

خصائص اللاتماثل (الكسور) والتأثيرات الجانبية في ضوء المسح المقاومي السمطي ضمن سهل القوش - شمال العراق

يوسف فرنسيس اقليمس
مركز بحوث السدود و الموارد المائية
جامعة الموصل

مروان متعب
جامعة الموصل
كلية العلوم
قسم علوم الأرض

(تاريخ الاستلام ٢٠١١/٣/٢٩ ، تاريخ القبول ٢٠١١/٥/١٩)

الملخص

يقع سهل ألقوش على بعد ٤٠ كم شمال مدينة الموصل ويحاط بعدة طيات محدبة طوروسية الاتجاه (شرق-غرب) ويفصل بين هذه الطيات طية مقعرة واسعة تقع تحت السهل، حيث تتكشف في لب الطيات صخور الايوسين الأوسط- الاعلى تقع فوقها تكاوين الفتحة وانجانة والمقدادية.

اجري المسح الحقلي لتسجيل قياسات المقاومة الأرضية باختيار ثلاثة مواقع في منطقة الدراسة بالاعتماد على بعض المظاهر الجيومورفولوجية والجيولوجية والتكتونية والتي تتضمن مواقع القوش وبوزان وبيبان. اخذت القياسات بستة اتجاهات سمتية طبقاً لترتيب وينر الازاحي وخمسة عشرة فاصلة مسافية ومثلت بيانات مسح وينر السمطي الازاحي بالأسلوب الكارتيزي والقطبي بالاعتماد على النسبة المئوية المعدلية المحسوبة، وأظهرت المرسمات وضوح اللاتماثل الكهربائي الكاذب المتمثل بالتغايرات الجانبية عند الفاصلات القطبية القليلة، بينما يلاحظ تأثيرات اللاتماثل الكهربائي بالفاصلات الاعمق. كما تبين تراكم تأثيري اللاتماثل الكهربائي والتغاير الجانبي في عدة فاصلات قطبية. أظهرت تحليلات قيم الخطأ الازاحي قيماً قليلة عند الفاصلات الضحلة وقيماً كبيرة عند الفاصلات الكبيرة عموماً في كل المواقع.

أبرزت مواقع منطقة الدراسة ترددات واتجاهات وميل متباين للكسور لمجاميع موازية وعمودية لمحور الطيات وتبين انها ذات نوعين شاقولي ومتوسطة الميل، فضلاً عن ملاحظة كسور رئيسة تمتد لعدة فاصلات. فضلاً عن ذلك أبرزت الدراسة الحالية ترددات كبيرة للفواصل المائلة عن محاور الطيات وخاصة في موقعي القوش وبوزان.

Fracture Anisotropy Characterization and Lateral Effects from Azimuthal Resistivity Survey in Alqosh Plain- North Iraq

Marwan Mutib

*Department of Geology
College of Science
Mosul University*

Yousif Francis Eclimes

*Dams and Water Resources
Research Center*

ABSTRACT

Alqosh plain lies about 40 km to the north of Mosul city surrounded by several Taurus anticlines (E-W direction). The anticlines are separated by a wide syncline underlying the plain. The M-U Eocene rocks are exposed in the core of those anticlines which are overlain by Fat'ha, Injana and Meqdadya Formations.

The field survey of the earth resistance measurements was carried out at three locations (Alqosh, Boawzan, Bayban) in the study area, depending upon some geomorphological, geological and geotectonic features. Three azimuthal directions are used applying Offset Wenner Array (OWA) with fifteen spacing intervals.

The OWA survey was represented by cartesian and polar graphs depending on the calculated mean percentage. The results displayed pseudo electrical anisotropy representing by lateral variations at small electrode spacings, while electrical anisotropy effects are shown in large spacings..

The present study indicated varied fractures having frequencies, directions and dips that are parallel and vertical to the structural axes with vertical and medium dips. as well as, minor and medium fractures extending for several spacings. The current study showed large frequency fractures that are inclined to the fold axes especially in Alqosh and Bawzan. In addition, an inverse relationship appeared between electrical anisotropy frequencies and lateral variations in the study area.

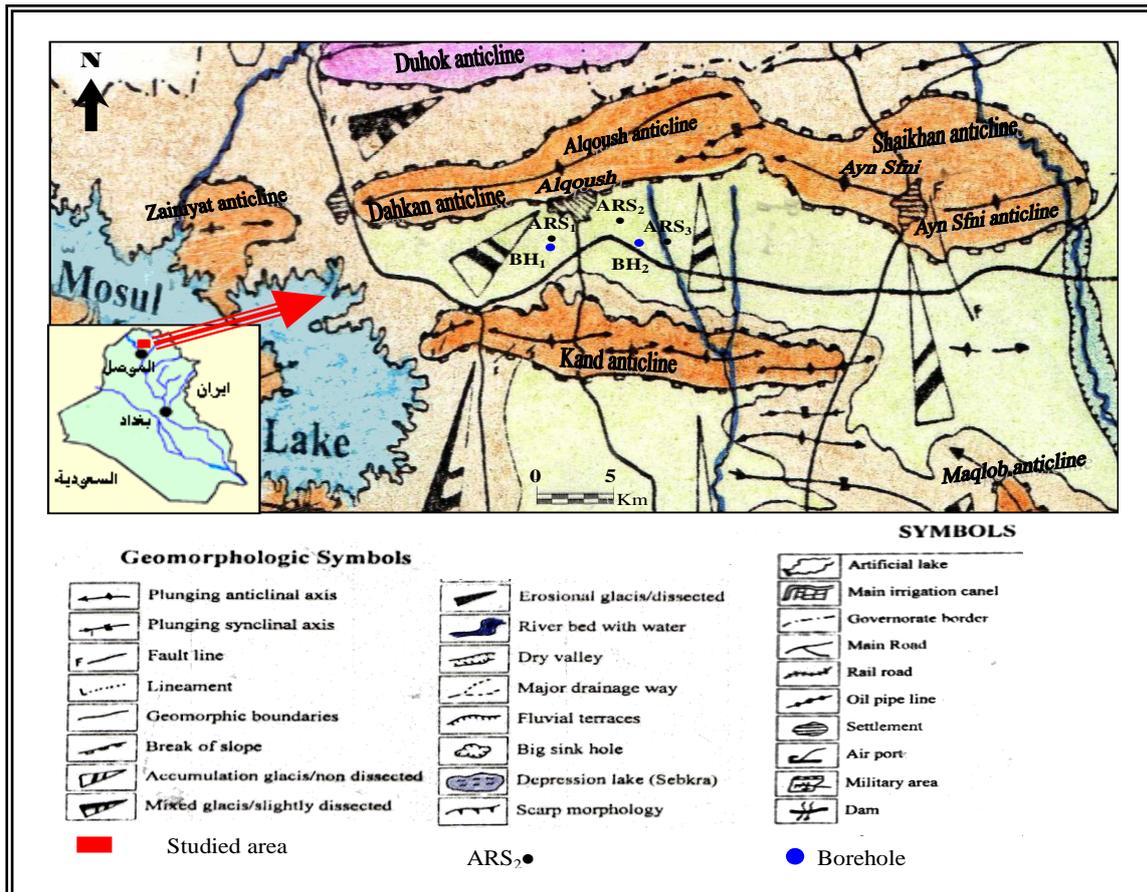
المقدمة

يقع سهل ألقوش على بعد ٤٠ كم شمال مدينة الموصل ويغطي السهل مساحة أكثر من ١٠٠ كم مربع اذ يصل عرضه ٧ كم وطوله إلى ١٥ كم، وتشمل منطقة الدراسة أجزاء من قضاء تليكييف الذي يقع فيه العديد من التجمعات البشرية والنواحي والقرى وأهمها ناحية ألقوش وقرى شرفية ويزان (الشكل ١). تتميز منطقة سهل ألقوش بكونها مستوية معدل ارتفاعه ٣٣٠ م عن سطح البحر وتأخذ بالارتفاع التدريجي باتجاه الشمال، حيث تقع سلسلة جبال طورسية منها جبل دهقان في الشمال الغربي الذي يبلغ طوله حوالي ١١ كم وأقصى ارتفاع له ٧٦٤ متر، وجبل ألقوش في الشمال الذي يمتد طوله إلى ٢٢.٥ كم وبعرض ٤ كم وأعلى ارتفاع عن مستوى سطح البحر ٨٠٠ م. أما في جنوب السهل فيقع

جبل قند ذو تضاريس واطئة (٤٥٠ م) كما يبلغ طوله ٢٢.٥ كم ويتراوح عرضه بين ٢.٥-٤.٥ كم. كما يلاحظ ان أنماط التصريف في الجبال الشمالية من النوع الشجيرية أما في جبل قند في الجنوب فان نمط التصريف من النوع المتوازي وهناك العديد من الوديان التي تخترق منطقة الدراسة الأول.

على الرغم من أهمية المسوحات الجيوفيزيائية السممية والتي تناقش التعقيدات الجيولوجية التي تمثل تأثيرات اللاتجانس واللاتماثل الكهربائي في الطبقات الصخرية والتي تسمى بالوضوء الجيولوجية، لم يتطرق اليها الباحثين الجيوفيزيائيين في العراق بالرغم من شيوع استخدامها في العديد من الدراسات العالمية باستثناء قيام (متعب وآخرون ٢٠٠٩) باستخدام المسح المقاومي السمتي في دراسة بيئية محدودة لحقل المشراق - ١.

تستهدف الدراسة الحالية تحديد وجود اللاتماثل الكهربائي Anisotropy (الكسور) وتمييزها عن تأثيرات التغيرات الجانبية باستخدام تقنية مسوحات سممية ازاحية عميقة بتطبيق جس وينر الخماسي الأقطاب في محاولة لتحليل المقاومة بأساليب متنوعة استنادا الى الدراسات العالمية الحديثة المنجزة في هذا الاتجاه.



