



جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة ديالى

كلية العلوم

قسم الفيزياء

تحضير ودراسة خصائص الفضة نانوية التركيب وتطبيقاتها البايولوجية

رسالة مقدمة الى
مجلس كلية العلوم / جامعة ديالى
وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الفيزياء

من قبل الطالبة

اسراء محمد عبد الرحيم

(بكالوريوس علوم فيزياء 2009)

بإشراف

أ.م.د. عمار عايش حبيب

أ.د. زياد طارق خضير

2021 م

1443 هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَأَنبَأَهُمْ عِندَنَا لَمِنَ الْمُصْطَفَيْنَ الْأَخْيَارِ ﴿٤٧﴾

صدق الله العظيم

سورة ص اية ﴿٤٧﴾

شكر وعرفان

أحمدُ الله عز وجل كما يليق بجلال وجهه وعظيم سلطانه، واشكره على نعمه التي لا تعد ولا تحصى وامرفع إليه اسمي آيات الحمد والثناء حتى يرضى، واسجد حمداً وشكراً أن من علي بنعمة الصحة والتوفيق إلى طريق العلم والمعرفة، والصلاة والسلام على سيدنا محمد نبي هذه الأمة وقدوة الأولين والآخرين وعلى اله وصحبه وسلم أجمعين.

انطلاقاً من قوله تعالى: ﴿ومن يشكر فإنما يشكر لنفسه﴾ ومن قول الرسول (صل الله عليه واله وسلم) (لا يشكر الله من لا يشكر الناس) وإيماناً بفضل الاعتراف بالجميل وتقديم الشكر والامتنان لأصحاب المعروف فإني أتقدم بالشكر الجزيل والثناء العظيم لأستاذي الفاضلين الدكتورين المشرفين: الأستاذ الدكتور (نزياد طامرق) والدكتور (عمار عايش) (جامعة ديالى / كلية العلوم / قسم الفيزياء) على مرحابة صدرهما وما بذلاه من جهد عظيم وأرشاد ومتابعه وتسهيل كل العقبات خلال مراحل انجازه هذا البحث والتي كانت توجيهاتهما هي الفئام الذي خرجت به هذه الرسالة سائلاً المولى عز وجل أن يثيبهما عني وعن كل من يستفيد من هذه الرسالة خير الأجر والجزاء بإذن الله تعالى.

وأود أن اعبر عن أمتناني وشكري لعمادة كلية العلوم ومرتاسة قسم الفيزياء . كما أتقدم بالشكر لكل من ساعدني على إتمام هذا البحث وقدم لي العون ومد لي يد المساعدة ونرودني بالمعلومات اللازمة لإتمام هذا البحث، إذ كانوا عوناً لي في بحثي هذا ونورا يضيء الظلمة التي كانت تقف أحيانا في طريقي . وأتقدم بشكري الجزيل لزملائي ونرميلاتي طلبة الدراسات العليا .

اسراء

الإهداء

إلى منارة العلم ومعلم البشرية إلى قدوتنا الأولى وسيد الخلق إلى رسولنا الكريم
محمد (صلى الله عليه وسلم)

إلى من سعى وشكى لا نعم بالراحة والهناء إلى الذي علمني ان ارتقي سلم الحياة
بحكمة وصبر إلى من رفعت رأسي عاليا افتخارا به
والذي العزيز

إلى الينبوع الذي لا يمل العطاء إلى من أختص الله الجنة تحت قدميها ، إلى من
علمتني الحياة بحكمة ومن خضت دروب العلم بفيض تراتيل دعواتها
والدتي العزيزة

إلى رفيق دربي وسندي وسعادتي ومصدر قوتي (زوجي)

إلى زينة الحياة والأمل

أولادي (محمد وحيدر)

الخلاصة

تم في هذا البحث استعمال تقنية الاستئصال بالليزر النبضي في السائل (PLAL) لتحضير جسيمات الفضة النانوية الغروية إذ تم استخدام الليزر النبضي (نيديميوم- ياك) ذو الطول الموجي (1064 nm) مزدوج الحزمة لهدف من الفضة النقي المغمور في الماء المقطر. إذ تم استخدام عدد نبضات ليزر مختلفة (300-400-500 Pulse) وطاقة استئصال ثابتة (530mJ) وتردد (1 HZ).

تم دراسة الخصائص التركيبية والبصرية للنماذج المحضرة، والتي تضمنت قياس المجهر الإلكتروني النافذ (TEM) والمجهر الإلكتروني الماسح بمجال الانبعاث (FE-SEM) وقياس طيف الأشعة تحت الحمراء لتحويلات فورير (FT-IR) وقياس مطياف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (Uv-Vis) وقياس التلألؤ الضوئي (PL) على التوالي لجسيمات الفضة النانوية المحضرة في السائل ، تم اختبار فعالية جسيمات الفضة النانوية في مجال التطبيق الحيوي لتنشيط أربعة أنواع من البكتريا المختبرية (Escherichia coli) و (Staphylococcus) و (Klebsiella) و (streptococci) .

أظهرت نتائج فحوصات (TEM) و (FE-SEM) إنَّ بزيادة عدد النبضات يزداد متوسط اقطار الجسيمات النانوية، وإنَّ الجسيمات النانوية التي حصلنا عليها ذات اشكال كروية .

أظهرت نتائج طيف الامتصاص إنَّ الامتصاصية تزداد بزيادة عدد نبضات الليزر أي إنَّ هنالك علاقة طردية بين عدد نبضات الليزر وشدة الامتصاصية إذ حصلنا على اقل امتصاصية من العينة المحضرة بعدد نبضات (300 pulse) واعلى امتصاصية من العينة المحضرة بعدد نبضات (500 pulse) ، كذلك تؤدي زيادة عدد نبضات الليزر إلى زيادة رنين البلازمون وزيادة قمم الامتصاص.

أضافة إلى ذلك أظهرت نتائج تحويلات فورير للأشعة تحت الحمراء (FT-IR) لمحاليل الفضة المحضرة بطريقة الاستئصال بالليزر النبضي في الماء المقطر امتداد الاصرة الرابطة بين (Ag-O) ومن ثم إنَّ هذه النتيجة تؤكد وجود الطبيعة الجزيئية لمحاليل الفضة النانوية المحضرة ، وكذلك أظهرت النتائج امتداد لاصرة (H-O) التي تعود الى جزيئات الماء المستخدمة في عملية التحضير.

أشارت نتائج التلألؤ الضوئي (PL) وجود قمتين الاولى في منطقة الأشعة فوق البنفسجية تسمى الانبعاث بالقرب من حافة الحزمة والذروة الثانية في المنطقة المرئية من الإلكترونات ذات الثقوب بينما

تنبعث القمة الثانية بسبب وجود عيوب سطحية ويختلف التلألؤ الضوئي (PL) للجسيمات النانوية باختلاف حجمها.

تم تحضير مسحوق الفضة النانوية (Ag) بأستعمال نترات الفضة ($AgNO_3$) كمادة أساس ويضاف لها حامض الستريك اسد ($C_6H_8O_7 \cdot H_2O$) عاملا مختزلا بطريقة المحلول الغروي ذات الإحتراق التلقائي (Sol-Gel).

