



<http://www.basra-science-journal.org>

متوفر على الموقع



ISSN -1817-2695

الاستلام 2017-1-2، القبول 2017-4-25

تحضير أغشية رقيقة لأوكسيد الخارصين المشوب بالألمنيوم بتقنية طلاء البرم واستخدامه كمتحسس غازي لأبخرة الإيثانول ، الميثانول والاسيتون

سعد عبدالله جبر ، حمزة بكر سلمان ، حسين فالح حسين
قسم الفيزياء / كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة البصرة / البصرة / العراق

المستخلص

تم في هذا البحث تحضير أغشية أوكسيد الخارصين المشوبة بـكلوريد الألمنيوم المائي ($AlCl_3 \cdot 6H_2O$) ، باستخدام تقنية المحلول الغروي (Sol - Gel) و بنسب وزنية مختلفة للتشويب ، 1.703% ، 0.824% ، 0.345% (2.146%) باستخدام طريقة طلاء البرم (Spin coating) . وتم تصميم وبناء منظومة المتحسس الغازي ودراسة خواص المتحسس لمختلف الغازات الكيميائية (الإيثانول ، الميثانول و الاسيتون) . و استخدم غاز النتروجين (N_2) لنقل هذه الغازات بمعدل جريان (1, 2, 3, 4) L/min. دُرست خصائص المتحسس الغازي مثل خاصية (تيار - فولتية) ($I - V$) وكذلك (تيار - زمن) ($I - t$) لكل من هذه الأبخرة . كذلك حساب النسبة المئوية لاستجابة أغشية AZO (أوكسيد الخارصين المشوب بالألمنيوم)، لهذه الأبخرة وان نتائج دراسة الخواص الكهربائية للمتحسس كانت تخضع لقانون اوم . وحُسبت التوصيلية الكهربائية لهذه الأغشية وقد وجد إنها أعلى مما هو في حالة تعرضها للأبخرة المذكورة. تم حساب حساسية هذه الأغشية لبخار الإيثانول باختلاف نسب التشويب ووجد إنها (5.28 , 10.4 , 47.65, 58.82) عندما كانت نسبة التشويب ، 0.824% ، 0.345% (2.146% ، 1.703% على التوالي).

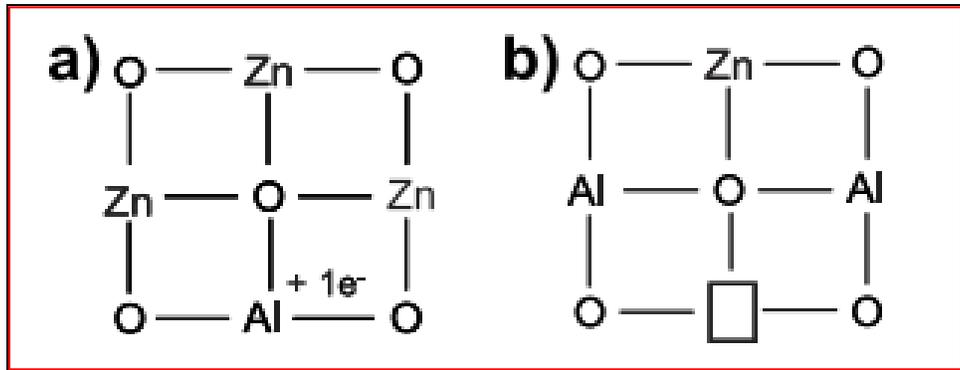
الكلمات المفتاحية: - أوكسيد الخارصين المشوب بالألمنيوم (AZO)، Sol-Gel، الإيثانول ، طلاء البرم ، الميثانول ، الاسيتون

١ - المقدمة:-

والكاديوم (Cd) والنحاس (Cu). الخ، لتحسين خواصها التركيبية والبصرية والكهربائية [٢]. يعمل التشويب على تحسين استقراره غشاء أكسيد الخارصين للتيار الكهربائي وزيادة التوصيل الكهربائي ، وان التشويب بالألمنيوم هو المناسب لهذا الغرض . أن تشويب الاغشية الرقيقة لأوكسيد الخارصين بالألمنيوم (AZO) ، تكون لها نفاذية عالية في المنطقة المرئية ومقاومة منخفضة ويمكن التحكم في فجوة الطاقة البصرية اعتماداً على تركيز الألمنيوم المضاف الى أكسيد الخارصين [٣].

استخدم الألمنيوم (Al) لتحسين التوصيل الكهربائي و الاستقرار الحراري لأغشية أكسيد الخارصين، يبين الشكل (I) نوعين من آلية التشويب بالألمنيوم ، الآلية الأولى مسؤولة عن زيادة التوصيل الكهربائي حيث يتم فيها استبدال ايون الألمنيوم Al^{+3} بموقع ايون الخارصين Zn^{+2} ويزدوج مع الالكترتون الحر كما في الشكل (I-a) . إما الآلية الثانية يتم فيها استبدال ثلاث ايونات Zn^{+2} من قبل اثنين من ايونات Al^{+3} وتعوض عن الأخرى بآيون شاغر وهو لا يشارك في التوصيل الكهربائي بسبب العيوب المحايدة التي تعمل كمصائد للإلكترون كما في الشكل (I-b). [٤].

يعد أكسيد الخارصين ZnO من أكاسيد اشباه الموصلات الشفافة (TSCO) نوع n-type وينتمي الى المجموعة - II (group - II). يمتلك أكسيد الخارصين غير المشوب (undoped) توصيلية عالية من نوع n - type conductivity) ، بسبب العيوب البلورية المانحة لعدد من المستويات الثانوية بين حزمتي التكافؤ و التوصيل . ويمتاز أكسيد الخارصين بشفافية عالية في المنطقة المرئية والمنطقة القريبة من الأشعة فوق البنفسجية (UV)، ومدى واسع للتوصيلية وتغيرات التوصيل تحت شرط الاختزال والأكسدة الضوئية (Photoreduction / oxidation) والتهيح باستخدام حزمة الأشعة الضوئية . وفقاً لهذا فان المركب الثنائي له تطبيقات واسعة في المتحسسات الكيميائية و الخلايا الشمسية غير المتجانسة solar heterojunction (cell) ، وأجهزة الموجات الصوتية السطحية ، وعلى الرغم من ذلك فان أغشية أكسيد الخارصين النقية تنقر الى الاستقرار في الرطوبة العالية والحرارة و المتغيرات الجوية المحيطة [١] . ويتم تشويب أغشية أكسيد الخارصين مع المجموعة - II III (الثلاثية - الثنائية) ، ومجموعة ايونات المعادن مثل الانديوم (In) والالمنيوم (Al) والكالسيوم (Ca)



الشكل (١) :تمثيل بسيط يبين نوعين من آلية التشويب المحتمل [4]

(a) استبدال أيون (Zn^{+2}) بأيون (Al^{+3}) (b) إشغال المواقع المجاورة وتشكيل الشواغر.

الانتقائية (selectivity) : وهو إن يكون المتحسس قادراً على التمييز بين الغازات المختلفة **الاستجابة (response) :** وهو يجب إن يكون المتحسس سريع الاستجابة والتسجيل مع التغيرات البيئية . وأيضاً يجب أن تكون أجهزة المتحسسات قليلة الكلفة وسهلة الحمل والنقل وطويلة العمر . يجب إن تكون أجهزة المتحسسات قليلة الاستهلاك للطاقة.

إن أجهزة متحسسات الغاز ضرورية لكثير من جوانب حياتنا اليومية ،لذا سنتطرق إلى بعض الأمثلة على تطبيقات هذه الأجهزة:[6]

- ٥- مراقبة جودة الأغذية من خلال الكشف عن جزيئات معينة تتشكل عندما يبدأ الغذاء بالتعفن وانه لم يعد صالح للاستهلاك وأيضاً رصد النقاوة والتشخيص الطبي لمناطق تجهيز الأغذية
- ٦- في كشف آثار الحرب الكيميائية والبيولوجية مثل الفوسجين والكلور وغاز السارين وغيرها ،من أجل الأمن القومي والدفاعي.
- ٧- لتحليل التنفس لمرضى السكر والاضطرابات المعوية وكشف الكحول لفحص السائقين في حالة الخمر .
- ٨- الكشف و مراقبة غاز أحادي أوكسيد الكربون (CO) وغاز الامونيا والمركبات العضوية المتطايرة مثل غاز البترول المسال.

سائل

الايذوبروبانول (Isopropanol)(CH₃)₂CHOH، وو
ضع المزيج على مزاج ميكانيكي (stirrer) لمدة نصف ساعة في درجة حرارة 60 °C لتكتمل عملية المزج . ثم يضاف إلى المزيج خلاصات الخارصين

يمكن تعريف المتحسسات (sensors) على إنها " أجهزة تتلقى الإشارات والمحفزات وتستجيب لها وتقوم بتحويلها إلى إشارات كهربائية " [5] . ويصمم جهاز المتحسس بحيث تتوفر فيه بعض الصفات والمزايا المرغوبة ، وتتخلص هذه الصفات بما يلي: [6]
الحساسية (sensitivity) : يجب ان يكون المتحسس قادراً على الاستجابة الدقيقة لتركيز الغاز ويتحسس به لحظة الجريان أو التعرض ، **الاستقرارية (stability) ،** وهو أن يعمل بشكل مستمر أو بدورات متكررة مع الزمن.

