تقييم المخاطر البيئية لتفريغ مياه الصرف الصحي بوادي عرنـة بمكة المكرمة

عباس بن عيفان الحارثي ، عبد الرحمن بن سعيد آل حجر ،
أحمد جوده حسين و محمد قربان قشاري
كلية علوم الأرض - جامعة الملك عبد العزيز
جـدة ، المملكة العربية السعودية

بحث رقم : ٢٠٢/ ٤٢١

خلاصة البحث

تقع منطقة الدراسة ضمن المنطقة الغربية من الجزيرة العربية والتـي تعـرف جيولوجيا بالدرع العربي الذي تنتمي صخوره في معظمها إلـى صـخور القاعـدة الجيولوجية التي تعود إلى عصر ما قبل الكمبرى ، وهي مؤلفة من الصخور النارية والمتحولة والتي تمثـلت في أربعـة أنـواع رئيسـة وهـي الجرانيـت و الجرانيت النيسي ، والديوريت ، والجرانوديوريت ، يغطي الجرانيـت والجرانيـت النيسي نحو ٧٥% مـن جبـال منطقـة الحـرم المكـي ، ويغطـي الـديوريت و الجرانوديوريت النسبة الباقية ٢٥% . وتغطي الأدوية والسهول رواسب من الحصى والرمل والطين تعود في نشأتها إلى الزمن الرابع .

تتميز منطقة الدراسة بطبيعتها الشديدة التضرّس ، فالجبـال العاليـة الشـديدة الانحدار تحيط بالحرم الشريف من جميع الجهات ، ويبلغ متوسط الارتفاع عن سطح البحر عند الحرم المكي الشريف حوالي ٣٠٠ متر ، بينما يزيد عن ذلك إلـى نحـو ٥٠٠ متر في الجبـال المجاورة ، ويزيد الارتفاع كلما ابتعدنا عـن الحـرم باتجـاه الشرق ، ويقل باتجاه الغرب ، أما درجة انحدار السطح فإنها تزيد كلما اقتربنـا مـن الحرم ، نظراً لشدة انحدار السفوح ، وتوجد أودية وشعاب من أهمها وادي إبـراهيم ووادي فج (وادي الزاهر) ووادي محسر ووادي العزيزيـة ، ووادي العشـر أمـا

الشعاب ، فأهمها شعب علي ، شعب عامر ، شعب الملاوي ، شعب جيـــاد ، شـــعب الخنساء ، شعب الغسالة ، شعب المصافي ، شعب ذاخر .

ويقطن مكة المكرمة حالياً أكثر من مليون ونصف نسمة تقريباً ، و يتوافد عليها سنويا ملايين الحجاج والمعتمرين خلال مواسم الحج بصفة أساسية ، والعمرة خلال الفترة بين شهري رجب ورمضان . وتتمتع المدينة بمناخ صحراوي جاف إلى شبه جاف فالأمطار قليلة ولكن تنحدر إليها مياه جوفية في الوديان المارة بها من خلال الرسوبيات المسامية ، وقد استخرجت هذه المياه عن طريق الآبار منذ القدم مثل بئر زمزم في وادي إبراهيم داخل الحرم الشريف ، ثم تعددت مصادر الاستخراج فشملت حفر العديد من الآبار وإنشاء العيون ، وأشهرها عين زبيدة ، وتنامت الاحتياجات إلى الماء إلى أن تم حديثاً تلبية جزء كبير منها بمياه تحلية ماء البحر من الشعيبة الواقعة على ساحل البحر الأحمر جنوب جدة .

ونظراً لتجمع هذه المياه حول الطريق المؤدي إلى الليث من مكة المكرمة و طريق الشميسي الموصل بين جده و الطائف ، فإنها تشكل خطورة على الطريق وعلى مرتاديه ، ولهذا تم إنشاء قناة مفتوحة بطول ٥ كم غرب الطريق في فبراير لعام ١٩٩٧م لسحب المياه المتجمعة وتصريفها إلى غرب الطريق عبر هذه القناة . مما جعل الحاجة ماسة لعمل دراسات هيدرولوجية و جيولوجية هندسية و بيئية لدرء مخاطرها ، ولذلك وجب تقييم هذه المياه ومعرفة مدى التلوث الحاصل في مياه آبار وتربة و زراعة المنطقة و تقييم أثارها البيئية البعيدة المدى على الثروة الحيوانية بالمنطقة و التي بالتالي تعكس ذلك على صحة الإنسان .

إن تفريغ مياه الصرف الصحي في الجزء السفلي لوادي عرنة بالكعكية جنوب غرب مكة المكرمة يخشى أنه قد أحدث تلوثاً بيئياً للتربة و المياه الجوفية على طول الوادي ، مما ينعكس بالتالي سلبياً على سلامة المحاصيل الزراعية وعلى الحياة البرية ، ومن ثم على الصحة العامة كذلك. كل ذلك كان و لا يزال محل اهتمام المسئولين بإمارة منطقة مكة المكرمة و أمانة العاصمة المقدسة و مصلحة الصرف الصحي بمنطقة مكة المكرمة ووزارة الصحة . لذا وجب على المختصين بمثل هذه القضايا البيئية من الأكاديميين الباحثين بالجامعات و المعاهد و مراكز الأبحاث السعودية دراسة وتقييم ووضع التوصيات و الحلول -إن أمكن - لدرء أو تخفيف آثار هذه المشكلة .

