

تشكيل جهاز تجريبي لتوصيف حساسات غازية لأجل بخاري الأسيوتون والإيثانول

منير الحامض، عمر حلي، نورة مزنوق*

ملخص

نظراً لأهمية الحساسات الغازية و تطبيقاتها في مختلف المجالات، فإننا سوف نعرض في هذا البحث تشكيل جهاز لتوصيف الحساسات الغازية، ومن ثم سنقوم بتوصيف أربعة حساسات غازية من شركة (Figaro) اليابانية وبأنواع متعددة، ثلاثة منها من عائلة (TGS 26--) الجديدة وإحداها من عائلة (TGS8--) القديمة. بعد ذلك سنشرح آلية عمل هذا الجهاز لأجل التقاط أبخرة الأسيوتون والإيثانول، ومن الخطوط البيانية لاستجابة الحساسات مع الزمن سوف نحسب بوساطة برنامج صممناه في مخبرنا كلاً من المتغيرات التالية (المقاومة المرجعية R0، المقاومة المستقرة RS، الاستجابة التحسسية S، سرعة الاستجابة التحسسية Slope، زمن الاستجابة التحسسية tr، زمن بداية الاستقرار للحساس ts، زمن إعادة التنشيط بالهواء ta) لكل حساس، وفي النهاية سنناقش المتغيرات السابقة ونتأكد من أنها تكرارية.

الكلمات الدالة: حساسات غازية، إيثانول، أسيوتون، جهاز تجريبي، بارامترات الحساسات، التحسسية.

المقدمة

ولاحظ أن استجابة هذا الحساس عالية وجيدة جداً تجاه الإيثانول مقارنة مع الأسيوتون. كما درس الباحث (Fang, 2010) استجابة حساس غازي مادته الأساسية أكسيد القصدير SnO_2 تجاه بخار الأسيوتون ومن ثم التأكيد من تكرارية عمل هذا الحساس لعدد كبير من القياسات، وقد لاحظ بأن تكرارية هذا الحساس كانت جيدة جداً أي أن حيد الحساس كان ضعيفاً، كما استطاع الباحث أن يفصل مجموعة من الأبخرة عن بعضها بعضاً من خلال دراسة التحسسية S لهذه الأبخرة بوساطة مجموعة من الحساسات الغازية.

واستطاع الباحث (Zeng, 2009) تصنيع حساس غازي مادته الحساسة هي أكسيد الزنك ZnO وتوصيفه لبخار الأسيوتون وذلك من خلال دراسة المتغيرين التحسسية وزمن الاستجابة التحسسية عند درجة حرارة 300°C لعدة تراكيز مختلفة من الغازات.

طريقة البحث وأهدافه

في هذا البحث قمنا بتشكيل جهاز تجريبي (شكل 1) مفيد في توصيف الحساسات الغازية ودراسة متغيراتها المختلفة عن طريق دراسة الاستجابة الزمنية للحساسات بوساطة برنامج صممناه في مخبرنا.

القسم العملي

يتألف الجهاز التجريبي من قسم التزويد بالبخار المشكل من مجموعة من أنابيب وصنابير مصنوعة من الكروم غير

لقد ازدادت أهمية الحساسات في الآونة الأخيرة خاصة الحساسات الغازية (Ihoura, 1994) شبه الموصلة المصنوعة من أكاسيد الفلزات لمئاتها وكثرة تطبيقاتها العملية ورخص ثمنها. كما لوحظ أيضاً ازدياد عدد الأبحاث (Komain, 2000) عن الحساسات الغازية وذلك من خلال دراسة تطبيقاتها وتشكيلها للأنف الإلكتروني (Nagle, 1998; Gardner, 1994) الذي أصبح في وقتنا الحالي من الأجهزة المهمة في مخابر التحليل (Penza, 2001) والتحكم في عمليات الإنتاج للمواد الكيميائية والصناعية و له أهمية كبيرة في الكشف عن العديد من الغازات (CH_4 , NO_2 , CO , CH_3OH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) (Capone, 2000). كما يمكن استخدام الأنف الإلكتروني للكشف أو توصيف العديد من الأبخرة مثل الأسيوتون والإيثانول من خلال إيجاد مجموعة من المتغيرات الخاصة بالتوصيف (Fan, 2011) (and Ivanova, 2004). وفي يومنا هذا استطاعت مجموعة من الباحثين تصنيع حساسات غازية شبه موصلة من أكاسيد فلزات متنوعة ومن ثم توصيف هذه الحساسات لأجل العديد من الأبخرة وعلى سبيل المثال استطاع الباحث (Rella, 2007) أن يصنع حساساً غازياً من ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 ودراسة المتغير الخاص باستجابته التحسسية S للأسيوتون والإيثانول

* قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة حلب، حلب، سوريا. تاريخ استلام البحث 2012/2/8 وتاريخ قبوله 2012/7/2.

كرت الربط وعن طريق برنامج Win Daq [وهو برنامج مرافق لكروت الربط يأتي ضمن DATA Q C Instruments, United Sate) يتم تنصيبه مع تعريف كروت الربط بالحاسوب وهو خاص لهذا النوع من كروت الربط [DI-148U].