- ١ - في صناعة السيارات للسيطرة على تركيز الغازات في المحرك لضمان أعلى كفاءة ممكنة لعملية الاحتراق .
- ٢- السلامة في العمل من خلال رصد الغازات السامة على سبيل المثال في المصانع حيث تستخدم المواد الكيميائية الخطرة .
- ٣- السلامة المنزلية من خلال الكشف عن الغازات السامة او الدخان في المنازل وذلك بسبب الحوادث مثل الحرائق والانفجاريات الناتجة عن التماس الكهربائي .
- ٤- في الرقابة البيئية من خلال رصد الغازات السامة الموجودة في الغلاف الجوي وذلك بسبب الانبعاث الصناعية .

٢- طريقة العمل:

- ١-٢ طريقة تحضير السائل الغروي (Sol - Gel) لأوكسيد الخارصين (ZnO) النقي
مزج سائل المونوايثانول امين () مع Ethanolamine (H₂NCH₂CH₂OH)(MEA)، مع

الغبار وسريان الرطوبة إلى داخل المحلول الغروي علماً إن تأثير الرطوبة يكون سلبياً في عملية تحضير المحلول الغروي وكذلك في عملية تحضير الغشاء. في حالة تعرض المحلول الغروي إلى قطرة واحدة من الرطوبة يتلف المحلول ويعاد تحضيره مرة أخرى لتجنب عدم الدقة في التحضير والقياس.

نصف ساعة ثم غسلها بالماء المقطر ثلاث مرات بعدها وضعت الشرائح في فرن حراري تصل درجة حرارته إلى (50°C) لتجفيفها، وبعد تهيئة الشرائح الزجاجية يتم تثبيتها على قاعدة طلاء البرم (Spin coating) ، و تثبت الشريحة الزجاجية على قاعدة الطلاء باستخدام شريط لاصق ذي وجهين يمكن التحكم بسرعة جهاز طلاء البرم (استخدمنا سرعة دوران 1000 دورة لكل دقيقة) عن طريق منظم السرعة، ويتم ترسيب المحلول دفعه واحده على قاعدة الترسيب أثناء عملية الترسيب اذ يعمل الطرد المركزي على نشر المحلول على القاعدة مكوناً غشاءً رقيقاً ومتجانساً، وكلما كانت سرعة الدوران عالية واللزوجة قليلة كان سمك الغشاء رقيق لأن المذيب يجف بسرعة اكبر مع زيادة سرعة الدوران ، بعدها ترفع العينة ويتم وضعها على صفيحه حرارية (Hot plate) بدرجة حرارة 60 °C إلى أن يتطاير المذيب ويجف الغشاء ثم توضع هذه العينات في فرن حراري في درجة حرارة 450 °C لغرض التلدين .

كمية تدفق غاز النيتروجين (Nitrogen Gas) (N₂) وقد استخدم في هذا البحث عدد من الغازات المختلفة مثل (الايثانول ، الميثانول والاسيتون). تتألف منظومة المتحسس من دورق زجاجي ذي سعة (500 ml)

(zinc acetate) مع الاستمرار بعملية المزج الميكانيكي ولمد ساعة واحدة وعند درجة حرارة 60 °C ، ثم ترك في درجة حرارة الغرفة لمدة أربع وعشرين ساعة في ظروف المختبر للحصول على سائل غروي (الزج) شفاف و متجانس . وأغلقت فوهة البيكر الزجاجي بإحكام باستخدام ورق البرافين لمنع دخول

٢-٢ تحضير المحلول الغروي (Sol - Gel) لأوكسيد الخارصين المشوب بالألمنيوم (AZO)

بعد ان تم تحضير محلول (Sol - Gel) لأوكسيد الخارصين النقي كما مبين في الفقرة (2-1) ، تم تحضير أوكسيد الخارصين المشوب بالألمنيوم Al وبنسب تشويب مختلفة (0.345% , 2.146% , 1.703% , 0.824% وذلك بإضافة نسب وزنية من كلوريد الالمنيوم المائي AlCl₃.6H₂O إلى أحجام متساوية من (السائل الغروي) . ويتم وضع المزيج على مازج ميكانيكي لمدة ساعتين بدرجة حرارة 60°C لحين بلوغ المحلول المشوب أقصى درجة من الإذابة بعدها يكون هذا المحلول جاهز لترسيب أغشية رقيقة على قواعد زجاجية باستخدام جهاز طلاء البرم.

٢-٣ تحضير أغشية أوكسيد الخارصين المشوبة بالألمنيوم باستخدام جهاز طلاء البرم:

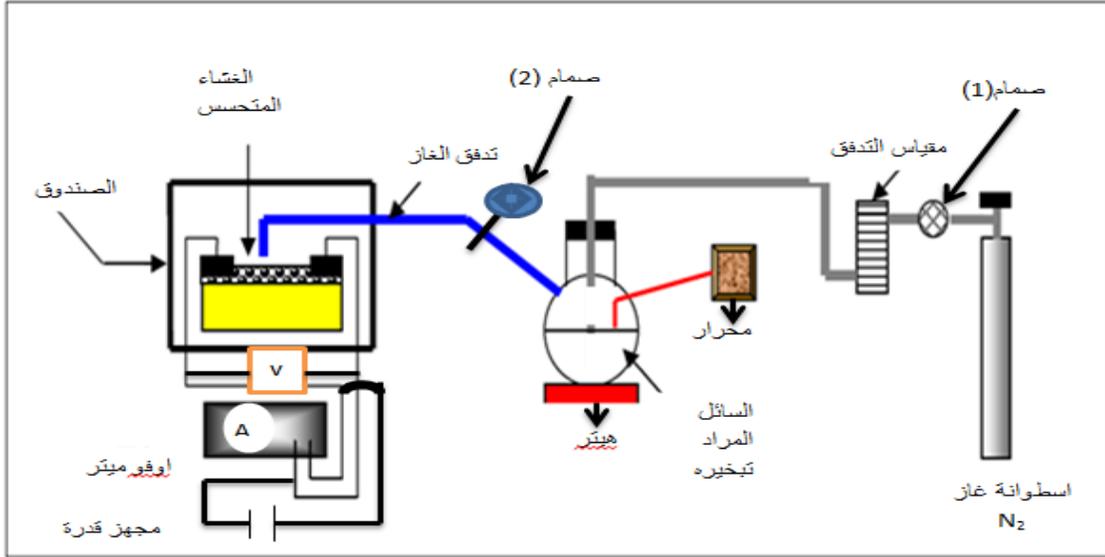
تم تنظيف شرائح الزجاج أبعادها (2x2)cm² وهو عراقي الصنع بغمرها في سائل (الايثانول) ولمدة

٢-٤ بناء منظومة متحسس الغاز:

في بحثنا هذا تم تصميم وبناء منظومة تحسس للغاز تعمل في الظروف الجوية الاعتيادية وفي درجات حرارة مختلفة وتسجيل بيانات الاستجابة مع مرور الزمن ومع

خامل لا يؤثر في عملية القياس كما انه يقوم بدفع البخار الموضوع في الدورق الزجاجي إلى العينة المراد قياسها . أما الأنبوبة الزجاجية الأخرى فتتصل بغرفة بُنيت من ألواح بوليمرية شفافة (بايركس - بيرس) تحتوي الغرفة على قاعدة لوضع العينة المراد قياسها فضلاً عن أربع ماسكات نحاسية اثنتان منها تستخدم لتثبيت العينة ،أما الأخرى فقد استخدمتا لربط أقطاب العينة بدائرة القياس الكهربائية ،وتربط العينة بدائرة القياس الكهربائية كما هو موضح في الشكل (2).

موضوع على سخان حراري (هيتز) يمكن التحكم بدرجة حرارته عن طريق مجزء جهد . يوضع السائل المراد تبخيره في الدورق الزجاجي ويتم رفع درجة حرارته تدريجياً حتى يصل إلى درجة حرارة التبخر . يتصل الدورق الزجاجي بأنبوبتين زجاجيتين تحتوي كل أنبوبة منها على صمام يتحكم بمرور الغاز ، احدهما تتصل بأسطوانة مملوءة بغاز النتروجين (N_2) اسباني المنشأ نقاوته (99%) ،ويمكن التحكم بكمية غاز النتروجين بواسطة مقياس تدفق الغاز (Flow meter). يتصف غاز النتروجين (N_2) بأنه غاز



الشكل (٢): يوضح مخطط لمنظومة المتحسس الغازي لقياس تحسس غاز الايثانول والميثانول والاسيتون.

