

تأثير طرائق التحضير المختلفة على خواص البنية النسيجية لجملة الأكسيد المشترك Al_2O_3/CdO

د. حسام الدين قواص*

(تاريخ الإيداع 14 / 10 / 2018. قُبِلَ للنشر في 9 / 12 / 2018)

□ ملخص □

حضرت عينات بطرائق مختلفة من الأكسيد المشترك Al_2O_3/CdO وبنسبة مولية واحدة محددة - $Al/Cd: 1$ ، بالطريقة الرطبة: الترسيب المشترك، وبالطريقة الجافة: - التفكك الحراري ل نترات الألمنيوم $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ ونترات الكاديوم $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ، - تفاعل نترات الألمنيوم $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ ونترات الكاديوم $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ مع NH_4HCO_3 بالنسب التفاعلية المناسبة، بدون عامل موجه ومع عامل موجه، Sodium laureth Sulfate (ALS)، وتأثير طرائق التحضير المختلفة على خواص البنية النسيجية لجملة الأكسيد المشترك Al_2O_3 / CdO .

تبيّن أن قيم عوامل البنية المسامية تختلف باختلاف طريقة التحضير. العينتان المحضرتان بطريقة التفكك الحراري. نلاحظ ازدياد حجم المسام الكلي بشكل طفيف في حين ينخفض نصف قطر المسام الوسطي من القيمة 2.71nm إلى 2.37nm، على عكس العينتين المحضرتين بالتسخين الهيدروحراري، إذ يزداد حجم المسام الكلي بشكل كبير ليصل إلى 0.553ml/g، ويكون تأثير إضافة العامل الموجه (SLS)، انخفاض في نصف قطر المسام الوسطي، وتزايد في قيمة المساحة السطحية النوعية.

الكلمات المفتاحية: الأكسيد المشترك $CdO-Al_2O_3$ ، البنية النسيجية.

* أستاذ مساعد - قسم الكيمياء-كلية العلوم- جامعة تشرين- سورية.

Effect of different preparation methods on the properties of the textile structure of the common oxide group Al_2O_3 / CdO

Dr. Husam Al-dien Kawass*

(Received 14 / 10 / 2018. Accepted 9 / 12 / 2018)

□ ABSTRACT □

Samples were prepared in different ways of Al_2O_3 / CdO and with one specific mole Al / Cd: 1-0.25 mol, in the wet joint deposition method. - The thermal disintegration of aluminum nitrate $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ and $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ nitrate, and the reaction of aluminum nitrate $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ and cadmium nitrate $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, with NH_4HCO_3 with appropriate reactivity ratios, Sodium laureth sulfate (ALS), and the effect of various methods of preparation on the properties of the textile structure of the common oxide group Al_2O_3 / CdO .

It was found that the values of porous structure factors vary according to the method of preparation, the two samples prepared in the manner of thermal disintegration. The total pore size is slightly increased, while the mean pore radius decreases from 2.71nm to 2.37nm, in contrast to the two hydrothermal heating samples.

The total pore size increases significantly to 0.553ml /g. (SLS), a decrease in the radius of the middle pores, and an increase in the value of the surface area.

KEYWORDS: CdO– Al_2O_3 system, Texture properties, hydrothermal heating.

*Professor associate at chemical department, faculty of science, Teshrin University, Syria

مقدمة:

حضرت في العقود الأخيرة هلامات الألومينا على نحو واسع، لإنتاج أنواع مختلفة من الألومينا الفعالة (Al_2O_3) لاستخدامها كمواد مازة في التطبيقات الكروماتوغرافية [1]. وتستخدم الألومينا حالياً كحامل للحفازات الأكسيدية، مثل NiO ، Mo_2O_3 ... الخ [2,3] والمعدنية مثل Ni و Pt و Sn و Pd و W ... الخ [4-7]. تمتلك الأكاسيد المشتركة خواص حفزية أفضل من الخواص الحفزية لكل من الأكسيدين على حدى [8]، ويعزى ذلك إلى المفعول التآزري (التعاوني)، و الذي يعود إلى تشكل مركب نشط جديد ناتج من التفاعل بين الأكسيدين [9,10]. تعد الأكاسيد المشتركة جمل مكونة من أكسيدين أو أكثر و تكون أحياناً محملة ومعززة، ومن أكثر هذه الجمل اهتماماً واستخداماً: Al_2O_3 / NiO ، SiO_2 / MgO ، V_2O_5 / Al_2O_3 ، V_2O_5 / MgO ، [11,13] وغيرها.

اهتم الباحثون في العقود الأخيرة كثيراً بتشكيل جمل متعددة المكون مثل الأكاسيد المشتركة والمحملة والمعززة؛ وذلك لزيادة فعالية وانتقائية الحفاز من جهة، و لضمان ثباته الحراري والميكانيكي ومقاومته للتلبد الحراري من جهة ثانية [11,13]. تحضر الأكاسيد المشتركة بالمزج الميكانيكي للهيدروكسيدات الهلامية أو الترسيب المشترك أو التغطية السطحية أو النقع [1,11,13,14]، ويمكن التحكم بسهولة بالتركيب الكيميائي لهذه الحفازات؛ حيث أن أداء وفعالية الأكاسيد المشتركة كحفازات يعتمد على تركيب الحفاز وعلى بنيته النسيجية ومساميته [15].

