

تقييم التلوث البيئي لتربة ومياه الشركة العامة لكبريت المشراق قبل وبعد توقف الانتاج عام 2003 موصل-العراق.

سوران نهاد الصراف¹، ثابت داود قصاب باشي²، عبدالله خلف عطية³

¹قسم الجيولوجيا التطبيقية، كلية العلوم، جامعة كركوك، كركوك، العراق.

²قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، جامعة الموصل، الموصل، العراق.

³الشركة العامة لكبريت المشراق، الموصل، العراق.

¹Soran_alsaraf@yahoo.com, ²Zaidmahderbashi@gmail.com, ³Abu.kehlan.mosul@gmail.com

الملخص

يتناول البحث دراسة مفردات الوضع البيئي وكذلك تقييم تلوث تربة ومياه كبريت المشراق في منطقة منجم كبريت المشراق قبل وبعد توقف استخراج الكبريت عام 2003، وذلك من خلال مقارنة نتائج التحاليل الهيدروكيميائية لنماذج المياه المأخوذة من نهر دجلة ومياه الابار ونماذج التربة المأخوذة من ترب منطقة الدراسة ومحيطها وتأثيرها بالانشطة الاستخراجية والانتاجية على خصائص التربة السطحية في مشاع الشركة ومن خلال نتائج التحاليل الهيدروكيميائية لنماذج المياه التي اخذت في عام 2007 والاعوام السابقة مع عام 2017 ومقارنتها قبل توقف الاستخراج وبعدها ولذلك بينت الدراسات المكتتبية ونتائج التحاليل المختبرية على ان نماذج الترب والمياه السطحية هي ضمن الحدود المسموح بها محليا وعالميا وان المصدر الاساسي للتلوث هو حقن المياه التكنولوجية الساخنة ب 140 درجة مئوية في باطن الحقل وان المستلم الاساسي لهذه الملوثات كميته حاره وسائل كبريتي هو نهر دجلة وبحكم الواقع الهيدروجيولوجي للمنطقة وتوقف الانتاج والعمل سوف يغيب مصدر التلوث ماعدا مياه الابار الضحلة حيث اثبتت التحاليل ان ايون الكبريت خارج الحدود المسموح بها بسبب الطبيعة الصخرية الجبسية لتكوين الفتحة وكذلك يلاحظ ان زيادة ايون الكبريتات يرجع السبب الى تأكسد خامات الكبريت وذوبان صخور الجبس والانهايديرايت المميزة لمنطقة الدراسة. كما ان للتربة وموارد الارض اهمية خاصة تعتمد على استخدامها فلذلك تم تقييم مدى تلوث التربة بواسطة الكبريت بواسطة معامل الاغناء النسبي Factor Erichment وتبين ان $E.F < 2$ بمعنى ان هذا الاغناء ناتج من نشاطات طبيعية وليست بشرية بسبب الطبيعة الصخرية

الجسبية للمنطقة وان معامل التلوث البيئي Contamination Factor ومعامل الخطر البيئي Ecological Factor
ومعامل التلوث التراكمي load Pollution index هي ضمن الحدود المسموح بها ولا يوجد أي تأثير صناعي على
المنطقة وهذا يدل على ان التلوث يكون فعال في حالة اشتغال الشركة اما في حالة توقفها كما هو سائد الان فلا تأثير
للتلوث .

الكلمات الدالة: المشراق، تلوث، تربة، كبريت، كبريتات، هيدروجيولوجية.

The Evaluation of the Environmental Pollution of the Soil and Water of the Al-Mushreq Sulfur Company Before and After Production Stoppage in 2003 Mosul-Iraq.

¹Soran N. Alsaraf, ²Thabit M. Bashi, ³Abdullha K. Atai

¹Department of Applied Geology, College of Science, University of Kirkuk, Kirkuk, Iraq.

² Department of Geology, College of Science, University of Mosul, Mosul, Iraq.

³Al – Mushreq sulfur company, Mosul, Iraq.

¹Soran_alsaraf@yahoo.com, ²Zaidmahderbashi@gmail.com, ³Abu.kehlan.mosul@gmail.com

Abstract

The study deals with the study of environmental conditions and the evaluation of soil pollution and sulfur water in Mashreq sulfur mine area before and after the cessation of sulfur extraction in 2003. This is done by comparing the results of hydrochemical analyzes of the water samples taken from the Tigris River and the water wells and soil samples taken from the Mashraq and its surroundings, Extraction and productivity on the characteristics of surface soil in the company's public through the results of hydrochemical analysis of water samples taken in 2007 and previous years with 2017 and its resistance before and after extraction stopped. The main source of pollution is the injection of hot technological water at 140 ° C in the field. The main recipient of these pollutants as hot water and sulfuric means is the Tigris River and the hydrogeological fact of the area. The soil and soil resources were particularly important depending on their use. The extent of soil contamination was measured by the relative coefficient of Enrichment Factor. $EF < 2$ was found to be the result of natural and not human activities due to the rocky natural nature of the area. The ecological hazard factor and Pollution load index are within the permissible limits and there is no industrial impact on the region. This indicates that the pollution is effective in the case of the company's business. In case of stopping it as it is now, there is no effect of pollution.

