

Study the effect of annealing on some physical properties of ZnO and NiO nanostructures

Abubaker Ameen Hussein AL-dory^{1*}, Mutaz Salih Hasan AL-juboori²

^{1,2} Department of Physics, College of Education for Pure Sciences, University of Mosul, Mosul, Iraq

E-mail: ^{1*}am9386668@gmail.com, ²Mutazsalih2017@gmail.com

(Received February 23, 2021; Accepted April 25, 2021; Available online September 01, 2021)

DOI: [10.33899/edujs.2021.129592.1144](https://doi.org/10.33899/edujs.2021.129592.1144), © 2021, College of Education for Pure Science, University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract

The annealing process was carried out for the Nano composed oxides (zinc and nickel) at different temperatures (200 ° C, 500 ° C, 700 ° C) and for a specific time of one hour for each temperature change in order to get rid of the internal pressures and the change in their physical and chemical properties and study the structural properties. The optical and surface diffraction results of the nanocrystalline oxides after each temperature change, as the results of the X-ray diffraction of zinc oxide showed that it has a polycrystalline structure and of the hexagonal type and the X-ray diffraction of nickel oxide showed that it has a polycrystalline structure of the cubic type. After the annealing process using Bragg law and calculating the average Crystallite size by Debye Scherrer method, it was observed that there was an increase in the average crystal size after each temperature change and the results of FTIR showed the emergence of the chemical Zn-O band of zinc oxide, as most Studies indicate the emergence of a (Zn-O) band within the (cm⁻¹) spectral range (400-700) and the emergence of a (Ni-O) chemical bond of nickel oxide, where the peak intensity of this bond decreases due to the hot change. Get up in temperatures. The results of (FESEM) images showed that it is within the nanoscale and that the grain size increases after each temperature change process..

Keywords :- ZnO , NiO , Annealing , Nanoparticles , XRD

دراسة تأثير التلدين على بعض الخواص الفيزيائية لأكاسيد الزنك والنيكل ذات التركيب النانوي

ابوبكر امين حسين الدوري^{1*} ، معتز صالح حسن الجبوري²

^{1*} قسم الفيزياء ، كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة الموصل ، الموصل ، العراق

الملخص

تمت عملية التلدين للأكاسيد نانوية التركيب لكل من الخارصين والنيكل عند درجات حرارة مختلفة (200°C , 500°C , 700°C) ولوقت محدد مقداره ساعة لكل تغير في درجة حرارة وذلك للتخلص من الضغوط الداخلية و التغيير في خصائصها الفيزيائية والكيميائية ودراسة الخواص التركيبية والبصرية والسطحية للأكاسيد النانوية بعد كل تغير في درجات الحرارة ومقارنتها مع خواص هذه الأكاسيد عند درجة حرارة الغرفة إذ أظهرت نتائج حيود الأشعة السينية لأكسيد الخارصين الذي هو ذو ذات تركيب متعدد التبلور ومن النوع السداسي وأظهرت نتائج حيود الأشعة السينية لأكسيد النيكل انه ذو تركيب متعدد التبلور ومن النوع المكعب إذ تم حساب ثوابت الشبكة وحساب المسافات البينية قبل وبعد عملية التلدين باستخدام قانون براك وحساب معدل حجم البلوريات بطريقة ديبيي شيرر ، لوحظ ان هناك زيادة في معدل الحجم البلوري بعد كل تغير في درجة الحرارة وأظهرت نتائج مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FTIR) ظهور اصرة Zn-O الكيميائية لأكسيد الخارصين حيث ان اغلب الدراسات تشير الى ظهور اصرة Zn-O ضمن نطاق طيفي 400-700 cm^{-1} وظهور اصرة Ni-O الكيميائية لأكسيد النيكل حيث تقل شدة الذروة لهذه الاصرة بسبب التغير الحاصل في درجات الحرارة . أظهرت نتائج صور (FESEM) انها ضمن المدى النانوي وان الحجم الحبيبي يزداد بعد كل عملية تغير في درجات الحرارة .

الكلمات المفتاحية :- أكسيد الخارصين ، أكسيد النيكل ، التلدين ، الجسيمات النانوية ، حيود الأشعة السينية

المقدمة

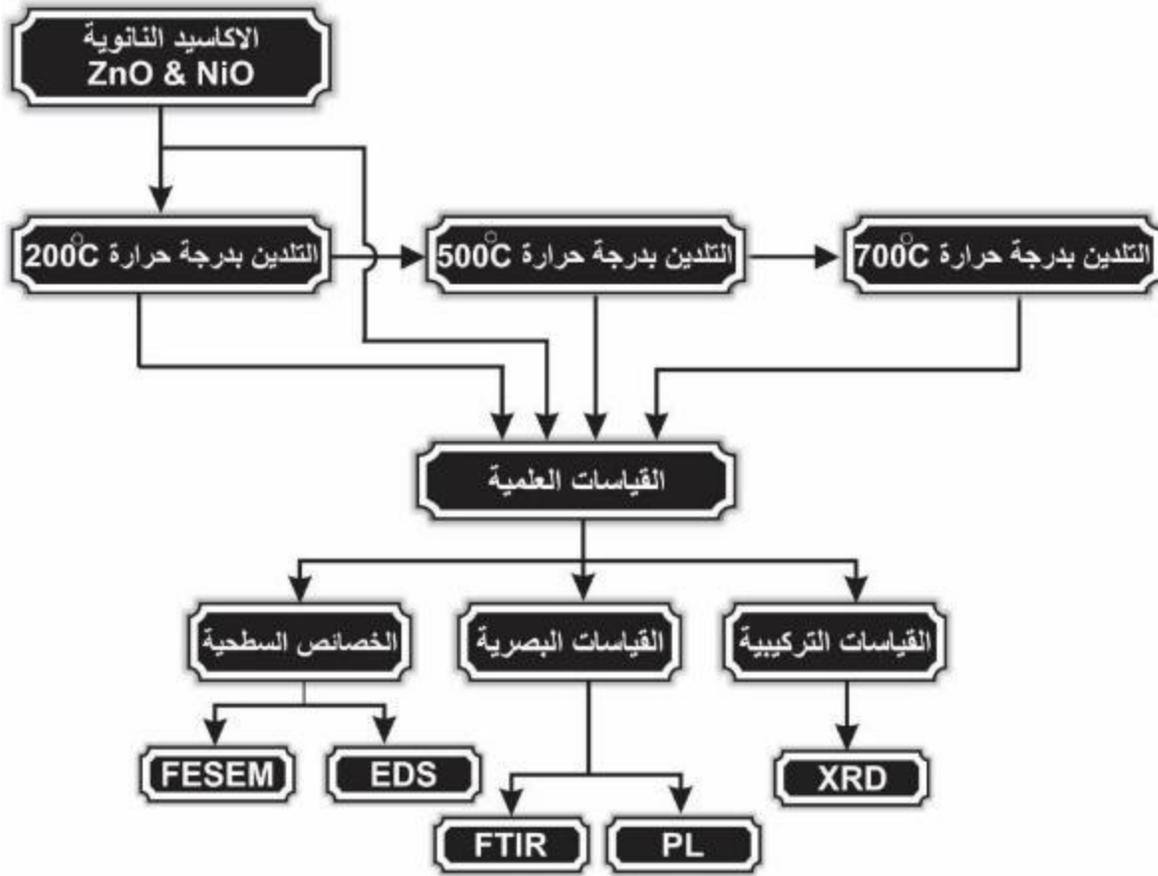
تعرف الأكاسيد الموصلية الشفافة بأنها مركبات مكونة من معدن متحد مع الأكسجين إذ تتجمع في هذه المواد خصلتان من أهم خصائص الأجهزة الالكترونية، وهي ارتفاع توصيليتها ونفاذيتها البصرية [1] . إذ يمتد طيف ذروة الامتصاص لهذه الأكاسيد ما بين (400-1000 nm) والتي عادة ما يتم تحضيرها بتقنيات الأغشية الرقيقة . تستخدم هذه الأكاسيد في الأجهزة الفوتوضوئية مثل الخلايا الشمسية ، وشاشات العرض ، والواجهات الكهربائية الضوئية والدوائر [2] . تعتمد اشباه الموصلات الاحادية (السليكون) والمركبة (الكاليوم ارسنايد) على الطول الموجي إذ تعتمد قابليتها على التوصيل الكهربائي على مقدار منسوب التطعيم فيها (أي وجود الشوائب) . الأكاسيد الموصلية الشفافة هي حالات بسيطة عالية المرونة مع هاتين الخصلتين [3]. يمكن إنتاجها كموصلات من النوع n و p ، فإنها تفتح مجموعة واسعة من الدوائر الكهربائية الضوئية والتطبيقات التكنولوجية الموفرة للطاقة. [4] . إن تعدد وتنوع خصائص الأكاسيد الموصلية الشفافة جعلتها مواد ذات أهمية كبيرة وأساسا للبحث في التطبيقات التكنولوجية . إذ توسعت البحوث بعدة مجالات منها مجال الخصائص الكهربائية والخصائص الضوئية وكذلك مجال الخصائص التركيبية .

الأكاسيد الموصلية الشفافة (TCO) موصلية إضافة إلى أنها تملك فجوة طاقة عالية يتراوح بين (3-4 eV) مما يمنعها من امتصاص فوتونات تملك طاقة أقل من فجوة الطاقة ، و يجعلها شفافة للضوء المرئي [5] .

تكون الأكاسيد المعدنية بصورة عامة شبه موصلية إذ تمتلك فجوة طاقة واسعة ويرمز لهذه الأكاسيد بـ MO حيث تمثل M الذرة المعدنية و O ذرة الأكسجين [6] .

الجانب العملي

تم في هذا البحث استخدام مساحيق لكل من أكسيد الخارصين وأكسيد النيكل اللذين تم الحصول عليهما من الاسواق المحلية. تمت عملية التلدين للأكاسيد النانوية واجراء الفحوصات عليها موضحة في الشكل (1) والذي يمثل مخطط لطريقة العمل.



تعد عملية التلدين معالجة حرارية تستخدم لتقليل الصلابة وزيادة الليونة و المساعدة في التخلص من الضغوط الداخلية للمواد الصلبة . و الغرض من المعالجة الحرارية هو اجراء تغيرات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية , اذ يمكن ان تؤثر المعالجات الحرارية على العديد من الخصائص.

