

## استخدام بعض الطرائق في إزالة كبريتيد الهيدروجين من المياه الكبريتية واستخدامها في ري محصول الشعير

أكرم عبد اللطيف الحديثي      صدام حسن عبد العزيز الراوي

كلية الزراعة – جامعة الأنبار

### الخلاصة

أجريت تجربة مختبرية في مختبرات كلية الزراعة جامعة الأنبار لدراسة خصائص المياه الكبريتية وطرائق معالجتها للتخلص من كبريتيد الهيدروجين الذي يعتبر سام للإنسان والحيوان والنبات على حد سواء. وقد استخدم في معالجة هذه المياه طرائق عديدة وهي المعالجة باستخدام التهوية والكربون المنشط وطين البنتونايت وحامض النتريك وبيروكسيد الهيدروجين وأوكسيد المنغنيز، وقد تم مقارنة نتائج المعالجات من ناحية نسب الإزالة لكبريتيد الهيدروجين. أما تجربة الزراعة لمحصول الشعير المروى بالمياه المعالجة بالطرق المختلفة والمياه الكبريتية غير المعالجة بالمقارنة مع مياه نهر الفرات ومياه بزل ذات إيصالية كهربائية مساوية لإيصالية المياه الكبريتية غير المعالجة. أظهرت النتائج أن أفضل طرائق الإزالة لكبريتيد الهيدروجين هي باستخدام حامض النتريك وبنسبة إزالة 88% يليها معالجة بيروكسيد الهيدروجين وبنسبة إزالة 77% وأقلها إزالة هي المعالجة بالتهوية وبنسبة إزالة 40%. كما أظهرت النتائج أن أكثر الطرائق خفضاً للملوحة الكامنة هو حامض النتريك ثم يليه التهوية ثم أوكسيد المنغنيز ثم بيروكسيد الهيدروجين ثم البنتونايت. جميع مواد المعالجة أدت إلى زيادة في الوزن الجاف وحاصل الحبوب لمحصول الشعير بالمقارنة مع وزنه عند الري بالمياه الكبريتية غير المعالجة إلا أن الزيادة كانت غير معنوية بالنسبة لمعالجة البنتونايت والكربون المنشط ومعنوية لمعالجة حامض النتريك وبيروكسيد الهيدروجين والكلورين.

## Use of some methods in the removal of hydrogen sulfide from sulfide water and used it for irrigation of barley crop

Akram A. Alhadethi

Saddam H. Alrawi

College of Agriculture Anbar University

### Abstract

Laboratory experiment was carried out in the laboratories of the college of Agriculture, University of Anbar to study the properties of sulfide water and processing methods for the disposal of hydrogen sulfide, which is toxic to humans, animals and plants alike. A treatments using were aeration, activated carbon, bentonite clay, nitric acid, hydrogen peroxide and manganese oxide, has been compared to the results of the processors in terms of rates of removal of hydrogen sulfide. The field experiment of the barley crop irrigated with water treated in various methods and untreated sulfide water compared with of the Euphrates River water and drainage water with electrical conductivity equal to the electrical conductivity of untreated sulfide water. The results

showed that the best treatment for the removal of hydrogen sulfide are using nitric acid by removing 88%, followed by hydrogen peroxide treatment, removal by 77% and the least of which is the removal of treatment and ventilation by removing 40%. The results showed that more methods reduction of potential salinity was nitric acid is then followed by ventilation. All methods treatment led to an increase in dry weight and grain yield of barley crop compared with the weight of untreated sulfide water, but the increase was not significant for the treatment of bentonite and activated carbon while there is a significant increase for nitric acid, hydrogen peroxide and chlorine treatments

### المقدمة

تعد المياه من الموارد الأساسية التي تتحكم بتوزيع السكان ونشاطاتهم الاقتصادية وبخاصة الزراعة وهي بذلك أهم مرتكزات الأمن الغذائي والأمن القومي الوطني، إن تفاقم مشكلات المياه وتزايد الطلب عليها ناتج عن النمو السكاني وتزايد متطلبات التنمية الاقتصادية. ذكر (1) أنه يمكن أن نقسم مصادر المياه في العراق إلى المياه السطحية ومياه التساقط والمياه الجوفية، إذ يعتمد العراق في توفير احتياجاته المائية بالدرجة الأساس على نهري دجلة والفرات. وذكر أن كمية المياه الواردة إلى العراق من النهرين قبل عام 1990 هي بمعدل 80 مليار م<sup>3</sup> سنوياً وتراجعت هذه الكمية إلى النصف تقريباً في الوقت الحاضر بسبب كثرة المشاريع والاستثمارات في الدول المتشاطئة على النهرين والظروف الطبيعية التي ساهمت في إحداث التغيرات المناخية العالمية كظاهرة الاحتباس الحراري وغيرها. أما التساقط في العراق فإن معظمه يكون على شكل أمطار وبسبب طبيعة مناخ العراق الصحراوي وشبه الصحراوي الذي يغطي نحو 80% من مساحة العراق فأماطاره تتصف بالشحّة والتذبذب أما المياه الجوفية المتواجدة في باطن الأرض تنقسم إلى قسمين الأول المياه الجوفية المتجددة أو تحت السطحية لأنها قريبة من سطح الأرض والثاني المياه الجوفية غير المتجددة (العميقة)، إن المياه الجوفية المتجددة تعتمد في تغذيتها على مياه الأمطار أو التسربات الناتجة عن ترشيح وسريان مياه الأنهار والسيول وأحواضها وكمياتها تكون صغيرة. تؤدي المياه الجوفية دوراً هاماً في المناطق الصحراوية لأنها المصدر الوحيد للمياه. أما المياه الجوفية في منطقة البادية الشمالية فتعد المصدر الرئيسي لمياه القبائل والبدو الرحل في الهضبة الغربية (منطقة الدراسة)، في حين تعد منطقة الجزيرة من أكثر المناطق اعتماداً على المياه الجوفية في منطقة البادية الشمالية.