Keyword: Pollution, Al mushraq, soil, sulfu, sulfite, hydrogeology.

1. المقدمة:

يعتبر المشراق من احد واكبر الحقول الكبريتية الرسوبية في العالم وان كميات هائلة من خام الكبريت الاقتصادي والمنتشر بأشكال متنوعة من الانسجة ضمن صخور (تكوين الفتحة) وقد تم استخراج الكبريت باستخدام طريقة الصهر تحت السطحي أو ما يسمى بطريقة فراش Frasch method في بداية العقد السابع من القرن الماضي. تم حفر أكثر من (200,19) مليون مترمكعب من المياه الساخنة التكنولوجية ما بين عامي (1972 و 2002). وان جزء من هذه المياه تتسرب خلال الصخور عن طريق الفراغات والشقوق والكسور مسببة مشاكل إنتاجية وبيئية. وقد كانت كمية الكبريت الخام المنتج خلال الفترة الزمنية أعلاه هو (16.9 مليون طن). إذ يقدر الاحتياطي (107) مليون طن تقريبا من الكبريت.

تتميز منطقة البحث بظاهرة الكارست بسبب ذوبان الصخور الجيرية والمتبخرات مثل الجبس والانهايدرايت بتأثير حركة المياه الجوفية والسطحية التي تغور داخل طبقات تكوين الفتحة مكونة التجاويف والبوايع اضافة الى تجاويف اخرى عميقة تكونت نتيجة عمليات ضخ المياه الصناعية الحارة ونظرا للاهمية الاقتصادية والبيئية والجيولوجية والاكاديمية للشركة العامة لكبريت المشراق باعتبارها مؤسسه جيولوجية وكاحد اهم حقول الكبريت المهمة في الشرق الأوسط والعالم كون المنجم يحتوي على كميات هائلة من احتياطي الكبريت الرسوبي والاقتصادي ووجود البيئة الهيدروجيولوجية المثالية الملائمة لإنتاج خام الكبريت مقارنة مع مثيلاتها من حقول انتاج الكبريت حول العالم والمشاكل الانتاجية والبيئية المصاحبة لإنتاجه. حيث انه اذا ذكر اسم الكبريت في أي اكااديمية في العالم يذكر اسم منجم كبريت المشراق كمنجم يحتذى به لدراسة الكبريت. كما ان العلاقة بين البيئة والجيولوجيا هي علاقة متينة فهناك تفاعل وثيق بين عناصر البيئة وعناصر الجيولوجيا، وكذلك فان الدراسات الهيدروكيميائية والهيدروجيولوجية تعتبر مهمة جدا في الدراسات البيئية، ومن الأمثلة والدلائل الواضحة/التي تثبت وجود هذه العلاقة الوثيقة بين البيئة والجيولوجيا هي ظاهرة التسرب التي تحدث في منطقة المنجم (الحقل) لكبريت المشراق وهي مشكلة جيولوجية تؤدي إلى التسبب في حدوث مشكلة بيئية خطيرة وهي تلوث نهر دجلة بالمياه التكنولوجية المتمثلة بمياه صناعية حارة مع كبريت سائل ونتيجة العمليات الإنتاجية فقد توسعت هذه القناة وامتدت لمسافات أكبر مما أعطت نفاذية عالية أدت إلى تسرب كميات كبيرة من المياه التكنولوجية، حيث ظهرت هذه المياه على شكل عيون كبريتية حارة في النهر وقد بينت الدراسات السابقة بأن نسبة المياه الواصلة إلى النهر تتراوح ما بين (60 - 87)% من كمية المياه المحقونة للأغراض الإنتاجية [1] وتتميز هذه العيون الكبريتية بارتفاع درجة حرارتها حيث تصل