تمت عملية التلدين في الهواء باستخدام فرن كهربائي اساسي من نوع (muffle furnace) ذات صناعة المانية كما مبين في الشكل (2) ، اذ يستخدم في نطاق واسع للمعالجة الحرارية (التلدين) ذات درجات حرارة تصل الى 1100°c .

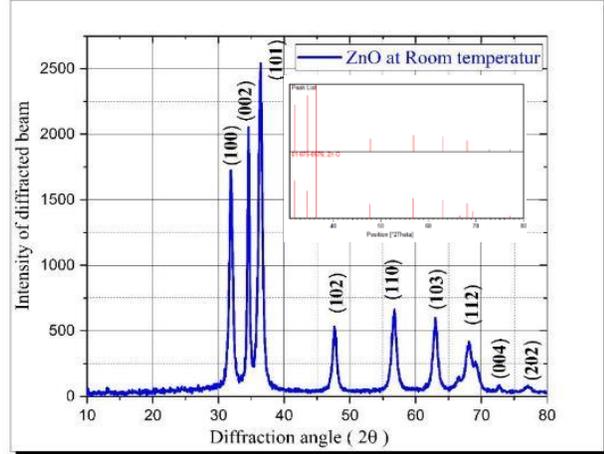
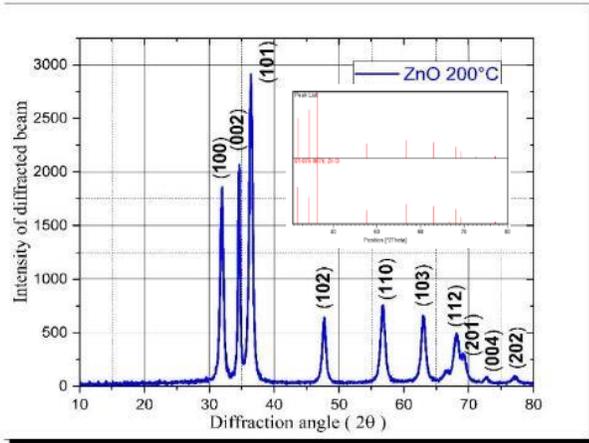


الشكل (2) الفرن الكهربائي المستخدم في عملية التلدين

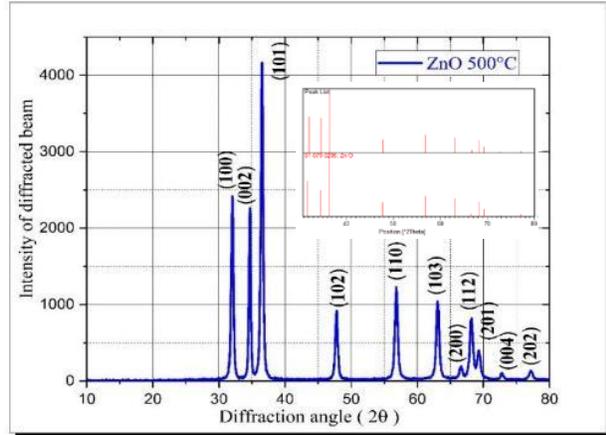
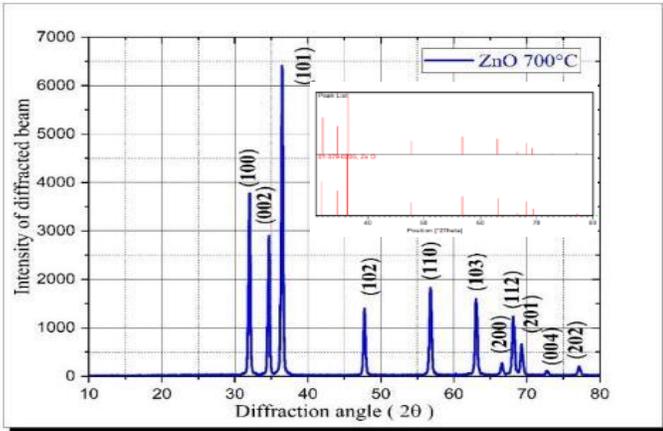
تم وضع العينة في الفرن الكهربائي عند درجة حرارة 200°C لفترة زمنية مقدارها ساعة واحدة وبعد اخراج العينة وتبريدها لدرجة حرارة الغرفة تم اخذ جزء منها لاجراء القياسات العلمية قيد الدراسة (التركيبية (XRD) ، والبصرية (FTIR) ، والسطحية (FS-SEM)) ومن تم ارجاع العينة المتبقية الى الفرن بعد رفع درجة حرارتها الى 500°C وبقاء العينة في الفرن عند هذه الدرجة لمدة ساعة أيضا وبعد اخراج العينة وتبريدها واخذ جزء منها لاجراء نفس القياسات العلمية قيد الدراسة وأيضا تم ارجاع المتبقي من العينة نفسها الى الفرن عندما تكون درجة حرارته 700°C ولمدة ساعة كذلك وبعد اخراج العينة وتبريدها الى درجة حرارة الغرفة تم اجراء نفس القياسات العلمية عليها . وبنفس خطوات العمل تمت عملية التلدين لأكسيد النيكل (NiO) واجراء نفس القياسات العلمية التي اخذت لأكسيد الخارصين عند درجات حرارة تلدين 200°C و 500°C و 700°C .

النتائج والمناقشة

اظهرت نتائج الفحوصات بتقنية حيود الاشعة السينية (XRD) لأكسيد الخارصين (ZnO) قبل وبعد عملية المعالجة الحرارية (التلدين) وعند درجات حرارة مختلفة (200°C , 500°C , 700°C) انها ذات تركيب متعدد التبلور (Polycrystalline) ومن النوع السداسي ، ومن معرفة موقع القمم (Peaks) اذ تم مقارنة قيم جميع العينات بالبطاقات العالمية (ICDD) كما في الاشكل (3) و (4) و (5) و (6)

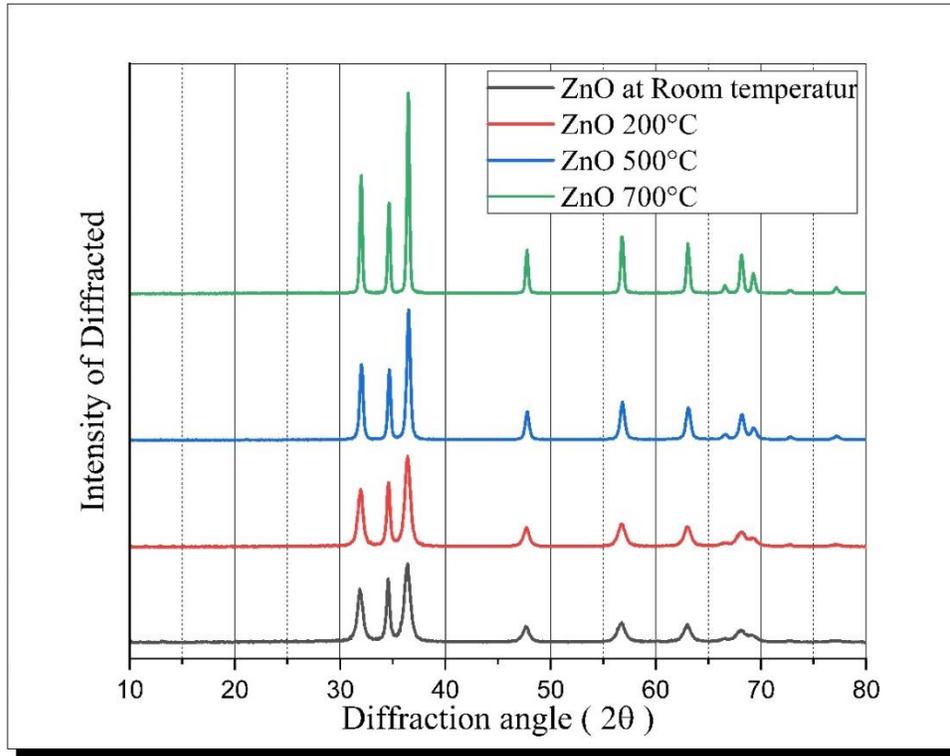


الشكل (3) أنماط حيود الاشعة السينية لأكسيد الزنك بدرجة حرارة الغرفة الشكل (4) أنماط حيود الاشعة السينية لأكسيد الزنك بدرجة حرارة 200°C



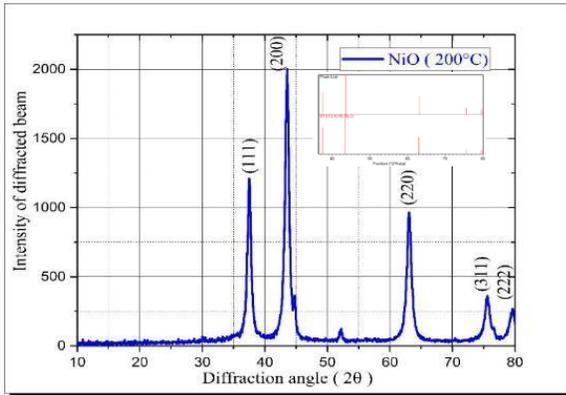
الشكل (5) أنماط حيود الاشعة السينية لأكسيد الزنك بدرجة حرارة 500°C الشكل (6) أنماط حيود الاشعة السينية لأكسيد الزنك بدرجة حرارة 700°C

تم دمج أنماط حيود الاشعة السينية لدرجات الحرارة المختلفة لأكسيد الزنك وذلك للمقارنة في ما بينها اذ وجد ان هنالك زيادة بالشدة مع نقصان في عرض ذروة الحيود مع زيادة درجة حرارة التلدين كما هو موضح في الشكل (7)