الشكل ١: موقع وطبوغرافية منطقة الدراسة والمناطق المجاورة (Al-Daghastani, 2007).

جيولوجية وهايروجيولوجية المنطقة:

يحيط سهل ألقوش طيات محدبة طوروسية الاتجاه (شرق-غرب) متمثلة بطيات دهقان وألقوش في الشمال وطية قند في جنوب منطقة الدراسة، ويفصل بين هذه الطيات طية مقعرة واسعة تقع تحت السهل (الشكل ٢). تعد طية دهقان من التراكيب الجيولوجية الغير المتناظرة والغازسة من جهة الغرب قرب بحيرة سد الموصل حيث يكون جناحها الجنوبي أكثر ميلاً من جناحها الشمالي. تتكشف فيها تكاوين البلاسي والفتحة وإنجانة فالترسبات الحديثة و ينحرف الخط المفصلي للطية في جزئه الوسطي، ثم ينحرف مرة أخرى قرب غاطسها الغربي بحيث يلاحظ وجود ظاهرتي تراكيب التحذب (Culmination) والانخفاض (Depression) بسبب تغير ميل الخط المفصلي. وعموماً يكون اتجاه الخط المحوري العام للطية شرق-غرب (السامرائي، ١٩٩٠). أما طية ألقوش المحدبة فهي غير متناظرة ويشكل لب الطية تكوين البلاسي مع انكشاف بعض البقع الصغيرة لتكوين جركس اتجاه الطية شرق - غرب، والجزء الغاطس الغربي يكون واضحاً في حين ان غاطسها الشرقي غير واضح. يعد تركيب قند المحذب طية ضيقة وغير متناظرة اذ يتراوح ميل جناحها الجنوبي من 40° - 80° ، أما الجناح الشمالي فتتراوح درجة ميله بين (10° - 40°) ويصل طولها إلى حوالي (٢٢.٥) كم وعرضها يتراوح بين (٢.٥-٤.٥) كم وفق الراشدي (٢٠٠٥). اتجاه محور الطية العام (شمال غرب - جنوب شرق)، وتحوي الطية على خمسة قباب ومعظم لب الطية متكون من تكوين إنجانة عدا اثنتا من القباب ينكشف فيها تكوين الفتحة، وتختفي الطية المقعرة الرئيسية بين تركيب قند وألقوش تحت ترسبات العصر الرباعي (Sissikian et al., 1995).

تكتونيا تقع منطقة الدراسة في نطاق الطيات الواطئة ضمن نطاق جمجمال-بطمة حسب تقسيمات (الكاظمي ١٩٩٦) و (Buday and Jasim, ١٩٨٧). أما وفق المفاهيم الحديثة لتكتونية الأطباق (Numan, 1997) فان منطقة الدراسة تقع ضمن نطاق الطيات الواطئة ضمن نطاق الأحواض المعلقة للفورلاند الشبيه بالسطيح.

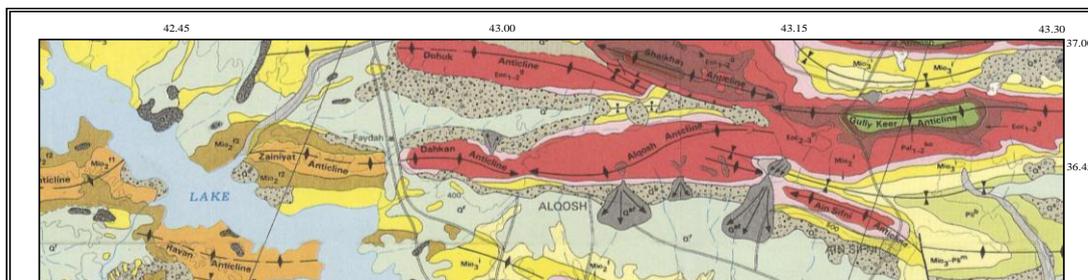
طباقيا لا يظهر تكوين البلاسي الجيري (الايوسين الأوسط - الأعلى) في مكاشف الوديان المخترقة للسهل المدروس وإنما في لب الطيات الموجودة في المنطقة (طيات دهقان وألقوش). ويتكون بصورة رئيسة من صخور صلبة من الحجر الدولوماتي والحجر الجيري، وتستقر تعاقبات الصلصال والجبس والحجر الجيري العائدة إلى تكوين الفتحة بشكل عدم توافق فوق هذه الصخور (السامرائي، ١٩٩٠). أما تكوين الفتحة (المايوسن الأوسط) فيتألف بصورة عامة من دورات ترسيبية متمثلة بالجبس والحجر الجيري والمارل الأخضر والأحمر، وينكشف هذا التكوين في المناطق المحيطة بالطيات الموجودة وبسمك مختلفة ويزداد عمقه كلما انتقلنا إلى مركز الطية المقعرة والتي تشغل اغلب مساحات منطقة السهل المدروس، كما شكلت بعض الطبقات الصخرية من المارل والحجر الجيري حواجز صخرية بهيئة حزام ضيق عند تكوين الفتحة في طية قند (الراشدي، ٢٠٠٥).

ينكشف تكوين إنجانه (المايوسين العلوي) في منطقة الدراسة على نطاق واسع وخاصة بالقرب من الطيات الموجودة في المنطقة. ان الجزء السفلي يتألف بصورة رئيسة من الحجر الطيني الكلسي متطبقة معه طبقات رقيقة نسبياً من الحجر الرملي الناعم. بينما يتألف الجزء العلوي من الحجر الرملي ذات الحبيبات المتوسطة - الخشنة ويحوي على كسور ومتطبقة معه طبقات من الحجر الطيني وكذلك طبقات من الحجر الطيني السلتي (السامرائي، ١٩٩٠). ويشكل هذا التكوين في طية قند الجزء الأكبر من مكاشفه الصخرية بحيث يتألف بشكل رئيس من صخور الحجر الرملي البنية المحمرة السمكية مع حجر المارل السلتي البني ويبلغ سمك التكوين (٣٣٠) متراً على جنوب وشمال أجنحة الطية (الراشدي، ٢٠٠٥) الذي يعد التكوين الأهم في الدراسة الحالية.

يتألف تكوين المقدادية (المايوسين الاعلى - البلايوسين) من الحجر الرملي الحصى والحجر الرملي والغريني والحجر الطيني، ويكون متغاير أفقياً وعمودياً في التراكيب الصخرية المختلفة، وسمكه متغاير حيث يكون في طية ألقوش حوالي (٦٥) م (Sissikian et al., 1995).

أما ترسبات العصر الرباعي فهي عبارة عن نواتج التعرية حيث تتألف من قطع صخرية مختلفة الأحجام والأشكال متمثلة بالسلت-الجلاميد الكبيرة وتكون الحجم الكبير بالقرب من التراكيب الموجودة، وتكون معظم مكوناتها مشتقة من التكوينات المنكشفة في المنطقة. وتشمل على ترسبات المنحدرات وسفوح الجبال وترسبات مليء الوادي وترسبات السهول الفيضية وأخيراً ترسبات التربة التي تغطي معظم أراضي منطقة الدراسة وسمكها يتراوح بين (١-١٠) م (الشكل ٢).

بالنظر لطبيعة التكاوين الموجودة في منطقة الدراسة والمتمثلة بتكويني إنجانه ومقدادية والترسبات الحديثة، لذا تتواجد المياه بكميات وفيرة مما أعطى للمنطقة أهمية كبيرة في مجال الزراعة. ووفقاً للمعلومات البئرية تلاحظ تواجدها كبيرة للمياه الجوفية فيه حيث تتراوح إنتاجيتها بين (٢-٧.٥) لتر/ثانية فقد توزعت في المنطقة إلى خزانات جوفية وأخرى معلقة، الخزانات المعلقة تتواجد في الترسيبات الحديثة أما الخزان الجوفي فيتواجد ضمن ترسبات تكويني مقدادية وإنجانه، وعموماً تتباين سمك هذه الخزانات وأعماقها وإنتاجيتها اعتماداً على طبيعة الرواسب وتضاريسية المنطقة وكذلك كميات الأمطار الساقطة في الأحواض المغذية لها فضلاً عن وجود الكسور والفواصل في تكاوينها، حيث توضح المعلومات البئرية ان منسوب الماء الاستقراري فيها يتراوح ما بين (٩-٤٨) متراً والمنسوب المتحرك بين (٤٠-٩٨) متراً.



وبالنظر لمواصفات الصخور المتواجدة وخاصة صخور تكوين إنجانة ذات القيمة الهايدرولوجية العالية لذلك فمياه الخزانات الجوفية في هذا التكوين تكون ذا نوعيات جيدة وصالحة للاستخدامات البشرية والزراعية والصناعية. فمعدلات الأملاح الذائبة فيها لا تتجاوز (٦٠٠) ملغرام/لتر وكذلك التوصيل الكهربائي يتراوح بين (٤٠٠-٦١٠) مايكروموز/سم.