تتميز جمل الأكاسيد المشتركة بامتلاكها خواص حمض-أساس وتعتمد هذه الخواص على بنيتها النسيجية ومساميتها وعلى طبيعة السطح الكيميائية، وتنتج الخاصة الحمضية عن إمكانية منح مجموعات OH السطحية للبروتون بالإضافة إلى قدرة الذرات المعدنية الموجودة في البنية الأكسيدية على اكتساب الالكترونات إلى مداراتها الفارغة بينما تنتج الخواص الأساسية عن وجود الشحنة السالبة للأكسجين بعد منح البروتون بالإضافة إلى وجود OH الأساسية [17].

تتأثر خواص البنية النسيجية للأكاسيد المشتركة، فضلاً عن المساحة السطحية النوعية، والمسامية، وتوزع حجم المسام، بتركيب الأكسيد المشترك وبالمعالجة الحرارية التي يخضع لها [16,18,19]. كما تتأثر هذه الخواص بنوعية الأنيونات المرتبط بالأملاح قبل تشكيل الأكاسيد المشتركة [20,21].

أهمية البحث وأهدافه

إن أهمية دراسة تأثير طرائق تحضير جمل عدة من الأكاسيد المعدنية المشتركة عند شروط مختلفة ومن ثم دراسة التغيرات الحرارية وفعالية وانتقائية الحفاز وثباته الحراري وقوته الميكانيكية ومقاومته للتلبد الحراري، وكذلك تحديد خواص البنية النسيجية، تكمن أهمية الأكاسيد المشتركة لتمتعها بفعالية وانتقائية عاليتين في العديد من التفاعلات الكيميائية الصناعية مثل التكسير والتكرير والهدرجة والأكسدة والبلمرة... الخ،

يهدف البحث إلى دراسة تأثير طرائق التحضير على خواص البنية النسيجية لجملة الأكسيد المشترك CdO/Al_2O_3 . حيث تم اعتماد (الطريقة الرطبة) الترسيب المشترك، و(الطريقة الجافة) التفكك الحراري لـ نترات الألمنيوم $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ ونترات الكاديوم $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ، بدون عامل موجه ومع عامل موجه، و Sodium laureth Sulfate (ALS)، وتفاعل نترات الألمنيوم $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ ونترات الكاديوم

Sodium $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ، مع NH_4HCO_3 بالنسب التفاعلية المناسبة بدون عامل موجه ومع عامل موجه، Sodium laureth Sulfate (ALS)، ودراسة الجمل CdO/Al_2O_3 السابقة.

طرائق البحث ومواده:

1. تحضير العينات:

حضرت أربع عينات (بالطريقة الصلبة أو الجافة) باستخدام كميات مناسبة من نترات الألمنيوم ونترات الكاديوم $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ ، $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ (BDH) بحيث تكون نسبة الأكسيدين Al_2O_3 / CdO : 1-0.25(mol)، وذلك على الشكل التالي:

- حضرت العينة الثانية من المواد السائلة وبالنسبة المطلوبة بدون عامل موجه، أما العينة الثالثة فقد حضرت كما سبق مع عامل موجه Sodium laureth Sulfate (SLS) كما هو واضح في الجدول (1)، و تم طحن ومزج كل من العينتين على انفراد بشكل جيد وكلستا عند الدرجة $400^\circ C$ باستخدام بوتقات خزفية في مرمدة من نوع (Carbolite) بطريقة الصعق لمدة ساعتين، وبعد ذلك تم إطفاء المرمدة وتركت العينتين لتبرد ببطء إلى اليوم الثاني، و أعطيت العينتان الرمز $AC_8 : (1-025.NO_3^-)_2$ و $AC_8 : (1-025.NO_3^-)_3$ على الترتيب.
- و حضرت عينتان أخريتان بالتفاعل مع NH_4HCO_3 . حيث تم تحضير العينتين بنفس النسب المولية، العينة الرابعة بدون عامل موجه والخامسة مع عامل موجه (SLS) كما هو واضح في الجدول (1)، حيث تم وضع الكميات المناسبة بعد المزج الجيد في أوتوكلاف من التفلون عند الدرجة $80^\circ C$ لمدة سبع ساعات (التسخين الهيدروحراري)، وغسل الراسب بكمية مناسبة من الماء المقطر وبعد والتجفيف تم تكليل العينة عند الدرجة $400^\circ C$ باستخدام بوتقات خزفية في مرمدة من نوع (Carbolite) بطريقة الصعق لمدة ساعتين، وبعد ذلك تم إطفاء المرمدة وتركت العينات لتبرد ببطء إلى اليوم الثاني، و أعطيت العينتان الرمز $AC_8 : (1-025.NO_3^-)_4$ و $AC_8 : (1-025.NO_3^-)_5$ على الترتيب.

الجدول (1) الكميات اللازمة لتحضير العينات المختلفة.

العينة	$Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ g	$Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ G	NH_4OH pH=8	NH_4HCO_3 G	(SLS) G
1 $AC_8 : (1-025.NO_3^-)_1$	28.125	2.891	الكمية المناسبة	---	---
2 $AC_8 : (1-025.NO_3^-)_2$	28.125	2.891	---	---	---
3 $AC_8 : (1-025.NO_3^-)_3$	28.125	2.891	---	---	0.2
4 $AC_8 : (1-025.NO_3^-)_4$	28.125	2.891	---	19.256	---
5 $AC_8 : (1-025.NO_3^-)_5$	28.125	2.891	---	19.256	0.2

قورنت العينات الأربع مع عينة حضرت في عمل سابق [22]، بالترسيب المشترك (بالطريقة الرطبة) بالشروط المثلى (محاليل مشبعة نترات الألمنيوم $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ ونترات الكاديوم $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ (BDH)، باستخدام كميات مناسبة بحيث تكون نسبة الأكسيدين Al_2O_3/CdO 1-0.25 وتم الترسيب باستخدام الأمونيا المركزة كعامل مرسب عند قيمة pH=8 لنهاية الترسيب، واستمر التحريك لمدة 2h وترك الهلام للترقيد لمدة 48h ومن ثم

رشح على قمع بوخزر مع التفريغ وغسل الراسب بكمية مناسبة من الماء المقطر وبعد التجفيف تم تكليس العينة عند الدرجة 400°C باستخدام بوتقات خزفية في مرمدة من نوع (Carbolite) بطريقة الصعق لمدة ساعتين، وبعد ذلك تم إطفاء المرمدة وتركت العينات لتبرد ببطء إلى اليوم الثاني). أعطيت العينة الرمز $AC_8 : (1-025.NO_3^-)_1$.