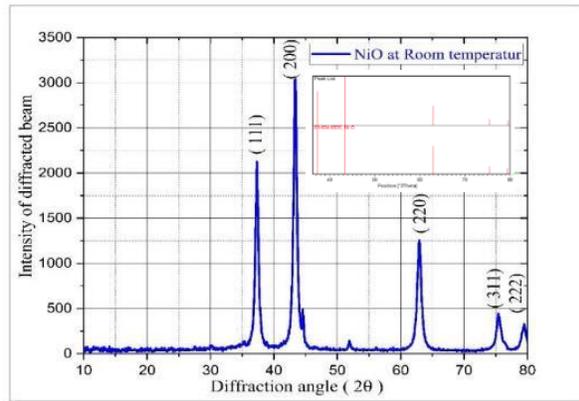


الشكل (7) أنماط حيود الاشعة السينية لأكسيد الزنك لدرجات الحرارة المختلفة

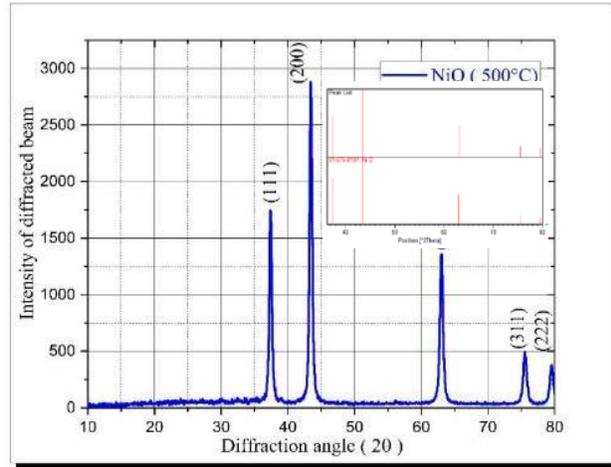
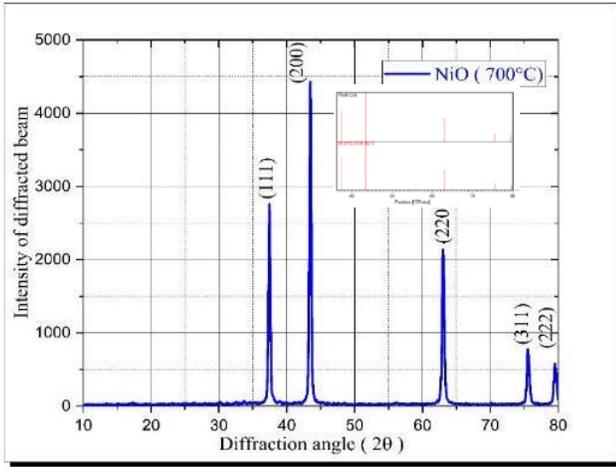
اظهرت نتائج الفحوصات بتقنية حيود الاشعة السينية (XRD) لأكسيد النيكل (NiO) قبل وبعد عملية المعالجة الحرارية (التلدين) وعند درجات حرارة مختلفة (200°C , 500°C , 700°C) انها ذات تركيب متعدد التبلور (Polycrystalline) ومن النوع المكعب وهذا يتفق مع الدراسات [7,8]، من معرفة موقع هذه القيم (Peaks) تم مقارنة جميع العينات بالبطاقات العالمية (ICDD) كما في الاشكال (8) و (9) و (10) و (11)



الشكل (9) أنماط حيود الاشعة السينية لأكسيد النيكل بدرجة حرارة 200°C

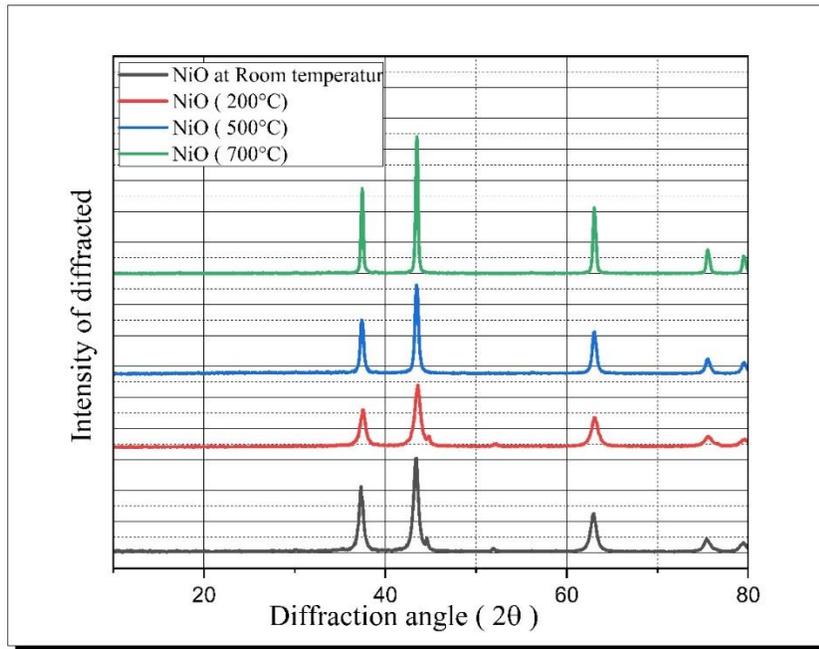


الشكل (8) أنماط حيود الاشعة السينية لأكسيد النيكل بدرجة حرارة الغرفة



الشكل (10) أنماط حيود الاشعة السينية لأكسيد النيكل بدرجة حرارة 500°C الشكل (11) أنماط حيود الاشعة السينية لأكسيد النيكل بدرجة حرارة 700°C

تم دمج أنماط حيود الاشعة السينية لدرجات الحرارة المختلفة لأكسيد النيكل وذلك للمقارنة في ما بينها اذ ان هنالك زيادة بالشدة مع نقصان عرض ذروة الحيود مع الزيادة في درجة حرارة التلدين ايضا وكما موضح في الشكل (12)



الشكل (12) أنماط حيود الاشعة السينية لأكسيد النيكل عند درجات الحرارة المختلفة مقارنة مع درجة حرارة الغرفة تم حساب المسافة بين المستويات البلورية لجميع العينات قبل وبعد التلدين وذلك باستخدام قانون براك من العلاقة (1) . [9,10,11] وقورنت مع البطاقات العالمية (ICDD) اذ كانت النتائج مطابقة لها. يعطى قانون براك بالصيغة الاتية

$$n\lambda = 2d_{hkl} \sin \theta \quad \text{----- (1)}$$

حيث ان :

n : عدد صحيح يمثل رتبة الانعكاس

λ : الطول الموجي للأشعة الساقطة وقيمه 1.5406

θ : زاوية سقوط الأشعة السينية او زاوية براك

d_{hkl} : المسافة بين مستويين بلوريين متجاورين

تم حساب ثوابت الشبكة من العلاقة (2) او (3) حسب نوع النظام البلوري للعينة وكانت مطابقة للبطاقات العالمية (ICDD)

$$\frac{1}{d^2} = \frac{4}{3} \left(\frac{h^2+hk+k^2}{a^2} \right) + \frac{l^2}{c^2} \quad \text{----- (2) للنظام السداسي}$$

$$\frac{1}{d^2} = \frac{h^2+k^2}{a^2} + \frac{l^2}{c^2} \quad \text{----- (3) للنظام الرباعي}$$

اذ تمثل h k l معاملات ميلر

كما تم حساب معدل حجم البلوريات بطريقة ديبي شيرر لجميع العينات قيد الدراسة باستخدام المعادلة الآتية [12] :

$$D_{av} = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta} \quad \text{----- (4)}$$

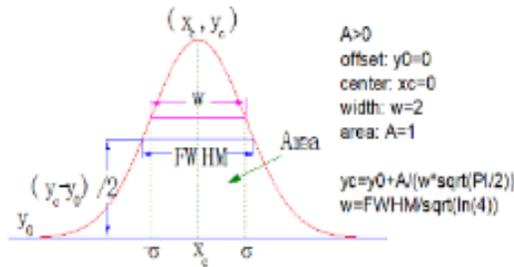
اذ ان

K : ثابت شيرر وقيمه = 0.9

λ : الطول الموجي للأشعة السينية الساقطة على العينة و θ : زاوية حدودبارك

β : يمثل هو نصف عرض ذروة الانحراف (half width of diffraction peak) وتقاس بوحدات النصف قطرية .

يوضح الشكل (13) كيفية تحديد عرض منتصف القمة.



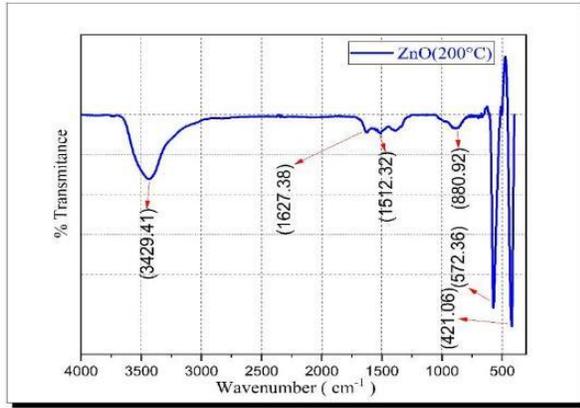
الشكل (13) يوضح تحديد عرض منتصف القمة

اذ تم ادراج جميع المعلمات التركيبية التي تم حسابها ولدرجات حرارة مختلفة في جدول (1) بالنسبة لأكسيد الخارصين و جدول (2) بالنسبة لأكسيد النيكل.

