

## إزالة الكبريتيد من مياه العيون الكبريتية

مصعب عبدالجبار التمر    عبد الله اسماعيل الحياي    ليث عبد العليم العزاز  
قسم الهندسة المدنية - جامعة الموصل

### الخلاصة

تم في هذه الدراسة استخدام كبريتات الحديدوز كمادة مؤكسدة في إزالة الكبريتيد من مياه العيون الكبريتية في حمام العليل؛ وإستخدام طين البنتونايت كمادة مساعدة مع كبريتات الحديدوز، بينت النتائج أن كبريتات الحديدوز يعطي كفاءة جيدة في إزالة الكبريتيد من الماء تصل إلى (77%) عند استخدامه لوحده بجرع لاتزيد عن (200) ملغم/لتر، كما بينت الدراسة أن إضافة طين البنتونايت مع كبريتات الحديدوز بجرع بحدود (150) ملغم/لتر يزيل اللون الأسود الناتج عن إضافة كبريتات الحديدوز، إلا أن طين البنتونايت غير كفوء مقارنةً مع كبريتات الحديدوز في التقليل من الكبريتيد عند استخدامه لوحده بجرع أكثر من (300) ملغم/لتر بنسبة إزالة لاتزيد (27%)، كذلك لوحظ أن استخدام طين البنتونايت لوحده أو مع كبريتات الحديدوز يقلل من العكورة الموجودة في المياه المعاملة بكفاءة تزيد عن (89%).

### الكلمات الدالة

معالجة الماء، إزالة كبريتيد الهيدروجين، كبريتات الحديدوز، طين البنتونايت، العيون الكبريتية.

## المقدمة

إن مياه العيون الكبريتية من المياه المنتشرة بشكل واسع في كافة أنحاء العالم, وفي العراق تعد العيون الكبريتية الموجودة في ناحية حمام العليل جنوب شرق مدينة الموصل من الامثلة على هذا النوع من المياه الكبريتية التي تمتاز بارتفاع درجة حرارتها التي تتجاوز (50 درجة مئوية) في بعض الأحيان مما يجعلها مرفقا سياحيا يرتاده السياح من كافة أنحاء البلاد هذا فضلا عما شاع عن فوائدها الطبية المعروفة. ويتواجد الكبريت في المياه الطبيعية بأشكال عدة أكثر تلك الأشكال هو أيون الكبريتات السالب ( $SO_4^{-2}$ ) متحداً مع الأيونات الموجبة الموجودة في تلك المياه. وبتراكيز متباينة تتراوح من بضع ملغرامات إلى آلاف الملغرامات في اللتر الواحد من الماء, وهناك أشكال أخرى من الكبريت كالكبريتيت ( $SO_3^{-2}$ ) الذي يعد جذراً وسطياً وغير مستقر لا يلبث أن يتحول إلى الثايوكبريتات ( $S_2O_3^{-2}$ ) أو يتأكسد سريعاً إلى الكبريتات ( $SO_4^{-2}$ ) عند توفر كمية كافية من الأوكسجين<sup>[1]</sup>.

أما أخطر أشكال الكبريت فهو الكبريتيد الذي يكون بدوره على ثلاثة أشكال هي ( $H_2S, S^{-2}, HS^{-1}$ ) وتعتمد هذه الأشكال الثلاثة عند تواجدها في المياه على قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) ومن أبرز هذه الأشكال وأكثرها ضرراً هو كبريتيد الهيدروجين ( $H_2S$ ).<sup>[2]</sup>

وللكبريتيد تأثيرات كبيرة على الانسان والبيئة التي يتواجد فيها ويصنف غاز كبريتيد الهيدروجين ( $H_2S$ ) على أنه غاز سام للإنسان وبقية الأحياء كما أشار (Train, 1989)<sup>[3]</sup> أن تواجده في الماء بتركيز ( $2.0\mu g/ l$ ) يكون ساما للأسماك وبقية الأحياء المائية على المدى الطويل. فضلاً عن كونه يسبب تآكل الانابيب الناقلة للمياه الحاوية عليه حتى وان كان بتركيز لا تتجاوز (2 ملغم/التر) (Wagenet & Lemely, 1989)<sup>[4]</sup>. وتظهر رائحة كبريتيد الهيدروجين المميزة بتركيز لا تتجاوز (0.001 ملغم/التر) كما يمكن ملاحظة تواجده بتركيز (0.05 ملغم/التر) في الينابيع الباردة (Dohnalek and Fitzpatrick, 1983)<sup>[5]</sup> و (Csuros, 1997)<sup>[6]</sup>

وقد أُجريت العديد من الدراسات قديماً وحديثاً في مجال إزالة الكبريتيد سواءً في المياه او مياه الفضلات وبأشكاله الثلاثة ذلك للاضرار التي تسببها عند تواجدها في المياه وإن من أكثر الطرق استخداماً في إزالة الكبريتيد هي طرق الأكسدة الكيميائية كتلك الدراسة التي قام بها (Al-Zuhairy, 2000)<sup>[7]</sup> إذ إستخدم لهذا الغرض أربعة بدائل كيميائية هي كبريتات الحديدك ( $Fe_2(SO_4)_3$ ) وكلوريد الحديدك ( $FeCl_3$ ) وبيروكسيد الهيدروجين ( $H_2O_2$ ) وهايبيوكوريد الصوديوم ( $NaOCl$ ) وقد استخدمت الأكسدة المحفزة بالأوكسجين فضلاً عن الأكسدة الاعتيادية وأثبتت هذه الطريقة كفاءة عالية من ناحية تقليل الجرعة المستخدمة في الأكسدة بشكل كبير وبالتالي تقليل كلفة المعالجة كما في الدراسة التي قام بها (الحيالي, 2004)<sup>[8]</sup> باستخدام ثلاث بدائل كيميائية هي كبريتات المنغنيز وبرمنكنات البوتاسيوم وبيروكسيد الهيدروجين واستخدمت الأكسدة الاعتيادية والأكسدة المحفزة بالأوكسجين, وتبين من التحليل الاقتصادي أن أفضل مادة مستخدمة في الأكسدة كانت بيروكسيد الهيدروجين.

