

Study the effect of the guiding agent (CTAP) Cetyl tri methyl ammonium bromide on the structural properties of the Al_2O_3/CdO mixed oxide prepared by hydrothermal treatment at temperatures (70, 100 and 130)

Dr. Akel Roumie*

Dr. Husam Al-dien Kawass**

Salma Al-Qadi*** 

(Received 23 / 1 / 2025. Accepted 30 / 4 /2025)

□ ABSTRACT □

Three samples of Al_2O_3/CdO the mixed oxide were studied at a single molar ratio of Al/Cd (1-0.25) and the effect of adding the guiding agent Cetyl trim ethyl ammonium bromide (CTAP) with a molar ratio of 0.5 mol were studied by hydrothermal method by placing the samples in an autoclave consisting of a Teflon container inside a sealed chrome container and then placing them in an oven at temperatures (70, 100 and 130 °C) for 7 hours, and the symbol was given $HC_{0.5}Al_2O_3/CdO(1:0.25)X$, where X is the heat treatment temperature and $C_{0.5}$ is the molar ratio of the guiding agent 0.5 mol, the surface area value increased by adding the guiding agent to 288m²/g of the sample $HC_{0.5}Al_2O_3/CdO(1:0.25)100$.

The increase in the surface area value is consistent with the changes in the total pore volume V_p , micro pore volume V_o , monolayer capacitance V_m , average pore volume V_{meso} and C_{BET} constant values indicating weak affinity between the adsorbent and the adsorbate while low adsorption energy E_o values indicate that the adsorption is of the physical type.

The FTIR curves show a peak in the range 450-480 cm^{-1} , and another broad shoulder-shaped peak in the range 870-600 cm^{-1} , where the first peak expresses the tetrahedral vibrations while the second peak is attributed to the presence of symmetrical vibrations. The presence of these peaks indicates the contribution of the angles formed between the rings and the presence of oxygen bridges connecting and which characterizes the regular mesoporous structure.

Keywords: $CdO-Al_2O_3$ system, BET, Adsorption, Hydrothermal deposition.

Copyright



:Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* Professor , chemical department, faculty of science, Teshrin University, Syria.

** Professor , chemical department, faculty of science, Teshrin University, Syria.

***PhD student , chemical department, faculty of science, Teshrin University, Syria.

تأثير العامل الموجه سيتيل ثلاثي ميثيل أمونيوم بروميد (CTAP) على خواص البنية النسيجية لجملة الأكسيد المشترك Al_2O_3/CdO المُحضّر بطريقة المعالجة الهيدروحرارية عند درجات حرارة (70، 100 و 130)

* د. عقل رومية

** د. حسام الدين قواص

*** سلمى القاضي

(تاريخ الإيداع 2025 / 1 / 23. قُبِلَ للنشر في 2025 / 4 / 30)

□ ملخص □

دُرست ثلاث عينات من الأكسيد المشترك Al_2O_3/CdO ونسبة مولية واحدة (1-0.25) Al/Cd وتأثير إضافة العامل الموجه سيتيل ثلاثي ميثيل أمونيوم بروميد (CTAP) ونسبة مولية 0.5mol، بالطريقة الهيدروحرارية بوضع العينات في أوتوكلاف مؤلف من وعاء من التفلون داخل وعاء من الكروم مغلق الإحكام ومن ثم وضعهم في الفرن عند درجات حرارة عند درجات حرارة (70 °C، 100 و 130) لمدة 7 ساعات، وأعطيت الرمز $HC_{0.5}Al_2O_3/CdO(1:0.25)X$ حيث X درجة حرارة المعالجة الحرارية، $C_{0.5}$ النسبة المولية من العامل الموجه 0.5 mol. ارتفعت قيمة المساحة السطحية بإضافة العامل الموجه بشكل عام حيث بلغت $288m^2/g$ للعيونة $HC_{0.5}Al_2O_3/CdO(1:0.25)100$.

إن الزيادة في قيمة المساحة السطحية هذا تتوافق مع التغيرات كل من الحجم الكلي للمسام V_p ، حجم المسام الدقيق V_o ، سعة الطبقة الأحادية V_m ، حجم المسام المتوسط V_{meso} و قيم ثابت C_{BET} تدل على الألفة الضعيفة بين الماز و الممتز بينما تدل قيم طاقة الامتزاز E_o المنخفضة على أن الامتزاز من النوع الفيزيائي. تُبين منحنيات FTIR وجود قمة في المجال $450-480 cm^{-1}$ ، وقمة أخرى عريضة على شكل كتف توجد في المجال $870-600 cm^{-1}$ ، حيث تعبر القمة الأولى عن اهتزازات رباعيات الوجوه بينما القمة الثانية تعزى لوجود الاهتزازات التناظرية $M-O-M$. يدل وجود هذه القمم على مساهمة الزوايا المتشكلة بين الحلقات ووجود الجسور الأوكسجينية التي تربط بين M و O وهذا ما يميز البنية الميزومسامية المنتظمة. الكلمات المفتاحية: الأكسيد المشترك $CdO-Al_2O_3$ ، امتزاز، BET، الترسيب الهيدروحراري.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص



CC BY-NC-SA 04

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

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

*** طالبة دكتوراه-كلية العلوم- جامعة تشرين- سورية.

مقدمة:

استحوذت نظرية الحفز خلال العقود الأخيرة على تخيلات العلماء والتقنيين كطريقة للتحكم بسرعة واتجاه التفاعل الكيميائي، وخضعت طبيعة الحفاز وآلية الوساطة لتطورات هامة ومستمرة، حيث ظهرت ثلاث نظريات للحفز على السطوح الصلبة (النظرية الهندسية، النظرية الالكترونية، النظرية الكيميائية) [1-5]. 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 [6].

