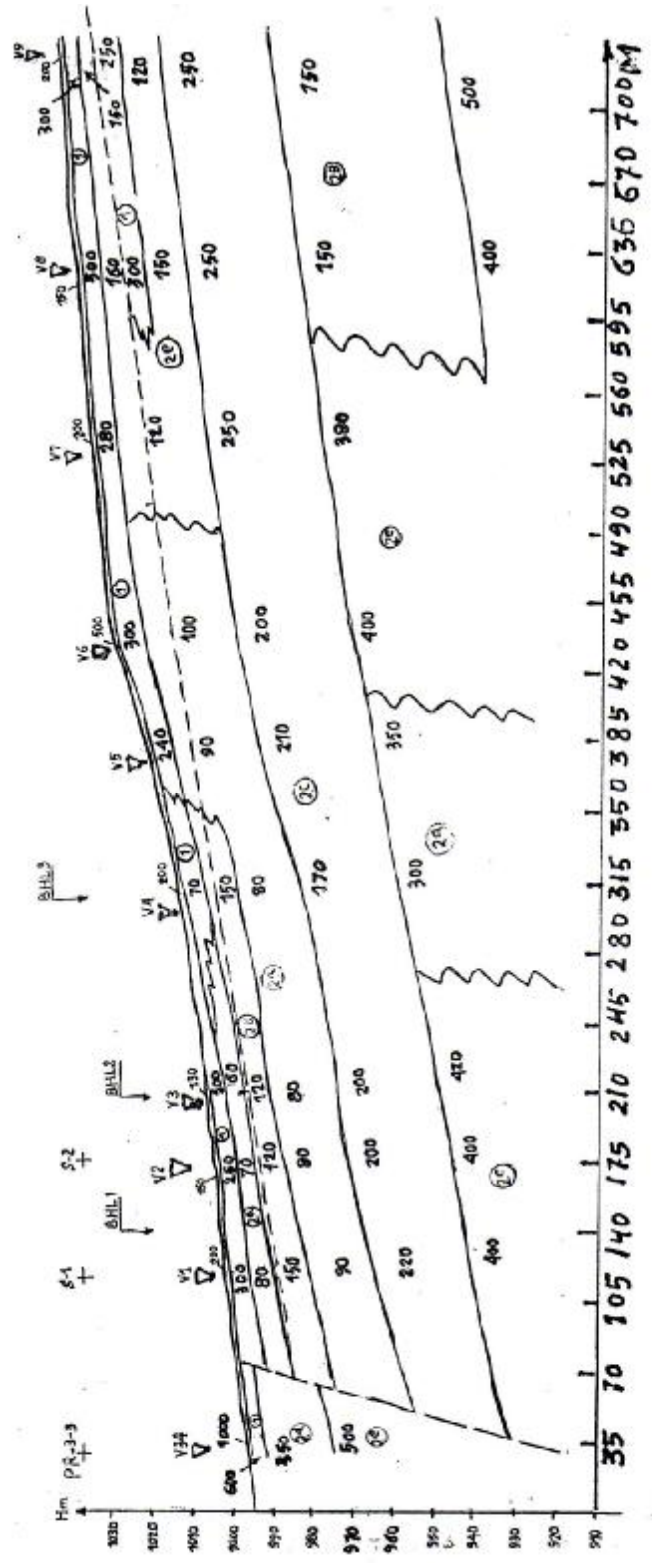


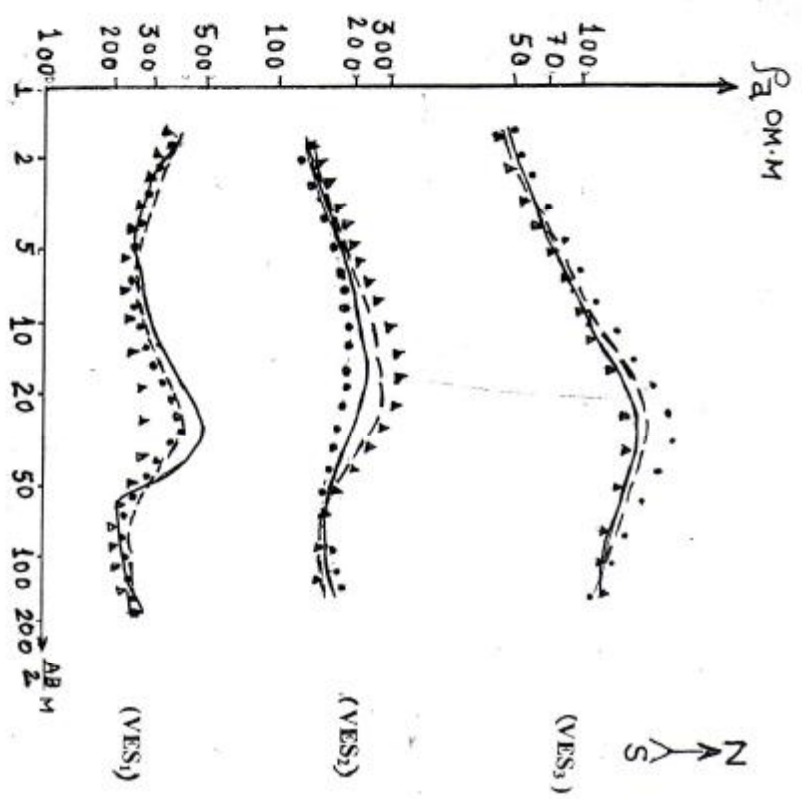
الشكل (8): المقطع الجيوكهرباتي على طول المحور الأفقي لإنشاء سد باشكات (S-2).