تم دراسة الخصائص التركيبية والبصرية للعينة المحضرة والتي تضمنت قياس حيود الأشعة السينية (XRD) والمجهر الإلكتروني الماسح بمجال الانبعاث (FE-SEM) و التحليل الطيفي المشتت للطاقة (EDS) وقياس طيف الأشعة تحت الحمراء لتحويلات فورير (FT-IR) وقياس مجهر القوة الذرية (AFM) وقياس التلألؤ الضوئي (PL) لحبيبات الفضة النانوية المحضرة، تم اختبار فعالية دقائق الفضة النانوية في مجال التطبيق الحيوي لتنشيط أربعة أنواع من البكتريا المختبرية (*Escherichia coli*) و (*Staphylococcus*) و (*Klebsiella*) و (*streptococci*).

أظهرت نتائج حيود الأشعة السينية (XRD) إنَّ تركيب الفضة النانوية هو مكعب متمركز الوجة (FCC) وبثابت شبكية (a°) (4.085 \AA) وعامل تشكيل (TC) (1.67) نلاحظ إنَّها تتطابق مع البطاقة القياسية العالمية المرقمة (ICCD- 03-0921) معها وبصورة كبيرة جدا. تم حساب كل من معدل الحجم الحبيبي (D)، إذ كان معدل الحجم البلوري حسب معادلة شرر (15.244 nm) وحسب معادلة هول (14.738 nm) وكثافة الانخلاعات (δ) والمساحة السطحية (SSA).

كما أظهرت صور (FE-SEM) و (EDS) إنَّ الدقائق التي حصلنا عليها هي دقائق فضة نانوية بإشكال كروية وغير منتظمة.

أظهر طيف الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) للفضة النانوية (Ag) المحضرة ظهور حزمين الأولى تحتوي على اصرة (O-H) والحزمة الثانية تحتوي على الاواصر الاتية (C-O), (C-H), (Ag-O) وإنَّ شدة الحزم كانت ضعيفة وهذا دليل على تكوين الفضة النانوية المغلفة بحامض الستريك وعدم قابلية الأشعة تحت الحمراء على جعل الأواصر الفلزية تهتز وتتسبب بهذا النقص في النفاذية الطبيعية المعتمدة للمعادن.

كما أظهرت صور قياس مجهر القوى الذرية (AFM) وجود تراكيب غير منتظمة والتي كانت اقرب الى تراكيب كروية غير منتظمة وبأحجام نانوية ضمن المدى ($60 - 90 \text{ nm}$) اعلى ارتفاع لمسحوق

الفضة النانوية بحدود (80 nm) وهذا دليل على أنّ المادة المحضرة هي الفضة النانوية وإنّ التركيب الكروي لدقائق الفضة النانوية كان ظاهراً بصورة واضحة جداً.

تم اختبار محاليل الفضة المحضرة بطريقة (PLAL) ومسحوق الفضة المحضر بطريقة (Sol-Gel) على البكتريا التي شملت اثنين منها سالبة لصبغ كرام وهي الاشريسية القولونية E.Coli و الكلبسيلا الرئوية K.Pneumoniae واثنين منها موجبة لصبغة كرام وهي المكورات العنقودية الذهبية S. Aureus و المكورات العقدية Streptococcus. إذ أظهرت النتائج بأن لجسيمات الفضة المحضرة بطريقة (PLAL) توافق حيوي جيد وذلك لأنها لم تظهر اي تأثير على البكتريا المختبرة، بينما أظهرت نتائج مسحوق الفضة المحضرة بطريقة (Sol-Gel) تأثير على البكتريا المختبرة، أظهرت النتائج إنّ دقائق الفضة النانوية المحضرة تمتلك قدرة على تثبيط الأنواع البكتيرية المذكورة إذ أظهرت قابلية على تثبيط الاشريسية القولونية بقطر (10mm) و تثبيط الكلبسيلا الرئوية بقطر (11mm) في حين أظهرت الفضة النانوية المحضرة قابلية على تثبيط الأنواع الموجبة بصورة اكبر نسبياً إذ بلغ قطر التثبيط للمكورات العنقودية الذهبية (12 mm) بينما كان قطر التثبيط الأعلى من نصيب المكورات العقدية والذي بلغ (16mm) .

المحتويات

الصفحة	الموضوع	التسلسل
	الخلاصة	
I	قائمة المحتويات	
IV	قائمة الجداول	
V	قائمة الاشكال	
VII	قائمة الرموز	
VIII	قائمة المختصرات	
الفصل الاول (المقدمة والدراسات السابقة)		
1	المقدمة	(1-1)
1	الجسيمات النانوية	(2-1)
3	الجسيمات النانوية المعدنية	(3-1)
3	جسيمات الفضة النانوية	(4-1)
4	الدراسات السابقة	(5-1)
10	الهدف من الدراسة	(6-1)
الفصل الثاني (الجزء النظري)		
11	المقدمة	(1-2)
11	طرائق تحضير الجسيمات النانوية	(2-2)
13	طريقة التحضير من الاعلى - الاسفل	(1-2-2)
13	طريقة التحضير من الاسفل - الاعلى	(1-3-2)
13	الجسيمات النانوية المعلقة	(3-2)
14	الغرويات	(4-2)
14	الاستئصال بالليزر النبضي في السوائل	(5-2)
15	مزايا الاستئصال بالليزر النبضي بالسائل	(6-2)
16	رنين البلازمون السطحي	(7-2)
18	تأثيرات معاملات الليزر على كفاءة الاستئصال	(8-2)
19	الطول الموجي لليزر	(1-8-2)
20	زمن نبضة الليزر	(2-8-2)
20	الطاقة المنبعثة من كل نبضة	(3-8-2)
21	عدد النبضات التي تتفاعل مع منطقة واحدة	(4-8-2)
21	معدل التكرار	(5-8-2)
21	خصائص الجسيمات النووية	(9-2)
21	الخصائص البصرية	(1-9-2)
22	الخصائص الحرارية	(2-9-2)
23	الخصائص المغناطيسية	(3-9-2)