وقد استخدم (Dohnalek & Fitzpatrick, 1983)<sup>[5]</sup> كبريتات الحديدوز في أكسدة الكبريتيد لتراكمات ابتدائية بحدود (6) ملغم/لتر، وأعطت هذه المادة كفاءة إزالة جيدة إلا أنه حدث تغير في لون المياه المعالجة إلى الأسود بسبب تكون كبريتيد الحديدوز ( $FeS$ ) وقد تم التخلص من هذه المشكلة باستخدام النورة لترسيب العالق الأسود.

تهدف الدراسة الحالية إلى إستخدام كبريتات الحديدوز كمادة مؤكسدة لوحده ومع طين البننتونايت في إزالة كبريتيد الهيدروجين من الماء.

### المواد وطرائق العمل

#### 1- نماذج الماء:

تم جلب نماذج من مياه العيون الكبريتية من منطقة حمام العليل الواقعة إلى جنوب شرق مدينة الموصل على بعد (27 كم) عنها على ضفاف نهر دجلة, ويوضح الجدول رقم(1) معدل خصائص مياه هذه العيون الكبريتية.

## 2- كبريتات الحديدوز

استخدمت كبريتات الحديدوز المائية ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) التي كانت تنتج محلياً من قبل شركة الزحف الكبير التابعة لهيئة التصنيع العسكري السابقة والمبينة مواصفاته في الجدول رقم (2).

## 3- طين البنتونايت

تم استخدام طين البنتونايت المبينة خصائصه في الجدول رقم (3) بشكل مستقل وكما مادة مساعدة مع كبريتات الحديدوز في إزالة كبريتيد الهيدروجين من الماء.

## الأجهزة

إستخدم جهاز فحص الجرة (Jar Test) الذي يحتوي على خمس مازجات كل منها ذات رفاص (Blade) بطول (6 سم) وعرض (2 سم)، وإستخدمت مع الجهاز حاويات زجاجية دائرية المقطع بسعة (1000 مللتر)، أجريت سلسلة من فحوص الجرة حسب المخطط الموضح في الشكل رقم (1). وتم تثبيت متغيرات فحص الجرة بالاعتماد على دراسة (حسن، 1994)<sup>[9]</sup> و (التمر، 1999)<sup>[10]</sup> و (أشبير، 2002)<sup>[11]</sup> التي استخدمت الثب وكبريتات الحديدوز مع مواد أخرى في إزالة عكورة الماء وكذلك دراسة (الحيالي، 2004)<sup>[8]</sup> الذي استخدم عدداً من البدائل في إزالة الكبريتيد من الماء، فتم اعتماد هذه المتغيرات كما يلي:

- مزج سريع (180) دورة/دقيقة لمدة دقيقة ونصف.
- مزج بطيء (40) دورة/دقيقة لمدة (30) دقيقة.
- زمن ترسيب مدته (20) دقيقة.

كما تم اعتماد أربعة مستويات من كبريتات الحديدوز مقدارها (25، 50، 100، 200) ملغم/التر وخمس مستويات من طين البنتونايت مقدارها (10، 50، 100، 300، 500) ملغم/التر وأضيفت الجرع المحددة من كبريتات الحديدوز وطين البنتونايت في نفس الوقت ضمن مرحلة المزج السريع، فضلاً عن ذلك تم استخدام نموذج منفصل مع كل مجموعة من مجاميع فحوص الجرة لا يتم إضافة أية مادة إليه وذلك لإلغاء تأثير العوامل الأخرى التي قد تسبب تغاير تركيز الكبريتيد أثناء إجراء التجارب.

## النتائج والمناقشة

### استخدام كبريتات الحديدوز لوحده في إزالة الكبريتيد من الماء

من الشكل رقم (2) الذي يبين كفاءة إزالة الكبريتيد مع تغاير جرع كبريتات الحديدوز عند استخدامه لوحده كمادة مؤكسدة؛ يلاحظ الكفاءة التي يبديها كبريتات الحديدوز في إزالة الكبريتيد من الماء، إذ عند إضافة (25) ملغم/لتر من كبريتات الحديدوز يكون معدل نسبة الإزالة (9%) والذي كان معدل تركيزه الأولي (60) ملغم/لتر ليصبح (54.6) ملغم/لتر، أما عندما ترتفع جرعة كبريتات الحديدوز إلى (200) ملغم/لتر تكون نسبة الإزالة (77%) ليصبح التركيز المتبقي من الكبريتيد (13.8) ملغم/لتر، وتعزى قابلية كبريتات الحديدوز في إزالة الكبريتيد من الماء إلى تفاعل أيونات الحديدوز الموجبة ( $Fe^{+2}$ ) الناتجة عن تحلل كبريتات الحديدوز في الماء مع الكبريتيد مكونة مادة كبريتيد الحديدوز ذات اللون الأسود وقابلية الذوبان القليلة في الماء عند درجة حرارة (18 درجة مئوية) وكما موضح في المعادلة رقم (1):<sup>[5]</sup>



إلا أن اللون الأسود الناتج عن كبريتيد الحديدوز والذي لوحظ زيادته مع زيادة كبريتات الحديدوز، هذا اللون وما يسببه من مشاكل وترسب مادة كبريتيد الحديدوز على أحواض المعالجة يمثل إحدى نقاط ضعف استخدام كبريتات الحديدوز في إزالة الكبريتيد من الماء، ويمكن اعتبار جرعة كبريتات الحديدوز (200) ملغم/لتر مثالية في إزالة الكبريتيد من الماء.

