دراسة التأثير البيئي والصحي لغاز كبريتيد الهيدروجين على مستخدمي المناطق الصناعية والنفطية: دراسة حالة (شركة مليته للنفط و الغاز)

أ.علي الهادي الأسود ، أ. عبد العظيم محمد الهادي ، أ. ناصر علي التومي
جامعة الزاوية، كلية هندسة النفط والغاز
alielaswed@gmail.com

الملخص:

يعتبر غاز كبريتيد الهيدروجين من الغازات المهمة في قطاع الصناعات النفطية نظرا لخطورته الكبيرة التي تؤدي أحيانا إلى الموت ويكون هذا الغاز عادة مصاحبا للنفط عند استخراجه لهذا من المهم أخذ الحذر من استنشاق هذا الغاز وخطورته تتركز في انه يقتل حاسة الشم بمجرد الاستنشاق ورائحته تشبه رائحة البيض الفاسد لهذا يعتبر من الغازات الأكثر خطورة والتي تؤدي إلى موت العديد من العمال ، حيث حدثت الكثير من حالات الوفاة في العديد من المناطق الصناعية التي يوجد بها نسب من كبريتيد الهيدروجين وحيث انه يصعب معرفة وجوده إلى بعد شم رائحته فان المؤسسات الصناعية تهدف إلي استعمال وتطوير أجهزة قادرة على استكشاف وتحديد أماكن وجود هذا الغاز بالإضافة إلى أي غازات أخرى تؤثر سلبا على الصحة وإحدى الطرق المستعملة في هذه الأجهزة هي تقنية الأشعة تحت الحمراء). هذا الغاز لا يؤثر فقط على البشر بل أيضا على الآلات والأنابيب وكذلك البيئة المحيطة حيث يسبب في تسريع عملية تأكل الأنابيب ويقلل من العمر الافتراضي لها، إما من الناحية البيئية فانه يؤثر على صحة الكائنات الحية لأنه غاز سام وأيضا يساهم في تكون الإمطار الحمضية. ولهذا لا شك في إن غاز كبريتيد الهيدروجين يعتبر من الغازات القاتلة إلا إن له بعض الاستعمالات المفيدة مثل مواد التشحيم ذات الضغط العالي.

وتتناول هذه الدراسة معرفة التأثير البيئي والصحي لغاز كبريتيد الهيدروجين على مستخدمي المناطق الصناعية والنفطية على بعد عدة مسافات من مصدر انبعاث الغاز

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

وأنواع الإصابات التي حدثت وكيفية إجراء الاحتياطات ضد هذه الإصابات. وقد تمت الدراسة على مستخدمي شركة ملينة للنفط حيث أظهرت النتائج أن الحوادث المتعلقة بغاز كبريتيد الهيدروجين كانت نتيجة عدم إلتزام العاملين بقواعد السلامة المهنية.

Abstract

Hydrogen sulfide (H2S) is a vital component of oil and gas upstream production, where Hydrogen sulfide is naturally generated in situ from reservoir and from sulfate-containing minerals through microbial sulfate reduction and (or) thermochemical sulfate reduction. On the other hand, the technologies employed in oil and gas production, especially from unconventional resources, also can contribute to generation or delay of appearance of Hydrogen sulfide. Human health effects of exposure to hydrogen sulfide, an irritant depend of the concentration of the gas and the length of exposure. Hydrogen sulfide acts similarly to hydrogen cyanide, interfering with cytochrome oxidase and with aerobic metabolism. Essentially, hydrogen sulfide blocks cellular respiration, resulting in cellular anoxia, a state in which the cells do not receive oxygen and die. The human body detoxifies hydrogen sulfide by oxidizing it into sulfate or thiosulfate by hemoglobin-bound oxygen in the blood or by liver enzymes. Lethal toxicity occurs when H2S is present in concentrations high enough to overwhelm the body's detoxification capacity. Hydrogen Sulfide gas is very corrosive and causes metals to become brittle. Therefore, employers need to take special precautions when choosing equipment when they may reasonably expect to encounter H2S. This may include appropriate H2S trimming of equipment. The recommendations and employee instruction will vary depending on the type of area. The effect of Hydrogen sulfide on the employers' health and the environment of oil and gas industrial locations will be studied in this research taken Meliatha oil and gas location as a model example for this

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

study. The results showed that following safety instruction can eliminate or reduce all types of accidents including H2S accidents.

1- مقدمة

يتعرض العاملون في صناعة النفط والصناعات البتر وكيميائية لخطر غاز كبريتيد الهيدروجين لفترات طويلة أو قصيرة تتعلق بطبيعة عملهم ولكميات تصل في بعض المواقع إلى حد محظور، ويتم ذلك بادراك وبتجاهل من المستخدم أو من جهة العمل، وترتبط مخاطر التعرض إلى غاز كبريتيد الهيدروجين بحوادث فردية وجماعية كارثية قد تحدث. ويعرف غاز كبريتيد الهيدروجين غالباً برائحته الكريهة القوية والنفاذة في المستويات المنخفضة وفي المستويات المرتفعة ومن الممكن أن يمتلئ أنفك بالغاز لدرجة أنك قد لا تستطيع أن تشمه، وفي هذه المستويات المرتفعة من الممكن أن يجعلك غاز كبريتيد الهيدروجين مريضاً أو قد يتسبب في قتلك ، لذلك وجدنا أن كل مستخدم في مناطق التعرض المحتملة لهذا الغاز، ولاسيما المناطق المؤكدة ، والمرتبطة باستكشاف وإنتاج ومعالجة وتجميع وتكرير النفط الخام وكذلك حقول أنتاج الغاز ومصانع ومعامل معالجته يجب أن يدرك خصائص غاز كبريتيد الهيدروجين ومخاطر التعرض له وأساليب العمل الآمن معه لضمان سلامة العمل والمستخدمين [6] ، ويتم ذلك بتطبيق أحدث الإجراءات الإدارية والهندسية لكشفه والوقاية من تعريض المستخدمين للمستويات الخطرة منه، واعتماد وسائل الوقاية والعلاج عند التعرض المفاجئ لمستويات عالية منه والتي يمكن أن تؤدي لشلل الجهاز العصبي وتؤدي إلى الموت المفاجئ.