(٢) وهما صمام الغاز الناقل للنتروجين والصمام المانع لمرور بخار السائل الموضوع في الدورق ،ويقاس مقدار التيار المار في دائرة القياس بعد تسليط جهد معين . بعدها يفتح صمام الغاز الناقل لغاز N_2 ويتم تسجيل التيار مرة أخرى عند فرق الجهد نفسه المسجل في المرحلة الأولى وقد لوحظ عملياً أن قراءة التيار هي نفسها في حالة قبل وبعد فتح غاز النتروجين (N_2)، يتم رفع درجة حرارة السائل الموضوع في الدورق

٥-٢ آلية عمل منظومة المتحسس الغازي:

تعمل منظومة المتحسس الغازي بعد وضع العينة في المكان المخصص لها وربط الأقطاب الكهربائية للعينة في دائرة قياس الخواص الكهربائية والتي تتألف من مجهز قدرة نوع (Farnell Instruments) ومن فولتميتر لقياس فرق الجهد على طرفي العينة نوع (Ley Bold) ومن اميتر لقياس التيار نوع (Philips PM 2421) . يتم غلق الصمامين (١) و

اما عملية دراسة تغير التيار المار في الدائرة مع الزمن فتتم بالطريقة السابقة نفسها ولكن تتم عملية القياس مع مرور الزمن وعند جهد ثابت . كما تتم دراسة تغير التيار مع الزمن عند

سرع جريان مختلفة (1 , 2 , 3 , 4)

المرسب ويجعله أكثر انتظاماً وان حجم الجزيئات تكون متراسة مع بعضها البعض ، أي يجعل الحبيبات أكثر تقارباً . ويعزى هذا الأمر إلى انخفاض حجم الحبيبات في الأغشية مع زيادة نسبة التشويب والذي يعود إلى سببين محتملين، السبب الأول هو ناتج من زيادة عدد الأنوية التي تقود إلى تشكيل حبيبات صغيرة خلال مزج الشائبة مع المادة المضيئة . والسبب الثاني المحتمل هو اضطراب في نمو الحبيبات بسبب الإجهاد الناتج عن الفرق بين أنصاف أقطار كل من ايون الخارصين (Zn^{+2}) و ايون الألمنيوم (Al^{+2}) [7,8,9].

الزجاجي حتى يبلغ درجة الغليان ويتحول إلى بخار بعدها يتم فتح كلا الصمامين في الوقت نفسه لغرض دفع الغاز المراد دراسة تأثيره على العينة وتسجيل التيار المار في العينة .

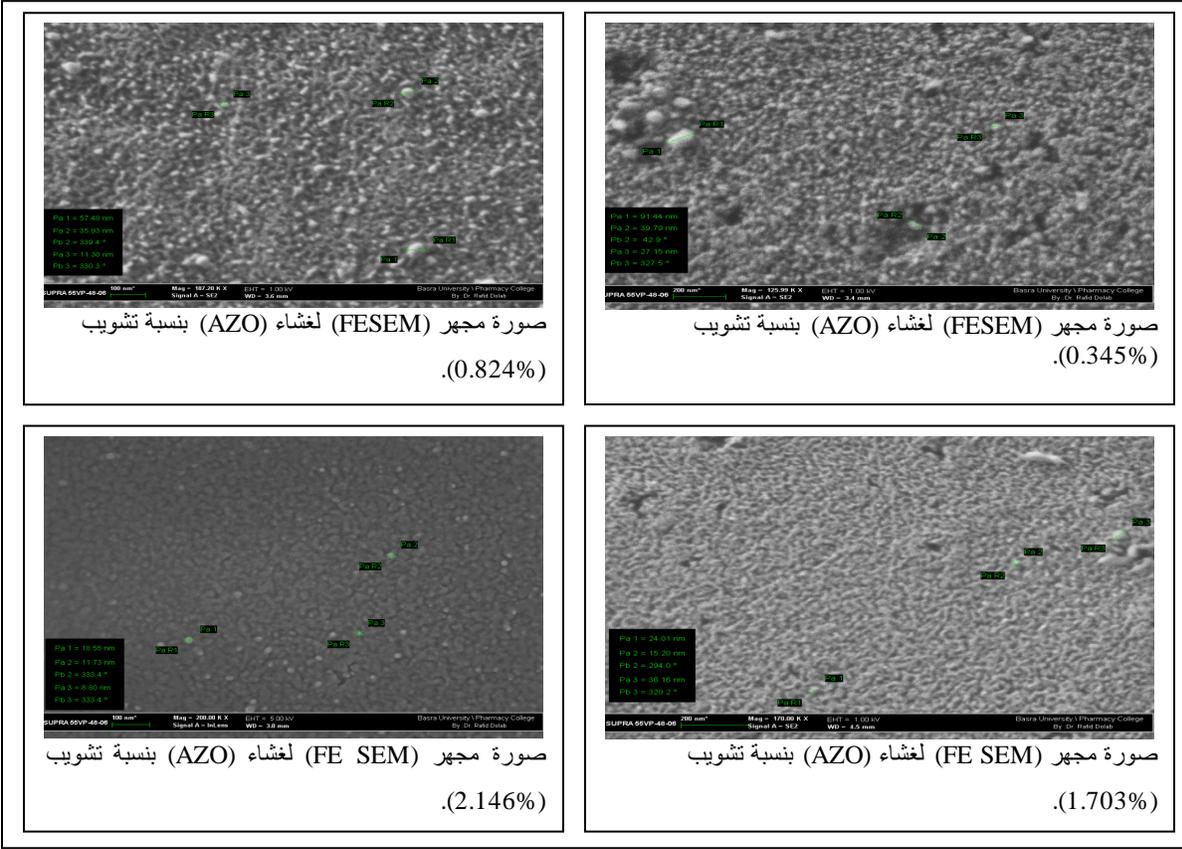
L/الغازالايثانول/min

٣- النتائج والمناقشة:

٣-١ نتائج قياس فحص مطياف مجال الانبعاث

الالكتروني الماسح (FESEM)

يبين الشكل (٣) الصور تحت المجهر الالكتروني الماسح المتأثر بمجال الانبعاث لأغشية (AZO) باختلاف نسب التشويب بكلوريد الألمنيوم المائي حيث نلاحظ من هذه الأشكال إن الأغشية المرسبة على قواعد زجاجية ذات أحجام حبيبية منتظمة التوزيع ومختلفة الاتجاهية . إن زيادة نسبة التشويب (زيادة محتوى الألمنيوم) يؤدي إلى زيادة كثافة الغشاء



الشكل (٣) : نتائج قياس فحص مطياف مجال الانبعاث الالكتروني الماسح (FESEM) لأغشية (AZO) بنسب تشويب مختلفة.

لا يؤثر على عملية القياس ، أما الحالة الثالثة فتتمثل بفتح غازات مختلفة (الايثانول ، الميثانول والاسيتون) كلاً على حدة مع الغاز الحامل (N_2) وتم تسجيل قيم التيار لأغشية AZO باختلاف نسب التشويب ، 0.824% ، 0.345% ، 1.703% ، 2.146% ، كما مبين في الشكل (4) علماً بأن معدل جريان غاز النتروجين N_2 كان (1 L/ min) ، يلاحظ من الشكل (4) إن قيم التيار في حالة تعرض العينة لغاز الايثانول تكون أعلى مما هو عليه في ظروف الجو الاعتيادية وكذلك بوجود غاز النتروجين، ومن ميل الخط المستقيم في المنطقة

٢-٣ نتائج تحسس اغشية AZO بغاز الايثانول والميثانول والاسيتون. بعد الانتهاء من عملية تحضير العينات المعدة لتطبيقات متحسس الغاز تم وضع العينة في حجرة جهاز المتحسس الغازي الموضح في الشكل (٢) . تم قياس ميزتي ($I-V$) و ($I-t$) في حالات ثلاث ، الحالة الأولى تتمثل بقياس التيار في الظروف الجوية الاعتيادية مع تغير الفولتية المسلطة على دائرة القياس الكهربائية ، الحالة الثانية تتمثل بقياس التيار عند السماح لغاز النتروجين N_2 بالمرور على سطح العينة وقد لوحظ عملياً من خلال القياس إن التيار لا يختلف عن الحالة الأولى لأن غاز النتروجين N_2 غاز خامل