تحضر الأكاسيد المشتركة بالمزج الميكانيكي لهلامات الهيدروكسيدات أو الترسيب المشترك أو التغطية السطحية أو النقع [7-10]، ويمكن التحكم بسهولة بالتركيب الكيميائي لهذه الحفازات حيث أن أداء وفعالية الأكاسيد المشتركة كحفازات يعتمد على تركيب الحفاز وعلى بنيته النسيجية ومساميته [11]، وتتأثر خواص البنية النسيجية للأكاسيد المشتركة المساحة السطحية النوعية، المسامية، توزع حجم المسام، وعلى طبيعة السطح الكيميائية حمض - أساس بتركيب الأكسيد المشترك والمعالجة الحرارية التي يخضع لها [12].

أثبتت الدراسة [13] أن مزج هلامي الألومينا مع الكادمية بالنسبة المولية (1-0.25) الذي تم ترسيبه بعامل الترسيب NaOH سيؤدي إلى زيادة معتبرة في المساحة السطحية النوعية وحجم المسام الكلي، ارتفاع نسبة CdO أكثر من 20% فإنها تؤدي إلى تناقص خواص البنية النسيجية، وتكون قيم المساحة السطحية النوعية للأكسيد المشترك وحجم المسام الكلي أعظمية عند التكليل $400-500^{\circ}\text{C}$.

حضرت جملة الأكسيد المشترك $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CdO}$ بطريقة الترسيب المشترك لتحديد الشروط المثلى من حيث السطح النوعي S_{BET} ، وتبين أن الشروط المثلى هي: المحاليل المشبعة لأملح الكاديوم والألمنيوم، الأمونيا المركزة كعامل مُرسب، pH الترسيب يساوي 8، والتكليل بالصعق عند الدرجة 400°C لمدة ساعتين [14].

استخدمت الأكاسيد المعدنية حديثاً في تفاعلات الأكسدة الضوئية لبعض الأيونات فقد وجد أن المحفزات V_2O_5 و ZnO و Al_2O_3 تكون حفازات فعالة عند الأكسدة الضوئية لأيونات I في المحاليل المائية للإيتانول، بينما CdO لا يكون كذلك [15]، كما وجد أن Al_2O_3 و CdO تكبح الأكسدة الضوئية لأيونات Fe^{2+} [16]، وحيث أن $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CdO}$ تكون حفازات فعالة لأكسدة الأنيلين إلى أزو بنزن [17].

تكون بعض الأكاسيد المعدنية فعالة في التفاعلات الحفزية حمض/أساس، مثل Al_2O_3 في تفاعلات نزع الماء من الأغوال والأزمره والتكسير، ويكون بعضها الآخر فعالاً في التفاعلات الحفزية أكسدة/إرجاع، مثل CdO ، NiO وغيرها [18-23].

تمتلك الأكاسيد المشتركة خواص حفزية أفضل من الخواص الحفزية لكل من الأكسيدين على حدى [24]، والأكاسيد المشتركة: هي الجمل المكونة من أكسيدين أو أكثر، والمحملة والمعززة ، ومن أكثر هذه الجمل اهتماماً نذكر منها [25] SiO_2-MgO ، [26] $NiO-Al_2O_3$ ، [25,27] V_2O_5-MgO و $V_2O_5-Al_2O_3$ وغيرها.

أهمية البحث وأهدافه

تتمتع الأكاسيد المعدنية المشتركة بفعالية وانتقائية عاليتين في العديد من التفاعلات الكيميائية الصناعية مثل التكسير والتكرير والهدرجة والأكسدة والبلمره... إلخ. تكمن أهمية البحث في إغناء البنية النسيجية للأكسيد المشترك CdO/Al_2O_3 . يهدف البحث إلى دراسة تأثير العامل الموجه على خواص البنية النسيجية عند تحضير جملة الأكسيد المشترك Al_2O_3/CdO بالطريقة الهدروحرارية عند درجات حرارة مختلفة $70, 100, 130^\circ C$.

طرائق البحث ومواده

أ- تحضير العينات:

تم تحضير عينات من جملة الأكسيد المشترك بنسبة مولية ثابتة ($Al_2O_3/CdO(1-0.25)$ ، حيث تم تحضير محاليل مشبعة من كبريتات الألمنيوم $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ وكبريتات الكاديوم $3CdSO_4 \cdot 8H_2O$ (BDH) بكميات مناسبة وبعد ترشيح المحلولين و مزجها تمت إضافة العامل الموجه سيتيل ثلاثي ميثيل أمونيوم بروميد (CTAB) بنسبة مولية $0.5mol$ ، بعد حلها بأقل كمية من الماء، ثم تمت إضافة العامل المرسب بكمية مناسبة من محلول مشبع من بيكربونات الأمونيوم مع التحريك المستمر باستخدام قضيب زجاجي حتى المزج التام، وتشكل الهلام، تُرك الهلام لمدة 24h ومن ثم وضع العينات في أوتوكلاف مؤلف من وعاء من التفلون داخل وعاء من الكروم مغلق الإحكام ومن ثم وضعهم في الفرن عند درجات حرارة $70, 100, 130^\circ C$ لمدة 7 ساعات، ثم غُسل الراسب بكمية مناسبة من الماء المقطر حتى التخلص التام من شوارد SO_4^{2-} وأعطيت العينات الرموز التالية: $HC_{0.5}Al_2O_3 / CdO (1:0.25)70$ و $HC_{0.5}Al_2O_3 / CdO (1:0.25)100$ و $HC_{0.5}Al_2O_3 / CdO (1:0.25)130$ ، ثم كُست العينات عند الدرجة $400^\circ C$ لمدة ساعتين.