طرائق البحث ومواده:

تم تعيين البنية النسيجية الأخرى للعينات المحضرة (المساحة السطحية النوعية، نصف قطر المسام المتوسط، حجم المسام الدقيق... إلخ)، وذلك من خلال معالجة بيانات الامتزاز التي تم الحصول عليها بطريقة امتزاز غاز النتروجين عند الدرجة 77K وذلك باستخدام جهاز آلي مبرمج من نوع Gemini 2375 بعد تفريغ العينات في مفرغة ملحقة بالجهاز عند الضغط المنخفض عند الدرجة 250°C .

النتائج والمناقشة

تمت دراسة البنية النسيجية للعينات المدروسة من تحليل البيانات الامتزازية الناتجة عن امتزاز غاز النتروجين عند الدرجة 77K ، باستخدام جهاز Gemini، حيث حسبت المساحة السطحية النوعية التي حددت بتطبيق علاقة BET الخطية التالية [23].

$$\frac{X}{V(1-X)} = \frac{1}{C.V_m} + \frac{C-1}{C.V_m} X \quad (1)$$

حيث X - قيمة الضغط النسبي، V - حجم الغاز الممتز في الشروط النظامية، V_m - سعة الطبقة الأحادية، C_{BET} - ثابت. يبين الشكل (1) منحنيات الامتزاز للعينات المدروسة ويظهر من الشكل أن جميع لمنحنيات تنتمي إلى النوع IV حسب تصنيف سينغ ورفاقه [24]، وتظهر الأنشطة التخلفية على جميع منحنيات الامتزاز التي تنغلق مما يدل على حدوث التكاثر الشعري في المسامات الانتقالية، تظهر أيضاً ركبة على منحنيات الامتزاز عند قيم الضغط المنخفض حتى 0.1 مما يدل على احتواء العينات على نسبة من المسامات الدقيقة. حسبنا المساحة السطحية S_{BET} من تحليل معطيات البيانات الامتزازية وفق العلاقة (1).

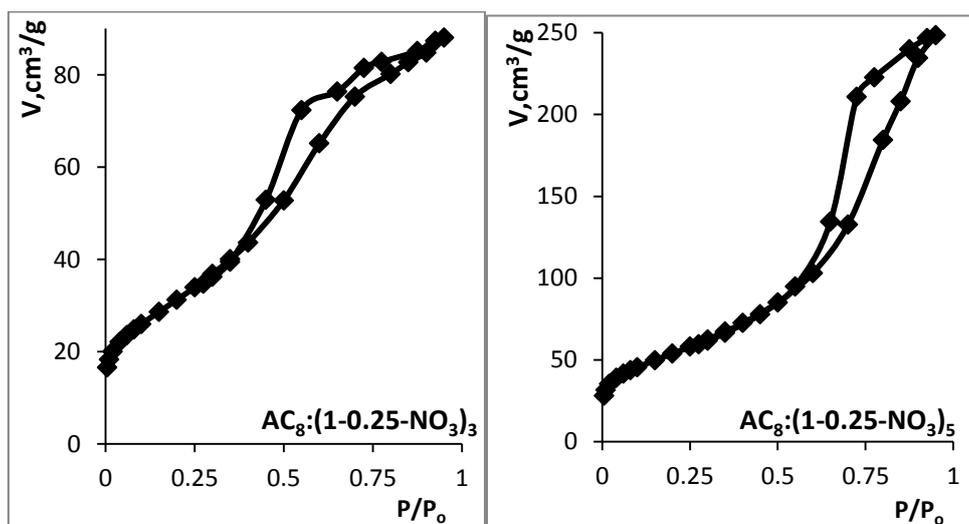
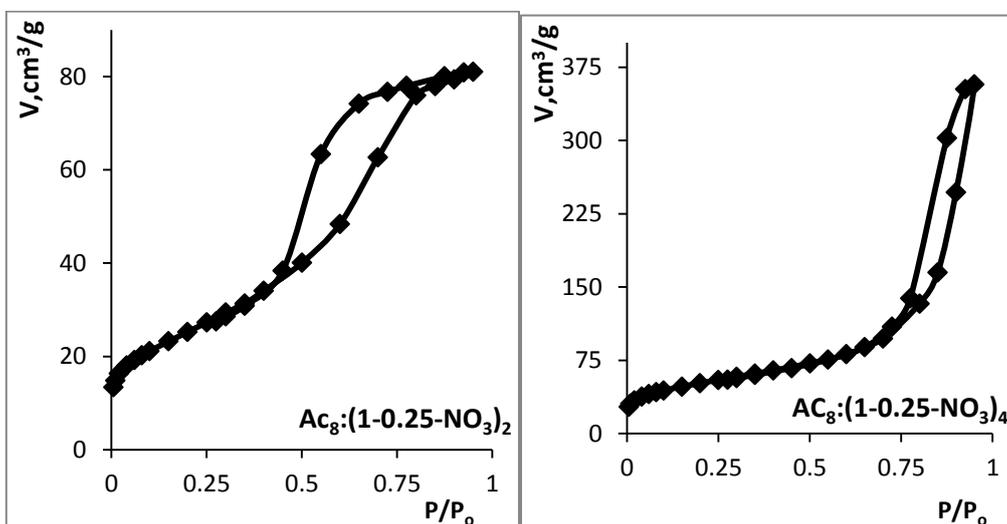
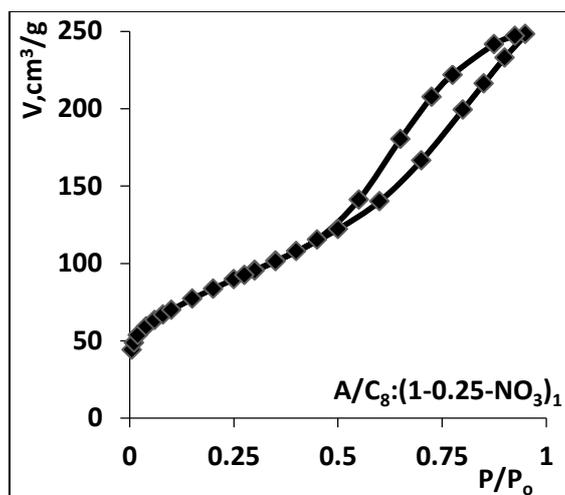
يبين الشكل (2) رسومات BET الخطية وفق العلاقة (1) والتي استخدمت لتعيين سعة الطبقة الأحادية V_m وثابت BET (C)، وذلك من قيم الميل والتقاطع، حسبت المساحة السطحية النوعية، باستخدام العلاقة [12]:

$$S_{BET} = 4.37 \times V_m \quad (2)$$

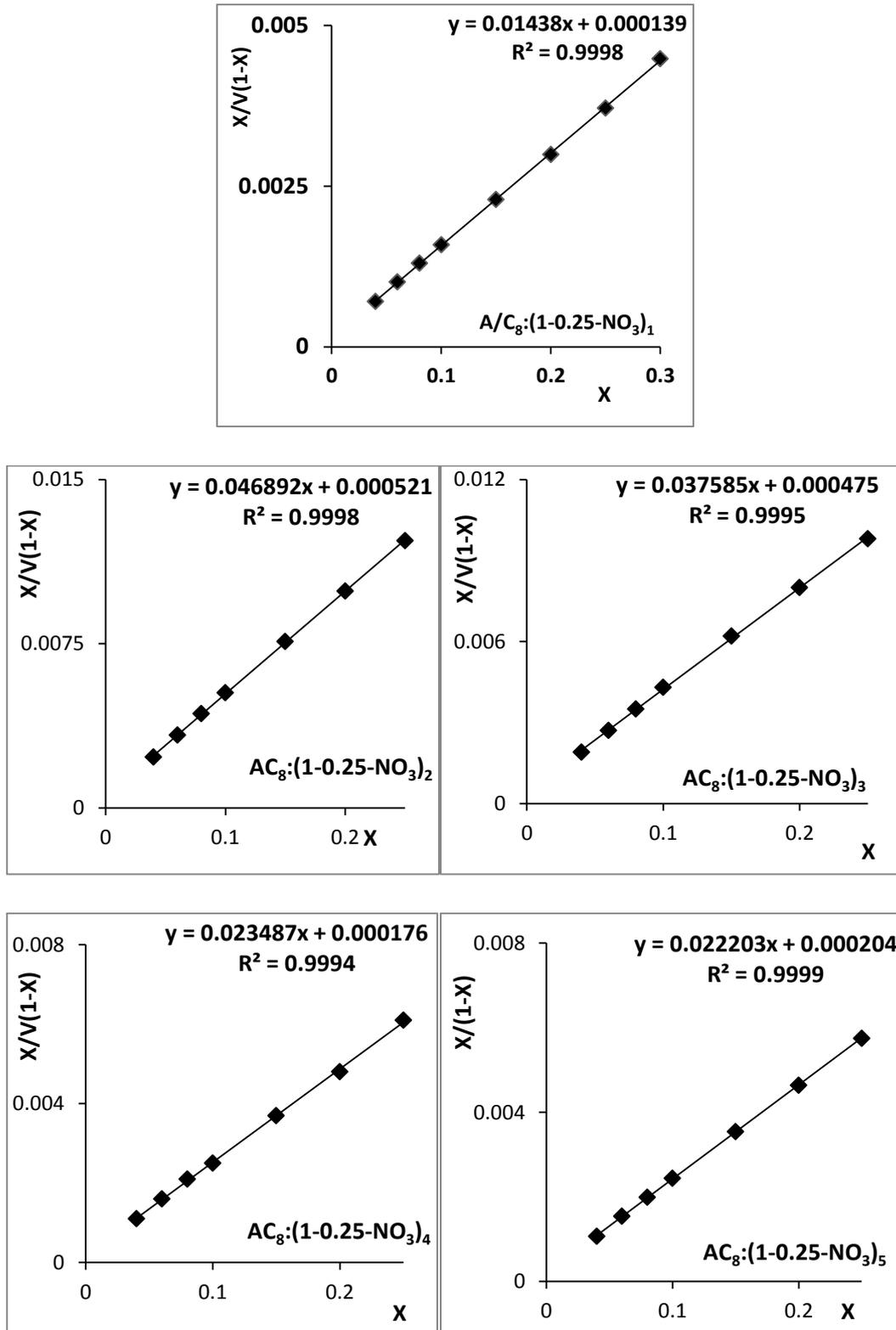
تم حساب قيمة حجم المسام الكلي V_p بوحدة ml/g وذلك عن طريق تحويل الحجم الممتز عند الضغط النسبي $P/P_0=0.95$ إلى الحالة السائلة وعلى اعتبار أن كثافة النتروجين عند الدرجة 77K تساوي 0.553ml/g وذلك بعد ضربه بالثابت $15.47 \cdot 10^{-4}$ للعينة $AC_8 : (1-025.NO_3^-)_4$.