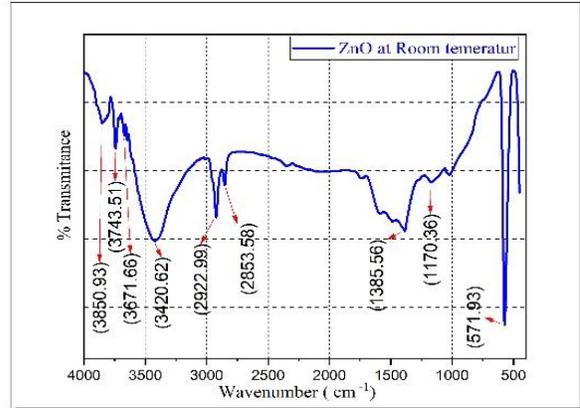
الجدول (1) المعلمات التركيبية لاوكسيد الخارصين						
Simple	2θ (deg)	d (Å)	h k l	FWHM	D (nm)	a(Å)
ZnO at Room temperature	31.89	2.80	(100)	0.39	22.12	3.2373
	34.58	2.59	(002)	0.30	28.96	c(Å)
	36.39	2.47	(101)	0.54	16.17	5.1837
	47.81	1.90	(102)	0.34	26.69	D _{av}
	56.81	1.62	(110)	0.59	15.98	18.11
	63.01	1.47	(103)	0.69	14.10	
	68.13	1.38	112	0.79	12.68	
	72.70	1.30	004	0.59	17.46	
77.11	1.24	202	1.20	8.84		
ZnO (200°C)	32.01	2.79	100	0.44	19.61	a(Å)
	34.60	2.59	002	0.34	25.55	3.2286
	36.34	2.47	101	0.54	16.17	c(Å)
	47.69	1.91	102	0.34	26.67	5.1814
	56.69	1.62	110	0.34	27.72	D _{av}
	63.01	1.47	103	0.59	16.49	19.48
	68.13	1.38	112	0.79	12.68	
	69.32	1.35	201	0.39	25.86	
	72.69	1.30	004	0.79	13.04	
77.13	1.24	202	0.96	11.05		
ZnO (500°C)	32.06	2.79	100	0.39	22.13	a(Å)
	34.70	2.58	002	0.30	28.97	3.2215
	36.51	2.46	101	0.34	25.69	c(Å)
	47.78	1.90	102	0.30	30.24	5.1662
	56.81	1.62	110	0.44	21.43	D _{av}
	63.12	1.47	103	0.39	24.96	25.04
	66.62	1.40	200	0.39	25.45	
	68.15	1.37	112	0.44	22.76	
	69.27	1.36	201	0.34	29.65	
	72.77	1.30	004	0.39	26.42	
77.21	1.23	202	0.60	17.69		
ZnO (700°C)	32.01	2.79	100	0.25	34.52	a(Å)
	34.67	2.59	002	0.25	34.76	3.2260
	36.49	2.46	101	0.30	29.11	c(Å)
	47.75	1.90	102	0.25	36.28	5.1706
	56.78	1.62	110	0.30	31.43	D _{av}
	63.05	1.47	103	0.34	28.62	32.14
	66.55	1.40	200	0.25	39.69	
	68.12	1.38	112	0.39	25.67	
	69.26	1.36	201	0.34	29.65	
	72.78	1.30	004	0.30	34.35	
77.09	1.24	202	0.36	29.46		

الجدول (2) المعلمات التركيبية لأكسيد النيكل						
Simple	2θ	d (Å)	h k l	FWHM	D (nm)	a(Å)
NiO at Room temperature	37.31	2.41	111	0.39	22.45	4.1656
	43.41	2.08	200	0.44	20.29	c(Å)
	62.92	1.48	220	0.39	24.93	4.1656
	75.38	1.26	311	0.44	23.83	D _{av}
	79.47	1.21	222	0.54	19.98	22.30
NiO (200°C)	37.31	2.41	111	0.39	22.45	a(Å)
	43.41	2.08	200	0.44	20.29	4.1516
	62.92	1.48	220	0.39	24.93	c(Å)
	75.38	1.26	311	0.44	23.83	4.1516
	79.47	1.21	222	0.54	19.98	D _{av}
						29.16
NiO (500°C)	37.38	2.40	111	0.39	22.45	a(Å)
	43.43	2.08	200	0.44	20.29	4.1642
	63.01	1.47	220	0.39	24.95	c(Å)
	75.49	1.26	311	0.34	30.86	4.1642
	79.56	1.20	222	0.42	20.70	D _{av}
						23.85
NiO (700°C)	37.45	2.40	111	0.25	35.03	a(Å)
	43.47	2.08	200	0.30	29.76	4.1599
	63.02	1.47	220	0.34	28.62	c(Å)
	75.50	1.26	311	0.34	30.86	4.1599
	79.48	1.20	222	0.30	35.96	D _{av}
						32.05

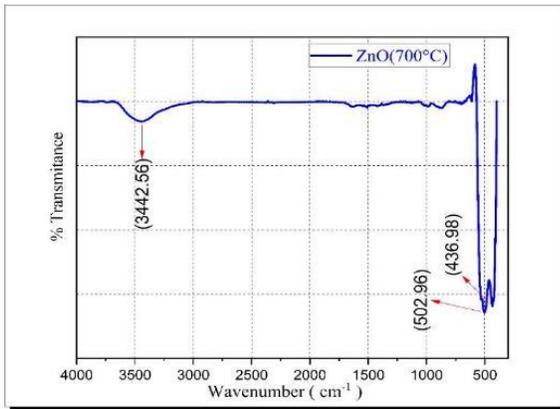
و اجريت قياسات مطيافية الاشعة تحويالات فورير تحت الحمراء (FTIR) لفحص الامتصاص السطحي لأكسيد الزنك النانوي (ZnO) ضمن نطاق طيفي $4000-400 \text{ cm}^{-1}$ ولقد بينت حزم امتصاص اوكسيد الزنك اصرة (Zn-O band) وان اغلب الدراسات بينت ان اصرة Zn-O تقع ضمن نطاق طيف او اهتزاز يتراوح ما بين $400-600 \text{ cm}^{-1}$ حيث تقل شدة الذروة لهذه الاصرة بسبب التغير الحاصل في درجات الحرارة [13] . اذ لوحظ وجود ذروة واسعة ضمن طيف $3429-3450 \text{ cm}^{-1}$ و $1500-1630 \text{ cm}^{-1}$ وهذا يشير الى وجود بقايا الهيدروكسيل (O-H band) بسبب الرطوبة الجوية . [14][15]. تبين الاشكال (14) و (15) و (16) و (17) .



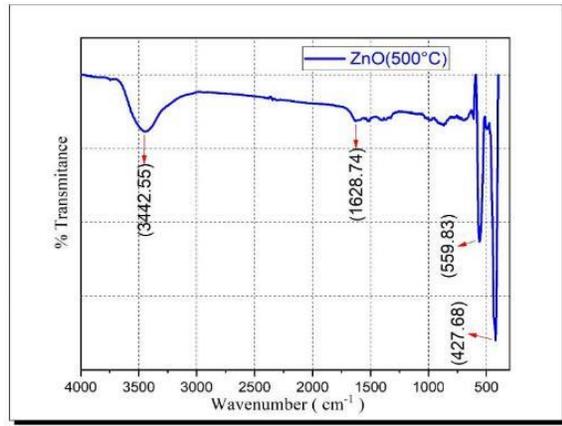
الشكل (15) طيف اوكسيد الخارصين عند درجة حرارة 200°C



الشكل (14) طيف اوكسيد الخارصين عند درجة حرارة الغرفة

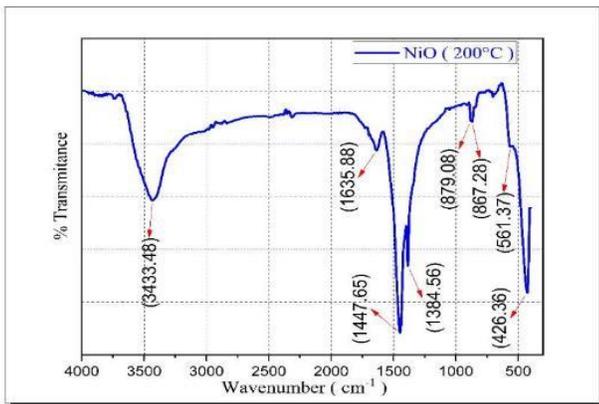


الشكل (17) طيف اوكسيد الخارصين عند درجة حرارة 700°C

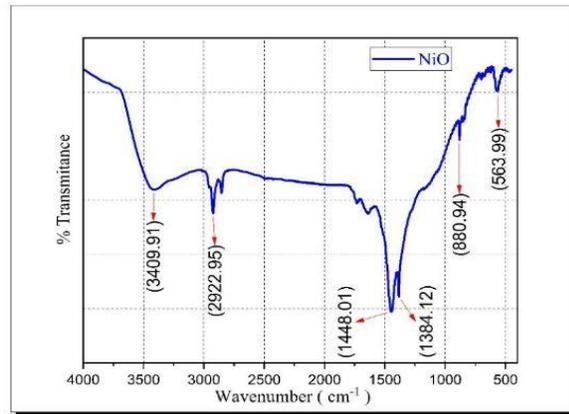


الشكل (16) طيف اوكسيد الخارصين عند درجة حرارة 500°C

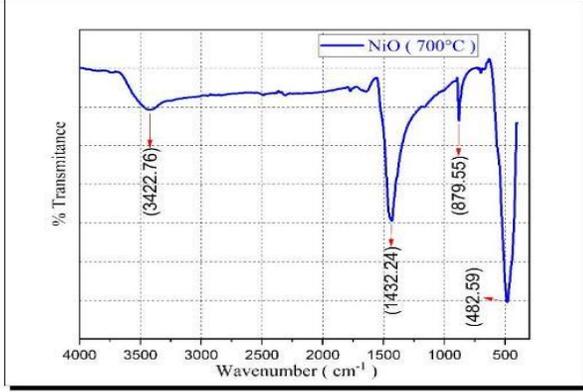
تم اجراء قياسات مطيافية الاشعة تحت الحمراء (FTIR) لفحص الامتصاص السطحي لأكسيد النيكل النانوي NiO ضمن نطاق طيفي $4000-400\text{ cm}^{-1}$ وان اوكسيد النيكل تغطي ضمن نطاقات اقل من 1000 cm^{-1} ، حيث ظهرت اصرة Ni-O ما بين $400-700\text{ cm}^{-1}$ وهذا يتفق مع [16,17,18] تبين الاشكال (18) و (19) و (20) و (21)



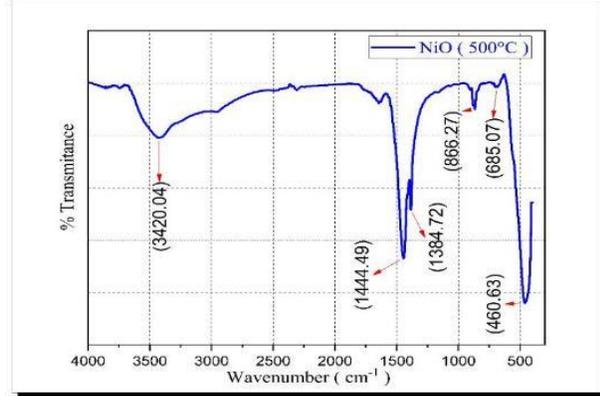
الشكل (19) طيف اوكسيد النيكل عند درجة حرارة 200°C