ويعتبر غاز كبريتيد الهيدروجين غاز ذو رائحة كريهة وقوية تشبه رائحة البيض الفاسد ليس له لون ويوجد بصورة طبيعية في البيئة وقد يتكون وينبعث حيثما تكون النفايات التي تحتوي على الكبريت قد تفتت بفعل البكتيريا فالمستنقعات والخزانات المتعفنة ونفايات والمخلفات العضوية وأماكن تصريف المياه الخاصة بالإنسان كذلك الشاحنات التي تنقل النفايات والمخلفات الكيميائية قد تنبعث منها رائحة غاز كبريتيد الهيدروجين

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

ومن الممكن أن يوجد هذا الغاز في المياه الجوفية خصوصاً في الآبار قرب حقول النفط أو الآبار التي تتخلل الصخور الرملية. وكذلك يتواجد الغاز في الغازات النفطية والطبيعية ويحتوي الغاز الطبيعي على 28% من غاز كبريتيد الهيدروجين لذا فقد يتسبب في تلوث الهواء في المناطق التي يوجد بها إنتاج للغاز الطبيعي وكذلك في مناطق معامل ومصافي تكرير النفط كذلك من الممكن أن ينبعث الغاز من خلال الصناعات التي ترتكز على مركبات الكبريت [8] .هذه الدراسة تقدم شركة مليتة للنفط والغاز كمثال لدراسة عدد الإصابات والحوادث السنوية وكذلك التكاليف الناتجة عن هذه الحوادث والأسباب التي أدت لحدوتها وطريقة معالجتها.

الهدف من البحث: –

والهدف الأساسي من هذا البحث هو التعرف على أحد أهم الغازات خطورة ومدي تأثيره على بيئة المناطق الصناعية والعاملين بهذه المناطق.

2– مصادر غاز كبريتيد الهيدروجين

أ. طبيعية

تولد المصادر الطبيعية حوالي 80 % من كبريتيد الهيدروجين وهي [4] :–

1. ينشأ الغاز من تحلل المواد العضوية المحتوية على الكبريت.
2. عمليات نزع الكبريت من المشتقات النفطية.
3. تخمر النبات والبروتين الحيواني والمذابح.
4. الغازات البركانية ثوران البراكين والمناجم الأنفاق.
5. ينتج بفعل البكتيريا في المجاري والبني التحتية للتجمعات السكنية.
6. المياه البحيرات الكبريتية الحارة.
7. البحيرات أو المستنقعات الملحية 8.5*105 طن/سنة.
8. معالجة مياه الصرف الصحي
9. نقل وتخزين ومعالجة النفط الخام.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

ب. **المصادر الناتجة عن نشاط الإنسان: –**

1. المعامل الكيميائية.
2. محطات توليد الطاقة.
3. الصناعات التي تستخدم الكبريت.
4. إنتاج الماء الثقيل.
5. الحقول والموانئ والمصافي النفطية حيث ينبعث مصاحبًا للنفط الخام المستخرج من الآبار النفطية ملوثاً جو الحقل بتركيز مرتفع.
6. الصناعات المعتمدة على الغاز الطبيعي.
7. حقول وآبار الغاز الطبيعي (42%) [4].
8. عمليات الشحن الكهربي للنضائد.

3– مواصفات الغاز

غاز قابل للاشتعال، سام جدا، يثير أنسجة العيون المكشوفة والأنف والحلق والرئة عندما يمتصه الجسم فيعمل كالسم الداخلي الذي يمكن إن يفسد الجهاز العصبي ويشل نظام التنفس.

عديم اللون فلهذا لا يمكن رؤيته عند التسرب في الجو العاصف يتحرك غاز كبريتيد الهيدروجين كسحابة غير مرئية عادة في اتجاه الريح. أثقل من الهواء ويميل أن يهبط على المناطق المنخفضة مثل الخنادق والمصارف والحفر بالرغم من ان المناطق العلوية قد تكون خالية من الغاز ولكن يتواجد كغاز قاتل جدا في المناطق السفلية، قابل للاشتعال والانفجار تحت الشروط الجوية العادية و يتحد بالهواء الجوي لتشكيل المزيج الذي سوف يشتعل على مدى كبير جدا (4.3% – 46%) ويسمى المدى القابل للاشتعال أو الانفجار[3] وهذا المدى تقريبا سبعة مرات أكبر من المدى القابل للاشتعال للجازولين.

غاز كبريتيد الهيدروجين شديد الاحتراق، ويمكن أن يشكل مع الأوكسجين الجوي مزيج انفجاري، وينتج عن احتراقه غاز ثاني أكسيد الكبريت(SO_2) .

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

حيث أنه من المألوف في الحقول النفطية أن يتم إحراق الغاز الطبيعي الفائض والحاوي على كبريتيد الهيدروجين في محطات تجميع الغاز ونواتج الفصل في محطات تجميع النفط، يمكن أن يطلق إلى البيئة المحيطة غاز ثاني أكسيد الكبريت شديد السمية أيضا، وفق المعادلة :

$$H2S+3/2\ O2 \rightarrow H2O+SO2$$

ومن أضرار غاز ثاني أكسيد الكبريت أنه ؤثر على الجهاز التنفسي للإنسان محدثاً الآم في الصدر وإلتهاب القصبات الهوائية وضيق التنفس والتركيزات العالية منه تسبب تشنج الحبال الصوتية وقد تؤدي إلى تشنج مفاجئ واختناق وكذلك التعرض الطويل للغاز يؤثر على حاسة التذوق والشم ويمكن أن تؤدي إلى التصلب الرئوي ويسبب أيضا تهيج العيون وكذلك الجلد [9].