### استخدام طين البنتونايت لوحده في إزالة الكبريتيد:

يوضح الشكل رقم (3) تأثير استخدام طين البنتونايت لوحده في إزالة الكبريتيد من المياه الكبريتية؛ يمكن ملاحظة أن لهذا الطين كفاءة أقل من كبريتات الحديدوز في عملية الإزالة فعندما تم إضافة (50) ملغم/لتر من الطين لإزالة الكبريتيد الذي كان معدل تركيزه (50) ملغم/لتر لم يتجاوز معدل الإزالة (6%)، أما عند مضاعفة جرعة الطين أي جعلها (100) ملغم/لتر ارتفع معدل الإزالة إلى (10%) تقريباً مما يدل على

الفعالية المتدنية لهذه المادة بالمقارنة مع كبريتيد الحديدوز، ويمكن اعتبار الجرعة المثالية لطين البنتونايت بمقدار (300) ملغم/التر والتي أصبحت الإزالة عندها حوالي (27%) تقريباً. ويمكن تلييل عمل طين البنتونايت بوجود الحافات ذات الشحنة الموجبة على سطح جسيم الطين و إلى قابلية التبادل الأيوني العالية لهذا الطين.<sup>[12]</sup>

[13]

### استخدام طين البنتونايت مع كبريتات الحديدوز في إزالة الكبريتيد من الماء

عند استخدام كبريتات الحديدوز في إزالة الكبريتيد من الماء يتكون لون أسود في الماء المعالج نتيجة ترسب كبريتيد الحديدوز (FeS) ذو اللون الأسود لذا تم إضافة طين البنتونايت -الذي يمتاز بقابليته على إمتزاز اللون- مع كبريتات الحديدوز ولوحظ أن إضافة هذه المادة يقلل من اللون الأسود عند إضافته بجرع مقدارها (10) ملغم/التر ويقل هذا اللون مع زيادة جرعة البنتونايت إلى أن يختفي عندما تصل جرعة البنتونايت إلى (150) ملغم/التر، ويوضح الشكل رقم (4) كفاءة إزالة الكبريتيد عند إضافة طين البنتونايت مع كبريتات الحديدوز، ويلاحظ من الشكل أن هناك تداخل في كفاءة الإزالة مع تغاير جرع البنتونايت وكبريتات الحديدوز، ولكن بشكل عام يعيق طين البنتونايت عمل كبريتات الحديدوز في إزالة الكبريتيد إذ يلاحظ أن هناك في بعض الحالات تدني في كفاءة إزالة الكبريتيد نتيجة لإمتزاز أيونات (Fe<sup>2+</sup>) بواسطة جسيمات طين البنتونايت؛ إلا أنه يلاحظ تحسُن في عملية الإزالة عند الجرع الواطئة لطين البنتونايت التي لا تتجاوز (50) ملغم/التر مع كافة جرع كبريتات الحديدوز.

### تأثير المواد المستخدمة على إزالة العكورة:

يلاحظ من الشكل رقم (5) أن استخدام كبريتات الحديدوز لوحده يؤدي إلى خفض العكورة المتبقية في الماء المعالج ولكن بمقادير قليلة جداً وعند الجرع العالية من كبريتات الحديدوز؛ فعندما تكون جرعة كبريتات الحديدوز (200) ملغم/التر تنخفض العكورة من (125ntu) إلى (95ntu) أي بنسبة (24%)، كما يلاحظ من الشكل رقم (5) أيضاً أنه عند استخدام طين البنتونايت لوحده تكون كفاءة إزالة العكورة

أفضل فبإضافة (50) ملغم/التر من هذا الطين تنخفض العكورة من (95ntu) إلى (55ntu) أي بنسبة (42%) أما عند زيادة الجرعة إلى (300) ملغم/التر تنخفض العكورة إلى (10ntu) أي بنسبة (89%) ويبين الشكل رقم (6) تأثير استخدام طين البنتونايت مع كبريتات الحديدوز على العكورة المزالة؛ إذ يلاحظ من هذا الشكل وبالمقارنة مع الشكل رقم (5) أن طين البنتونايت يُحسن من أداء كبريتات الحديدوز في إزالة العكورة من الماء المعالج عند استخدامه بجرع تتراوح بين (10-500) ملغم/التر مع جرع من كبريتات الحديدوز تتراوح بين (25-200) ملغم/التر، ويمكن اعتبار الجرعة المثلى اللازمة لإزالة العكورة لكل من كبريتات الحديدوز وطين البنتونايت هي (50) ملغم/التر على السواء؛ والتي تعطي عكورة متبقية مقدارها (12 ntu) ونسبة إزالة (92%)؛ بينما تكون العكورة المتبقية باستخدام كبريتات الحديدوز لوحده (210 ntu) وطين البنتونايت لوحده (55 ntu) وكما يتضح من الشكلين رقم (5) ورقم (6).