الشكل (18) طيف اوكسيد النيكل عند درجة حرارة الغرفة

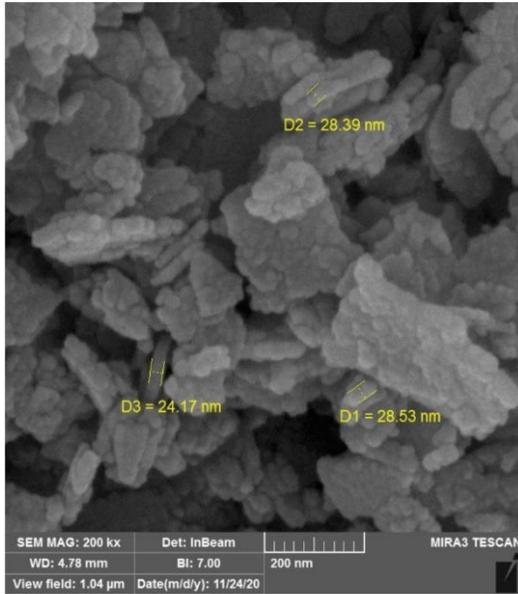


الشكل (21) طيف اوكسيد النيكل عند درجة حرارة 700°C

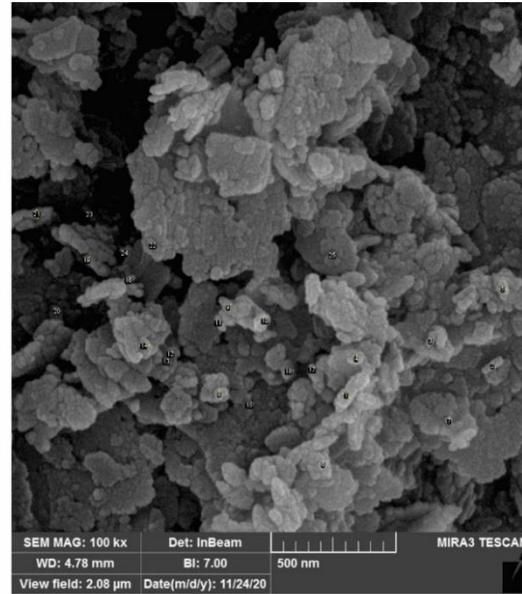


الشكل (20) طيف اوكسيد النيكل عند درجة حرارة 500°C

و فحص مسحوق اوكسيد الخارصين بواسطة المجهر الالكتروني الماسح بمجال الانبعاث (FESEM) عند درجة حرارة الغرفة والدرجات (200°C , 500°C , 700°C) اذ تم قياس اقطار جسيمات اوكسيد الخارصين النانوية بواسطة برنامج (ImageJ) ومن خلالها تم قياس التوزيع الاحصائي لجسيمات اوكسيد الخارصين النانوي عند درجة حرارة الغرفة ودرجات حرارة التلدين المختلفة (200°C , 500°C , 700°C) . وتبين الاشكال (22) و (24) و (26) و (28) صور اوكسيد الخارصين بواسطة المجهر الالكتروني الماسح بمجال الانبعاث وتبين (23) و (25) و (27) و (29) التوزيع الاحصائي لجسيمات اوكسيد الخارصين النانوي عند درجة حرارة الغرفة ودرجات حرارة التلدين (200°C , 500°C and 700°C)

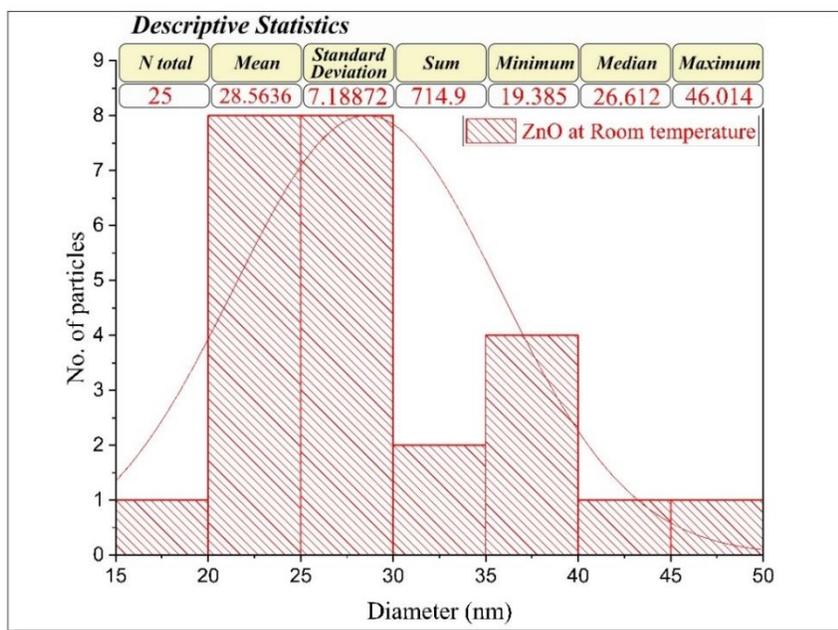


(b) عند مقياس 200 نانومتر وبقوة تكبير 200kx

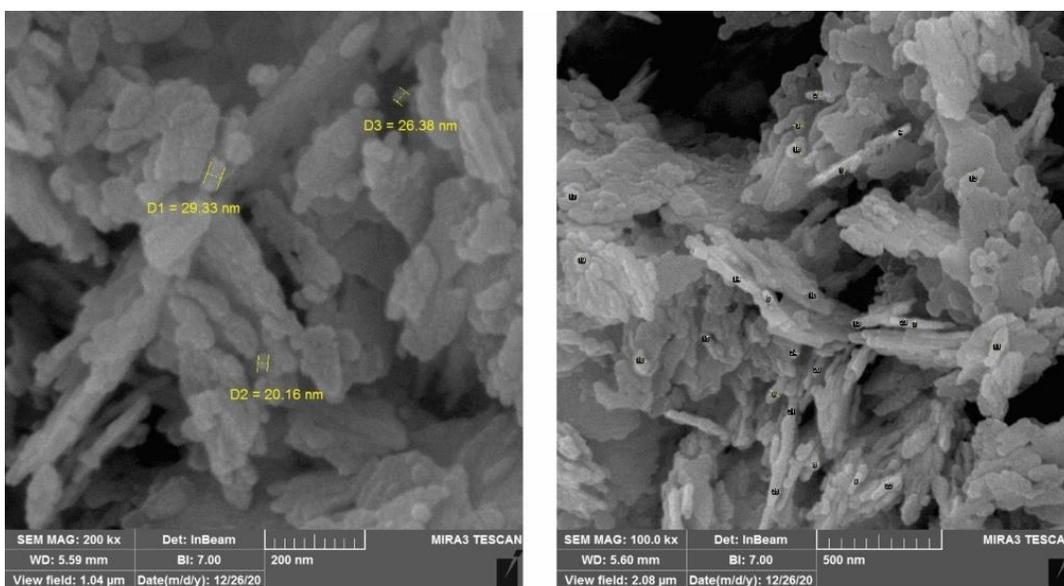


(a) عند مقياس 500 نانومتر وبقوة تكبير 100kx

الشكل (22) صور FE-SEM لاوكسيد الخارصين عند درجة حرارة الغرفة



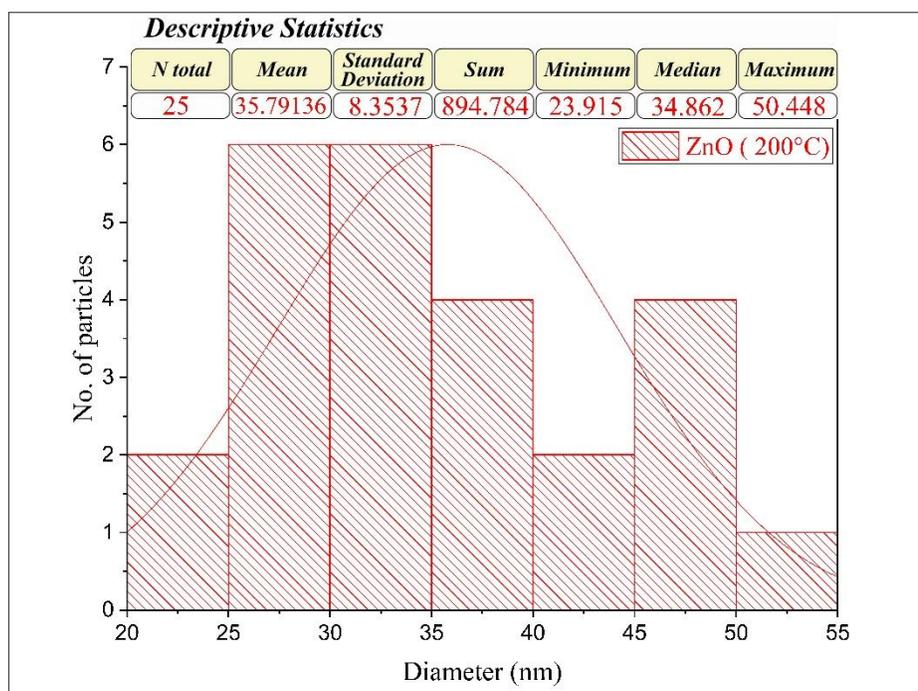
الشكل (23) التوزيع الاحصائي لأكسيد الزنك بدرجة حرارة الغرفة



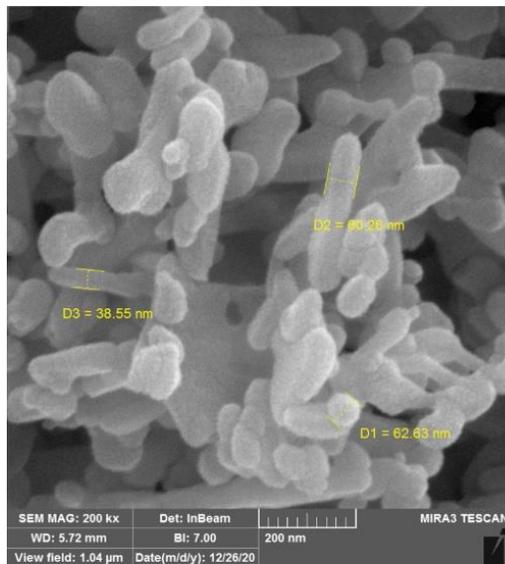
(b) عند مقياس 200 نانومتر وبقوة تكبير 200kx

