تحديد مواقع النفايات المطمورة لمنطقة وادي إبراهيم ودراسة تأثيراتها على المياه الجوفية

طلال بن علي مختار ، حمدي سيف النصر صادق ، محمد بن حسين بسيوني ،
أسعد بن بكر مفتي ، عاصم بن يحيى بخاري ، محمد بن علي علوش ،
محمد بن يوسف قاري و بهاء الدين بن هاشم صدقة
قسم الجيوفيزياء - كلية علوم الأرض - جامعة الملك عبد العزيز
جـدة ، المملكة العربية السعودية

بحث رقم : (م و / ٣٠-١٤)

تم تنفيذ الجانب الأكبر من الدراسة الحالية في منطقة حوض وادي إبراهيم. وهذه المنطقة تنحصر بين خطي عرض ١٩' ٢١°و ٢٩' ٢١° شمالا وخطي طول ٤٢' ٣٩°و ٠٠' ٤٠° شرقا وتقع بين وادي عرنة شرقا ووادي الشميسي غربا ووادي العشر شمالا ووادي نعمان ومنطقة الحسينية جنوبا. ويشقها وادي إبراهيم خلال الجبال والتلال التي تمثل مخارج لصخور نارية ومتحولة تنتمي إلى عصور جيولوجية سحيقة من حقب ما قبل الكمبري. والمناخ السائد على المنطقة هو المناخ الصحراوي الجاف إلى شبه الجاف، فالأمطار قليلة ولكن تنحدر إليها مياه جوفية في الوديان المارة بها من خلال رسوبيات الوديان ذات الطبيعة المسامية وقد استخرجت هذه المياه من الآبار منذ القدم.

ونظراً لما توليه حكومة خادم الحرمين الشريفين من اهتمام يتزايد عاماً بعد عام للمناطق المختلفة في المملكة وتتويجا للجهد المتواصل الذي تبذله إمارة مكة المكرمة ولجنة تطوير الساحات والخدمات المحيطة بالحرم المكي الشريف وكذلك أمانة العاصمة المقدسة لتلك المنطقة وإتباع أحدث الأساليب العلمية في سبيل هذا التطوير فلقد حظيت منطقة وادي إبراهيم بأول دراسة شاملة لتحديد مواقع النفايات المطمورة ودراسة تأثيراتها على المياه الجوفية كخطوة هامة في سبيل تلافي أي مخاطر بيئية محتملة يمكن أن تتعرض لها المنطقة. وفي سبيل تحقيق هذه الأهداف فلقد تعاقدت لجنة تطوير الساحات والخدمات المحيطة بالحرم المكي الشريف مع جامعة الملك عبد العزيز بجدة لإجراء دراسة لاستكشاف النفايات المطمورة وتحديد علاقتها بالمياه الجوفية في وادي إبراهيم واسندت الجامعة بدورها مهمة تنفيذ هذه الدراسة إلى فريق علمي متخصص من كلية علوم الأرض روعي في اختيار أعضاءه تغطية جميع التخصصات المطلوبة لعمل هذه الدراسة. ولقد شملت تلك التخصصات الجيوفيزياء والجيولوجيا العامة والجيولوجيا التركيبية والمياه الجوفية ورسوبيات الوديان والجيولوجيا البيئية. ووفقا لخطة الدراسة الموضوعة فإنه بالنظر الى أن النفايات المطمورة والمياه الجوفية تقعان تحت السطح في وسط جيولوجي متنوع الصخور ولذا فإن الدراسات

الجيوفيزيائية كانت تمثل المحور الرئيس الذي تم التنسيق من خلاله مع التخصصات الأخرى لعمل الدراسات المختلفة المتعلقة بهذه الدراسة وذلك لكون تخصص الجيوفيزياء هو المفتاح لمعرفة ما هو مدفون باستخدام اساليب الاستكشاف تحت السطحي. كما أن الوسط الجيولوجي في المدينة على وجه العموم وفي منطقة الدراسة على وجه الخصوص يحتاج إلى دراسة تفصيلية توضح مختلف أنواع الصخور والتراكيب التي توجد في هذه الصخور والتي يمكن بأن تسمح بتسرب أى تلوث محتمل من النفايات المطمورة للمياه الجوفية. كما أن الدراسات الهيدروجيولوجية والهيدرولوجية والبيئية وخاصة تلك المتعلقة بالنفايات توضح العلاقة بين النفايات والمياه الجوفية وتأثير النفايات عليها. وبالإضافة إلى ذلك فلقد حرصت كلية علوم الأرض على أن يتضمن الفريق العلمي أيضا لهذا البحث بعض المتخصصين في الجيولوجيا الهندسية وذلك لوضع بعض الحلول الممكنة لأي مشاكل تلوث محتملة أو أي مشاكل بيئية أخرى يمكن ان تكتشف خلال الدراسة.