23	علم النانو	(10-2)
23	اشكال المواد النانوية	(11-2)
24	الجسيمات النانوية	(1-11-2)
24	المتراكبات النانوية	(2-11-2)
24	البلورات النانوية	(3-11-2)
24	تقنيات تحضير المواد النانوية	(12-2)
26	تقنية المحلول الغروي	(1-12-2)
27	تقنية المحلول الغروي ذات الاحتراق التلقائي	(2-12-2)
28	تطبيقات الجسيمات النانوية	(13-2)
29	نشاط المضاد للبكتريا	(14-2)
31	بعض انواع البكتريا	(15-2)
31	بكتريا الاشيريشيا القالونية	(1-15-2)
32	بكتريا المكورات العنقودية	(2-15-2)
32	بكتريا الكليبيسيلا	(3-15-2)
32	بكتريا المكورات السبحية	(4-15-2)
33	تقنيات القياس المستعملة لدراسة الخصائص التركيبية	(16-2)
33	تقنية حيود الاشعة السينية	(1-16-2)
37	مجهر القوة الذرية	(2-16-2)
37	المجهر الالكتروني النافذ TEM	(3-16-2)
39	المجهر الالكتروني الماسح بمجال الانبعاث (FE-SEM)	(4-16-2)
الفصل الثالث (الجزء العملي)		
41	المقدمة	(1-3)
43	منظومة الاستئصال بالليزر وطريقة التحضير	(2-3)
43	مصدر الليزر	(1-2-3)
44	قرص التدوير	(2-2-3)
45	مادة الهدف	(3-2-2)
45	السائل المستخدم	(4-2-3)
45	تحضير الجسيمات النانوية	(3-3)
46	الاجهزة المستعملة	(4-3)
46	ميزان الكتروني	(1-4-3)
47	الخلاط المغناطيسي	(2-4-3)
47	فرن مختبري	(3-4-3)
47	مقياس الاس الهيدروجيني	(4-4-3)
48	تحضير مسحوق الفضة النانوية	(5-3)
50	القياسات التركيبية والشكلية	(6-3)
50	قياس حيود الاشعة السينية (XRD)	(1-6-3)

50	المجهر الالكتروني النافذ	(2-6-3)
51	مجهر الالكتروني الماسح بمجال الانبعاث (FE-SEM)	
51	مجهر القوة الذرية (AFM)	(3-6-3)
53	اجهزة قياس الخواص البصرية	(7-3)
53	مطياف الاشعة المرئية – فوق البنفسجية	(1-7-3)
54	مطياف الاشعة تحت الحمراء	(2-7-3)
55	الاجهزة والادوات المستخدمة في تطبيق البكتريا	(8-3)
56	طريقة التعقيم	(9-3)
56	تحضير الاوساط الزرعية	(10-3)
56	تنشيط العزلات البكتيرية	(11-3)
57	اختبار الحساسية	(12-3)
الفصل الرابع (النتائج والمناقشة)		
58	المقدمة	(1-4)
58	نتائج القياسات التركيبية والبصرية لحبيبات الفضة النانوية المحضرة بطريقة المحلول الغروي ذات الاحتراق التلقائي (Sol-Gel)	(2-4)
58	قياس حيود الاشعة السينية (XRD)	(1-2-4)
62	قياس المجهر الالكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM)	(2-2-4)
64	التحليل الطيفي المشتمل للطاقة (EDS)	(3-2-4)
64	نتائج طيف الاشعة تحت الحمراء (FT-IR)	(4-2-4)
66	قياس مجهر القوة الذرية (AFM)	(5-2-4)
68	القياسات التركيبية والبصرية لجسيمات الفضة النانوية المحضرة بطريقة الاستئصال بالليزر النبضي في السائل (PLAL)	(3-4)
68	قياس المجهر الالكتروني النافذ (TEM)	(1-3-4)
72	قياس المجهر الالكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM)	(2-3-4)
76	التحليل الطيفي للاشعة فوق البنفسجية المرئية	(3-3-4)
80	نتائج مطياف الاشعة تحت الحمراء (FT-IR)	(4-3-4)
82	التلألؤ الضوئي PL	(5-3-4)
83	اختبار تأثير كل من المحلول الغروي وحبيبات الفضة النانوية على البكتيريا	(4-4)
83	اختبار تأثير محلول الفضة بطريقة الاستئصال بالليزر النبضي في السائل على البكتيريا	(1-4-4)
84	اختبار تأثير حبيبات الفضة النانوية بطريقة المحلول الغروي ذات الاحتراق التلقائي على البكتيريا	(2-4-4)
85	دراسة الفعالية الحيوية لحبيبات الفضة المحضرة بطريقة المحلول	(5-4)

	الغروي ذات الاحتراق التلقائي	
87	الاستنتاجات	(6-4)
88	المشارع المستقبلية	(7-4)
المصادر		

قائمة الجداول

الصفحة	العنوان الجدول	التسلسل
	الفصل الثالث / الجزء العملي	
43	معلومات ومتغيرات الليزر	(1-3)
55	الاجهزة والادوات المستخدمة في دراسة البكتريا	(2-3)
56	الايوساط الزراعية المستخدمة في الدراسة	(3-3)
	الفصل الرابع / النتائج والمناقشة	
61	جزء من نتائج البطاقة القياسية العالمية (JCPDS- 03-0921) والنتائج التي تم الحصول عليها من حيود الاشعة السينية لحبيبات الفضة النانوية.	(1-4)
62	الجدول يبين بعض المعلومات التركيبية التي تم الحصول عليها من حيود الاشعة السينية لحبيبات الفضة النانوية	(2-4)
65	اهتزاز الأواصر التابعة لحبيبات الفضة.	(3-4)
67	معلومات قياس التوزيع التراكمي للحبيبات	(4-4)
72	نتائج متوسط الاقطار الجسيمات التي حصلنا عليها من خلال قياس المجهر الالكتروني النافذ	(5-4)
76	نتائج متوسطة الأقطار الجسيمات التي حصل عليها من خلال المجهر الالكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM)	(6-4)
79	نتائج رنين البلازمون السطحي (SPR) والامتصاصية التي حصلنا عليها من طيف الامتصاص	(7-4)
81	اهتزاز الاواصر التابعة لمحاليل الفضة النانوية	(8-4)
86	قطر التثبيط الناتج للفضة النانوية المحضرة بطريقتين ضد الانواع البكتيرية	(9-4)

قائمة الأشكال

الصفحة	العنوان الشكل	التسلسل
	الفصل الاول / المقدمة	
2	مخطط توضيحي لعملية الزيادة في مساحة السطح نسبة للحجم	(1-1)
4	مخطط توضيحي لاختلاف الحجم والشكل لجسيمات الفضة النانوية	(2-1)
	الفصل الثاني / الجزء النظري	
12	مخطط توضيحي للطريقة الفيزيائية والكيميائية لتحضير الجسيمات النانوية	(1-2)
12	مخطط لطرق تحضير الجسيمات النانوية لكل من (A) اسلوب تحضير من اعلى الى اسفل و(B) اسلوب من اسفل الى اعلى.	(2-2)
17	(a) شدة جسيم ثنائي القطب (b) الاشعاع الرباعي للجسيمات الكبيرة	(3-2)
18	تفاعل الجسيمات النانوية المعدنية مع الضوء	(4-2)
20	الآلية تشكيل الجسيمات النانوية بأطوال موجية مختلفة	(5-2)
22	أطياف الامتصاص لجسيمات الفضة النانوية	(6-2)
25	مخطط يوضح التقنيات الكيميائية لتحضير المواد النانوية	(7-2)
27	الرسم التخطيطي لمختلف الخطوات المتبعة في عملية المحلول الغروي	(8-2)
30	المخطط التوضيحي لاختراق الجسيمات النانوية والايونات للبكتريا	(9-2)
34	شكل يوضح المستويات البلورية وقانون براك	(10-2)
38	نظام المجهر الالكتروني النافذ (TEM)	(11-2)
40	يوضح مجال الانبعاث بمجهر المسح الالكتروني	(12-2)
	الفصل الثالث / الجزء العملي	
41	المخطط العملي للتحضير بطريقة الاستئصال بالليزر النبضي في السائل	(1-3)
42	المخطط العملي للتحضير بطريقة المحلول الغروي ذات الاحتراق التلقائي	(2-3)
44	منظومة الاستئصال بالليزر النبضي في السائل	(3-3)
44	شكل يوضح جهاز التدوير	(4-3)
45	الماء المقطر المستخدم في تحضير المحاليل الغروية	(5-3)
46	صور فوتوغرافية لبعض العينات المحضرة النانوية المعدنية	(6-3)