تبين رسومات BET خطية واضحة في مجال الضغط النسبي ($0.05-0.25$) لجميع العينات المدروسة، حسبنا نصف قطر المسام الوسطي \bar{r} باستخدام العلاقة:

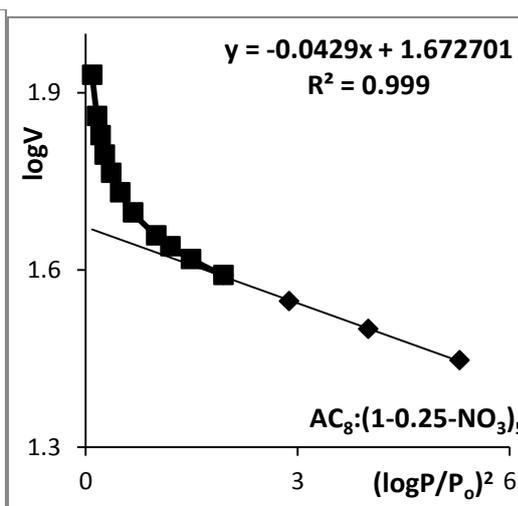
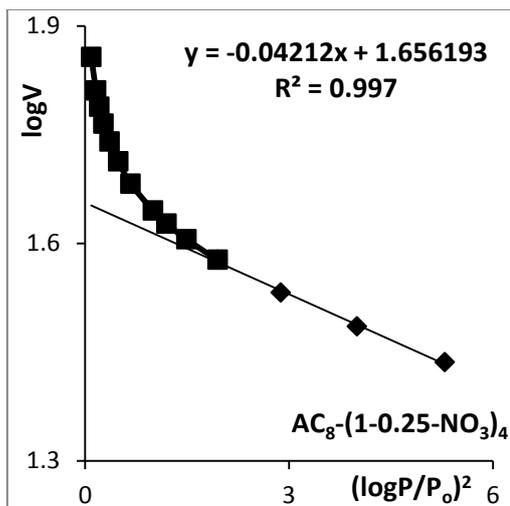
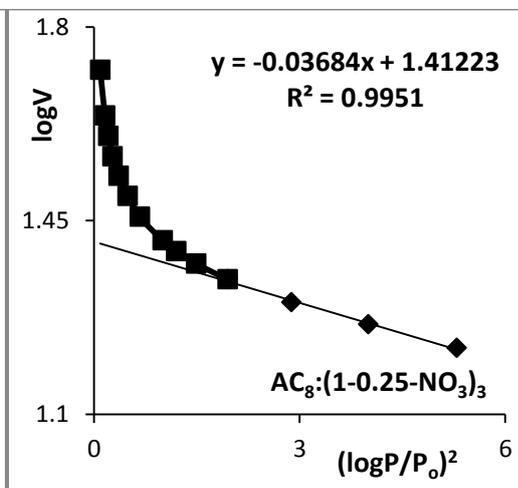
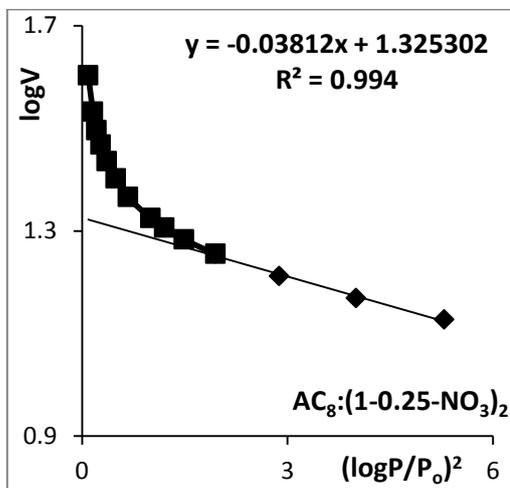
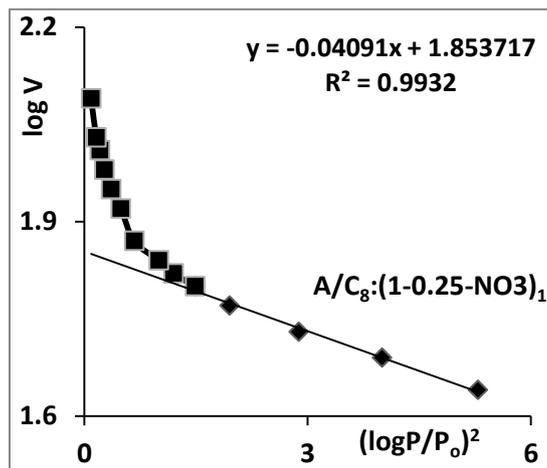
$$\bar{r} = \left(\frac{2V_p}{S_{BET}} \right) \times 10^3 \text{ nm} \quad (3)$$