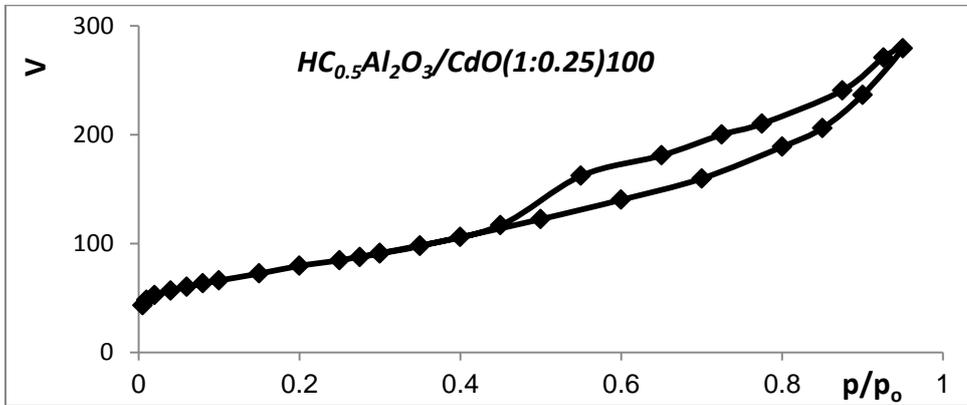
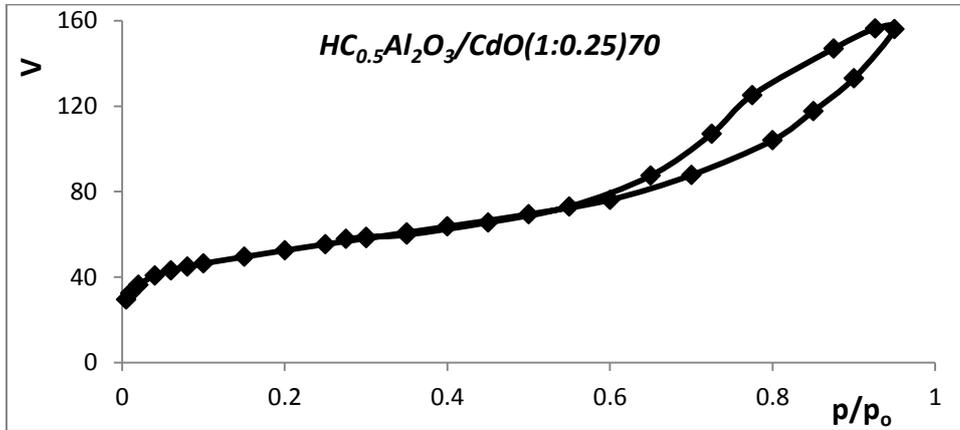
ب- طرائق الدراسة

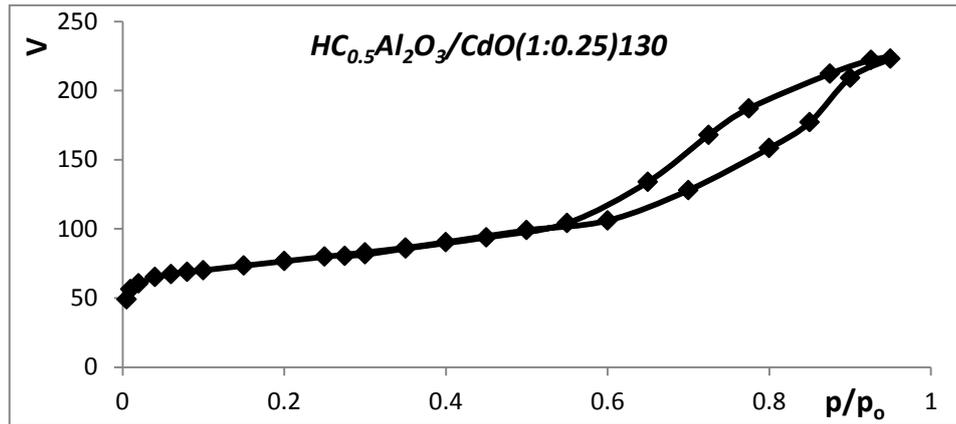
تم تعيين البنية النسيجية للعينات المحضرة (المساحة السطحية النوعية، نصف قطر المسام المتوسط، حجم المسام الدقيق... إلخ)، وذلك من خلال معالجة بيانات الامتزاز التي تم الحصول عليها بطريقة امتزاز غاز النتروجين عند الدرجة $77K$ وذلك باستخدام جهاز آلي مبرمج من نوع Gemini 2375 بعد تفريغ العينات في مفرغة ملحقة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

النتائج والمناقشة

تمت دراسة البنية النسيجية لجميع العينات المحضرة من تحليل البيانات الامتزازية الناتجة عن امتزاز غاز النتروجين عند الدرجة 77K، باستخدام جهاز Gemini.

يبين الشكل (1) منحنيات الامتزاز للعينات المدروسة ويظهر من الشكل أن جميع المنحنيات تنتمي إلى النوع IV حسب تصنيف سينغ ورفاقه [28]، وتظهر الأنشطة التخلفية على جميع منحنيات الامتزاز التي تنغلق عند قيمة الضغط النسبي ≈ 0.45 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).





الشكل (1) يبين منحنيات الامتزاز للعينات المدروسة

يبين الشكل (2) رسومات BET الخطية، حيث تبيّن رسومات BET خطية واضحة في مجال الضغط النسبي (0.05-0.2)، عُينت المساحة السطحية النوعية بتطبيق علاقة BET الخطية التالية [29].