المياه الكبريتية هي المياه التي تحوي على نسب عالية من غاز كبريتيد الهيدروجين ( $H_2S$ ) المسبب للرائحة والطعم غير المستساغ للمياه. إن التعرض المستمر لهذه الرائحة يسبب امراضاً في الجهاز التنفسي ولها تأثيراً فيزيائياً على حاسة الشم (2). إن المياه الكبريتية من المياه المنتشرة بشكل واسع في كافة أنحاء العالم، وفي العراق تنتشر بكميات كبيرة في محافظة الأنبار ومحافظة نينوى وفي إقليم كردستان ومناطق أخرى، ومن الأسباب الرئيسة لتولد الغاز هو اختزال البكتيريا لمركبات الكبريت التي تتواجد طبيعياً في المياه الجوفية وبمعزل عن الهواء الجوي، إذ تستخدم هذه البكتيريا اللاهوائية الكبريت الناجم عن تحلل النباتات، والصخور والتربة كغذاء لها أو كمصدر للطاقة، وينتج عن هذه العملية تولد الغاز كنتاج ثانوي، وتواجدها في الماء يحدث الطعم السيء والرائحة الكريهة للمياه. ويتركب الغاز من ذرتي هيدروجين وذرة كبريت  $H_2S$  ويتواجد في عدة مناطق في مياه المجاري والمياه الجوفية وكذلك في مناطق مصافي النفط كذلك من الممكن أن ينبعث الغاز من خلال الصناعات التي تركز على مركبات الكبريت (3).

أن الأنواع الرئيسية من الكبريتيد في المياه الجوفية هي كبريتيد الهيدروجين ( $H_2S$ ) والبيسفيد ( $HS^-$ ) والكبريتيد ( $S_2^{2-}$ ) فعند الأس الهيدروجيني بين 5 إلى 6 فإن النوع السائد يكون كبريتيد الهيدروجين وعند الأس الهيدروجيني بين 7 إلى 9 فإن النوع السائد يكون ( $HS^-$ ) وعند الأس الهيدروجيني أكبر من 9 فإن  $S_2^{2-}$  يكون هو السائد<sup>(4)</sup>. إن كبريتيد الهيدروجين يتأكد إلى الكبريتات والتي هي أقل ضرراً من الكلوريدات على النبات إذ وجد إن التأثير الضار لأيون الكلور يعادل ضعف التأثير الضار للكبريتات عند التركيز نفسه واستخدم مصطلح الملوحة الكامنة ((Potential Salinity والذي يعتمد في حسابه على تركيز الكبريتات والكلوريدات كما في المعادلة

$$\text{Potential Salinity} = Cl^{-1} + 0.5 SO_4^{-2}$$

ويعبر عنه بالمللي مكافئ لتر<sup>-1</sup>. وعدت القيم 520— و315— و37— مناسبة لري الترب ذات النفاذية الجيدة والمتوسطة والواطئة على التوالي. تواجد ايونات الكلوريد مع ايونات الكبريتات في المياه الكبريتية وبعض الايونات التي تزيد من التأثير الضار فيها والتي تكون لها اهمية في تحديد نوعية المياه لكن تأثير الكلور الضار يكون قليلا بسبب عدم امتزازه على سطوح الأطيان<sup>(5)</sup>. هناك طرق كيميائية وفيزيائية وبابولوجية متبعة لإزالة كبريتيد الهيدروجين ( $H_2S$ ) من المياه ويمكن ان تحدد الطريقة تبعا للغاية التي من اجلها يزال كبريتيد الهيدروجين فإذا كان هدفها الحصول على مياه الشرب فإن الطريقة تختلف عما إذا كانت الهدف الحصول على مياه تستعمل للزراعة أو الصناعة لذا فإن طريقة المعالجة تتبع الغاية من المعالجة وكذلك تتبع تركيز  $H_2S$  في هذه المياه فإذا كان تركيز كبريتيد الهيدروجين عالياً فإن طريقة إزالته تعتمد على عدة اليات أو تشمل أكثر من طريقة في ان واحد للتخلص من كبريتيد الهيدروجين. وذكر (6) إن أكثر الطرق فعالية لإزالة كبريتيد الهيدروجين من حيث التكاليف يعتمد بالمقام الأول على تركيز كبريتيد الهيدروجين الذائب في الماء المعالج. لذا فإن إزالة كبريتيد الهيدروجين تعتمد بالغالب على واحدة أو أكثر أو مجموع العمليات التالية: الأكسدة بالتهوية الأكسدة بالمواد الكيميائية (الأوكسجين، الكلور، الأوزون، برمنغنات البوتاسيوم، بيروكسيد الهيدروجين، املاح الحديد) والترشيح الميكروبيولوجي والأكسدة ثم استخدام الترشيح الميكروبيولوجي والتبادل على اسطح الغرويات ثم الترشيح باستخدام الرمل الأخضر مع المنغنيز (3) و(4) و(6) و(7) و(9) يهدف البحث الى دراسة عدة طرائق لمعالجة المياه الكبريتية كيميائيا ومدى قدرتها في ازالة كبريتيد الهيدروجين وإثرها في حاصل الشعير المروى بهذه المياه.

### المواد و طرائق العمل

**التجربة المختبرية:** تم جلب المياه الكبريتية من منطقة جبهة 70 كم غرب مدينة الرمادي عند خط عرض  $33^{\circ}17'45.18''$  شمالا وخط طول  $42^{\circ}39'34.05''$  وهي مياه بئر ارتوازي تتدفق منه المياه الكبريتية بتصريف (3 م<sup>3</sup> دقيقة<sup>-1</sup>) تقريبا. وجدول 1 يبين بعض الخصائص الكيميائية لهذه المياه ومياه نهر الفرات ومياه بزل من مبزل قريب من موقع التجربة في قضاء الصقلاوية.