باستخدام العلاقة الآتية [10] :-

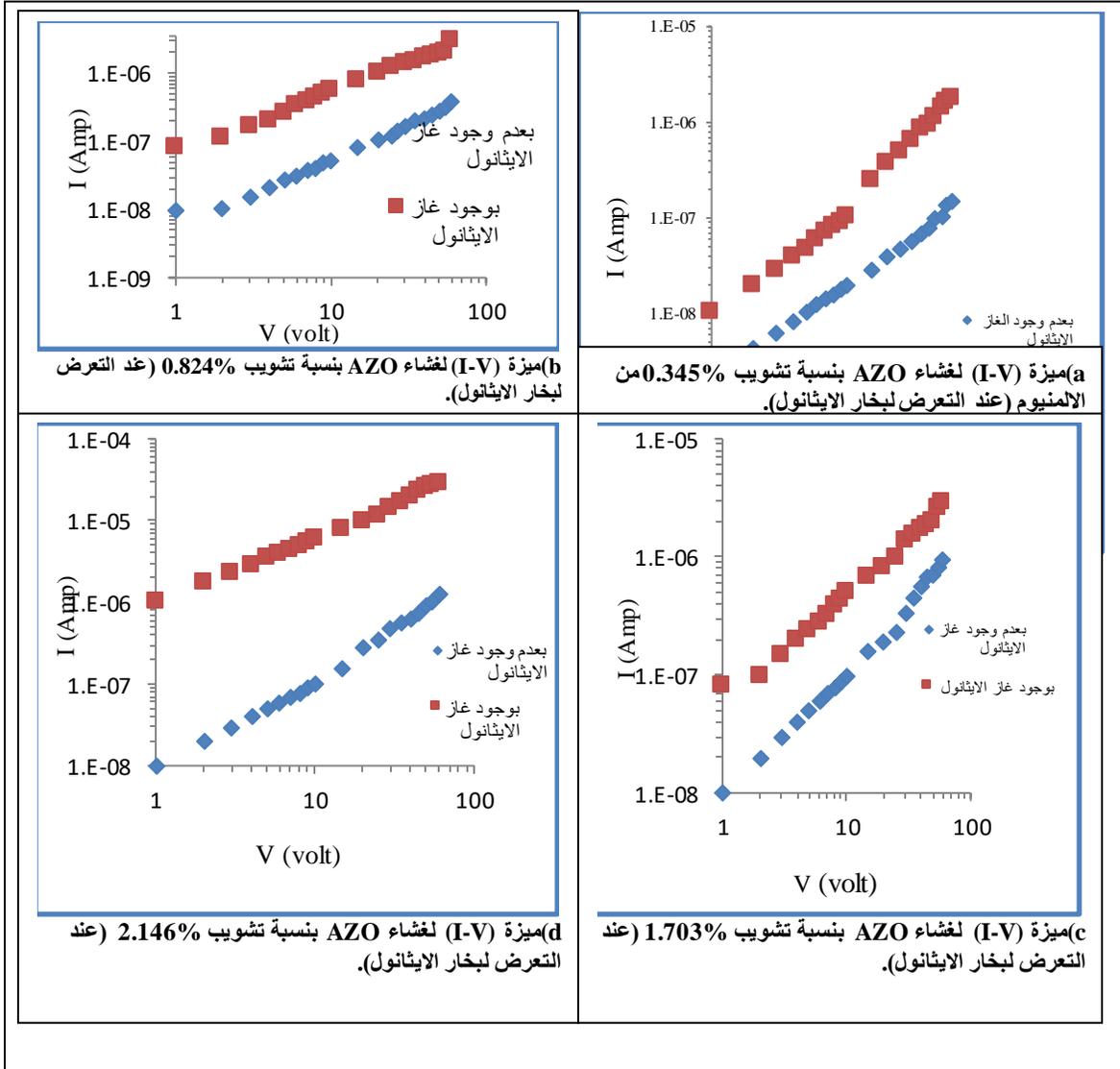
$$\sigma = \frac{1}{R_s} * \frac{l}{A_e} \dots\dots\dots(1)$$

وباختلاف نسب التشويب (0.824% , 2.146% , 1.703%) ونلاحظ من الأشكال إن تصرف التيار مع الفولتية لأغشية AZO ولجميع الأشكال المذكورة باختلاف نسب التشويب تسلك السلوك الاومي [11]

الاومية تم حساب التوصيلية الكهربائية لجميع العينات

حيث إن σ : التوصيلية الكهربائية ، R_s المقاومة الكهربائية ، l المسافة بين الاقطاب الكهربائية ، A_e مساحة القطب الكهربائي .

يبين الشكل (4-a-b-c-d) العلاقة بين التيار والفولتية (I-V) المقاسة في (الهواء) وفي حالة تسليط بخار الايثانول بتدفق (1 L/min) لأغشية AZO



الشكل (4) : يوضح ميزة (I-V) لأغشية AZO بنسب تشويب مختلفة

(2.146% باستخدام بخار الايثانول ويتدفق (1 L/min باستخدام المعادلة الآتية: [11])

$$S = \frac{\sigma_{gas}}{\sigma_{air}} \dots\dots\dots (2)$$

تم حساب طاقة التنشيط E_a لأغشية AZO باختلاف نسب التشويب حيث تعرف طاقة التنشيط على إنها اقل طاقة لازمة لاختراق الالكترونات أو الايونات حاجز الجهد من المعادلة الآتية: [10]

$$\sigma \propto \exp(E_a / K_o T_c) \dots\dots\dots (3)$$

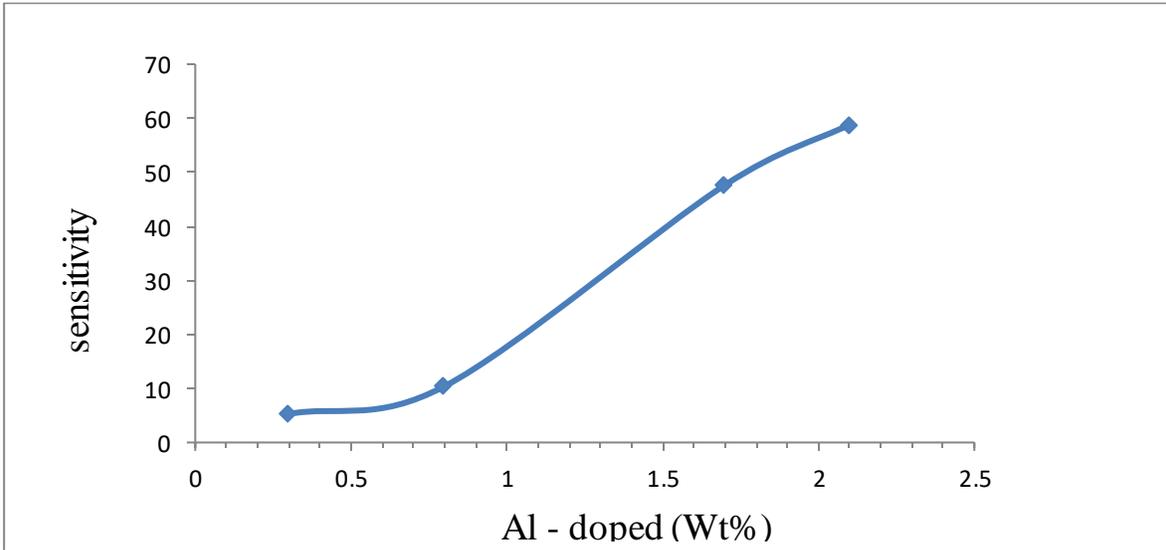
من الشكل إن زيادة التشويب تؤدي إلى زيادة حساسية غشاء AZO لبخار الايثانول والذي يمكن تفسيره على أساس إن الزيادة في نسب التشويب تؤدي إلى انخفاض المقاومة الكهربائية وبالتالي زيادة التوصيلية الكهربائية مما يعمل على زيادة تيار الدائرة الكهربائية والذي بدوره يعمل على زيادة قدرة المتحسس على الاستجابة لغاز الايثانول أو لربما ان التشويب يعمل على استبدال المواقع حيث يستبدل موقع أيون Zn^{+2} بأيون Al^{+3} وتوليد حاملات شحنة حرة [12,13].

تم حساب الحساسية لأغشية AZO بنسب تشويب مختلفة (, 1.703% , 0.824% , 0.345%

حيث ان σ_{gas} التوصيلية عند تعرض العينة للغاز ، σ_{air} التوصيلية في حالة تعرض العينة للهواء المحيط بالتجربة . وقد تم وضع قيم التوصيلية والحساسية في جدول (1).

حيث إن : σ التوصيلية في درجة حرارة (T) ، E_a طاقة التنشيط ، K_o ثابت بولتزمان ، T_c درجة الحرارة المطلقة. وتم جدولة قيم طاقة التنشيط في الجدول (1). ويلاحظ من الجدول إن طاقة التنشيط تقل بزيادة نسبة التشويب ، وأيضاً إن طاقة التنشيط تقل عندما تتعرض الأغشية إلى بخار الايثانول.

يبين الشكل (5) العلاقة بين الحساسية كدالة الى النسب الوزنية للتشويب بكلوريد الالمنيوم المائي لأغشية AZO باستخدام غاز الايثانول . حيث يلاحظ



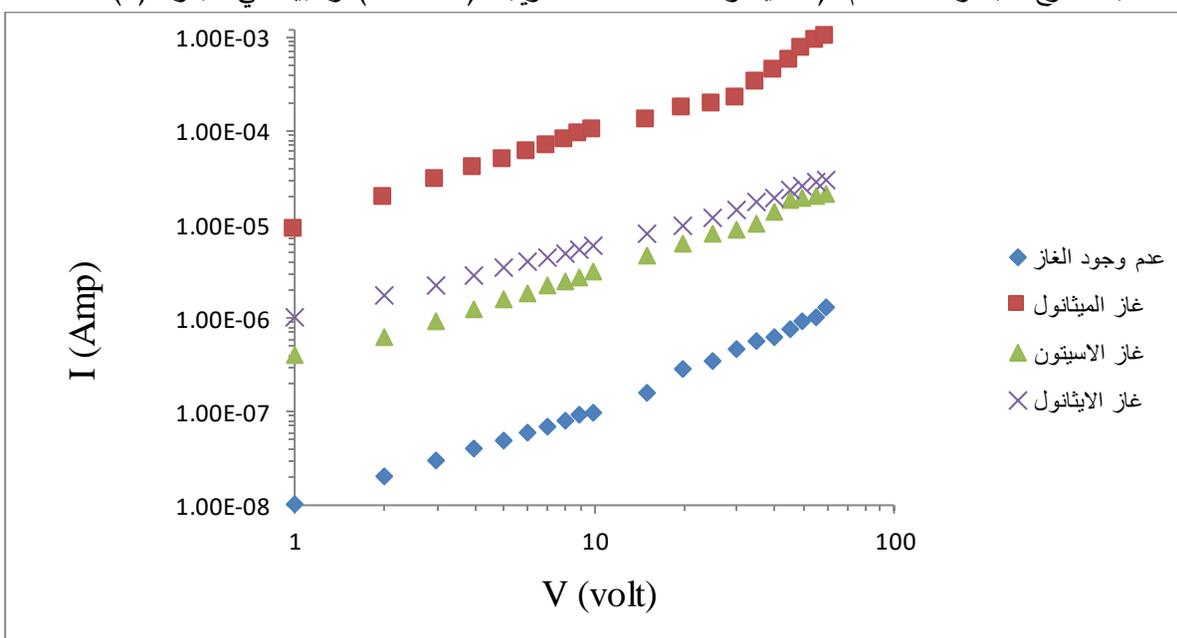
الشكل (5): يبين العلاقة بين نسبة التشويب والحساسية لأغشية AZO.