وإلى جانب ذلك فإن جامعة الملك عبد العزيز قد زودت فريق البحث بأحدث المعدات والأجهزة العلمية المتطورة ليس فقط على مستوى المملكة ولكن على أى مقياس عالمي معروف. ويشمل ذلك أجهزة القياس الحقلية المستخدمة في الاستكشاف تحت السطحي وكذلك المعامل المتطورة التي تم فيها فحص وتحليل الصور الفضائية والجوية ومعامل فحص وتحليل الصخور والرسوبيات. وكذلك معامل تحليل المياه الجوفية كيميائيا وبيولوجيا سواء في معامل كلية علوم الأرض أو تلك التي توجد في كليات أخرى بالجامعة. وكل ذلك مكن الفريق البحثي من استخدام أحدث وسائل التكنولوجيا الحديثة في هذه الدراسة لكي يرتفع مستوى نتائجها إلى ما هو متعارف عليه عالميا في الوقت الحاضر.

ويتضمن التقرير النهائي للمشروع كل ما شملته هذه الدراسة وهو يتكون من جزئين، الجزء الأول ويشمل الفصل الأول الى الفصل السادس وفيه تتم مناقشة الدراسات العامة لوادي إبراهيم مثل الوضع الطبوغرافي والجيولوجي والهيدرولوجي والدراسات البيئية ونبذة عن النفايات بمنطقة الدراسة والوضع السكاني والنشاط البشري. أما الجزء الثاني فهو يختص بالدراسات الاستكشافية تحت السطحية ويشتمل على الفصل السابع إلى العاشر. وفي هذه الفصول تتم مناقشة المواقع التي تم اكتشاف تجمعات للنفايات المطمورة فيها وذلك في ثلاثة مواقع رئيسة وهي وادي العشر والمعيصم والمسفلة حيث يتم التحديد الدقيق لمواقع النفايات المدفونة ومسارات النفايات السائلة ومناقشة ذلك في ضوء التحاليل الكيميائية للمياه الجوفية بمواقع هذه النفايات او المواقع القريبة منها. أما الفصل الحادي عشر فهو يحتوي على الخلاصة والتوصيات التي وصلت اليها هذه الدراسة.

وبالإضافة إلى المهام التي تم التعاقد عليها بين لجنة تطوير الساحات والخدمات المحيطة بالحرم المكي الشريف وجامعة الملك عبد العزيز فلقد قام الفريق البحثي بإجراء دراسة إضافية لاختيار مواقع مستقبلية لمرامي النفايات للمنطقة روعيت فيها كل الظروف والحقائق التي تم التوصل اليها عن منطقة البحث والتي وردت في التقرير النهائي. كما أن اختيار هذه المواقع الجديدة كان مبنيا على الأسس العالمية المتعارف عليها حاليا في اختيار مواقع النفايات للتجمعات السكنية الكبيرة. ولقد تم إخطار الجهات المختصة عن هذه المواقع بصفة مبدئية ، وتم إصدار تقرير منفصل عن هذه المواقع وأماكنها وهي التي ستتيح الفرصة لتخزين النفايات الصلبة فيها بصورة أكثر أمانا على مدى فترة قد تمتد الى أكثر من ٥٠ عاما.