**طرق المعالجة المستخدمة في المختبر:** استخدمت مواد مختلفة هي طين البنتونايت والكاربون المنشط وأوكسيد المنغنيز وحامض النتريك وبيروكسيد الهيدروجين والكلورين والتهوية في معالجة المياه الكبريتية وكما يلي:

**أولاً:** استخدام طين البنتونايت تم إضافة طين البنتونايت إلى المياه الكبريتية وذلك بإضافة: 1.0 و 1.5 و 2.0 و 2.5 و 3.0 غم إلى حاوية سعة 1 لتر من المياه الكبريتية

**جدول 1. بعض الخصائص الكيميائية للمياه الكبريتية ومياه نهر الفرات ومياه بزل المستخدمة في التجربة**

العينة	EC	pH	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>
	ds.m <sup>-1</sup>								
مياه كبريتية	3.8	7.0	9.0	1.8	8.5	5.3	15.6	11.7	4.4
نهر الفرات	1.4	7.6	7.5	0.1	2.4	1.8	7.8	1.1	3.2
مياه بزل	6.5	7.1	15.3	2.9	13.4	10.1	24.8	18.4	10.9

**ثانياً: استخدام الكربون المنشط:** تم استخدام الكربون المنشط في معالجة المياه الكبريتية وبالكميات 0.5 و 1.0 و 1.5 و 2.0 و 2.5 غرام إلى حاوية سعة 1 لتر من المياه الكبريتية،

**ثالثاً: استخدام أوكسيد المنغنيز: MnO** تم استخدام أوكسيد المنغنيز (MnO) في معالجة المياه الكبريتية وبتراكيز: 0.1 و 0.2 و 0.3 و 0.4 و 0.5 غرام إلى حاوية سعة 1 لتر من المياه الكبريتية.

**رابعاً: استخدام حامض النتريك (HNO<sub>3</sub>):** تم استخدام حامض النتريك (HNO<sub>3</sub>) في معالجة المياه الكبريتية وذلك بإضافة 1 و 2 و 3 و 4 و 5 مل من حامض النتريك بتركيز 1 N إلى حاوية سعة 1 لتر من المياه الكبريتية.

**خامساً: استخدام بيروكسيد الهيدروجين: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** تم استخدام بيروكسيد الهيدروجين (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) في معالجة المياه الكبريتية وذلك بإضافة 0.25 و 0.50 و 750 و 1.25 و 1.5 مل من بيروكسيد الهيدروجين تركيزه (50 %) إلى حاوية سعة 1 لتر من المياه الكبريتية.

**سادساً: استخدام الكلورين:** تم استخدام الكلورين في معالجة المياه الكبريتية حيث استخدام الكلور المتوفر الأسواق لأغراض التعقيم أو ما يسمى بالقاصر وتركيزه 15% وذلك بإضافة: 0.25 و 0.50 و 1.00 و 2.00 و 3.00 مل لكل لتر من المياه الكبريتية.

**سابعاً: استخدام التهوية:** تم استخدام التهوية في معالجة المياه الكبريتية وباستخدام جهاز حقن للهواء لمدة: 1 و 2 و 3 و 4 و 5 ساعة تم بعدها حفظ المياه المعالجة لأغراض التحليل الكيميائي.

**التجربة الحقلية:** أجريت تجربة حقلية بهدف دراسة تأثير الري بالمياه المعالجة في نمو وحاصل محصول الشعير بالمقارنة مع مياه نهر الفرات ومياه بزل لها نفس الإيصالية الكهربائية. أجريت التجربة في أرض زراعية في منطقة الأزركية التابعة لقضاء الفلوجة 45 كم شرق الرمادي وبيّن جدول 2 بعض خصائص التربة.

أجريت عمليات حراثة وتحضير الألواح بمساحة (1م<sup>2</sup>) (1م X 1م) وترك مسافة 1م بين لوح وآخر وذلك في نهاية تشرين الأول 2012 وقد اخذ نموذج من التربة من العمق 0-30 سم. استعملت 8 معاملات مياه ري في تجربة الزراعة شملت 5 مياه كبريتية معالجة وهي مياه كبريتية معالجة بالبنتونايت ومياه كبريتية معالجة

بالكلورين ومياه كبريتية معالجة بالكربون المنشط ومياه كبريتية معالجة بحامض النتريك ومياه كبريتية معالجة بيروكسيد الهيدروجين (باستعمال تركيز واحد هو التركيز الثالث) (وقد استبعدت معاملات التهوية وأوكسيد المنغنيز من التجربة الحقلية) ومياه كبريتية غير معالجة ومياه مالحة غير كبريتية بنفس التوصيل الكهربائي للمياه الكبريتية (مياه بزل) إضافة الى مياه نهر الفرات. تمت الزراعة بتاريخ 20-11-2012 لصنف الشعير 244 والذي جلب من محطة ابحاث ابو غريب وهو صنف مصدق ويعتبر من الأصناف ثنائية الغرض واعتمد سنة 2010 وكانت الزراعة على خطوط المسافة بين خط وآخر 15 سم وعلى عمق 5 سم وبكمية بذار 100 كغم. هكتار<sup>-1</sup>. تم التسميد بإضافة 200 كغم N. هكتار<sup>-1</sup> على شكل يوريا (46% N) وإضافة 80 كغم P. هكتار<sup>-1</sup> من سماد ثنائي امونيوم الفوسفات (DAP) حيث تم حساب الكمية الواجب اضافتها من سماد (DAP) الدفعة الاولى كل الفسفور وجزء من النيتروجين اما الدفعة الثانية من النيتروجين فقد أضيفت على شكل يوريا. اخذ حاصل الوزن الجاف وحاصل الحبوب في نهاية موسم الزراعة. قدرت خصائص المياه والتربة اعتمادا على Page (1980) عدا قياس تركيز كبريتيد الهيدروجين (H<sub>2</sub>S) فقد تم تقديره في الماء بالطريقة الوزنية (10). ويقاس تركيز كبريتيد الهيدروجين من وزن الراسب والنسبة الجزيئية بعد حساب وزن الراسب ZnS (w) بالمغم من حساب فرق الوزن لورقة الترشيح.