6- تم تصميم برنامج لمعالجة الاستجابة الزمنية للحساسات ولحساب المتغيرات التالية (Alhamed, 2011):

R_0 : هي المقاومة الأولية للحساس والتي تعبر عن مقاومته قبل تعرضه للأبخرة وهي تحسب على أنها القيمة المتوسطة لأول خمس ثوانٍ.

R_S : هي المقاومة المستقرة للحساسات والتي نحصل عليها بعد ساعة كاملة من إدخال البخار المدروس وتم حسابها على أنها القيمة المتوسطة لآخر عشر ثوانٍ.

S: هي التحسسية للبخار المدروس وقد تم حسابها من العلاقة

$$\text{التالية } (S = \frac{R_0 - R_S}{R_0}).$$

Slope: سرعة الإستجابة للحساس وذلك من خلال حساب ميل الخط البياني لتغيرات المقاومة مع الزمن عند بدء الاستجابة.

t_f : زمن الإستجابة التحسسية وهو الزمن اللازم للحساس لتصل استجابته إلى نسبة 97% من الاستجابة المستقرة.

t_s : زمن بداية استقرار الحساس وهو الزمن اللازم للحساس ليصل إلى الاستجابة المستقرة .

t_a : زمن إعادة التنشيط بالهواء وهو الزمن اللازم ليعود الحساس إلى وضعه البدائي قبل تعرضه للغاز أو البخار المدروس، ويتم الحصول على هذا المتغير من الاستجابة الزمنية لمرحلة إعادة تنشيط الحساسات بوساطة الهواء وهذا الزمن يتم حسابه انطلاقاً من بدء إعادة التنشيط وحتى الوصول إلى القيمة المستقرة لإعادة التنشيط.

النتائج والمناقشة

لقد لاحظنا تناقصاً لمقاومة الحساسات عند إدخال الأبخرة وذلك يدل على سلوك مرجع للأبخرة (Omar, 2003-a) حيث يوضح الشكل (2) الاستجابة الزمنية التي حصلنا عليها لكل حساس ولبخار الأسيبتون وعند $V_H=3V$ و $T_a=35^\circ C$ ، علماً أن هذه الاستجابة تأخذ شكلاً أسياً وفق الصيغة التالية:

$$R = R_{t_0} + a \cdot e^{-\frac{t}{b}}$$

وعلى سبيل المثال عند استخدام جهد التسخين $V_H=5V$

القابل للصدأ، وقسم تنظيم درجة الحرارة الحاضن لحجرة القياس ذات الشكل الإسطواني المؤلفة من حساسات غازية تجارية مصنوعة من أكسيد فلزي (شبه موصل) وهي (TGS2611 - TGS832) - TGS2620 - TGS2612 وحساس حراري LM35 بهدف معرفة درجة حرارة حجرة القياس، كما تم ربط هذه الحساسات مع كروت الربط DI-148U

(DATA Q Instruments, United Sate) (حيث هو عبارة عن جهاز إلكتروني يفيد بقياس الجهود بين طرفي مقاومة حمولة الحساس، يملك ثمانية مداخل تشابهيّة، يقيس بدقة ($\pm 19.5 \text{ mV}$)، المعلومات الخارجة منه رقمية بدقة (10 Bits) يتم وصله مع الحاسوب بوساطة كبل (USB).

يعمل الجهاز التجريبي الذي شكلناه وفق الشروط التالية:

☒ تم اعتماد ثلاث درجات حرارة للفرن الكهربائي للوسط المحيط بحجرة الحساسات: $T_a = 35^\circ C, 45^\circ C, 55^\circ C$

☒ تم أيضاً تطبيق ثلاثة جهود تسخين للحساسات وهي:

$$V_H = 3V, 4V, 5V$$

☒ تم تسخين العينة البخارية (الأسيبتون أو الإيثانول) عند الدرجة $T_v = 45^\circ C$.

أما آلية العمل على الجهاز فقد كانت وفق دورة العمل التالية:

1- تم تسخين الحساسات الموجودة ضمن حجرة القياس لمدة أسبوع كامل دون انقطاع وذلك بتطبيق جهد تسخين خاص لكل حساس، $V_H=5V$ ، ودرجة حرارة الوسط المحيط بالحساسات (حجرة القياس) $T_a=35^\circ C$. وذلك لضمان استقرار طبقتها الحساسة كما هو مذكور ضمن مواصفات الحساس (Data Sheet).

بعد ذلك تم تشغيل مضخة دافعة للهواء، حيث تم ضخ الهواء ضمن حجرة القياس مباشرةً وذلك لتنشيط الحساسات ولمدة ساعة كاملة، حيث لاحظنا تزايداً واضحاً لمقاومة الحساسات.

2- بعد ذلك تم ضخ الهواء ضمن حجرة التزويد بالأبخرة، حيث يخرج الهواء منها وهو محمل بالعينة البخارية المدروسة ليدخل حجرة القياس وذلك لمدة ساعة كاملة بشكل مستمر، حيث لاحظنا تناقصاً واضحاً لمقاومة الحساسات.

