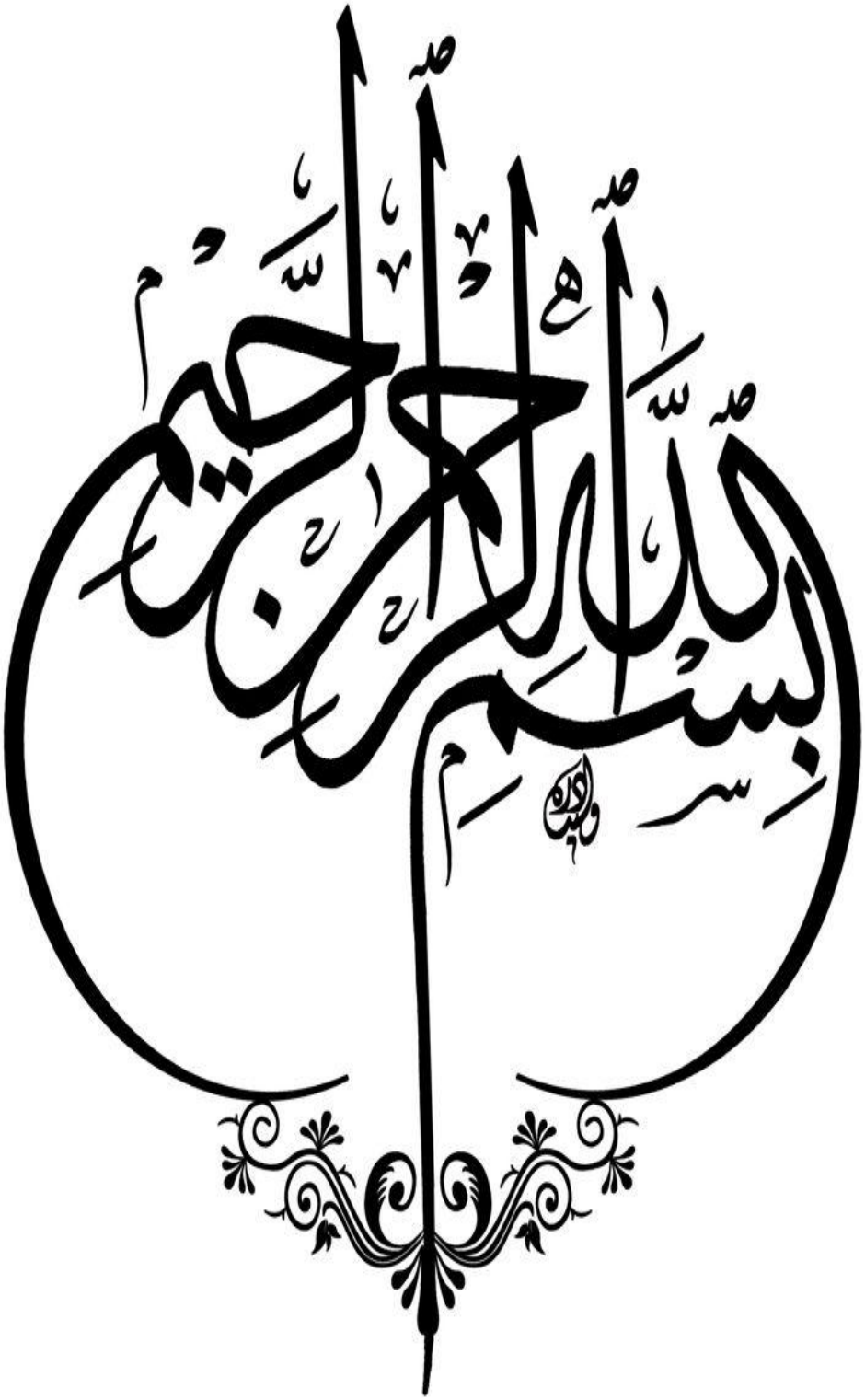

بسم الله الرحمن الرحيم

تكامل الطرق الجيوفيزيائية لتقصي توزيع التلوث في وادي عرنة، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية

إعداد

نورالدين مجتبى ضميري الاندنوسي

بحث مقدم لنيل درجة الدكتوراه في العلوم
(الجيوفيزياء-الجيوفيزياء التطبيقية)

اسم المشرف على الرسالة
أ.د\ محمد أحمد راشد

كلية علوم الأرض
جدة - جامعة الملك عبدالعزيز-

صفر ١٤٤٠هـ – نوفمبر ٢٠١٨م

تكامل الطرق الجيوفيزيائية لتقصي توزيع التلوث في وادي عرنة، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية

إعداد

نورالدين مجتبى ضميري الاندنوسي

المستخلص

في هذه الدراسة تم استخدام تكامل نتائج الطرق الجيوفيزيائية (المسح المغناطيسي الجوي والمسح المغناطيسي الأرضي، والمسح الكهربي بأستخدام السبر الكهربائي العمودي و المقاومية الكهربية المقطعية) مع الدراسات الهيدروجيولوجية في تحديد الانتشار الرأسي والافقي للملوثات الناجمة عن تسرب مياه الصرف الصحي من قناة الصرف التي تم انشائها في مصب وادي عرنة الواقع جنوب مكة المكرمة والتعرف على معرفة اثر رمي او طمر مياه المجاري المعالجة ثلاثيا على تحسين نوعية المياه الجوفية كما تهدف الدراسة ايضا الى التعرف على التراكيب الجيولوجية التحت سطحية التي تتحكم في سريان وتجمع المياه المتسربة من قناة الصرف.

اظهر المسح المغناطيسي وجود مجموعة من الصدوع التحت سطحية في مجموعة من الاتجاهات أهمها اتجاه شمال–جنوب وشرق–غرب وشمال شرق–جنوب غرب وشمال غرب–جنوب شرق وتكون هذه الصدوع مجموعة من الاحواض الرسوبية والتي تكون اتجاهاتها في اتجاه الشمال الغربي والشمال الشرقي. كما أظهرت نتائج الدراسات المغناطيسية أن عمق صخور القاعدة يزداد تدريجياً في اتجاه الجنوب الغربي وهو ما يفسر الاتجاه العام لزيادة تركيز الملوثات وانتشارها باتجاه الجنوب الغربي في هذا الجزء من منطقة الدراسة

أظهرت المسح الكهربي ونتائج تحليل عينات المياه ان ترشيح المياه المعالجة ثلاثياً وتوغلها خلال الطبقات لخزان المياه الجوفي قد أدى الى غسل أو تخفيف تركيز الملوثات وهو ما كان واضحاً في الآبار التي تقع على مسافة اقل من ٢كم حيث تتميزبزيادة في مقدار المقاومية الكهربية (<١٠ اوم متر) وانخفاض في تركيز المواد الصلبة الذائبة حيث تتراوح بين624 ميللي جرام/لتر– ١٧٤٤ ميللي جرام/لتر بمتوسط قيمة 1379 ٦٢٤ ميللي جرام/لتر بينما كان تأثير المياه المعالجة ثلاثياً محدوداً على الآبار التي تقع على مسافة اكبر من ٢كم حيث تتميزبنقصان في مقدار المقاومية الكهربية (<٥ اوم متر) وازدياد في تركيز المواد الصلبة الذائبة حيث تتراوح بين ٦٣٢٠ ميللي جرام/لتر– ٤٦٨٥ ميللي جرام/لتر بمتوسط قيمة ٥٢٦٦ ٦٢٤ ميللي جرام/لتر وهو ما يدل على أن تأثير المياه المعالجة ثلاثياً على هذه الابار غير ملموس وبالتالي فان هذه المياه تمثل المياه المتبقية والمتأثرة بمياه الصرف الغير معالجة التي كانت تطمر في مصب الوادي في مراحل سابقة.

ملخص الرسالة

في هذه الدراسة تم اجراء دراسة جيوفيزيائية تكاملية باستخدام تحليل الصور الجوية المغناطيسية ونتائج المسح الارضي المغناطيسي بالإضافة الى عمل الجسات الكهربية العمودية بهدف تحديد الانتشار الرأسي والافقي للملوثات الناجمة عن تسرب مياه الصرف الصحي من قناة الصرف التي تم انشائها في مصب وادي عرنة الواقع جنوب مكة المكرمة كما تهدف الدراسة ايضا الى التعرف على التراكيب الجيولوجية التحت سطحية التي تتحكم في سريان وتجمع المياه المتسربة من قناة الصرف.