47	الفرن الكهربائي	(7-3)
48	قياس الالاس الهيدروجيني	(8-3)
49	مسحوق الفضة النانوية	(9-3)
50	الصور الفوتوغرافية لجهاز المجهر الالكتروني النافذ (TEM)	(10-3)
51	الصور الفوتوغرافية لجهاز المجهر الالكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM)	(11-3)
52	الآلية عمل مجهر القوة الذرية (AFM)	(12-3)
53	مخطط توضيحي لعمل جهاز (Uv-Vis)	(13-3)
54	صورة جهاز مطياف الأشعة فوق البنفسجية - المرئية (Uv-Vis)	(14-3)
54	صور جهاز مطياف الأشعة تحت الحمراء (FT-IR)	(15-3)
الفصل الرابع / النتائج والمناقشة		
59	حيود الأشعة السينية لحبيبات الفضة النانوية	(1-4)
59	البطاقة القياسية العالمية (JCPDS- 03-0921) لحبيبات الفضة النانوية	(2-4)
60	العلاقة بين المتغيرات التي من خلالها تم حساب معدل الحجم البلوري والمطاوعة المايكروية حسب طريقة (Williamson – Hall) لحبيبات الفضة النانوية	(3-4)
63	صور (FESEM) لحبيبات الفضة النانوية المحضرة بطريقة المحلول الغروي ذات الاحتراق التلقائي (Sol-Gel)	(4-4)
64	يوضح (EDS) لحبيبات الفضة النانوية	(5-4)
65	طيف الأشعة تحت الحمراء للفضة النانوية	(6-4)
67	صورة مجهر القوى الذرية لجسيمات الفضة النانوية	(7-4)
68	مخطط قياس التوزيع التراكمي للحبيبات	(8-4)
69	صورة نتائج قياس المجهر الالكتروني النافذ لمحلول الفضة المحضر بعدد نبضات (300 pulse).	(9-4)
70	صورة نتائج قياس المجهر الالكتروني النافذ لمحلول الفضة المحضر بعدد نبضات (400 pulse)	(10-4)
71	صورة نتائج قياس المجهر الالكتروني النافذ لمحلول الفضة المحضر بعدد نبضات (500 pulse)	(11-4)
73	صورة نتائج قياس (FE-SEM) لجسيمات الفضة النانوية المحضرة بتقنية الاستئصال بالليزر النبضي في الماء المقطر عند النبضة (300 pulse)	(12-4)
74	صورة نتائج قياس (FE-SEM) لجسيمات الفضة النانوية المحضرة بتقنية الاستئصال بالليزر النبضي في الماء المقطر عند النبضة	(13-4)

	(400 pulse)	
75	صورة نتائج قياس (FE-SEM) لجسيمات الفضة النانوية المحضرة بتقنية الاستئصال بالليزر النبضي في الماء المقطر عند النبضة (500 pulse)	(14-4)
77	يوضح أطيف الامتصاص في المدى المرئي للأشعة فوق البنفسجية لجسيمات الفضة (Ag)	(15-4)
78	يوضح طيف الامتصاص لمحاليل الفضة النانوية المحضرة في الماء المقطر	(16-4)
79	الامتصاصية ورنين البلازمون السطحي كدالة لعدد نبضات الليزر	(17-4)
80	لون المحاليل الغروية للفضة بعدد نبضات مختلفة وطاقة ثابتة	(18-4)
81	يوضح التحليل الطيفي لتحويلات فورير للأشعة تحت الحمراء (FT-IR) لمحاليل الفضة (Ag)	(19-4)
82	طيف التلألؤ الضوئي لمحلول جزيئات الفضة النانوية	(20-4)
83	أختبار تأثير الفضة المحضرة بطريقة الاستئصال بالليزر النبضي على البكتيريا السالبة	(21-4)
84	أختبار تأثير الفضة المحضرة بطريقة الاستئصال بالليزر النبضي على البكتيريا الموجبة	(22-4)
85	اختبار تأثير حبيبات الفضة المحضرة بطريقة المحلول الغروي ذات الاحتراق التلقائي على البكتيريا الموجبة والسالبة	(33-4)

قائمة الرموز

الرمز	المصطلح	الرمز	المصطلح
\square	عدد القمم الظاهرة في طيف حيود الأشعة السينية	θ_B	زاوية حيود براك
I	الشدة المقاسة عمليا	a	ثابت الشبكة
I_0	الشدة القياسية في بطاقة الفحص القياسية	v	الحجم
S_v	الكثافة السطحية	n	عدد صحيح يمثل مرتبة التداخل
ρ	كثافة المادة	M	المولارية
hkl	معاملات ميلر	K	عامل الهيئة او عامل الشكل
d_{hkl}	المسافة بين مستويين بلوريين متجاورين	E	طاقة الفوتون
D_{av}	معدل الحجم البلوري	λ	الطول الموجي للأشعة السينية الساقطة
S_v	الكثافة السطحية	β	عرض المنحني عند منتصف القمة

المختصرات

Nanoparticles	NPs
Distilled Water	D.W
Pulsed Laser Ablation in Liquids	PLAL
Surface Plasmon Resonance	SPR
Magnetic Resonance	MRI
Specific Surface Area	SSA
Full Width at Half Maximum	FWHM
X-Ray Diffraction	XRD
Transmission Electron Microscopy	TEM
Field Emission Scanning Electron Microscopy	FE-SEM
Photoluminescence	PL
Atomic Force Microscopy	AFM
Fourier Transform Infrared	FTIR
Root Mean Square	RMS
Face-Centered Cubic	FCC

□-□ المقدمة



اصبحت تقنية النانو □ Nanotechnology من العلوم الحديثة إذ غدت في مقدمة المجالات الاكثر اهمية في علوم الفيزياء والكيمياء وعلوم الحياة وغيرها من المجالات الاخرى. إن المواد النانوية □ Nanomaterials هي تلك المواد المتميزة والفريدة من نوعها التي يمكن إنتاجها بمقاييس تتراوح حبيباتها الداخلية ما بين (1-100) نانومتر.

إن علم النانو (Nanoscience) هو العلم الذي يهتم بتصنيف ودراسة المواد النانوية وتعيين خواصها الفيزيائية والكيميائية [1]، ولم تحظى التكنولوجيا في سابق العهد بالاهتمام كالذي حظيت به تكنولوجيا النانو والتي تعد سر التقدم في الوقت الحالي في كثير من المجالات [2]، إن سر هذا الاهتمام نتيجة للخواص المميزة فعندما تصغر المادة تكون ابعادها ضمن المقياس النانوي ستظهر خواصا فيزيائية وكيميائية جديدة تختلف بشكل كبير عن خواصها وهي بحجم كبير (Bulk) المادة نفسها . وإن هذا ما يميز جسيمات النانو وجعلها ذات علمية جديدة ودائما في تقدم مستمر في كافة المجالات [3] .