## جدول 2. بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة المستخدمة في الدراسة.

الصفة	الوحدة	القيمة
درجه تفاعل التربة pH 1:1		7.3
الإيصالية الكهربائية (EC) 1:1	ديسي سيمنز م <sup>-1</sup>	3.82
المادة العضوية	غم كغم <sup>-1</sup>	5.1
الجبس	غم كغم <sup>-1</sup>	6.3
CaCO <sub>3</sub>	غم كغم <sup>-1</sup>	206.9
السعة التبادلية للأيونات الموجبة (CEC)	سنتي مول شحنة كغم <sup>-1</sup>	23.4
الكثافة الظاهرية	ميكا غرام م <sup>-3</sup>	1.3
الايونات الذائبة الموجبة	مليمول لتر <sup>-1</sup>	15.4
		10.8
		11.4
		3.2
الايونات الذائبة السالبة	مليمول لتر <sup>-1</sup>	11.0
		3.2
		50.4
النيتروجين الجاهز	%	0.032
الفسفور الجاهز	ملغم كغم <sup>-1</sup>	9.8
البوتاسيوم الجاهز	ملغم كغم <sup>-1</sup>	126.9
	غم كغم <sup>-1</sup>	490
مفصولات التربة	الرمل	300
	الغرين	210
	الطين	
صنف النسجة	مزججة	

## النتائج والمناقشة

### تركيز كبريتيد الهيدروجين $H_2S$

يبين شكل 1 تأثير المعالجة بتراكيز من مواد معالجة مختلفة (الكربون المنشط والبنطونايت وأوكسيد المنغنيز وحامض النتريك الكلورين وبيروكسيد الهيدروجين والتهوية) في تركيز كبريتيد الهيدروجين. إذ أظهرت النتائج إن تركيز كبريتيد الهيدروجين للمياه الكبريتية غير المعالجة هو 234.6 ملغم.لتر<sup>-1</sup>. وأدت المعالجة باستعمال حامض النتريك إلى انخفاض في تركيز كبريتيد الهيدروجين، إذ أدى إضافة التراكيز 1 و 2 و 3 و 4 و 5 مل من حامض النتريك (1N) إلى لتر مياه كبريتية إلى خفض تركيز كبريتيد الهيدروجين إلى 24 ملغم.لتر<sup>-1</sup> وبنسبة خفض 88% عند استعمال التراكيز 2 و 3 و 4 و 5 مل من حامض النتريك (1N) إلى لتر مياه كبريتية مقارنة بالمياه الكبريتية غير المعالجة (شكل 2). كما أدت المعالجة باستعمال بيروكسيد الهيدروجين إلى انخفاض في تركيز كبريتيد الهيدروجين، إذ أدى إضافة التراكيز (0.25 و 0.5 و 1.25 و 1.50) مل من بيروكسيد الهيدروجين تركيزه 50 % إلى لتر مياه كبريتية إلى خفض تركيز كبريتيد الهيدروجين إلى 57 ملغم.لتر<sup>-1</sup> وبنسبة خفض 77% عند استعمال التراكيز 0.75 و 1.25 و 1.50 مل من بيروكسيد الهيدروجين تركيزه 50 % إلى لتر مياه كبريتية مقارنة بالمياه الكبريتية غير المعالجة. كما أدت المعالجة باستعمال أوكسيد المنغنيز إلى انخفاض في تركيز كبريتيد الهيدروجين، إذ أدى إضافة التراكيز 0.1 و 0.2 و 0.3 و 0.4 و 0.5 غم.لتر<sup>-1</sup> إلى خفض تركيز كبريتيد الهيدروجين إلى 62.4 ملغم.لتر<sup>-1</sup> وبنسبة انخفاض 75% عند استعمال التركيز 0.5 غم.لتر<sup>-1</sup> مقارنة بالمياه الكبريتية غير المعالجة.

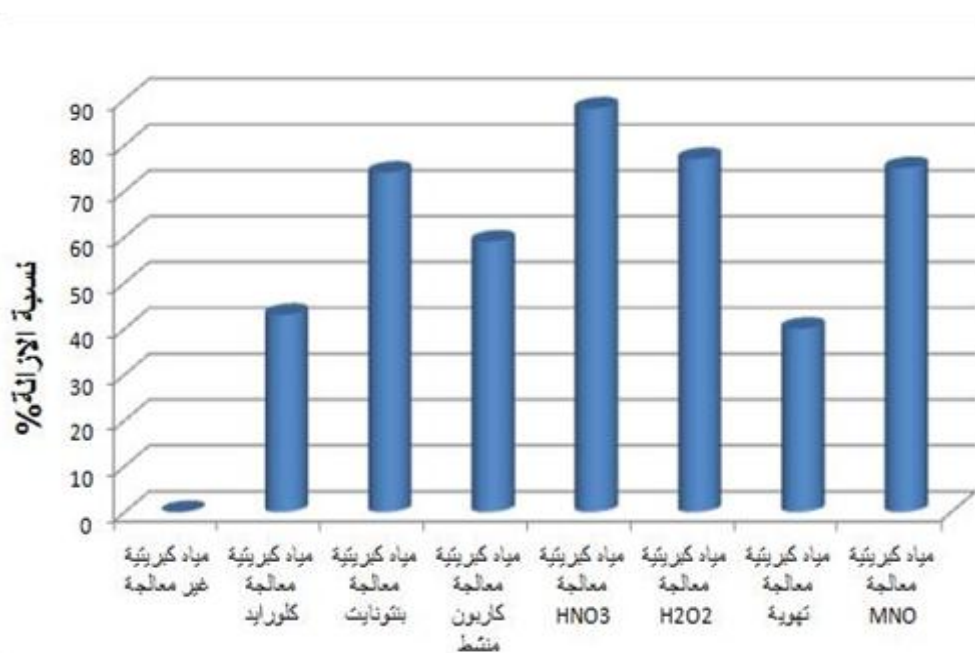
كذلك أدت المعالجة باستعمال البنطونايت إلى خفض تركيز كبريتيد الهيدروجين، إذ أدى إضافة التراكيز 1.0 و 1.5 و 2.0 و 2.5 و 3.0 غم بنتونايت إلى لتر مياه كبريتية إلى خفض تركيز كبريتيد الهيدروجين إلى 62 ملغم.لتر<sup>-1</sup> وبنسبة خفض 74 % عند استعمال تراكيز المعالجة 1.5 و 2.0 و 2.5 و 3.0 غم بنتونايت إلى لتر مياه كبريتية مقارنة بالمياه الكبريتية غير المعالجة. كما أدت المعالجة بالكربون المنشط إلى انخفاض تركيز كبريتيد الهيدروجين، إذ أدى إضافة التراكيز 0.5 و 1.0 و 1.5 و 2.0 و 2.5 غم كربون منشط.لتر<sup>-1</sup> مياه كبريتية إلى خفض تركيز كبريتيد الهيدروجين إلى 96 ملغم.لتر<sup>-1</sup> وبنسبة انخفاض 59 % لأي من تراكيز المعالجة المستخدمة مقارنة بالمياه الكبريتية غير المعالجة. أدت المعالجة باستعمال الكلورين إلى انخفاض تركيز كبريتيد الهيدروجين، إذ أدى إضافة التراكيز 0.25 و 0.5 و 1.0 و 2.0 و 3.0 مل من الكلورين تركيزه 15 % إلى لتر مياه كبريتية إلى انخفاض تركيز كبريتيد الهيدروجين إلى 134 ملغم.لتر<sup>-1</sup> وبنسبة خفض 43% عند استعمال تراكيز 1.0 و 2.0 و 3.0 مل من الكلورين تركيزه 15 % إلى لتر مياه كبريتية المعالجة مقارنة بالمياه الكبريتية غير المعالجة.