3- تم بعد ذلك إدخال الهواء النقي مرة أخرى إلى حجرة القياس لمدة ثلاث ساعات وذلك لإعادة تنشيط الطبقة الحساسة للحساسات قبل البدء بدورة عمل جديدة.

4- تم تكرار دورة العمل عدة مرات بهدف دراسة تكرارية استجابة الحساسات الغازية.

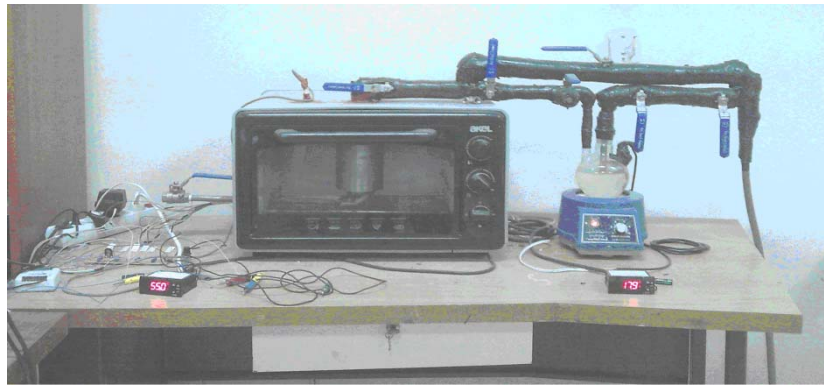
5- تم تسجيل القراءات الخاصة لكل حساس على حدة بوساطة

و $T_a=45^\circ\text{C}$ وجدنا الجدول (1) الذي يوضح ثوابت هذه المعادلة لكل من بخاري الأسيتون والإيثانول.

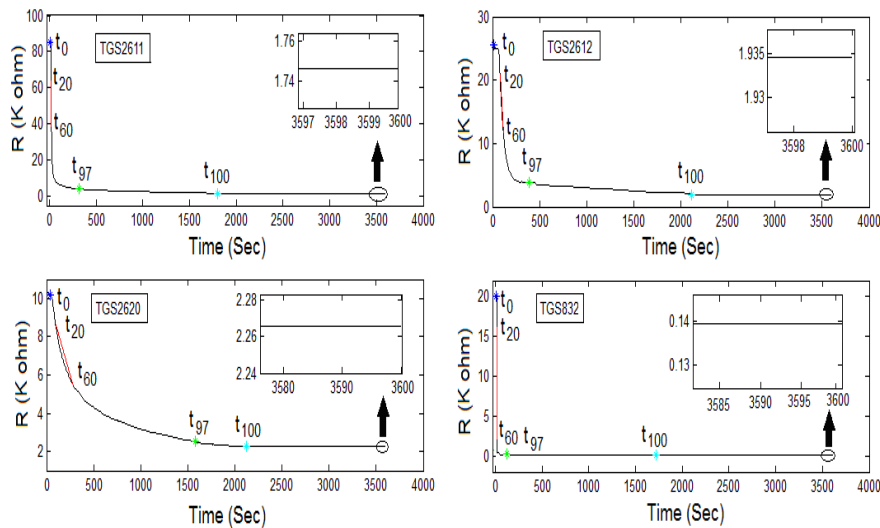
الجدول (1)

ثوابت المعادلة للحساسات الأربع لبخاري الأسيتون والإيثانول

Sensor	Vapor	R_{10} (k Ω)	a (k Ω)	b (Sec)
TGS 2611	Acetone	0.05354	191.49782	1.87585
	Ethanol	2.8092	68.14676	3.41022
TGS 2612	Acetone	0.80257	17.61637	2.10479
	Ethanol	0.66417	37.68483	1.39596
TGS 2620	Acetone	0.68845	5.7694	6.09139
	Ethanol	0.27638	1.62276	38.98304
TGS 832	Acetone	0.14488	267.71684	0.43354
	Ethanol	0.61366	52.4127	1.12419



الشكل (1): الجهاز التجريبي المستخدم لتوصيف الحساسات



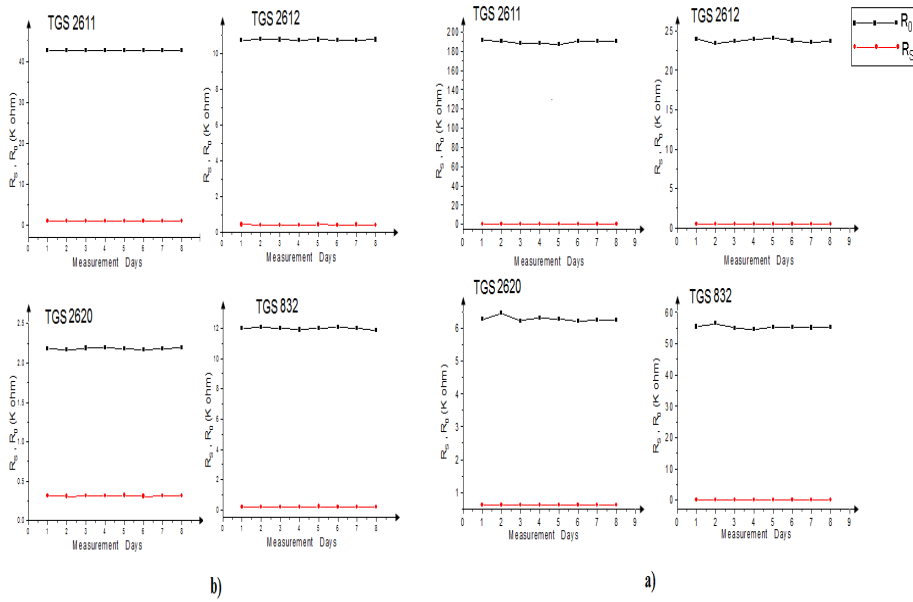
الشكل (2): الاستجابة الزمنية للحساسات الأربع عند تعرضها لبخار الأسيتون عند $T_a=35^\circ\text{C}$ و $V_H=3\text{V}$