4- الخواص الفيزيائية والكيميائية:

كبريتيد الهيدروجين هو غاز عديم اللون برائحة البيض الفاسد. في حجم واحد من الماء، يتم إذابة 3 أحجام من كبريتيد الهيدروجين، ويتكون حوالي 0.1 محلول مولي. درجة انصهار كبريتيد الهيدروجين هي −83 درجة مئوية، ونقطة الغليان هي −61 درجة مئوية. يؤثر كبريتيد الهيدروجين على الجهاز العصبي البشري، لذلك تحتاج إلى العمل معه تحت غطاء الدخان.

كبريتيد الهيدروجين مركب، له بنية مشابهة لجزيء الماء، ومع ذلك، فهو أقل استقرارًا مقارنة به. في حالة التسخين إلى درجات حرارة عالية. يمكن أن يحدث الاحتراق في اتجاهين مختلفين. الجدول (1) ندرج الخواص الفيزيائية والكيميائية لغاز كبريتيد الهيدروجين [3].

الجدول رقم (1): الخواص الفيزيائية والكيميائية لغاز كبريتيد الهيدروجين

Description	Colorless gas	الوصف
Molecular formula	H_2S	الصيغة
Molecular weight	34.08	الوزن الجزيئي

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

Density	1.4 g/L @ 25 °C (air = 1)	الكثافة
Boiling point	−60.7 °C	درجة الغليان
Melting point	−85.5 ºC	درجة الانصهار
Vapor pressure	15,600 torr @ 25 ºC	ضغط البخار
Solubility	Soluble in water, hydrocarbon solvents, ether, and ethanol	قابلية الذوبان
Odor threshold	8.1 ppb (11 mg/m^3)	عتبة الشم
Odor description	Resembles rotten eggs	وصف الرائحة
Conversion factor	1 ppm = 1.4 mg/m^3 @ 25 °C	معامل التحويل

5- التحضير والاستخدام

يصنع غاز كبريتيد الهيدروجين ويسوق تجاريا بمواصفات عالمية:

CAS registry number: 7783-06-4

DOT Number: UN 1053

ويعرف بأسماء مختلفة بعضها شائع وبعضها علمي نورد بعضا" منها:

hydrogen supplied ; dihydrogen sulfide; dihydrogen)
monosulfide; sulfur hydride; sulfureted hydrogen; hydro sulfuric acid) [19].

يحضر عن طريق تفاعل حمض الهيدروكلوريك المركز مع كبريتيد الحديد باستخدام جهاز يعرف باسم جهاز كب أو بتفاعل حمض الكبريتيك المركز مع كبريتيد الصوديوم أو الامونيوم. تحتوي محاليل كبريتيد الهيدروجين في الماء على أيونات HS وكميات قليلة جدا من أيون S وهذه المحاليل تعتبر ضعيفة وغير مستقرة. يعتبر كبريتيد الهيدروجين عامل مختزل معتدل وهو يلعب دورا هاما في التحليل النوعي العادي حيث يرسب بعض الفلزات على شكل كبريتيدات لا تذوب في الماء في وجود وسط حمضي مثلCu ، Hg، Cd، Bi، Sb، Snوغيرها كما يستخدم في صناعة حمض الكبريتيك

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

والكبريت العنصري، كما يستخدم في صناعة الماء الثقيل .ويستخدم صناعيا لإنتاج ثاني أكسيد الكبريت، حمض الكبريت، زهر الكبريت. [4].

6- كيفية التعرض للغاز:

تعتبر الطريقة الرئيسية للتعرض لهذا الغاز هي عن طريق استنشاقه أو عن طريق تعرض الجلد أو العين له. فالتعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين قد يحدث في المنزل أو في مكان العمل ، ففي المنازل قد يكون بسبب السباكة السيئة فقد تسمح المجاري ذات الفتحات الجافة لغاز كبريتيد الهيدروجين بدخول المنزل وكذلك قد يحدث التعرض له من مياه الآبار التي تحتوي على غاز كبريتيد الهيدروجين فلهذه المياه خصائص رائحة " البيض الفاسدة " والرائحة الكريهة لمياه البئر لا تدل دائما على مخاطر صحية لأن رائحة غاز كبريتيد الهيدروجين من الممكن ملاحظتها في مستويات منخفضة والمستخدمين اللذين يعملون في مجال المواشي ومعالجة الصرف الصحي ومصافي ومعامل الغاز والنفط قد يكونون عرضة لغاز كبريتيد الهيدروجين في مجال عملهم وقد تشم رائحة غاز كبريتيد الهيدروجين على مستوى 10 أجزاء لكل بليون ppb)

(الجزء في البليون يعادل أنبوب صغير من غاز كبريتيد الهيدروجين في مسرح كبير ملئ بالهواء ، وبعض الأفراد باستطاعتهم شم الغاز حتى على مستويات منخفضة والتعرض للمستويات الأعلى من غاز كبريتيد الهيدروجين قد يؤدي إلى تهيج العين والأنف والرئة. وبالرغم من أن لغاز كبريتيد الهيدروجين رائحة كريهة قوية بالنسبة لحاسة الشم فإنه على مستوى 50 – 100 جزء لكل مليون (ppm) من الغاز في الهواء ما يوازي علبتين من الصودا مليئتين بغاز كبريتيد الهيدروجين في بيت ملئ بالهواء [2]، في هذا المستوى لا يجب أن تعتمد على حاسة الشم الخاصة بك لتقرر فيما إذا كان غاز كبريتيد الهيدروجين في الهواء ويجب أن يتم استخدام أداة لقياس غاز كبريتيد الهيدروجين وبينما تتزايد مستويات غاز كبريتيد الهيدروجين فإن ذلك يسبب الحساسية والتهيج للعين والدوار والكحة وكذلك الصداع وعلى مستويات أعلى من 25 (ppm)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