إن اختيار طرائق التحضير امر اساس لتحسين الخصائص النهائية للجسيمات النانوية المصممة لتطبيق معين، وبهذا الاختيار يجب الاخذ بالاعتبارات البيئية التي تشكل معياراً لايقبل الجدل على نحو متزايد مثل المعلمات الفيزيائية والكيميائية للمركب ، القطر النانوي والهيكل المورفولوجيا ونتيجة لذلك ، فهي تمثل طريقة اعداد مناسبة لا يمكن فصلها عن حل الوسط الحقيقي المختار من القيود المختلفة التي يجب التغلب عليها لتصميم المواد النانوية والسيطرة عليها بشكل جيد [4] .

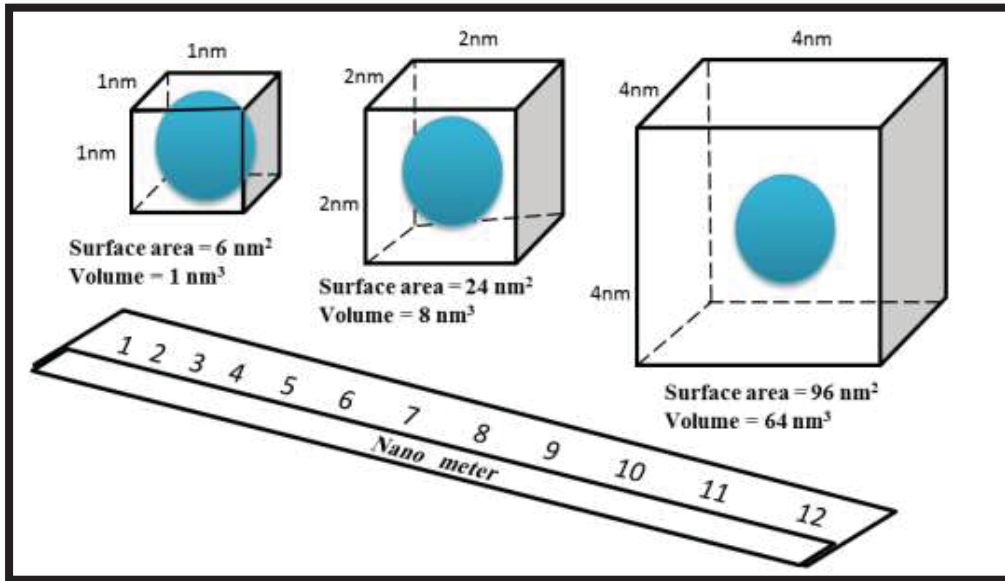
(2-1) الجسيمات النانوية

Nanoparticles (NPs)

الجسيمات النانوية هي جسيمات تتكون من عدد معين من الذرات ويشير لفظ الجسيمات النانوية إلى كون جميع ابعادها الثلاثة في حجم النانومتر، وبسبب انخفاض حجم العناصر المكونة للمواد ذات البنية النانوية تظهر الجسيمات النانوية الخصائص الالكترونية والمغناطيسية والكيميائية المثيرة للاهتمام والتي تختلف عن تلك الموجودة بعناصرها في حجمها الكبير. ان هذا النوع من الجسيمات النانوية يظهر بقوة متزايدة وصلابة ومقاومة كهربائية أعلى وكثافة منخفضة مقارنة بحجمها الكبير بسبب تأثير الحصر الكمي (quantum confine) [5] . ان الجسيمات النانوية تكون في هياكل شكلية متنوعة قد تكون كروية (Spherical) ومثلثية (Triangular) ومكعبة (Cubical) وعلى شكل قضبان (Rod) وإهليلجي (Ellipsoidal) وغيرها من الأشكال الاخرى [6] . يمكن تصنيف الجسيمات النانوية وفقا

لتركيبها الكيميائي إلى العضوية (organic) وغير العضوية (inorganic) والجسيمات العضوية، قد تتضمن الكربون [1].

إنَّ مصطلح الغروي (Colloid) هو تعليق الجسيمات في مدى حجم من (1) نانومتر إلى عدة مئات من المايكرومتر في المحلول او السائل ويستخدم المصطلح عنقود (Cluster) للجزيئات النانوية الصغيرة التي لها تركيبة محددة بشكل جيد وتركيب بلوري سطحي محدود من الذرات والجزيئات التي ترتبط بأواصر فلزية او تساهمية او ايونية او هيدروجينية [2]. إنَّ الجسيمات النانوية الناتجة عن طريقة الاستئصال بالليزر النبضي في السوائل (□□□□) هي مناسبة للتطبيقات الطبية الحيوية عندما يتم انتاجها في السوائل وهذه الميزة للاستئصال جعلتها تقنية فريدة من نوعها لإنتاج الجسيمات النانوية [3]. إنَّ المعادن النانوية كانت تستخدم من قبل الثقافات القديمة في مصر وروما في الاعمال الفنية المدهشة [4]، إذ أن العلاقة بين مساحة السطح المحددة ونسبة السطح إلى الحجم تزداد بشكل كبير مع انخفاض حجم المادة، كما في الشكل (1-1) يبين مخطط توضيحي لعملية الزيادة في مساحة السطح نسبة للحجم [11].



الشكل (1-1) مخطط توضيحي لعملية الزيادة في مساحة السطح نسبة للحجم [11].