لقد وجدنا من خلال دراسة المتغير R_0 بأنه عانى من حيد طفيف في قيمه مقارنةً مع قيم المتغير R_s [Endres, 1995]

من هذه الاستجابة الزمنية للحساسات تم استخراج سبعة متغيرات كما تم توضيحهم سابقاً.

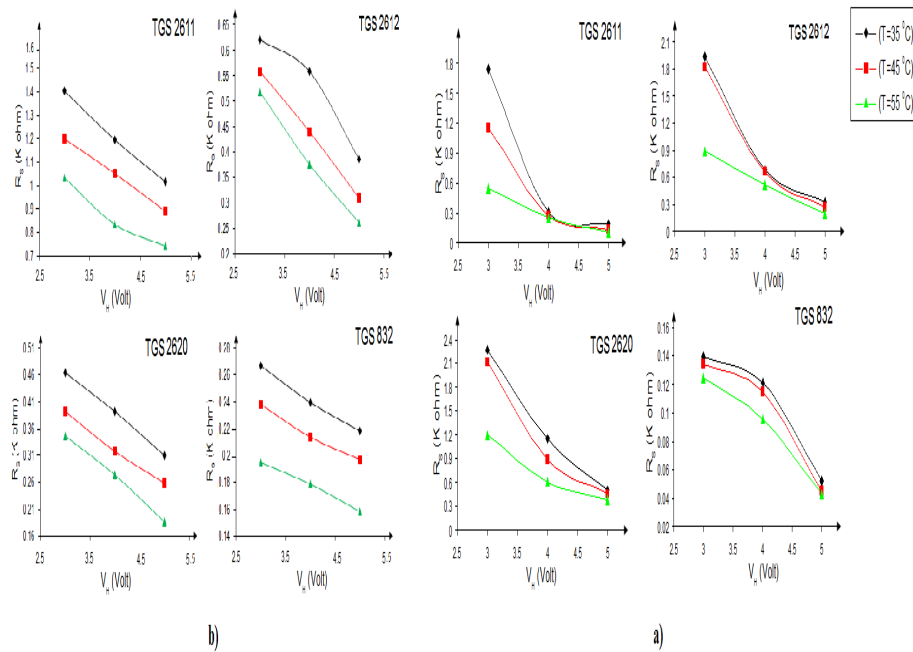
الحساسات قد أعطت نتائج تكرارية جيدة لهذا المتغير بالنسبة للأسيون أفضل من تكراريتها للإيثانول.

(الشكل 3)، ولقد لاحظنا بأن هذا الحديد كان أقل لأجل بخار الأسيون مما هو عليه لأجل بخار الإيثانول، أي أن



الشكل (3): تشتت الحساسات ممثلة بـ R0 مقارنةً مع RS

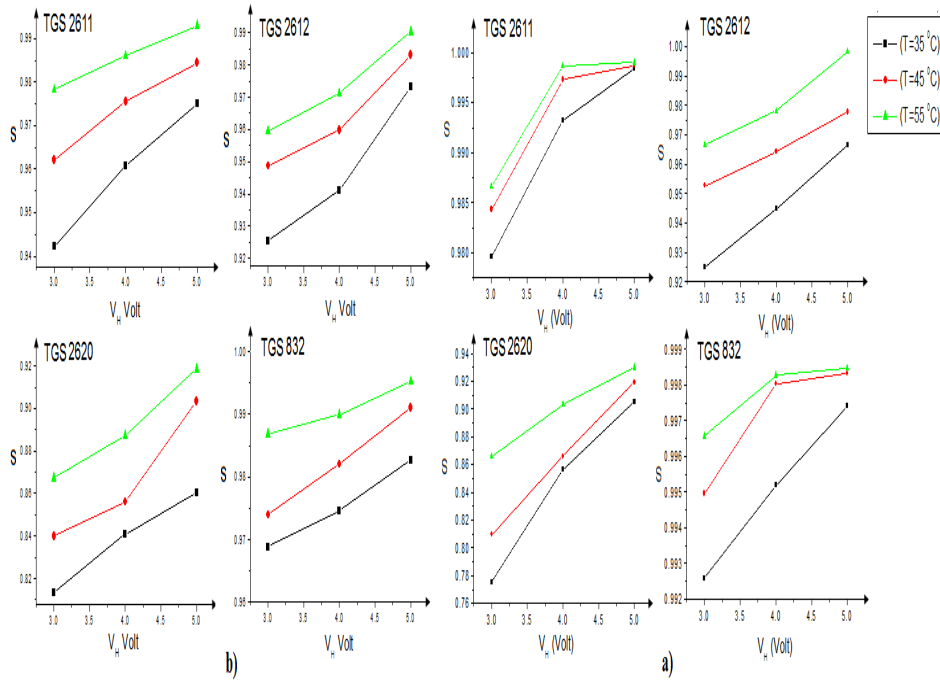
a) : لأجل بخار الأسيون b) : لأجل بخار الإيثانول