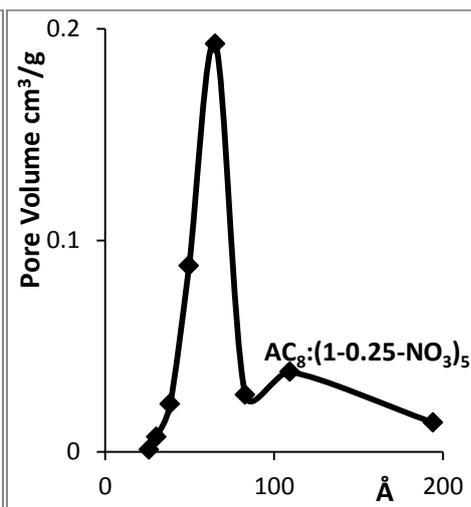
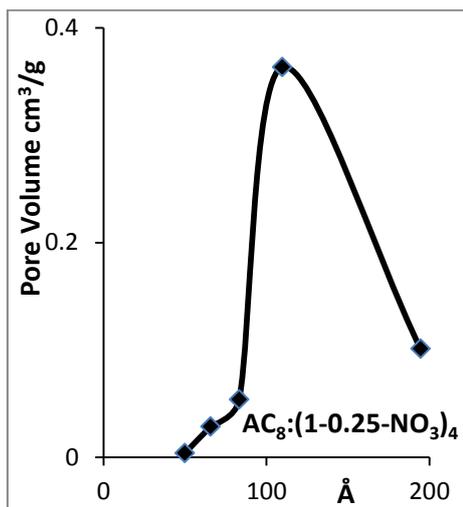
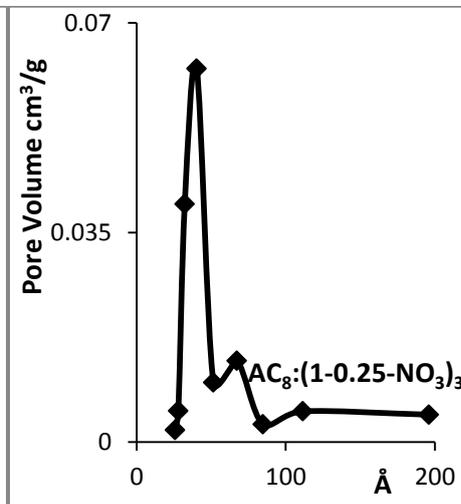
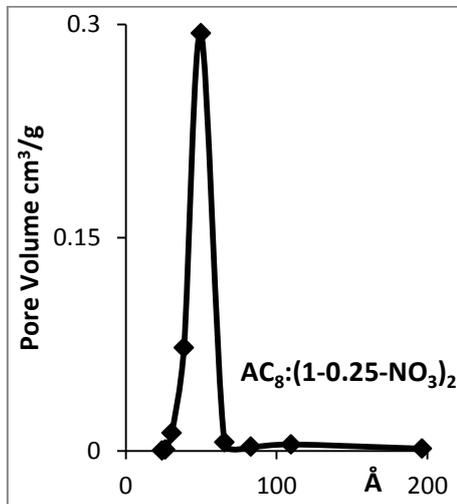
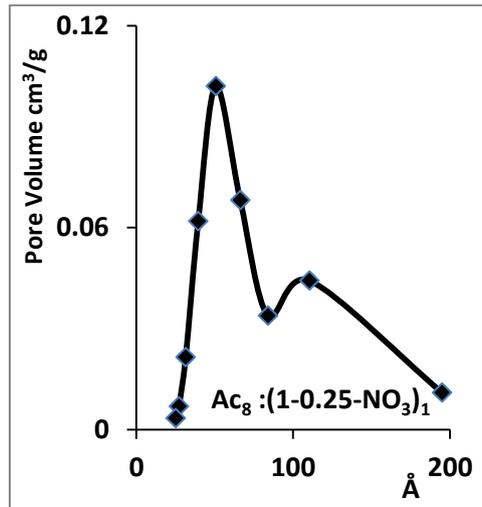
الشكل (1) يبين منحنيات الامتزاز للعينات المدروسة



الشكل (2) يبين رسومات BET الخطية



الشكل (3) يبين علاقة دوينين رادكوشكفتش (DR)



الشكل (4) توزيع حجم المسام

تم تعيين نسبة المسامية الدقيقة في العينات المحضرة باستخدام علاقة دوبينين-رادوشكفيتش DR [25] ، وذلك بتطبيق العلاقة التالية:

$$\log V = \log V_o - D(\log P/P_o)^2 \quad (4)$$

حيث تمثل V_o - حجم المسام الدقيقة، D - ثابت دوبينين ويلاحظ كما هو واضح في الشكل (3) ، من خلال المنحنيات أن المجال الخطي يقع في مجال الضغوط النسبية المنخفضة حتى 0.04 ثم يبدأ بالانحراف نحو الأعلى ونلاحظ أن المجال الخطي للعينات يتطابق تقريباً مما يدل على تشابه هذه العينات من حيث احتوائها على المسامية الدقيقة.

حسبنا باستخدام العلاقة (4) للجزء الخطي من المنحنيات في الشكل (3) قيمة كل من V_o , D وذلك من التقاطع والميل ثم حسبنا نسبة المسام الدقيقة في جميع العينات وكذلك قيمة الطاقة المميزة للامتزاز E_o بالعلاقة [22]:

$$E_o = 2.8574/(D)^{1/2} \quad (5)$$

يبين الجدول (2) قيم عوامل البنية المسامية باختلاف طريقة التحضير، فبالنسبة للعينتين (2) و (3) المحضرتين بالطريقة نفسها (التفكك الحراري) لمزيج النترات مع وجود عامل موجه في العينة (3) نلاحظ ازدياد حجم المسام الكلي بشكل طفيف عند وجود العامل الموجه، بينما يكون بشكل معاكس بالنسبة لنصف قطر المسام الوسطي حيث يتناقص من القيمة 2.71nm للعينة (2) إلى 2.37nm للعينة (3) كما يظهر في العمود (6) من الجدول (2)، ويظهر تغيراً طفيفاً في نسبة المسامية الدقيقة كما يبدو في العمود (5) من الجدول (2). ويلاحظ أيضاً ازدياداً في قيمة المساحة السطحية النوعية من 92.2m²/g إلى 114.8m²/g للعينة (3)، وهكذا فإن دور العامل الموجه ينحصر على ما يبدو في تحسين طفيف في المساحة السطحية، وتناقص طفيف أيضاً في نصف قطر المسام الوسطي.