□ etal nanoparticles

□1) الجسيمات النانوية المعدنية

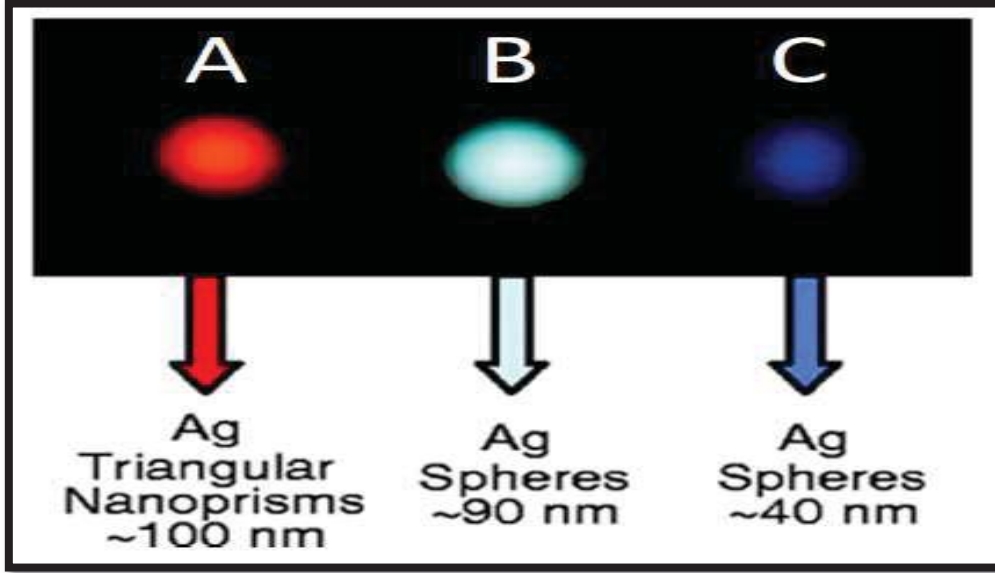
أن من المعروف عن المعادن النبيلة السائبة توصيليتها الحرارية والكهربائية العالية، والخصائص الميكانيكية المحددة، والانعكاسية العالية للإشعاع الساقط. هذه الخصائص سببها بنيتها البلورية ووجود الإلكترونات غير المتمركزة ووجود الغاز الإلكتروني ومع انخفاض سمك الأغشية المعدنية ويمكن ملاحظة خصائص جديدة للمادة. إذ ان الخصائص البصرية ليست استثناء ويمكن رؤية التحول الكبير في ظهور مادة من التركيب نفسه لكن ببنية نانوية مختلفة [12]، وعموماً ان الجسيمات النانوية المستمدة من المعادن النبيلة كالفضة قد ولدت اهتماماً كبيراً بسبب الرنين البلازموني القوي [13]، فعندما تنتشتت هذه الجسيمات في وسط سائل تظهر ألواناً مكثفة. لأن لها ميزة الرنين البلازموني السطحي، والذي يمكن أن يُعزى إلى التذبذب الجماعي للإلكترونات التوصيل الناجمة عن مجال كهرومغناطيسي. والرنين السطحي للجسيمات المعدنية النانوية الحجم يختلف عن المواد السائبة ويعتمد بشدة على حجم وشكل ودرجة تجمع الجسيمات النانوية، وكذلك الخصائص العازلة للوسط المحيط [14].

□ilver nanoparticles

□1) جسيمات الفضة النانوية

تمتلك الفضة خصائص مادية رائعة وهي منخفضة التكلفة بوصفها مورداً ذا وفرة طبيعية وقد تم تقييد استخدام المواد النانوية القائمة على الفضة بسبب عدم استقرارها، مثل الأوكسدة في السوائل المحتوية على الأوكسجين لذلك هي ذات إمكانات غير محقق فيها مقارنة بجسيمات الذهب النانوية المستقرة نسبياً وتم التحقق فيها على نطاق واسع بسبب خصائصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية المتفوقة، وينبع تفوقها بشكل رئيس من الحجم والشكل والتركييب وبنيتها البلورية وبنية جسيمات الفضة النانوية مقارنة بأشكالها السائبة [15]. أصبحت جسيمات الفضة النانوية محط اهتمام لأنها تؤدي دوراً مهماً في النظم البيولوجية والكائنات الحية والطب وفي الصناعة الطبية الحالية، وقد وجد أنها تكون مفيدة جداً في منع العدوى للحروق والجروح المفتوحة. كما تم الكشف عن جسيمات فضة نانوية تمتلك نشاطاً مضاداً للفطريات ومضاداً للفيروسات [16]. وعلى مقياس المايكرو تبدو الفضة دائماً بلونها الفضي المعروف ولكن كمحاليل الجسيمات النانوية الفضية يمكن أن يكون لها العديد من الألوان، لأن في الجسيمات النانوية الفضية تتذبذب الإلكترونات بشكل جماعي. هذه التذبذبات تؤثر على كيفية تفاعل الضوء مع الجسيمات النانوية، وتعتمد التذبذبات المحددة على حجم الجزيئات وشكلها لذلك فإن الجزيئات من مختلف الأحجام لها ألوان مختلفة [17]. تعتمد الخصائص البصرية أيضاً على حجم الجسيمات النانوية، إذ تمتص الكرات النانوية الضوء وقيم الامتصاص لها تكون قريبة من 400 نانومتر، والجسيمات النانوية الأكبر تزيد التشتت والتي تتجه إلى اللون الأحمر. إن أكبر التحولات في المنطقة تحت الحمراء من الطيف

الكهرومغناطيسي يتحقق عن طريق تغيير شكل جسيمات النانو إلى قضبان أو الواح [1]. والشكل (2-1) يبين مخطط توضيحي لاختلاف الحجم والشكل لجسيمات الفضة النانوية [1].



الشكل (2-1) مخطط توضيحي لاختلاف الحجم والشكل لجسيمات الفضة النانوية [1].

literature studies

(1-1) الدراسات السابقة

❖ قام الباحث (Li) في عام (2010) بتحضير الجسيمات النانوية باستخدام اهداف معدنية من الذهب والفضة عالية النقاوة المغمورة في محلول مائي ثنائي التقطير (DI water) و في محاليل أخرى باستخدام ليزر (Nd:YAG) ذو الطول الموجي (532-1064 nm) بطريقة الاستئصال بالليزر النبضي. تم حساب أفضل معاملات للتحضير التي حسنت من كفاءة الجسيمات النانوية الناتجة بطريقة الاستئصال وهذه المعاملات هي عدد نبضات الليزر، إذ كانت pulse (1-5) وطاقة الليزر كانت m^2 (5-6) وعمق السائل فوق القطعة المعدنية (mm) (1-5) وكثافة طاقة الليزر كانت (4-5) cm^2 على التوالي بالنسبة لجسيمات الفضة والذهب النانوية وكان افضل طول موجي لإجراء التبخر الانفجاري عند (164 nm) [2].

❖ قام الباحث (Khangā et al.) في عام (2011) بفحص النشاط المضاد للميكروبات لجسيمات الفضة النانوية الغروية المحضرة بطريقة (sol-gel) ، وتم تحديد التعكر واللزوجة ودرجة الحموضة للمحاليل الغروية. إذ تم قياس حجم جسيمات الفضة النانوية بواسطة قياس مجهر القوة الذرية (AFM). تم تنفيذ الحد الأدنى لقيمة التركيز المثبط (MIC) لمقاومة المحلول الغرواني لاختبار الكائنات الحية الدقيقة (Escherichia coli) و (Staphylococcus aureus) و (Candida albicans) و (Bacillus subtilis) و (Salmonella typhimurium) و (Pseudomonas aeruginosa) و (Legionella pneumophila) بواسطة طريقة Broth microdilution. وجد أن جزيئات الفضة النانوية تثبط نمو وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة المختبرة. تم حساب قيمة p_{50} وكانت من (4.1-4.6) وكذلك تم حساب لزوجة محلول الفضة وكانت تساوي تقريباً (2.55 Pa·s). عن طريق (sol-gel) إذ يمكننا الحصول على جزيئات نانوية صغيرة جداً بدون أهمية تلوث أسطحها ، مما يجعلها نشطة للغاية ضد الكائنات الحية الدقيقة [21].

❖ قام الباحثان (Li et al.) في عام (2011) بتحضير جسيمات الفضة النانوية باستخدام الليزر النبضي (Nd:YAG) بطول موجي nm (640) وزمن ns (1) والطاقة (100-1000) mJ في الماء المقطر والمنزوع الايونات وكانت الجسيمات النانوية الناتجة للفضة بحجم يتراوح من (5-50) nm مع شكل كروي [22].