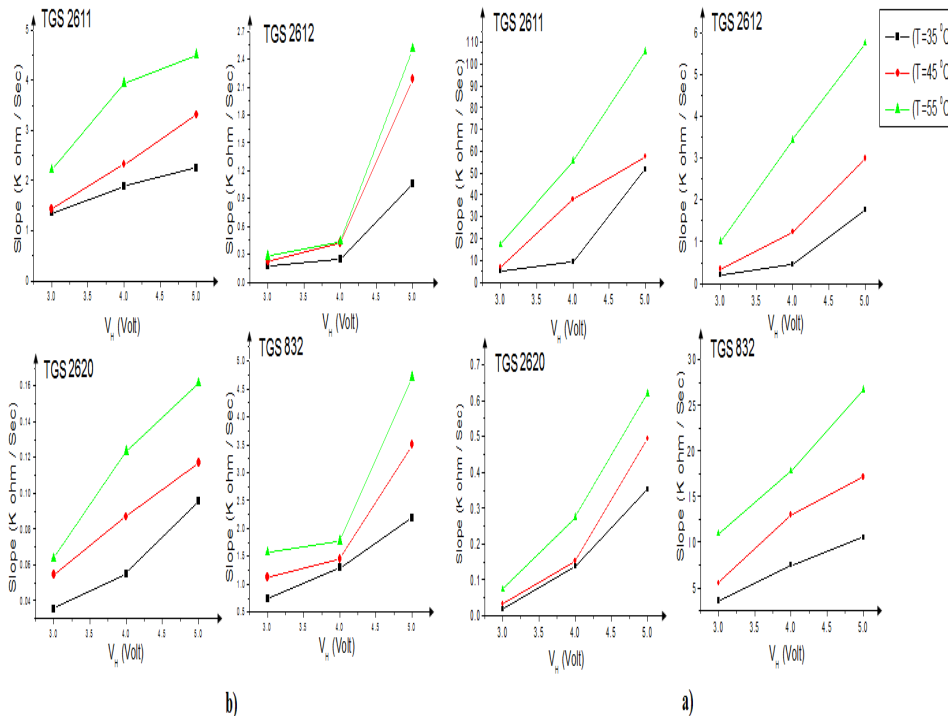
الشكل (4): تغير المقاومة المستقرة RS مع زيادة قيمة جهد تسخين الحساس عند درجات

حرارة مختلفة للوسط المحيط بالحساسات

a) : لأجل بخار الأسيون b) : لأجل بخار الإيثانول



الشكل (5): تغير الاستجابة التحسسية S مع زيادة قيمة جهد الحساس عند درجات حرارة مختلفة للوسط المحيط بالحساسات
 a) لأجل بخار الأسيتون b) لأجل بخار الإيثانول



الشكل (6): تغير سرعة الاستجابة التحسسية S مع زيادة قيمة جهد الحساس عند درجات حرارة مختلفة للوسط المحيط بالحساسات
 a) لأجل بخار الأسيتون b) لأجل بخار الإيثانول

الجدول (2)

أفضل زمن للاستجابة التحسسية t_r لأجل الحساسات الأربع لأجل بخار الأسيتون

Sensor	V_H (Volt)	T °C	t_r (Sec)
TGS 2611	4	45	28
TGS 2612	5	55	193
TGS 2620	5	45	184
TGS 832	3	35,45	35

الجدول (3)

أفضل زمن للاستجابة التحسسية t_r لأجل الحساسات الأربع لأجل بخار الإيثانول

Sensor	V_H (Volt)	T_a °C	t_r (Sec)
TGS 2611	5	35	54
TGS 2612	3	45	131
TGS 2620	5	55	79
TGS 832	3	45	85.5

كانت استجابة الحساس للبخار المدروس أسرع، إن تغير قيمة هذا المتغير مع جهد التسخين للحساس V_H ولأجل عدة درجات حرارة للوسط المحيط T_a بعد أخذ القيم المطلقة لهذا المتغير (الشكل 6) تزداد عند زيادة جهد التسخين أو لدى زيادة درجة حرارة الوسط وذلك للحساسات الأربع.