الخلاصة

١- أمكن تحديد موقع المرمى العام القديم للنفايات والذي كان يعرف بمرمى وادي جليل .
٢- تحديد سمك النفايات المدفونة في مرمى المعيصم والتي وجد أنها تصل إلى حوالي ٣٠ مترا في شرق و وسط المرمى.
٣- اتضح أن منطقة جنوب المسفلة تتميز بأن أغلب النفايات المتواجدة بها هي من نوع النفايات السائلة.
٤- تم إجراء الدراسات الجيولوجية التفصيلية في موقعي النفايات المطمورة بالمعيصم والهميجة.
٥- وجود تلوث للمياه في العناصر الشحيحة (مثل الكادميوم والرصاص والكروم) وكذلك تلوث بيولوجي بهذه المياه.
٦- خطورة تسرب تلوث إلى المياه الجوفية وتسربه إلى الجزء المأهول سكنيا من حوض وادي إبراهيم بكامله بمنطقة الدراسة.
٧- وفيما يخص تلوث المياه الجوفية بمنطقة الدراسة فإنه بوجه عام تتضح الحقائق التالية:

(أ) أن مواقع النفايات المطمورة تمثل مصدرا لتلوث المياه الجوفية. فالنفايات الصلبة يمكن أن تسبب تلوثا للمياه السطحية (الناتجة عن مياه الأمطار والسيول وغيرها) والذي يتخلل التربة الى المياه الجوفية. كما أن تسرب النفايات السائلة إلى التربة من (خلال البيارات وتسرب المياه من خطوط الصرف الصحي) ومنها إلى المياه الجوفية يسبب تلوثا واضحا لهذه المياه سواء كان تلوثا كيميائيا أو بيولوجيا.

(ب) إن وجود بعض المرامي في أعلى انحدار المياه الجوفية بالنسبة لوادي إبراهيم كما هو الحال في مرمى المعيصم وكذلك إمكانية تسرب مياه جوفية ملوثة إلى وادي إبراهيم يجعل هذا المرمى خطرا حقيقيا على المياه الجوفية يجب إيجاد حلول عاجلة له.

(ج) إن مصادر المياه الجوفية بوادي إبراهيم لا تكمن فقط في المياه المنحدرة على طول مساره من الشمال الشرقي إلى الجنوب والجنوب الغربي ولكن توجد أيضا مسارات أخرى عبر صخور القاعدة حيث تمد المياه الجوفية من الشمال والشرق.

التوصيات

أولا:- منع أو تقليل التلوث الناشيء عن المرامي الحالية

١ - يجب ان يتوقف رمي النفايات نهائيا في مرمى المعيصم واتخاذ الإحتياطات التالية
- تغطية سطح المرمى
- إنشاء سد عند المدخل الشمالي الغربي للرافد عند قرية المعيصم
- حفر عدد من الآبار ثم تبطين هذه الآبار بمواسير مثقوبة لتصريف غاز الميثان
- حفر بعض آبار للمراقبة في اتجاه انحدار المرمى

٢ - بالنسبة لمرمى وادي العشر (وادي الهميجة) فان أي حلول لعزل هذا المرمى عن وادي ابراهيم يجب أن تتركز عند منطقة السد وتعتمد أساسا على معرفة التصميم الهندسي للسد والشكل تحت السطحي للتراكيب التي تتسرب من خلالها المياه.

ثانيا :- منع أو تقليل التلوث الناشيء عن النفايات السائلة

١ - تدعيم شبكة الصرف الصحي بوادي إبراهيم
٢ - تحديث محطة تنقية المجاري وزيادة طاقتها
٣ - تمديد شبكة الصرف الصحي إلى باقي أجزاء المنطقة المأهولة من الوادي وخاصة الجزء الشمالي الشرقي منها
٤ - عمل دراسة جادة تستهدف معرفة الأثر البيئي الناتج عن قناة التصريف السطحية في جنوب المنطقة المأهولة وإيجاد الحلول لها لتلافي الآثار الضارة عنها بل والعمل على الاستفادة من هذه المياه المهدرة بقدر الإمكان .