❖ قام الباحثون (Amiri et al.) في عام (2011) بتحضير الجسيمات النانوية باستخدام الفضة عالية النقاوة بطريقة الاستئصال بالليزر في محلول الايثانول ثم تم تشيع الجسيمات النانوية المعدنية للفضة باستخدام ليزر (Nd:YAG) بالطول الموجي (532 nm) وأظهرت الصور المجهرية بالمجهر الإلكتروني النافذ (TEM) عن تكون تراكيب كبيرة في الايثانول مثل القضبان الميكروية (Micro Rods) والأحزمة الميكروية (Micro Belts)، وقد يبلغ عرض تلك الأحزمة التي تم الحصول عليها حوالي $0.166 \mu m$ وطول (1.472 μm). السبب في تكون مثل هذه التراكيب هو ميل الجسيمات النانوية إلى التجمع في الايثانول قبل التشيع مما يسبب اندماج الجسيمات النانوية [23].

❖ قام الباحث (Nanā et al.) في عام (2013) بترسيب أغشية أكسيد الفضة الرقيقة على ركائز زجاجية عند درجة حرارة 50 درجة مئوية بواسطة تقنية ترسيب الحمام الكيميائي تحت أوقات

ترسيب مختلفة باستخدام مادة نقية $AgNO_3$ و ثلاثي إيثانول أمين كعامل معقد. يُظهر التحليل الكيميائي القائم على تقنية EDS وجود g و g عند مستويات الطاقة المناسبة. أظهرت السمات المورفولوجية التي تم الحصول عليها من (SEI) أن تراكيب gx تختلف مع تغير وقت الترسيب. أظهر حيود الأشعة السينية وجود قمم g_2 و g في التركيب. إذ زادت فجوة النطاق المباشر ومعامل الانكسار مع زيادة وقت الترسيب وكان في نطاق (1.64-1.5 فولت و 1.2-2.0) على التوالي. تشير قيم فجوة النطاق ومعامل الانكسار التي تم الحصول عليها إلى التطبيقات الممكنة في الأنظمة الكهروضوئية والحرارية الضوئية. تم دراسة دور زمن الترسيب في أغشية أكسيد الفضة الرقيقة المحضرة بطريقة ترسيب الحمام الكيميائي. تشكلت أكاسيد الفضة، كما يتضح من حيود الأشعة السينية. سيطر g في وقت التراجع الأعلى. تظهر الدراسات البصرية أن الأفلام الشفافة نسبياً في المناطق المرئية والقريبة من الأشعة تحت الحمراء تتشكل في الأعلى [24].

❖ قام الباحث (hlat et al.) عام (2014) بتحضير جسيمات الفضة النانوية (gNs) بنجاح باستخدام طريقة (sol – gel) عن طريق تلدين العينة عند ($55^\circ C$) لمدة (3 min). تم فهم الآلية الفيزيائية لتراكيب مجموعات الفضة في مصفوفة السيليكا المكثفة فيما يتعلق بالمعالجة الحرارية. تم تأكيد وجود معدن الفضة في مصفوفة السيليكا عن طريق تحليل حيود الأشعة السينية (R) وصورة المجهر الإلكتروني النافذ (TE) للعينات وتم تحديد متوسط حجم الجسيمات النانوية المشتتة في مصفوفة السيليكا على أنها (1 nm) بواسطة تقنية حيود الأشعة السينية (R). وقد تميزت المركبات النانوية المصنعة أيضاً بالتحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية المرئية مع ذروة في أطراف الامتصاص عند حوالي (3 nm) بسبب التحول الأزرق وتأثير معامل الانكسار المحلي. بدون تلدين عينات السيليكا ، لا تظهر أطراف الامتصاص أي ذروة حول 375 نانومتر. تم حساب حجم الجسيمات وكانت (8 nm - 25 nm) بواسطة قياس المجهر الإلكتروني النافذ (TEM). وان الحجم الأصغر (10 nm) وذات شكل كروي. تم أيضاً إجراء قياس التحليل الطيفي (FTIR) للأنواع الثلاثة من العينات المحضرة في درجات حرارة مختلفة (درجة حرارة الغرفة ، 450 و 500). قدمت هذه الأطياف تحديد المجموعات الكيميائية المختلفة في العينات المحضرة. لقد اتفقت حجم الجسيمات الفضة النانوية (AgNPs) بواسطة نتائج قياس كل من XRD و UV-Visible و TEM جيداً مع بعضها البعض [25].

❖ قام الباحث (R. S. Lee) في عام (2014) باستخدام ليزر (N₂A) ذو النبضات القصيرة بتحضير دقائق الفضة النانوية كعوالق في الماء المقطر المنزوع الأيونات، إذ تم الكشف عن تكون دقائق الفضة النانوية بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح وقم منحنيات الامتصاص لهذه الدقائق وقد وجد الباحث أن لها فعالية ضد بعض أنواع البكتريا المضرّة على جسم الانسان وبين أيضاً أن هذه الدقائق تزيد من فعالية بعض المضادات الحيوية عند اضافتها لها وأن تأثير هذه الدقائق على البكتريا يعتمد على تركيزها في المحلول الغروي اضافة الى حجمها النانوي، إذ انها اذا كانت بحجم اقل من (25 nm) وتركيزها (50) µ/ml سيكون لها تأثير جيد على بكتريا من النوع الموجب والسالب الغرام وبين ألباحث عن طريق هذه الدراسة أن أكثر أنواع البكتريا التي تم دراستها أظهرت تحسناً لدقائق الفضة النانوية هي (*Proteus*) إذ أن قطر الامتناع لها هو (15) mm اما اقل تركيز قاتل للبكتريا فكان لنوع (*Staphylococcus*) وهو (0.4) µ/ml [2].

❖ قام الباحثون (Silva) في عام (2014) بتحضير أغشية من أكسيد الفضة بدرجات سمك مختلفة بواسطة تحلل الرش الكيميائي. تم تسجيل أطياف النقل والامتصاص لدراسة تأثير زيادة السماكة على بعض المتغيرات الضوئية مثل الإنعكاس ومعامل الانكسار وثابت العزل الكهربائي في جزئيه. تكشف هذه الدراسة أن كل هذه العوامل تؤثر بزيادة السماكة. إذ يزداد امتصاص الأغشية مع زيادة سماكة الأغشية، وتزداد شفافية الأغشية مع زيادة السماكة أيضاً، وتتحول الذروة عند الطاقة المنخفضة مع الزيادة السمك أيضاً، وتظهر النتائج أن الزيادة السريعة في الامتصاص في الطاقة العالية، وهذا يشير إلى الانتقال الإلكتروني، وهذه الزيادة مستمرة مع زيادة طاقة الفوتون [2].