إلى (80-100) درجة مئوية واحتوائها على نسب عالية من الأملاح الذائبة الكلية حيث تصل إلى (4000 ppm) ويصل تركيز الكبريتات فيها إلى (2000 ppm) وتتميز أيضا باحتوائها على تراكيز عالية من غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) حيث يصل تركيزه إلى (600 ppm)، ونتيجة الاستمرار بالإنتاج تصاعدت درجة حرارة المياه المتسربة إلى حد أن ظهر الكبريت السائل مع البخار والماء الحار والغازات في النهر، وقد حدث ظهور الكبريت السائل عامي (1977 - 1990)، وتم معالجة الحالتين بإنشاء حاجز هيدروليكي مكون من عدد من الآبار التي يضخ فيها الماء الخام إلى الطبقة الأولى حيث تعمل هذه المياه على تصلب الكبريت السائل وتخفيف الأملاح الذائبة الكلية ودرجة الحرارة قبل تسربها إلى النهر، في حين تبقى النسب العالية من غاز (H₂S) مذابة في الماء إلا أنها بعد خروجها بحوالي (20) م من العين الكبريتية في النهر تتحرر وذلك لأن هذا الغاز بطبيعته يتواجد مذابا بشكل غير مستقر مع معظم المياه الجوفية. أما من الناحية الانتاجية فإن هذه الطريقة المعتمدة في المشرق اي الطريقة الكيميائية Chemical Method وبالرغم من قابليتها على إنتاج كبريت بمواصفات مقبولة عالمياً إلا أن جملة من المشاكل البيئية بدأت تؤثر بشكل واضح على الجدوى الاقتصادية لهذه الطريقة منها التآكل السريع والشديد للمعدات والأجهزة بسبب استخدام كميات كبيرة من حامض الكبريتيك المركز وتلوث ملحوظ لبيئة الشركة والمناطق المجاورة لها سواء أكانت بسبب الغازات الكبريتية المتصاعدة أو بطرح ملوثات سائلة تحتوي على نسبة عالية من حامض الكبريتيك تصل الى نهر دجلة مسبباً القضاء على المقاومة البفرية لمياه النهر وإنخفاض الدالة الحامضية والذي ينعكس سلباً على الحياة المائية، وطرح كميات كبيرة من المخلفات الصلبة والفوم الكيك التي تتسبب في حدوث حرائق كما حصل في عام 2003 ، فضلاً عن محدودية عمل الطريقة ضمن نسب معينة للشائبة القيرية سيما مع زيادة نسبة المواد القيرية مع تقادم عمر البئر الإنتاجي وتعد هذه الظاهرة العقبة الرئيسية التي تجابه الإنتاج وتؤدي الى رداءة المنتج يضاف الى ذلك إرتفاع نسبة الفقدان في الكبريت الخام والتي قاربت 20% وقد أستمرت هذه الطريقة الى عام 1990 ، إذ أستعيض عنها بالطريقة الحرارية الحديثة [2].

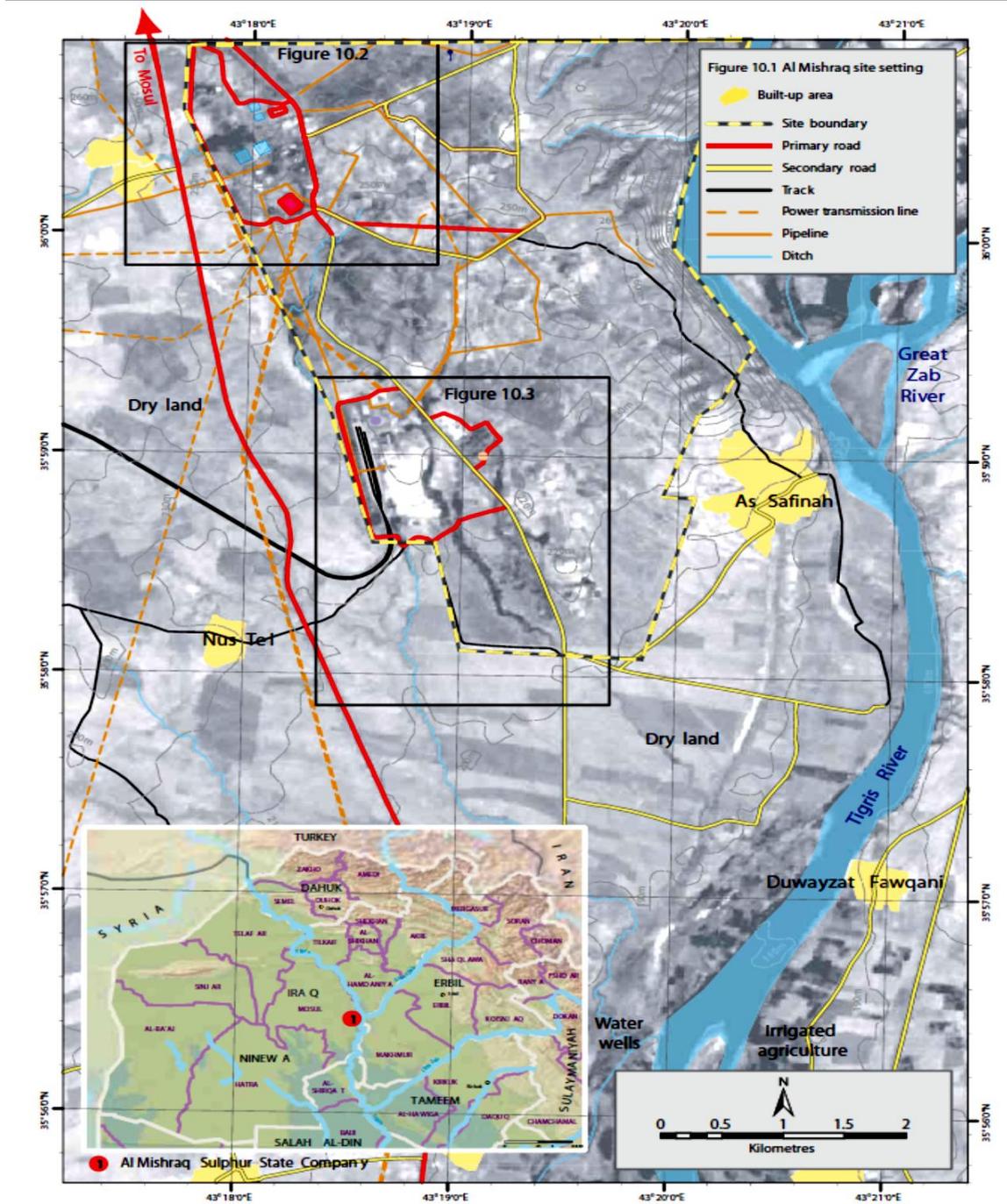
2. طريقة العمل :