#### تأثير المواد المستخدمة على قيم الأس الهيدروجيني والتوصيلية الكهربائية

يوضح الشكل رقم (7) تأثير استخدام كل من كبريتات الحديدوز لوحده وطين البنتونايت لوحده على قيمة الأس الهيدروجيني؛ يلاحظ من الشكل أنه بزيادة جرعة كبريتات الحديدوز يقل الأس الهيدروجيني وذلك نتيجة لتكون حامض الكبريتيك ( $H_2SO_4$ ) عند إضافة كبريتات الحديدوز إلى الماء<sup>[14]</sup>، أما عند استخدام طين البنتونايت فيلاحظ من الشكل رقم (7) أيضاً عدم وجود تأثير محسوس في قيمة الأس الهيدروجيني بتغاير جرع هذه المادة كونها خاملة كيميائياً، كما يوضح الشكل رقم (8) تأثير إضافة كل من كبريتات الحديدوز وطين البنتونايت كل على حده على قيمة التوصيلية الكهربائية للماء المعالج؛ ويلاحظ أن إضافة كبريتات الحديدوز إلى الماء تؤدي إلى زيادة في قيمة التوصيلية الكهربائية وذلك بسبب الايونات المضافة إلى الماء والناجمة عن تحلل كبريتات الحديدوز (أيوني  $Fe^{+2}$  و  $SO_4^{-2}$ ) وبقية نواتج التحلل الكيميائي المتكونة عن إضافة هذه المادة والتي ترفع من قيمة التوصيلية

الكهربائية في الوسط، أما عند إضافة طين البنتونايت فيلاحظ بعض الانخفاض في قيمة التوصيلية الكهربائية للماء المعالج وذلك بسبب قابلية التبادل الأيوني العالية لهذه المادة التي تؤدي إلى إمتزاز بعض الأيونات الموجودة في الماء وبالتالي التقليل من تركيز الأيونات الموجودة في الوسط مما ينعكس على قيمة التوصيلية الكهربائية وهكذا يوضح الشكلين رقم (9 و 10) تأثير تداخل استخدام طين البنتونايت مع كبريتات الحديدوز على قيم الأس الهيدروجيني والتوصيلية الكهربائية للماء المعالج.

### الاستنتاجات والتوصيات

- 1- يبدي كبريتات الحديدوز كفاءة عالية في إزالة الكبريتيد من الماء وبجرع لا تزيد عن (200ملغم/التر)؛ والتي تعطي نسبة إزالة مقدارها (77%).
- 2- يصاحب استخدام كبريتات الحديدوز في إزالة الكبريتيد تكون لون اسود في الماء المعالج.
- 3- إضافة طين البنتونايت بجرع مقدارها (150)ملغم/التر مع كبريتات الحديدوز إلى الماء الحاوي على الكبريتيد يزيل اللون الأسود الناتج عن كبريتيد الحديدوز.
- 4- يحسن إضافة طين البنتونايت من عمل كبريتات الحديدوز في إزالة الكبريتيد عند استخدامه بجرع واطئة لا تزيد عن (50)ملغم/التر.
- 5- لا ينصح باستخدام طين البنتونايت لوحده في إزالة الكبريتيد لكفاءته المتدنية وبجرع تزيد عن (300)ملغم/التر، والتي تعطي نسبة إزالة مقدارها (27%).
- 6- يقلل إضافة طين البنتونايت لوحده أو مع كبريتات الحديدوز إلى المياه الحاوية على الكبريتيد من عكورة الماء المعالج وبكفاءة تصل إلى أكثر من (89%).
- 7- يخفض كبريتات الحديدوز من قيمة الأس الهيدروجيني ويرفع من قيمة التوصيلية الكهربائية للماء المعالج به، بينما لا يؤثر استخدام طين البنتونايت لوحده على قيمة الأس الهيدروجيني ويقلل من قيمة التوصيلية الكهربائية.



## المصادر

1. حمد، عمار ثامر، (1996). إزالة السموميات من مياه الفضلات الدباغية، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، القسم المدني، جامعة الموصل .
2. Sawyer, C. N. and Mc Carty, P. L., (1978). Chemistry for Environmental Engineering, 3<sup>rd</sup> ed., Mc Graw – Hill Book Pulpishers Newyork.
3. Train, E.R., (1979). Quality criteria for water, Castle House Publication Ltd, London.
4. Wagent,L. and Lemley, A., (1989). Hydrogen sulfide in Household water, [http://:www. Cce. Cornell. Eda/ publication/ catalog. Html](http://www.Cce.Cornell.Eda/publication/catalog.Html).
5. Dohnalek , D. A. and Fitz Patrick, J. A., (1983). The Chemistry of reduced sulfur species and their removal from ground water Supplies, JAWWA, June , PP. 298- 308.
6. Csuros, M., (1997). Environmental Sampling and Analysis Lab Manual, Lewis Publishers, U.S.A, 373P.
7. Al- Zuhairy, M.S. (2000). Sulphides Control for Sewerage Systems, Ph.D. Thesis, Building and construction Eng., Technology Univ. Baghdad, Iraq.
9. الحيايى، عبد الله اسماعيل، (2004). دراسة المياه الكبريتية في مدينة حمام العليل: خصائصها ، تأثيراتها وامكانية معالجتها، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، القسم المدني، جامعة الموصل، 85 ص.
10. حسن، علي عبد الله، (1994). تأثير الأملاح على إزالة المواد الغروية باستخدام هيدروكسيد المعدن، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، القسم المدني، جامعة الموصل، 124 ص.
11. التمر، مصعب عبد الجبار، (1999). استخدام بعض مساعدات التخثير الطبيعية في إزالة العكورة من الماء، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، القسم المدني، جامعة الموصل، 75 ص.

12. اشبير، سهير فوزي، (2002). استخدام الزجاج الاخضر المحلي في إزالة عكورة الماء، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، القسم المدني، جامعة الموصل، 96 ص.
13. McCooke, N.J. and West, J. R., (1978). The Coagulation of Kaolinite Suspension with aluminum Sulfate, water Research, Vol. 12, No. 10, 1978.
14. بنات، خالد محمود، (1980). أسس المعادن الطينية، جامعة بغداد، بغداد، العراق.
15. AWWA, 1971. Water quality and treatment, McGraw Hill Book Company, New York.

جدول رقم(1): خصائص مياه العينون الكبريتية في منطقة حمام العليل(8).