ثالثا :- اختيار مواقع بديلة ومستقبلية كمرامي للنفايات الصلبة

١ - توفر الشروط الجيولوجية والهندسية المناسبة والمتعارف عليها عالميا في هذا الشأن
٢ - إن أنسب المناطق لاختيار مواقع لدفن وتخزين النفايات هي المناطق الجنوبية في وادي ملكان (في ذلك الجزء الذي يقع إلى الجنوب من تقاطعه مع وادي عرنة) وكذلك المناطق الجنوبية الغربية عند وادي الشميسي.
٣ - يتم حاليا إعداد تقرير مفصل خاص بهذه المواقع في وادي ملكان وتمتاز بتوفر الشروط المطلوبة في مرامي النفايات من الناحيتين الجيولوجية والبيئية وهي كالتالي:
أ) إن كل موقع من هذه المواقع يمثل حوضا طبيعيا تحيط به الصخور من كل جانب.
ب) إن كل موقع يقع على منحدر الجبال والتلال المحيطة بوادي ملكان ولا يوجد اتصال حاليا بينه وبين المياه الجوفية إلا في موسم الأمطار وهذا يمكن السيطرة عليه هندسيا.
ج) إن منسوب المياه الجوفية في المنطقة المحيطة بكل موقع (وادي ملكان) يقع دون أو أسفل منسوب المياه الجوفية بالمناطق المأهولة سكنيا أو تلك التي تشهد نشاطا بشريا (زراعة وآبار وخلافه) وما حولها.
د) إن سمك الرسوبيات في موقع أي مرمى لا يتعدى عدة أمتار قليلة جدا ولا يمكن أن تحتفظ بالمياه الجوفية التي تتعرض للتلوث من النفايات المدفونة.
هـ) إن الطاقة التخزينية لكل مرمى كبيرة ويمكن أن تتسع لعشرات السنين لدفن النفايات.
و) إن مواقع هذه المرامي قريبة جدا من الطرق الإسفلتية (طريق ملكان وطريق الخواجات).
ز) أن بعدها عن قلب المنطقة المأهولة لايزيد كثيرا عن بعد مرمى المعيصم مثلا.
ح) إن هذه المنطقة يمكن أن توضع بسهولة في تخطيط المنطقة كموقع مناسب لدفن وتخزين النفايات وحيث أن معالجة النفايات السائلة (محطة التنقية) تقع ايضا في نفس الاتجاه من المنطقة السكنية.
٤ - كما أنه من الضروري أيضا الأخذ في عين الاعتبار التصاميم الهندسية الملائمة عند تصميم المرمى.
٥ - يجب التفكير جديا في إيجاد الوسائل البديلة للتخلص من النفايات وعلى وجه الخصوص تلك التي تعمل على تدوير النفايات والاستفادة منها. وكذلك الاستفادة من كمية المياه الكبيرة المهدرة.

مراجع مختارة

بنات، خالد محمد، و أحمد عبد القادر باحفظ الله، ١٩٩٢. التلوث المائي، الطبعة الأولى. مطبعة دار المطبوعات الحديثة، جدة، المملكة العربية السعودية.

بندقجي، حسين حمزة، ١٩٨٠. أطلس المملكة العربية السعودية. مطبعة جامعة اكسفورد، اكسفورد، بريطانيا.

شرف، محمد أمين، ١٩٨٤. هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية وادي عرنة- منطقة العابدية، المنطقة الغربية، المملكة العربية السعودية، رسالة ماجستير، كلية علوم الأرض، جامعة الملك عبد العزيز، جدة، المملكة العربية السعودية.

صقر، إبراهيم، ١٩٨٢. أسس الهيدرولوجيا. الطبعة الأولى، مكتبة الفلاح - الكويت.

الغامدي، عبد العزيز صقر، محمد بن محمود السرياني، معراج بن نواب مرزا، وزهير بن محمد جميل كتبي، ١٩٨٥. مكة المكرمة ، العاصمة المقدسة، مطابع الصفا، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.

Bartel, D. C., and M. J. White, 1988. Manual for MAGPAC magnetic data processing and interpretation programs. EG&G Geometrix Co., U. S. A.

Brown, G. F., R. O. Jackson, and W. H. McLean, 1963. Geology of the Southern Hijaz quadrangle, Kingdom of Saudi Arabia. Saudi Arabian Directorate of Mineral Resources. miscellaneous geologic investigations map I-210A, 1: 500,000 scale.

Davis, M. L., and D. A. Cornwell, 1991. Environmental Engineering. McGraw Hill Inc.,
New York, New York, U.S.A.