تمثيل وتحليل معطيات مسح المقاومة السمتي:

اجري المسح الحقلّي لتسجيل قياسات المقاومة الأرضية باستخدام جهاز (ABEM Tetrameter SAS 300B). تم اختيار ثلاثة مواقع في منطقة الدراسة بالاعتماد على بعض المظاهر الجيومورفولوجية والجيولوجية والتكتونية، وهي موقع القوش-ARS-1، موقع بوزان-ARS-2، موقع بيان-ARS-3. أخذت القياسات بستة اتجاهات سمتية (Azimuthal directions) وهي ($000^{\circ}/180^{\circ}$ ، $030^{\circ}/210^{\circ}$ ، $060^{\circ}/240^{\circ}$ ، $090^{\circ}/270^{\circ}$ ، $120^{\circ}/300^{\circ}$ ، $150^{\circ}/330^{\circ}$). طبقاً لترتيب وينر الازاحي حيث القراءة (R_{D2}) كانت دائماً إلى الشمال من القراءة (R_{D1}) وبخمس عشرة فاصلة (a) ٥،١٠،٢٠،٤٠،٦٠،٨٠،١٠٠،١٢٠،١٦٠،٢٠٠،٢٤٠،٢٨٠،٣٠٠،٣٢٠،٣٤٠ متراً لكي يتم الحصول على الصورة الجيولوجية الواضحة لترسبات العصر الرباعي (Recent deposits) وطبقات صخور عمري البلايوسين والمايوسين. تم تمثيل بيانات مسح وينر السمتي الازاحي لمواقع منطقة الدراسة الحالية وفقاً لما جاء في العديد من البحوث العالمية المختلفة حيث مثلت بالأسلوب الكارتيزي بالاعتماد على النسبة المئوية المحسوبة على أساس المعدل أو القيمة العظمى (Percentage of Mean or Maximum value) وفقاً لـ

(Nunn *et al.*, 1995)، وكذلك تم تمثيل البيانات من خلال الأسلوب القطبي (Polar Graph) والذي استخدم عالمياً في العديد من الدراسات منها:

(Sauck and Zabik, 1992; Steinich and Marin, 1997; Watson and Barker, 1999; Busby, 2000; Wilson *et al.*, 2000; Rayner and Bentely, 2004; Busby and Jakson, 2005; Boris, 2005; Watson and Barker, 2005; Schmutz *et al.*, 2006; Wishart, 2007).

تظهر الأشكال الكارتيزية بشكل عام المعلومة الأفضل في التفسير البصري (Visual) إذ توضح المظاهر تحت السطحية التي تتميز بافتقارها للتماثل (Not anisotropic)، أي التغيرات الأفقي في المقاومة الأرضية. أو قد يظهر ذلك التفسير ارتفاعاً وانخفاضاً (Rise and fall) لمنحني اتجاه المسح السمتي. فالتماثل الطوري والتطابق في السعة يمثل تأثير اللاتماثل الكهربائي الذي يعزى إلى الطبقات أو الكسور والفواصل العمودية أو المائلة وتمثل القيم العظمى طوراً وسعة (تطابق أو تقارب) اتجاه مضرب الطبقات أو الكسور (Fracture strike)، بينما التباين الأعظم في طور وسعة المنحنيين يعزى إلى حالتي التغير الجانبي وميل الطبقات. ففي ميل الطبقات تبين القيمة العظمى للتباين والافتراق بين المنحنيين اتجاه الميل (Dip direction) بينما تعكس نقطة التقاطع (Cross-over point) اتجاه المضرب (Strike direction). أما في حالة التغيرات الجانبية فتباين منحني القياس بالطور عند أكبر سعة حيث يمثل اتجاه أكبر تغير جانبي (Direction of greatest lateral variation) أما نقطة التقاطع فتتمثل اتجاه المقاومة الثابتة (Direction of constant resistivity) مع إمكانية التمييز بين التغيرات الجانبية والميل للطبقات باستخدام تحليلات الخطأ الازاحي.

يبين التحليل الكارتيزي الحالات المتداخلة أعلاه بشكل واضح وجلي بعد أن كانت تفسيرات بيانات المسح السمتي تعطي حلولاً غامضة، فعند وجود زحف ما بين المنحنيين فذلك يعزى إلى تفاعل حالتي اللاتماثل والتغير الجانبي (Anisotropy and lateral variation)، حيث تعزى إلى زيادة الانضغاط التدريجي للترسبات وكذلك تأثير التكررات والتجوية مع العمق، وتأثير تواجد الترسبات الفوقية (Overburden) وفق (Watson and Barker, 2005). إن تفسيرات بيانات المسح السمتي كانت تعطي حلولاً غامضة (Ambiguous solution) في كافة الدراسات العالمية التي تمت قبل استخدام تقنية وينر الازاحية كقنينة بديلة من قبل (Watson and Barker, 1999) حيث قام الباحثان بتطبيق هذه التقنية للتمييز بين اللاتماثل الحقيقي والكاذب (Anisotropic and pseudoanisotropic) حيث يشير المفهوم الأخير إلى تأثير التغيرات الجانبية.

يبين التمثيل القطبي لقيمتي وينر الازاحية التوافق أو الافتراق بين قيمتي وينر باتجاهات المسح السمتي المختلفة والتي من خلالها يتم تمييز التغيرات الجانبية أو وجود ميل للطبقات والتي يستدل عليها من خلال العلاقة بين الطور والسعة لتلك المنحنيات فالافتراق بين قيم منحني وينر يشير إلى تأثيرات التغيرات الجانبية أو ميل الطبقات أو كلاهما معاً. أما التطابق سعةً وطوراً للمنحنيين مع اتجاهات المسح السمتي فتشير إلى تواجد الطبقات العمودية أو الكسور أو الفواصل (الشاقولية أو المائلة). نظراً لعدم توفر الحالات المثالية في الطبيعة الجيولوجية وإنما تمثل نتاج مشترك لأكثر من حالة لذا يتم اعتماد المعدل لقيم المنحنيين

باتجاهات السمات المختلفة (R_{Dm}) حيث من خلالها يتم تمييز أنواع اللاتماثل والقيم اللاتماثلية لها، كما يتم تحليل الخطأ الازاحي وتحليلات المدى والتي تميز بين التغيرات الجانبية وميل الطبقات بوضوح.

موقع القوش -ARS-1:

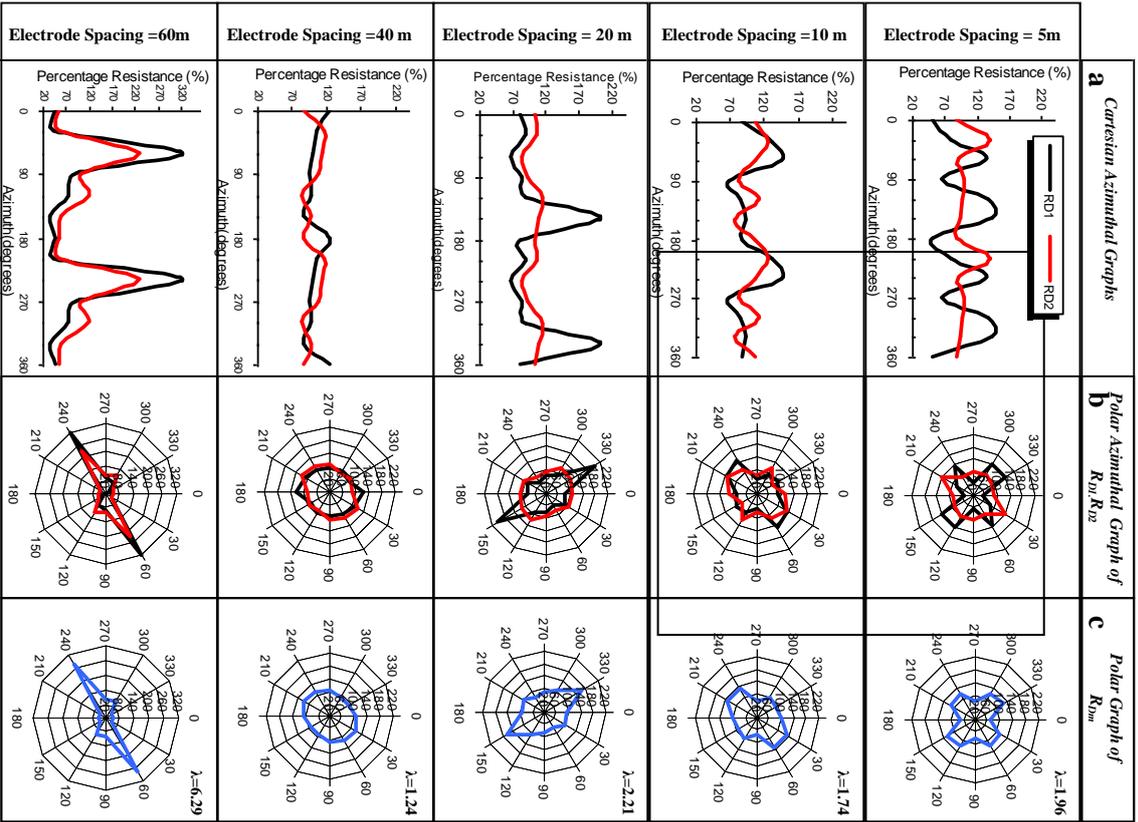
تقع نقطة المسح إلى الجنوب الغربي من ناحية القوش عند تقاطع خطي الطول والعرض ($21^{\circ} 03' 43''$)، ($37^{\circ} 43' 36''$) على التوالي، إذ يبلغ ارتفاعها عن مستوى سطح البحر (392.2) متر وقد اختير الموقع بين طيبي القوش في الشمال و قند في الجنوب فوق سطح المنحدر التراكمي القديمي (Foot accumulate dip surface) المتجه من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي (الداغستاني، ٢٠٠٨) نحو بحيرة سد الموصل (الشكل ١).