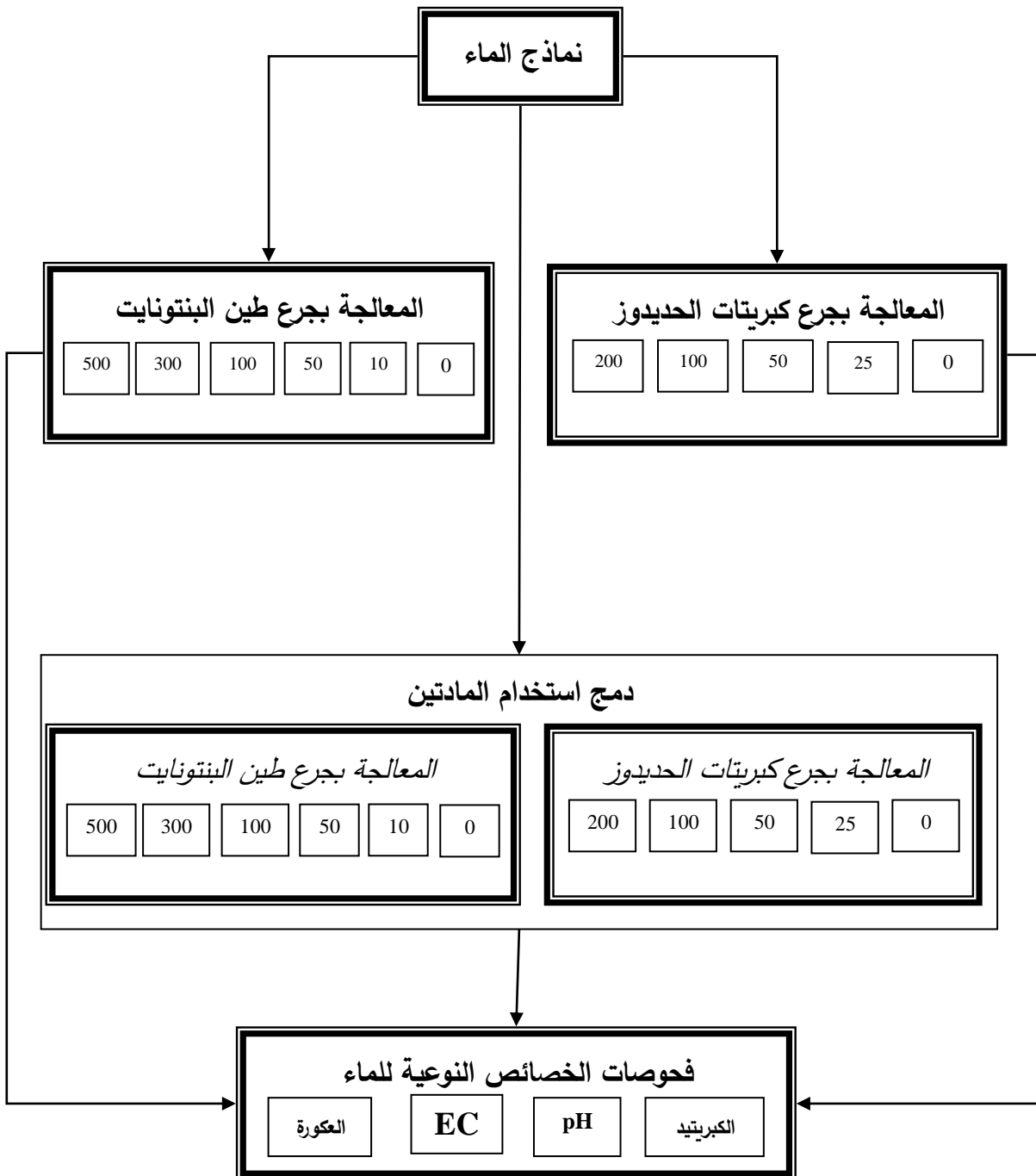
الخاصية	مدى التركيز (ملغم/لتر)
درجة الحرارة (درجة مئوية)	50-46
الرقم الهيدروجيني (بدون وحدة)	6.7-5.9
التوصيل الكهربائي ( $\mu\text{mhos/cm}$ )	2200-1600
العكورة (ntu)	300-80
المواد الصلبة الكلية الذائبة	1360-840
العسرة	430-300
الكبريتيد	62-46
المغنيسيوم	43-22.4
الكالسيوم	120-38
الكلوريدات	260-180
البيكربونات	540-220
الكبريتات	600-310
المتطلب الكيماوي للأوكسجين	90-80

جدول رقم(2): خصائص كبريتات الحديدوز المستخدم في الدراسة حسب الجهة المصنعة (شركة الزحف الكبير للتصنيع العسكري سابقاً).

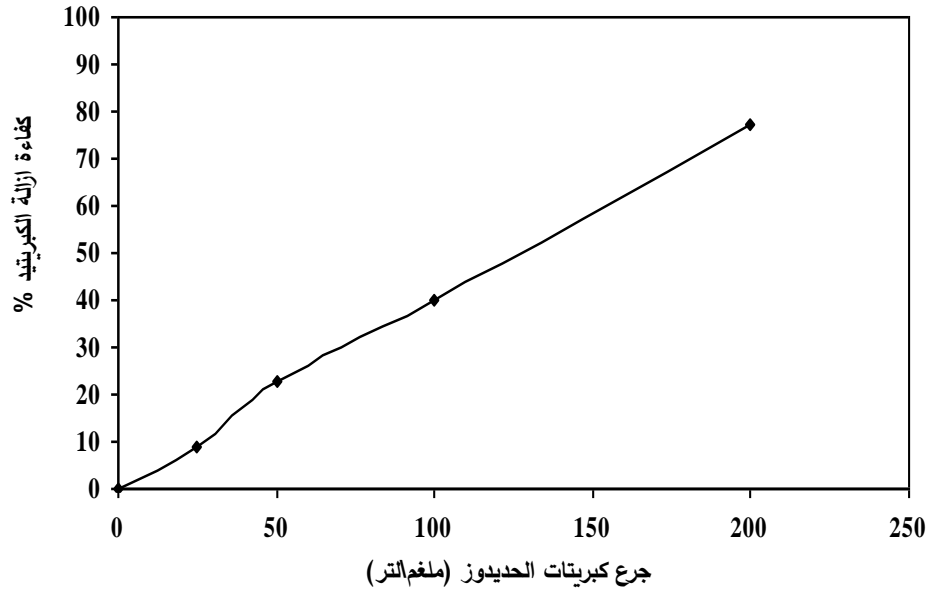
Zn(ppm)	Mn(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	As(ppm)	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	الخاصية
9	460	4	50	27	98 %	النتيجة