يبدأ غاز كبريتيد الهيدروجين بالتأثير على قدرتك على التنفس والتعرض لأكثر من 600 (ppm) قد يكون قاتلا وبسرعة ، فالوفيات تحدث عندما يدخل الناس إلى الأماكن سيئة التهوية مثل أنظمة الصرف الصحي والآبار العميقة وصهاريج السوائل الجوفية وهذا الغاز أثقل من الهواء لذا يعتبر تركيزه أعلى بالقرب من قيعان هذه الأماكن,وفي المستويات الأقل من 25 (ppm) يحدث التعافي بسرعة عند التعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين ، وقد وجدت مشاكل الجهاز العصبي طويلة الأمد في الناس الذين تعرضوا للغاز على المدى القصير ولكن عند مستويات مرتفعة كذلك تم رصد بعض إصابات القلب في مثل هذه الحالات وبالنسبة لمياه الشرب فتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين بنسبة 70 (ppm) جزء في المليون [8] ، ولهذا قد يسبب مشاكل في الجهاز الهضمي ، والماء الذي يحتوي على 700 (ppm) من غاز كبريتيد الهيدروجين يعتبر ساما في هذه الحالة والتعرض المباشر للمياه التي تحتوي على هذه المستويات من غاز كبريتيد الهيدروجين قد تسبب الاحمرار والألم. فقد تتهيج العين في مستويات غاز كبريتيد الهيدروجين المنخفضة في الماء وكذلك الالتهاب والندوب الدائمة في العين قد تحدث في المستويات المرتفعة. وليس من المؤكد إذا كان التعرض الطويل الأمد للمستويات المنخفضة من الغاز قد يؤدي إلى المرض وقد أظهرت الدراسات مع الحيوانات إن التنفس في مستويات منخفضة من هذا الغاز ولمدة طويلة قد يؤدي إلى تهيج والتهاب الأنف والحلق والرئة.

7- تأثيرات الغاز

أ. تأثيره على العاملين بالمناطق الصناعية والمصافي والحقول:

إن التعرض المزمن (طويل المدى) لتركيز منخفض (غير قاتل) إلى غاز كبريتيد الهيدروجين عن طريق الجلد وجهاز التنفس والعين (قرب مناطق العمل والسكن والمصانع والحقول النفطية مثلا) مسببا أعراضا ومخاطر ومن أهمها: حساسية دائمة للعين مترافق مع ألم، وتشوش رؤية

1. حساسية مزمنة الأنف والحنجرة تؤثر على حاسة الشم والذوق والصوت

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

2. ضيق تنفس مترافق مع سعال
3. فقدان الشهية ونوبات غثيان ودوخة
4. صداع مع أزمات عصبية ونفسية
5. نوبات فقدان الوعي (قد يؤدي للموت)

كل هذه الأعراض المزمنة التي قد يعاني منها مستخدمي المنشآت النفطية قد تكون منفردة أو مجتمعة حسب مدة التعرض (زمن العمل أو الإقامة) ومستواه ومناعة الجسم البشري ونوعية الطعام ...الخ، ولكن وبشكل عام ظهور بعض أو كل هذه الأعراض لدى المستخدم ستنعكس على جودة وكفأه واقتصادية العمل من خلال صعوبة تأقلم المستخدم مع جو العمل والذي يقلل من قدرته علي أداء العمل المناط به [3] .لذلك يجب التعرف على مخاطر التعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين في المناطق المتوقع والمحتمل التعرض لهذا الغاز، ولا سيما المناطق المؤكدة والمرتبطة باستكشاف وإنتاج ومعالجة وتجميع وتكرير النفط الخام والغاز ومعامل معالجة الغاز. وأساليب العمل الآمن معه لضمان سلامة العمل والمستخدمين وذلك بتطبيق أحدث الإجراءات الإدارية الفنية والهندسية لكشفه والوقاية من تعريض المستخدم للمستويات الخطرة منه، واعتماد وسائل الوقاية والعلاج عند التعرض المفاجئ لمستويات عالية ، يمكن أن تؤدي لشلل الجهاز العصبي أو وذمة رئوية تنتهي بالموت ومن الممكن أن يحس الإنسان بوجود غاز كبريتيد الهيدروجين عند وصوله إلى تركيز معين أقل بكثير من الحدود المسموح بها إلا أنه لا يمكن الإحساس بزيادة تركيزه عن هذه الحدود مما يستدعى ضرورة قياسه بالأجهزة الخاصة بذلك لمعرفة درجة سمية الغاز [2].

ب. التأثيرات البيئية

تكمن هذه التأثيرات في الآتي:

1. سمية الغاز للكائنات الحية المكونة للنظام البيئي .

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

2. تأكسد غاز كبريتيد الهيدروجين إلى أكاسيد الكبريت التي تتفاعل مع الرطوبة الجوية منتجة حمض الكبريتيك الذي يسقط على هيئة أمطار حمضية مؤدية إلى الإضرار بالنظام البيئي الذي تسقط عليه.
3. زيادة حموضة التربة مما يؤثر سلبًا على امتصاص المواد المغذية من قبل النبات.

ج. التأثيرات الاقتصادية:

1. تآكل المباني السكنية والأثرية.
2. تآكل المواد والمنشآت المعدنية.
3. تأثيرات ضارة على الثروة الحيوانية والنباتية.