تم تمثيل المرسمات السماتية لقياسات وينر الازاحية لكل من R_{Dm} ، R_{D2} ، R_{D1} للفواصل القطبية من 5-340 متر بأشكال كارتيزية وقطبية (الأشكال ٥، ٤، ٣)، إذ يتبين من مرسمات هذا الموقع عدم وضوح اللاتماثل الكهربائي عند الفاصلات القطبية القليلة وخاصة المحصورة بين ٥-٤٠ متر بينما يلاحظ تأثيرات اللاتماثل الكهربائي بزيادة الفاصلة القطبية عند ٦٠، ١٦٠، ٣٠٠، ٣٤٠ متر، كما يتضح التراكم بين تأثيري اللاتماثل الكهربائي والتغير الجانبي عند الفاصلات الكبيرة مقارنة بوجود تأثير التغيرات الجانبية في الفاصلات القطبية الصغيرة. لقد بينت المرسمات المعدلية اتجاهات لاتماثلية مشتركة للفاصلات القطبية المختلفة حيث أظهرت ثلاثة اتجاهات رئيسة عند $060^{\circ}/240^{\circ}$ ، $090^{\circ}/270^{\circ}$ ، $150^{\circ}/330^{\circ}$ مع وجود اتجاهات أخرى عند $000^{\circ}/180^{\circ}$ ، $030^{\circ}/210^{\circ}$. كما بين المسح السمتي للموقع عموماً قيماً لاتماثلية قليلة عند الفواصل القطبية الأولى وقيماً عالية في الفاصلات الكبيرة مع بعض الاستثناءات عند الفواصل ٦٠، ١٦٠، ٣٢٠ متر. اظهر الموقع تغيرات صخرية جانبية ضمن الفاصلات القطبية الصغيرة ١٠-٨٠ متر مع ملاحظة الاستمرار التراكمي بين التأثيرين.

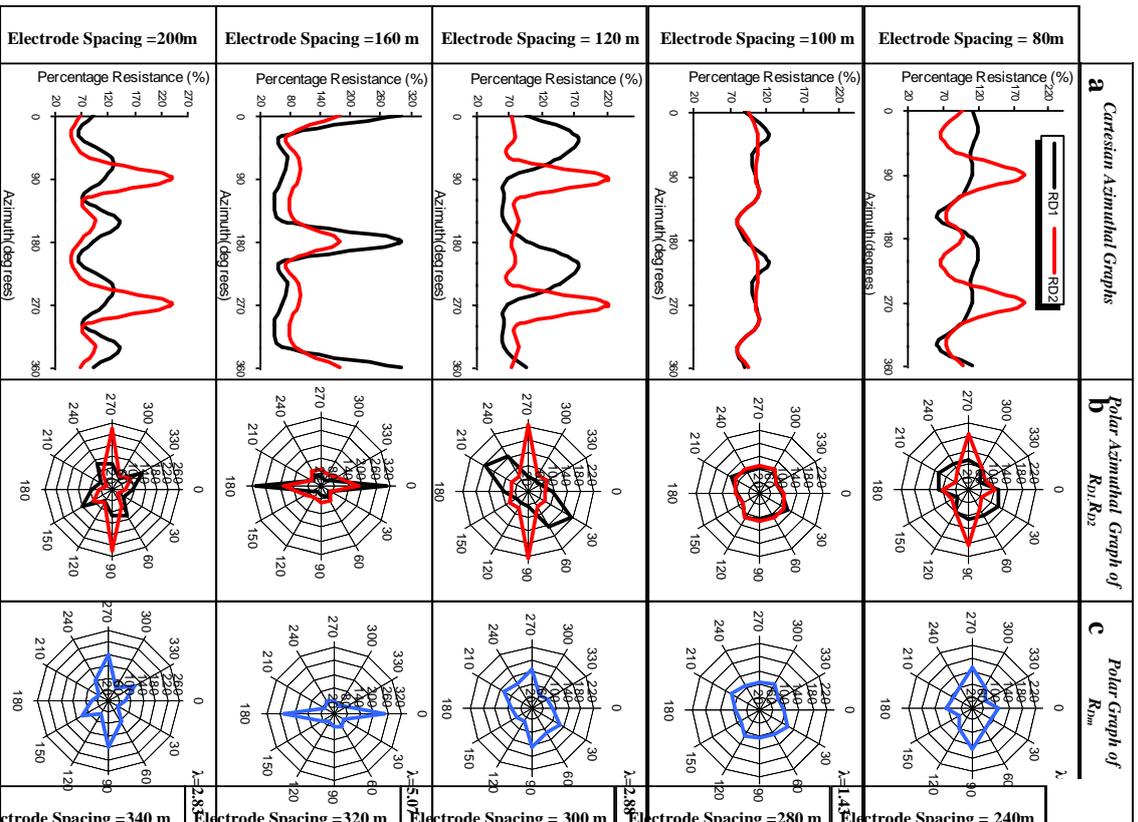
كما أوضحت تحليلات قيم المقاومة باستخدام تحليل الخطأ الازاحي (Offset error analysis, e_f)، (الشكل ٦-a) ان قيمة الخطأ الازاحي كانت اقل من ١٠% في الفواصل التي تقل عن ٨٠ متراً او تزيد عن ٢٠٠ متراً بينما يتميز الاتجاه $150^{\circ}/330^{\circ}$ بأقل قيم للخطأ للفواصل التي تزيد عن ٨٠ متراً والى ٢٠٠ متراً . بينما يلاحظ تشتت كبير وظهور بروزات متعددة (Multi peaks) بالاتجاه $090^{\circ}/270^{\circ}$ في كافة الفاصلات المستخدمة في المسح الازاحي.

بينما يوضح تحليل نسبة المدى تضاؤل قيماً متوسطة عند الفاصلات القطبية القريبة من (٥-٦٠ متر) ثم تزداد عند الفاصلتين ٦٠، ١٦٠، ٣٠٠ متراً والتي تتمثل بقيم ذروة عالية (Maximum peak) عند الفاصلة ٦٠ متر وبقية لاتماثلية قدرها $\lambda=6.29$ ومن ثم قيمة متوسطة قدرها $\lambda=5.07$ عند الفاصلة ١٦٠ متراً بينما تقل عند الذروة الاولى بقيمة $\lambda=3.2$ عند الفاصلة ٣٠٠ متراً وتمثل هذه القيم اتجاهات اللاتماثل العمودي (الشكل ٦-b).

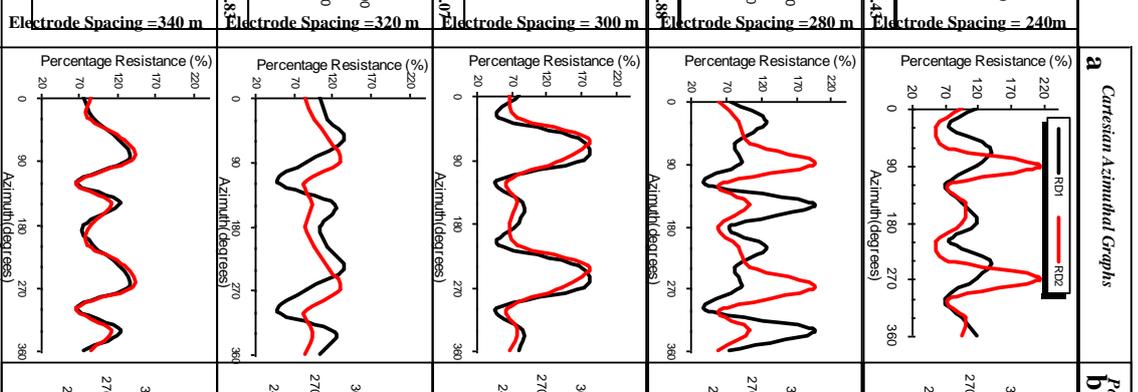
بينما تلاحظ القيم القليلة في الفاصلات القليلة وكذلك عند الفاصلات ١٠٠، ٣٤٠، ٣٢٠ متراً والتي تمثل تأثير اللاتماثل الكهربائي المائل المترابك مع التغيرات الجانبية او تغيرات جانبية منفردة.



الشكل ٣: المرسمات الاتجاهية لترتيب وينر الازاحي للفواصل القطبية ٥، ١٠، ٢٠، ٤٠، ٦٠ متر في موقع القوش



شكل ٤: المرسمات الاتجاهية لترتيب وينر الازاحي للفواصل قطبية ٨٠، ١٠٠، ١٢٠، ١٦٠، ٢٠٠ متر في موقع القوش



شكل ٥: المرسمات الاتجاهية لترتيب وينر الازاحي للفواصل قطبية ٢٤٠، ٢٨٠، ٣٠٠، ٣٢٠، ٣٤٠ متر في موقع القوش

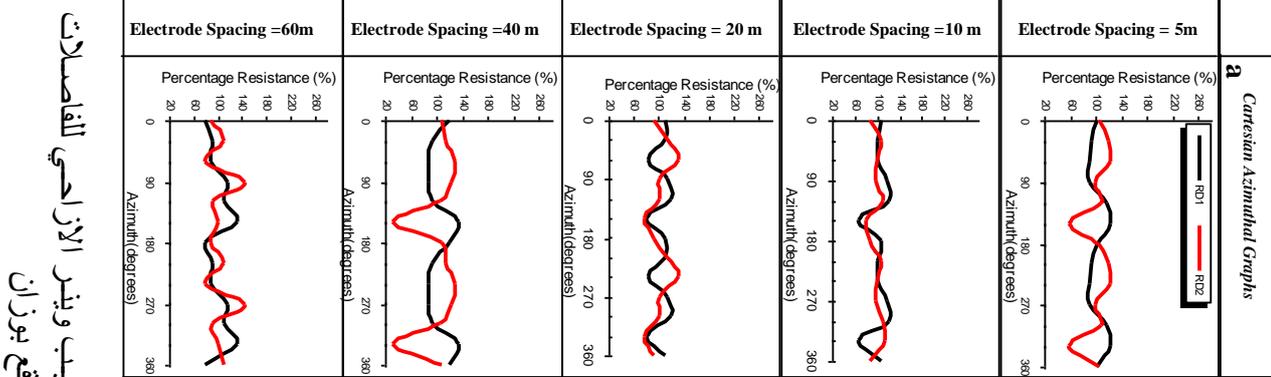
موقع بوزان -ARS-2 :