جدول رقم(4): خصائص طين البنتونايت المستخدم في الدراسة.

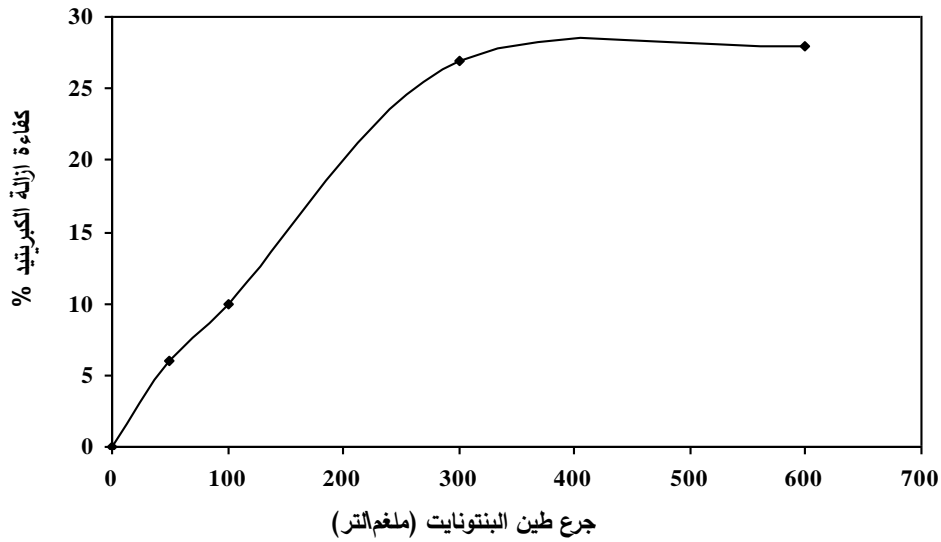
الخاصية	حد السيولة %	حد اللدونة %	دليل اللدونة %	الوزن النوعي
النتيجة	440	97	343	2.84



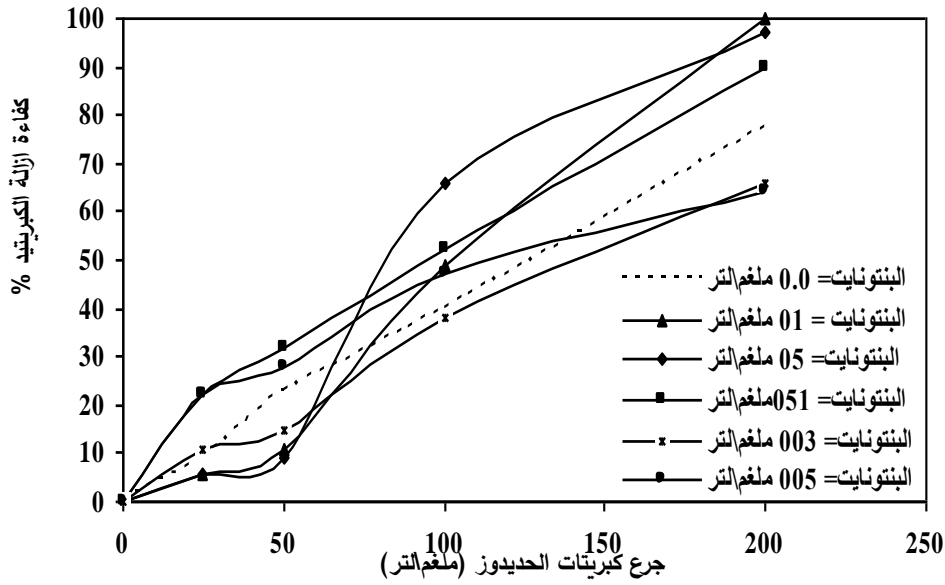
شكل رقم (1): يوضح المخطط الانسيابي للتجارب.