لذا فإن نتائج هذه الدراسة سوف تكون بإذن الله أساساً لتوصيات ومقترحات وحلول علمية تطبيقية للحد من المخاطر البيئية المصاحبة و المتوقع حدوثها من جراء تفريغ مياه الصرف الصحي بالوادي على الحياة الفطرية ، والمياه الجوفية ، وتربة الوادي الزراعية ، وعلى المزروعات والنباتات بمختلف أنواعها . كما أنها ستكون كذلك أساسا لمزيد من الدراسات البيئية المتخصصة.

و قد إنصبّ اهتمام فريق البحث على دراسة التأثيرات البيئية الناجمة عن تفريغ مياه الصرف الصحي في وادي عرنة بمكة المكرمة. و ذلك من خلال التركيز على دراسة تأثيرها البيئي على التالي:

١. التربة .
٢. المياه السطحية و الجوفية .
٣. النباتات الطبيعية و الزراعية .

و ذلك تمهيدا لدراسات مستقبلية منها دراسة تأثيرها على صحة المجتمع و الحياة الحيوانية و الفطرية في المنطقة .

و قد تضمن تصميم البحث لعمل الدراسات التالية:

- الدراسات الجيولوجية المفصلة للمنطقة.
- الدراسات الجيوفيزيائية .
- الدراسات الجيولوجية الهندسية للتربة .
- الدراسات الهيدروجيولوجية .
- الدراسات البيولوجية للنباتات .
- الدراسات الميكروبيولوجية .

تقع منطقة الدراسة ضمن المناخ الصحراوي الجاف إلى شبه الجاف ذي الأمطار القليلة ، وتنحدر الأمطار المغذية لمياه المنطقة الجوفية من مرتفعات جبال السروات الشاهقة ومن مرتفعات الطائف خلال أودية نعمان و الشرائع عبر رسوبيات مفككة ذات مسامية عالية نسبياً ومن خلال شقوق الصخور.

وجد أن الرسوبيات المفككة في الجزء العلوي و الأوسط من وادي عرنة تتكون من تربة رملية كبيرة إلى متوسطة الحجم ذات خشونة عالية ، أما الجزء السفلي من الوادي فتربته من الغرين الناعم مع جزء بسيط من الرمل الناعم ذو الحجم الصغير ، وبالتالي فإن مسامية و نفاذية الرسوبيات المفككة في الجزء العلوي و الأوسط لوادي عرنة أعلى منها في الجزء السفلي .

وأن معظم صخور المنطقة عالية التجوية و التعرية و متفككة ، و تحتوي على شقوق و فواصل جيولوجية لها تقريبا نفس اتجاه مجري وادي عرنة ، مما يساعد في تسرب المياه السطحية إلى باطن الأرض . تظهر في منطقة الدراسة أنواع من التربة ، فالبروزات الصخرية في أعلى الوادي تبدو على شكل حواف متوسطة الانحدار يفصلها مجموعات من الأودية المتقطعة ، وبخاصة المناطق الجبلية الخلفية و الحواف الصخرية ذات التربة الخشنة الضحلة . أما وسط الوادي فتظهر بعض

البروزات الصخرية وتربة رملية ضحلة متوسطة الملوحة ، وهي أراضي مستوية نوعاً ما . أما نهاية الوادي فتظهر التربة الطميية والرملية وهى مناطق السهل الفيضي ، و أرضها مستويـــة بانحدارات تتراوح بين (صفر إلى ٥ %) و تربتها عميقة ، وسريعة النفـــاذية نوعاً ما، وقدرة حفظها للماء منخفضة . أما منطقة السهل الساحلي بالقرب من مصب الوادي قرب البحر(وادي الصرب) ، فتظهر التربة الطينية العميقة و السبخات قليلة النفاذية و عالية الملوحة ، وهي أراضي مستوية .

وتتلخص الدراسات الفيزيائية و الكيميائية لتربة وادي عرنة السليمة ، أنها تتكون على طول قناة الصرف الصحي في الغالب رملية حيث تتراوح نسب الرمل في العينات بين (٦٥ – ٩٥ %) ، بينما بلغت نسب الطمي بين (٢ – ٣٥%) ، والحصى بين (صفر – ١٠ %) . و يسود الرمل تربة أعلى الحوض ووسطه ، مما يجعلها كثيرة المسامات وجيدة التهوية ، ويسود الطمي (السلت) في أسفل الحوض مما يجعلها قليلة المسامات و منخفضة التهوية . وتتميز تربة حوض وادي عرنة بأنها قليلة العمق في أعلى الوادي ومتوسطة إلى عميقة في منطقة السهل الفيضي . و قد وجد أن تربة الوادي لا تحتوي على أي نسب عالية من الملوثات الكيميائية و لا تحتوي تربة الوادي على أي نسب عالية من العناصر الضارة سوى عنصر الباريوم.