لقد استنتجنا من الشكل السابق أن نتائج هذا المتغير كانت أفضل لأجل بخار الأسيتون مقارنة مع بخار الإيثانول حيث نلاحظ من الشكل أن قيم مجال تغير هذا المتغير أكبر من قيمها لأجل بخار الإيثانول، كما أن هذا المتغير ولأجل البخارين قد أخذ منحى أقرب إلى الشبه خطية وهذا ما أكده الباحث (Omar, 2003-b) من خلال دراسته لهذا المتغير لأجل الحساسات الغازية TGS.

بعد ذلك قمنا بدراسة المتغير t_r وهو يعبر عن الزمن اللازم حتى تصل الحساسات إلى 97% من استجابتها التحسسية وهو يعطي فكرة ممتازة عن المدة الزمنية لتعرض الحساس للغاز المستهدف والتعرف عليه بشكل جيد وكلما كان هذا الزمن أصغر كان أفضل، وقد عرضنا في الجدولين (2,3) أفضل الشروط الواجب أخذها لجهد التسخين ولدرجة حرارة الوسط المحيط لكي نحصل على أصغر زمن t_r وقد تم إيجاد ذلك بعد حساب جميع الأزمنة t_r وعند جميع الحالات لجهد التسخين V_H ودرجة حرارة المحيط T_a ومن ثم تم تعيين أصغر قيم t_r ومعرفة أفضل الشروط التي أعطتها وذلك عند التعرض لبخاري الأسيتون والإيثانول.

نلاحظ من الجدول (2,3) بأن أسرع الحساسات التي استجاب لبخار الأسيتون أو الإيثانول كان الحساس TGS

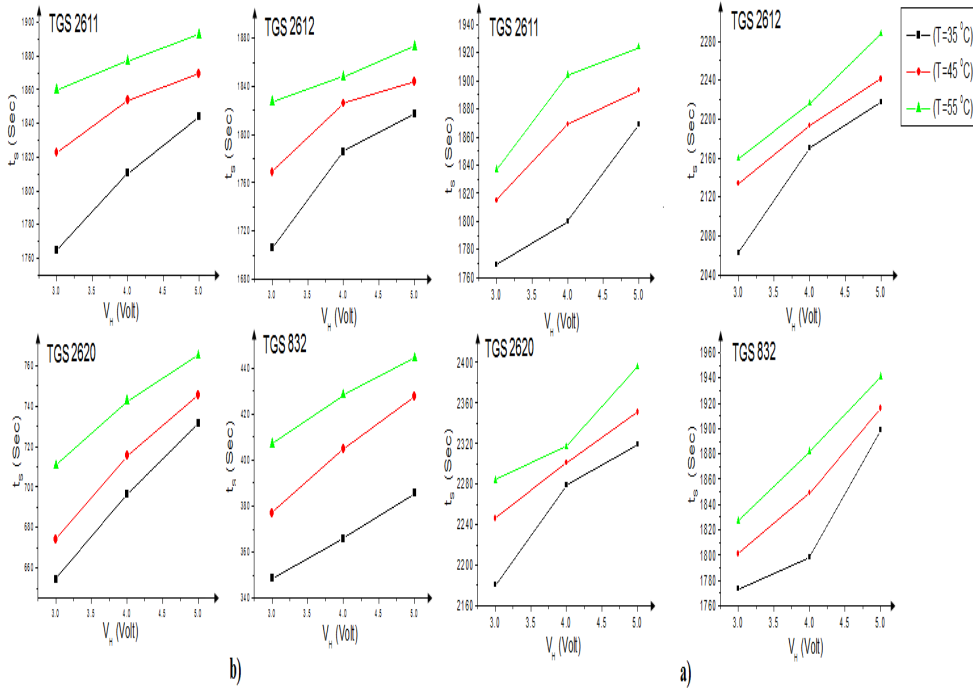
وبدراسة المتغير R_s لاحظنا بأنه يتناقص لدى زيادة قيمة جهد التسخين V_H أو درجة حرارة الوسط المحيط T_a (الشكل 4) حيث نجد أن تغيره لأجل بخار الأسيتون أسي بينما هو أشبه للخطي لأجل الإيثانول، حيث أوضح الباحث (Sarry, 1998) أهمية هذا المتغير من خلال تأثير درجة الحرارة على مقاومة الحساسات .

كما لاحظنا ازدياد التحسسية S مع ازدياد كل من جهد تسخين الحساس ودرجة حرارة الوسط المحيط (Khadayate, 2007) (الشكل 5)، نلاحظ من هذا الشكل أن التحسسية بالنسبة لدرجات الحرارة المختلفة مع ثبات جهد التسخين كانت واضحة أكثر لأجل بخار الإيثانول مما هي عليه لأجل بخار الأسيتون، حيث أن أهمية الحساسات الغازية تكمن في قدرتها على التمييز بين قيم التحسسية S إما لنفس البخار مع تغيير درجات حرارة عمله أو درجات حرارة الوسط الذي يعمل ضمنه وهذا ما لاحظناه واضحاً بشكل أفضل لأجل بخار الإيثانول مما هو عليه لأجل بخار الأسيتون، كما تكمن أيضاً أهمية الحساسات الغازية في قدرتها على أن تميز بين البخارين المختلفين من خلال قيم التحسسية S أيضاً، كما أن جودة عمل الحساس تكمن في اقتراب قيم التحسسية له من القيمة (1)، والحساسات الأربع كانت قريبة من الواحد لبخار الإيثانول أكثر من قيم التحسسية لبخار الأسيتون.