الجدول(1): قيم التوصيلية والحساسية لأغشية (AZO) بنسب تشويب مختلفة , (0.345% , 0.824% , 1.703% , 2.146%) عند تعرض العينة لغاز الايثانول

طاقة التنشيط بالغاز $E_{a(gas)}(eV)$	طاقة التنشيط بالهواء $E_{a(air)}(eV)$	الحساسية sensitivity (S)	التوصيلية بالغاز $(S.m^{-1})\sigma_{gas}$	التوصيلية بالهواء $(S.m^{-1})\sigma_{air}$	نسبة تشويب الالمنيوم $(w_1\%)Al$
0.45	0.49	5.28	1.819×10^{-8}	3.44×10^{-9}	0.345
0.41	0.47	10.4	9.3×10^{-8}	8.932×10^{-9}	0.824
0.357	0.45	47.65	8.33×10^{-7}	1.75×10^{-8}	1.703
0.351	0.45	58.82	1.05×10^{-6}	1.795×10^{-8}	2.146

الايثانول والاسيتون) على التوالي وتنخفض إلى أدنى قيمة لها في حالة غياب أي من هذه الغازات . إن زيادة قيم التيار عند تعرض الغشاء AZO لبخار الميثانول يكون بسبب الاختلاف في عملية التأين وألمتزاز تبعاً لنوع الغاز والذي ينتج عنه تغير في سرعة الاستجابة لأغشية (AZO). ومن الشكل السابق تم حساب الحساسية لغشاء (AZO) المشوب بنسبة تشويب (2.146%) والمبينة في الجدول (٢).

يبين الشكل (6) العلاقة بين قيم التيار المقاسة في الهواء وفي حالة وجود غازات مختلفة (الايثانول والميثانول والاسيتون) لأغشية AZO بنسبة تشويب (2.146%) وتم اختيار هذه النسبة لأنها أعطت أفضل استجابة . حيث نلاحظ من الشكل إن زيادة الفولتية المسلطة يرافقتها زيادة في قيم التيار المار في الدائرة الكهربائية كما يلاحظ من الشكل إن قيم التيار تزداد تبعاً لنوع البخار المستخدم (الميثانول ,



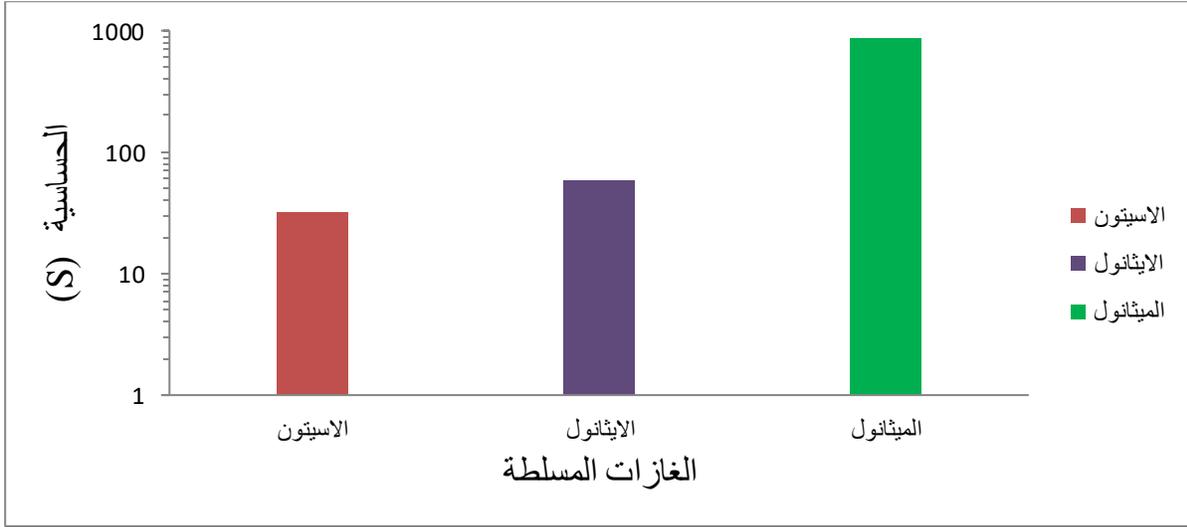
الشكل (6): ميزة (I-V) لغشاء AZO بنسبة تشويب 2.146% (لأبخرة الايثانول والاسيتون والميثانول).

الجدول (2): قيم التوصيلية والحساسية لغشاء AZO بنسبة تشويب 2.146%.

الحساسية (S)	التوصيلية بالغاز $(S.m^{-1})\sigma_{gas}$	التوصيلية بالهواء $(S.m^{-1})\sigma_{air}$	الغاز المسلط
31.66	0.5573×10^{-6}	1.795×10^{-8}	الأسيتون
58.82	1.05×10^{-6}	1.795×10^{-8}	الايثانول
863.82	15.5056×10^{-6}	1.795×10^{-8}	الميثانول

الشكل إن حساسية غاز الميثانول اكبر من حساسية غازي الايثانول والاسيتون طبقاً لسرعة التأين وألمتزاز الأئفة الذكر.

يبين الشكل (٧) العلاقة بين الحساسية كدالة لعدد من الغازات (الايثانول ، الميثانول و الاسيتون) لغشاء AZO بنسبة تشويب 2.146% ، حيث يلاحظ من

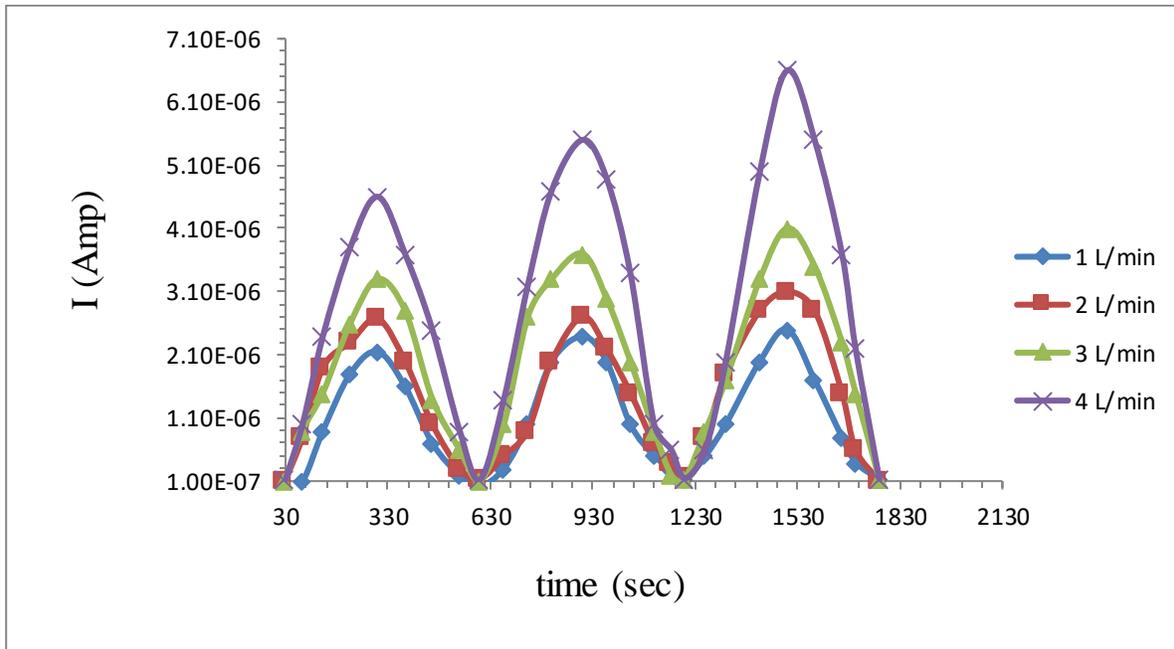


الشكل (٧): الحساسية كدالة إلى الغازات المسلطة لغشاء AZO بنسبة تشويب 2.146%.