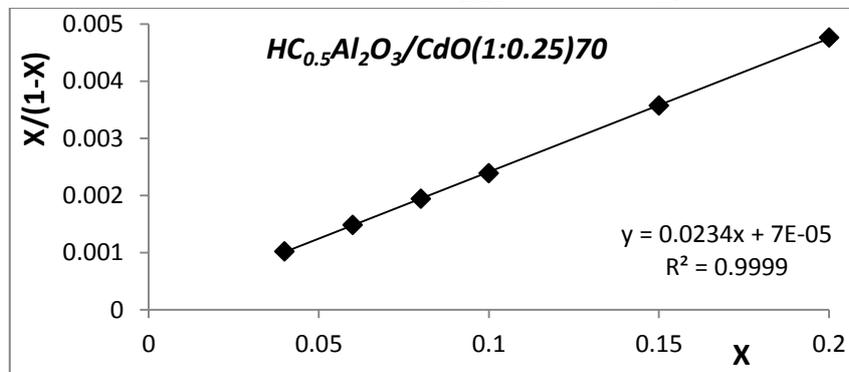
$$\frac{X}{V(1-X)} = \frac{1}{C.V_m} + \frac{C-1}{C.V_m} X \quad (1)$$

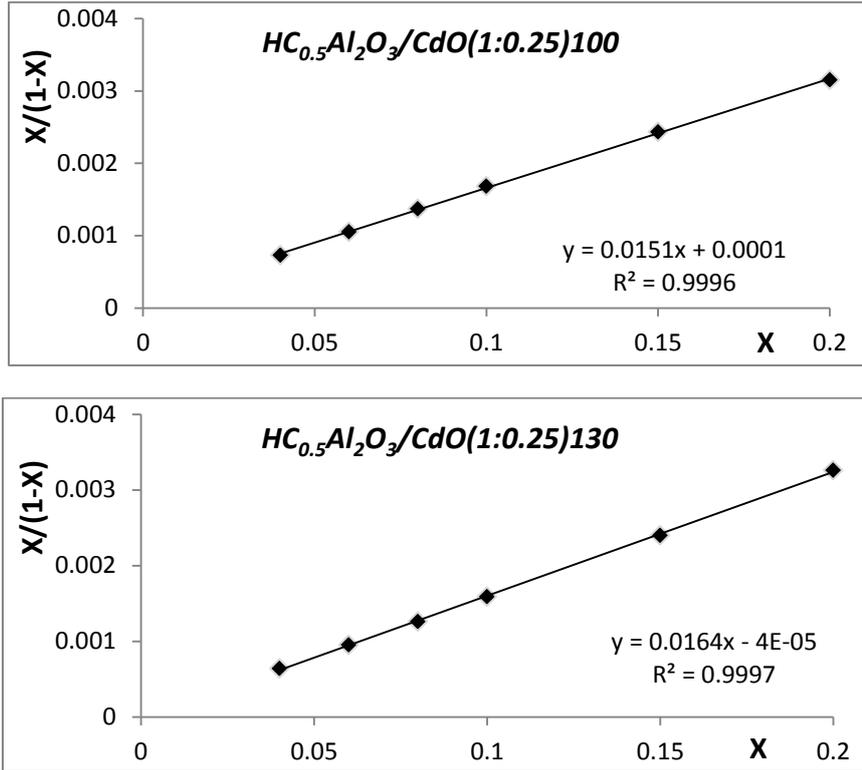
حيث $X = P/P_o$ قيمة الضغط النسبي، $-V$ حجم الغاز الممتز في الشروط النظامية، $-V_m$ سعة الطبقة الأحادية، $-C_{BET}$ ثابت،، وتم حساب C_{BET} و V_m من الميل والتقاطع.

$$V_m = 1/(m+i) \quad , \quad C_{BET} = (m/i) + 1 \quad (2)$$

تم حساب المساحة السطحية النوعية، وذلك من خلال قيمتي الميل والتقاطع من العلاقة :

$$S_{BET} = 4.37 \times V_m \quad (3)$$





الشكل (2) يبين رسومات BET الخطية

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 0.808 g/cm^3 وذلك بعد ضربه بالثابت $15.47 \cdot 10^{-4}$ وبعد ذلك حسبنا نصف قطر المسام الوسطي \bar{r} باستخدام العلاقة:

$$\bar{r} = \left(\frac{2V_p}{S_{BET}} \right) \times 10^3 \text{ nm} \quad (4)$$

يبين الجدول (1) أن المساحة السطحية النوعية ترتفع من القيمة $180 \text{ m}^2/g$ في العينة المحضرة عند درجة حرارة الترسيب 70°C إلى القيمة $284 \text{ m}^2/g$ في العينة المحضرة عند درجة حرارة الترسيب 100°C ثم تعود للانخفاض عند زيادة درجة الحرارة إلى 130°C إلى القيمة $264 \text{ m}^2/g$.

الجدول (1) قيم S_{BET} المعينة من تحليل بيانات امتزاز النتروجين بوجود العامل الموجه

العينات المحضرة بالطريقة الهيدروحرارية بوجود العامل الموجه	درجة حرارة المعالجة الهيدروحرارية $^\circ\text{C}$	S_{BET} m^2 / g
$H C_{0.5}Al_2O_3 / CdO (1 : 0.25)70$	70	187
$H C_{0.5}Al_2O_3 / CdO (1 : 0.25)100$	100	288
$H C_{0.5}Al_2O_3 / CdO (1 : 0.25)130$	130	266

بمقارنة النتائج مع دراسة سابقة ولكن بدون عامل موجه [30]، حيث يتبين أن قيم المساحة السطحية النوعية للعينات المحضرة مع عامل موجه تزداد زيادة واضحة.

