



جامعة الموصل  
كلية العلوم

تحديد الكسور الضحلة قرب سد الموصل باستخدام تقنيات  
مستحدثة للمقاومية الاتجاهية

محمود سلمان أحمد الفاضل

أطروحة دكتوراه  
علوم الأرض / جيوفيزياء

بإشراف

الأستاذ

الدكتور ابراهيم سعد ابراهيم الجميلي

الأستاذ

الدكتور مروان متعب

2020م

1441هـ

## المستخلص

تتضمن الدراسة الحالية استعمال تقنيتي مقاطع التصوير المقاومي الاتجاهي ومسح المقاومة الاتجاهي للجناح الجنوبي من طيبي طيرة وبطمة الشرقية اللتين تمثلان الكتفين الشرقي والغربي لجسم سد الموصل على التوالي. يتعرض السد وفق الدراسات المحلية والعالمية الى تجلس وتحشية مستمرة لمناطق الضعف في الطبقات الصخرية التي تحته والناجمة من ذوبان وتحلل الصخور الجبسية والكلسية، فضلاً عن احتمالية تجدد الكسور بفعل العناصر التكتونية الحديثة وحوادث العديد من الهزات الأرضية الطبيعية والمحتملة بعد إنشاء السد عام 1986.

شملت هذه الدراسة تطبيق نظام جديد وذلك بالنقاط قيم المقاومة من المقطع التصويري الكاذب في سبعة مستويات عمقية و لتسعة اتجاهات بزوايا  $20^\circ$  حول النقطة المركزية الوسطية لطول نشر مقداره 200 متراً. يتألف النظام الذي سمي بنظام متعب والفاضل الاتجاهي من ثلاثة أنماط لترتيب الاقطاب، الأول مسح المقاومة الشعاعي الاتجاهي الذي يشمل قياسات المقاومة  $(\rho_{D1} \& \rho_{D2})$  والثاني مسح المقاومة الاتجاهي الأمامي المتضمن قياسات المقاومة  $(\rho_{D0} \& \rho_{D2})$  والثالث مسح المقاومة الاتجاهي الخلفي لقياسات المقاومة  $(\rho_{D0} \& \rho_{D1})$ .

استعملت آلية جديدة في هذه الدراسة تضمنت سلسلة من الخطوات التي تقوم بمعايرة فواصل القياس للنشر المستعمل مع مستويات العمق الظاهري ومتوسط عمق الاختراق وذلك لعدم امكانية التقاط قيم المقاومة لمستويات العمق الحقيقي من مقاطع التصوير المقاومي الكهربائي لوجود مدى تدرج طيفي واسع للألوان، فضلاً عن عدم وجود مضاهاة لقيم المستويات العمقية مع الفواصل القطبية في برنامج RES2DINV. بناءً على ما تقدم فقد تم تحديد ثلاث قيم لمستويات العمق الظاهري المفقودة مع تأكيد تطابق قيم تلك المستويات الموجودة في مقاطع التصوير الكهربائي للفواصل القطبية الثمانية والمستويات المفقودة.

شمل المسح ثلاث مسارات في الجهة الشرقية من نهر دجلة موازية وعمودية على محور طية طيرة تتكون من سبعة مواقع لمقاطع التصوير الكهربائي الاتجاهي فوق ترسبات العصر الرباعي في الجناح الجنوبي للطية، بالإضافة الى مسارين في الضفة الغربية لنهر دجلة موازيين وعموديين على طية بطمة الشرقية تتكون من اربعة مواقع فوق الترسانات الحديثة في الجناح الجنوبي للطية، بعد أن تم الأخذ بنظر الاعتبار اختيار تلك المواقع اعتماداً على المعطيات الجيولوجية والتكتونية والطبوغرافية للدراسات السابقة والجولات الحقلية.

اجري التحليل البنائي للمقاطع التصويرية في تسعة اتجاهات للمواقع المذكورة آنفا باستعمال خمس عشرة معالجة تكرارية وتراوح في قيم مربع الخطأ التربيعي بين 5.8%- 11.7%، أظهرت تلك المقاطع في الجهة الشرقية من منطقة الدراسة بالاتجاهات المختلفة ثلاثة انطقة كهربائية، يعكس النطاق الأول مدى مقاومي متغاير يمثل تراكمات التربة السطحية، أما النطاق الثاني ذو المقاومة العالية فيعكس المكونات الصخرية للمصاطب النهرية، بينما يمثل النطاق الثالث الامتداد الواضح للترسبات الطينية والجيرية لتكوين الفتحة مع وجود نطاق موصل عمودي على الطبقات الصخرية في بعض المسارات. أما المقاطع التصويرية في الجهة الغربية من المنطقة فقد أبرزت وجود ثلاثة انطقة كهربائية، النطاق الأول مقاومة عالية يعكس طبقة التربة السطحية، والنطاق الثاني يمتلك مقاومة قليلة تمثل ترسبات المنحدرات وتتركز على الجناح الجنوبي لطية بطمة، أما النطاق الثالث الذي يمثل قيم مقاومة متغايرة فيعكس مكونات ترسبات تكوين الفتحة الذي يغطي مساحة واسعة في منطقة الدراسة.