يؤثر غاز كبريتيد الهيدروجين على البيئة بكامل عناصرها: الإنسان، الحيوان، النبات، التربة، المعادن. فهو يسبب تآكل مواسير الإنتاج والتغليف والنقل، حيث يتفاعل مع الفولاذ مشكلا كبريت الحديدي القابل للاشتعال أيضا، ويساعد ذلك على تسربه إلى الهواء الجوي من رؤوس الآبار ومواسير نقل النفط الخام والغاز الطبيعي والمرافق. إن غاز كبريتيد الهيدروجين شديد الاحتراق، ويمكن أن يشكل مع الأوكسجين الجوي مزيج انفجاري، وينتج عن احتراقه غاز ثاني أكسيد الكبريت [8]. حيث أنه من المألوف في الحقول النفطية أن يتم إحراق الغاز الطبيعي الفائض والحاوي على كبريتيد الهيدروجين في محطات تجميع الغاز ونواتج الفصل في محطات تجميع النفط ويمكن أن يطلق إلى البيئة المحيطة غاز ثاني أكسيد الكبريت شديد السمية أيضا وفقا لمعادلة التالية:

$$H_2S + 3/2\ O \rightarrow 2\ H_2O + SO_2$$

فعندما يتحد غاز كبريتيد الهيدروجين بالرطوبة في الهواء الجوي يشكل الحمض الآكل الذي يتلف المعادن وينتج عنه تسريبات خطيرة حيث يأكل الحمض معدن المواسير، الصمامات والخزانات والمعدات الأخرى . تآكل غاز كبريتيد الهيدروجين عامل أساسي في تكوين مواد (Pyrophoric) عندما يتفاعل غاز كبريتيد الهيدروجين مع الصلب

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

وتعرضه إلى الهواء .لذا من الطبيعي أن تكون المناطق القريبة من حقول النفط، وشبكات الصرف الصحي، والمياه الجوفية في بعض المكامن والمواقع هي البيئة الملائمة لتولد وانبعاث غاز كبريتيد الهيدروجين وانتشاره وإضافة إلى الأماكن التي تخترق فيها المياه الجوفية طبقات الحجر الجيري أو المصانع التي تتعامل مع مركبات الكبريت في إنتاجها [4].

8- كيفية الحماية والتقليل من التعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين

- العاملين بالمناطق الصناعية الذين يتعرضون لهذا الغاز يجب أن يتبعوا الإرشادات التي وضعتها دائرة الصحة والسلامة الأمريكية (OSHA) والتي وضعت معايير لمنع الوفيات نتيجة للتعرض للكيماويات مثل غاز كبريتيد الهيدروجين.
- المنازل والمناطق السكنية التي تعاني من مشكلة كبريتيد الهيدروجين ممكن تقلل نسبة التعرض لهذا الغاز وذلك عن طريق التأكد من أن أنابيب الصرف الصحي التي تم تركيبها وصيانتها بشكل سليم وكذلك من الممكن تخفيض مستواه عن طريق تحديد المصدر ومن ثم إزالته وذلك عن طريق تصحيح ومعالجة المشاكل المصاحبة والمرتبطة بغاز كبريتيد الهيدروجين بزيادة التهوية [8].

9- مستويات التعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين المسموح بها:

المستوى الحالي المسموح للتعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين في معظم المدن والعواصم العالمية يتراوح بين 0.050 مغ\ م3 (PPM0.13.) ويصل في وقت الذروة إلى 0.33 PPM. وفي التجمعات العمالية الكبرى والسكنية ولفترة 8 ساعات تسمح بعض الحكومات بمستوى تعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين ضمن المجال *PPM* 7- 10 . وفي المؤتمر الأمريكي Hygienists (الصناعي والحكومي (أوصى برفع عتبة التعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين إلى 10) ppm تعرض طويل الأمد (ويصل المستوى إلى حدّ 15 ppm لزمن ليس أكبر من 15 دقيقة وليس أكثر من أربع مرات باليوم[1].

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

وفي الجدول (2) نلخص العلاقة بين مستوى التعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين وبين الأعراض المرافقة لكل مستوى [1].

وحسب شروط API يوجد أربعة شروط للعمل في جو يحتوي على غاز كبريتيد الهيدروجين: –

1. غير خطير: لا يتطلب أجهزة وقاية
2. خطر منخفض: أقل مِنْ (10 ppm) يوضع العلم الأخضر وتبقى أجهزة الوقاية تحت الطلب وسهلة التناول
3. خطر متوسّط: أعلى مِنْ (10 ppm) وأقل مِنْ (30 ppm) يوضع العلم الأصفر على حدود الخطر وتشغيل أنظمة الإنذار البصرية والسمعية والكواشف الاتوماتيكية عاملة ومرئية والحرص على بقاء أجهزة الوقاية الشخصية ومزودات الأكسجين والمعدات الإسعافية بجاهزية عالية [10]
4. خطر عالي: أكبر من (30ppm) يوضع العلم الأحمر على بعد 500 قدمَ مِنْ الموقعِ وعلى كُلّ طريق يُؤدّي إلى الموقعِ. والاستعداد للدخول في حالة الطوارئ وتحديد الدخول إلى الموقع (أشخاص مدربين وسائل مواصلات مجهزة)، ولا تسمح معايير API القيام بأية أعمال نفطية إنتاجية فعالة عند مستويات تتجاوز عتبة التحسس أي فوق عادية.

الجدول رقم (2): العلاقة بين مستوى التعرض والتأثير المعروف على البشر

المستوى	التأثير المعروف على البشر	تركيز كبريتيد الهيدروجين	
		PPM	mg/m^3
قاتل	انهيار فوري مع شلل تنفسي	1000–2000	1400–2800
عالي جدا	تلف لخلايا الجهاز العصبي المركزي شلل تنفسي يسبق الموت	530– 1000	750–1400
عالي	وذمة رئوية حادة مع خطر الموت	320– 530	450– 750
متوسط	فقدان حاسة الشم	150 – 250	210– 350
منخفض	تضرر جدي للعين	50– 100	70– 140
عادي	عتبة تحسس العين	10 – 20	15– 30

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

فيما يلي معايير منظمة الأوشا (OSHA): (Occupational Safety and Administration Health):

لا يوجد أي اختلاف بين معايير الاوشا ومع المعلومات السابقة بالبحث، حيث تحظر القيام بأي عمل عند وصول تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين إلى 20 PPM مهما كانت تدابير الوقاية المتبعة للحماية [10]. وتقيد منظمات بيئية أخرى حدود تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين بالهواء إلى قيم أدنى [10].