الجدول (2) قيم S_{BET} المعينة من تحليل بيانات امتزاز النتروجين بدون العامل الموجه

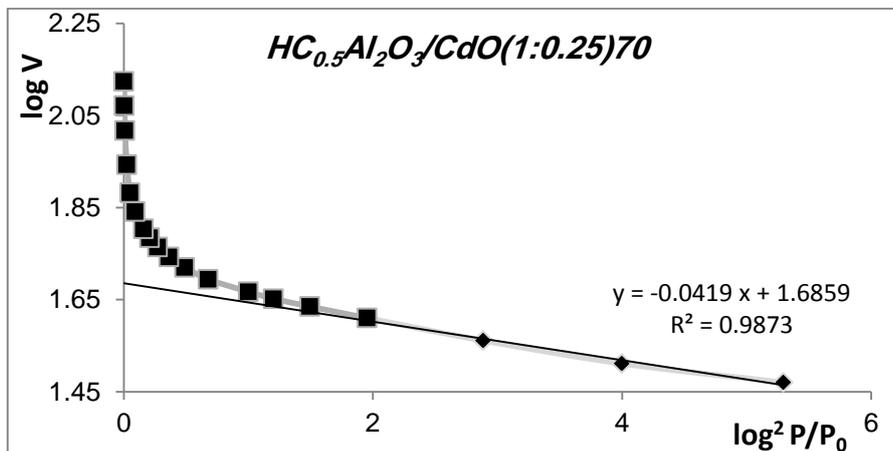
العينات المحضرة بالطريقة الهيدروحرارية بدون العامل الموجه	درجة حرارة المعالجة الهيدروحرارية °C	S_{BET} m^2 / g
$H Al_2O_3 / CdO (1 : 0.25)70$	70	90.29
$H Al_2O_3 / CdO (1 : 0.25)100$	100	205.36
$H Al_2O_3 / CdO (1 : 0.25)130$	130	178.73

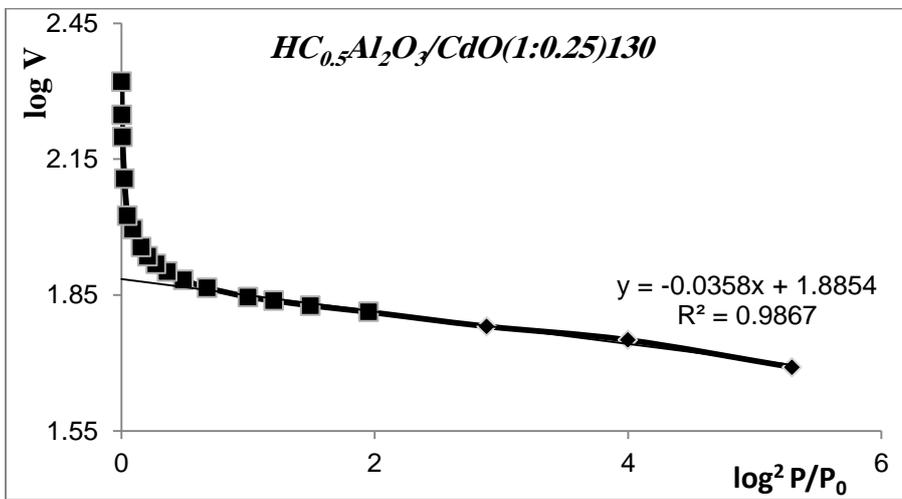
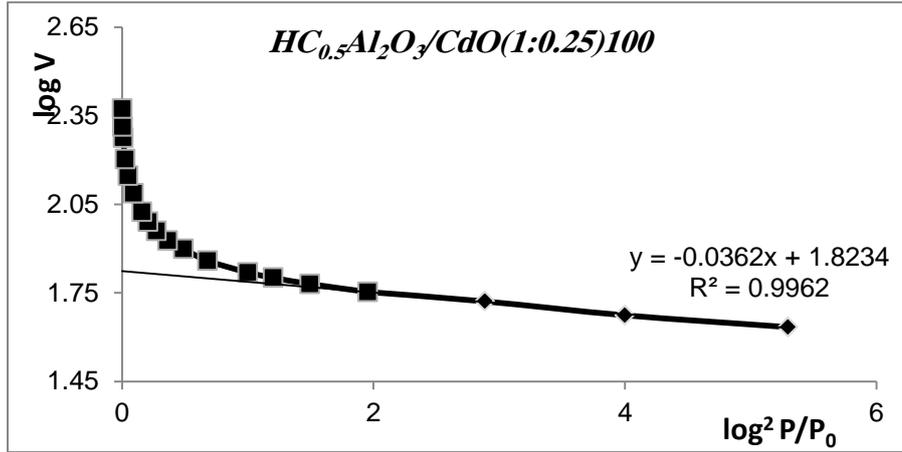
حددنا حجم المسام الدقيق باستخدام طريقة دوبينين-رادوشكيفتش DR [31] ، وذلك بتطبيق العلاقة التالية:

$$\log V = \log V_0 - D \left(\log \frac{P}{P_0} \right)^2 \quad (5)$$

حيث تمثل V_0 - 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. حُسبت قيمة كل من D , V_0 باستخدام العلاقة (5) للجزء الخطي من المنحنيات في الشكل (3)، وذلك من التقاطع والميل ثم حسبنا نسبة المسام الدقيقة في جميع العينات وكذلك قيمة الطاقة المميزة للامتزاز E_0 بالعلاقة:

$$E_0 = 2.8574/(D)^{1/2} \quad (6)$$





الشكل (3) يبين علاقة دوبينين رادكوشيفتش (DR)