كذلك أدت المعالجة باستعمال مدد التهوية إلى انخفاض تركيز كبريتيد الهيدروجين، إذ أدت التهوية بمدد 1 و 2 و 3 و 4 و 5 ساعة إلى انخفاض تركيز كبريتيد الهيدروجين إلى 144 ملغم.لتر<sup>-1</sup> وبنسبة خفض 40% عند

استعمال مدد التهوية 3 و4 و5 ساعة مقارنة بالمياه الكبريتية غير المعالجة. اذ يلاحظ ان جميع طرق المعالجة وتراكيزها أدت إلى خفض تركيز كبريتيد الهيدروجين في المياه المعالجة مقارنة بتركيزه في المياه الكبريتية غير المعالجة وكان أكثر المعالجات خفضاً لتركيز كبريتيد الهيدروجين هو على التتابع: حامض النتريك > بيروكسيد الهيدروجين > أوكسيد المنغنيز > البنتونايت > الكربون المنشط > الكلورين > التهوية.



شكل 1. تأثير طرائق المعالجات المختلفة في إزالة H<sub>2</sub>S ملغم لتر<sup>-1</sup>



شكل 2 النسبة المئوية لإزالة كبريتيد الهيدروجين باستخدام طرائق المعالجات المختلفة



## الملوحة الكامنة

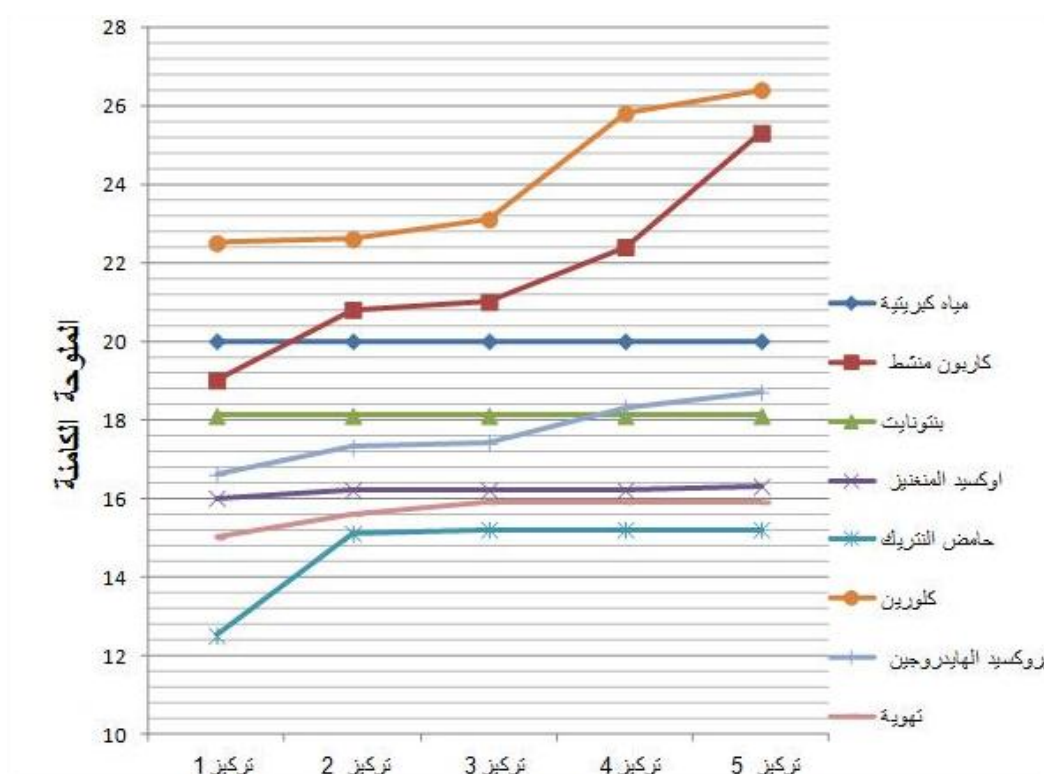
يبين شكل 3 تأثير المعالجة بتراكيز من مواد معالجة مختلفة (الكربون المنشط، البنتونايت، أكسيد المنغنيز، حامض النتريك، الكلورين، بيروكسيد الهيدروجين والتهوية) في الملوحة الكامنة. إذ أظهرت النتائج أن الملوحة الكامنة للمياه الكبريتية غير المعالجة هو 20.0 ملليمكافىء لتر<sup>-1</sup>. أدت المعالجة باستعمال الكلورين إلى زيادة في الملوحة الكامنة، إذ أدى إضافة التراكيز 0.25 و 0.5 و 1.0 و 2.0 و 3.0 مل من الكلورين تركيزه 15 % إلى لتر مياه كبريتية إلى زيادة الملوحة الكامنة إلى 22.5 و 22.6 و 23.1 و 25.8 و 26.4 ملليمكافىء لتر<sup>-1</sup> على التتابع وبنسبة زيادة 13% و 13% و 16% و 29% و 32% مقارنة بالمياه الكبريتية غير المعالجة.