(a) عند مقياس 500 نانومتر وبقوة تكبير 100kx

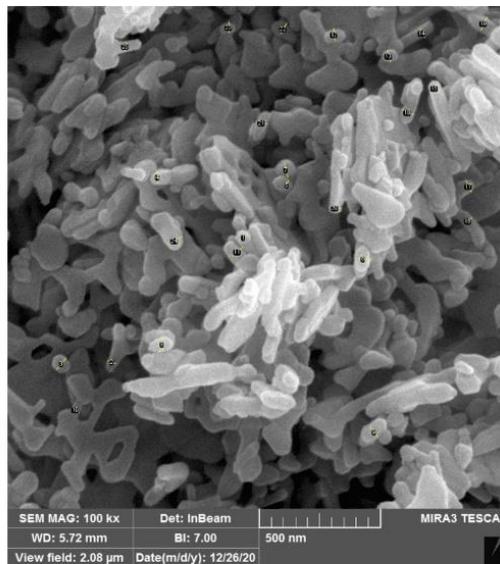
الشكل (24) صور FE-SEM فيها لأوكسيد الزنك عند درجة 200°C



الشكل (25) التوزيع الاحصائي لأكسيد الخارصين بدرجة حرارة 200°C

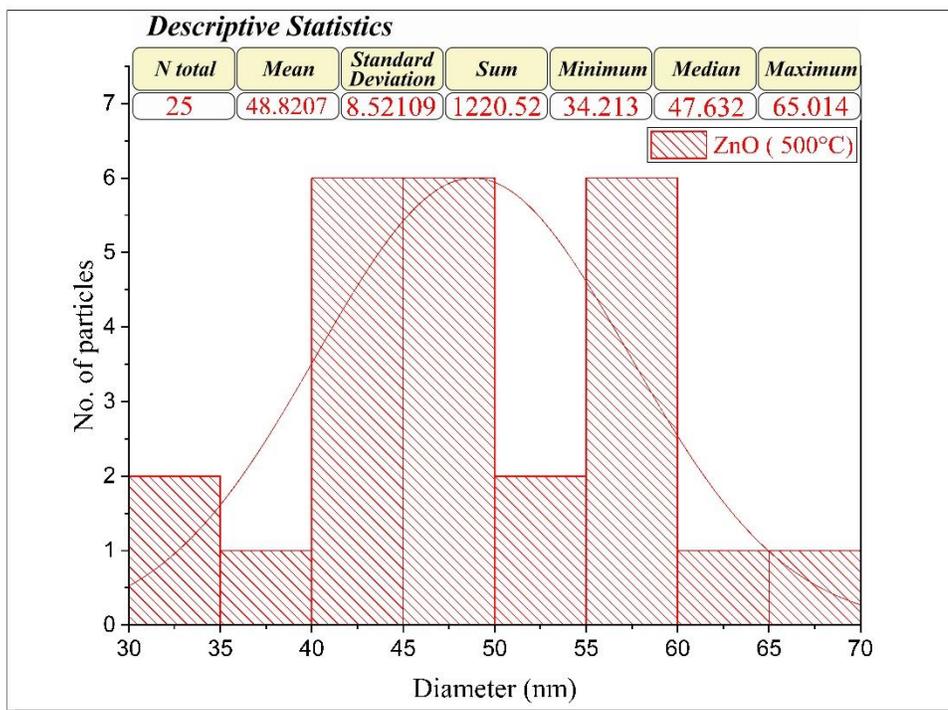


(b) عند مقياس 200 نانومتر وبقوة تكبير 200kx

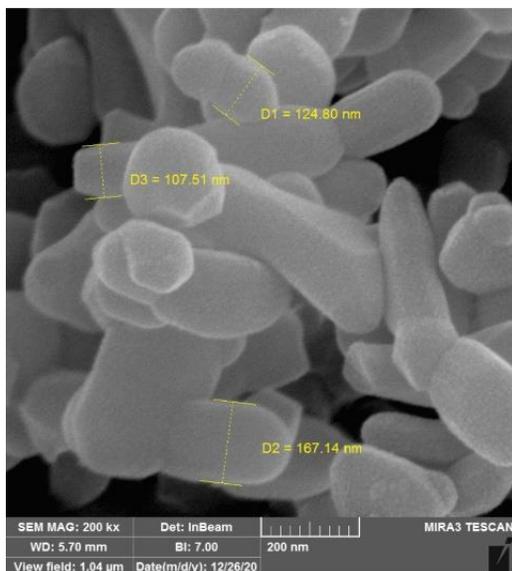


(a) عند مقياس 500 نانومتر وبقوة تكبير 100kx

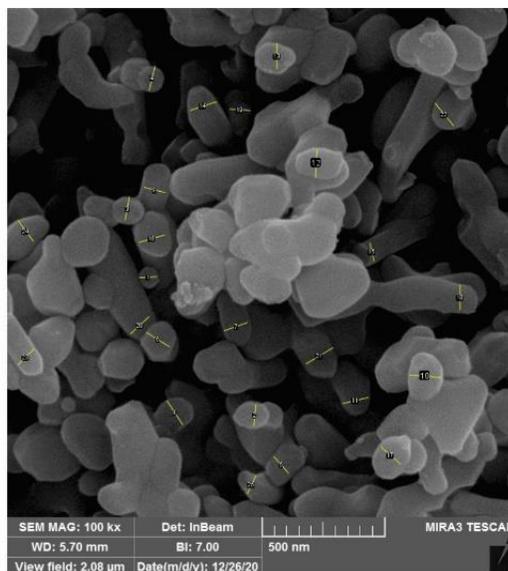
الشكل (26) صور FE-SEM فيها لأكسيد الخارصين عند درجة 500°C



الشكل (27) التوزيع الاحصائي لأكسيد الزنك بدرجة حرارة 500°C

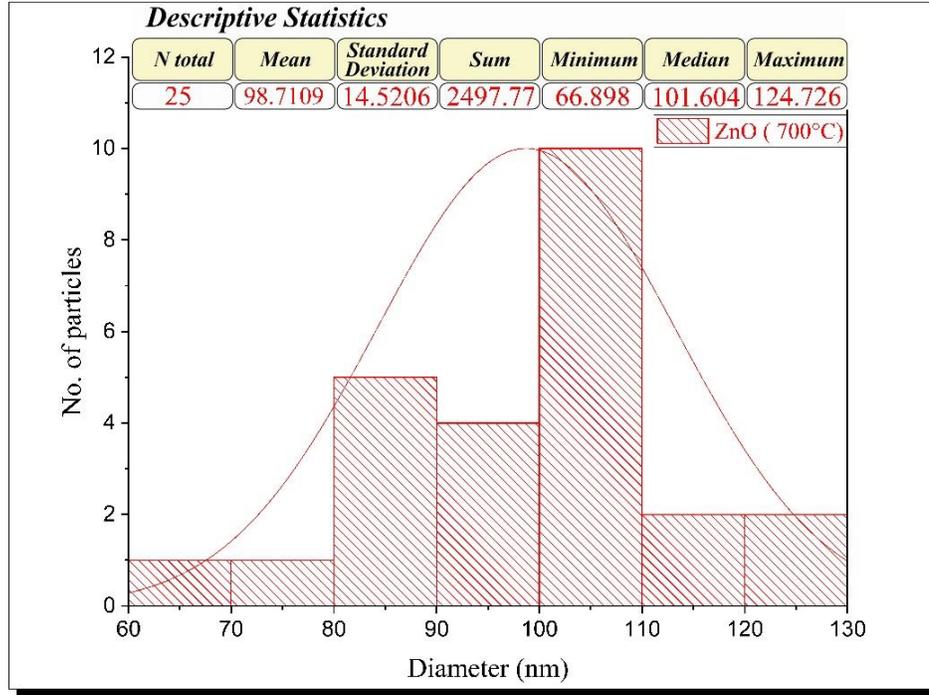


(b) عند مقياس 200 نانومتر وبقوة تكبير 200kx



(a) عند مقياس 500 نانومتر وبقوة تكبير 100kx

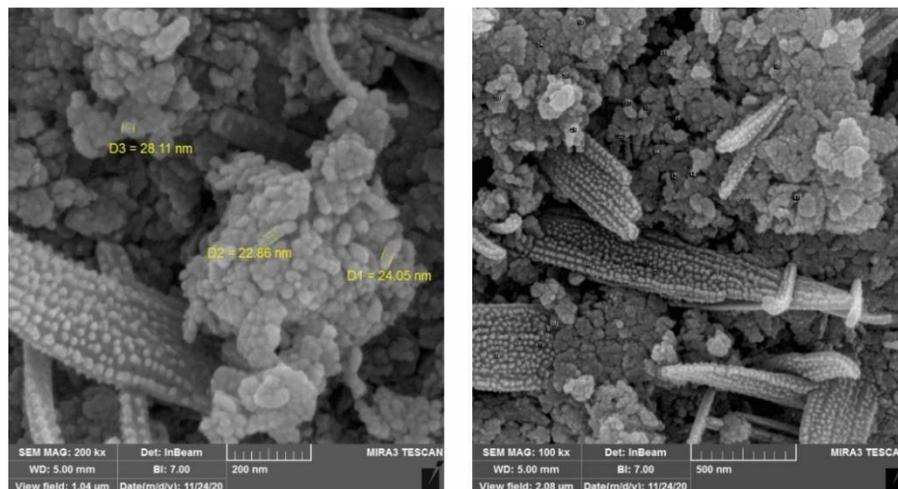
الشكل (28) صور FE-SEM لأكسيد الزنك عند درجة 700°C