تم اخذ نماذج لمياه نهر دجلة لاجراء التحاليل الهيدروكيميائية في شهر تشرين الاول عام 2017 من المنطقه الواقعة امام منجم كبريت المشرق :الاول قبل التقاء الزاب الاعلى بنهر دجلة (منطقة تسرب المياه التكنولوجية سابقا) والآخر بعد التقاء الزاب الاعلى بنهر دجلة ونموذج من بئر ضحل في قرية السفينة. واجريت التحاليل المختبرية في دائرة المياه الجوفية

في كركوك لمعرفة تراكيز الايونات السالبة والموجبة والايصلالية الكهربائية (E.C) وكمية المواد الصلبة الذائبة (T.D.S) والاس الهيدروجيني (PH) واعتمدت نتائج التحاليل الهيدروكيميائية في الدراسات السابقة التي تمت في هذه المنطقة ومنها سعود واخرون (2008) [3] لمقارنتها بنتائج هذه الدراسة. وكذلك تم اخذ ستة نماذج للتربة من السطح وعمق 30سم بواقع ثلاث مواقع داخل الشركه وخارجها ونموذج للغبار المتجمع من هيكل معمل حامض الكبريتيك واجريت التحاليل في مختبرات مديرية زراعة كركوك لمعرفة نسبة الكبريت في التربة. وقد تعذر اجراء مزيد من التحاليل لنماذج اكثر بسبب الوضع الامني الصعب خلال مدة انجاز الدراسة الحالية.

3. جيولوجية المنطقة:

تقع منطقة الدراسة حسب تقسيم [4] ضمن النطاق الثانوي (محول-حميرين) (Hamrin Makhul sub zone) العائد لنطاق اقدام الجبال (Foot hill zone) والواقع ضمن الرصيف غير المستقر (Unstable shelf) وتكون الطيات في هذا القطاع ذات اتجاه زاكروس الذي هو (شمال غرب-جنوب شرق) (Numa, 1979) وهذه الطيات تكونت نتيجة الضغط الافقي للعصر الثلاثي المتأخر (Late Tertiary) على الفوالق الكتلية العميقة (Block Fault) الناشئة في وقت ما قبل المايوسن (Pre-Miocen)، و الشكل 1 يبين موقع منطقة الدراسة .



شكل 1: موقع المشرق المصدر (تقرير وكالة حماية البيئة للامم المتحدة عن المناطق الساخنة في العراق 2007).

4. السلوك والوضع الهيدروجيولوجي لمنطقة الدراسة:

يعد نهر دجلة من الناحية الهيدروجيولوجية منطقة تصريف طبيعيه للمياه الجوفية المتواجده في تكوين الفتحة وذلك لارتباطها الهيدرولوجي مع النهر وارتفاعها النسبي عن مستوي النهر. تظهر المياه الجوفية على شكل عيون تتبع من القسم العلوي لتكوين الفتحة وكذلك قاع وضايف نهر دجلة بشكل واضح وخاصة عند انخفاض مستوي النهر. والسبب يعود في ذلك الى الظروف التكتونية التي مرت على المنطقه والتي ادت الى تواجد عدد من الفوالق. ان تكوين الفتحة يغطي المشراق والذي يضم الطبقات الانتاجية ويمثل اكبر خزان للمياه الجوفية في موقع المشراق، ويتكون من عدد من الدورات الترسيبية يبلغ سمك الواحد منها ما بين 1 متر الى 25 متر وتشمل دوره الواحد تتابع من صخور الحجر الجيري والجبس والمارل والطين. فيما يكون قسم من هذه الدورات ناقصا لاحد هذه المكونات الاربعة [5]. ان الطبيعة الصخرية لمنطقة المشراق وكثرة الفوالق التركيبية فضلا عن استخراج الكبريت بطريقة فراش كل هذه العوامل ادت الى ظهور عيون كبريتيه جديده منتشرة على ضفاف دجلة وقاع النهر فضلا عن تدفق المياه الجوفية الى النهر بشكل اكبر مما كان موجود اصلا تكون حركة المياه الجوفية خلال نظام معقد من الفتحات المتصلة مع بعضها البعض مما زاد في نسبتها هو تحول الصخور الجبسية الى صخور كبريتيه فضلا عن الفتحات المتكونة نتيجة الاذابة وحركة المياه على طول مستويات الفوالق. كما تتاثر حركة المياه خلال الخزانات بالخواص الهيدروليكية له ومناسب المياه الجوفية في كل بقعه منه. ان زيادة كمية المياه التكنولوجية داخل الطبقات الانتاجية الى ارتفاع المنسوب البيزومتري داخل المنطقة وبالتالي الى زيادة كمية المياه التكنولوجية المنحدره الى النهر، فضلا عن الطبقات الجبسية التي تزيد من تلوثات المياه الجوفية وذلك لقابليتها على الاذابة، وقد اوضحت الدراسات السابقة الى نسبة المياه الواصلة الى النهر تتراوح ما بين 0% - 87% من كمية المياه المحقونة للاغراض الانتاجية. وان هذا الارتفاع والانخفاض في هذه النسبة يعزى الى طبيعة جريان المياه في القنوات تحت السطحية في فترات معينه نتيجة تصلب الكبريت او تواجد الاسفلت او الظروف الاخرى التي ترافق عملية الانتاج [1].