مثلت بيانات المسح المقاومي الاتجاهي باستعمال التقنيات الشعاعية والامامية والخلفية في المواقع الأحد عشر وذلك باستعمال مرسمات المنحنيات القطبية والمخططات الكارتيزية الاتجاهية وفق الآليات المستخدمة في الدراسات والبحوث العالمية والمحلية من خلال تحديد قيم واتجاهات اللاتماثل الكهربائي لرواسب العصر الرباعي والطبقات العليا من تكوين الفتحة في منطقة الدراسة الحالية .

أظهرت هذه الدراسة نجاحاً بارزاً في تطبيق نظام متعب والفاضل بالمضاهاة بين آلياته الثلاث واستنبطت وجود تسعة اتجاهات لمضارب كسور شدية وقصية أولية وثانوية في الكنف الشرقي لجسم سد الموصل ورواسب العصر الرباعي المتمثلة بالمصاطب النهرية، بينما استنتجت الدراسة فقدان ثلاث اتجاهات وتأكيد ست اتجاهات للكسور في الكنف الغربي لجسم سد الموصل والتي تخترق الرواسب الطموية للعصر الرباعي.

## Abstract

The present study includes the use of the techniques of azimuthal resistivity tomography (ART) and azimuthal resistance survey (ARS) in the area of the southern limbs of Tairah and Butmah anticlines, which represent the eastern and western flanks of the Mosul Dam, respectively. According to local and international studies, the dam is exposed to a continuous subsidence and grouting for the weakness areas in its foundations due to the dissolution of gypsum and calcareous rocks, As well as the possibility of rejuvenated fractures due to new tectonic elements and the occurrence of many natural and induced earthquakes after the dam was established in 1986.

The current study involved applying a new system by picking the resistivity values from the pseudo-tomography at seven depth levels and nine orientations with an angle of  $20^\circ$  around the mid central point of 200 m array lengths. The system called the Azimuth Mutib & Al-Fadhel System (AMAS), consists of three types of the electrode arrangement patterns, the first is the Azimuthal Radial Resistance Survey (ARRS) that includes measurements of resistivity ( $\rho_{D1}$  &  $\rho_{D2}$ ), the second is the Azimuthal Forward Resistance survey (AFRS) that includes measurements of resistivity ( $\rho_{D0}$  &  $\rho_{D2}$ ), and the third is the Backward Resistance survey (ABRS) for measurements of resistivity ( $\rho_{D0}$  &  $\rho_{D1}$ ).

A new mechanism was used in the present study, that included a series of calibration steps of the electrode spacing intervals with the apparent depth levels and median of the depth of investigation, due to the inability of picking the resistivity values of the true depth levels from electrical resistivity tomography because there is a wide spectral gradient range of colors. As well, the absence of correlating the values of the depth levels with the electrode spacing in the RES2DINV program.

Accordingly three values were determined for the missing apparent depth levels with confirmation of the accordant values of the eight levels of the tomography.

The field survey included three traverses on the eastern side of the Tigris river parallel and perpendicular on the axis of the Tairah anticline consisting of seven sites of ART located above the quaternary depositions in the southern flank. Two traverses were also conducted in the western side of the river parallel and perpendicular on the east Butmah anticline consisting of four sites are located above the recent sediments in the southern flank of it. The chosen sites have taken into account the consideration of the geological tectonic and topographic data for previous studies and current field reconnaissance trips. A sympathetic analysis of the resistivity tomography was performed in nine azimuths of the above mentioned locations, using fifteen repetitive processing attempts and the mean root squares ranged between 5.8% -11.7%.

The ART indicated on the eastern side of the study area with different directions, three electrical horizons, the first reflects a variable resistivity which represents accumulations of top soil, the second band of high resistivity which reflects the river terraces constitutes, while the third horizon represents the clear extension of the mud and limestone deposits of Fatha Formation with a vertical conductive zones in the rock layers at some traverses. As well as the ART on the western side of the study region identified, there are three electric horizons, the first with high resistivity reflects the surface soil layer, and the second domain has low resistivity representing the sediments of the valley slopes and is concentrated on the southern limb of Butmah anticline. The third which represents heterogeneous resistivity values, reflects Fatha formation deposits covering a wide area in the study area.

The data of the ARS were represented using radial, forward and backward techniques at the eleven locations using Polar graphs and Cartesian curves. According to the mechanisms used in global and local studies and research, the results were analyzed and determined the values and trends of the electrical anisotropy for quaternary deposits and the upper layers of Fatha Formation in the current study area.

The present study displayed a notable success in applying (AMAS) by matching between its three mechanisms and deduced the presence of nine directions for the strikes of tension and shear fractures (primary and secondary) in the eastern bank of the Mosul Dam penetrating quaternary period sediments represented by river terraces, while the study concluded the loss of three directions and confirmation of six directions of fractures in the western side of the Mosul Dam, which penetrates the alluvial deposits of the quaternary period.

**University of Mosul**

**College of Science**



**Delineation of Shallow Fractures Near Mosul  
Dam Using New Azimuthal Resistivity  
Techniques**

**Mahmood Salman Ahmed Al-Fadhel**

Ph.D. Thesis

in

**Geology / Geophysics**

**Supervised by**

**Professor**

**Dr. Marwan Mutib**

**Professor**

**Dr. Ibrahim Saad Ibrahim**

**Al-Jumaily**

**1441 A.H.**

**2020 A.D.**