

دراسة الكسور التحت سطحية في سهل عين سفني/ شمال العراق من معطيات المقاومة السمتية

يوسف فرنسيس اقليمس

مركز بحوث السدود

والموارد المائية

جامعة الموصل

مروان متعب

قسم علوم الأرض

كلية العلوم

جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام ٢٠١١/١٢/١١ ، تاريخ القبول ٢٠١٢/٣/١٣)

الملخص

تم اختيار ثلاثة مواقع (الجراحية وعين سفني وزيناو ميري) في سهل عين سفني المحاط بالطيات المحدبة عين سفني وقند ومقلوب ، واستعمل نشر وينر الازاحي بخمسة عشر مسافة قياس وبسته اتجاهات ثم عولجت هذه المعطيات بالأسلوب الكارتيزي والقطبي.

يبين موقع الجراحية اتجاهي كسور عموديه وموازية لمحاور الطيات مع بروز اتجاه جديد يمثل كسر رئيسي شاقولي الميل فضلاً عن وجود كسرين عميقين احدهما شاقولي الميل وآخر متوسط الميل كذلك لوحظت كسور صغيرة متوسطة الميل.

أبرزت تحليلات مرتسمات موقع عين سفني اكثر من خمسة انظمة للكسور والتي تميزت بترددات مختلفة وذات زوايا ميل متوسطة الى عالية والتي قورنت مع دراسة سابقة للقياسات الحقلية لطية الشخان الواقعة شمال منطقة الدراسة.

أما في موقع زيناو ميري فقد اوضحت مرتسماتها وجود ترددات واتجاهات وميل متباين للكسور إذ تكون الترددات الكبيرة بالاتجاه العمودي الشاقولية والمتوسطة الميل ضمن الكسور الرئيسية فضلاً عن ظهور كسور قصبية مائلة باتجاهين. بينما يقل تردد الكسور في الاتجاه الموازي مقارنة مع الموقعين السابقين مما يدل على وجود تباين في الطبيعة التكتونية في هذا الموقع.

Study of The Subsurface Fractures in Ayn-Sfni Plain/North Iraq from Azimuthal Resistivity Data

Marwan Mutib
Department of Geology
College of Science
University of Mosul

Yousif F. Eclimes
Dams and Water Resource
Research Center
University of Mosul

ABSITRACT

Three locations (Jarahyah, AynSfni and Zenaho Merry) were chosen in AynSfni plain surrounded by Ayn Sfni,Kand and Maqlob anticlines. The data were processed by the graphs of cartesian and polar approaches via using offset Wenner spread with fifteen measuring spaces in six azimuthal directions.

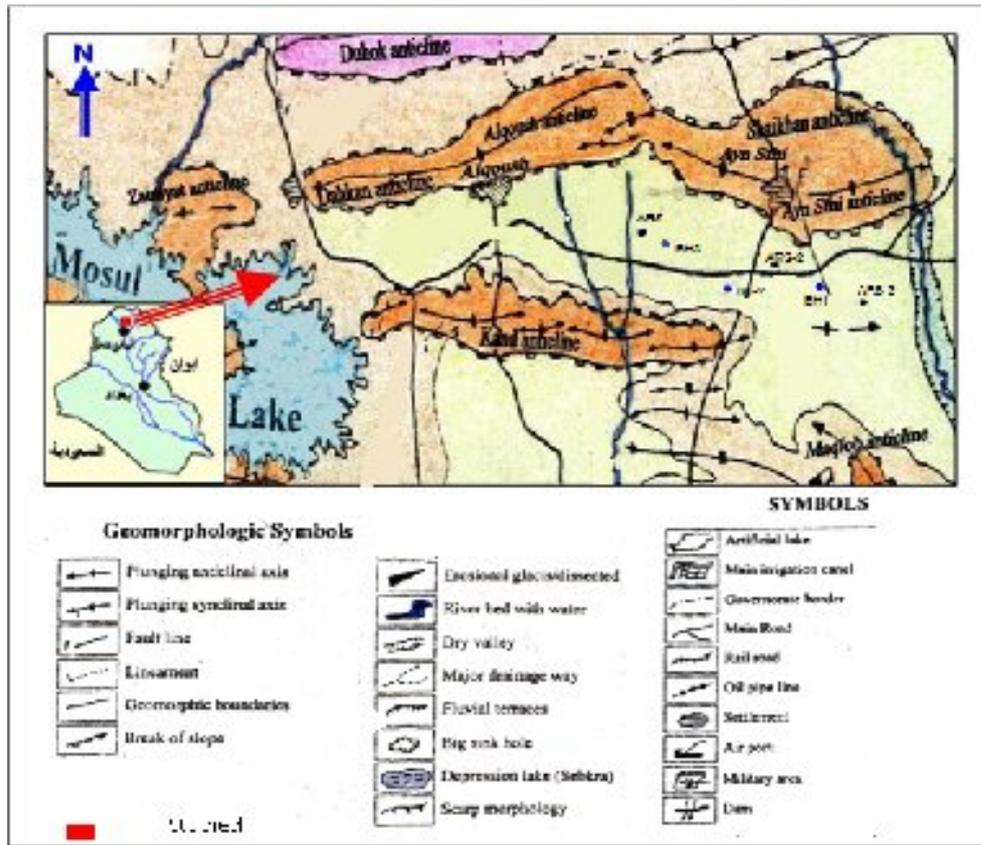
The Jarahyah location shows directions of perpendicular and parallel fractures related to the surrounding fold axes as well as a major fracture with oblique direction and vertical dip .Two fractures with vertical and medium dips in addition to minor fractures with medium dips are also displayed in this location.

The analytical graphs of AynSfni location indicate more than five fracture systems characterizing with different frequencies and high to medium dipping angles. These results were compared with study of previous field measurements of Shaikhan anticline lies north of the present study.

The graphs of Zenaho Merry location display fractures of different frequencies, directions and dips. These results identify large frequencies of perpendicular orientations with vertical and medium dips while the parallel orientations are reduced in the comparison with the two previous locations. This result leads to the conclusion that there is a different tectonic nature of Zenaho Merry location.

المقدمة

يعد سهل عين سفني من السهول الواعدة بالزراعة سيما بامتلاكه المساحات الشاسعة من الأراضي الزراعية والتربة الخصبة وتواجد التجمعات السكانية في قرى بيران ومهد وعين سفني وزيناو ميربي وغيرها، ويحيط السهل طيات محدبة ذات اتجاه شرق-غرب متمثلة بطيات عين سفني في الشمال و مقلوب وقند في جنوب منطقة الدراسة ويقع في شرق السهل نهر الكومل (الشكل ١).