5. انماط ومصادر التلوث :

• الملوثات المنجمية

تتمثل هذه الملوثات با لمطروحات الصلبة والسائلة و الغازية التي تتسرب في وسط نهر دجلة وكذلك عبر السطح المطل على النهر والتي بدأت بعد عملية لإنتاج في منجم كبريت المشراق عام 1972. حيث بينت التحاليل الكيميائية إن كمية المواد الصلبة الذائبة في المياه المتسربة تتراوح ما بين 3000 - 4000 جزء من المليون، وتراوح درجة حرارة

هذه المياه ما بين 80 - 100 درجة مئوية درجة حرارة الماء اللازمة لصهر الكبريت هي 155 درجة مئوية، وتصل كمية غاز كبريتيد الهيدروجين المذاب فيها الى 500 جزء من المليون ويصاحبه رائحة قوية لهذا الغاز حيث تمثل هذه المياه المحقونة في الابار التي تستخدم لصهر الكبريت [6].

• المخاطر الجيولوجية

بين كل من [Ibrahim and Sissakian 2004] [7] توجد سبعة أنواع من المخاطر الجيولوجية في منطقة الدراسة وهي التخسف، الجبس، التلوث، الهبوط الأرضي، الزلازل وحركات الانهيار والفيضانات، وفي تصنيفهما لتلك المخاطر عدا التلوث من أخطرها والمصدر الرئيسي له هو منجم كبريت المشراق إضافة الى وجود العديد من العيون الكبريتية.

• الملوثات الطبيعية

وتتمثل بالمطروحات السائلة والغازية التي تطلقها مجموعة الينابيع المائية المنتشرة في وسط نهر دجلة مقابل منجم كبريت المشراق قبل بدأ العملية في المنجم، وان كمية المواد الصلبة الذائبة في مياهه تتراوح ما بين (4510 - 6310) جزء من المليون، وان كمية غاز كبريتيد الهيدروجين يتراوح بين (48-99.1) جزء من المليون يصاحبه رائحة نفاذة وقوية لهذا الغاز، ان كمية المياه الخارجة من هذه العيون قليلة نسبيا وتأثيرها قليل جدا على مياه نهر دجلة [6].

• ملوثات الحرائق وغبار طحن وتحميل الكبريت

وتتمثل في الحرائق التي حصلت في حزيران عام 2003 عقب دخول القوات الامريكية العراق وماصاحبها من فرضى امنيته ادت الى تعرض اكداس الكبريت المصفى والفوم (مخلفات انتاج الكبريت) الى حريق هائل استمر قرابة الشهر) والتهم قرابة (750.000 طن) احدث عمود هائل من الدخان شكلت غيمة التي تحتوي على ملوثات عديدة وينسب مختلفه من غاز كبريتيد الهيدروجين H₂S وغاز تاثيري اوكسيد الكبريت SO₂ امتدت الى تركيا واپران وجنوب بحر قزوين و الخليج العربي وحسب اتجاه الرياح. وتم رصد هذه الغيمة بواسطة القمر الصناعي (TOMS) التابع لوكالة ناسا الفضائية [8].

6. صلاحية استخدام المياه:

اعتمدت حدود التركيز المسموح بها لمياه الشرب ضمن كل من المواصفتين القياسيتين العراقية (I.Q.S, 2009) [9]

ولمنظمة الصحة العالمية (H.W.O.2006) [10] لغرض بيان صلاحية استخدام ا لمياه الشرب جدول 1 .

جدول 1: حدود تراكيز الايونات الموجبة والسالبة حسب المواصفتين القياسيتين العالمية (WHO, 2006) والعراقية (I.Q.S, 2009)

الحد الاعلى للتركيز (ppm)		الايون والمعطيات الفيزيائية (ppm)
المواصفات القياسية العراقية (I.Q.S, 2009)	منظمة الصحة العالمية (W.H.O, 2006)	
-	12	K ⁺
200	200	Na ⁺
50	125	Mg ⁺⁺
50	75	Ca ⁺⁺
250	250	Cl ⁻
250	250	SO ₄ ⁼
50	50	NO ₃ ⁻
1000	500 – 1000	كمية المواد الصلبة الذائبة
500	-	العسرة الكلية
6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	PH

7. الايونات الموجبة والسالبة

في هذه الدراسة يبين الجدول 2 نتائج التحاليل الكيميائية لنماذج المياه وكذلك نتائج تحاليل بعض المياه المحللة في الدراسات السابقة او لتي تقع ضمن نفس مواقع النماذج الحالية. وبمقارنة تراكيز الايونات الموجبة والسالبة مع حدود تراكيزه بالمواصفتين القياسيتين العالمية والعراقية جدول 1 يتبين بان كافة التراكيز هي ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب في كلا المواصفتين أعلاه، ماعدا نموذج المياه الابار الضحلة يلاحظ في زيادة ايون الكبريتات ويرجع السبب الى تأكسد خامات الكبريت وذوبان صخور الجبس والانهايدرابت المميزة لمنطقة الدراسة كما في جدول 2 .