أما التربة الملوثة بفعل مياه الصرف الصحي في قناة الصرف الصحي فتتلخص الدراسات الفيزيائية و الكيميائية أنها في الغالب رملية مع قليل من الطمي و الطين حيث تتراوح نسب الرمل في العينات بين (٥٣ – ٩٠ %) ، بينما بلغت نسب الطمي بين (١٠ – ٣٧%) و الطين بين (٢ – ١٢ %) . و يتكون الطين المجمع في القناة أصلاً من بقايا المواد العضوية .

و قد وجد أن التربة الملوثة على طول قناة الصرف الصحي تحتوي على نسب عالية من الملوثات الكيميائية و تحتوي التربة الملوثة على نسب عالية من العناصر الضارة بالصحة.

و قد تم إعداد التوصيات بناء على نتائج الدراسات الهيدروجيولوجية والجيوفيزيائية والجيولوجية الهندسية و البيئية مما يكفل الحد من مخاطر مياه الصرف الصحي على نوعية وجودة المياه الجوفية بالمنطقة وعلى تلوث التربة و النباتات و المحاصيل الزراعية بالمنطقة ، مع القيام بمقارنة جودة المياه الجوفية و مقدار تلوث المياه و التربة و النباتات بالمواصفات المحلية و العالمية ، علاوةً على القيام بمحاولة و ضع توصية علمية لمشاريع بحثية مستقبلية لتقييم إمكانية الاستفادة من هذه المياه بعد معالجتها في الأغراض الزراعية و الصناعية التي قد تعود بالنفع على المنطقة .

و قد أثبتت نتائج الدراسة أن الجزء السفلي من وادي عرنه والواقع على امتداد جنوب مكة المكرمة (بمنطقة محطة المعالجة بالكعكية) والذي يستغل في تفريغ المياه المعالجة من مياه الصرف الصحي ، ارتفاع منسوب المياه الجوفية في المنطقة من عمق ١٧م إلى عمق ٥م ، حيث شجعت هذه الزيادة في منسوب المياه قيام النشاط الزراعي التجاري في المنطقة . وقد أشارت الدراسة إلى أن المياه في المنطقة ملوثة كيميائيا و بيولوجياً وغير صالحة للاستخدام الآدمي و الحيواني ، و ذلك نظراً للزيادة في تركيز الأملاح و الملوثات الكيميائية و العناصر الثقيلة الخطرة ، فإنه من المتوقع أن تصبح مياه الآبار في المنطقة مع الزمن غير صالحة للزراعة مع استمرار تفريغ المياه الملوثة في المنطقة .

Environmental Assessment of Sewage Water Effluent Discharged into Wadi Uranah, Makkah, Saudi Arabia

Abbas Aifan Al-Harthi, Abdulrahman Saeed Al-Hajar, Ahmed Jodah Hussain and **Mohammed Gurban Goshary**
Department of Engineering & Environmental Geology, Faculty of Earth Sciences, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia

P.N. 202/421

Abstract : The environmental impact sewagewater effluent discharged into the lower part of Wadi Uranah, Makkah Al-Mukkaramah area on soil and underground water was evaluated. Water samples from the stream and the adjacent wells in addition to samples from the wadi and the stream were collected. Chemical analysis and bacterial examinations for stream wastewater, contaminated wells' water, stream polluted soil and wadi unpolluted soil were performed. Physical properties for soil samples were also determined. Plant samples along the stream were also collected. Classified and analyzed. The distribution and infiltration of the wadi soil and underground water were assessed using the geophysical techniques such as electric resistivity and magnetic methods.

Elctric resistivity scanning by intensive measurements along vertical sections revealed that the soil around and beneath the channel is fully saturated with wasterwater. The magnetic survey along profiles at the same sites indicates the presence of different sets of faults, fracture zones and dikes. These features affect the compactness of the soil that increased the pollution due to spreading wastewater in depth. The underground water is invaded by the wastewater through faults and fractures. The micro-magnetic survey show that heavy magnetic metals precipitated from the wastewater enrich the soil around the channel.

The results of chemical analyses revealed that, the values of most of the tested elements are higher in wastewater than in well water. It was also found that, the BOD, COD, NO_3 and the heavy metals such as Zn, Mn, Cu, Ni, Pb, Cr and Cd, in the tested wastewater, are higher than the permissible standard limits, in addition to the presence of huge quantities of infectious bacteria. Sewagewater was found more contaminated than the well water.

The study indicates that, The sewagewater and the well water, in their present condition, are not suitable and unhealthy for human consumption or domestic and irrigation purpses . This situation is due to the presence of high concentration of organic mateuials, salts, heavy metals and bacteria . The study results also indiate that the treated wastewater in the stream is unfit for direct discharge and reuse . The farmers should be prevented from using wastewater either directly or from the contaminated wells .