الشكل ١: خارطة جيولوجية و جيومورفولوجية لمنطقة الدراسة (Al-Daghastani, 2007).

جيولوجيا: يحيط سهل عين سفني طينتين محدبتين باتجاه شرق-غرب هما طية عين سفني في الشمال و طية قند في جنوب منطقة الدراسة، ويفصل بينهما طية مقعرة واسعة تقع تحت السهل. توضح المجسات البئرية (BH_1, BH_2, BH_3) المحفورة في منطقة الدراسة وجود تكويني إنجانه (المايوسين الاعلى) الذي يتألف بصورة عامة من طبقات من الحجر الرملي والحجر الطيني وتتخللها بعض من طبقات الحجر الطيني السلتني. اما تكوين مقدادية (البلايوسين) فيتكون من الحجر الرملي الحصوي والحجر الرملي والغريني والحجر الطيني. بينما تتمثل الترسبات الحديثة (العصر الرباعي) بنواتج التعرية حيث تتألف من قطع صخرية مختلفة الأحجام والأشكال متمثلة بالسلت - الجلاميد الكبيرة وتكون معظم مكوناتها مشتقة من التكوينات المنكشفة في المنطقة. تتميز المنطقة بوفرة المياه الجوفية التي تصل انتاجيتها الى 7.5 لتر / ثا و بتوصيل كهربائي قليل يتراوح بين (٣٥٠-٧٥٠) مايكروموز/سم ما أعطى المنطقة أهمية كبيرة في مجال السكن والزراعة (الجدول ١).

أجدول ١: معطيات بعض المجسات البئرية في منطقة الدراسة.

التكوين الجيولوجي	التوصيلية الكهربائية	الانتاجية لتر/ثانية	المنسوب الدائميكي (م)	المنسوب الاستقراري (م)	عمق البئر (م)	موقع البئر والرمز
انجانة	٣٥٠	7.5	٤٢	١٦	١٥٠	مجمع مهد (BH ₁)
انجانة	٧٥٠	4.5	٩٧	١٥	٩٥	سندانك (BH ₂)
انجانة	٦٠٠	٦	٥٤	٢٠	١٥٥	كرماوة (BH ₃)

هدف البحث الحالي هو تقدير ووصف خصائص واتجاه وكثافة (Orientation, characterization and density) الكسور (Fractures) في ثلاثة مواقع باستعمال ترتيب وينر الازاحي (Offset Wenner array) وبتطبيق الجس المقاومي السمّي (Azimuthal Resistivity Sounding).

إن الهدف الأساس من مسح المقاومة السمّي هو تحديد اللاتماثل واللاتجانس الكهربائي Electrical (anisotropy and Heterogeneity) واختلاف ميل الطبقات الصخرية بالاتجاهات المختلفة وذلك عن طريق تسجيل وتحليل قيم المقاومة المقاسة بالأساليب البيانية والقطبية (Cartesian and polar graph). تم استخدام هذه التقنية في تحديد خواص الكسور واتجاهاتها في الصخور الصلبة واحتمالية احتوائها على المياه الجوفية من قبل (Ritzi and ١٩٩٢)

(Sauck and Zabic, ١٩٩٢ Andolsik, 1996; 1997). كذلك تم تحديد اتجاه الميل الهايدروليكي واتجاه نفاذية الحجر الجيري من قبل (Steinich and Marin, 1996; 1997). وتمييز اللاتماثل الكهربائي من قبل (Boris, 2005; Busby and Jackson, 2006; Schumtz, et. al., 2006; Wishart and Salter, 2007) وتحديد اتجاهات الكسور والميل في الطبقات الصخرية والتغايرات الجانبية في المقاومة من قبل (Watson and Barker, 1999; 2002; 2005).

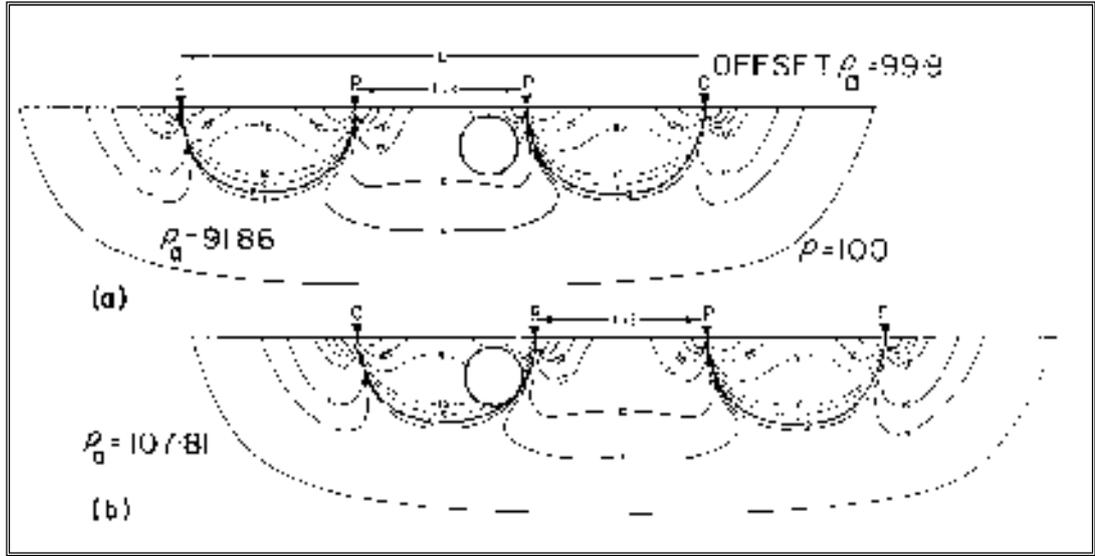
يعتبر نشر وينر الاعتيادي (Normal Wenner array) من الترتيبات الشائعة في المسوحات الحقلية المقاومة الكهربائية ومن أهم مزاياه قوة الإشارة التي يستلمها جهاز القياس (Dahlin and Zhou, ٢٠٠١) مستندة إلى حقيقة قرب المسافة الفاصلة (Electrical spacing; a) بين قطبي الجهد مما يولد قدرة تمييزية عمودية (Good vertical resolution) كما يتميز بشيوع

استخدامه بطريقة التحري الافقي الجيد وحساسيته العالية لعدم التجانس الجانبي فضلاً عن الحساسية العالية لاتجاهات المسح.