بعد ذلك درسنا الميل Slope المعبر عن تغير سرعة الاستجابة في بداية تعرض الحساس لبخار الأسيتون وهو عامل مهم، حيث نجد أنه كلما كانت قيمة هذا المتغير كبيرة

تعرفها على بخار الإيثانول، كما ينصح باستخدام جهد التسخين $V_H=5V$ ودرجة حرارة وسط محيط $T_a=45^\circ C$ لأجل كلا البخارين وذلك لكثرة تواتر جهد التسخين $5V$ ودرجة الحرارة $45^\circ C$ في الجدولين السابقين.

2611 بزمز قدره (28 Sec, 54 Sec) على الترتيب، كما نلاحظ أيضاً من الجدولين السابقين أن الحساسات الأربع قد استغرقت أزمنة أقل نوعاً ما للتعرف على بخار الأسيتون مما هي عليه لأجل بخار الإيثانول. أي أن جميع الحساسات في المحصلة استطاعت التعرف على بخار الأسيتون بأزمنة أقل نوعاً ما من



الشكل (7): تغيرات زمن استقرار الحساس t_s مع تغير V_H و T_a

a): لأجل بخار الأسيتون b): لأجل بخار الإيثانول

الجدول (4)

يوضح زمن إعادة تنشيط الحساس بالهواء بعد التعرض لبخار الأسيتون

Sensor	TGS 2611	TGS 2612	TGS 2620	TGS 832
t_a (Sec)	867	4150	5195	3446

الجدول (5)

يوضح زمن إعادة تنشيط الحساس بالهواء بعد التعرض لبخار الإيثانول

Sensor	TGS 2611	TGS 2612	TGS 2620	TGS 832
t_a (Sec)	689	5697	6782	4971

يصل إلى استجابته المستقرة وبالتالي كلما كان صغيراً فهذا أفضل. والشكل (7) يبين أنه كلما تناقص جهد التسخين V_H

كما قمنا بدراسة متغير آخر وهو زمن استقرار استجابة الحساس t_s ويعرف بأنه الزمن الذي يحتاجه الحساس حتى

بعد التعرض لبخار الأسيوتون كان أقل مما هو عليه بعد التعرض لبخار الإيثانول، أي أن الطبقة الحساسة للحساسات تتخلص من بخار الأسيوتون بشكل أسرع من بخار الإيثانول.

الخاتمة

قمنا في هذا البحث بتشكيل جهاز لتوصيف مجموعة من الحساسات الغازية، ومن ثم تم وضع شروط العمل لهذا الجهاز وذلك عند توصيف بعض الحساسات التجارية (TGS) لأجل بخاري الأسيوتون والإيثانول، بعد ذلك كتبنا برنامجاً يعمل على إيجاد المتغيرات الخاصة بالحساسات الغازية وهي (Slope, t_a , t_r)، حيث لاحظنا أن نتائج المتغيرات التالية (R_s , R_0 , R_s , S , t_s) كانت أفضل لأجل بخار الأسيوتون مما هي عليه لأجل بخار الإيثانول في حين أن المتغيرين (S , t_s) كانا أفضل لأجل بخار الإيثانول مما هي عليه لأجل بخار الأسيوتون، كما وضعنا أيضاً جودة هذه الحساسات من خلال تكراريتها الجيدة وذلك عند دراسة المتغير R_0 .

وتناقصت درجة حرارة الوسط المحيط T_a كان أفضل لأنها تعطي أصغر أزمنا للوصول للإستجابة المستقرة للحساسات. نلاحظ من الشكل السابق أن نتائج هذا المتغير ولأجل الحساس 2611 TGS كانت متقاربة لأجل البخارين أي أن الأزمنة التي استغرقتها هذا الحساس للتعرف على بخار الأسيوتون كانت قريبة جداً من الأزمنة التي تعرف بها هذا الحساس على بخار الإيثانول، في حين كانت نتائجه لأجل بقية الحساسات متفاوتة حيث لاحظنا بأنها أصغر بشكل عام لأجل بخار الإيثانول مما هي عليه لأجل بخار الأسيوتون. ثم قمنا في الختام بإيجاد المتغير t_a وهو متغير يتم قياسه في مرحلة تمرير الهواء على الحساسات لتنشيطها لإعادة استخدامها، وكلما كان هذا الزمن أصغر كان أفضل لأنه يدلنا على الزمن اللازم لتعريض الحساسات للهواء ومن خلال دراستنا (الجدولين 4,5) تبين لنا أنه زمن طويل مقارنة مع زمن استجابة الحساسات للبخار وذلك مهما كانت درجة حرارة الوسط T_a أو جهد التسخين V_H . كما نلاحظ من الجدولين بأن زمن إعادة تنشيط الحساسات