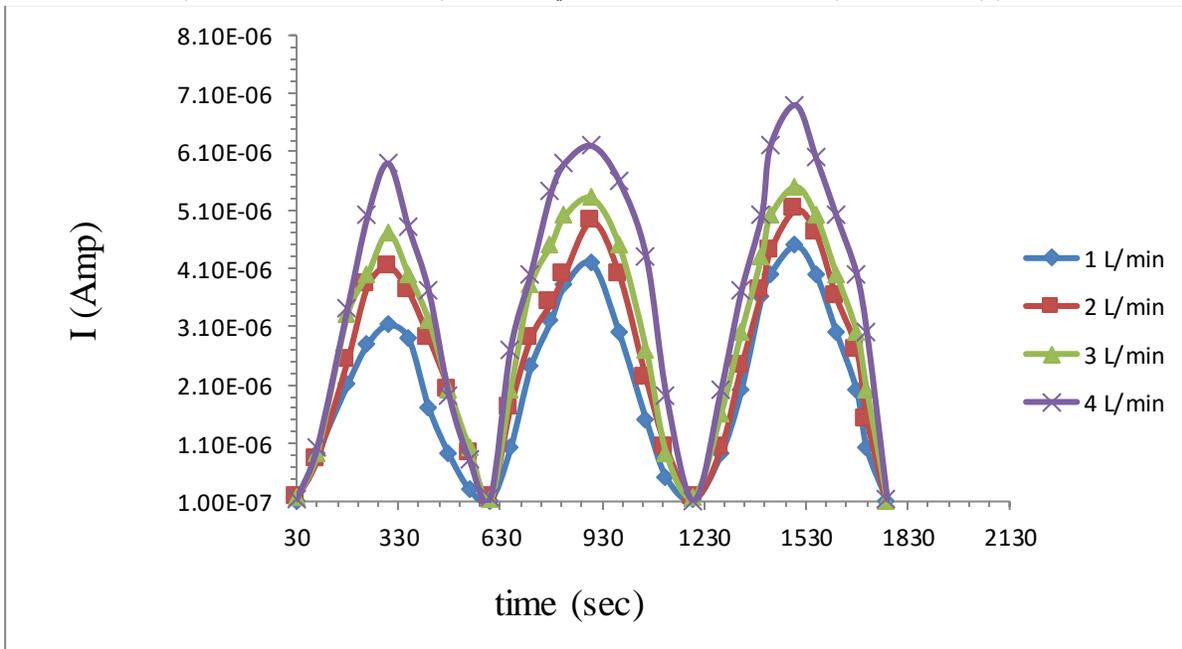
الغاز لأغشية AZO وباختلاف نسب التشويب ولجميع العينات وعند نسب مختلفة من تدفق الغاز ثم يبدأ التيار بالهبوط بعد غلق صمام الغاز ليصل إلى ادني قيمة له بعد انتهاء زمن الدورة الأولى يستمر هذا السلوك عند الدوريتين اللاحقتين ولجميع العينات . كما لوحظ من جميع الأشكال إن استجابة جهاز المتحسس للنبضة الثالثة يكون أعلى من غيرها نتيجة زيادة عملية الأكسدة مع زيادة الغاز الممتز بمرور الزمن وهذا السلوك يتفق مع البحث [١٢].

٣-٣ نتائج سرعة استجابة أغشية AZO مع مرور الزمن :

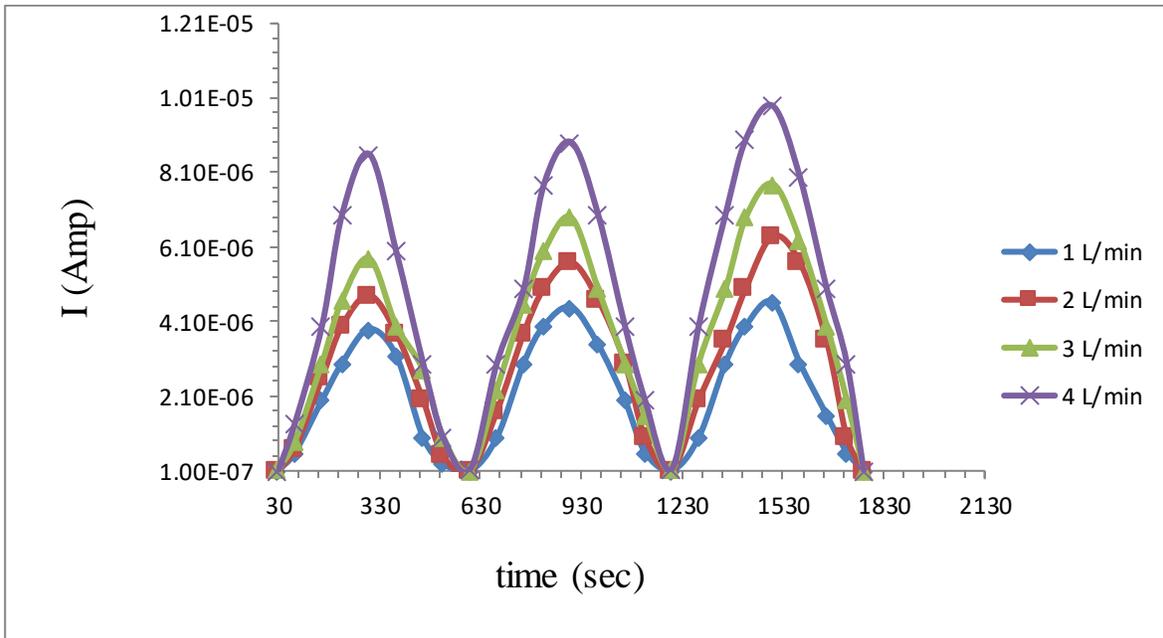
تبين الأشكال (٨) - (١١) تغير التيار مع الزمن لأغشية AZO بنسب تشويب مختلفة (, 0.345% , 1.703% , 2.146% , 0.824%) بثبوت فرق الجهد مقداره (10 volt) ويتدفق غاز مقداره (1 , 2 , 3 , 4) L/min عند فتح وغلق صمام الغاز بفترات زمنية منتظمة (لمدة ٥ دقائق). نلاحظ من الأشكال إن تغير التيار يزداد مع زيادة تدفق الغاز خلال زمن فتح



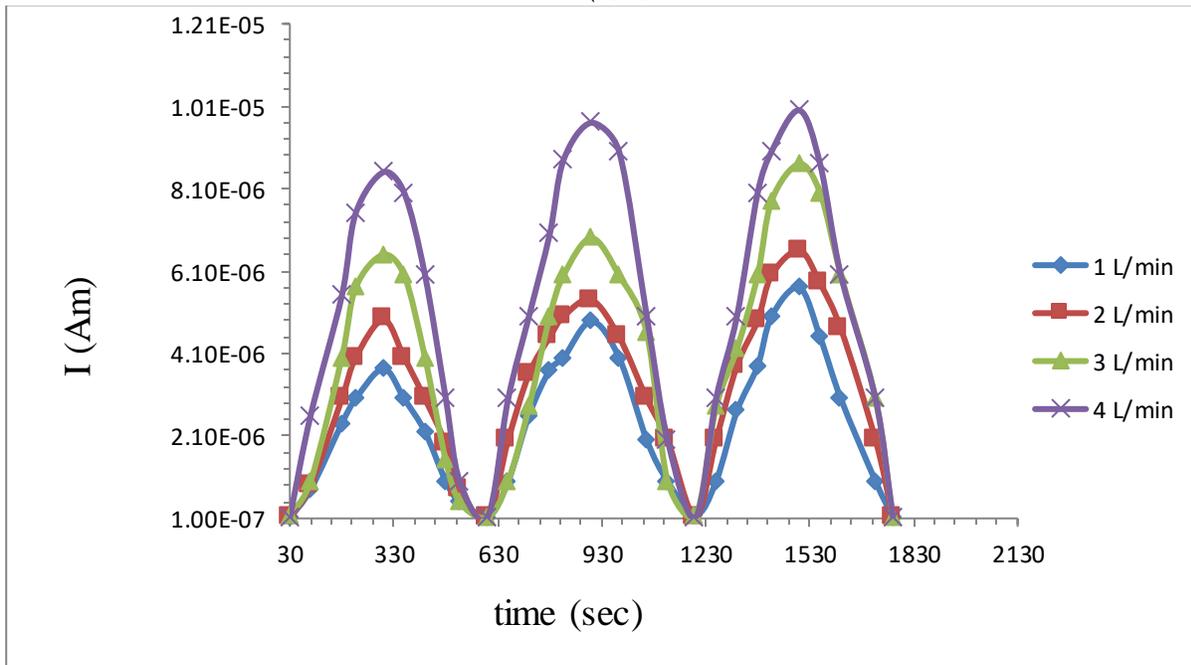
الشكل (٨) : تغير التيار مع الزمن لغشاء AZO بنسبة تشويب 0.345% عند التعرض لبخار الايثانول).



الشكل (٩) : تغير التيار مع الزمن لغشاء AZO بنسبة تشويب 0.824% عند التعرض لبخار الايثانول).



الشكل (١٠) : تغير التيار مع الزمن لغشاء AZO بنسبة تشويب 1.703% عند التعرض لبخار الايثانول .