يعد ترتيب وينر الازاحي الخماسي القطب (Five electrode array sounding technique) إحدى تقنيات المسح الكهربائي المقاومي المبتكرة حيث يتكون النشر فيها من خمسة أقطاب حيث يحرك النشر كاملاً وفق أسلوب ترحيفي حيث يتم الحصول على قراءتين الأولى (R_{D1}) و الثانية (R_{D2}) ومعدل كلتا القراءتين تمثل مقاومة وينر الازاحية (R_{Dm}).

ولقد أعطت هذه التقنية فائدة كبيرة في الحصول على منحنيات جسية كهربائية أكثر وضوحاً مما هي عليه في الجس الاعتيادي واثبت هذا النظام ملائمة مثالية في المسوحات الجسية في للمياه الجوفية والاثار القديمة والتحريات الهندسية وغيرها من التطبيقات وضمن المسافات القطبية الأقل من ١٠٠٠ متر.

قام (Barker, ١٩٨١) بتوضيح مفهوم وينرالتصويري الازاحي(Offset images) لترتيب وينرفي قياس المقاومة الكهربائية وذلك من خلال تطبيق التقنية التحليلية لجسم مدفون في وسط متجانس قيمته (١٠٠) اوم.متر ومتماثل كهربائياً حيث تم حساب قيمة مقاوميته الظاهرية وكانت 91.86 اوم.متر (الشكل 2a) وعند ترحيف الترتيب بالمسافة القطبية ($L/3$) تم الحصول على مقاومة ظاهرية مقدارها 107.8 اوم.متر، تم حساب معدل القيمتين للمقاومية الظاهرية وكانت ٩٩.٩ اوم. متر وأطلق عليها مقاومة وينر الازاحية. لقد تبين ان الخطأ المحسوب بهذه الطريقة نتيجة التغاير الجانبي % 0.1 (الشكل 2b)، (Reynolds, 2003). ان الاختبار التحليلي للوسط اللامتجانس قد اعطى تقنية مستنبطة تستخدم مقطع المساهمة المقاومة وكذلك حالة الارض المتجانسة.



الشكل ٢ a: توزيع الجهد لجسم كروي موصل باستخدام ترتيبتوب وينر.
 b: توزيع الجهد لجسم كروي في الموقع الازاحي (Barkar, 1981).

الخلفية الرياضية وتمييز اللاتماثل الكهربائي:

(Mathematical background and Charactrization of electrical anisotropy)

لتغيرات في خصائص المواد الفيزيائية مع اتجاه القياس يمكن ان تصنف الى نوعين من اللاتماثل:

الأول: هو اللاتماثل المجهري (Microanisotropy) الذي ينتج بسبب طريقة رصف المعادن والحببيات نسبة الى إتجاهات محاورها داخل النسيج الصخري.

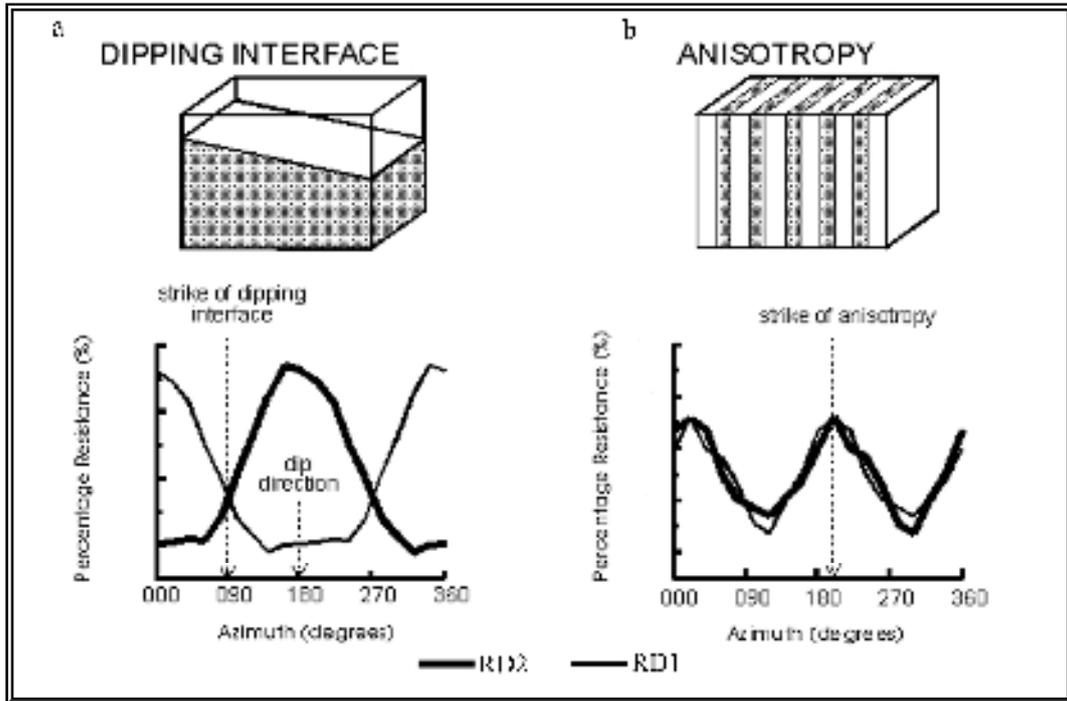
الثاني: فهو اللاتماثل المرئي (Macroanisotropy) والذي يتعلق بالأنطقة أو الطبقات الصخرية.

تتميز المقاومة الطولية (Longitudinal resistivity; ρ_L) باقل ما يمكن من قيم باتجاه تطبق الأنطقة أو الطبقات على حين تمتلك المقاومة المستعرضة (Transverse resistivity; ρ_t) قيماً أكبر، ومن الصعب التمييز بين هذين النوعين من اللاتماثل (Keller and Frischknecht, 1982) إن حل معادلة لابلاس لنظام اللاتماثل ذي البعدين (الشكل ٣) يعطى بالمعادلة الآتية:

$$V = \frac{I\rho_M}{2\pi r [1 + (\lambda^2 - 1)\sin^2 \phi \sin^2 \alpha]^{1/2}} \dots \dots \dots (1)$$

تمكن (Watson and Barker, 1999) من الفصل بين أنواع اللاتماثل الناتج بفعل الكسور والفواصل وميل الطبقات والتغايرات الجانبية وذلك عن طريق مسح المقاومة السميتي باستخدام تقنية وينرلازاحية حيث ميز الباحثان من خلال هذا الاسلوب اللاتماثل لأول مرة وكما موضح في (الشكل 4). فضلاً عما تقدم فقد وضعت موديلات أخرى للتغايرات الجانبية وتأثيرات الطبقة الغطائية (Watson and Barker, 2005).