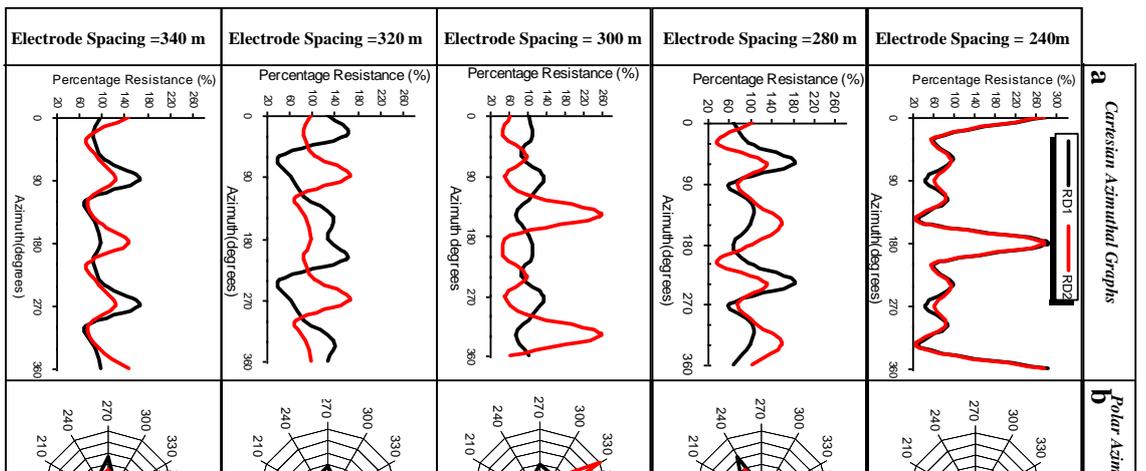
تقع نقطة المسح بالقرب من قرية بوزان عند تقاطع خطي الطول والعرض
($36^{\circ} 04' 45''$ ، $43^{\circ} 05' 35''$) على التوالي وبارتفاع ٤١٣.٢ متر عن مستوى سطح البحر. اختير
الموقع بين الجزء الشرقي من طية القوش شمالاً وطية قند جنوباً حيث ينحدر السطح التراكمي القدي باتجاه

الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي (الداغستاني، ٢٠٠٧) نحو منابع وادي الخوصر الذي يصب في نهر دجلة الذي يمر بمدينة الموصل.

يتصف موقع بوزان (ARS-2) بوجود تغيرات صخرية جانبية في الفاصلات القطبية (٥ إلى ٤٠) متر، بينما يبرز وجود لاتماثل كهربائياً باتجاهات ثلاثة ($210^{\circ}/270^{\circ}, 90^{\circ}$)، عند الفاصلات ٦٠ و ١٠٠ و ١٢٠، كما وتوضح الفاصلات (٢٠٠، ٢٨٠، ٢٤٠ و ٣٤٠) مترتأثيرات كبيرة للاتماثل الكهربائي بالاتجاهات $180^{\circ}/100^{\circ}, 240^{\circ}/60^{\circ}, 300^{\circ}/120^{\circ}, 330^{\circ}/150^{\circ}$ مع وجود تداخل وتراكب مع تأثيرات التغيرات الجانبية. وتبين الفاصلات (٨٠ و ٣٠٠ و ٣٢٠) متر التأثير الواضح للتغيرات الجانبية (الأشكال ٧، ٨، ٩).

وعموماً يبين الموقع استمرار تأثيرات اللاتماثل الكهربائي العمودية والمائلة في عدة فواصل قطبية حيث استمرار اللاتماثلات الصغرى (Minor anisotropy) المائلة عند الفاصلتين ١٠٠، ١٢٠ متر أما الفاصلات ٢٠٠، ٢٤٠، ٢٨٠ متر فيلاحظ تواجد تأثيرات ضئيلة للتغيرات الصخرية الجانبية متراكبة مع التأثير اللاتماثلي فضلاً عن ذلك تبين المرتسمات المختلفة للموقع وجود تغيرات جانبية عظمية (Major lateral variations) للفاصلات القطبية ٥-٦٠ متر حيث يستدل عليها من افتراق المنحنيين في اتجاهات المسح السمّي المختلفة كما تم تحديد قيم لتغيرات صغرى (Minor lateral variation) عند الفاصلتين القطبيتين ٣٠٠، ٣٢٠ متر مع تغيرات موضعية في الفاصلة (160) متر. ان استمرار الاتجاهات اللاتماثلية والتغيرات الجانبية لعدة فاصلات يمكن أن يعزى إلى انطقه كهربائية متشابه أو الحدود الفاصلة بين التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة والتي تشمل ترسبات العصر الرباعي الحديثة وتكويني مقادارية وانجاعة.





نتائج الترتيب ونشر الازاحي لفواصلات
 ٤٠، ٤٠، ٤٠ متر في موقع بوزان

لقد أوضح تحليل الخطأ الازاحي (الشكل a-10) أن هناك تبايناً بالقيم بالاتجاهات المختلفة لموقع بوزان حيث أفضل اقل القيم المسجلة كانت بالاتجاهين $180^\circ/0^\circ$ ، $210^\circ/30^\circ$ حيث لم تتجاوز فيها بين 0% و 40% عموماً، بينما لوحظ التشتت بالقيم في الاتجاهين $270^\circ/90^\circ$ ، $330^\circ/150^\circ$ إذ سجلت قيم أعلى من مستوياتها من الاتجاهين السابقين، وأعظم الذروات بالاتجاه $330^\circ/150^\circ$ لوحظت بالفواصل $300, 160, 5$ متر بينما سجلت قيم عالية بالاتجاه $330^\circ/150^\circ$ عند الفواصل $320, 240, 60$ متر.

يتضح ان نسبة المدى البارزة جداً (Maximum Peak) تمثل اللاتماثل العمودي ذو القيمة اللاتماثلية مقدارها ٥.٩٥، بينما تتضائل القيم ليصبح اللاتماثل مائلاً كما في الفاصلة القطبية ٣٤٠ متراً. ويلاحظ أيضاً القيم القليلة التي لا تتجاوز 50% للفاصلات القليلة حيث تمثل التغيرات الجانبية الصخرية في الفاصلات ٥ والى ٢٠ متر. (الشكل b-١٠).

موقع ببيان -3- ARS :

اختير موقع المسح في أقصى الجهة الشرقية من قرية ببيان، عند تقاطع خطي الطول والعرض ١٠° ٤٣' ٢٥" ، ٣٦° ٤٠' ٢٥" على التوالي وبارتفاع ٤٠٩.٨ متر عن مستوى سطح البحر، يحد النقطة طيبي القوش وعين سفني شمالاً وطية قند جنوباً (الشكل ١-١) وينحدر السطح التراكمي القدي باتجاه الشمال الغربي - الجنوب الشرقي حيث تتجه الوديان المحيطة بنقطة المسح.

يلاحظ بمقارنة المرتسمات الكارتيزية لموقع ببيان في الفواصل القطبية ٥-٤٠ متر تأثيرات التغيرات الجانبية الضئيلة وذلك من خلال ملاحظة السعة القليلة لمنحني القياس (R_{D2} ، R_{D1}). بينما تتميز الفاصلة ٦٠ متر بتزايد تأثير التغيرات الجانبية من خلال السعة الكبيرة لقيم النسب المئوية للمقاومة مما يدل على تغير في الخصائص الصخرية والانتقال من تكوين مقدادية إلى تكوين انجاجة. كما يلاحظ بروز اتجاهات لاتماثلية ١٨٠°/٠.٠٠°، ٢٤٠°/٠.٦٠° و ٢٧٠°/٠.٩٠° وبقيم لاتماثلية عالية تراوحت بين ٥.٦٩-١٥.٣٢، والتي يمكن ان تعزى إلى ترسبات رملية متماسكة. كذلك بين موقع ببيان تأثيرات لاتماثلي عظمى (Major anisotropy) مستمرة عبر الفاصلات القطبية ٢٤٠-٣٤٠ متر يمكن ان تعزى إلى نطاق كهربائي ضمن تكوين انجاجة (الأشكال ١١، ١٢، ١٣).