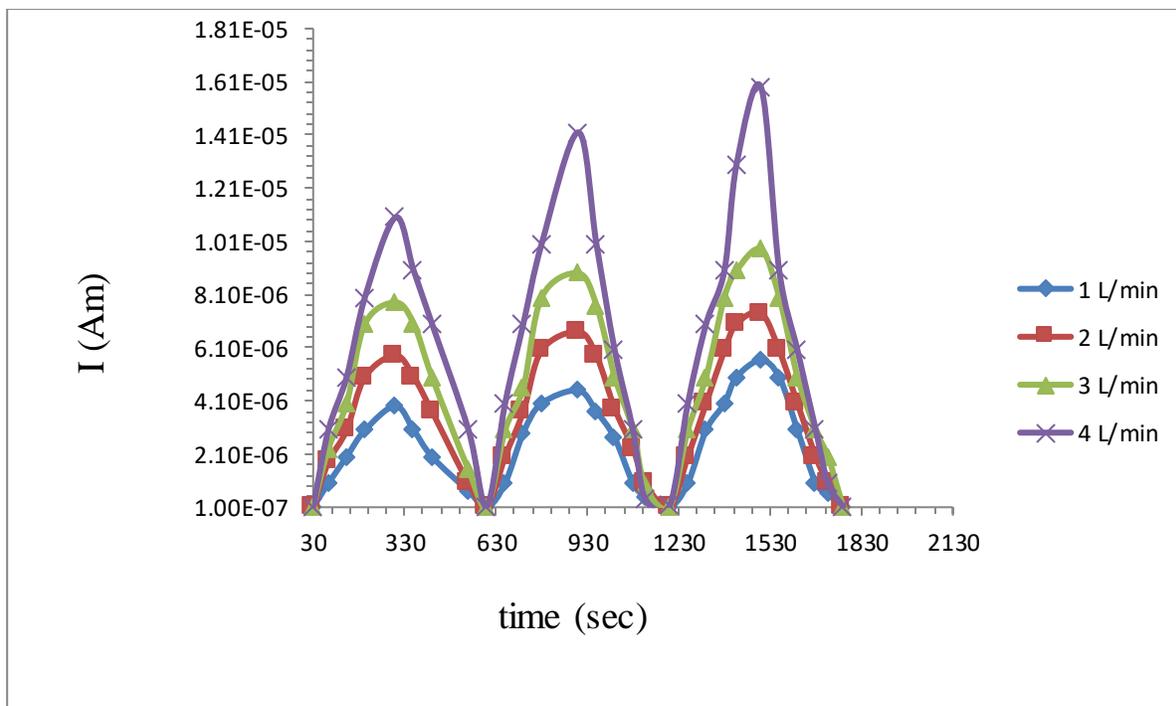


الشكل (١١) : تغير التيار مع الزمن لغشاء AZO بنسبة تشويب 2.146% عند التعرض لبخار الايثانول .

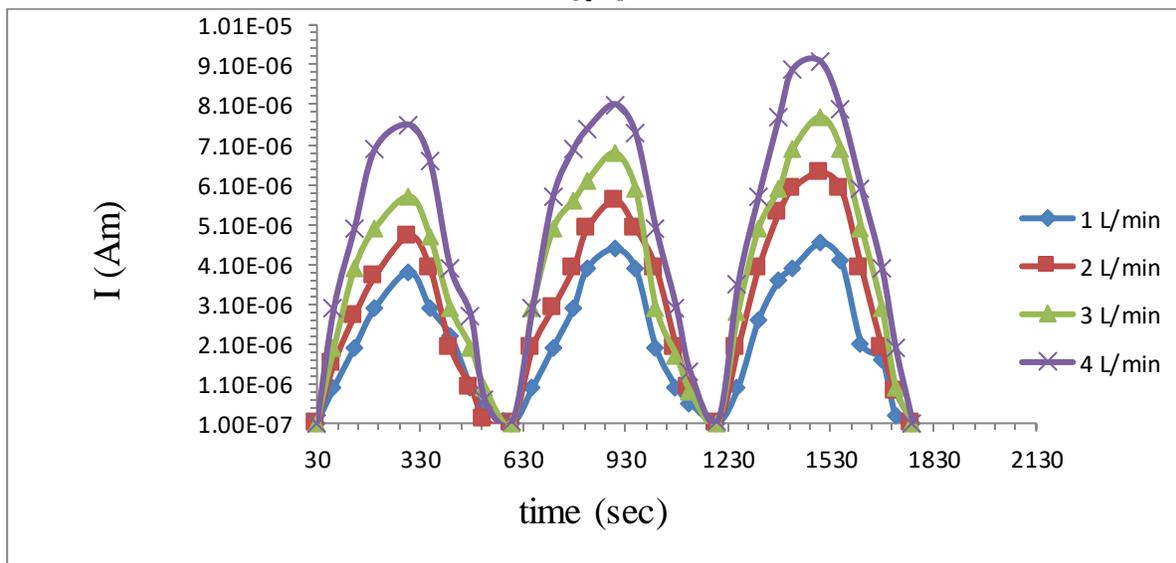
يبين الشكلين (١٢) و (١٣) تغير التيار مع الفترات الزمنية لفتح و غلق غاز النتروجين لغشاء AZO بنسبة تشويب 2.146% وبفرق جهد ثابت مقداره (10 volt) وبنسب مختلفة من تدفق غاز النتروجين (2, 1) L/min (3, 4) , لبخار الميثانول والاسيتون على التوالي. أن من خصائص المتحسس هي الاستجابة عند تعرض الغشاء إلى غاز , وهذه الاستجابة تحصل في حالة ضخ الغاز وتتعدم في حالة قطع الغاز وهي صفة

بين الشكلين (١٢) و (١٣) تغير التيار مع الفترات الزمنية لفتح و غلق غاز النتروجين لغشاء AZO بنسبة تشويب 2.146% وبفرق جهد ثابت مقداره (10 volt) وبنسب مختلفة من تدفق غاز النتروجين (2, 1)

- امتازت بها المتحسسات بصورة عامة الأمر الذي يجعل من سلوك التيار للشكلين (١٢) و (١٣) مع الفترة الزمنية المنتظمة وغلق غاز النتروجين مشابه تماماً لتصريف التيار في الأشكال السابقة (٨) - (١١).



الشكل (١٢) : تغير التيار مع الزمن لغشاء AZO بنسبة تشويب 2.146% عند التعرض لبخار الميثانول



الشكل (١٣) : تغير التيار مع الزمن لغشاء AZO بنسبة تشويب 2.146% (عند التعرض بخار الاسيتون).

بتدفق ثابت مقداره (4 L/min) وبفرق جهد ثابت مقداره (10 volt) ، من خلال المعادلة الآتية: [١١].

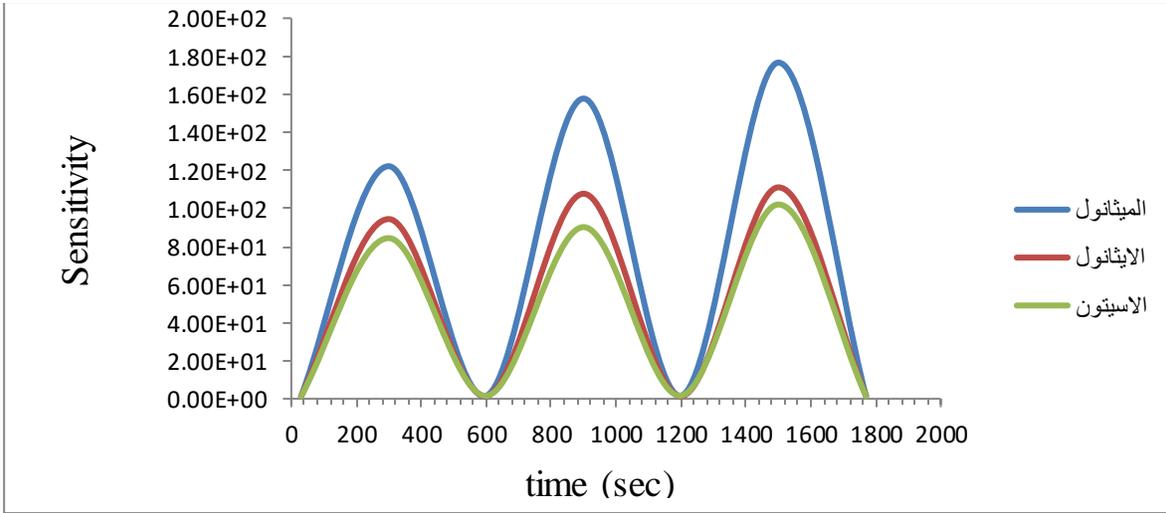
$$S = \frac{I_{gas}}{I_{air}} \dots\dots\dots(4)$$

من فتح صمام الغاز النتروجين ثم يبدأ التيار بالهبوط ليصل الى ادنى قيمة له عند زمن (٥ دقائق) من غلق صمام الغاز N₂. كما يلاحظ بيانياً ان القمة تزداد بزيادة عدد النبضات نظراً لزيادة تأين سطح العينة بزيادة زمن مرور الغاز.