كما أدت المعالجة بالكربون المنشط إلى زيادة في الملوحة الكامنة، إذ أدى إضافة التراكيز 0.5 غم كربون منشط لتر<sup>-1</sup> مياه كبريتية إلى زيادة في الملوحة الكامنة إلى 19.0 ملليمكافىء لتر<sup>-1</sup> وبنسبة زيادة 5% مقارنة بالمياه الكبريتية غير المعالجة، في حين أدى إضافة التراكيز 1.0 و 1.5 و 2.0 و 2.5 غم كربون منشط لتر<sup>-1</sup> مياه كبريتية إلى زيادة في الملوحة الكامنة إلى 20.8 و 21.0 و 22.4 و 25.3 ملليمكافىء لتر<sup>-1</sup> على التتابع وبنسب زيادة 4 % و 5%، و 12% و 27% مقارنة بالمياه الكبريتية غير المعالجة. كذلك أدت المعالجة باستعمال البنتونايت إلى خفض الملوحة الكامنة، إذ أدى إضافة التراكيز 1.0 و 1.5 و 2.0 و 2.5 و 3.0 غم بنتونايت إلى لتر مياه كبريتية إلى خفض الملوحة الكامنة إلى 18.1 كمعدل وبنسبة خفض 10 % مقارنة بالمياه الكبريتية غير المعالجة. كما أدت المعالجة باستعمال بيروكسيد الهيدروجين إلى انخفاض في الملوحة الكامنة، إذ أدى إضافة التراكيز 0.25 و 0.5 و 0.75 و 1.25 و 1.50 مل من بيروكسيد الهيدروجين إلى لتر مياه كبريتية إلى خفض الملوحة الكامنة إلى 16.6 و 17.3 و 17.4 و 18.3 و 18.7 ملليمكافىء لتر<sup>-1</sup> على التتابع وبنسبة خفض 17% و 14% و 13% و 9% و 7% مقارنة بالمياه الكبريتية غير المعالجة.

أدت المعالجة باستعمال أكسيد المنغنيز إلى انخفاض في الملوحة الكامنة، إذ أدى إضافة التراكيز 0.1 و 0.2 و 0.3 و 0.4 و 0.5 غم لتر<sup>-1</sup> إلى خفض الملوحة الكامنة إلى 16.2 ملليمكافىء لتر<sup>-1</sup> كمعدل وبنسبة انخفاض 19% مقارنة بالمياه الكبريتية غير المعالجة. كذلك أدت المعالجة بالتهوية إلى انخفاض الملوحة الكامنة، إذ أدت التهوية بمدد 1 و 2 و 3 و 4 و 5 ساعة إلى انخفاض الملوحة الكامنة إلى 15.6 كمعدل وبنسبة خفض 22 % مقارنة بالمياه الكبريتية غير المعالجة. وأدت المعالجة باستعمال حامض النتريك إلى انخفاض في الملوحة الكامنة، إذ أدى إضافة التراكيز 2 و 3 و 4 و 5 مل من حامض النتريك (1N) إلى لتر مياه كبريتية إلى خفض الملوحة الكامنة إلى 15.1 ملليمكافىء لتر<sup>-1</sup> كمعدل وبنسبة خفض 38% مقارنة بالمياه الكبريتية غير المعالجة أما إضافة التركيز الأول (1 مل من حامض النتريك (1N) إلى لتر مياه كبريتية) أدى إلى خفض الملوحة الكامنة إلى 12.5 ملليمكافىء لتر<sup>-1</sup> وبنسبة خفض 24% مقارنة بالمياه الكبريتية غير المعالجة.



يلاحظ مما تقدم أن المعالجة بالكورين والكربون المنشط أدى إلى زيادة في الملوحة الكامنة، ويلاحظ أيضا أن باقي المعالجات أدت إلى خفض الملوحة الكامنة وكأن أكثر المعالجات خفضا هو حامض النتريك ثم يليه التهوية ثم أكسيد المنغنيز ثم بيروكسيد الهيدروجين ثم البنتونايت، وهذا يعني أن المواد المعالجة ذات تأثير كبير في أكسدة غاز كبريتيد الهيدروجين إلى الكبريتات مما تؤدي إلى زيادة في تركيز الكبريتات وخفض تركيز الكلورايد وبالتالي خفض في تركيز الملوحة الكامنة.



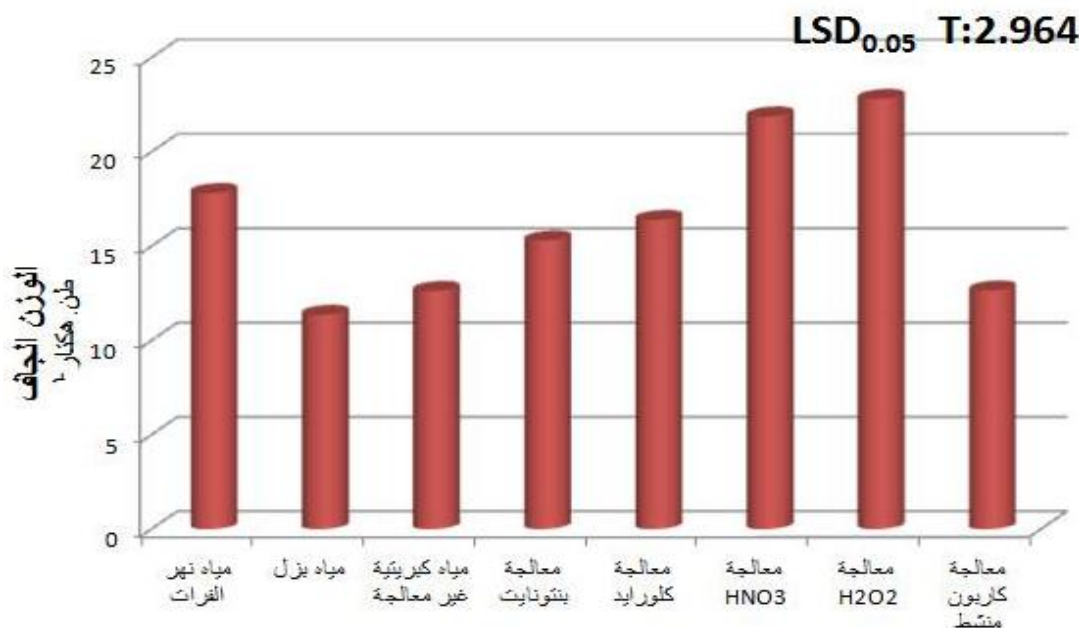
شكل 3. تأثير المعالجات المختلفة للمياه الكبريتية في تركيز الملوحة الكامنة.