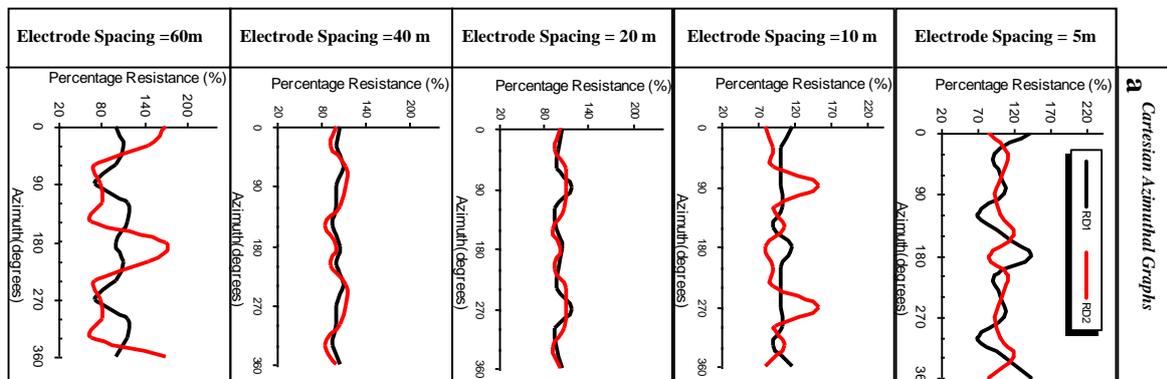
لقد بين تحليل الخطأ الازاحي قيم قليلة لم تتجاوز 40% بالاتجاهات ١٨٠°/٠.٠٠°، ٢٤٠°/٠.٦٠°، ٢٧٠°/٠.٩٠°، ٣٠٠°/١٢٠° للفاصلات الصغيرة ٥-٤٠ متراً، ويتميز الاتجاه ٣٠٠°/١٢٠° بأقل القيم التي تتراوح بين 0% و 30% لتمثل اقل التغيرات الصخرية فيه باستثناء الفاصلة القطبية ١٠٠ متر حيث تصل نسبة الخطأ إلى حوالي 50% والتي تمثل تاثير اللاتماثل الكهربائي. أما بقية الاتجاهات فتتمثل بقيم عالية تصل إلى 90% والتي يعتقد فيها زيادة اللاتماثل الكهربائي والتغيرات الجانبية الصخرية وخاصة الاتجاه ٢٧٠°/٠.٩٠° (الشكل a-١٤).

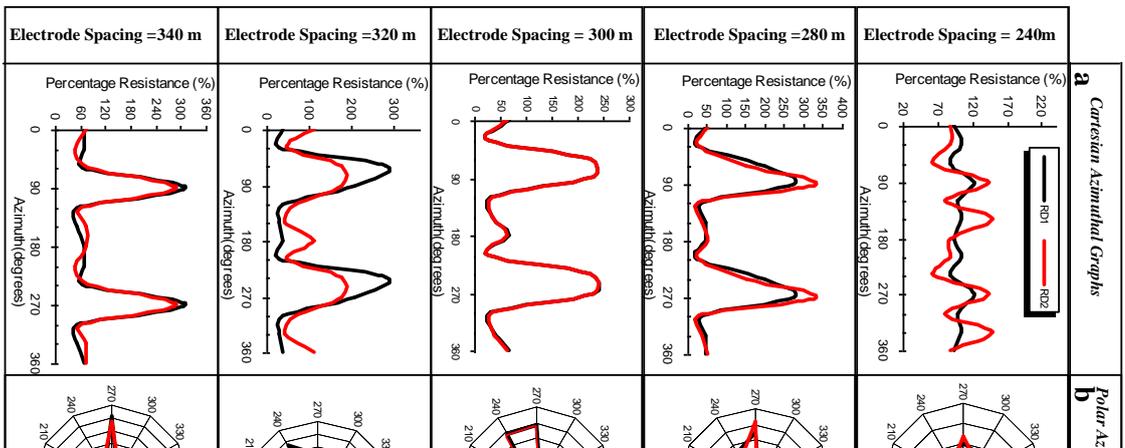
بينما يوضح تحليل نسبة المدى تساؤل قيمها في الفاصلات القطبية ٥ والى ٤٠ متر لتنتقل إلى مستوى أعلى من التزايد في القيم من الفاصلة ١٠٠ متراً ($\lambda=2.16$) إلى وصول الذروة الأولى (First peak) بمعامل لاتماثلي قدره ($\lambda=3.08$) للفاصلة ١٦٠ متراً ثم الانتقال إلى الذروة الأقصى (Maximum peak) عند الفاصلات القطبية ٢٨٠-٣٤٠ وبمعامل لاتماثلي عالية يتجاوز ٥.٦٩ لتلك

الفاصلات القطبية. بينما يتوسط تلك الفاصلات قيم قليلة لمعامل اللاتماثل تتمثل بتأثير التغيرات الجانبية المتراكبة مع اللاتماثل الكهربائي (الشكل b-٤١).

تمييز تراكيب الكسور:

ساعد تطور تقنيات مسوحات المقاومة الأرضية الجيوفيزيائية على اكتشاف الكسور في الطبقات الجيولوجية الضحلة، وذلك باستخدام الأسلوب السمتي الذي تزايدت تطبيقاته في السنوات الأخيرة وخاصة في المناطق التي لا تتواجد فيها منكشفات للتكاوين الجيولوجية. ان تمييز تلك الكسور وتحديد خصائصها يعتبر ذو أهمية في الدراسات الهيدروجيولوجية وتواجد المياه الجوفية وفي التحريات الموقعية وذلك لتحديد صلاحيات الأسس في تنفيذ المشاريع الهندسية الإستراتيجية كالسدود والمنشآت والمشاريع الكبيرة. هناك العديد من الطرق لاكتشاف الكسور معتمدة على نوعيتها، ففي المقياس الكبير ومن خلال الصور الجوية والمرئيات الفضائية (Aerial photographs and satellite images)، يتم تحديد الكسور من ملاحظات الظواهر الخطية (Linear features) كالاختلاف التناغمي في التربة (Tonal variation in soil)، واصطفاف أنماط النباتات (Alignment of vegetation patterns)، وقطوعات الجداول المستقيمة (Straight stream segments or valleys) والفجوات في الحافات (Gaps in ridges). أما على المقياس الأصغر (Small scale) فهناك طرق أخرى في اكتشاف الكسور عبر الأعمال الحقلية المباشرة والتي من خلالها يتم تحديد أنواعها ضمن التكاوين الجيولوجية عبر منكشفات الصخرية.





الفاصلات
 الازتيب ويند الازاحي
 ٣٠٠ متر في موقع بيان

موقع القوش:

تبين مرئسمات موقع القوش (الأشكال ٣، ٤، ٥، ٦) اتجاهات لاتماتلية مختلفة ناتجة من تواجد الكسور المختلفة ضمن تكوينات المقدادية وانجانه، حيث يمكن تصنيفها اعتماداً على اتجاهاتها وعلاقتها مع محور طيتي القوش ودهقان القريبتين من موقع المسح، إذ تم تمييز أنواع من الكسور العمودية والموازية لمحور الطيتين أعلاه بأنماطها الثلاثة ، الشاقولي والمتوسط والخفيفة الميل (Vertical (V) , Medium (M) and Gently(G) dip) ففي الاتجاه $180^{\circ}/000^{\circ}$ كانت على التوالي

عند الفاصلات (١٦٠)، (٢٤٠، ٨٠) و (٦٠) متر بينما ظهرت عند الاتجاه $0.90^\circ/270^\circ$ بنمطين الشاقولية والمتوسطة الميل عند الفاصلات القطبية (٣٠٠، ٢٨٠، ٢٤٠، ٢٠٠، ٨٠) و (٣٤٠) على التوالي. فضلاً عن تمييز مجاميع الفواصل القصية بأنماطها الثلاثة أعلاه وبمجموعتيها الحادة حول المحور (a) بالاتجاه $0.30^\circ/210^\circ$ إذ تظهر بنمط متوسط الميل عند الفاصلة (٢٨٠) متر وخفيفة الميل عند الفاصلة (٢٠) متر أما الاتجاه $150^\circ/330^\circ$ فيظهر نمطاً شاقولياً عند الفاصلة (٢٨٠) ومتوسط الميل عند الفاصلات (٣٤٠، ٢٤٠، ٢٠٠). كذلك تم تمييز اتجاهات الكسور القصية الشاقولية والمائلة الحادة حول (b) بأنماطها الثلاثة بالاتجاه $0.60^\circ/240^\circ$ عند الفاصلات (٣٠٠، ٦٠)، (٣٤٠) و (١٦٠) على التوالي، أما الاتجاه $150^\circ/330^\circ$ فيظهر النمطين المتوسط وخفيف الميل عند الفاصلات (٨٠، ٦٠) و (١٠٠) على التوالي. وتبرز الدراسة الإحصائية لموقع القوش (الشكل A-15) اتجاهات رئيسة ثلاث للكسور، الموازي لمحور الطية والقصي الحاد حول (a). ويمثل (الجدول ١) ملخص لأنواع الكسور المختلفة واتجاهاتها.

موقع بوزان :

توضح المرسمات المختلفة لموقع بوزان (الأشكال ١٠، ٩، ٨، ٧) اتجاهات لاتماتلية رئيسة تمثل الفواصل والكسور الشدية والقصية حيث تمثل المجموعة الأولى (ac) العمودية على محور طية القوش بالاتجاه $0.00^\circ/180^\circ$ والتي تمثلت بالأنماط الثلاثة الشاقولية والمتوسطة والخفيفة الميل السابقة عند الفاصلات القطبية (٢٤٠)، (٣٤٠) و (٢٠٠) على التوالي. فضلاً عن وجود المجموعة الثانية (bc) الموازية لمحور الطية بالاتجاه $0.90^\circ/270^\circ$ والتي تمثلت بالنمط المتوسط الميل عند الفواصل (٣٤٠، ٨٠، ٦٠) والخفيفة الميل عند الفاصلة (١٠٠) متر. كما لوحظت الفواصل القصية الحادة حول a عند الاتجاهات $0.30^\circ/210^\circ$ و $150^\circ/330^\circ$ بالنمطين المتوسط والخفيفة الميل عند الفاصلات القطبية (١٢٠، ١٠٠)، (٨٠) و (٢٨٠، ١٢٠، ٦٠)، (١٠٠) على التوالي. فضلاً عن تمييز اتجاهات الكسور القصية الحادة حول b منها المتوسطة الميل بالاتجاه $0.60^\circ/240^\circ$ عند الفاصلات (٢٨٠، ٢٤٠، ٢٠٠، ١٢٠) وبالنمطين المتوسط والخفيف الميل بالاتجاه $120^\circ/300^\circ$ عند الفاصلات (٢٨٠) و (٢٤٠) متر على التوالي.