لقد لاحظ الباحثان اعلاه ان اللاتماثل الناتج بفعل الكسور تعطي ارتفاعاً متماهياً (Matching height) في قيمتي المقاومة الكهربائية (R_{D1} و R_{D2}) مع اتجاه مضرب تلك الكسور، أما في حالة وجود ميل للطبقات أو التغايرات الجانبية فينفقد سلوك التماهي إذ يرافق الانخفاض في قيمة (R_{D1}) ارتفاعاً في قيمة (R_{D2}) باتجاه ميل الطبقات او التغاير الجانبي.



الشكل 4 : تباين سلوك نسب المقاومة في مسح المقاومة السميتية بفعل:

a- ميل الطبقات b- وجود الكسور (Watson and Barker, 1999)

جمع ونتائج البيانات الحقلية (Acquisition and Results of Field Data)

اجري المسح الحقلي لتسجيل قياسات المقاومة الأرضية (Earth resistance) باستخدام جهاز (ABEM Tetrameter SAS 300B) الذي يتميز بحساسية مقدارها ٠.٠٠٥ ملي أوم وبتردد تيار متناوب (AC current) مقداره ٠.٤ دورة ثلثية. إلغاء تأثير الجهد ودراسة (Stray voltage) وفق عمليات الانعكاس الذاتي التكراري (Iterative automatic reversals) بفاصلة زمنية محددة ولعدد من الدورات المثبتة على شاشة المقياس (٦٤،١٦،٤،١). ان دورات المعايرة الزمنية المذكورة تمثل قابلية الجهاز في التخلص من مركبات الجهود الذاتية (Self potentials) الطبيعية غير المرغوب بها مع ازالة احتمالية التراكب للترددات المتناوبة العالية والناجمة بفعل تيارات اصطناعية دخيلة (Parasitic current). إن اختيار إحدى دورات المعايرة لفترة ثابتة يمثل متوسط الفواصل الزمنية بين انقلابات التيار المتناوب المرسل لنشوء فروق جهود مستقرة، تجرى معالجتها حاسوبياً معتمدة على استقرارية القيمة المسجلة على شاشة جهاز القياس (Monitor screen) والتي تعد دالة لمتغيرات نسبة مقدار الضجيج (Noise) وقوة الإشارة (Signal strength)، فضلاً عن فاصلة القياس (a) الفعالة في نشر وينر (Dobrin and Savit, 1988; Mutib, 2000).

لقد تم إتباع الحذر المطلوب في اختيار المواقع الثلاثة عند إجراء القياسات وذلك بالابتعاد عن مناطق الأبراج الكهربائية والاسيجة ومناطق التجمعات السكانية، لان كل ذلك يمكن ان يؤدي إلى تشوه في نمط الجهود الكهربائية المقاسة. كما روعي أيضاً ترطيب التربة باستمرار مما أدى ذلك إلى استخدام شدة تيار كهربائي بمقدار ٢٠،١٠ ملي أمبير طيلة فترة القياسات الحقلية.

نظراً لاستحالة العمل في قياسات وينر الازاحية لمسافات قطبية كبيرة باستخدام نظام متعدد البكرات (Multicable System) والذي استخدم من قبل (Watson and Barker, 1999) فقد تم استخدام هذه التقنية الحديثة بفاصلات قصوى لقطبي التيار وصلت إلى ١٠٢٠ متراً لكي يتم الحصول على اختراق لترسبات تكويني المقدادية وانجانية. تم اختيار ثلاثة مواقع في منطقة الدراسة (الشكل ١) وهي موقع الجراحية ARS-1، موقع عين سفني ARS-2، موقع زيناو ميري ARS-3. اخذت القياسات بستة اتجاهات سمتية (Azimuthal directions) وهي (000°/180°، 030°/210°، 060°/240°، 090°/270°، 120°/300°، 150°/330°) طبقاً لترتيب وينر الازاحي وبخمس عشرة فاصلة (a) ٣٤٠،٣٢٠،٣٠٠،٢٨٠،٢٤٠،٢٠٠،١٦٠،١٢٠،١٠٠،٨٠،٦٠،٤٠،٢٠،١٠،٥ متراً.

موقع عين سفني ARS-2:

تقع نقطة المسح جنوب مدينة عين سفني عند تقاطع خطي طوع رض ($10^{\circ} 20' 43''$) ، ($36^{\circ} 35' 55''$) على التوالي، ويبلغ ارتفاعها عن سطح البحر ٤٢٤.٢ متر. تم اختيار النقطة على ضوء التغيرات الحاصل في محور طية عين سفني حيث يتأرجح المحور (swinging) من الاتجاه شرق - غرب في الجزء الشرقي إلى الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب في الجزء الغربي منها. كما تقع النقطة على المنحدر التراكمي القدي المتجه شمال شرق - جنوب غرب. فضلاً عن ما تقدم يلاحظ وجود تركيب خطي كبير (large lineament) عبارة عن فالق في المنطقة (Al-Daghastani, 2007). يبين العمود الصخري البشري القريب من سايلو الشيخان BH2 (الشكل ١) تعاقبات لترسبات التربة الحديثة وترسبات تكوينية مقدادية وانجانة.

تبين مرئسمات هذا الموقع (الأشكال ٨،٩،١٠) تواجد المجاميع المختلفة من الكسور، حيث وجود الكسور العمودية والموازية لمحور طية عين سفني بالاتجاه $180^{\circ}/000^{\circ}$ بنمطها المتوسط الميل عند الفاصلات القطبية ($280, 240, 200, 160$) وبنمطها الشاقولي عند الفاصلات ($300, 320$) بالاتجاه $090^{\circ}/270^{\circ}$.