الجدول (2) يبين عوامل البنية المسامية للعينات المدروسة

العينات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	V_p ml/g	V_o ml/g	V_m ml/g	V_{meso} ml/g	v_o/v_p x 100	\bar{r} nm	E_o kJ/mol	D	C_{BET}	S_{BET}
1 $AC_8 : (1 - 025.NO_3^-)_1$	0.384	0.110	0.107	0.274	28.65	2.55	14.11	0.041	104.5	301
2 $AC_8 : (1 - 025.NO_3^-)_2$	0.125	0.033	0.033	0.092	26.4	2.71	14.66	0.038	91.00	92.2
3 $AC_8 : (1 - 025.NO_3^-)_3$	0.136	0.04	0.041	0.063	29.41	2.37	14.85	0.037	80.13	114.8
4 $AC_8 : (1 - 025.NO_3^-)_4$	0.553	0.07	0.065	0.483	12.66	5.99	13.94	0.042	134.75	184.7
5 $AC_8 : (1 - 025.NO_3^-)_5$	0.384	0.073	0.069	0.311	19.01	3.94	13.78	0.043	109.84	195

أما بالنسبة للعينتين (4) و (5) المحضرتين بالتسخين الهيدروحراري لمزيج من النترات (ألومنيوم وكاديوم) مع بيكربونات الأمونيوم فيظهر اختلافاً واضحاً في قيم عوامل البنية المسامية، إذ يزداد حجم المسام الكلي بشكل كبير ليصل إلى 0.553ml/g للعينة (4) بدون عامل موجه و 0.384ml/g للعينة (5) الحاوية على عامل موجه، وأثر ذلك على نسبة المسامية الدقيقة ازدادت من 12.66% للعينة (4) إلى 19.01% للعينة (5) حيث أن ذلك أثر على قيمة المساحة السطحية النوعية فازدادت من 184.9m²/g للعينة (4) إلى 195m²/g، إن ضعف قلووية

بيكربونات الأمونيوم المستخدم بطريقة التسخين الهيدروحراري في الأوتوكلاف (مكان مغلق بإحكام) وانطلاق غاز CO_2 يؤثران على الأرجح بالزيادة في حجم المسام الكلي وانخفاض في حجم المسام الدقيق. كما هو واضح من الشكل (4) منحنيات توزيع حجم المسام للعينات المدروسة حيث يظهر أن هناك قمة عظمية حادة عند نصف القطر $r_p=40 \text{ \AA}$ أي في مجال المسام الانتقالية بطريقة التكليس المباشر للعينة $AC_8 : (1-0.25.NO_3^-)_2$ وقمة عظمية للعينة $AC_8 : (1-0.25.NO_3^-)_4$ عند نصف القطر $r_p=111 \text{ \AA}$ في حين يظهر هناك قمة عظمية حادة عند نصف القطر $r_p=42-67 \text{ \AA}$ أي في مجال المسام الانتقالية تتوافق مع قمة عريضة عند نصف القطر $r_p=110 \text{ \AA}$ ، أما لباقي العينات $AC_8 : (1-0.25.NO_3^-)_1$ ، و $AC_8 : (1-0.25.NO_3^-)_3$ ، و $AC_8 : (1-0.25.NO_3^-)_5$ ، و من الجدول (1) تلاحظ أن قيم V_o والنسبة المئوية للمسامية الدقيقة في العينات المدروسة تتناقص بشكل مشابه لتغير S_{BET} . كما يبين الجدول (1) أن قيم C_{BET} تدل على الألفة الضعيفة بين الماز و الممتز بينما تدل قيم E_o المنخفضة على أن الامتزاز من النوع الفيزيائي.

الاستنتاجات والتوصيات

1. مقارنة بالعينات التي تم تحضيرها بطريقة الترسيب المشترك لحملة الأكسيد المشترك المحضر بالطريقة الرطبة (الترسيب المشترك لأملاح نترات الألمنيوم والكاديوم بالعامل المرسب NH_4OH عند pH نهاية الترسيب $pH=8$ يتضح ما يلي:
 - أ- تتناقص قيمة S_{BET} عند تحضير الأكسيد المشترك بالطريقة الجافة، وتزايد نصف قطر المسام الوسطي بشكل عام.
 - ب- تتناقص V_o والنسبة المئوية للمسامية الدقيقة بشكل مشابه لتغير S_{BET} .
2. نوصي بدراسة تأثير طريقة التحضير على الخواص حمض - أساس.
3. اختبار الفعالية الحفزية للعينات المدروسة.