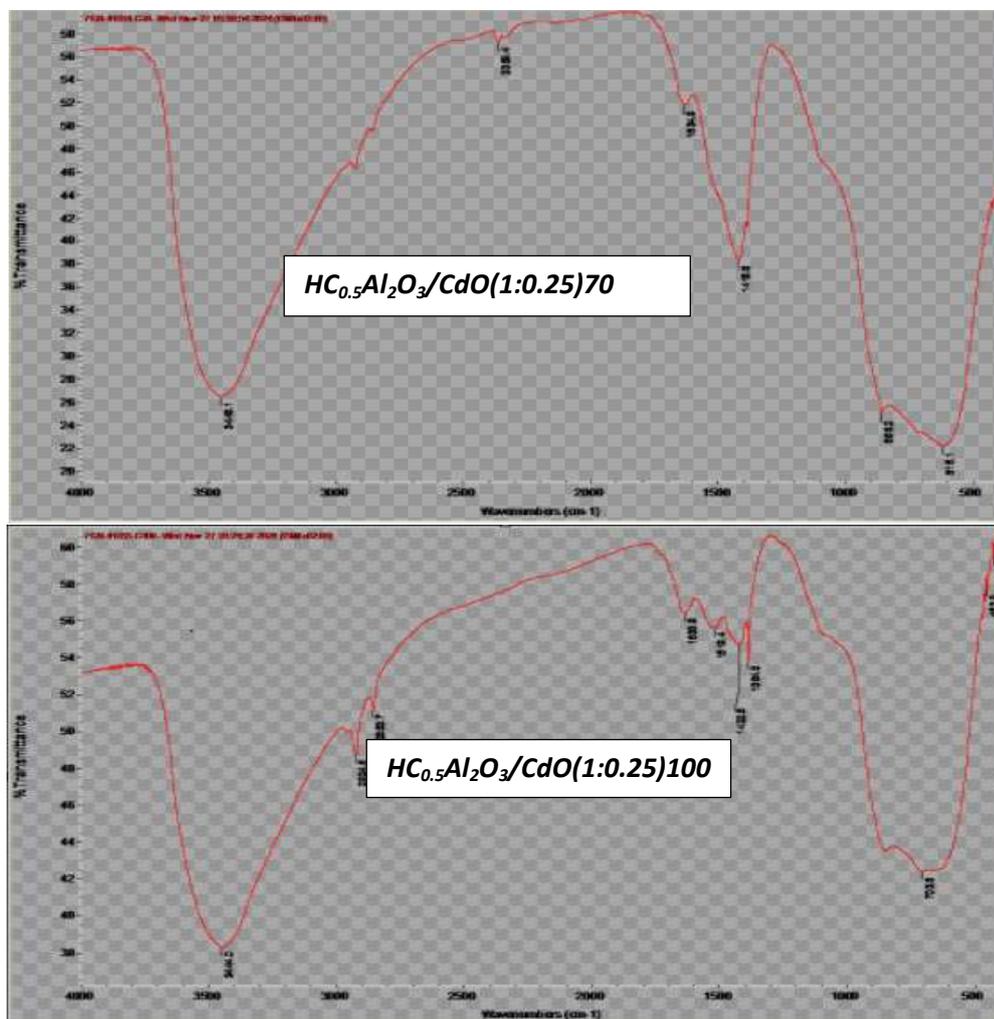
الجدول (3) يبين عوامل البنية النسيجية للعينات المحضرة بوجود العامل الموجه وبدونه

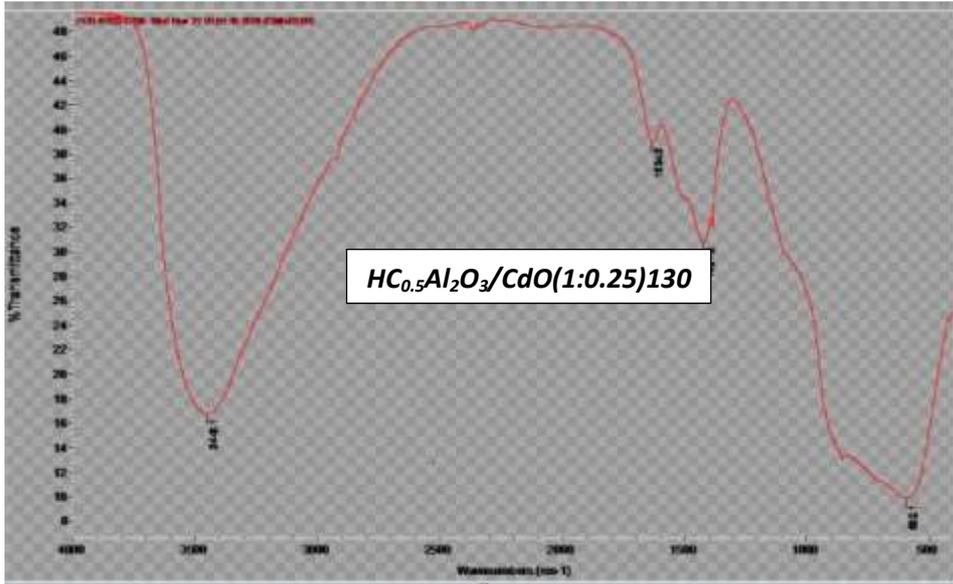
العينة	S_{BET}	V_p ml/g	V_o ml/g	V_m ml/g	V_{meso} ml/g	v_o/v_p $\times 100$	\bar{r} (nm)	E_o kJ/mol	D	C_{BET}
$HC_{0.5}Al_2O_3 / CdO(1:0.25)70$	188	0.25	0.08	0.067	0.17	32	2.69	13.9	0.042	335
$HC_{0.5}Al_2O_3 / CdO(1:0.25)100$	288	0.44	0.11	0.104	0.33	24	3.06	15.0	0.036	152
$HC_{0.5}Al_2O_3 / CdO(1:0.25)130$	266	0.35	0.12	0.096	0.23	34	2.63	15.1	0.036	411
$HAl_2O_3 / CdO(1:0.25)70$	90	0.10	0.05	0.033	0.05	48	2.10	08.3	0.119	242
$HAl_2O_3 / CdO(1:0.25)100$	205	0.29	0.09	0.074	0.20	31	2.80	12.6	0.052	266
$HAl_2O_3 / CdO(1:0.25)130$	179	0.19	0.09	0.064	0.10	47	2.13	09.2	0.096	489