الشكل (29) التوزيع الاحصائي لأكسيد الخارصين بدرجة حرارة 700°C

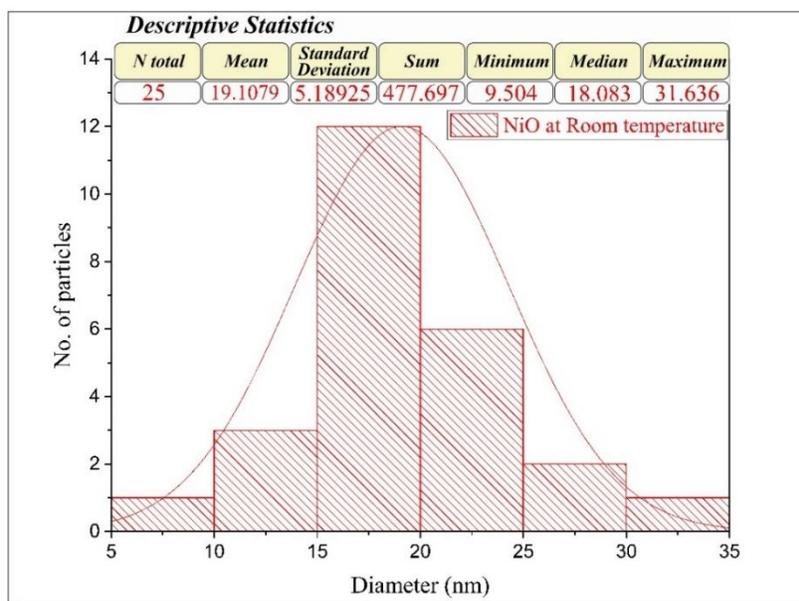
التوزيع الاحصائي لأكسيد الخارصين بدرجات حرارة مختلفة نلاحظ ان جميع المعلمات الإحصائية تزداد بزيادة درجة حرارة التلدين لأكسيد الخارصين النانوي أي ان اقطار جسيمات الخارصين تزداد مع زيادة درجات حرارة التلدين

تم فحص مسحوق أكسيد النيكل بواسطة المجهر الالكتروني الماسح بمجال الانبعاث (FESEM) عند درجة حرارة الغرفة والدرجات 200°C , 500°C , 700°C اذ تم قياس اقطار جسيمات أكسيد الخارصين النانوية بواسطة برنامج (ImageJ) ومن خلالها تم قياس التوزيع الاحصائي لجسيمات أكسيد النيكل النانوي عند درجة حرارة الغرفة ودرجات حرارة التلدين المختلفة 200°C , 500°C , 700°C . وتبين الاشكال (30) و (32) و (34) و (36) صور أكسيد النيكل بواسطة المجهر الالكتروني الماسح بمجال الانبعاث وتبين (31) و (33) و (35) و (37) التوزيع الاحصائي لجسيمات أكسيد النيكل النانوي عند درجة حرارة الغرفة ودرجات حرارة التلدين ((200°C , 500°C and 700°C))

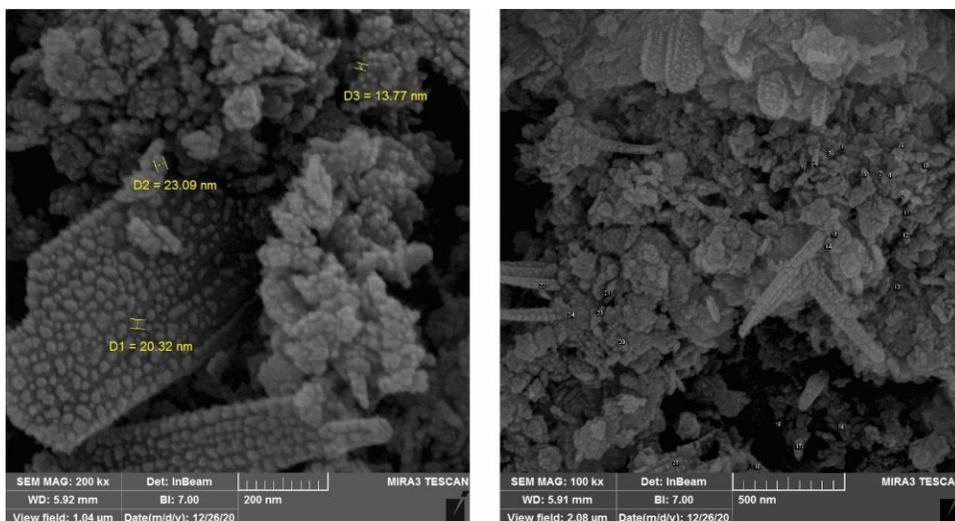


(a) عند مقياس 500 نانومتر وبقوة تكبير 100kx (b) عند مقياس 200 نانومتر وبقوة تكبير 200kx

الشكل (30) صور FE-SEM لأكسيد النيكل عند درجة حرارة الغرفة



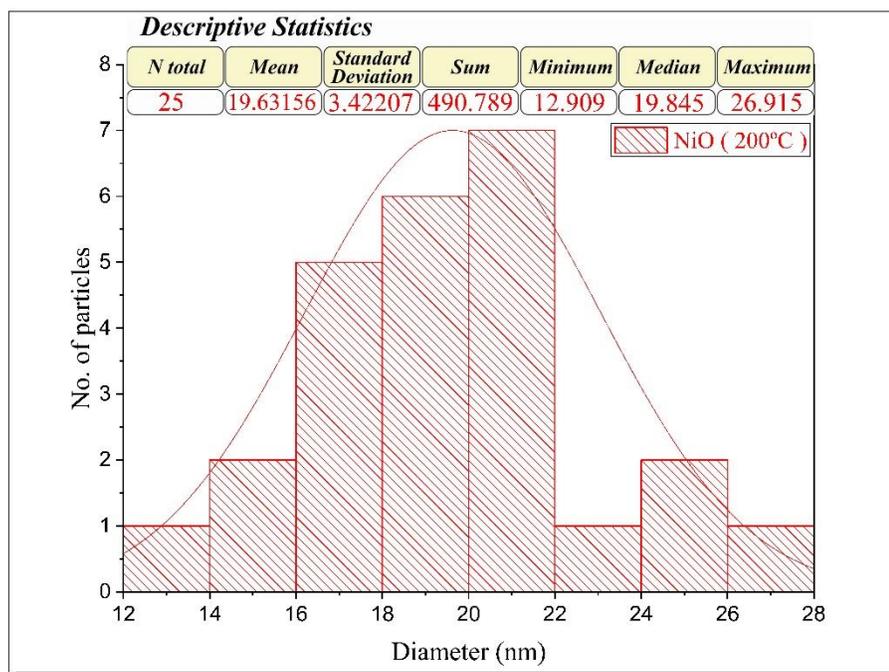
الشكل (31) التوزيع الاحصائي لأكسيد النيكل بدرجة حرارة الغرفة



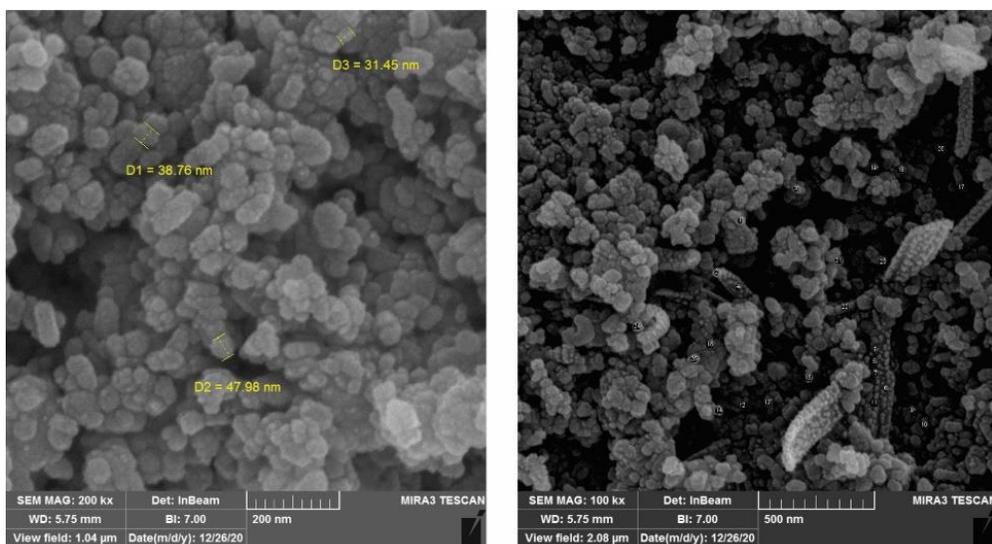
(b) عند مقياس 200 نانومتر وبقوة تكبير 200kx

(a) عند مقياس 500 نانومتر وبقوة تكبير 100kx

الشكل (32) صور FE-SEM لاوكسيد النيكل عند درجة 200°C



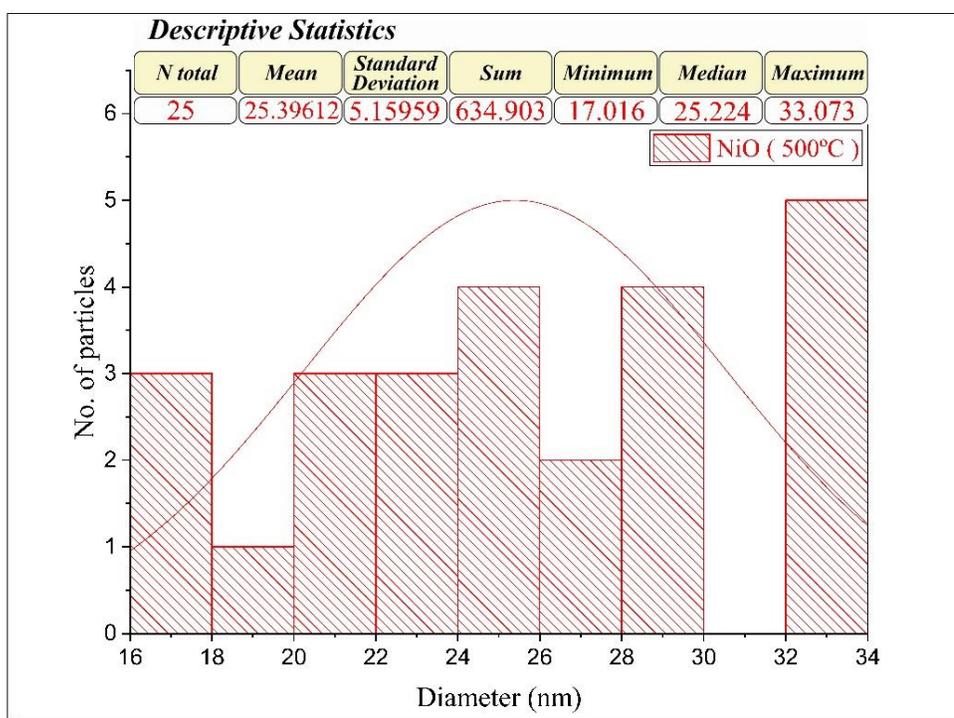
الشكل (33) التوزيع الاحصائي لاوكسيد النيكل بدرجة حرارة 200°C