جدول 2: تراكيز الايونات الموجبة والسالبة (ppm)

مياه ابار سطحية و ابار جوفية			بعد التقاء نهر الزاب الاعلى بنهر دجلة			منطقة التسرب امام منجم كبريت المشراق			مواقع النقطة المائية	التركيز الكيميائي والمعطيات الفيزيائية والدراسة
10- 2017	3- 2010	3- 2010	10- 2017	8- 2007	8- 1990	10- 2017	8- 2007	5- 1990	تاريخ النمذجة	
w.w3 دراسات حالية	w.w2 دراسات سابقة	w.w1 دراسات سابقة	s.w6 دراسات حالية	s.w5 دراسات سابقة	s.w4 دراسات سابقة	s.w3 دراسات حالية	s.w2 دراسات سابقه	s.w1 دراسات سابقة	رقم النموذج والدراسة	
357	50	51	20.2	42.16	6.21	19.09	49.29	19.09	⁺ Na	
363	50	51	2.1	3.01	1.17	1.95	3.13	1.95	⁺ K	
593.1	474	200	48.09	80.16	73.95	48.09	100.2	51.9	Ca ⁺⁺	
48.6	1162	164	29.1	20.78	11.913	19.4	21.38	13.01	Mg ⁺⁺	
42.6	42.6	142	21.3	17.75	35.45	10.6	17.75	70.1	⁻ Cl	
1709.8	156.6	35.23	220	197.76	56.44	1.720	120	92.7	So ₄ ⁼	
	--	--	--	18.0	--	--	--	--	Co ₃ ⁼	
24.4	781.06	122	12.2	146.4	118.36	12.2	209.84	30.51	Hco ₃ ⁻	
----	----	13.45	.349	---	---	10.52	---		العكورة	
2396	1636	364	278	285.6	235.1	270	338.67	.13138	العسرة الكلية ppm	
2385	5490	760	272	466	314	275	454	360	المواد الصلبة الذائبة	
W1,N 35 58 54.6 E 43 20 37 W2,N 35 63 7.39 E 43 19 3.00 W3,N 36 00 1.63 E 43 19 17.8			N 35 59 26.9 S 43 20 22.8			N 35 59 56.6 S 43 20 22.8			الاحداثيات الجغرافية X,Y	

• المواد الصلبة الذائبة (S.D.T)

تراكيز المواد الصلبة الذائبة للنماذج المبينة في الجدول 2 مع حدود تراكيزه المواصفتين القياسيتين العالمية والعراقية

جدول 1 تبين بأن كافة حدود التراكيز هي ضمن الحدود المسموح بها في كلا المواصفتين اعلاه.

• الأس الهيدروجيني PH

ان مقارنة قيم الأس الهيدروجيني للنماذج المبينة في الجدول 2 مع حدودها با لمواصفتين القياسيتين العالمية والعراقية

جدول 1 بين بان كافة القيم هي ضمن الحدود المسموح بها في كلا المواصفتين أعلاه.

• العسرة الكلية TH

السبب الرئيسي لها هو وجود مركبات Ca^{+2} و Mg^{+2} على شكل بيكاربونات وكبريتات وكلوريدات، حيث تؤثر هذه الايونات على عدم تكون رغوة عند استخدام الصابون ولحساب قيمة العسرة نستعمل المعادلة الآتية (Todd, 1959):

$$Mg(ppm) \times Ca(ppm) + 4.115 \times TH(ppm) = 2.497$$

اما مياه الآبار الضحلة فهي اكثر من 1000 جزءاً بالمليون وبالاعتماد على تصنيف Sawyer & McCarty, 1985 [12] الجدول 3، فان مياه الضحلة تميزت بعسرة عالية (Very Hard) وذلك بسبب التركيز العالي لايونات الكالسيوم والمغنيسيوم الناتجة من ذوبان الصخور الجيرية والجبس والانهيدرايت المتواجدة ضمن التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة وتعد عسرة دائمية. اما المياه السطحية فهي اقل من 150 جزء بالمليون وتعد عسره وسطية حسب التصنيف ادناه .