وقد تم حساب الحساسية لغشاء AZO بنسبة تشويب 2.146% لأبخرة الايثانول والميثانول والاسيتون

حيث ان I_{gas} : التيار الكهربائي بوجود الغاز ، I_{air} : التيار الكهربائي (بالهواء).

حيث نلاحظ من الشكل (١٤) ان حساسية غشاء AZO للأبخرة الثلاثة تزداد مع زيادة زمن فتح صمام الغاز لتصل الى اعلى قيمة لها بعد زمن مقداره (٥ دقائق)



الشكل (١٤): يبين تغير الحساسية مع الزمن لغشاء AZO بنسبة تشويب 2.146% لأبخرة الايثانول والميثانول والاسيتون.

تم حساب النسبة المئوية لاستجابة غشاء AZO بنسبة تشويب 2.1% لمختلف الغازات المتدفقة (الايثانول ، الميثانول و الاسيتون) من خلال العلاقة الآتية: [١١]

$$\text{Res. (\%)} = \left| \frac{R_{air} - R_{gas}}{R_{air}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

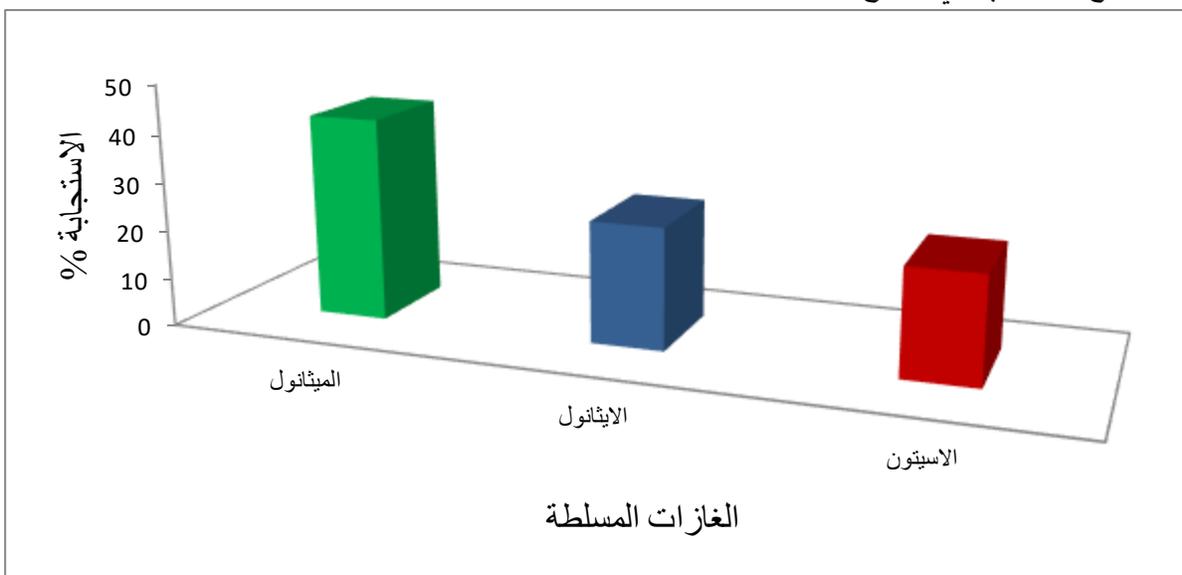
(sec) من لحظة فتح صمام غاز N₂ ولأبخرة الميثانول ، الايثانول و الاسيتون. ان سبب كون نسبة استجابة غاز الميثانول اعلى من غيرها ربما يعزى إلى صغر حجم الحبيبات بزيادة نسبة التشويب وانخفاض في اضطراب الشبكية ، . حيث إن صغر حجم الحبيبات يؤدي إلى . زيادة المساحة السطحية للغشاء مما أدى إلى

٣-٤ نتائج حساب النسبة المئوية لاستجابة أغشية AZO للغازات:

حيث ان R_{air} مقاومة الغشاء في الهواء ، R_{gas} مقاومة الغشاء في وجود الغاز حيث يبين الشكل (١٥) النسبة المئوية لاستجابة غشاء AZO للغازات الثلاث المتدفقة ، حيث نلاحظ من الشكل ان استجابة غشاء AZO لغاز الميثانول والايثانول والاسيتون كان (42% ، 25% ، 21.9% على التوالي عند زمن تسجيل مقداره 30

زيادة الاوكسجين الممتز على سطح العينة وزيادة
التفاعل مع الغاز وبالتالي ارتفاع الحساسية واستجابة

الاعشبية المشوية الى الغاز [١٤].



الشكل (١٥): يبين النسبة المئوية لاستجابة غشاء AZO بنسبة تشويب 2.146% للغازات المسلطة عند زمن المسجل (30 sec).

التشويب. وان الحساسية كانت (58.82 , 47.65 , 0.345% , 10.4 , 5.28) عندما كان نسبة التشويب (0.824% , 1.703% , 2.146% , على التوالي تم حساب الحساسية لغشاء AZO بنسبة تشويب 2.1% لأبخرة (الايثانول ، الميثانول والاسيتون) وكانت النتيجة ان حساسية الغشاء للميثانول كانت اكبر من الايثانول والاسيتون وبالتالي فان النسبة المئوية للاستجابة للميثانول كانت اكبر.

٤- الاستنتاج

تم تحضير أغشية أوكسيد الخارصين المشوية بالألمنيوم (AZO) باستخدام تقنية المحلول الغروي (Sol - Gel) وباختلاف نسب التشويب وقد لوحظ أن التوصيلية تزداد مع زيادة نسبة التشويب بوجود الهواء فقط ، وإن التوصيلية تزداد عند تسليط الغاز وبالتالي فان الحساسية تزداد وقد تبين ان غشاء AZO بنسبة تشويب 2.1% كان أفضل حساسية من باقي نسب

المصادر

- [1] A. E. Jimenez-Gonzalez, Journal of Solid-State Chemistry, 28, (1997), 176.
[2] Y. Cao, L. Miao, S. Tanemura, M. Tanemura, Y. Kuno, Y. Hayashi and Y. Mori, Jap. J. Appl. Phys. 45, (2006) , 1623.

- [3] S. H. Jeong, B. N. Park, D. G. Yoo and J. H. Boo, Journal of the Korean Physical Society , 50, (2007) , 622.
[4] H. Serier, M. Gaudon, and M. Mntrier. Solid State Sciences, 11, (2009) , 1192 .
[5] Peter Grundler, Chemical Sensors an Introduction for Scientists and

- Engineers, Springer, Berlin and Heidelberg, New York, 2007.
- [6] P.M. Parthangal “Synthesis and integration of one- dimensional nanostructures for chemical gas sensing applications”. Ph.D. thesis, University of Maryland, College Park, (2007).
- [7] R.S.Sabry and D. Kafi , Journal of College of Education , 3 , (2013) , 115 .
- [8] M. C. Jun, S. U. Park and J.-H.Koh , Nano scale Research Letters, 7, (2012), 1 .
- [9] G. Luka , T. A. Krajewski , B. S. Witkowski , G. Wisz , I. S. Virt , E. Guziewicz and M. Godlewski , Journal Mater Science : Mater Electron , 22, (2011) ,1810 .
- [10] S.M.H.Al-Jawad , A.F.S.Al-Shareefi and A.K.Judran , Iraqi Journal of Applied Physics , 7 , (2011),11 .
- [11] A.J. Mohammad , K. H. Hussain and A.M. Mousa , Al- Mustansiriya .J. Sci. 20, (2009), 79.
- [12] S. M.Chou , L. G.Teoh , W. H. Lai , Y. H. Su and M. H . Hon , Sensors,6(2006), 1420.
- [13] B. Joseph, P.K. Manoj and V.K. Vaidyan , Ceramics International , 3, (2006), 487 .
- [14] P.P. Sahayand R.K. Nath , Sensors and Actuators B, 134 , (20 08), 654.

Preparation thin film of aluminum oxide doped with aluminum by a spin coating technique and used it as a gas sensor for vapors ethanol , methanol and acetone.

Saad A.Jaber , H. Bakr and Hussein F. Hussein

*Department of physics, College of Education for pure Science
University of Basrah, Basrah, Iraq.*

Abstract:

In this study , Zinc chloride a doped with aluminum (AZO) films ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) were prepared using sol-gel technique with different precipitation ratios (0.345% , 0.824% , 1.703% , 2.146%) by using the spin coating method. A gas sensor system was designed and constructed to study the properties of a number of chemical gases (ethanol , methanol and acetone). Nitrogen gas (N_2) was used to carry these gases with the flow rate of (1,2,3,4) L/min . In this study , Current – Voltage (I-V) and current-time (I-t) Characteristics were collected to investigate the gas sensor properties. Different percentages of AZO were explored to these vapors and the result obtained of this study of the sensor were flowed ohmic's law. The electrical conductivities of these films were calculated and found to be higher than the case of exposed vapors compared to the measured under ampitant conditions. The sensitivity of these films were calculated under ethanol with different doping ratios and found to be (58.82 , 47.65 , 10.4 and 5.28), when the rates of doping were (0.345% , 0.824% , 1.703% and 2.14%) respectively.