اظهر المسح المغناطيسي وجود مجموعة من الصدوع التحت سطحية في مجموعة من الاتجاهات أهمها اتجاه شمال–جنوب وشرق–غرب وشمال شرق–جنوب غرب وشمال غرب–جنوب شرق وتكون هذه الصدوع مجموعة من الاحواض الرسوبية والتي تكون اتجاهاتها في اتجاه الشمال الغربي والشمال الشرقي. كما أظهرت نتائج الدراسات المغناطيسية أن عمق صخور القاعدة يزداد تدريجياً في اتجاه الجنوب الغربي وهو ما يفسر الاتجاه العام لزيادة تركيز الملوثات وانتشارها باتجاه الجنوب الغربي في هذا الجزء من منطقة الدراسة بينما تأثير مياه الصرف المسربة من قناة الصرف غير ملاحظ او نادر في الأجزاء الشمالية من المنطقة وهو ما أكدته نتائج دراسة المقاومة الكهربية للصخور المحيطة بقناة الصرف وهو ما يمكن ان نعزوه الى ان قناة الصرف محاطة بكتل مرتفعة من صخور القاعدة تحت السطح ناتجة عن حركة الصدوع التي تكونت مع تطور البحر الاحمر.

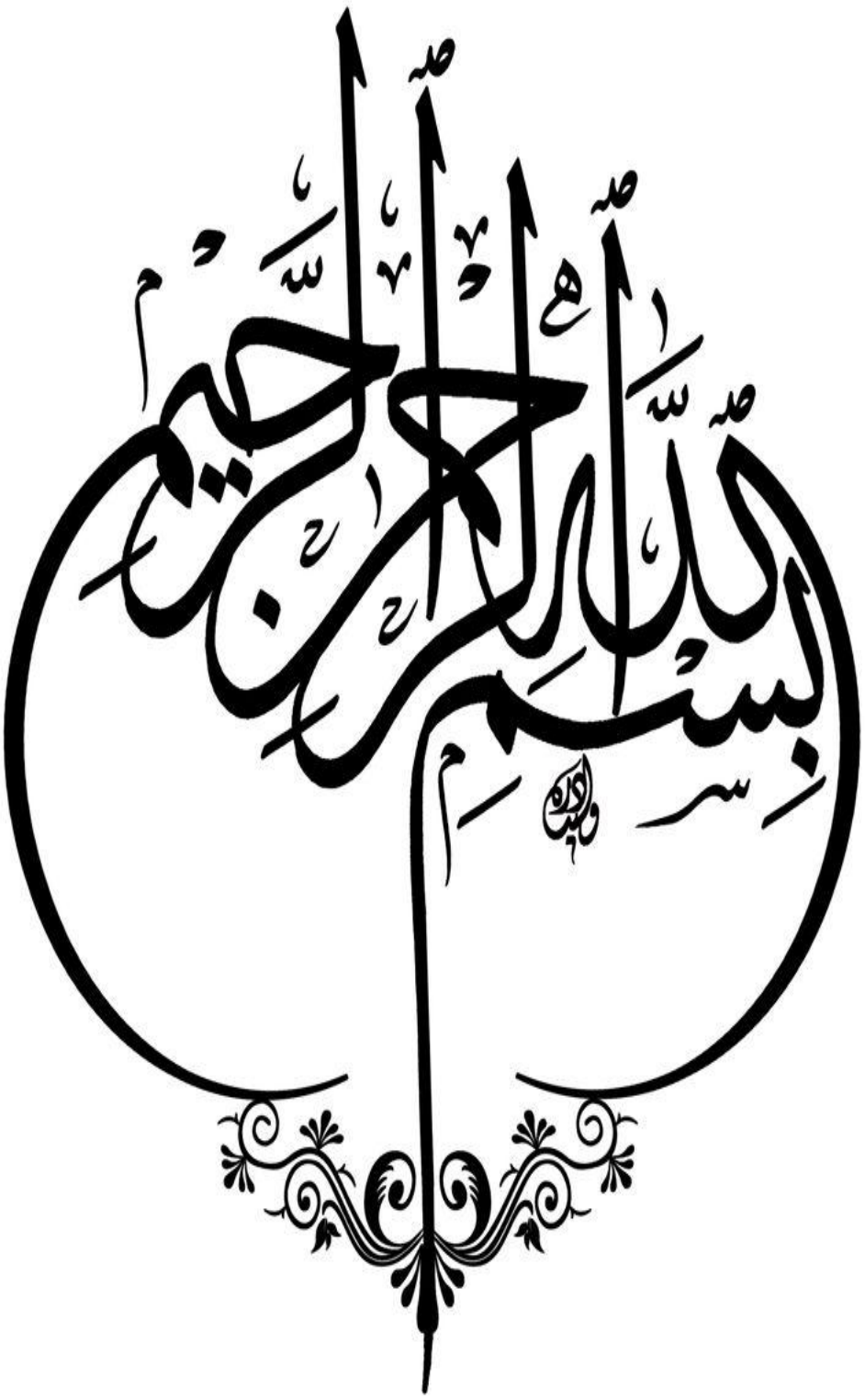
وقد تبين من قياسات الجس الكهربي الرأسي أن النموذج الجيوكهربي بالمنطقة يتراوح بين ثلاث وخمسة طبقات هي النطاق السطحي الغير مشبع ويتضمن اول طبقتين او ثلاثة طبقات حيث تتكون من رواسب رملية دقيقة الحبيبات التي تكون الكثبان الرملية ويلي هذا النطاق نطاق آخر هو النطاق المشبع والذي له مقاومة كهربية منخفضة نتيجة زيادة تركيز الملوثات في هذا النطاق. وتختلف المقاومة الكهربية لهذا النطاق على حسب تشبعه بمياه المجاري المعالجة ثلاثياً من مكان لآخر. وأخيراً النطاق الأعمق ذو المقاومة الكهربية المتوسطة والمرتفعة الناتجة عن صخور القاعدة المهشمة أو المتماسكة وهي أعمق الطبقات في منطقة الدراسة وتختلف المقاومة الكهربية فيها حسب تأثر تلك الصخور بالتهشم وعوامل التجوية المختلفة وأيضاً بحسب حمل الصخور المهشمة لملوثات من عدمه.

