تطوير حساسات كيميائية للسمية مرتكزة على تراكيب متناهية الصغر من أكسيد الفلز ومادة الكربون لسلامة البيئة

مقدمة من

فيصل بن خويشان بن لافي القثامي

إشراف

أ.د هادي محمد هادي مرواني

أستاذ الكيمياء التحليلية بقسم الكيمياء

المستلخص العربي

تم تحضير مستشعرات كيميائية جديدة سلهة التحضير ومنخفضة التكلفة ذات حساسية عالية لكشف وتقدير المواد الكيميائية السامة والخطيرة، وتعتمد هذه المستشعرات الكيميائية في تحضيرها على مواد ذات تراكيب متناهية في الصغر. وقد تم تحضير المواد المتناهية في الصغر بواسطة طريقة الكيمياء الرطبة في وسط قاعدي (درجة الحموضة أعلى من ١٠).

للتعرف على خصائص المواد ذات التراكيب البنائية النانوية التي تم تحضيرها تم استخدم عدد من الأجهزة المختلفة المخصصة لذلك، مثل جهاز طيف الشعاع الفوق بنفسجي-المرئي، جهاز طيف الاشعة تحت الحمراء، المجهر الإلكتروني للانبعاث المجالي، المجهر الإلكتروني النافذ وجهاز حيود الأشعة السينية للمسحوق.

في عملية بناء أجهزة الاستشعار: يتم تجميد المواد ذات التراكيب متناهية الصغر كفلم على رأس قطب الكربون الزجاجي باستخدام محلول مركب النافيون في الكحول الايثيلي (بتركيز٥%) لبناء مستشعرات كيميائية لمركبات سمية بالطريقة الكهروكيميائية.

جميع بيانات الأداء التحليلية لهذه المستشعرات، مثل الانتقائية، الحساسية، حد الإكتشاف، زمن الإستجابة، ثبات التركيب لفترة طويلة، والتكرارية قد تم دراستها لتقدير المواد السامة والكشف عنها بطريقة فرق الجهد و التيار.

خلال هذه الدراسة تم تحضير التراكيب التالية: **(١)** تراكيب أكاسيد الزنك النانوية الموزعة على أنابيب الكربون النانوية **(ZnO/CNTs)** والتي أظهرت انتقائية عالية لمركب الزانثين. وكانت قيمة حساسية الاستشعار **($59.14\ \mu Acm^{-2}\mu M^{-1}$)** وحد الاكتشاف **(0.16 nM)**. **(٢)** تراكيب أكاسيد الفضة النانوية الموزعة على أنابيب الكربون النانوية **($Ag_2O/CNTs$)** والتي أظهرت حساسية عالية تجاه مركب بارا-نيترو فينول وكانت قيمتها **($103.89\ \mu Acm^{-2}\mu M^{-1}$)** مع حد اكتشاف منخفض جداً قيمته تساوي **(0.091 nM)**. **(٣)** تراكيب أكاسيد المنجنيز النانوية الموزعة على أنابيب الكربون النانوية **($Mn_3O_4/CNTs$)** ذات الانتقائية العالية لمركب الهيدرازين. وكانت قيمة حساسية الاستشعار **($1100.0\ \mu Acm^{-2}\mu M^{-1}$)** وحد الاكتشاف **(0.86 nM)**. **(٤)** تراكيب أكاسيد الكادميوم النانوية الموزعة على مادة الكربون الأسود النانوية **(CdO/CBs)**. وقد كانت انتقائية هذه التراكيب عالية نحو مركب بارا-أمينو فينول مع قيمة حساسية الاستشعار **($6.67\ \mu Acm^{-2}\mu M^{-1}$)** وحد الاكتشاف **(0.14 nM)**. **(٥)** تراكيب أكاسيد السيريوم النانوية الموزعة على أنابيب الكربون النانوية **($CeO_2/CNTs$)** والتي لها انتقائية عالية وحساسية استشعار للكشف عن مركب ٤-ميثوكسي فينول **($47.56\ \mu Acm^{-2}\mu M^{-1}$)**. وحد الإكتشاف وجد أنه يساوي **(0.012 µM)**.

ختاماً هذه المستشعرات الكيميائية التي تم تحضيرها طبقت بنجاح للكشف عن هذه السميات المحددة المؤثرة على البيئة والسلامة الصحية.

Development of Toxic Chemical Sensors Based on Metal Oxide/Carbon Material Nanocomposites for Environmental Safety

By

Algethami, Faisal Khuwayshan L

Supervised By

Prof. Hadi M. Marwani

ABSTRACT

Simple, new, low cost, and highly sensitive chemical sensors, based on nanocomposite materials, were prepared for detection and determination of toxic hazardous chemicals. The preparation of the nanocomposite materials was performed by the wet-chemical method in alkaline medium (pH > 10). The nanocomposite materials were characterized by using different conventional methods, such as UV/vis. spectroscopy, FT-IR spectroscopy, X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), Transmission electron microscopy (TEM) and X-ray diffraction pattern (XRD). In the sensors construction process, nanocomposite materials were immobilized as a film on the flat of a glassy carbon electrode (GCE; Surface area: 0.0316 cm^2) using binders (5% nafion) to fabricate a selective chemical sensors toward toxins by electrochemical approaches. All the analytical performances, such as selectivity, sensitivity, detection limit, response time, stability and reproducibility were investigated in details for selective toxic chemicals by I-V method. ZnO–CNT NCs was prepared, which was selective for Xanthine. The sensitivity and detection limit were ~59.14 μA cm^{-2} μM^{-1} and ~0.16 nM (signal-to-noise ratio at an SNR of 3), respectively. The fabricated Ag_2O–CNT NCs chemical sensor exhibited higher sensitivity towards p-nitrophenol (103.89 μA $\mu M^{-1}cm^{-2}$) with a very low detection limit (LOD) of 0.091 nM, respectively. Mn_3O_4–CNT NCs was prepared and applied for the hydrazine detection. The sensitivity and detection limit were calculated as ~1100.0 μA $\mu M^{-1}cm^{-2}$ and 0.86 nM, respectively. CdO–CB NCs was prepared, which was selective for 4-aminophenol. The sensitivity and detection limit were calculated to be ~6.67 μA cm^{-2} μM^{-1} and 0.14 nM, respectively. CeO_2–CNT NCs was prepared, which was selective for 4-methoxyphenol. The sensitivity of the 4-methoxyphenol detection was 47.56 μA cm^{-2} μM^{-1} and the detection limit was found to be 0.012 μM (S/N ratio at an SNR of 3). Finally, these sensors were successfully applied for the detection of toxic hazardous chemicals for safety green environment and health care fields in broad scales.