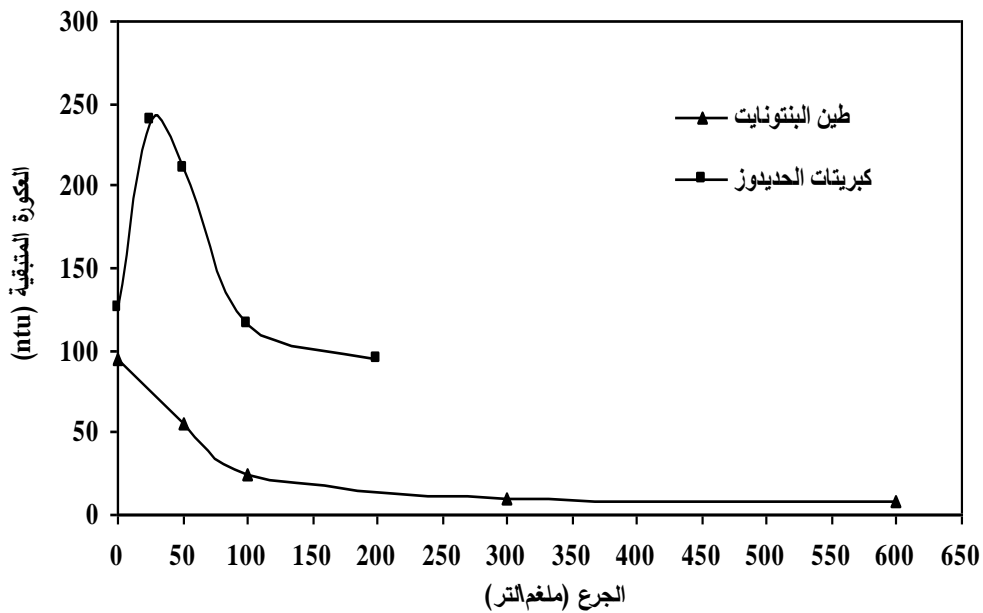
شكل رقم (2): يوضح كفاءة استخدام كبريتات الحديدوز لوحدها في ازالة الكبريتيد.



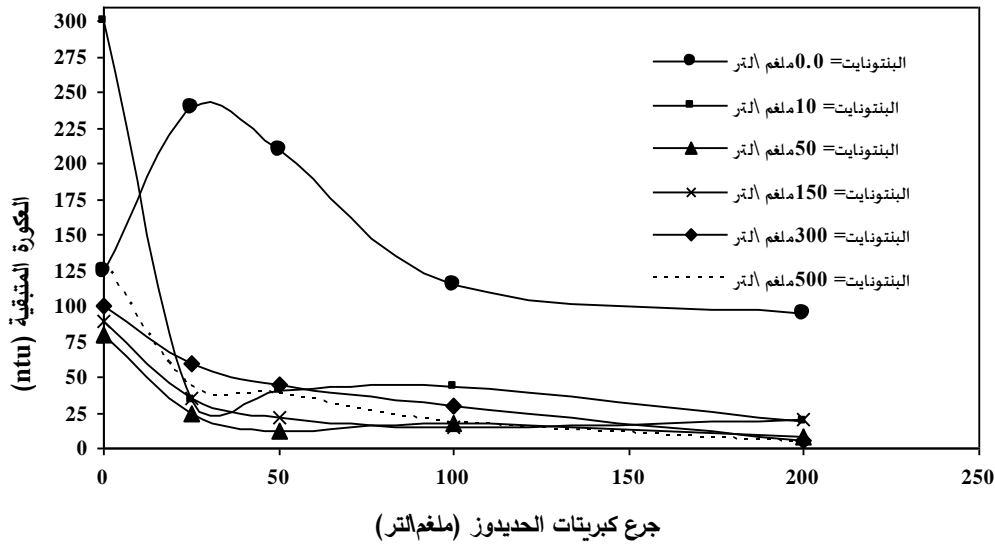
شكل رقم (3): يوضح كفاءة استخدام طين البنتونايت لوحده في ازالة الكبريتيد.



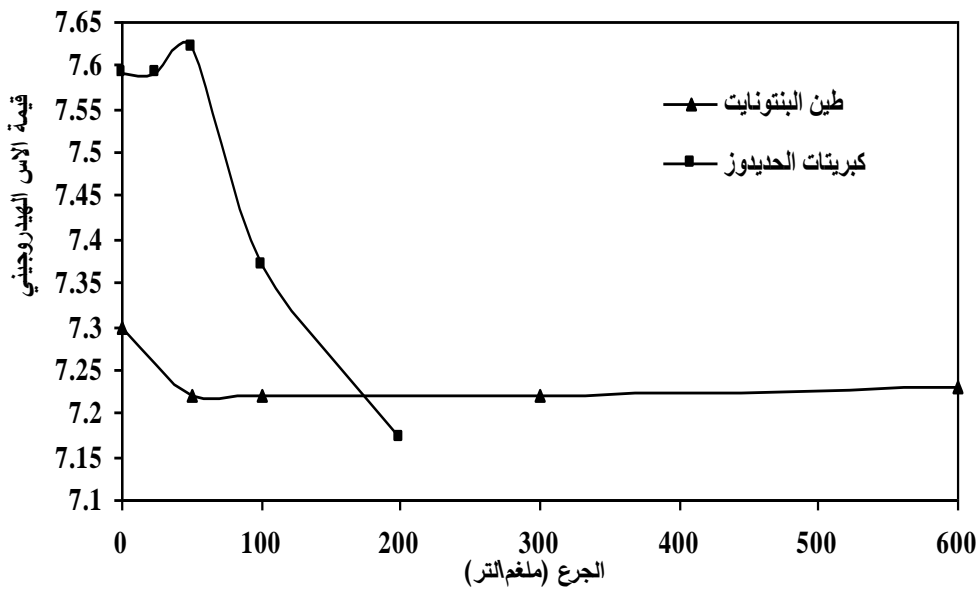
شكل رقم (4): يوضح كفاءة إزالة الكبريتيد عند إضافة طين البنطونايت مع كبريتات الحديدوز.