الجدول رقم (3): مقارنة بين منظمة (NIOSH) ومنظمة (ACGI)

منظمة NIOSH National Institute for Occupational Safety and Health	منظمة ACGI American Conference of Governmental Industrial Hygienists
تقيد التركيز بـــــ 10 PPM	تقيد التركيز بـــــ 8 PPM لمدة 8 ساعات

– طرق الكشف عن غاز كبريتيد الهيدروجين:

لا يجوز الاعتماد على حاسة الشم في الكشف عن وجود غاز كبريتيد الهيدروجين سواء في مواقع السكن أو العمل [1]. حقليا يتم استخدام عدة طرق للكشف عن وجوده وتركيزه. وهذه من أهم التدابير الهندسية للتحكم بمثل هذا النوع من المخاطر. من هذه الطرق:

- في الأماكن الثابتة (المخابر ومراكز الحفارات ومحطات التجميع والفصل)
  - طريقة أزرق الميثيلين للكشف عنه وتقدير نسبته.
  - الكروموتوغرافيا السائلة والغازية.
  - طريقة لون اللهب.
- أما في الأماكن الجوالة (آليات، حماية، حفارات إصلاح، خدمات...):
  - جهاز كشف الغازات الرقمي (Gas Detector).
  - أنابيب القياس الامتزازية.

من متطلبات الأمن الصناعي في المناطق المعرضة لانبعاث غاز كبريتيد الهيدروجين:

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

1. ضمان العمل الآمن والصحي في أماكن العمل الإداري والإنتاجي وتجهيز هذه المواقع بالوسائل المناسبة (تهوية، أجهزة إنذار، معدات وقاية، معدات قياس التركيز.. الخ)، وتدريب العاملين على خطط الإخلاء وتدابير الأمن والسلامة وبشكل موثق [6].
2. اتخاذ كافة التدابير التكنولوجية لمنع تآكل المعدات والخزانات وخطوط النقل (موانع تآكل فعالة، حماية مهبطيه...)، للحد من احتمالات التسرب غير المراقب [6].
3. تأمين الحماية الكافية من التعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين باستخدام الوسائط المناسبة (إنذار، وسائل حماية شخصية، إشارات.. الخ).
4. منع استخدام أية معدات غير مختبرة وتحمل إشارات الأمان القياسية (صمامات، وصلات، مواسير، ...الخ).
5. تطبيق نظام التحكم الآلي على منشآت إنتاج و نقل وتخزين ومعالجة النفط والغاز (أتمته الإغلاق عند تحسس التسريبات من الخطوط، الإنذار عند ارتفاع ضغط الخزانات) [1].

إن تأمين وسائل الحماية الشخصية من خطر التعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين، وخاصة للعاملين في قطاعات الخطر، يعتبر شرط أساسي ضمن أي عقد نفطي ومن هذه الوسائل [5]:-

1. وسائل حماية الجسم: لباس وقائي كامل (بدلات، أحذية، قفازات، غطاء رأس) ، يضمن عدم تغلغل الغاز إلى الجلد. تغسل الألبسة بعد كل استخدام وتنظف الأحذية والقفازات. كما يفترض بالعامل الاغتسال الكامل بعد كل عملية ارتداء وتعرض.
2. وسائل حماية التنفس: إن أجهزة التنفس تختار بشكل متوافق طبيا وفق معايير (OSHA 1910.134) مع الحالة الصحية للعامل المستخدم لها:

- عند وجود إمكانية تعرض محدود زمنياً و لتركيز مسموح (أو غير خطر) يسمح باستخدام درع الوجه مع نظارات واقية وعازلة .
- عند وجود إمكانية تعرض لأكثر من 5 PPM تستخدم أجهزة تغطي كامل الوجه مع مزود ضغط هواء ايجابي. عند وجود إمكانية تعرض لتركيز متوسط وأعلى

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

من 100 PPMيتم استخدام القناع التنفسي الكامل والمعزول مع مزود ضغط هواء ايجابي واحتياطي مختبر قبل الدخول إلى القطاع الملوث.

وتصنف أجهزة التنفس حسب طبيعة مهمة استخدامها: –

- جهاز تنفس مستقل (SCBA:Self-Contained Breathing Apparatus) .
- وحدة النجاة (Escape Unit)
- وحدة إنقاذ (Rescue Unit) ذات زمن محدد للاستخدام (30 دقيقة) .

وقبل الدخول إلى المواقع الملوثة ، وبغض النظر عن طبيعة المهمة ، يتم قياس التركيز والتأكد من ابتعاده عن التركيز الانفجاري الحرج . وكما يحظر إنقاذ من تعرض دون استخدام أجهزة حماية التنفس المناسبة .

10- طرق الوقاية من غاز كبريتيد الهيدروجين

هناك أربعة طرق أساسية للتحكم في الغاز:– القياسات الهندسية ، الكشف ، الحماية التنفسية ، والتدريب المؤثر.

أ. الإجراءات الهندسية

الخط الأول للدفاع ضد التعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين في داخل بيئات العمل هو التحكم الهندسي مثل تصميم آمن للمعدات العملية صيانة المعدات بانتظام ، التهوية المناسبة ، والتحكم بالتسرب توحيد هذه العناصر يحد من الأخطار ، التهوية هي الطريقة الهندسية المثلى وتستخدم على نطاق واسع التهوية وهي إما ميكانيكية او طبيعية حيث كلتا الطريقتين تعملان على منع 10 ppm يجب ان يكون التركيز أقل من زيادة التركيز تعني [5].