جدول 3 تصنف المياه حسب عسرتها [Sawyer & McCarty, 1985]

Total Hardness (ppm)	Type of water
0-75	Soft
75.150	Moderate hard
150-300	Hard
> 300	Very hard

8. تلوث التربة

يتميز نشاط الشركة العامة لكبريت المشرق الاستخراجي والانتاجي في تحرير ملوثات كبريتية تطرح للبيئة المجاورة حيث ان اي نشاط صناعي في منطقة ما لا بد ان يترك بصماته وانعكاساته على الموارد البيئية في تلك المنطقة. وبقدر تعلق الامر بموضوع هذه الدراسة فان من ابرز الموارد البيئية تأثراً بالعمليات والانشطة الصناعية في منطقة المشرق هي (التربة في مشاع الشركة ومحيطها). وان للتربة وموارد الارض اهمية خاصة تعتمد على استخدامها كما ان لخصائص

التربة ضمن مشاع الشركة اهميتها وتحديد الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لها وانعكاس ذلك على ديمومة المنشآت المصنعة كذلك فان مواصفاتها ستحدد ثباتها تجاه الانجرافات مما يؤثر على مسارات المياه السطحية (خاصة من وجهة نظر الهندسية والاشائية) [13] . إن تراكيز الملوثات في اي من مواقع تلوث التربة والمياه الجوفية تزداد تدريجياً بمرور الزمن وتراكيز هذه الملوثات تزداد كلما اقتربنا من مواقع الساخنة بالملوثات وهذا يعني بأن امكانية تلوث التربة والمياه الجوفية تزداد كلما اقتربنا من مواقع التلوث. حيث إن تلوث التربة يعني دخول مواد غريبة في التربة أو زيادة في تراكيز احد مكوناتها الطبيعية، الأمر الذي يؤدي إلى تغير في التركيب الكيميائي والفيزيائي للتربة، وهذه المواد يطلق عليها ملوثات التربة والتي قد تكون مبيدات أو أسمدة كيميائية أو أمطار حمضية أو نفايات (صناعية - منزلية - مشعة) وقد تكون مصدرها مواقع التلوث نفسها.

جدول 4: المتغيرات الجيوكيميائية لتربة منطقة الدراسة

Soil Site	EC u/cm	Sulphr Test ppm	PH	TDS ppm	OM
S1	0.19	215.15	6.88	1.189	0.4
S2	0.16	208.4	7.2	0.693	0.5 5
S3	0.26	372.6	6.9	0.312	0.41
S4	3.4	Dust 911	6.86	0.652	0.39
means	1	246.78	6.9	0.712	0.487

تم حساب قيم معامل التلوث (CF) لعنصر الكبريت في نماذج التربة لمنطقة الدراسة بانها أقل من (2) مما يشير الى التلوث الواطئ بهذا العنصر (Low contamination) باستثناء نموذج الغبار (Dust) فانه يشير فئة التلوث المتوسط (Moderate contamination) ، وان قيم معامل الخطر البيئي (Er) في تربة منطقة الدراسة بأنها تكون منخفضة المخاطر البيئية فيما يشير قيم معامل التلوث على أن التربة تعتبر غير ملوثة. التراكمي (PLI) للعنصر الكبريت لترب منطقة الدراسة بانها اقل من واحد ($PLI < 1$).

الاستنتاجات:

- أثرت الأنشطة الاستخراجية والانتاجية على خصائص التربة السطحية في مشاع الشركة ومحيطها اضافة الى تغيير التركيبيية الجيولوجية باتجاه زيادة التبادل النوعي بين دجلة والمياه الجوفية بسبب زيادة النفاذية التربة.
- تشكل اكداس الفوم والكيك المغطاة بالتربة مصدرا رئيسيا للتلوث الغير العضوي والحامضية لكل من نهر دجلة والتربة ويزداد تأثير هذه الاكداس في حالات المزن المطرية .
- ادى انتقال المطروحات الصناعية خلال قنوات ترابيه غير مبطنة الى غور هذه المطروحات وتؤدي خصائصها النوعية اضافة الى تلويثها للارض واحتمال وصولها الى المياه الجوفية.
- انخفاض مستوي التلوث بغاز كبريتيد الهيدروجين واكاسيد الكبريت وذرات الكبريت في اجواء مشاع الشركة بعد تبديل الوقود وطريقة تصفية الكبريت الخام.
- بذلت الشركة جهودا في انشاء حاجز مائي لتحجيم تسربات المياه التكنولوجية والكبريت السائل الى نهر دجلة وبطول 400 كم تغذيها مجموعة ابار حقن ولكن بعض هذه الابار غير عامله منذ نهاية التسعينيات وتوقف عملها تماما عام 2003 .
- مصادر التلوث الصناعي في الشركة هي معمل الشب ومعمل حامض الكبريتيك ومعمل التنصيف ومعمل طحن الكبريت الزراعي وساحات التحميل وماينتج عنها من غبار كبريتي اثناء التحميل وماينتج عنه من تساقط امطار حامضيه وترسيب جاف وترشح مياه الامطار من اكداس الفوم والكيك في المنطقه الرابعه والمياه التكنولوجيه المحقونة في الابار الانتاجيه في المنطقه الثالثه ومطروحات المرشحات والميسرات في المنطقه الثانيه واوحال وطمى المحلول الملحي والمياه العسره في المنطقه الاولى
- التأثير الرئيسي لأنشطة الشركة العامة لكبريت المشراق هو تأثير غير عضوي يتمثل بزيادة تراكيز بعض الاملاح والغازات بالإضافة الى بعض الخصائص كالحامضية.
- تأثير نهر دجلة قبل ان يصب الزاب فيه تسربات المياه التكنولوجية في المنطقه الثالثه وانعكس هذا على تأثير ظهور تراكيز لكبريتيد الهيدروجين السام في ماء النهر وزيادة الطلب الكيمياوي على الاوكسجين (COD) فيه مما لعب دورا في تحديد الحياة المائية في بعض مواقع هذا القطاع من نهر دجلة.