يبين الجدول (3) عوامل البنية النسيجية للعينات المدروسة، ويُلاحظ أن قيمة المساحة السطحية النوعية S_{BET} تكون أفضل ما يمكن للعينات المحضرة هيدروحرارياً عند درجة حرارة $100^\circ C$ ويلاحظ ارتفاع ملحوظ بقيمة المساحة

السطحية النوعية على جميع العينات عند إضافة العامل الموجه ويُعزى ذلك إلى الزيادة في حجم المسام الدقيق والمسامات المتوسطة (ميزو)، وهذه الزيادة في المساحة السطحية تتوافق مع تغيرات كل من V_p , V_o , V_m , V_{meso} وحتى نصف القطر الوسطي للمسام، كما واضح في الجدول (3) أن قيم C_{BET} تدل على الألفة الضعيفة بين الماز و الممتز بينما تدل قيم E_o المنخفضة على أن الامتزاز من النوع الفيزيائي.

من طيف الأشعة تحت الحمراء (FTIR)، يتبين أن الارتباطات الداخلية M-O (حيث M معدن)، حيث تعبر هذه الاهتزازات عن وجود وحدة البناء الأساسية للبنية الميزو مسامية وهي اهتزازات غير التناظرية O-M-O في المجال $900-1250\text{ cm}^{-1}$ والاهتزازات التناظرية O-M-O في المجال $450-650\text{ cm}^{-1}$ ، أما الارتباطات الخارجية المميزة للبنية تظهر في المجال $580-610\text{ cm}^{-1}$ واهتزازات ناتجة عن الارتباط في فتحات المسام تظهر في المجال $750-820\text{ cm}^{-1}$.





الشكل (4) منحنيات FTIR

يبين الشكل (4) منحنيات FTIR وجود قمة في المجال $450-480 \text{ cm}^{-1}$ والتي تعبر عن اهتزازات رباعيات الوجوه MO_4 وقمة أخرى عريضة على شكل كتف توجد في المجال $870-600 \text{ cm}^{-1}$ والتي تعزى لوجود الاهتزازات التناظرية $M-O-M$. يدل وجود هذه القمم على مساهمة الزوايا المتشكلة بين الحلقات ووجود الجسور الأوكسجينية التي تربط بين M و O وهذا ما يميز البنية الميزوسامية المنتظمة [32] بالإضافة إلى القمة التي تظهر في المجال $1390-1250 \text{ cm}^{-1}$ فنعتبر عن الاهتزازات اللاتناظرية للارتباطات $M-O-M$ [33] يمكن أن تحصل بعض الانزياحات البسيطة في مواقع القمم ويعزى ذلك لدور الرابطة $M-O$ الموجودة في جدران المسام، والقمة العريضة عند 3418 cm^{-1} هي لاهتزازات الرابطة OH - للمجموعات الوظيفية السطحية OH للأكسيد المشترك ومن نتائج الدراسة من طيف FTIR تؤكد على وجود البنية الميزو مسامية في عينات الأكسيد المشترك AL_2O_3/CdO المحضرة بوجود العامل الموجه.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- تأثير العامل الموجه (STAP) كان إيجابياً على قيمة S_{BET} حيث زادت قيمة المساحة السطحية النوعية تقريباً حوالي $S_{BET} = 70 - 80 \text{ m}^2 / \text{g}$.
- ازدياد المسامية المتوسطة (ميزو) بوجود العامل الموجه.
- تدل قيم E_0 المنخفضة على أن الامتزاز من النوع الفيزيائي.
- تغيرات V_0 والنسبة المئوية المسامية الدقيقة مشابهة لتغير S_{BET} .

التوصيات

- دراسة تأثير كمية العامل الموجه على خواص البنية النسيجية.
- متابعة الدراسة لتعيين الخواص حمض - أساس للعينات المحضرة.
- اختبار الفعالية الحفزية لبعض من هذه العينات.