ب. الكشف

أولا: يجب تقييم المناطق التي يمكن أن ينتج عنها تسرب الغاز والمتابعة المستمرة على سبيل المثال مصانع معالجة الغاز، معامل التكرير، وحقول الخزانات النفطية، وآبار النفط. من ثم يجب تركيب أجهزة فحص الغازات الثابتة في هذه المناطق في حالة التسرب فإن إنذار الخطر يرن ويصدر عنه وميض تحذير[5].

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

ثانيا: استخدام الأجهزة المحمولة للكشف عن الغازات على فترات محددة إثناء الصيانة والإصلاحات التي تتم في المناطق التي ذكرت سابقا وفحص المناطق المراد دخولها قبل الدخول ومتابعة الفحص بشكل متكرر خلال مدة العمل لتفادي الأخطار[1].

ج. وسائل الحماية التنفسية

عند التعرض إلى الغاز فيمكن استخدام احد النوعين الأساسيين لمعدات الحماية التنفسية المناسبة وهي أجهزة التنفس الكاملة (SCBA) التي تحمل فوق الظهر عن طريق اسطوانة هواء مضغوط والأسطوانات يجب ان تعد لتزويد هواء على الأقل لمدة 30 دقيقة. قبل ان تستعمل معدات الحماية التنفسية يجب أن تكون المعدات مناسبة لك وتتلقى التدريب في كيفية استعمالها وفي كيفية التفتيش والتنظيف والصيانة والتخزين وإجراءات حالة الطوارئ.

د. التدريب المؤثر

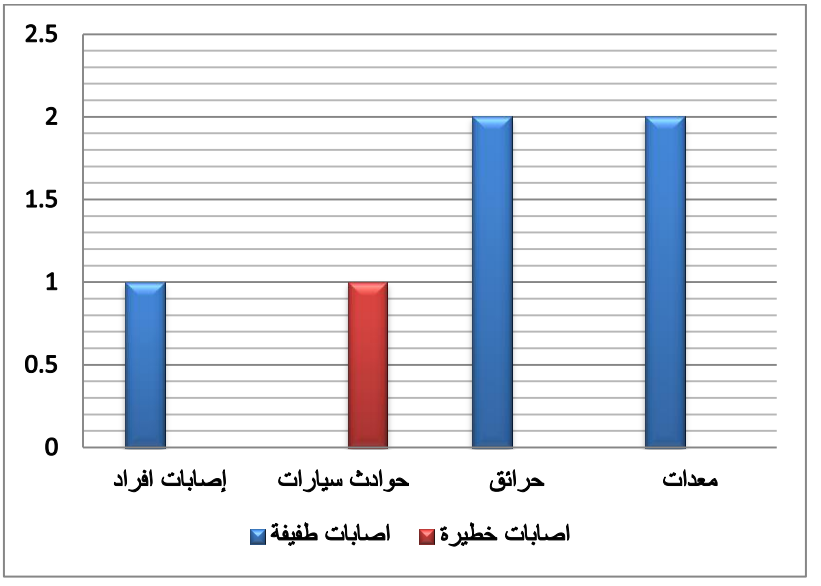
يمكن ان تعمل بأمان في المناطق التي يتواجد فيها غاز كبريتيد الهيدروجين إذا استغللت عادات العمل الآمن ونفذت احتياطات الأمن والتدريب الجدية وأتباعا للاتي:-

- تحديد مكان التسرب بخطة الطوارئ الخاصة بالأخطار
- - واستخدام أجهزة التنفس والتحذير والمناسبة تحديد مخارج الطوارئ
- حدد اتجاه الريح
- الهروب إلى الأماكن الآمنة المخصصة للتجمع

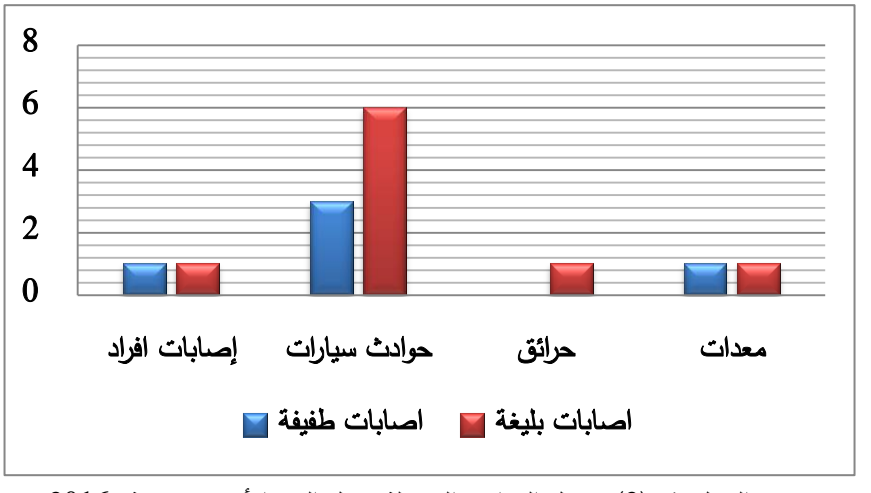
11- النتائج

من خلال المعلومات المتحصل عليها من شركة مليته للنفط والغاز والقراءات المسجلة خلال عدة أشهر من السنة لنسبة العمال و المستخدمين المتعرضين إلى إصابات نتيجة تأثير الحوادث الصناعية بصفة عامة ونتيجة لثاتير غاز كبريتيد الهيدروجين بصفة خاصة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية



الشكل رقم (1): معدل الحوادث المسجلة خلال الربع الأول من سنة 2016 بمجمع شركة مليتة للنفط والغاز



الشكل رقم (2): معدل الحوادث المسجلة خلال الربع الأخير من سنة 2016 بمجمع شركة مليتة للنفط والغاز