وتبرز الدراسة الاحصائية لترددات الكسور في الموقع اتجاهات ثلاثة رئيسة ومشابهه لموقع القوش حيث تظهر الكسور الموازية لمحور الطية فضلاً عن الكسور القصية الحادة حول المحور a (الشكل B-15) ويمثل (الجدول 1) ملخص لأنواع الكسور المختلفة واتجاهاتها.

موقع بيبان :

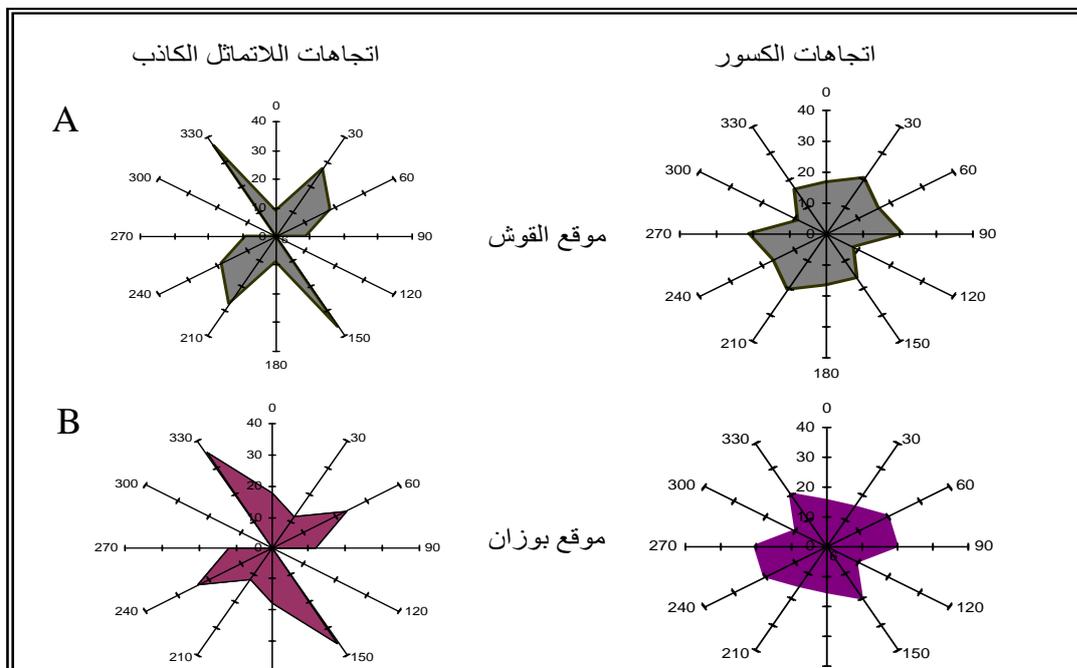
تبين المرسمات المختلفة لموقع بيبان (الاشكال ١١، ١٢، ١٣، ١٤) اتجاهات لاتماتلية عديدة ناتجة من وجود الكسور في طبقاتها الصخرية ضمن تكويني المقدادية وانجانة حيث أمكن تمييز أنواع من الكسور العمودية والموازية لمحور طية قند بالاتجاهين $0.00^\circ/180^\circ$ ، $0.90^\circ/270^\circ$ ، حيث يبين الاتجاه العمودي لمحور الطية الأنماط الثلاثة عند الفاصلات القطبية (١٦٠)، (٢٠٠، ٢٤٠، ٣٠٠، ٣٢٠) و (٣٤٠، ٢٨٠، ٤٠).

مترعلى التوالي بينما يلاحظ سيادة النمط الشاقولي عند الاتجاه $0.90^{\circ}/270^{\circ}$ عند الفاصلات (١٠٠، ١٢٠، ٢٨٠، ٣٠٠، ٣٤٠) فضلاً عن النمط المتوسط الميل عند الفاصلة (٢٤٠) متر. كذلك يلاحظ تواجد مجموعتي القص، الأولى الحادة حول المحور (a) فضلاً عن المتوسطة والخفيفة الميل بالاتجاهين $0.30^{\circ}/210^{\circ}$ و $0.90^{\circ}/270^{\circ}$ عند الفاصلات القطبية (٨٠)، (٢٤٠) و (٢٨٠)، (٢٤٠) متر على التوالي، أما الكسور القصية (bc) عند الاتجاه $0.60^{\circ}/240^{\circ}$ فتتمثل بنمطين الشاقولية والخفيفة الميل عند الفاصلات (٣٢٠، ٣٠٠) و (٤٠) على التوالي. مما سبق يتضح تنوع الكسور في هذا الموقع مع الإشارة إلى اتجاهان رئيسان العمودي والموازي لمحور طية قند (الشكل 15-C) و(الجدول 1) يمثل ملخص لأنواع الكسور المختلفة واتجاهاتها.

التغيرات الجانبية في منطقة الدراسة.

أبرزت المرسمات المختلفة وجود لاتماثلات كهربائية كاذبة ناشئة عن تأثير التغيرات الصخرية الجانبية في اتجاهات مختلفة حيث تتواجد تردداتها بكثرة عند الفاصلات القطبية المحصورة بين ١٢٠-٥ متر عند اغلب مواقع المسح السمّي.

أثبتت الدراسة الإحصائية للتغيرات الجانبية تباينها من منطقة إلى أخرى حيث يبين (الشكل 15) الاتجاهات المختلفة لللاتماثل الكهربائي الكاذب، إذ يبين موقعي القوش وبوزان تأثيرات التغيرات الجانبية عند الفاصلات القطبية القليلة وأعظم التغيرات الجانبية كانت بالاتجاه $150^{\circ}/330^{\circ}$ والصغرى بالاتجاه $0.30^{\circ}/210^{\circ}$ في حين كانت اقل التغيرات الجانبية عند الاتجاه $120^{\circ}/300^{\circ}$ (15-A,B). اما في موقع ببيان فيلاحظ تغير في اتجاهات التغيرات الجانبية حيث التغير الأعظم عند الاتجاهين $0.00^{\circ}/180^{\circ}$ و $0.90^{\circ}/270^{\circ}$ كما ويلاحظ التشابه في تأثيري اللاتماثل الكهربائي الحقيقي واللاتماثل الكاذب في هذا الموقع كما في (الشكل 15-C).



الجدول ١: مقارنة اتجاهات الكسور وتردداتها وفق الدراسة الحالية والدراسات السابقة.

تردد الفواصل المائلة عن محاور الطيات (%)		تردد الفواصل العمودية والموازية لمحاور الطيات (%)		مواقع المسح السمتي	الدراسة
الحاد حول (b)		الحاد حول (a)			
١٢٠.٠/٣٠.٠	٠.٦٠/٢٤.٠	١٥٠.٠/٣٣.٠	٠.٣٠/٢١.٠	٠.٩٠/٢٧.٠	٠.٠٠/١٨.٠
٩	١٧	٢٢	١٧	٢٢	١٣
القوش النسبة المئوية للكسور (%)					
١٠	٢٠	٢٠	٢٠	١٥	١٥
بوزان النسبة المئوية للكسور (%)					
١٣٠.٠/٦٢.٠	٠.٧١/٦١.٠	١٥٦.٠/٦٠.٠	٠.١٨/٦٨.٠	٠.٩٧/٨٢.٠	٠.٠٢/٨٤.٠
(السامرائي، ١٩٩٠) طية دهقان					
٥.٥	٦.٠٥	٣.٣	٦.٦	٣.٨٥	١.١
الانحراف المعياري %					
٤	١٣	٤	٩	٢٦	٤٣
بيان النسبة المئوية للكسور (%)					

المناقشة والاستنتاجات

لقد اكتسبت تقنية المسح المقاومي السمتي وعبر فواصل قطبية مختلفة اهمية كبيرة في تحديد الكسور والفواصل وتعد الدراسة الحالية الأولى من نوعها في العراق باستخدام طريقة المسح العميق بتقنية وينرالسمتية الازاحية . أبرزت مرتسمات مواقع منطقة الدراسة وجود ترددات واتجاهات وميل متباين للكسور حيث اظهر موقع القوش مجاميع عديدة للكسور والفواصل الموازية والعمودية لمحور الطيات والتي كانت من النوع الشاقولية والمتوسطة الميل (الجدول ٣- ٣) كما تبين سيادة ترددات الاتجاه العمودي لمحور طيتي دهقان والقوش (٠.٩٠/٢٧.٠) وذلك وجود ترددات بفواصل مائلة

(Oblique joints) بالاتجاهات $٠٣٠^{\circ}/٢١٠^{\circ}$ و $١٥٠^{\circ}/٣٣٠^{\circ}$ و $٠٦٠^{\circ}/٢٤٠^{\circ}$ ، بينما سجل اقل تردد للكسور بالاتجاه $١٢٠^{\circ}/٣٠٠^{\circ}$. فضلاً عن ملاحظة كسور رئيسة (Major fractures) تمتد لعدد من الفاصلات القطبية ($٣٠٠،٢٨٠،٢٤٠،٢٠٠$) مترمع وجود كسور صغرى متوسطة وخفيفة عند الاتجاه $١٥٠^{\circ}/٣٣٠^{\circ}$ تستمر عند الفاصلات القطبية ($٢٤٠،٢٠٠$) و ($٣٢٠،٣٠٠$) على التوالي.