### الوزن الجاف:

يبين شكل 4 تأثير الري بمياه كبريتية معالجة بخمسة مواد مختلفة (الكربون المنشط والبنتونايت وحامض النتريك والكلورين وبيروكسيد الهيدروجين) في الوزن الجاف لمحصول الشعير بالمقارنة مع الري بمياه كبريتية غير معالجة والري بمياه نهر الفرات والري بمياه بزل لها نفس الكهربية للمياه الكبريتية. أظهرت النتائج وجود فرق معنوي في الوزن الجاف لمحصول الشعير عند الري بمياه البزل وبوزن 11.36 طن.هكتار<sup>-1</sup> بالمقارنة مع الوزن الجاف للمحصول عند الري بمياه نهر الفرات وبوزن 17.82 طن.هكتار<sup>-1</sup>، في حين لم يكن هناك فرق معنوي في الوزن الجاف للمحصول عند الري بالمياه الكبريتية غير المعالجة وبوزن 12.62 طن.هكتار<sup>-1</sup>. أدى الري بالمياه الكبريتية المعالجة إلى زيادة الوزن الجاف إلى 15.30 و 16.39 و 21.88 و 22.81 و 12.65 طن هكتار<sup>-1</sup> عند معالجة المياه الكبريتية بالبنتونايت والكلورين وحامض النتريك وبيروكسيد الهيدروجين والكربون المنشط على التتابع،

أي أن جميع مواد المعالجة أدت إلى زيادة في الوزن الجاف لمحصول الشعير بالمقارنة مع وزنه عند الري بالمياه الكبريتية غير المعالجة إذ كان الوزن 12.62 طن/هكتار<sup>1</sup> إلا أن الزيادة كانت غير معنوية بالنسبة لمعالجة البنتونايت ومعالجة الكاربون المنشط ومعنوية لمعالجة الكلورين ومعالجة حامض النتريك ومعالجة بيروكسيد الهيدروجين.

أدى الري بالمياه الكبريتية المعالجة إلى زيادة في الوزن الجاف مقارنة بوزنه عند الري بمياه البزل وكانت قيمته 11.36 طن هكتار<sup>1</sup> وكانت الزيادة معنوية لكل المعالجات عدا المياه الكبريتية معالجة بالكلورين. أما الري بمياه نهر الفرات فقد أدى إلى فروق معنوية بالوزن الجاف وكانت قيمتها 17.82 طن هكتار<sup>1</sup> عند مقارنتها بالري بالمياه الكبريتية غير المعالجة إذ كان هناك زيادة معنوية في الوزن الجاف عند الري بمياه كبريتية معالجة بحامض النتريك وعند الري بمياه كبريتية معالجة بيروكسيد الهيدروجين عند مقارنتها بالري بمياه نهر الفرات، في حين كان هناك انخفاضاً معنوياً في الوزن الجاف عند الري بمياه كبريتية معالجة بالكربون المنشط وانخفاضاً غير معنوي عند الري بمياه كبريتية معالجة بالبنتونايت وعند الري بمياه معالجة بالكربون المنشط.



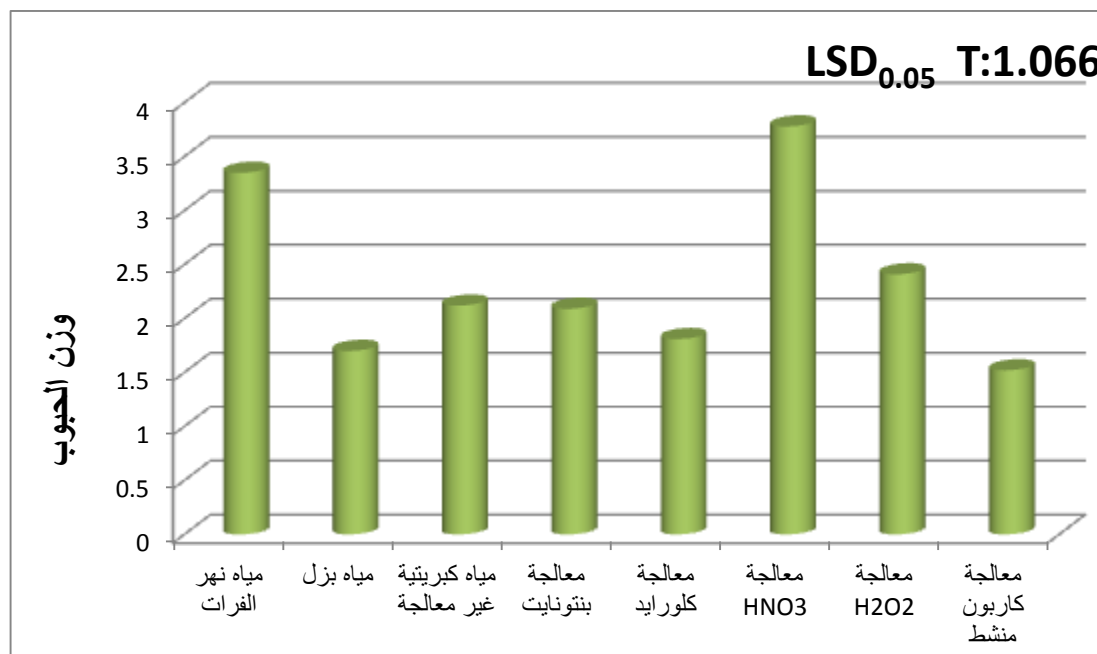
شكل 4. تأثير الري بمياه كبريتية معالجة وغير معالجة بالمقارنة مع مياه نهر الفرات ومياه بزل مالحه في الوزن الجاف للنباتات طن هكتار<sup>-1</sup>.