Gosh, D. P., 1971. Inverse filter coefficients for the computation of apparent resistivity standard curves for a horizontally stratified earth, Geophysical Prospecting, v. 19, 769-775.

Haeni, F. P., Deborah G. Grantham, and Karl Ellefsen, 1987. Microcomputer-based version of SIPT--A program for the interpretation of seismic-refraction data: U.S. Geological Survey Open-File Reports: 87-103-A, 140 p.

Moore, T. A., and Al-Rehaili, M. H., 1989. Geologic Map of Makkah Quadrangle, Sheet 21D, map GM107C, DGMR, Jeddah, Kingdom of Saudi Arabia, 1: 250,000 Scale.

O'Neill, D. J., 1975. Improved linear filter coefficients for application in apparent resistivity computation. Bulletin of Australian Society of Exploration Geophysics, v. 6, 104-109.

Parasnis D. S., 1979. Principles of Applied Geophysics, Chapman and Hall, London, England.

Sadek, H. S., 1987. Profile frequency analysis of potential field data using Filon Fourier transform, with basic software. Geophysical data inversion, methods and applications, Theory and Practice of Applied Geophysics, v. 4, Charles Ofoegbu and Andreas Vogel (eds.), Berlin, Germany, 155-177.

Sadek, H. S., S. M. Rashad, and H. R. Blank, 1983. Spectral analysis of aeromagnetic profiles for depth estimation, principles, software, and practical applications. U.S. Geological Survey Open File report, USGS-OF-04-27, Saudi Arabian Mineral
Resources, Jeddah, Saudi Arabia, 40 pp.

Zohdy, A. R., 1989. A new method for the automatic interpretation of Schlumberger and Wenner Sounding Curves, Geophysics, v. 54 no. 2, 245-253.

Investigation of the Solid Waste Disposal Landfill Sites in Wadi Ibraheem Region and its Relationship to Underground Water

T.A. Mokhtar, H.S. Sadek, M.H. Basyouni, A.M.B. Mufti, A.Y. Bukhari, M.A. Alwash, M.H. Qari and **B.H. Sadagah**
Geophysics Department, Faculty of Earth Sciences, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia

P.N. (MO / 30-14)

Abstract : Geophysical, geological, chemical, and hydrogeological investigations of the solid waste disposal landfill site of Al-Muasim in northwest Wadi Ibraheem valley were carried out during the period 1414-1415 H. (1994-1995). The volume capacity of the site has been greatly exceeded. Geophysical survey data indicate that the thickness of the buried solid waste is about 30 meters, and the base of the buried waste material is saturated with moisture. Furthermore, underground water table level in Wadi Ibraheem near the landfill site is higher than its level in the southern end of the valley where it intersects with Wadi Uranah. The difference in elevation is more than 200 meters.

In addition, chemical analysis of water samples that were taken from a substantial number of wells through the valley shows higher levels of concentrations of certain heavy elements such as Pb, Cd, and Cr along the main valley. This may have been caused by the leakage of the surface water from the dumpsite through the buried waste towards the underground water. These elements may have spread out to other areas along the gradient of the underground water towards the down stream side, or through the systems of fractures that dominate basement rocks in the region.

Five alternative new sites for solid waste disposal have been sited by this study to be used as an alternative to the current site. These new sites are located in Wadi Malakan, which represents the southern extension of Wadi Ibraheem across its intersection with Wadi Uranah. They are at the downstream side of the valley, and each site represents a natural closure by alluvial deposits and is surrounded by a series of low to moderate relief hills from all sides. The location of these sites satisfies most of the landfill sitting considerations such as geologic and hydrologic conditions, accessibility, available capacity, and other local and environmental conditions.

It is recommended that the use of Al-Muaism site for solid waste disposal be terminated, and that the disposal process to be continued in one of the alternative landfill sites in Wadi Malkan suggested by this study. Further detailed engineering studies are strongly recommended to isolate Al-Muaism site and reduce its potential hazard to the environment. We also recommend that additional engineering geology investigations to be carried out at the new sites in order to produce the suitable designs that meet the environmental regulations of the Kingdom of Saudi Arabia.