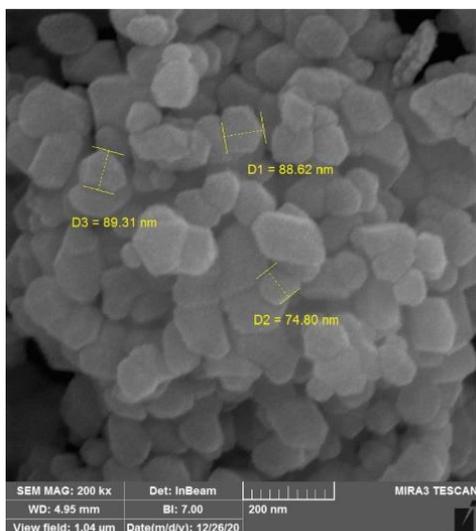
(b) عند مقياس 200 نانومتر وبقوة تكبير 200kx

(a) عند مقياس 500 نانومتر وبقوة تكبير 100kx

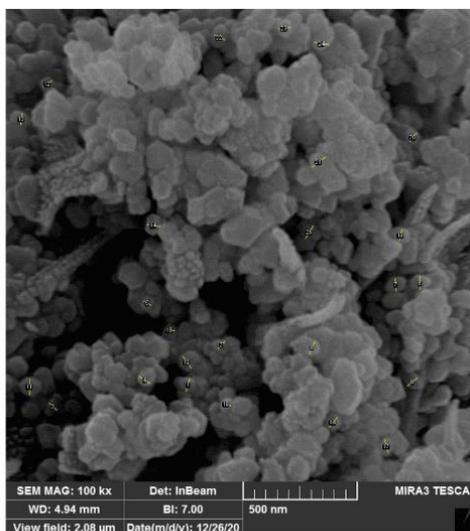
الشكل (34) صور FE-SEM لأكسيد النيكل عند درجة 500°C



الشكل (35) التوزيع الاحصائي لأكسيد النيكل بدرجة حرارة 500°C

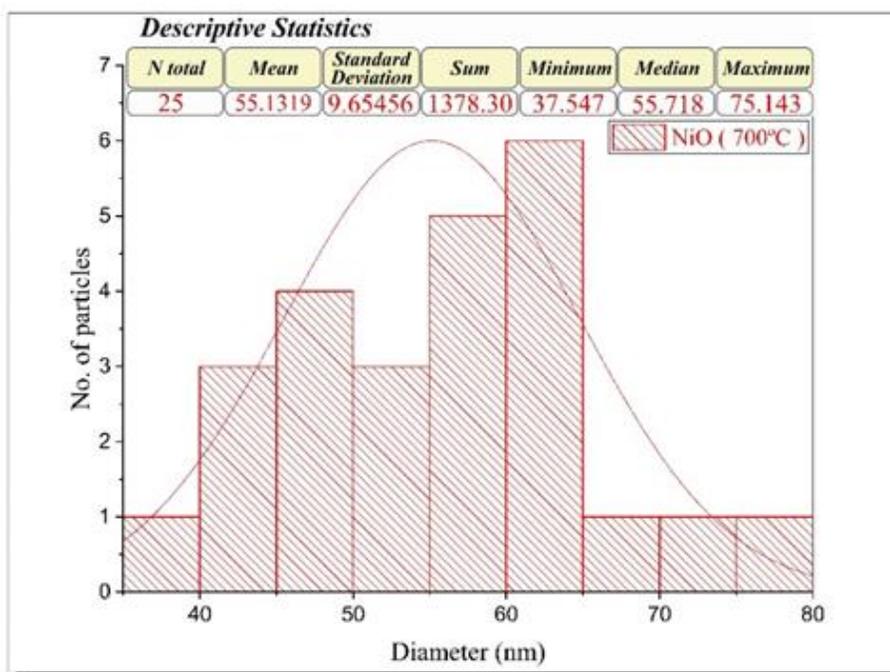


(b) عند مقياس 200 نانومتر وبقوة تكبير 200kx



(a) عند مقياس 500 نانومتر وبقوة تكبير 100kx

الشكل (36) صور FE-SEM لأكسيد النيكل عند درجة 700°C



الشكل (37) التوزيع الاحصائي لأكسيد النيكل بدرجة حرارة 700°C

التوزيع الاحصائي لأكسيد النيكل بدرجات حرارة مختلفة نلاحظ ان جميع المعلمات الإحصائية تزداد بزيادة درجة حرارة التلدين لأكسيد النيكل النانوي أي ان اقطار جسيمات النيكل تزداد مع زيادة درجات حرارة التلدين

الاستنتاجات

- 1- اظهرت نتائج حيود الاشعة السينية لأكسيد الخارصين انها ذات تركيب متعدد التبلور ومن النوع السداسي
- 2- اظهرت نتائج حيود الاشعة السينية لأكسيد النيكل انها ذات تركيب متعدد التبلور ومن النوع المكعب
- 3- اظهرت نتائج حيود الاشعة السينية لأكسيد الخارصين ان هنالك زيادة في الشدة بعد كل تغير في درجات الحرارة
- 4- أظهرت نتائج حيود الاشعة السينية لكل من أكسيد الخارصين وأكسيد النيكل ان هناك زيادة في معدل حجم البلوريات بعد كل تغير في درجات الحرارة
- 5- اظهرت نتائج مطيافية الاشعة تحت الحمراء لأكسيد الخارصين ظهور اصرة (Zn-O)
- 6- اظهرت نتائج مطيافية الاشعة تحت الحمراء لأكسيد النيكل ظهور اصرة (Ni-O)
- 7- أظهرت نتائج صور FE-SEM ان الحجم الحبيبي يزداد بعد كل عملية تغير في درجات الحرارة أي ان اقطار الجسيمات للاكاسيد تزداد بعد زيادة درجات حرارة التلدين

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على اشرف الأنبياء والمرسلين سيدنا محمد وعلى اله وصحبه ومن تبعهم باحسان الى يوم الدين ، وبعد ،فاني اشكر الله تعالى على فضله حيث أتاح لي انجاز هذا العمل ، فله الحمد أولاً واخراً .
ثم اشكر أولئك الاخرين الذين مدوا لي يد المساعدة خلال هذه الفترة وفي مقدمتهم الأستاذ الدكتور زياد طارق خضير ، جامعة ديالى كلية العلوم قسم الفيزياء ، واشكر عمادة كلية التربية للعلوم الصرفة

المصادر

- [1] Ibn Khallid Muhammad, Journal of Engineering and Technology, Volume 30, Issue 6 , (2012)
- [2] Edwards P.P., Porch A., Jones M.O., Morgan D.V., Perks R.M. Basic materials physics of transparent conducting oxides. Dalton Trans. 2004;19:2995–3002. doi: 10.1039/b408864f.
- [3] Kawazoe H., Ueda K. Transparent conducting oxides based on the spinel structure. J. Am. Ceram. Soc. 1999;82:3330–3336. doi: 10.1111/j.1151-2916.1999.tb02247.x.
- [4] Minami T. Present status of transparent conducting oxide thin-film development for Indium-Tin-Oxide (ITO) substitutes. Thin Solid Films. 2008;516:5822–5828. doi: 10.1016/j.tsf.2007.10.063.
- [5] Boufaa Nassima, Presente pour le diplôme de Magister, Université Mentouri Constantine ,(2012).
- [6] TABET Abdelaziz, Présentée à la Faculté des Sciences exactes Pour l'obtention du Diplôme de Magistère , (2013).
- [7] A. Al-Askari, Thesis the Degree of M.Sc, Diyala University, Iraq, 2014.
- [8] L. D.L.S.Valladares, A.Ionescu, S.Holmes, S.Holmes, C.H.W.Barnes, A.B.Domínguez, O.A.Quispe, J.C.González, S.Milana, M.Barbone, A.C.Ferrari, H.Ramos Y.Majima, Characterization of Ni thin films following thermal oxidation in air, 2014
- [9] H. P. Myers (2002), Introductory Solid State Physics, Taylor & Francis, ISBN 0-7484-0660-3
- [10] A. Khawwam Mohammed, Thesis the Degree of M.Sc, Diyala University, Iraq, 2014.

- [11] M. L. Djeddou, Influence de température de propriétés des couches minces d'oxyde de nickel dopé fer et élaboré par la technique spray pneumatique, Mémoire de magister, Université Med Khider Biskra, 2017.
- [12] V. drits. J.Srodon and D. Eberl, Clays and Clay Minerals. Vol.45.No 3.461-475,(1997).
- [13] R. Zamiri, A. Rebelo, G. Zamiri, A. Adnani, A. Kuashal, M.S. Belsleyd, J.M.F. Ferreira, Far-infrared optical constants of ZnO and ZnO/Ag nanostructures, RSC Adv. 4 (2014) 20902–20908.
- [14] P. Hower, T. Gupta, J. Appl. Phys. 50 (1979) 4847–4855.
- [15] R. Wahab, S.G. Ansari, Y.S. Kim, H.K. Seo, G.S. Kim, G. Khang, H.S. Shin, Mater. Res. Bull. 42 (2007) 1640–1648.
- [16] M. Salavati-Niasari, F. Davar, and Z. Fereshteh (2010). J. Alloys Com. 494, 410–414.
- [17] M. Kanthimathi, A. Dhathathreyan, B.V. Nair, Mater. Lett. 58 (2004) 2914–2917.
- [18] M. Salavati-Niasari, N. Mir, and F. Davar (2010). J. Alloys Com. 493, 163–168.