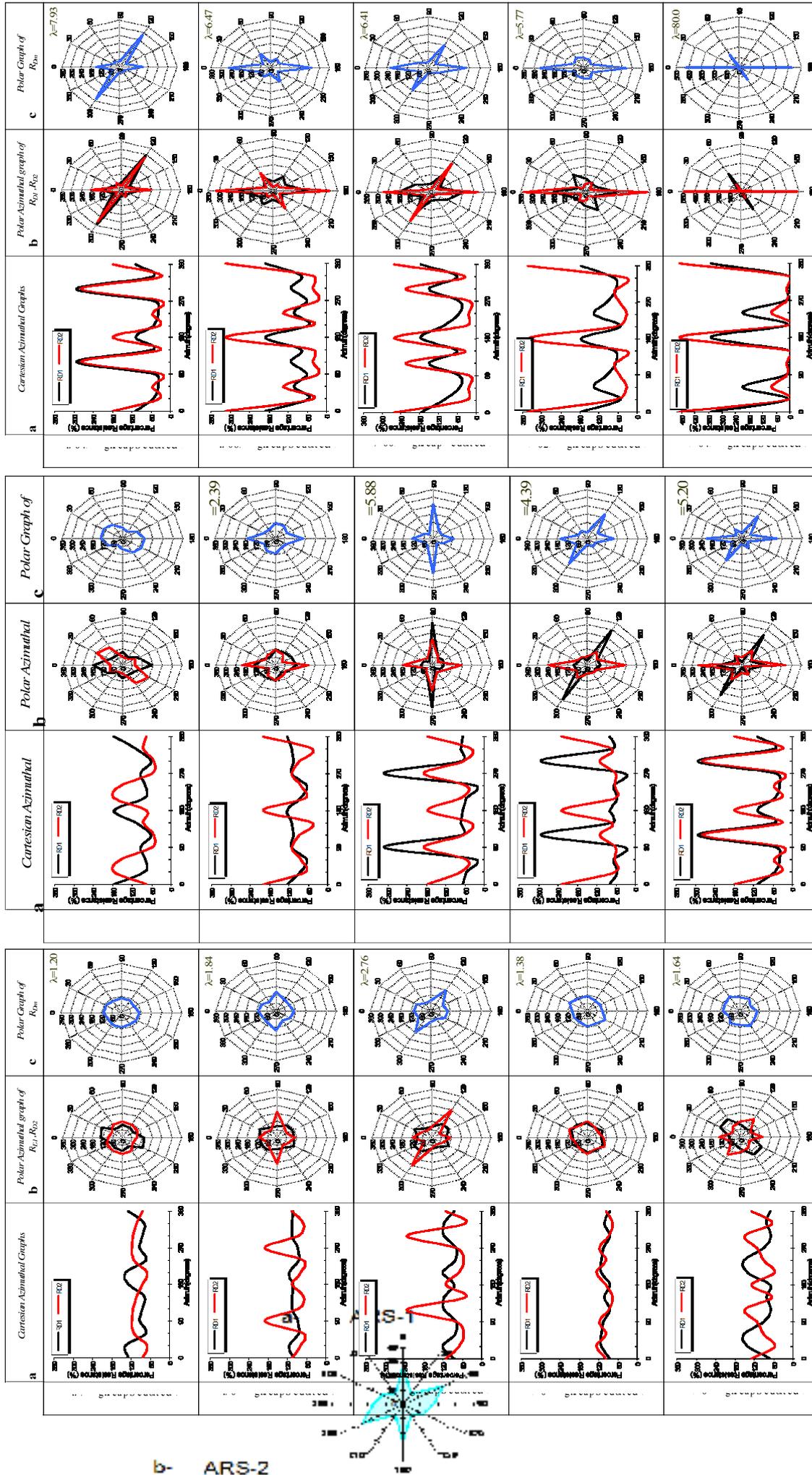
فضلاً عن ذلك يظهر موقع عين سفني مجاميع من الفواصل القصية (الشاقولية والمتوسطة والخفيفة الميل) الحادة حول محور (a) بالاتجاه $210^{\circ}/30^{\circ}$ عند الفاصلات (٨٠)، ($100, 10$) و ($320, 300$) والخفيفة الميل في الفاصلة (٤٠) متر. فضلاً عن تواجد الفواصل القصية الشاقولية والمتوسطة الميل المترافقة مع الفواصل (bc) بالاتجاهين $240^{\circ}/60^{\circ}$ ، $300^{\circ}/120^{\circ}$ إذ تظهر النمط الشاقولي ضمن الفاصلات ($200, 120$) و ($280, 100$) على التوالي، والنمط المائل ضمن الفاصلات ($240, 160$) و ($240, 200, 80, 200, 10$) متر على التوالي.

عموماً يبين الموقع تواجد مجاميع الكسور القصية الحادة حول محور (b) والمترافقة مع الفواصل (ac)، (bc) (الشكل 14 b)، ويمثل (الجدول ٢) ملخص لأنواع الكسور المختلفة واتجاهاتها.

موقع زيناو ميري 3-ARS:

تقع نقطة المسح في أقصى الجهة الشرقية من منطقة الدراسة بالقرب من قرية زيناو ميري عند تقاطع خطي الطول والعرض " ١٠ ٢٨ ٤٣° ، ٣٦° ٣٧ ٢٠" على التوالي و يبلغ ارتفاعها عن سطح البحر ٣٥٢.٢ متر، يحدها من الجنوب طية مقلوب ومن الشمال طية عين سفني وضعت النقطة على السطح المنحدر التراكمي القديمي والتي تتميز باستوائها، ويبين بئر زيناو ميري BH1 (الشكل ١) إلى تواجد ترسبات سميكة من تكوين مقدادية والمتألف من تعاقبات من الحصى والرمل والطين.

تبين مرئسمات الموقع (الأشكال ١١، ١٢، ١٣) اتجاهات لاتماتلية تمثل مجاميع مختلفة من الكسور، فتلاحظ العمودية والموازية لمحور طية عين سفني بالاتجاهين ١٨٠°/٠٠٠° و ٢٧٠°/٠٩٠° وبنمطها الشاقولي والمتوسطة الميل لكلا الاتجاهين الفلضد لات (٢٨٠-٣٤٠)، (١٠٠-٢٤٠) و (١٢٠) ، (١٠٠، ٤٠) متر على التوالي. فضلاً عن ذلك تلاحظ الفواصل القصية المتوسطة الميل المترافقة مع المجموعة الموازية لمحور الطية (ac) والحادة حول المحور (a) بالاتجاهين ٢١٠°/٠٣٠° والتي تقتصر على الفاصلة القطبية (40) متر. كذلك يتضح وجود المجموعة القصية الحادة حول b المترافقة مع مجموعة (bc) بالاتجاهين ١٢٠°/٣٠٠°، ٢٤٠°/٠٦٠° حيث يتواجد المتوسط والخفيف الميل عند الاتجاه الأول في الفاصلات القطبية (٢٨٠، ٣٤٠)، (١٦٠، ٢٠٠، ٢٤٠، ٣٠٠) على التوالي والأنماط الثلاثة عند الاتجاه ١٢٠°/٣٠٠° في الفاصلات القطبية (٢٠، ١٦٠، ٢٠٠، ٢٤٠، ٣٠٠)، (٢٨٠) و (٣٤٠) على التوالي. يتبين مما ذكر في أعلاه تنوع الفواصل والكسور في موقع زيناو ميري حيث أشرت ترددات عالية بالاتجاه العمودي على محور طية عين سفني مع اتجاهات أخرى لفواصل قصية مترافقة (الشكل 14c) و (الجدول ٢).