الشكل (9): المقطع الجيوكهرباتي على طول البروفيل (3-3).

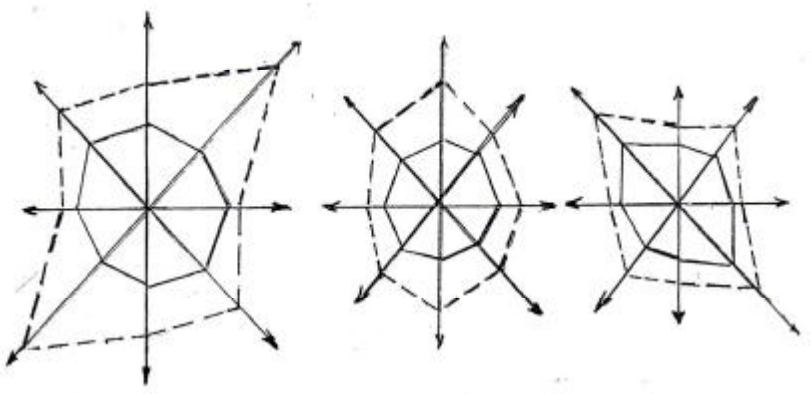


الشكل (10): المقطع الجيوكهرتاني على طول البروفيل (4-4).



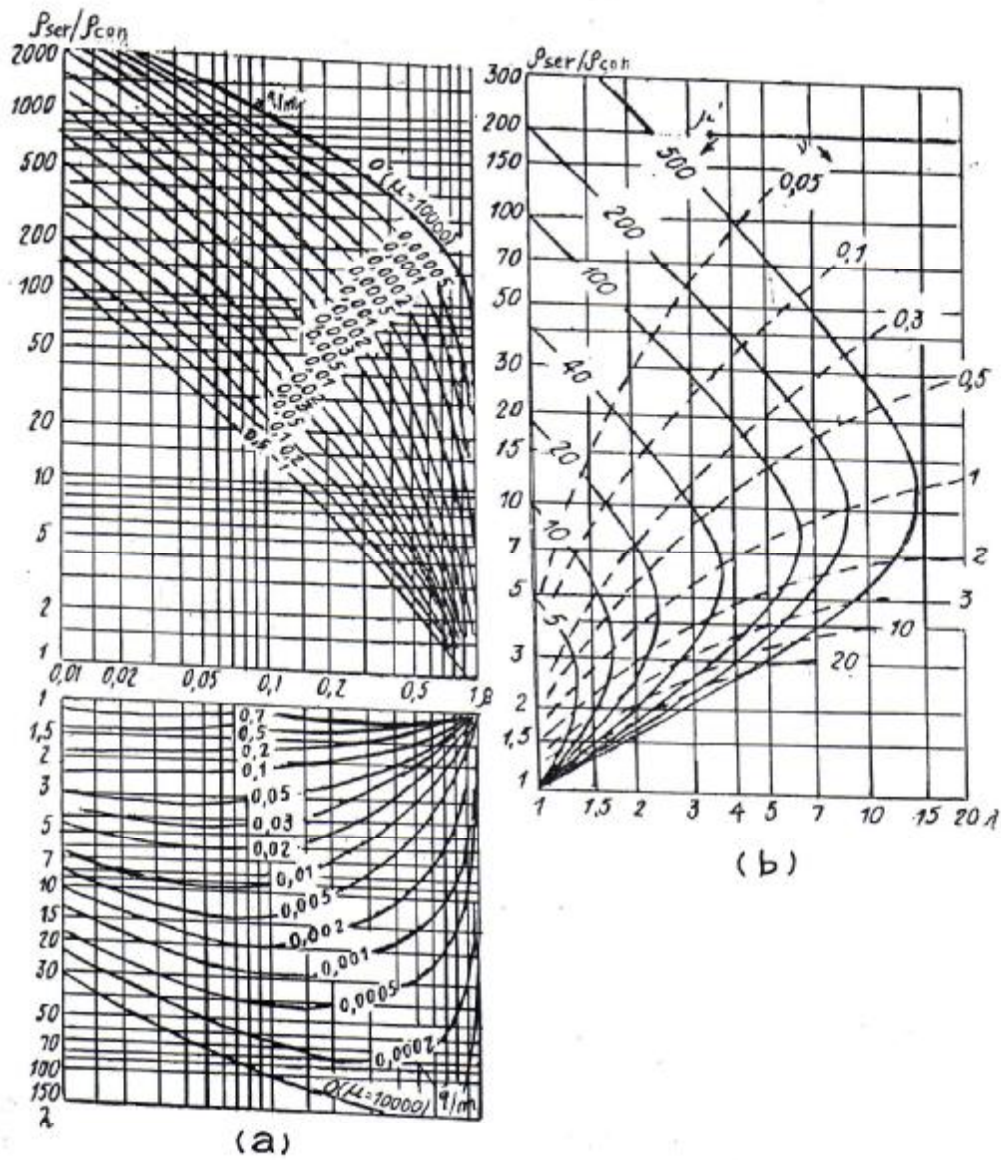


(12-a) - منحنيات تغيرات المقاومة الظاهرية (ρ) بدلالة (AB/2) للمسور الطاقولية الدورية.
 (12-b) - مقارنة المخطط الأيزوتروبية للمسور الطاقولية الدورية.



- الرموز والمصطلحات:
- 1- (Δ Δ) شمال جريب.
 - 2- (• •) شمال (45°) شرق.
 - 3- (∩ ∩) شرق غرب.
 - 4- (∪ ∪) اجنوب (45°) شرق.
 - (---) - AB/2 = (30m).
 - (—) - AB/2 = (70m).

الشكل (12-a-b): المسور الطاقولية الدورية.



الشكل: (13-a-b) النوموغرافات تمثل الأوساط المتطبقة المتتالية والكتلية المتقاطعة المشققة (المعهد العالي، ١٩٨٦).

(13-a) - نوموغراف يمثل الأوساط الكتلية المتقاطعة المشققة ويربط بين البارامترات $(\lambda, \rho_{ser}/\rho_{con}, \mu, \beta)$.

(13-b) - نوموغراف يمثل الأوساط المتطبقة المتتالية ويربط بين البارامترات $(\lambda, \mu, \rho_{ser}/\rho_{con}, \gamma)$.

المراجع:

- 1- آغا، رسول، واثق. 1996- الطرق الجيوكهربائية (1)، التنقيب الكهربائي بالتيار المتواصل. منشورات جامعة دمشق، دمشق، سورية.
- 2 - الخريطة الطبوغرافية لسوريا. مقياس 1:25000- رقعة الحفة (NI 31-S-3-a).
- 3- المديرية العامة لحوض الساحل. 2002 - تقرير جيولوجي وهيدروجيولوجي لمشروع إنشاء سد باشكات، تقرير غير منشور. اللاذقية، سوريا.