❖ قامت الباحثة (Al-Abadi) في عام (2014) بتحضير مسحوق الفضة النانوية بتقنية (sol-gel) بنجاح وتم باستخدام نترات الفضة (AgNO₃) ويضاف لها سترات الصوديوم (Na₂CO₃) كعامل مختزل وتم خلط المحاليل باستخدام محرك مغناطيسي (Magnetic) وتسخينها وبعدها تم استخدام آلة الطرد المركزي (centrifuge) لكي يتم فصل الفضة النانوية عن المحلول ثم تجفيفها بدرجة حرارة (40 °C) ولمدة (24) ساعة. أجرى قياس الخصائص التركيبية لمسحوق الفضة المحضرة باستخدام جهاز حيود الشعبة السينية (XRD) إذ أظهرت نتائج حيود الاشعة السينية إن الفضة النانوية ذات تركيب مكعب متمركز الوجه (FCC). تم حساب الحجم الحبيبي للعينات المحضرة باستعمال معادلة شيرر و كان متوسط الحجم الحبيبي من (8-50 nm)، وكذلك تم حساب كل من الكثافة الكتلية وعامل التشكيل وكثافة الانخلاعات والمساحة السطحية للحبيبات

النانوية. وكذلك تم إجراء قياس المجهر القوة الذرية (AFM) للعينات المحضرة وكان متوسط الإقطار الجسيمات النانوية يتراوح بين (5 nm - 84 nm) وكان متوسط ارتفاعها ما بين (502 nm - 154 nm) [28]

❖ قام الباحثون (Nishi et al) في عام (2010) بتحضير الجسيمات النانوية للفضة باستخدام ليزر (Nd:YAG) بطريقة الاستئصال لمعدن الفضة النقي المغمور في الماء المقطر باستخدام طاقات مختلفة لليزر (100 mW) باستخدام P (200) و قاموا الباحثون بدراسة تأثير شروط التحضير على الخصائص التركيبية ومن ثم دراسة تأثير الجسيمات النانوية على معدل قتل نوعيين من البكتريا وهي العنقوديات والقولونية [29]

❖ قام الباحث (Nishi et al) في عام (2010) بإجراء بسيطاً ومريحاً لتحضير جزيئات الفضة النانوية بواسطة (NaOH) في حمام كيميائي ثم غسلها. تم تصنيع الجسيمات النانوية الفضية بتقنية (s-gel) في وجود (NaOH) والهيدرازين كعامل اختزال في الماء عند درجة حرارة الغرفة. تميزت بنية وحجم حبيبات الجسيمات المحضرة بالمجهر الإلكتروني الماسح (SEM) وحيود الأشعة السينية (XRD). تم تحضير العينات جميعها في درجة حرارة الغرفة ، باستخدام الماء كمذيب. من نمط (XRD) حصلنا على التبلور وكان موضع المستوى البلوري للجسيمات المحضرة مشابهاً لنمط الفضة النانوية القياسي وكان متوسط حجم الجسيمات (11 nm). لوحظ من خلال قياس (SEM) أن الجسيمات متجانسة وذات حجم موحد في نطاق النانو للأسطح الخالية من التشققات مع حبيبات منتظمة الشكل بدون أي شوائب وذات بنى بلورية من النوع المكعب (Fm3m) [30]

❖ قام الباحثون (Alm-Reine) في عام (2018) بإنتاج جسيمات الفضة النانوية بطريقة الاستئصال بالليزر (Nd:YAG) لهدف من معدن الفضة النقية المغمورة في ماء مقطر بعمق (10) mm وعند الطول الموجي لليزر المستخدم (104) nm وطاقة (204) mW وبزمن نبضة (1) ns ومعدل تكرار (10). وقام الباحثون بدراسة التغيرات بالخواص البصرية للمحاليل الغروية عن طريق استخدام التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية (UV-Vis)، والذي أظهر أن ذروة مميزة تعزى إلى جسيمات الفضة النانوية الكروية [31].

❖ قام الباحث (Abe et al) في عام (2010) بتحضير جزيئات الفضة النانوية بطريقة (AgNO₃ - NaOH) باستخدام (AgNO₃) وحمض الستريك. وتم تحضير الجسيمات النانوية للفضة في درجات حرارة متعددة من التكرار (500 ، 100 ، 200 °C). تم استخدام ثلاثة نماذج

(UDM) ، وهي نموذج تشوه الموحد (UDM) ، ونموذج تشوه الإجهاد الموحد (U σ DM) و (U σ DM) ونموذج كثافة طاقة التشوه الموحد (UDEDM) ، لحساب بعض معلمات البنية المجهرية، مثل إجهاد التشوه (σ) ، والانفعال (ϵ) ، وحجم البلورة (D) وكثافة طاقة التشوه (U) من قياس حيود الأشعة السينية من مسحوق الفضة النانوي وذات طور مكعب متمركز الوجه (FCC) [2].

❖ قام الباحثون (حميد وجماعته) في عام (2020) بتحضير المحاليل الغروية لجسيمات الفضة النانوية باستئصال الليزر النبضي (10 μ m) نانومتر من الطول الموجي لليزر نوع N λ A في السائل (P λ A). بدون أي توتر سطحي ، تم الاحتفاظ باستئصال الهدف الفضي عالي النقاء والمغمور في الماء المقطر بطاقة ليزر مختلفة (500-800) مللي جول بتردد (1) هرتز وعرض نبضة (10) نانوثانية نبضة ليزر ثابتة (100). تميزت أجهزة AgNP المعدة بالمجهر الإلكتروني لمسح الانبعاث الميداني (FE μ EM) ، والتسجيل البصري باستخدام مقياس الطيف المرئي للأشعة فوق البنفسجية. تمت دراسة تأثير جزيئات الفضة النانوية على تثبيط خطوط الخلايا السرطانية M λ F- وبينت الدراسة تأثير التراكيز المختلفة لمحاليل جسيمات الفضة النانوية على نمو الخلايا إذا كانت نسبة التثبيط 50 عند التركيز 100 mg [3].

❖ قام الباحثان (e μ) في عام (2020) بترسيب أغشية رقيقة من أكسيد الفضة على ركائز من السيليكون والزجاج باستخدام تقنيات التبخير الحراري مع التلدين اللاحق في الهواء. تم تلدين الأفلام المترسبة في الهواء عند درجات حرارة مختلفة. تم ايضاً دراسة تأثير درجة حرارة التلدين على الخصائص التركيبية والبصرية للغشاء الرقيق المحضر. أظهرت النتائج أن درجة حرارة التلدين لها تأثير على معدل الأكسدة والخواص البصرية لأغشية أكسيد الفضة الرقيقة ، باستثناء الحبوب المؤكدة [4].

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □

(□□□) هدف البحث

تهدف الدراسة الحالية الى تحضير جسيمات الفضة النانوية AgNPs بطريقة الاستئصال بالليزر النبضي في السائل (PLAL)، وكذلك تحضير دقائق الفضة النانوية بطريقة المحلول الغروي ذات الأحتراق التلقائي (Sol-Gel) ودراسة الخواص البصرية والتركيبية لجسيمات الفضة النانوية ومعرفة طبيعتها السطحية المحضرة في الماء المقطر وتوظيف كل منها في المجال البيولوجي ودراسة مدى تأثير هذه الجسيمات على بعض انواع البكتيريا المختبرة .