المراجع:

- [1]. LIPPENS, B.C.; STEGGERDA, J.J. Physical and chemical aspects of adsorbents and catalysts. Ed., B.G. Linsen, Acad. Press, London and New York, 1970, Ch. 4, 171-211.
- [2]. DDEWAELE, O; FROMENT, G.F. TAP Study of mechanism and kinetics of the adsorption and composition of methane on Ni/Al_2O_3 and NiO/Al_2O_3 . J, Catalysis Vol. 184, 1999, 499-513.
- [3]. ZHANG, X; LIU, J; JING, Y; XIE, Y. Support effects on the catalytic behavior of NiO/Al_2O_3 for oxidative dehydrogenation of Ethane to ethylene Appl Catalysis A, 2003, general 240. 143-150.
- [4]. SONG, C.J; KWAK, C; MOON, S.H. Effect of fluorine addition on the formation of active species and hydro treating activity of $NiWS/Al_2O_3$ catalysts. Catalysis Today, 2002, 74, 193-200.

- [5]. SZYJA,B; SZCZYGIEL,J. Energetically preferred locations of hydrocarbons in the structure of a Pt-Sn/ γ Al_2O_3 catalysts. J, Molecular catalysis A, 2004, Chemical, 219. 343-350.
- [6]. YU,H;KENNDY,E,M; UDDIN,M,Z;DLUGOGORSKI,B,Z. Catalytic hydrodehalogenation of halon 1211(CBrClF₂) over γ - alumina – supported Ni,Pd and Pt catalysis. Catalysis Today, 2004, 88, 183-194.
- [7]. WEST,J;WILLIAMS,B,P;YOUNG,N;RHODES,C;HUTCHINGS,G,J. Ni- and Zn-promotion of γ - Al_2O_3 for the hydrolysis of COS under mild conditions, Catalysis Comm., 2001, 2, 135-138.
- [8]. GIRGIS,B,S; YOUSSEF,A,M; ALAYA,M,N. Studies on the mixed oxide catalyst MgO-SiO₂. Surface Technol.,1980, 9, 271-277.
- [9]. GUERRERO-PEREZ, M, O; JANAS, J; HABER, J; MACHEIT; MATACHOWSKI,L; FIERRO,G,L,G; BANARES,M,A. Selective destruction of nitrogen-containing organic volatile compounds over Sb–V–O. catalysts. Appl. Catal. B: Environmental, 2007, 71(1-2), 85-93.
- [10]. GHOZZA,A,M; EL-SHOBAKY,H,G. Effect of Li₂O-doping of CdO/Fe₂O₃ system on the formation of Nano crystalline CdFe₂O₄. Material Sci Eng. B, 2006, 127, 233-238.
- [11]. ALAYA,M,N; KARMAN,M; SAHEN,H. Study of some surface and catalytic properties of the mixed oxide Al_2O_3 -V₂O₅. R,J, Aleppo Univ., 2001, 35, 311-324.
- [12]. ALAYA,M,N; KARMAN,M; SAHEN,H. Study of some surface and catalytic properties of the mixed oxide Al_2O_3 -V₂O₅. R,J, Aleppo Univ., 2001, 35, 311-324.
- [13]. CORMA,A; LOPEZ NIETO, J, M; PARADES, N. Preparation of V-MgO Catalysts nature of active species precursors. Appl Catalysis A, 1993, 104(2), 161-174.
- [14]. GHOZZA,A,M; EL-SHOBAKY,H,G. Effect of Li₂O-doping of CdO/Fe₂O₃ system on the formation of Nano crystalline CdFe₂O₄. Material Sci Eng. B, 2006, 127, 233-238.
- [15]. KIRUMAKKI,S,R; SHPEIZER,B,G; SAGAR,G,V; CHARY,K,V,R; CLEARFIELD,A. Hydrogenation of naphthalene over NiO/SiO₂- Al_2O_3 catalysts Structure-activity correlation. J, Catalysis, 2006, 242(2), 319-331.
- [16]. TWHGG,M,V; RICHARDSON,J,T. Effect of alumina incorporation in co precipitated NiO/ Al_2O_3 catalysts. Appl. Catalysis A, 2000, 19, 61-72.
- [17]. GATES,B.C. Catalytic Chemistry. ed., John Willey & Sons, Inc. New York & London, 1992, 458p.
- [18]. GIRGIS,B,S; YOUSSEF,A,M; ALAYA,M,N. Studies on the mixed oxide catalyst MgO-SiO₂. Surface Technol.,1980, 9, 271-277.
- [19]. CORMA,A; LOPEZ NIETO, J, M; PARADES, N. Preparation of V-MgO catalysts nature of active species precursors. Appl Catalysis A, 1993, 104(2), 161-174.
- [20]. Xiaofu Hu, Zhe Tang, Yunqi Liu, Chenguang Liu, Effect of Anions during a Solid- state Reaction Preparation of Ammonium Aluminum Carbonate Hydroxide. 2012 International Conference on Mechanical Engineering and Material Science
- [21]. Fernando V, Alberto M, Specific ion effects on the electro kinetic properties of iron oxide Nanoparticles: experiments and simulations. 2015.Chem. Phys., 17, p. 17069-17078.

- [22]. Kawass, H, A; Al- Sarmini, M. Study of the effect of ions Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , on the texture properties of system Al_2O_3 / CdO , J, Tishreen University for Research and Scientific Studies, 2018, 40 (4).
- [23]. BRUNAUER, S; EMMET, P, H; and TELLER, E. Adsorption of gases in multi molecular layers. J. Am. Chem. Soc, 1938, 60, 309-319.
- [24]. GREGG, S, S, J; SING, K, S, W. Adsorption, surface area and porosity, Academic press, London, New York, 1984. 15p. 27
- [25]. BARRETT, E, P; JOYNER, L, G; and HALENDA, P, P. *The determination of pore volume and area distribution in porous substances .I .computation from nitrogen isotherms*. J. Am. Chem. Soc. 1951, 73, 373-380.