الشكل (١١): المرئسمات الاتجاهية لترتيب وينر الازاحي للفواصل القطبية ٢٠٤٠،٢٠١،٠٤٠،٢٠٤،٠٤٠ متر في موقع زيناو ميري (Zenaho Merry Site).

الشكل (١٢): المرئسمات الاتجاهية لترتيب وينر الازاحي للفواصل القطبية ٢٠٠،١٢٠،١٢٠،٠٠٨،٠٠٨،٢٠٠،١٢٠ متر في موقع زيناو ميري (Zenaho Merry Site).

الشكل (١٣): المرئسمات الاتجاهية لترتيب وينر الازاحي للفواصل القطبية ٣٤٠،٣٠٤،٢٠٠،٢٠٤،٠٤٠،٢٠٠،٣٤٠ متر في موقع زيناو ميري (Zenaho Merry Site).

الجدول ٢: أنماط واتجاهات الكسور في مواقع الجراحية، عين سفني و زيناو ميري.

الفواصل والكسور العمودية والموازية									الفواصل والكسور القصية (المائلة)									AB/3	الموقع				
مجموعة (bc)			مجموعة (ac)			الحاد حول (a)			الحاد حول (b)			G	M	V	G	M	V			G	M	V	
٠٩٠°/٢٧٠°			٠٠٠°/١٨٠°			١٥٠°/٣٣٠°			٠٦٠°/٢٤٠°														١٢٠°/٣٠٠°
																					٥	جراحية	
																							١٠
																							٢٠
																							٤٠
																							٦٠
																							٨٠
																							١٠٠
																							١٢٠
																							١٦٠
																							٢٠٠
																							٢٤٠
																							٢٨٠
																							٣٠٠
																							٣٢٠
																						٣٤٠	
																						٥	عين سفني
																						١٠	
																						٢٠	
																						٤٠	
																						٦٠	
																						٨٠	
																						١٠٠	
																						١٢٠	
																						١٦٠	
																						٢٠٠	
																						٢٤٠	
																						٢٨٠	
																						٣٠٠	
																						٣٢٠	
																						٣٤٠	
																						٥	زيناو ميري
																						١٠	
																						٢٠	
																						٤٠	
																						٦٠	
																						٨٠	
																						١٠٠	
																						١٢٠	
																						١٦٠	
																						٢٠٠	
																						٢٤٠	
																						٢٨٠	
																						٣٠٠	
																						٣٢٠	
																						٣٤٠	

مناقشة النتائج:

أظهر موقع الجراحية وجود لاتماثلات كهربائية ذات مغزى وخاصة عند الفاصلات القطبية الكبيرة (١٦٠-٣٧٠ م) والتي يستدل عليها من خلال التطابق الطوري والتقارب بين قيم المقاومة المئوية للمنحنيين. هناك لاتماثلات كهربائية ذات سعة قليلة عند الفاصلات ٢٠-٤٠ متر والتي تظهر قيم لاتماتلية صغيرة تتراوح بين (١.١٥-١.٥٥) مقارنة بالفاصلات الكبيرة ١٦٠-٣٤٠ متر ذات السعة العالية ومعامل اللاتماثل العالي الذي يتراوح بين ٢.٩١-١٣.٧٥. كما يلاحظ الافتراق بين قيم المنحنيين ضمن الفاصلات القطبية الصغيرة ٦٠، ١٠٠، ٥٠ متراً وقيم لا تماثلية عالية والناجمة من تأثير التغيرات الجانبية والتي لا توضح أي مدلول لا تماثلي مقاومي كهربائي.

وضح موقع الجراحية (الشكل ١٤a) وجود اتجاهات الكسور (١٨٠°/٠°، ٢٧٠°/٩٠°) مع بروز اتجاه عند ٢٤٠°/٦٠° يمثل كسر رئيسي شاقولي الميل عند الفاصلات (١٦٠، ٢٠٠، ٢٤٠، ٣٢٠ متر) مع انقطاع عند الفاصلتين ٢٨٠ و ٣٠٠ متر فضلاً عن وجود كسرين عميقين احدهما شاقولي الميل بالاتجاه ٢٤٠°/٦٠° يمتد عبر الفاصلات القطبية (١٦٠، ٢٠٠، ٢٤٠، ٣٢٠ متر) مع انقطاع عند الفاصلتين ٢٨٠ و ٣٠٠ متر. وآخر متوسط الميل بالاتجاه ١٨٠°/٠° عند الفاصلات القطبية (١٠٠، ١٦٠، ٢٠٠، ٢٨٠، ٣٠٠ م) متر مع انقطاع عند الفاصلتين ٢٤٠، ١٢٠. كذلك لوحظت كسور صغيرة متوسطة الميل عند الاتجاهين ٢٧٠°/٩٠°، ٣٣٠°/١٥٠° عند الفاصلات (٢٠، ٤٠، ٦٠، ٨٠) متر على التوالي كذلك كسر صغير ذا ميل خفيف عند الاتجاه ٣٠٠°/١٢٠° عند الفاصلات (١٢٠، ٢٠٠) متر.

اما موقع عين سفني فقد اظهر تراكب لتأثيري اللاتماثل الكهربائي والتغيرات الجانبية وخاصة في الفاصلات القطبية القليلة (٥ - ٦٠ متراً) والتي تعزى الى وجود تراكيب رسوبية حديثة مثل الشقوق الطينية بينما تبين الفاصلات المتوسطة والكبيرة التأثيرات الواضحة للاتماثل الكهربائي ويستدل عليها من التماثل الكبير طوراً وسعة لمنحنيي القياس، وكذلك ازدياد قيم معامل اللاتماثل بزيادة الفواصل القطبية عموماً، مع التأكيد من ان قيم اللاتماثل المؤشرة في الفاصلات الصغيرة لا تعد ذا مغزى لأنها ناتجة بفعل تأثيرات التغيرات وعدم التجانس الصخاري.