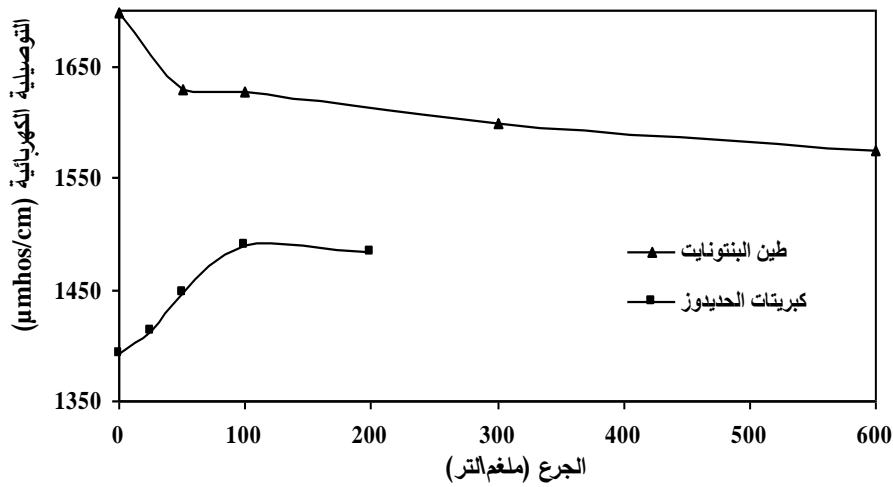
شكل رقم (5): يوضح تأثير كل من كبريتات الحديدوز وطين البنطونايت على العكورة المتبقية في الماء المعالج.



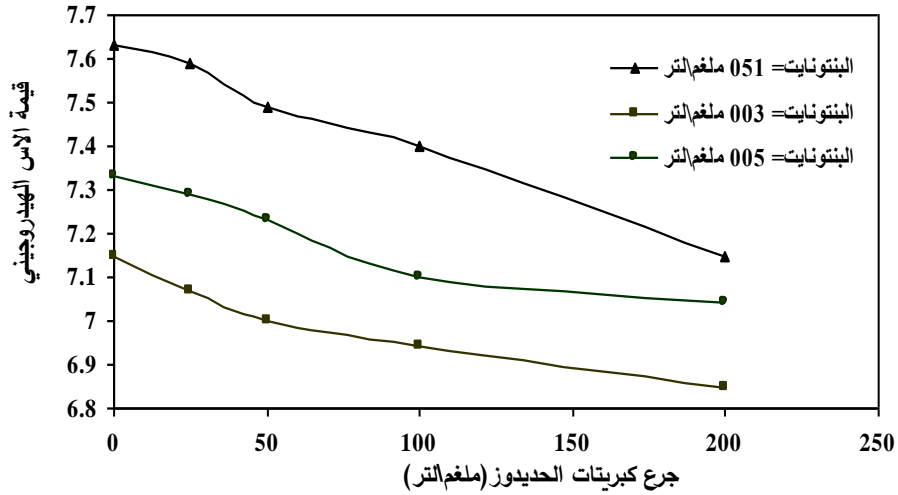
شكل رقم (6): يوضح تأثير استخدام كبريتات الحديدوز مع طين البنطونايت على العكورة المتبقية في الماء المعالج.



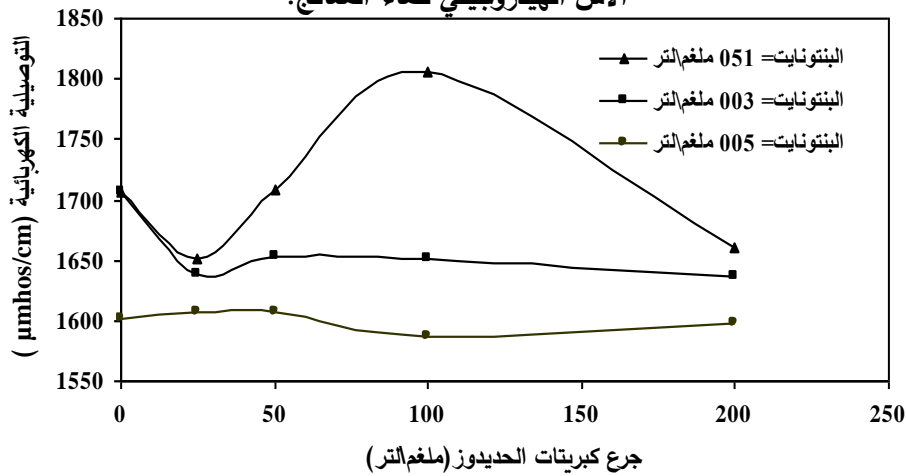
شكل رقم (7): يوضح تأثير تغير جرعة كل من كبريتات الحديدوز و طين البنطونايت على قيمة الالاس الهيدروجيني للماء المعالج.



شكل رقم (8): يوضح تأثير تغاير جرع كل من كبريتات الحديدوز و طين البنتونايت على قيمة التوصيلية الكهربائية للماء المعالج.



شكل رقم (9): يوضح تأثير تداخل استخدام طين البنتونايت مع كبريتات الحديدوز على قيمة الالاس الهيدروجيني للماء المعالج.



شكل رقم (10): يوضح تأثير تداخل استخدام طين البنتونايت مع كبريتات الحديدوز على قيمة التوصيلية الكهربائية للماء المعالج.



## **SULFIDE REMOVAL FROM THE SULFIDE SPRING**

**Mus'ab A. Al-Tamir    Abdulah Ismail Al- Haialy    Laith A. Al-Anaz**  
**Civil Department- University of Mosul**

### **ABSTRACT**

In this study ferrous sulfate had been used as an oxidant for removing the sulfide from water samples taken from sulfide spring in Hamam al-alil south of the Mosul city. The study revealed that ferrous sulfate is efficient in removing sulfide in dose not to exceed to 200mg/l with an efficiency of 77%, also adding of Bentonite clay with ferrous sulfate in a dose of 150mg/l and eliminate the black color due to addition of ferrous sulfate, However; Bentonite clay is inefficient in removing sulfide from the water with dose more than 300mg/l, also the study revealed that the use of Bentonite clay alone or with ferrous sulfate reduce the turbidity of treated water with efficiency more than 89%.

### **KEY WORDS**

Water treatment, Sulfide removal, Ferrous sulfate, Bentonite Clay.