كما اظهر موقع بوزان ترددات واتجاهات مقاربة لما ذكر في موقع القوش، إذ يلاحظ استمرار الاتجاهين $٠٣٠^{\circ}/٢١٠^{\circ}$ و $١٥٠^{\circ}/٣٣٠^{\circ}$ ، و بروز اتجاه جديد $٠٦٠^{\circ}/٢٤٠^{\circ}$ فضلاً عن نقصان في ترددات الكسور بالاتجاه $٠٩٠^{\circ}/٢٧٠^{\circ}$. كما لوحظ وجود كسور صغرى (Minor joints) تمتد لعدد من الفاصلات القطبية حيث تلاحظ المتوسطة الميل في الاتجاه $٠٩٠^{\circ}/٢٧٠^{\circ}$ عند الفاصلات ٦٠ و ٨٠ متر والاتجاه $٠٣٠^{\circ}/٢١٠^{\circ}$ عند الفاصلات ١٠٠ و ١٢٠ متر، ويميز كسور رئيسة بالاتجاه $٠٦٠^{\circ}/٢٤٠^{\circ}$ والتي تبدأ بالفاصلة ١٢٠ متر حيث يحصل انقطاع بها عند الفاصلة ١٦٠ ومن ثم تستمر عند الفاصلات $٢٠٠،٢٤٠$ و ٢٨٠ .

تم إجراء مضاهاة لاتجاه وميل الكسور في موقعي القوش وبوزان وفق الدراسة الحالية مع دراسة السامرائي (١٩٩٠) حيث لوحظ وجود تغير باتجاهات الكسور بين الدراستين كما تم حساب الانحراف المعياري الأقصى وتبين انه يساوي 0.083 ، كما تم حساب الانحراف المعياري لكل اتجاه وقورنت المعلومات مع ما ورد في دراسة السامرائي (١٩٩٠) ولكل اتجاه سمطي (الجدول ١) إذ تبين ان أدنى انحراف معياري كان في الاتجاه $٠٠٠^{\circ}/١٨٠^{\circ}$ بقيمة 0.001% بينما سجل أقصى الانحراف بالاتجاه $٠٣٠^{\circ}/٢١٠^{\circ}$ بقيمة 0.066% وهو ضمن النسبة القصوى المشار إليها أعلاه. كما تبين أن اغلب الكسور والفواصل كانت ذات ميل شاقولي ومتوسط باستثناء القسم القليل منها كان ذات ميل خفيف وهذا يتوافق مع دراسة السامرائي أعلاه.

أما في موقع ببيان فيلاحظ زيادة تردد الكسور بالاتجاهين العمودي والموازي ($٠٠٠^{\circ}/١٨٠^{\circ}$ ، $٠٩٠^{\circ}/٢٧٠^{\circ}$) لمحور طية قند. تمت مضاهاة النتائج المستحصلة من الدراسة الحالية للقيم الحقلية المقاسة في طيتي قند وتبين تواجد أربعة فواصل رئيسة للكسور والفواصل إذ أظهرت ترددات عالية في الاتجاهين الموازي والعمودي لمحوري الطي في قند وكذلك ترددات قليلة مائلة بالاتجاهين $١٥٠^{\circ}/٣٣٠^{\circ}$ ، $٠٣٠^{\circ}/١٥٠^{\circ}$ وهي تشابه إلى حد ما الاتجاهات المشار إليها بالمخططات الزهرية في دراسة البنا (٢٠٠٦) التي اعتمدت على مرئيات الصور الجوية.

فضلاً عن ملاحظة وجود كسر رئيسي كبير متوسط الميل بالاتجاه $٠٠٠^{\circ}/١٨٠^{\circ}$ والذي يمتد من الصخور الضحلة والى الفاصلات العميقة جدا مع انقطاع في بعض الفاصلات ($٣٢٠،٣٠٠،٢٠٠،٨٠$) متر وكسور صغيرة خفيفة الميل عند الفاصلات ($٣٤٠،٢٨٠$) قد تعزى الى تغايرات صخرية ضمن تكوين انجانة، فضلاً عن كسور رئيسة شاقولية تنقطع عند بعض الفاصلات ($٣٤٠،٣٠٠،٢٨٠،١٢٠،١٠٠$) ، كذلك كسور صغيرة شاقولية الميل عند الاتجاه $٠٦٠^{\circ}/٢٤٠^{\circ}$ عند الفاصلات ($٣٢٠،٣٠٠$) متر.

الاستنتاجات

أبرزت الدراسة الإحصائية لترددات الكسور في منطقة الدراسة اتجاهات رئيسة للكسور وخاصة الكسور العمودية والموازية (الشاقولية والمائلة) لمحور الطيات بالاتجاهين $180^{\circ}/000^{\circ}$ ، $270^{\circ}/90^{\circ}$ حيث أشار (Ameen, 1979) الى علاقة زاوية الميل العالية بين الفواصل ومستويات التطبق الصخاري هي كادلة لتزامن الترسيب في بعض التكاوين في الطيات البسيطة وخاصة لمنكشفات تكويني المقدادية وانجانة وتتطابق مع الدراسة الاقليمية للفواصل في ترسبات عصر الترشري لنطاق الطيات في إيران والعراق وفق (Ameen, 1979) والتي أشارت الى التردد الواسع للفواصل الشدية (الموازية والعمودية) لمحاور الطيات في هذه المناطق.

المصادر العربية

البناء، ريان غازي ذنون، ٢٠٠٢. جيومورفولوجية تركيب قند شمال العراق باستخدام تقنيات التحسس النائي. أطروحة ماجستير غير منشورة - جامعة الموصل، ص ١١٧.

الراشدي، محمد علي مال الله حسين ٢٠٠٦. دراسة رسوبية لتكوين انجانة في طية قند - شمال العراق، أطروحة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل.

السامرائي، حسين محمد علي، ١٩٩٠. دراسة جيولوجية وتركيبية منطقة فايدة (طية دهقان المحدبة). اطروحة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل، ص ١١٣.

متعب، مروان، محضر باشي، ثابت والجريسي، بشار ٢٠٠٩. دراسة بيئية لحقل المشراق - ١ في ضوء التصوير المقاومي ثنائي البعد والمسح المقاومي الأتجاهي. المجلة العراقية لعلوم الأرض، المجلد ٩، العدد ٢، ص ١٠-١٥.

المصادر الأجنبية

Al-Daghastani, H. S., 2007. Geomorphologic Map of Nineveh Governorate – NW Iraq Using Visual Image Interpretation. Raf. Jour. Soci., Vol. 18, No. 1, pp. 81 - 90.

Al-Kadhimi, S., 1996. Tectonic Map of Iraq, Geo Survey, Printed and Published by the State Establishment of Geol. Surv. and Mining , Baghdad, Iraq.

Ameen, M. S., 1979. Regional Investigation of Geoflexure and Tectonic Analysis in the Simple Folds Zone of Iraq, M. Sc. Thesis (Unpublished), Mosul Univ., Iraq, 236 p.

- Boris. M., 2005. Azimuthal Resistivity to Characterize Fractures in the Battleford Formation at the King Site, Birsay ,Saskatchewan. M.Sc University of Saskatchewan, 77p.
- Buday, T. and Jasim, S. Z. 1987. The Regional Geology of Iraq, Vol. 2, (Tectonism and Metamorphism) GEOSURV., Baghdad, Iraq, 352 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, Issue 4, pp. 261 - 272.
- Busby, J., (2000). The Effectiveness of Azimuthal Apparent - Resistivity Measurements as a Method for Determining Fracture Strike Direction: Geophy. Prosp., Vol. 48, pp. 677 - 695.
- Sissakian, V. K., Hagopian, D. H., Hassan, E. A., 1995. Geological Map of Al-Mosul Quadrangle, Sheet NO. NJ-38-13, Geosurve, Baghdad, Iraq.
- Numan, N. M. S., 1997. A plate Tectonic Scenario for the Phanerozoic Succession in Iraq. Jour. Geol. Soc. Iraq, Vol. 30, No. 2, pp. 85 - 110.
- Nunn, K. R., Barker, R. D. and Bamford, D., 1995, In-Situ Seismic and Electrical Measurements of Fracture Anisotropy in the Lincolnshire Chalk, Quart. Jour. of Eng. Geol., Vol. 16, pp. 187 - 195.
- Rayner S. F and Bentley L. R., 2004. The Use of Electrical Resistivity Methods to Investigate Anisotropy in Fractured Groundwater System. Geophys., Vol. 64, No. 3, pp. 739 - 745.
- Sauck, W. A. and Zabic, S. M., 1992. Azimuthal Resistivity Rechniques and the Directional Variations of hydraulic Conductivity in Glacial Ssediments in Bell, R. S., Ed., 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, Jour. Appl. Geophys., Vol. 60, pp. 213 - 224.
- Steinich, B. and Merin, L. E., 1997. Determination of Flow Characteristic in Aquifer of the Northwestern Peninsula of Yacatan, Mexico. Jour. of Hydrol., Vol. 191, pp. 315 - 331.
- Watson, K. A. and Barker, R. D., 1999. Differentiation Aanisotropy and lateral Effects Using Azimuthal Resistivity Offset Wenner Soundings, Geophys., Vol. 64, pp. 739 - 745.
- Watson, K. A. and Barker, R. D., 2005. Modeling Azimuthal Resistivity Sounding Over a laterally Changing Resistivity Subsurface, Near Surface Geophys., Vol. 3, pp. 3 - 11.
- Wilson T., G., Heinson A. Endres and Halihan T. 2000. Fractured Rock Geophysical Studies in the Clare Valley, South Australia Expl. Geophys., Vol. 31, pp. 255-259.
- Wishart, D. N. and Salter, L. D., 2007. Anistropy Characterization of Fractured Crystalline Bedrock Using Asymmetric Azimuthal Geoelectric Techniques, AGU, Vol. 88, No. 23.