قورنت اتجاهات وميل الكسور في موقع الجراحية مع القياسات الحقلية في طية قند ولوحظ ترددات للكسور وفق أنظمة مختلفة، وكذلك سادت كل من الكسور الشاقولية والعمودية الميل بشكل كبير. تم حساب المعدل المئوي للانحراف المعياري طبقاً للقراءات الحقلية المقاسة (الجدول ٣) إذ سجل أقصى الانحراف بقيمة (8.28%) بالحد اهلين ٢٤٠°/٦٠° و ٣٠٠°/١٢٠°، بينما أدنى انحراف معياري كان في الاتجاه ٣٣٠°/١٥٠° بقيمة 2.27% وهو ضمن النسبة القصوى للخطأ (8.3%).

يلاحظ في موقع عين سفني (الشكل ١٤b) تردد الكسور في اتجاهات اربعة وعموماً يعطي الموقع كسوراً متوسطة الميل بالاتجاه ١٨٠°/٠° اه في الأعماق الكبير عند الفاصلات (١٦٠، ٢٠٠، ٢٤٠، ٢٨٠) فضلاً عن الكسور الصغرى ذات الميل الشاقولي بالاتجاهين

٠٦٠°/٢٤٠°، ٠٩٠°/٢٧٠° عند الفاصلات القطبية (٣٢٠،٣٠٠) و (٢٠٠،١٢٠) على التوالي. كما تظهر كسور متوسطة الميل صغرى مائلة في الاتجاهين ٠٦٠°/٢٤٠° و ١٢٠°/٣٠٠° عند الفاصلات (٢٤٠،١٦٠) و (٤٠،٢٠) (٢٤٠،٢٠٠) متر على التوالي فضلاً عن كسر صغير خفيف الميل عند الفواصل (٣٢٠،٣٠٠) بالاتجاه ٠٣٠°/٢١٠°.

ابرز موقع عين سفني اكثر من خمسة مجاميع للكسور والفاصل التي تميزت بترددات مختلفة وذات زوايا ميل متوسطة الى عالية اعتماداً على اتجاهات المسح السمتي والتي قورنت مع القياسات الحقلية ضمن دراسة (Ahmad, 1980) لمنطقة الشيخان القريبة من طية عين سفني إذ اشار الى الترددات المختلفة للكسور العمودية والموازية والمائلة عن محور الطية. تم حساب المعدل المثوي للانحراف المعياري طبقاً للقراءات الحقلية المقاسة من قبل (أمين, ١٩٧٩) إذ سجل أقصى الانحراف بقيمة (7.7%) بالاتجاه ٠٩٠°/٢٧٠°، بينما أدنى انحراف معياري كان في الاتجاه ٠٣٠°/٢١٠° بقيمة 2.75% وهو ضمن النسبة القصوى للخطأ المشار اليها سابقاً (8.3%).

اما في موقع زيناو ميري فتبين الفاصلات القطبية الصغيرة (٥-٨٠) متر تبايناً في الطور والسعة القليلة حيث توضح تأثير التغيرات الصخرية الجانبية، التي تم الاستدلال عليها من خلال الافتراق لقيم المنحنيين، مما أعطت قيمة قليلة لمعامل اللاتماثل تراوحت بين ١.٢٠-٢.٤٠ مقارنة مع زيادة العمق والتي أظهرت تأثير اللاتماثل الكهربائي العمودي والمائل الواضح والمتراكب معه تأثير التغيرات الجانبية وفي اتجاهات لاتماثلية ضد حة ٠٠٠°/١٨٠°، ٠٦٠°/٢٤٠°، ١٢٠°/٣٠٠° مع الاستمرار لفاصل قطبية عديدة حيث لوحظ اعظم تماثل، وسعة عالية مع قيم لاتماثلية كهربائية عالية تراوحت بين ٨٠-٥٨٨.

تبرز مرسومات موقع زيناو ميري (الشكل ١٤c) وجود ترددات واتجاهات وميل متباين للكسور (الشاقولية والمتوسطة والخفيفة الميل) إذ تكون الترددات الكبيرة بالاتجاه ٠٠٠°/١٨٠° منها الشاقولية والمتوسطة الميل ضمن الكسور الرئيسية عند الفاصلات القطبية (٢٨٠،٣٠٠،٣٢٠،٣٤٠) و (٢٠٠،١٢٠،١٠٠،٢٤٠،٢٠٠) على التوالي. بينما يقل تردد الكسور في الاتجاه ٠٩٠°/٢٧٠° مقارنة مع الموقعين السابقين (الجراحية وعين سفني) مما يدل على وجود تباين في الطبيعة التكتونية في هذا الموقع. فضلاً عن الكسور القصية المائلة الموجودة بالاتجاهين ٠٦٠°/٢٤٠° و ١٢٠°/٣٠٠° والتي تظهر ميل مختلف بكل اتجاه.

تردد الفواصل المائلة عن محاور الطيات (%)		تردد الفواصل العمودية والموازية لمحاور الطيات (%)		مواقع المسح السمتي	الدراسة
الحاد حول (b)	الحاد حول (a)	مجموعة (bc)	مجموعة (ac)		
°/٣٠٠ ١٢٠	٠٦٠°/٢٤٠	١٥٠°/٣٣٠	٠٣٠°/٢١٠	٠٩٠°/٢٧٠	٠٠٠°/١٨٠
١٣	٢٦	٩	٩	١٧	٢٦
١٣٥°/٨٤°	٠٤٥°/٨٦°	١٥٨°/٧٥°	٠١٨°/٨٠°	١٠٢°/٧٠°	٠٠٨°/٨٨°
٨.٢٨	٨.٢٨	٢.٢٧	٦.٦	٦.٦	٤.٤
٣٠	٢٢	٤	١٧	٩	١٧
-	٥٠°/٨٥°	١٤٠°/٧٢°	٠٣٥°/٨٢°	١٠٤°/٧٠°	١٧٠°/٧٢°
-	٥.٥	٥.٥	٢.٧٥	٧.٧	٥.٥
٢٩	١٧		٤	١٣	٣٨
١٢٥°/٨٠°	٠٦٥°/٨٤°	١٥٥°/٦٠°	٠٣٥°/٨٠°	٠٨٥°/٩٠°	١٧٥°/٧٥°
٢.٧٨	٨.٢٥	٢.٧٥	٢.٧٥	٢.٧٥	٢.٧٥

الاستنتاجات

- ١- بين موقع الجراحية وجود كسرين عميقين احدهما شاقولي الميل بالاتجاه ٠٦٠°/٢٤٠° وآخر متوسط الميل بالاتجاه ٠٠٠°/١٨٠° وكذلك لوحظت كسور صغيرة متوسطة الميل عند الاتجاهين ١٥٠°/٣٣٠°، ٠٩٠°/٢٧٠°.
- ٢- أبرز موقع عين سفني كسوراً متوسطة الميل مستمرة بالاتجاه ٠٠٠°/١٨٠° في الأعماق الكبيرة فضلاً عن الكسور الصغرى ذات الميل الشاقولي الاتجاهين ٠٦٠°/٢٤٠°، ٠٦٠°/٢٧٠° والكسور المتوسطة الميل الصغرى المائلة في الاتجاهين ٠٦٠°/٢٤٠° و ١٢٠°/٣٠٠° فضلاً عن كسر صغير خفيف الميل بالاتجاه ٠٣٠°/٢١٠°.