المصادر والمراجع

- 220 .
- Ihokura, K. and Watson, J. 1994. *The stannic oxide gas sensor: principles and applications*, Florida, USA, CRC Press Boca Raton.
- Ivanov, P., Llobet, E., X . Vilanova, J . Brezmes, J. and Hubalek, X . Correig. 2004. Development of High Sensitivity Ethanol Gas Sensor Based on Pt-doped SnO₂ Surfaces - *Sensors and Actuators B*, 99: 201-206.
- Khadayate, R.S., Sali, J.V. and Patil, P.P. 2007. Acetone Vapor Sensing Properties of Screen Printed WO₃ Thick Films, 72: 1077-1081 .
- Nagle, H. T., Gutierrez-Osuna, R. and Schiffman, S. S. 1998. *The How and Why of Electronic Noses*, IEEE Spectrum, 35 (9): 22-34.
- Omar, H. 2003. Conception d'un nez électronique pour la surveillance de l'environnement, *LICM/CLOES de l'université de Metz, Metz, France*
- Omar, H. Siadat M. and Lumberras, M. 2003. Time Reduced Discrimination of Two Pollutant Environmental Gases with an Electronic Nose, The 10th International Symposium on Olfaction and Electronic Nose ISOEN '03, 26-28, Riga, Latvia.
- Penza, M., Cassano, G., Tortorella, F. and Zaccaria, G. 2001. Classification of Food, Beverages and Perfumes by WO₃ Thin-Film Sensors Array and Pattern
- Alhamed, M., Hille, O. Maznoug, N. 2011. Characterization of Some of the Gas Sensors for Acetone Vapor, University of Aleppo, Syria, 78.
- Capone, S., Siciliano, P., Quaranta, F., Rella, R., Epifani, M. and Vasanelli, L. 2000. Analysis of Vapors and Foods by Means of an Electronic Nose Based on a Sol-Gel Metal Oxide Sensors Array- *Sensors and Actuators B*, 69: 230-235.
- Endres, J., Göttler, W., Jander, H., Drost, S., Sberveglieri, G., Faglia, G. and Peregò, C. 1995. A Systematic Investigation on the Use of Time-Dependent Sensor Signals in Signal-Processing Techniques, *Sensors and Actuators B-chemical*, 24-25: 785-789.
- Fan, H., Xiaohua, J. 2011. Selective Detection of Acetone and Gasoline by Temperature Modulation in Zinc Oxide Nanosheets Sensors- *Solid State Ionics*, 192: 688-692.
- Fang, C., Wang, Sh., Wang, Q., Liu, J. and Geng, B. 2010. Coralloid SnO₂ with Hierarchical Structure and their Application as Recoverable Gas Sensors for the Detection of benzaldehyde/acetone, *Materials Chemistry and Physics*, 122: 30-34.
- Gardner, J.W. and Bartlett, P.N. 1994. *A Brief History of Electronic Noses*, *Sensors and Actuators B*, 18-19: 211-

- Sensors and Actuators B, 62: 73-79.
- Sarry, F. 1998. *Contribution à la caractérisation de capteurs à base de dioxyde d'étain. Application à l'analyse d'une atmosphère conditionnée*, Th.: Electronique: Metz, France.
- Zeng, Y., Zhang, T., Yuan, M., Kang, M., Lu, G., Wang, R., Fan, H., He, Y. and Yang, H. 2009. Growth and Selective Acetone Detection Based on ZnO Nanorod Arrays, 143: 93-98.
- Recognition Techniques, Sensors and Actuators B, 73: 76-87.
- Rella, R., Spadavecchia, J. Manera, M.G., Capone, S. Taurino, A., Martino, M., Caricato, A.P. and Tunno, T. 2007. Acetone and Ethanol Solid-State Gas Sensors Based on TiO₂ Nanoparticles Thin Film Deposited by Matrix Assisted Pulsed Laser Evaporation, 127: 426431.
- Romain, A.C., Nicolas, J., Wietz, V., Maternova, J. and André, P. 2000. *Use of a Simple Tin Oxide Sensor Array to Identify Five Malodours Collected in The Field*,

Constructing an Experimental Apparatus to Characterize Gas Sensors for Acetone and Ethanol Vapors

*Mounir Al-Hamed, Omar Helli, Noura Maznoug**

ABSTRACT

Based on the importance of gas sensors and their applications in different fields, we will present in this study a construction method of an apparatus to characterize gas sensors. Then it will be tested by characterizing four Figaro gas sensors of different family types, for acetone and ethanol vapors.

The temporal response signals of all sensors will be saved in a computer by an acquisition-data board, then some parameters will be calculated by a program designed in our laboratory. The parameters are the reference resistance R₀, the steady-state resistance R_S, the sensitivity S, the resistance dynamic Slope, the Sensitive response arrival period t_r, the Steady-State resistance arrival period t_S, and the reactivating period t_a).

Finally the previous parameters will be discussed and their repetitive results will be proved.

Keywords: Gas Sensor, Ethanol, Acetone , Experimental apparatus, Parameters, Sensitivity.

* Department of Physics, Faculty of Science, University of Aleppo, Aleppo, Syria. Received on 8/2/2012 and Accepted for Publication on 2/7/2012.