References

- [1]. Laidler KJ. "Reaction on surfaces and in the solid state, in Chemical Kinetics. 2nd ed. New Delhi: Tata McGraw-Hill; 1980. p. 256-320
- [2]. EL-SHARKAWY S. PhD Thesis. Faculty of Science, Mansoura. University, Egypt; 1994.
- [3]. Anderson, JR, Boudart, M. Catalysis: Science and technology. Berlin, Heidelberg & New York: Springer-Verlag; 1981. Vol. 1&2.
- [4]. Koodali RT, Kalbunde KJ. Catalysis by Metal Oxides. in: Richards R, editor. *Surface and Nanomolecular Catalysis*. London & New York: Taylor & Francis; 2006. P. 39-61.
- [5]. Zhang, X, Liu, J; Jing Y, Xie Y. Support effects on the catalytic behavior of NiO/Al₂O₃ for oxidative dehydrogenation of Ethane to ethylene. *Appl Catal A*. 2003; 240: 143-150.
- [6]. Gates, BC. *Catalytic Chemistry*. New York & London: John Wiley & Sons; 1992. 458 p.
- [7]. Alaya, MN; Youssef, AM, Roumie A, Grge R. Physico-chemical properties of CdO-Al₂O₃ catalysts. I-structural characteristics. *Arabian Journal of Chemistry*. 2010; 7: 722-731.
- [8]. Girgis, BS, Youssef AM, Alaya MN. Studies on the mixed oxide catalyst MgO-SiO₂. *Surface Technology*. 1980; 9: 271-277.
- [9]. Alaya MN, Karman M, Sahen H. Study of some surface and Catalytic properties of the mixed oxide Al₂O₃-V₂O₅. R, J, *Aleppo University*. 2001; 35: 311-324.
- [10]. Ghozza, AM, EL-Shobaky HG. Effect of Li₂O-doping of CdO/Fe₂O₃ system on the formation of Nano crystalline CdFe₂O₄. *Material Sci Eng B*, 2006, 127, 233-238.
- [11]. Kirumakki, SR, Shpeizer BG, Sgsr GV, Chary KVR, Clearfield A. Hydrogenation of naphthalene over NiO/SiO₂-Al₂O₃
- [12]. Twhgg MV, Richardson JT. Effect of alumina incorporation in Co precipitated NiO/Al₂O₃ catalysts. *Appl. Catalysis A*, 2000, 19, 61-72.
- [13]. Alaya M, Roumie A, Grge R. Some Physico-chemical properties of the mixed oxide Al₂O₃/CdO. 3- The structure prepared by mechanical mixing. *Aleppo university research journal*, Basic sciences series, 2006, 51, 51-68.
- [14]. Roumie A, Kawass H, Alqadi S. Determination of ideal conditions to preparation of system Al₂O₃/CdO and study the texture properties. *Tishreen university research journal*, Basic sciences series, 2016, 38(1).
- [15]. Karunakaran C, Senthelvelsn S, Karuthapandian S. Photo oxidation of iodine ion on some semiconductor and non-semiconductor surfaces. *Catalysis Com.*, 2004, 5, 283-290.
- [16]. Karunakaran C, Dlanalekshmi R, Karuthapandian S. Inhibition of photo oxidation of iron II by some semiconductors. *J, Photochim & photobiology a*, 2005, 170, 233-238.
- [17]. Karunakaran C, Senthelvelan S. Photo catalysis with ZrO₂ oxidation of aniline. *J, Molecular Catalysis A*, 2005, 233, 1-8.
- [18]. Youssef AM, Fagal GA, El-nabarway TH. Surface and acidic properties of toward some model reactions. *Affinidad II*. 1992, Vol.440, 247- 251.
- [19]. El-nabarway TH, Attia AA, Alaya MN. Effect of thermal on the structural textural and catalytic properties of the ZnO-Al₂O₃ system. *Material Letters*, 1995, 24(5), 319-325.
- [20]. Tanabe, K. Solid solids and bases. *Catalysis Science and Technology*, Ed J.R. Anderson and M. Boudart, 2, 1981, Berlin and New York, Ch5, 232-273.
- [21]. Tueky AM. Electrical surface and catalytic properties of NiO as influenced by doping with CuO and Ag₂O. *Appl. Catalysis A*. 2003, 247(1), 83-93.

- [22]. Falcom H, Cabenio RE, Fierro JL. Correlation of oxidation states in $\text{LaFe}_x\text{Ni}_{1-x}\text{O}_{3-\delta}$ oxides with catalytic activity for H_2O_2 decomposition. *J. Catalysis*, 2001, 203(2),264-272.
- [23]. Salem AM, Mokhtar M, El-shobaky GA. Electrical properties of pure and Li_2O -doped NiO/MgO system. *Solid State Ionics*, 2004, 170 (1-2) 33-42.
- [24]. Girgis B, Youssef AM, Alaya MN. Studies on the mixed oxide catalyst MgO-SiO_2 . *Surface Technol.*,1980, 9, 271-277.
- [25]. Alaya MN, Karaman M, Sahen H. Study of some surface and Catalytic properties of the mixed oxide $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-V}_2\text{O}_5$. *R,J, Aleppo Univ.*, 2001, 35, 311-324.
- [26]. Ddewaele O, FromEent GF. TAP Study of mechanism and kinetics of the adsorption and composition of methane on $\text{Ni/Al}_2\text{O}_3$ and $\text{NiO/Al}_2\text{O}_3$. *J. Catalysis Vol.* 184, 1999, 499-513.
- [27]. Corma A, Lopez nieto JM, Parades,N. Preparation of V-MgO Catalysts nature of active species precursors. *Appl Catalysis A*, 1993, 104(2), 161-174.
- [28]. Gregg SSJ, Sing KSW. Adsorption, surface area and porosity, Academic press, London, New York, 1984.15p.
- [29]. Brunauer S, Emmet PH, Teller E. Adsorption of gases in multi molecular layers. *J.Am. Chem. Soc*, 1938, 60, 309-319.
- [30]. Roumie A, Kawass H, Alqadi S. Effect of different preparation methods (dry and wet at 100oC, hydrothermal at different temperatures) on the properties of the textile structure of the mixed oxide group $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{CdO}$. *Tishreen university research journal, Basic sciences series*, 2024, 46(5).
- [31]. Dubinin MM. progress in surface and membrane science, Ed. Cadenhead. D. A, Danielle. J.F and Rosen bur. G.M, Acad. Press, New York, 1975, p.1-70.
- [32]. Karage HG. characterization by spectroscopy. In Robson, verified synthesis of zeolite materials, New York, John wily and sons Inc.,2001,69-71.
- [33]. Gunda K, kenichi. K, Yoshiro. S. Tongs to phosphoric and acid supported on MCM-41 Mesoporous silicate, *Appl. Catal. A: General*,2006,310,155-163.