- 4- المعهد العالي للبحوث العلمية والإنتاجية في الدراسات الهندسية للبناء (ب ن ي ي س) غوستروي. 1986- الدليل في دراسة الكارست بالطرائق الجيوفيزيائية "سترويزدات"، موسكو، الاتحاد السوفياتي.
- 5- أوغيلوفي، أ. أ. 1990- أسس الجيوفيزياء الهندسية، موسكو "نيدرا" روسيا الاتحادية.
- 6- الهيئة الحكومية لمجلس وزراء روسيا الاتحادية لأعمال البناء، 1975- إرشادات في تطبيق الطرائق الجيوكهربائية في الدراسات الهندسية الإنشائية (بالتيار المتواصل أو بالحقل الكهربائي الطبيعي)، موسكو، روسيا الاتحادية.
- 7- بونيكاروف، ب، ف وكازمين، غ. ف. 1968- الجيولوجيا والمواد المفيدة للدول الأجنبية. سوريا ليننغراد "نيدرا" روسيا الاتحادية.
- 8- بيلايف، م، أ. 1968- الدليل في تفسير نتائج السبر الكهربائي العمودي، موسكو "نيدرا" روسيا الاتحادية.
- 9- شوفالوف، م. ف. 1983- دراسة الأراضي الكارستية والتجاويف المائية بالطرائق الجيوكهربائية، جامعة بيرمسك المسماة أ. م. غوركوفو، روسيا الاتحادية.
- 10- ماتيفيف، ك. ب. 1990- التنقيب الكهربائي، الطبعة الثانية، موسكو "نيدرا" روسيا الاتحادية.
- 12- ياكوبوفسكي، ف. يو ولياخوف، ل. ل. 1988- التنقيب الكهربائي، الطبعة الخامسة، موسكو "نيدرا" روسيا الاتحادية.
- 13- Geological MAP of Syria, scale 1:50000, Sheet Haffeh Ni 37-S-3-a, 1979. Printed in the German Democratic republic by VEB Hermann Haak Geographisch-Katographische Anstalt Gotha Leipzig.