وأوضحت نتائج تحليل عينات المياه المأخوذة من قناة الصرف وآبار المياه الجوفية المحيطة بها أن تغلغل مياه الصرف الثلاثية المعالجة قد خفضت او قللت بشكل واضح التركيز الكلي للأملاح الذائبة (TDS) وكذلك أدت لانخفاض التوصيل الكهربي (EC) لهذه العينات وقد تم بناءً على ذلك تصنيف نوعية المياه وفقاً لتركيز الاملاح الى ثلاث مجموعات حيث تتميز المجموعة الاولى بانخفاض تركيز الاملاح وتتركز حول قناة الصرف وتحيط بها المجموعة الثانية والتي تأثرت جزئياً بالتخفيف الناتج عن مياه الصرف الثلاثية المعالجة تليها المجموعة الثالثة التي لم تتأثر بمياه الصرف الثلاثية المعالجة والتي مازالت تحمل تأثير الملوثات نتيجة طمر مياه الصرف الغير معالجة في مراحل سابقة.

وبينت الدراسة أن ترشيح المياه المعالجة ثلاثياً وتوغلها خلال الطبقات لخزان المياه الجوفي قد أدى الى غسل أو تخفيف تركيز الملوثات وهو ما كان واضحاً في الآبار التي تنتمي الى المجموعة الاولى بينما كان

تأثير المياه المعالجة ثلاثياً محدوداً على الآبار التي تنتمي الى المجموعة الثانية وقد كانت أعلى قيمة لتركيز الاملاح في المجموعة الثالثة وهو ما يدل على أن تأثير المياه المعالجة ثلاثياً على هذه الابار غير ملموس وبالتالي فان هذه المياه تمثل المياه المتبقية والمتأثرة بمياه الصرف الغير معالجة التي كانت تطمر في مصب الوادي في مراحل سابقة.

وبالإجمال فأنه يمكن القول ان سريان الملوثات السائلة وتجمعها غالباً ما يتحكم فيها وجود الصدوع التحت سطحية بالإضافة الى طبوغرافية سطح صخور القاع وأيضاً الاحواض الرسوبية التي تعمل كمناطق لتجمع الملوثات. كما تجب الإشارة الى التأثير الإيجابي الذي تؤدي اليه مياه الصرف المعالجة ثلاثياً في تخفيف أو غسيل الملوثات المتراكمة نتيجة طمر مياه الصرف الغير معالجة في المراحل السابقة ويمتد هذا التأثير الي مسافة كيلومتر واحد من قناة مياه الصرف بمصب وادي عرنة.