- ٣- ظهر في موقع زيناو ميرري وجود ترددات واتجاهات وميل متباين للكسور (الشاقولية والمتوسطة والخفيفة الميل) إذ تكون الترددات الكبيرة بالاتجاه $180^{\circ}/000^{\circ}$ منها الشاقولية والمتوسطة الميل ضمن الكسور الرئيسية. بينما يقل تردد الكسور في الاتجاه $270^{\circ}/090^{\circ}$ مقارنة مع الموقعين السابقين مما يدل على وجود تباين في الطبيعة التكتونية في هذا الموقع. فضلاً عن الكسور القصية المائلة المتواجدة بالاتجاهين $240^{\circ}/060^{\circ}$ و $300^{\circ}/120^{\circ}$ والتي تظهر ميل مختلف بكل اتجاه فالشاقولية بالاتجاه $300^{\circ}/120^{\circ}$ والمتوسطة الميل والخفيفة بالاتجاه $240^{\circ}/060^{\circ}$.
- ٤- أبرزت الدراسة الحالية ترددات كبيرة للفواصل المائلة عن محاور الطيات وخاصة في موقعي عين سفني وزيناو ميرري.
- ٥- أبرزت الدراسة الاحصائية لترددات الكسور في منطقة الدراسة اتجاهات رئيسة للكسور وخاصة الكسور العمودية والموازية (الشاقولية والمائلة) لمحور الطيات بالاتجاهين $180^{\circ}/000^{\circ}$ و $270^{\circ}/090^{\circ}$.

REFERENCES

- Ahmad, M. A., 1980. Geology of Shaikhan Area. MScThesis, Mosul Univers., Iraq, 178 p.
- Al-Daghastani, H. S., 2007. Geomorphologic Map of Nineveh Governorate using Visual Image Interpretation Northwestern Iraq . Raf. Jour. Soci., Vol. 18, No. 1, pp. 81 - 90.
- Ameen, M. S., 1979. Regional Investigation of Geoflexure and Tectonic Analysis in the Simple Folds Zone of Iraq. MSc Thesis, Mosul Univers., Iraq.
- Barker, R. D., 1981. The Offset System of Electrical Resistivity Sounding and its use with a Multicore Cable. Geophysical Prospecting, Vol. 29, pp. 128 - 143.
- Boris, M., 2005. Azimuthal Resistivity to characterize Fractures in the Battleford Formation at the King Site, Birsay, Saskatchewan. Msc Thesis, Univers. of Saskatchewan., 77 p.
- Busby, J. and Jackson P., 2006. The Application of Time-Lapse Azimuthal Apparent Resistivity for the Prediction of Coastal Cliff Failure. Journal of Applied Geophysics., Vol. 59, No. 4, pp. 261 - 272.
- Dobrin, M. B. and Savit, C. H., 1988. Introduction to Geophysical Prospecting .4th edn. New York , McGraw-Hill, 867 p.

- Dahlin, T. and Zhou, B., 2001. A numerical Comparison of 2D Resistivity Imaging with Eight Electrode Arrays. *Procs.7th Meeting, Environmental and Engineering Geophysics, Birmingham , England, 2 - 6 September 2001.*, ELEM01.
- Keller, G. V. and Frischknecht, F. C., 1982. *Electrical Methods in Geophysical Prospecting*, Pergamon Press Inc., Oxford, 523 p.
- Mutib, M., 2000. *New Contributions to the Geology of Mosul Area from Geoelectric Investigations*. Ph. D. Thesis in Arabic, Geol. Dept., Mosul Univers., 167 p.
- Reynolds, J. M., 2003. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*, Wiley and Sons Ltd., England, 796 p.
- Ritzi, R. W. and Andolsik, R. H., 1992. Relation between Anisotropic Transmissivity and Azimuthal Resistivity Survey in Shallow Fractured Carbonate Flow Systems. *Ground Water*, Vol. 30, pp. 774 - 780.
- Sauck, W. A. and Zabic, S. M., 1992. Azimuthal Resistivity Techniques and the Directional Variations of Hydraulic Conductivity in Glacial Sediments in Bell. *Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems: Soc. Eng. Min. Expl. Geophys.*, pp. 197 - 222.
- Schumtz, M, Andriux. P, Bobachev, Montoroi. J. P, Nasri. S, 2006. Azimuthal Resistivity Sounding Over a Steeply Dipping Anisotropy Formation, A Case History in Central Tunisia. *Journal of Applied Geophysics*, Vol. 60, pp. 213 - 224.
- Steinich, B. and Merin Luis E., 1997. Determination of Flow Characteristic in Aquifer of the Northwestern Peninsula of Yacatan, Mexico. *Journal of Hydrology*, Vol. 191, pp. 315 - 331.
- Steinich, B. and Merin Luis E. M., 1996. Hydrogeological Investigations in Northwestern Yacatan, Mexico, Using Resistivity Surveys. *Ground Water*, Vol. 34, No. 4, pp. 640 - 646.
- Watson, K. A. and Barker, R. D., 1999. Differentiation Anisotropy and Lateral Effects using Azimuthal Resistivity Offset Wenner Soundings. *Geophysics*, Vol. 64, pp. 739 - 745.
- Watson, K. A. and Barker, R. D., 2002. Use the Offset Wenner Technique to Characterize a Single Dipping Interface. *European Journal of Environmental and Engineering Geophysics*, Vol. 7, pp. 103 - 120.
- Watson, K. A. and Barker, R. D., 2005. Modeling Azimuthal Resistivity Sounding Over a Laterally Changing Resistivity Subsurface. *Near Surface Geophysics*, Vol. 3, pp. 3 - 11.
- Wishart, D. N. and Salter L. D., 2007. Anistropy Characterization of Fractured Crystalline Bedrock using Asymmetric Azimuthal Geoelectric Techniques. *AGU, Vol. 88, No. 23, Jt. Assem. Suppl.*, Abstract.