- نوعية مياه الآبار السطحية في المنطقة المحيطة بالشركة رديئة اصلا ولم تكن تستخدم لأغراض الشرب ويصعب تحديد تأثير الشركة على حالتها النوعية الراهنة .
- أن موقع كبريت المشراق (امام نقطة التقاء الزاب الاعلى بنهر دجلة) والطبيعة والسلوك الهيدروجيولوجي له ومجمل عمل تصنيع الكبريت وعمليات التصنيع الاخرى المصاحبة هي مشكلة أساسية ولها تأثير سلبي على البيئة والصحة العامة في المنطقة بل والى دول الجوار كما في حريق حزيران 2003 الذي وصل صدها الى جنوب بحر قزوين ودبي وايران وسوريا وكما اشارت صور الاقمار الصناعية لوكالة ناسا الفضائية وهذا يعتمد على حجم ونوعية النفايات الصلبة والسائلة والغازية المتزايدة مع النمو الاقتصادي والحاجة الملحة لذلك واستدعى ذلك الى إجراء الدراسة الحالية لتكون ضمن سلسلة دراسات دورية لمتابعة تطور التأثير البيئي لهذه المواقع على الصحة العامة .
- بينت قيم معامل التلوث (CF) لعنصر الكبريت في نماذج التربة لمنطقة الدراسة بانها أقل من (2) مما يشير الى التلوث الواطئ بهذا العنصر (Low contamination) باستثناء نموذج الغبار (Dust) فانه يشير فئة التلوث المتوسط (Moderate contamination).
- بينت قيم معامل الخطر البيئي (Er) في تربة منطقة الدراسة بأنها تكون منخفضة المخاطر البيئية.
- تشير معامل التلوث) مما تدل على أن التربة تعتبر غير ملوثة. التراكمي (PLI) للعنصر الكبريت لترب منطقة الدراسة بانها اقل من واحد ($PLI < 1$).

المصادر

- [1] ثابت محضر باشي، بشار الجريسي، "تأثير بعض المتغيرات الصخرية على الجيوكهربائية لحقل كبريت المشراق المعاملات (M-1) / شمال العراق"، المجلة العراقية لعلوم الأرض، 9(1)، 23 (2009).
- [2] مطيع عبيد عبد الله الجبوري، "المخلفات الكبريتية في الشركة العامة لكبريت المشراق: المواصفات، الإستخدام"، مؤتمر الصناعات الكيماوية، شركة الفرات العامة للصناعات الكيماوية، وزارة الصناعة والمعادن، العراق (2002).

- [3] قيس جاسم سعود، "دراسة تلوث نهر دجلة قبل وبعد توقف الإنتاج في منجم كبريت المشراق جنوب شرق محافظة نينوى"، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، تقرير داخلي رقم 3068، (2008).
- [4] T. Buday and S. Z. Jasim, "*The regional geology of Iraq*", Vol (Tectonism and metamorphism) GEOSURV., Baghdad, Iraq (1987).
- [5] Centrozap, "*Geological documentation of native sulphur deposits in Mishraq*", Sulphur state enterprise library, (1971).
- [6] صداع شريف محمود، خلدون عباس معة، نائر جرجيس بني، "المطروحات الصناعية من منجم كبريت المشراق وآثارها على البيئة"، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، تقرير داخلي رقم 2920، (2005).
- [7] V.K. Sissakian, and F.A. Ibrahim, "*Series of Geological Hazard Maps of Iraq*", Mosul Quadrangle, scale 1: 250000. GEOSURV, int. rep. no. 2860. 2004.
- [8] U.S.A. "Army centre for Health promotion & preventive medicine environmental program", 5158 Blackhawk Road, Aberdeen, (2004).
- [9] I.Q.S. , 2009: "Iraqi Quality standard "Drinking water " standard No.417, C.O.S.Q.C.Iraq.
- [10] W.H.O, "*Guidelines for Drinking Water Quality*", 1st addendum to the 3rd Ed., 1, World Health Organization, Geneva, (2006).
- [11] Todd D. K., 2007 : "groundwater Hydrology", 3rd ed. John Wiley & Sons. Inc. , N.Y, 535p.
- [12] C.N.Sawyar, ,and P. L. MaCarty, "Chemistry for environmental engineering", 3rd ed., MaGraw –Hill , Handbook, USA, 350 (1985).
- [13] "دراسة وتحري مفردات الوضع البيئي وامكانية خفض التلوث"، مركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث، جامعة الموصل (2000).