بسم الله الرحمن الرحيم

Integration of Geophysical Methods for Investigating Contaminant Distribution at Wadi Uranah, Makkah Al-Mukarramah, Saudi Arabia

By
Nooruddin M. Al-Andoonisi

A thesis submitted for the requirements of the degree of Doctor of Philosophy in

Geophysics

Supervised By

Prof. Dr. Mohamed Ahmed Rashed

FACULTY OF EARTH SCIENCES
KING ABDULAZIZ UNIVERSITY
JEDDAH – SAUDI ARABIA
Safar 1440H – November 2018G

Integration of Geophysical Methods for Investigating Contaminant Distribution at Wadi Uranah, Makkah Al-Mukarramah, Saudi Arabia

Nooruddin M. Al-Andoonisi

Abstract

This study aims to incorporate the analysis and interpretation of aeromagnetic data and ground magnetic survey with the results of vertical electrical sounding and electric resistivity tomography to discriminate between sites that are impacted by triple treated sewage water and sites that are still dominated by the effect of the residual contaminant plume caused by earlier dump of untreated wastewater at the downstream of Wadi Uranah. It is also the aim of this study to investigate the subsurface geological and structural elements controlling the flow and accumulation of contamination.

The geological structures, inferred from the magnetic studies, reveal the existence of groups of normal faults. The general trends of the normal faults are: NW, NE, NNE, NNW, WNW, N-S, E-W, ENE, NWN, NNE, NWW, and NEE. The occurrence of these normal faults creates grabens that trend in the direction of NW and NE direction. These faults and grabens control the migration and accumulation of the contaminant plumes at the downstream of Wadi Uranah. This scenario justifies the SW spreading of pollution at this part of the study area. The effect of the sewage pollution is generally scarce in the northeast, north and southeast of the sewage water channel as indicated by the high resistivity values at these sites. This can be attributed to the fact that the sewage water channel is bounded by uplifted basement blocks due to the occurrence normal faults that are associated with Red Sea development. At the southwestern part of the study area, low resistivity values may be attributed to the presence of faults trending parallel to the Red Sea. This geological structure acts as a barrier to the progress the sewage contaminant plume.

The Vertical Electrical Sounding (VES) survey has resulted in a number of geoelectric models ranging between three, four, and five geoelectrical layers. The first two or three layers correspond to the unsaturated zone that consists of aeolian sediments comprising sand and silt carried by wind. The electrical resistivity of the unsaturated zone ranges between 62 and 2192 Ωm and its thickness ranges between 0.267 and 28 m. The saturated zone shows high, moderate and low electrical resistivity depending on the location. The high electric resistivity layer represents the percolation that has been occurred for the carrying groundwater layer by treated sewage water (39 Ωm). The moderate electric resistivity layer represents the layer

that is impacted partially by the treated sewage water infiltration (١3 Ωm). While, the low resistivity layer (1 Ωm -5 Ωm) indicates the absence of the impact of the triple treated sewage water at these locations. Therefore, the groundwater at these locations corresponds to the residual contaminant plume and no infiltration for the tribble-treated sewage water has been occurred. The depth of the layer impacted by the treated sewage water ranges between 1.5m and 32 m. The impact of the treated sewage water is confined to sits located at distance of less than 1 km away from the sewage water channel. In general, the southwest direction is the preferable trend for the subsurface flow and accumulation of the groundwater, and hence the contamination at the downstream of Wadi Uranah.

The hydrochemical analysis illustrates that the impact of dumping triple treated sewage water reduces significantly the values of the Total Dissolved Solids (TDS) concentration. Accordingly, the quality of the groundwater could be classified into three groups based to their TDS concentration. The first group is characterized by low values in TDS concentration with average value of 996 mg/l. The average value for the TDS concentration of the second group is 1611 mg/l, while the average value for the TDS concentration of the third group is 5266 mg/l. The infiltration or percolation of the triple treated sewage water through the shallow alluvium aquifer and washing the contamination plume is very clear at wells that belong to the first group, while the mixing the triple treated sewage water is partial or limited at wells belonging to the second group. The high value of the mean TDS concentration of the third group indicates that the impact of the triple treated sewage water is totally absent. Therefore, the groundwater at these location corresponds to the residual contaminant plume and no infiltration for the Tribble treated sewage water has been occurred.

In conclusion, the integrated results show that the contamination flow and accumulation are controlled mainly by the subsurface faults and basement topography. Subsurface faults form pathways for the contamination, while subsided basement blocks form basins with thick sedimentary cover, suitable for accumulation of the contamination. The results also show that years of dumping untreated sewage water has created a significant contamination in the area. The current dump of tribble treated sewage water gradually dilutes or washes away this contamination in the vicinity of the sewage water channel. This dilution effect, however, is limited to an area of about 1 km around the sewage water channel.