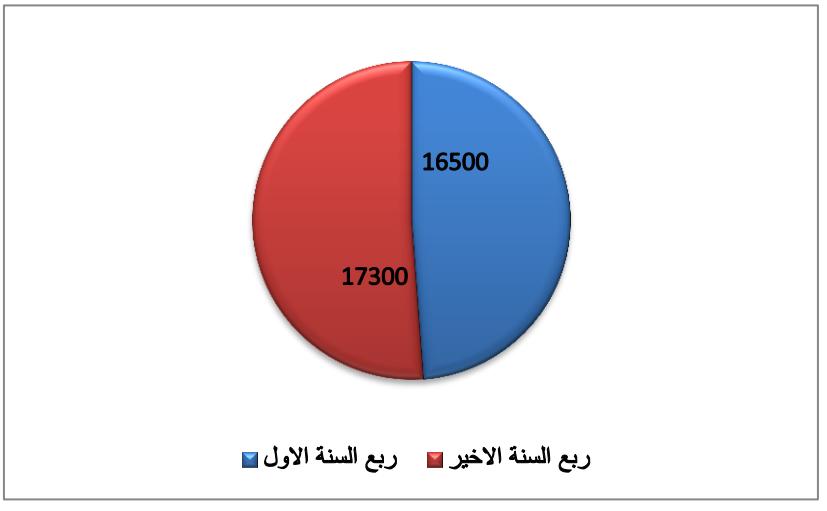
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

ومن خلال النتائج المتحصل عليها نجد انه لا يوجد اختلاف كبير في التكاليف الناتجة من الحوادث في الربع الأول والأخير من السنة.

وفيما يلي تقرير تفصيلي لحادثة تسرب لغاز كبريتيد الهيدروجين: –

" من خلال النموذج رقم 2 والخاص بالربع الثاني لسنة 2016 بخصوص الحوادث المسجلة، استلم مستخدم بقسم السلامة من مشرف وحدة استخلاص الكبريت بلاغا مفاده وجود تسرب نسبة كبيرة من غاز كبريتيد الهيدروجين في خزان تجميع المياه في منطقة F2والقادمة من وحدة تجميع الأمين في منطقة L2والتي من المفترض ان تكون هذه المياه خالية تماما من الغاز.

حيث حدث هذا التسرب نتيجة لنقص البخار والذي يساعد على فصل الغاز على الماء وذلك بسبب العطل الذي حدث في التوربين البخارية a.



الشكل رقم (3): التكاليف الناتجة من إضرار الحوادث الصناعية

على الفور اتجه إفراد السلامة الى المكان المذكور وتم إغلاقه ومن ثم تم أخذ عينات للمياه من خزان المياه الملوث boiler blow down pit وبعد ذلك ايضا تم اخذ عينات

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

للمياه الموجودة في وحدة تجميع الامين في L2 وإرسالها إلى المختبر ومتابعة الموضوع."

ومن خلال المعلومات التي تم تجميعها من مجمع مليتة للنفط والغاز حول الأسباب التي أدت إلى حدوث هذه الإصابات تحصلنا على النتائج التالية:

1. عدم الامتثال لمعايير السلامة.
2. عدم الامتثال لتنظيم حركة المرور.
3. عدم الامتثال لإجراءات التشغيل.
4. الفشل في استخدام معدات الحماية الشخصية.
5. إجراء الإعمال الغير مصرح بها.

12- التوصيات

1. في حالة تلوث أي بيئة بغاز كبريتيد الهيدروجين وحدوث إصابات يجب إبعاد المصابين عن منطقة التلوث وعمل تنفس صناعي للمغمى عليهم لإعادة التنفس إليهم وإخراج الغاز من أجسامهم ومن ثم استدعاء الطبيب.
2. العمل على فصل غاز كبريتيد الهيدروجين من الغاز الطبيعي والنفط الخام واختزاله إلى كبريت أو أكسدته إلى أكاسيد الكبريت وتحويله لحمض كبريتيك بدلا من تركه ينبعث بالبيئة المحيطة بالحقول النفطية.

13- المراجع

[1] أكرم عبد المنعم حسين ومحمد بن ناصر اليميني (2009) ،قياس ملوثات البيئة، جامعة الملك سعود .

[2] بشير العقيلي و سليمان وجرار (1990)، تلوث الهواء، مكتب التربية العربي لدول الخليج، الرياض.

[3] سمير رجب سليم (1990)، دليل المواد الكيميائية الخطرة، دار نشر القاهرة الحديثة للطباعة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

[4] عبد الإله الحسين الصطوف (1995)، التلوث البيئي مصادره – آثاره–طرق الحماية، سبها: جامعة سبها.

[5] عبد الرحمن منصور المخرم ومحمد مصباح الطبيب (2015) ،قياس مستوى تركيز كبريتيد الهيدروجين بالمنشآت النفطية ، دراسة تطبيقية على حقل النافورة التابع لشركة الخليج العربي للنفط ، مجلة العلوم والتقنية : الزاوية – ليبيا.

[6] فاكل ف سميل (2003)، الطاقة في مفترق الطرق :نظرة وتوقعات شاملة، The MIT PRESS.

[7] منظمة العمل العربية (1999)، معايير وحدود مؤشرات التعرض المهني، منشورات المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية دمشق.

[8] نوري بن طاهر الطيب وبشير بن محمود جرار (2005)، التلوث الداخلي للمنازل، منشورات جامعة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، المملكة العربية السعودية.

[9] تقرير الحوادث للمجمع شركة مليته للنفط والغاز.

[10] Biology and therapeutic potential of hydrogen sulfide and hydrogen sulfide-releasing chimeras, Biochemical Pharmacology, Volume 85, Issue 5, 1 March 2013, Pages 689-703

[11] International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), Compendium of Chemical Terminology Gold Book, Version 2.3.2, 2012.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية