مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (31) العدد (1) 2009
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (31) No. (1) 2009

# العوامل المؤثرة على عمل العنصر الحساس المكون من المزيج الأكسيدي $Bi_2O_3$ -$B_2O_3$ -$MoO_3$ من أجل تحديد محتوى غاز $H_2S$ في الأوساط الهوائية

الدكتور محمد معروف *
الدكتور محمد ناصر **

(تاريخ الإيداع 15 / 3 / 2009. قُبِل للنشر في 2009/5/5)

## □ الملخّص □

تمت دراسة العوامل المؤثرة على عمل العنصر الحساس المكون من المزيج الأكسيدي الذي أساسه البزموت والبور لتحديد محتوى غاز كبريت الهيدروجين الموجود في البيئة المحيطة بتركيز يساوي تركيزه في الأوساط الهوائية الملوثة بهذا الغاز. إذ تم التوصل تجريبيا إلى إمكانية استخدام العنصر الحساس ضمن ظروف طبيعية تبلغ قيمة الرطوبة النسبية فيها 80% .وتبيّن أن قيمة الناقلية الكهربائية تتزايد مع تزايد كمية العامل المنشّط المضاف إلى الطبقة الفعّالة، فكانت قيمتها المثالية 2.8 $mg / cm^2$ . بينت النتائج التجريبية أن نسبة أكسيد الموليبدينيوم المضاف إلى المزيج البزموبوراتي المزجج ، الموافقة لعمل العنصر الحساس من أجل تحديد محتوى غاز $H_2S$ في البيئة المحيطة، يجب أن تقع في حدود % ( 7 - 1 ).

**الكلمات المفتاحية :** العنصر الحساس، الرطوبة النسبية، العامل المنشط، أكسيد الموليبدنيوم، غاز كبريت الهيدروجين.
**مكان إجراء البحث:** أكاديمية موسكو للكيمياء التكنولوجية الدقيقة – جامعة تشرين .

* أستاذ – قسم الكيمياء – كلية العلوم – جامعة تشرين–اللاذقية –سورية .
**أستاذ مساعد – قسم الكيمياء – كلية العلوم – جامعة تشرين –اللاذقية –سورية .

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم الأساسية المجلد (31) العدد (1) 2009
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (31) No. (1) 2009

# The Factors Effecting the Work of the Sensitive Element Composed of Oxide Mixture $Bi_2O_3 – B_2O_3 – Moo_3$ for Detection of the $H_2S$ Gas Content in the Aerial Spaces.

**Dr. M. Maarouf***
**Dr. M. Nasser****

**(Received 15 / 3 / 2009. Accepted 5/5/2009)**

## □ ABSTRACT □

The factors affecting the work of the sensitive element composed of the oxide mixture based on Bismuth and Boron were studied to detect the content of hydrogen sulphide gas in the surrounding environment with concentration equals to that existing in polluted aerial spaces. Empirically, the study revealed the possibility of using the sensitive element in normal conditions with relative humidity of 80 % . It was demonstrated that the conductivity increases as the activating factor added to the active layer increased with optimum value of 2,8 $mg/cm^2$. Experimental results showed that the proportion of Molybdenum Oxide added to the Bismo-Boron mixture and suitable for action of sensitive element to detect the $H_2S$ content in the surrounding environment should be around (1-7)% .

**Key words**: sensitive element – relative Humidity – activated factor – Molybdenum Oxide – Hydrogen Sulphide .
**Place of research carried out**: Tishreen University ; Mosscow academy of chemo-microtechnology .

***Professor, Department of Chemistry , Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
****Associate Professor, Department of Chemistry , Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

**مقدمة:**

أدّى التطور الصناعي الكبير إلى توجه الباحثين لإيجاد حلول مناسبة للمشاكل البيئية الناجمة عن طرح مخلفات المنشآت الصناعية من المواد الكيميائية السامة، التي تشكل خطراً يهدد الكائنات الحية، وقد انحصرت مساعي العديد منهم في إمكانية تحديد محتويات هذه المواد بالسرعة التي تتناسب مع متطلبات العصر الحديث، والدقة التي تتطلبها طرائق التحليل المتقدمة. تعد الغازات المنطلقة من فوهات المصانع من أكثر الملوثات خطرا على حياة الكائنات الحية، إذ توجد صعوبة في تحديد نسبة هذه الغازات بوساطة الطرائق الكيميائية التقليدية، التي تتطلب مزيداً من الوقت، والتي لاتحقق الدقة والصحة المطلوبتين للوصول إلى نتائج تحليل أقرب إلى الواقعية.

استخدمت العينات الصلبة، ذات المظهر الزجاجي، المكونة من المزيج الأكسيدي لعنصري البور والبزموت ( $Bi_2O_3 - B_2O_3$ ) منذ الثمانينات في تحديد نسب العناصر المعدنية المكونة لبعض المواد الصناعية [1,2] والترب الزراعية [3] والفلزات [4] باستخدام الطرائق الطيفية المختلفة، وبصورة خاصة مطيافية أشعة رونتجن المتفلورة (XRF).

من المعروف أن استخدام العينات القياسية المبنية على أساس أكسيد البور وأكسيد البزموت في تحديد محتويات الغازات الملوثة للهواء الجوي، مسألة ليست سهلة، وهي تحتاج إلى استخدام تقانات بمراحل متعددة ، لذلك لابد من البحث عن وسائل قياس متطورة لمحتوى بخار الماء وغازات النشادر وكبريت الهيدروجين وثنائي أكسيد الكبريت وغازات الكربون والآزوت المختلفة، وغيرها من الغازات السامة في الهواء الجوي.

تركزت الأبحاث العلمية الهادفة إلى حل هذه المشكلة في تصميم عناصر حساسة انتقائية لتحديد محتوى كل من الغازات السامة المذكورة في الهواء الجوي، فمنهم من استخدم المركبات المتعددة غير المتجانسة المحتوية على الفوسفور في تحديد نسبة غاز النشادر في منطقة انتشاره [5]، ومنهم من استخدم معقد النيكل مع ثنائي ميتيل غليوكسيم Ni(HDm) كعنصر حساس لغاز النشادر [6]، كما استخدمت طبقات رقيقة من أكسيد التنغستين كمواد جديدة انتقائية وذات حساسية عالية لتحديد الغازات $NO_2$ و $O_3$ و $H_2S$ [7].لكن بسبب عدم ثباتية هذه العناصر أمام الظروف الخارجة المحيطة اتجه الباحثون إلى تصميم عناصر حساسة أخرى أكثر ملائمة لمقاومة العوامل الجوية والميكانيكية، وذات استمرارية أطول في تحديد نسبة هذه الغازات في البيئة المحيطة.كان البروفيسور الروسي كوتفيتسكي وفريقه أول من أخذ من العينات الزجاجية العيارية المكونة من البزموت والبور منطلقاً لتصنيع عناصر حساسة لبخار الماء في الهواء الجوي، وذلك بعد القيام بإدخال مواد منشطة إليها [8].

عملنا في بداية هذا البحث على تغيير شروط الحصول على العينات الزجاجية ذات التركيب $Bi_2O_3 - B_2O_3 - MoO_3$ ، من خلال إتمام هذه العملية عند درجات الحرارة العالية عبر مرورها بأكثر من مرحلة أثناء عملية التبريد ، حيث يتم في المرحلة الأولى وضع المزيج الأكسيدي في جرن من العقيق ، ثم يمزج بهدوء وينقل إلى بوتقة من أكسيد الألمنيوم ، وتوضع البوتقة في مرمّدة كهربائيّة درجة حرارتها 1273 K.تخرج البوتقة من المرمّدة بعد مضي عشرين دقيقة ، وتحرك المصهورة بطريقة التدوير لتحقيق عمليّة التجانس الجيّد ، أما في المرحلة الثانية فيتم فيها نقل المصهورة إلى بوتقة من البورسلان ، ثم توضع في مرمّدة كهربائية ثانية درجة حرارتها $400^0C$ ، وتترك عند هذه الدرجة لمدّة 12 hours .تخرج بعدئذ لتبرد عند درجة حرارة الغرفة، وذلك بهدف الحصول على عيّنات زجاجيّة ثابتة لا تتأثّر بالعوامل الخارجيّة ، ولا بالأفعال الميكانيكيّة، التي قد تخضع لها العينات أثناء القيام

بعملية الصقل أو غيرها من العمليات الأخرى.وقد عمدنا إلى استبدال أكسيد الجرمانيوم الذي استخدم في العمل [9] بأكسيد الموليبدينيوم الأكثر وفرة والأرخص ثمناً.

## هدف البحث وأهميته:

يهدف هذا البحث إلى إيجاد عناصر حساسة لغاز كبريت الهيدروجين الموجود في الوسط المحيط ،مكونة بشكل أساسي من المزيج الأكسيدي المتزجج لعنصري البور والبزموت من أجل تطوير وسائل مراقبة التلوث الناتج عن المنشآت الصناعية.

## طرائق البحث و مواده:

**الأجهزة والأدوات اللازمة :**

- فرن كهربائي عدد / 2 / مجهزان ببرنامج حراري زمني .
- مجهر عادي من النوع LOMO .
- ميزان تحليلي حساس من النوع AND GR – 200 يعمل بحساسية $\pm$ 0.00001 g .
- جهاز ناقلية كهربائية من النوع E . 7 – 8 يعمل بدقة قياس $\pm 10^{-7}$ ms .
- مجموعة ترسيب الطبقة الحساسة على سطح العينة الزجاجية مؤلفة من / منظم جهد كهربائي ، محرك كهربائي، خلاط زجاجي، سخانة كهربائية، ميزان حرارة زئبقي.
- مجلخ كهربائي يدور بصورة شاقولية، وهو من النوع sturm BG 60 / 25 .
- حوجلة من البيريكس مدورة القعر ذات ثلاثة فتحات .
- بوتقات من مزيج يحتوي على أكسيد الألمينيوم، سعة 30 ml عمقها حوالي 7 cm وأخرى سعة 50 cm عمقها 3 cm .
- ورق صقل من النوع LUX قياس K1200 و K600 .
- لاكار من النوع positive – 20 .
- دهان ناقل للكهرباء من النوع КОНТАКТОЛ روسي الصنع .
- جلد طبيعي لتنعيم السطح .
- مبرد لصناعة أثلام على سطح العينة الزجاجية .
- أسلاك نحاسية بقطر 0.2 mm .

**المواد الكيميائية اللازمة :**

- أكسيد البزموت $Bi_2O_3$ عالي النقاوة .
- أكسيد البور $B_2O_3$ عالي النقاوة .
- أكسيد الموليبدينيوم $MoO_3$ عالي النقاوة.
- أورتو حمض الفوسفور $H_3PO_4$ نقاوته أكثر % 99 .
- حمض الكبريت الكثيف أكثر % 98.
- هيدروكسيد الصوديوم الصلب عالي النقاوة.

- كبريتيد الصوديوم المتبلور عالي النقاوة $Na_2S - 9H_2O$ .
- حمض الأسكوربيك عالي النقاوة .
- موليبدو حمض الفوسفور $H_3[PMo_{12}O_{40}]$ .
- بارا موليبدات الأمونيوم النقية $(NH_4)6Mo_7O24$.

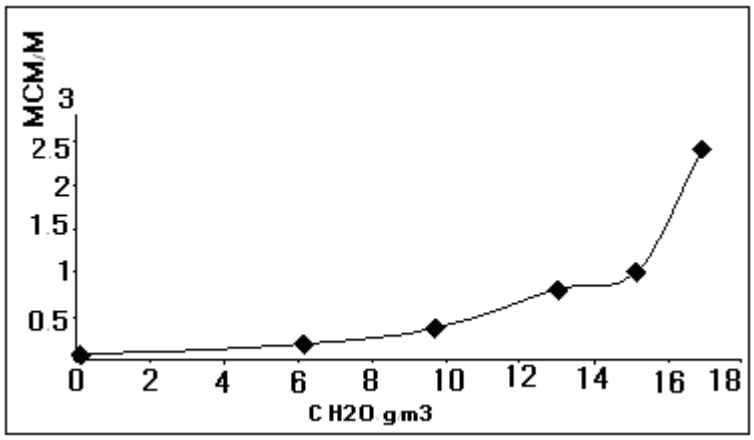
**أسلوب العمل أو البحث:**

تمت دراسة تأثير العوامل الثلاثة التي هدف البحث لتحقيقها على مجموعة من العناصر الحساسة المكونة من المزيج الأكسيدي $Bi_2O_3 - B_2O_3 - MoO_3$ بطريقة تجريبية تقوم على أساس المنهج العلمي . إذ قمنا بالتعرف على تأثير بخار الماء الموجود في الوسط المحيط على مقدرة العنصر الحساس في تحديد محتوى غاز كبريت الهيدروجين الممتزج معه في الوسط المحيط نفسه، وذلك من خلال إيجاد العلاقة بين الناقلية الكهربائية النوعية للعنصر الحساس بمحتوى بخار الماء في البيئة المحيطة، مرة بوجود موليبدو حمض الفوسفور، ومرة أخرى بوجود موليبدو حمض الفوسفور وبارا موليبدات الأمونيوم. واستطعنا تحديد كمية المادة المنشطة اللازمة من خلال تغيير عدد مرات الرش بمحلول موليبدو حمض الفوسفور، ومحلول بارا موليبدات الأمونيوم، وعملنا على تحديد كمية هاتين المادتين المضافتين إلى سطح العنصر الحساس، عن طريق إخضاع قصاصة ورقة صغيرة لعملية الرش نفسها، ثم حساب فرق الوزن لتحديد كمية المنشط المضاف. أما من أجل دراسة تأثيرنسبة أكسيد الموليبدينيوم، فقد قمنا بتحضير سلسلة من العينات الزجاجية التي يتغيرمحتوى أكسيد الموليبدينيوم فيها من 1-7% بطرقة الصهر والتبريد المتتدرج [10]، واستطعنا تحديد أفضل نسبة ملائمة لعمل العنصر الحساس من خلال تحديد أعلى ناقلية نوعية للعنصر الحساس عند وضعه في جو من غاز كبريت الهيدروجين المنطلق نتيجة التفاعل الكيميائي بين كبريتيد الصوديوم عند إضافته إلى محلول حمض الكبريت ذي التركيز الثابت.

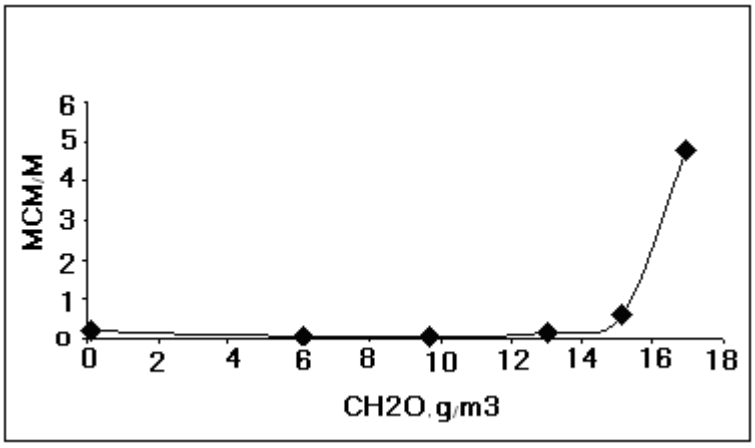
$$Na_2S + H_2SO_4 \rightleftharpoons Na_2SO_4 + H_2S\uparrow$$

## النتائج والمناقشة:

أعطت دراسة تأثير بخار الماء على عمل العنصر الحساس لمحتوى غاز كبريت الهيدروجين الموجود في البيئة المحيطة،القائمة على دراسة تغير الناقلية النوعية للعنصر الحساس ( $\sigma$ ) مقدرة بوحدة $mSM / m$ مع تغير محتوى بخار الماء في البيئة المحيطة،من خلال وضع محلول حمض الكبريت بتراكيز مختلفة داخل حوجلة ثلاثية الفتحات، الذي يقوم بامتصاص الرطوبة من البيئة المحيطة بصورة يتناسب فيها محتوى بخار الماء في الجو المحيط مع تركيز الحمض المحّدد بدقة. استخدمنا من أجل إنجاز هذه الدراسة عنصرا حساسا مكونا من المزيج الأكسيدي $70\% Bi_2O_3 - 27\% B_2O_3 - 3\% MoO_3$ . تمّ تنشيط هذا العنصر بوساطة موليبدو حمض الفوسفور، وبارا موليبدات الأمونيوم الشكل ( 1, a )،وعنصرا حساسا آخر له التركيب نفسه الذي تمّ تنشيطه– فقط بوساطة موليبدو حمض الفوسفور الشكل ( 1 , b ) من أجل العمل على الربط بين نوع المادة المنشطة المستخدمة، وكمية بخار الماء التي تجعل من الناقلية الكهربائية النوعية للعنصر الحساس ناقلية مرتفعة القيمة. فمن الملاحظ على الشكل ( 1 – a , b) أن الناقلية النوعية للعنصر الحساس تبقى شبه معدومة حتى التركيز $16\ g / m^3$ لبخار الماء في البيئة المحيطة بالعنصر الحساس المنشّط بموليبدو حمض الفوسفور وبارا موليبدات الأمونيوم، وهو التركيز المقابل لرطوبة نسبية قدرها 80 % . إذ تؤكّد هذه النتيجة على إمكانية استخدام العنصر الحساس المقترح من أجل تحديد محتوى غاز كبريت الهيدروجين في الهواء الجوي الذي لا تزيد رطوبته النسبية عن 80 %.




**a**

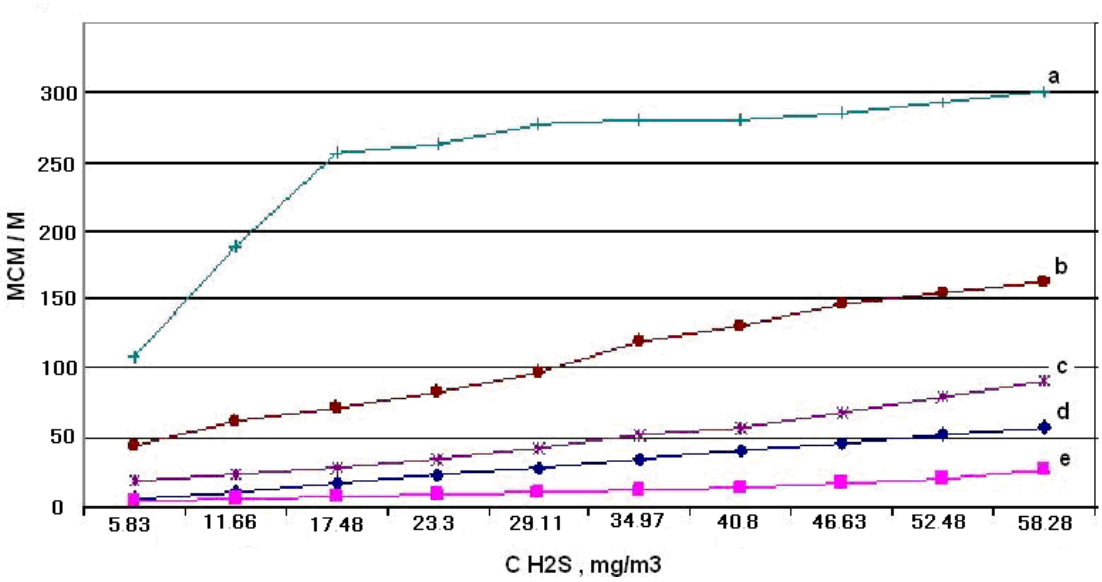



**b**

**الشكل ( 1 ) : علاقة الناقلية الكهربائية النوعية للعنصر الحساس المكون من المزيج الأكسيدي**
**$MoO_3$ 3% -$B_2O_3$ 27%– $Bi_2O_3$ 70% على الترتيب بمحتوى بخار الماء في البيئة المحيطة.**
**a – المنشط موليبدو حمض الفوسفور. b– المنشط موليبدو حمض الفوسفور+ بارا موليبدات الأمونيوم**

يتوقف عمل العنصر الحساس المكون من المزيج الأكسيدي المذكور أعلاه على كمية العامل المنشط، الذي يضاف بطريقة الرش إلى الطبقة الفعالة المترسبة أثناء وضع العنصر الحساس داخل حمض الفوسفور المركّز، وهي طريقة لا نستطيع بوساطتها تحديد كمية المنشط بصورة مباشرة تحديدا دقيقا. لذلك قمنا بتحديد كمية العامل المنشط برش قصاصة ورقية محددة الوزن بدقة، على التوازي مع العنصر الحساس وتجفيفها في حرارة الغرفة خلال فترة زمنية قدرها 72 ساعة ثم وزنها. اعتمدنا على حساب فرق الوزن في تحديد كمية العامل المنشط الذي توضّع على سطح الورقة المساو لسطح الطبقة الفعالة على سطح العنصر الحساس. قيست الناقلية الكهربائية النوعية لكل عنصر من العناصر الحساسة التي تختلف فيما بينها بعدد مرات رشها بالعامل المنشّط ( أي بكمية العامل المنشّط ) عند محتوى متغّير من غاز كبريت الهيدروجين، يوافق محتواه في الهواء الجوي. يبيّن الشكل ( 2 ) تزايد حساسية العنصر الحساس لمحتويات غاز كبريت الهيدروجين مع تزايد كمية العامل المنشط المضاف إلى سطح الطبقة الفعّالة $BiPO_4$ التي تشكّلت تحت تأثير حمض الفوسفور على العنصر الحساس المكون من المزيج الأكسيدي المكون من -$70\%Bi_2O_3$

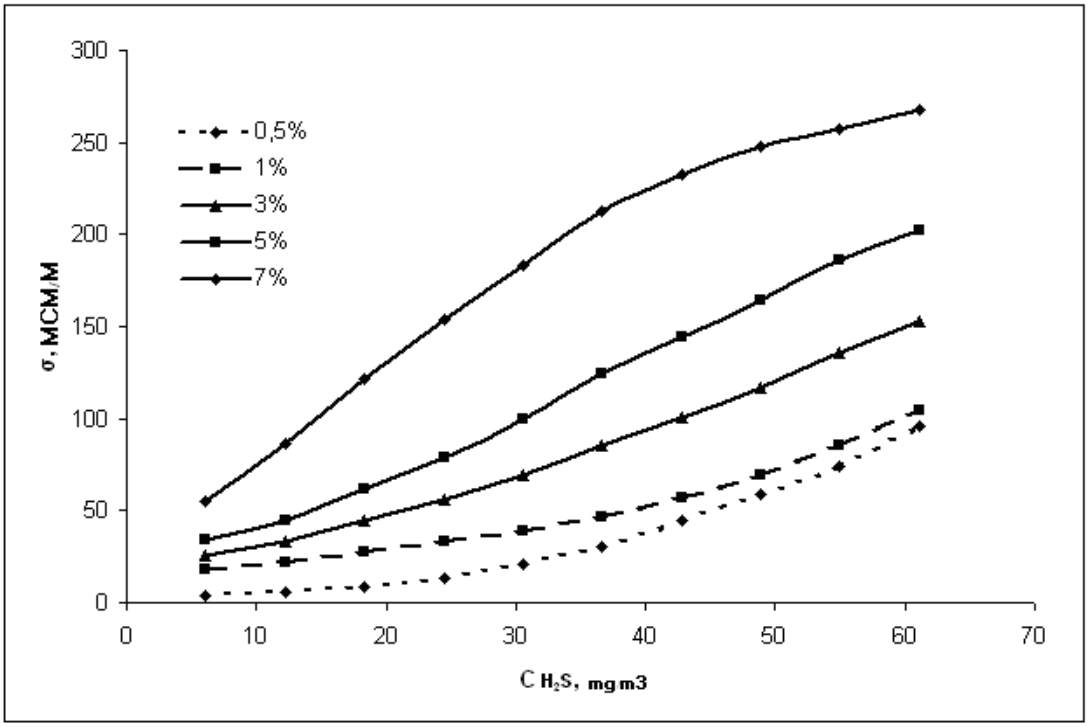
$MoO_3$ 3%-$B_2O_3$ 27% على الترتيب. تعدّ الكمية 2.8 g /$Cm^2$ من العامل المنشّط التي توافق عدد بخات المادة المنشّطة المساوي 40 بخة، كميّة مثالية للمحافظة على العلاقة الخطية بين الناقلية الكهربائية النوعية للعنصر الحساس ومحتوى غاز كبريت الهيدروجين.




**الشكل ( 2 ) : تأثير كمية العامل المنشّط على حساسية العنصر الحساس لمحتوى غاز كبريت الهيدروجين ، المكّون من المزيج الأكسيدي 70% $Bi_2O_3$ –27%$B_2O_3$-3% $MoO_3$**
**e. 0.0001 gr ، d. 0.0002 gr ، c. 0.0004 gr ، b. 0.0008 gr ، a. 0.0014 gr**

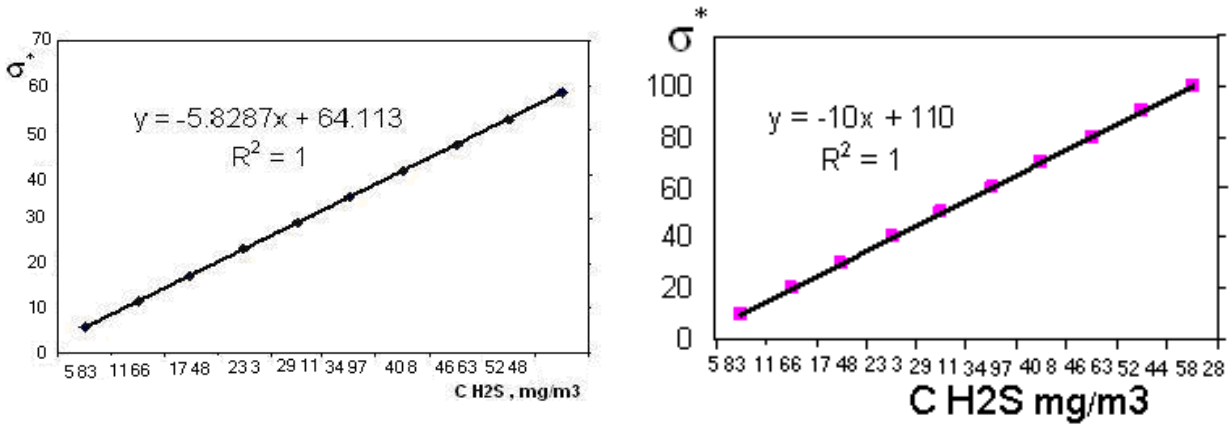
أما من أجل دراسة تأثير نسبة أكسيد الموليبدينيوم داخل المزيج الأكسيدي المكّون للعنصر الحساس على تحديد محتوى غاز كبريت الهيدروجين في البيئة المحيطة، قمنا بتصنيع خمسة عناصر حساسة تختلف فيما بينها بنسبة أكسيد الموليبدينيوم $MoO_3$ التي تتغير على حساب نسبة أكسيد البور $B_2O_3$ مع المحافظة على ثبات نسبة أكسيد البزموت $Bi_2O_3$ في جميع العينات الزجاجية المعدّة لتصنيع العناصر الحساسة لغاز كبريت الهيدروجين. قيست الناقلية الكهربائية النوعية من أجل كل عنصر من العناصر الخمسة عند الشروط نفسها من نسبة بخار الماء الموافقة لتركيز 7.76 % من حمض الكبريت من جهة، ولكمية العامل المنشط الموافقة للقيمة 2.8 g / $Cm^3$ وضمن مجال محتوى غاز كبريت الهيدروجين $g/m^3$(61 - 6 ).

يبين الشكل ( 3 ) تزايد حساسية العنصر الحساس مع تزايد نسبة أكسيد الموليبدينيوم لغاية الوصول إلى درجة الإشباع عندما تكون نسبته 7 % .




**الشكل ( 3 ) : علاقة حساسية العناصر الحساسة لمحتوى $H_2S$ في البيئة المحيطة بنسبة أكسيد الموليبدينيوم داخل المزيج الأكسيدي البزموبوراتي .**

أجريت المعالجة الإحصائية لنتائج تحديد محتوى غاز كبريت الهيدروجين بوساطة عنصرين حساسين يمتلكان الكمية نفسها من العامل المنشط $1.6\ mg/Cm^2$، الممثلة بالعلاقة بين الناقلية الكهربائية النوعية للعنصر الحساس ومحتوى $H_2S$ في الوسط المحيط. تم الاعتماد على معادلتي الخطين المستقيمين الممثلين للشكل ( 4 ) في حساب محتوى غاز كبريت الهيدروجين الموافق لقيمة الناقلية الكهربائية النوعية المقاسة ثلاث مرات متكررة من أجل كل عنصر ( n = 3 ) واستخدمت المواصفة القياسية العالمية للعام 2001 [11]




**الشكل ( 4 ) : علاقة الناقلية الكهربائية النوعية ( $\sigma^*$ ) مع محتوى غاز كبريت الهيدروجين $C_{H2S}\ mg/m^3$ في البيئة المحيطة لعنصرين متماثلي التركيب، ولهما كمية العامل المنشط نفسها $1.6\ mg/Cm^2$.**

من أجل تحديد تكرارية، وصحة، ودقة نتائج تحديد محتوى غاز كبريت الهيدروجين في الوسط المحيط الجدول ( 1). يبين هذا الجدول قيم محتوى $H_2S$ الموافقة لقيم الناقلية الكهربائية النوعية المقاسة بوساطة جهاز الناقلية الكهربائية من النوع E . 7– 8 والدراسة الإحصائية المرافقة لتحديد تكرارية وصحة ودقة نتائج التحديد لغاز كبريت الهيدروجين في الوسط المحيط.

**الجدول (1) : قيم محتوى $H_2S$ الموافقة لقيم الناقلية الكهربائية النوعية المقاسة بوساطة جهاز الناقلية الكهربائية من النوع E . 7– 8**

| $C_{H2S}$ mg / $m^3$ | | |
|---|---|---|
| العنصر الحساس ( 2 ) | | العنصر الحساس ( 1 ) |
| 53.10 | | 51.40 |
| 52.38 | | 52.50 |
| 53.00 | | 51.50 |
| القيمة الوسطية $X_{ml}$ | 51.60 | 52.80 |
| الإنحراف التربيعي $S^2_{ML}$ | 0.17 | 0.38 |
| معامل كوهرين $G ex.$ | 0.69 | $G.tab$ = |
| الخطأ المعياري النسبي | 0.02 | |
| صحة التحديد $\Delta_{cm}$ | 1.5 | |
| دقة التحديد $\Delta_{BM}$ | 2.0 | |

## الاستنتاجات والتوصيات:

1– يمكن للعنصر الحساس المكون من المزيج $MoO_3$ 3%- $B_2O_3$ % 27 -$Bi_2O_3$70% أن يحدد بصورة انتقائية محتوى غاز كبريت الهيدروجين بوجود رطوبة نسبية لاتزيد عن 80 %.

2– تبلغ كمية المنشط المثالية لعمل العنصر الحساس المقدار $2.8\ mg/cm^3$.