#### وزن الحبوب:

يبين شكل 5 تأثير الري بمياه كبريتية معالجة بخمسة مواد مختلفة (الكربون المنشط والبنتونايت وحامض النتريك والكلورين وبيروكسيد الهيدروجين) في وزن الحبوب لمحصول الشعير بالمقارنة مع الري بمياه كبريتية غير معالجة والري بمياه نهر الفرات والري بمياه بزل لها نفس الكهربية للمياه الكبريتية. إذ اظهرت النتائج أن وزن الحبوب كان 3.35 طن هكتار<sup>-1</sup> عند الري بمياه نهر الفرات وكان وزن الحبوب 1.70 طن هكتار<sup>-1</sup> عند الري

بمياه البزل وكان وزن الحبوب 2.12 طن هكتار<sup>-1</sup> عند الري بمياه كبريتية غير معالجة إذ يلاحظ زيادة غير معنوية عند الري بمياه كبريتية غير معالجة وعند مقارنتها بالري بمياه البزل في حين كان هناك انخفاضاً معنوياً عند الري بمياه كبريتية غير معالجة ومقارنتها بالري بمياه نهر الفرات.

أن وزن الحبوب عند الري بمياه كبريتية معالجة كان 2.09 و1.81 و3.78 و2.41 و1.52 طن. هكتار<sup>-1</sup> عند معالجة المياه الكبريتية بالبنتونايت والكلورين وحامض النتريك وببروكسيد الهيدروجين والكربون المنشط على التتابع، إذ يلاحظ زيادة في وزن الحبوب لجميع المعالجات مقارنة بوزنها عند الري بمياه البزل يستثنى من ذلك معالجة الكربون المنشط وكانت الزيادة غير معنوية لكل المعالجات إلا في معالجة حامض النتريك فكانت معنوية. ويلاحظ أيضاً زيادة في وزن الحبوب عند الري بمياه كبريتية معالجة بحامض النتريك والري بمياه معالجة بببروكسيد الهيدروجين عند مقارنتها بالري بمياه كبريتية غير معالجة وكانت الزيادة معنوية عند المعالجة بحامض النتريك وغير معنوية عند المعالجة بببروكسيد الهيدروجين أما الري بمياه كبريتية معالجة بالبنتونايت والمعالجة بالكلورين والمعالجة بالكربون المنشط فكانت منخفضة في وزن الحبوب مقارنة بالري بمياه كبريتية غير معالجة وكان الانخفاض غير معنوي. ويلاحظ أيضاً انخفاضاً في وزن الحبوب عند الري بجميع المعالجات إلا في معالجة حامض النتريك عند مقارنتها مع وزن الحبوب عند الري بمياه نهر الفرات وكان الانخفاض معنوي إلا في معالجة بببروكسيد الهيدروجين في حين أدى الري بمياه معالجة بحامض النتريك إلى زيادة غير معنوية عند مقارنتها مع الحاصل عند الري بمياه نهر الفرات.



شكل 5 تأثير الري بمياه كبريتية معالجة وغير معالجة بالمقارنة مع مياه نهر الفرات ومياه بزل مألحة في وزن الحبوب (طن هكتار<sup>-1</sup>).

### المصادر

- 1-توفيق محمد جاسم (2009) ادارة الموارد المائية في العراق الواقع والحلول، إدارة الموارد المائية في العراق الهيئة العامة للسدود والخزانات ادره مشروع سد حميرين. المقدادية-العراق.
- 2- AL-Obaidi, S.A.L. (1994).M.Sc. Thesis, College of Engineering University of Baghdad.
- 3- Steven J. Duranceau, Vito M. Trupiano, Mark Lowenstine, Steven Whidden, and Jason Hopp, 2010. Innovative Hydrogen Sulfide Treatment Methods: Moving Beyond Packed Tower Aeration. JULY.
- 4- S. Edwards, R. Alharthi and A.E. Ghaly, Removal of Hydrogen Sulphide from Water. Department of Process Engineering and Applied Sciences, Dalhousie University Halifax, Nova Scotia, Canada. American Journal of Environmental Sciences 7 (4): 295-305, 2011ISSN 1553-345X© 2011 Science Publications.
- 5- Kovda,V.A. 1973. Irrigation, drainage and salinity. An International Source Book. FAO/UNSCO.
- 6- William E.Swistock, Robillard, 2001.Associate Hydrogen Sulfide. (Rotten Egg Odor) in Pennsylvania Ground water Wells,
- 7- Lehua Zhang, Peter De Schryver, Bart De Gusseme, Willem De Muynck, Nico Boon, Willy Verstraete. 2008. Chemical and biological technologies for hydrogen sulfide emission control in sewer systems: A review. Laboratory of Microbial Ecology and Technology (LabMET), Ghent University, Coupure Links 653, B-9000 Ghent, Belgium.
- 8- Kato, S., Hirano, Y., Iwata, M., Sano, T., Takeuchi, K. and S. Matsuzawa, 2005. Photo catalytic degradation of gaseous sulfus compounds by silver-deposited titanium dioxide. Applied Catalysis, 57: 109-115. DOI: 10.1016/j.apcatb.2004.10.015.
- 9- Hvitved-Jacobsen, T., Vollertsen, J., Matos, J.S., 2002. The sewer as a bioreactor – a dry weather approach. Water Sci. Technol. 45 (3), 11–24
- 10- Albaity S.A.L. (1980).M.Sc. Thesis, College of Engineering University of Baghdad.