3– تتزايد الناقلية الكهربائية النوعية للعنصر الحساس المكون من المزيج الأكسيدي المقترح مع تزايد نسبة أكسيد الموليبدينيوم داخل المزيج، وهي تبلغ قيمة عظمى عندما يصبح تركيب هذا المزيج

$MoO_3$ 3 % -$B_2O_3$% 27 -$Bi_2O_3$70%.

4– لم يتجاوز الانحراف عن القيمة الحقيقية لمحتوى غاز كبريت الهيدروجين المقدار 1 %، وقد تم تحديده بدقة جيدة تتوافق مع محتوى غاز كبريت الهيدروجين في الهواء الجوي.لذلك تعد النتائج التجريبية التي توصلنا إليها في نهاية البحث مشجعاً كبيراً للبحث عن شركة تتبنى فكرة تصنيع عناصر حساسة لغاز كبريت الهيدروجين الموجود في الهواء الجوي بالاعتماد على المزيج الأكسيدي $MoO_3$ 3%- $B_2O_3$% 27 -$Bi_2O_3$70% ذي المظهر الزجاجي.

## المراجع:

1- МАРУФ, М. , *Стекловидные излучатели на основе оксида висмута (III) для рентгенофлуоресцентного анлиза лангасита* , диссертация на соискание учебной степени кандидата технических наук , Москва, 1990.151.

2- КАРАЧЕЦЕВ, Ф. Н. , КУТВИЦКИЙ, В. А. , СОРОКИНА, О. В. ,*Определние металлов в сложных оксидных системах.* Вестник МИТХТ, Т. 3, № 5, С. 2008,74-78.

3- КУТВИЦКИЙ, В. А. , ДРОБОТ, Д. В., КАРАЧЕЦЕВ, Ф. Н., ХОЛИН, А. Ю. , *Синтез и исползование в целях анлиза универсалных стекловидных образцов сравнения,* Международная Науно-Техническая Конференния, Волгоград, Т. 1, 2004, 354-357.

4- KHUDER, A. , MAROUF, M. ,*Determination of uranium in phosphate rocks by fusion glass method for X-ray fluorescence,* Abhath Al-yrmouk, vol. 15, № 2, 2006, 249-255.

5- - КАРАЧЕЦЕВ, Ф. Н. , КУТВИЦКИЙ, В. А. , СОРОКИНА, О. В. , *Получение гетероструктур на основе висмутатно-боратных стекол и их исползование в аналитческих целях,* XII Международная Науно-Техническая Конференния, Тез. Докл. Межд. Наун-Техн. Конф.,9-11 сентября 2006, Волгоград, Т. 1, 2008,177.

6- МОХАММЕД, Х. Д. , КУТВИЦКИЙ, В. А., ГОЛЬДШТРАХ, М. А. И ДР. , *исползование гетерогенных струрных на основе оксидных соединений висмута в качестве химических сенсоров,* Ж. Микрсистемная Техника, № 12, 2001, 6-9

7- BERGER, O. , HOFFMANN, T. , FISCHER, W. J., MELEV, V. , *Tungsten-oxide thin films as novel materials with high sensitivity and selectivity to $NO_2$, $O_3$, and $H_2S$. Part II: Application as gas sensors.* Journal of Materials Science: Materials in Electronics, Volume 15, Number 7, July 2004 , 483-493.

8 -ЛЕБЕДЕВА. А.,*Люминесценция боратно- висмутатных стекол содержащих оксиды редкозмельных элементов и ее использование в целях анлиза*¦: Автореф.дис.нсоиск.уч.ст.канд.хим.наук:02.00.02/Александр АлександрвичЛебедев.МИТХТим.М.В.Ломоносова.М.,1999.-24.

9- КАРАЧЕЦЕВ, Ф. Н. , КУТВИЦКИЙ, В. А. , СОРОКИНА, О. В., ЛЕБЕДЕВА.А. , КОЛЧИНА, О. С. , *Оптимизация технология синтза стекловидных висмутсодержащих материалов,* XI Международная Науно-Техническая Конференния, Тез. Докл. Межд. Наун-Техн. Конф.,16-20 октотября 2006, Самра, Т. 1, 2006, 199-200.

10- КАРАЧЕЦЕВ, Ф. Н. , КУТВИЦКИЙ, В. А. , СОРОКИНА, О. В., КИНЕТИЧЕСКИЕ *закономерности взаимодействия висмутатно-боратных стекол с ортофосфорной кислотой*. Вестник МИТХТ, Т. 3, 2008, 70-73.

11- ГОСТ ИСО 9000-2001 , *Основные положения и словарь,* .М.: Издательсво стандартов,2001.