## الملخص العربي

تهتم هذه الرسالة بدراسة تحضير وتوصيف جسيمات الذهب والفضة وكبريتيد الزنك ومركب مكون من الفضة وكبريتيد الزنك في صورة (لب-قشرة) في الصورة النانوية. تم تحضير هذه المواد بأحجام وأشكال مختلفة ودراسة خصائصها وتأثيرها على الخلايا الشمسية.

**اقتضت طبيعة البحث إلى تقسيم الرسالة لأربعة فصول على النحو الآتي:**

**الفصل الأول:**

وهما مقدمة عامة حول المواد النانوية وعدد من الدراسات احتوى هذا الفصل على جزئين رئيسين السابقة المتعلقة بالبحث. ابتدأ هذا الفصل بنبذة مختصرة لتاريخ المواد النانوية وبعدها عرض مقدمة للمواد النانوية ثم انتقل لطرح بعض المصطلحات الهامة ثم توصيف المواد النانوية بحسب المنشأ والابعاد والشكل الخارجي والتركيب. أيضاً تم ذكر أهم العوامل التي تؤثر في المواد النانوية كتأثير الكم الحصري ونسبة مساحة السطح إلى الحجم. كذلك تم استعراض طرق تصنيع المواد النانوية وتحضيرها بحسب الهيكل البنائي والمواد الأولية. كما تمت الإشارة إلى بعض تطبيقات المواد النانوية. بالإضافة إلى ذلك تم سرد مجموعة من الدراسات السابقة فيما يخص تحضير الذهب والفضة وكبريتيد الزنك ومركبات (الفضة/كبريتيد الزنك) في صورة (لب-قشرة) في مدى النانو وتطبيقاتها في الخلايا الشمسية. اختتم هذا الفصل بإيجاز خطة العمل بشكل مختصر.

**الفصل الثاني:**

في هذا الفصل تم مناقشة وشرح الأسس النظرية التي بني عليها عمل الأجهزة المستخدمة لتوصيف المواد النانوية، مثل: التحليل الطيفي للأشعة المرئية والفوق بنفسجية، والمجهر الالكتروني النافذ،

وتشتت الضوء الديناميكي، وحيود الأشعة السينية، والتحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء، وفي ختام هذا الفصل تم ايجاز مبدأ عمل الخلية الشمسية وذكر أجيالها والعوامل التي تؤثر في كفاءتها.

**الفصل الثالث:**

في هذا الفصل تم ذكر المواد الكيميائية وتوضيح الطرق المعملية المستخدمة لتحضير جسيمات الذهب والفضة وكبريتيد الزنك النانوية ومركب الفضة/كبريتيد الزنك (لب-قشرة) النانوي.

أولاً: جسيمات الذهب النانوية تم تحضيرها بطريقتين مختلفتين، الطريقة الأولى: تم استخدام نسب وسيتيل بروميد الأمونيوم (CTAB) مع تغيير نسبة ($HAuCl_4.3H_2O$)ثابتة من هيدرات كلوريد الذهب بوروهيدريد الصوديوم ($NaBH_4$). الطريقة الثانية: تم استخدام نسب ثابتة من هيدرات كلوريد وبوروهيدريد الصوديوم ($NaBH_4$) مع تغيير نسبة سيتيل بروميد الأمونيوم ($HAuCl_4.3H_2O$)الذهب (CTAB).

كما تم تحضير جسيمات الفضة النانوية عن طريق تحضير محلولين، المحلول الأول: 60 مل من في الكلوروفورم مع إضافة نسب مختلفة من نترات (0.1M)سيتيل بروميد الأمونيوم (CTAB) بتركيز في محلول مائي. المحلول الثاني: 60 مل من سيتيل بروميد (1M)الفضة ($AgNO_3$) المحضرة بتركيز في الكلوروفورم مع إضافة نسبة ثابتة من بوروهيدريد الصوديوم (0.1M)الأمونيوم (CTAB) بتركيز في محلول مائي. بعد ذلك يتم خلط المحلولين بالتحريك المغناطيسي (1M)($NaBH_4$) المحضرة بتركيز (PVP)واستخدام الصوتنة الفائقة وخلال ذلك تم إضافة 0.4 مل من محلول بولي فاينيل بيرليدون بنسبة0.5%).(

كذلك تم تحضير كبريتيد الزنك بطريقتين مختلفتين، الطريقة الأولى: باستخدام نسب مولية ثابتة ) عند درجة حرارة ($ZnC_4H_6O_4$ مع تغيير النسبة المولية لخلات الزنك ($Na_2S$)من كبريتيد الصوديوم وخلات الزنك ($Na_2S$)ثابتة. الطريقة الثانية: باستخدام نسب مولية ثابتة لكل من كبريتيد الصوديوم ($ZnC_4H_6O_4$)] عند درجات حرارة مختلفة [100-50°C].

أما بالنسبة لمركب الفضة/كبريتيد الزنك (لب-قشرة) النانوي، فقد تم تحضيره على مرحلتين، المرحلة الأولى: تحضير جسيمات الفضة النانوية عن طريق استخدام 240 مل من حمض الأسكوربيك ($C_6H_8O_6$) بتركيز ($5X10^{-4}M$) واضافة 2.4 جرام من بولي فاينيل بيريليدون (PVP) والتحريك المغناطيسي لمدة 15 دقيقة ثم إضافة 4.2 مل من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بتركيز (0.1M) والتحريك المغناطيسي لمدة 5 دقائق، ثم إضافة 2.4 مل من نترات الفضة ($AgNO_3$) بتركيز 30 درجة مئوية ثم عند درجة حرارة°والتحريك لمدة 15 دقيقة في حمام مائي عند درجة حرارة (0.1M) درجة مئوية. المرحلة الثانية: تحضير المركب عن طريق استخدام نسب ثابتة من خلات الزنك 80° ($Na_2S$) وكبريتيد الصوديوم (PVP) وبولي فاينيل يرليدون ($NH_4NO_3$)) ونترات الأمونيوم ($ZnC_4H_6O_4$ مع تغيير كمية محلول جسيمات الفضة النانوية المعدة مسبقاً في وحمض الأسكوربيك ($C_6H_8O_6$) المرحلة الأولى.

إضافة إلى ما سبق، تم شرح طرق تحضير العينات لتوصيفها. كذلك تم استعراض مكونات أجهزة التوصيف مثل: التحليل الطيفي للأشعة المرئية والفوق بنفسجية، والمجهر الالكتروني النافذ، وتشتت الضوء الديناميكي، وحيود الأشعة السينية، والتحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء، ومنحنى (التيار-الجهد) وطريقة طلاء الخلايا الشمسية.

**الفصل الرابع:**

خلال هذا الفصل تم عرض وتفسير النتائج التي تم الحصول عليها من العينات النانوية التي تم تحضيرها سابقاً، حيث تمت دراسة أطياف الأشعة المرئية وفوق البنفسجية لجسيمات الذهب النانوية عند قياس قمم طيف الامتصاص لها ظهرت شرائط مميزة لرنين السطح البلازموني (SPR) لعينات الذهب التي تم تحضيرها (527 nm, 526 nm, 526 nm, and 526 nm)عند الأطوال الموجية لجميع عينات الذهب المحضرة (528 nm) ، كما ظهرت عند AuNPs(S1-S4) بالطريقة الأولى استنتجنا من ذلك أن زيادة تركيز بوروهيدريد الصوديوم AuNPs(S5-S8)بالطريقة الثانية ($NaBH_4$) وسيتيل بروميد الأمونيوم (CTAB) لا تؤثر في تغيير حجم الجسيمات لكن تأثيرها واضح في أما بالنسبة لعينات الفضة النانوية .(FWHM)زيادة كامل عرض النطاق عند منتصف الارتفاع 414 nm, 413 nm, 415 nm, 417)فالشرائط المميزة لرنين السطح البلازموني (SPR) ظهرت عند يظهر لنا من النتائج أنه كلما انزاحت الأطوال AgNPs (S9-S13) للعينات (nm, and 425 nm الموجية لقيم أعلى يزداد حجم الجسيمات، نستدل من ذلك أنه كلما زاد تركيز نترات الفضة ($AgNO_3$) أثناء عملية التحضير يزداد حجم الجسيمات وذلك نتيجة لزيادة عدد أيونات الفضة مما كذلك، جسيمات كبريتيد الزنك يؤدي إلى انخفاض عدد الجسيمات المتكونة مع زيادة حجمها. وعند (305 nm, 289 nm, 287 nm, 284 nm, and 283 nm)النانوية أظهرت قمم امتصاص عند ، أيضاً تم حساب فجوة الطاقة الطيفية (308 nm, 307 nm, 304 nm, 303 nm, and 300 nm) 4.77) وعند (4.66 eV, 4.78 eV, 4.92 eV, and 4.93 eV)) حيث كانت عندTauc's plotعن طريق ( للعينات المحضرة عند تراكيز مختلفة (eV, 4.74 eV, 4.75 eV, 4.74 eV, 4.73 eV, and 4.66 eV , ZnS(S19-S23) و للعينات المحضرة عند درجات حرارة مختلفة (ZnS(S14-S18لخلات الزنك

على التوالي. يظهر من النتائج ان هناك تناقص في قيم الطول الموجي وهذا يعني تضاءل في حجم الجسيمات لذلك من المفترض أن قيم فجوات الطاقة تتزايد مع تناقص حجم الجسيمات وهذا يظهر نتائج عينات المركب المكون بشكل جلي في نتائج الطريقة الأولى لتحضير جسيمات الزنك النانوية. من الفضة /كبريتيد الزنك (لب-قشرة) النانوي تظهر شريط امتصاص مميز لرنين السطح البلازموني وقمم امتصاص المركب AgNPs(S25) للعينة (408 nm)(SPR) للفضة المعدة في المرحلة الأولى عند للعينات المحضرة باستخدام كميات مختلفة من (450 nm, 469 nm, and 498 nm)ظهرت عند هناك تزايد في الطول الموجي مع ازدياد تركيز محلول ZnS (S26-S28) محلول الذهب النانوي الفضة النانوي مما يعني أنه مع زيادة تركيز الفضة يزداد حجم الجسيمات، أيضاً اتساع نطاق المنحنى يؤكد تكون المركب في صورة (لب-قشرة) في مدى النانو.

تم فحص بعض العينات باستخدام المجهر الالكتروني النافذ من خلال هذا الفحص تم التعرف على أشكال وأحجام وتوزيع الجسيمات النانوية. جميع جسيمات الذهب النانوية ظهرت في شكل كروي ماعدا عدد قليل ظهر على هيئة مثلثات وسداسي الزوايا والتي ظهرت في عينة الذهب AuNPs(S7). تم حساب حجم الجسيمات بواسطة برنامج (ImageJ) وكانت متوسط الاحجام التي حصلنا عليها من AuNPs(S3), لعينات الذهب النانوية [(7 nm, 7 nm, and 10 nm)خلال توزيع جاوسيان كالتالي كانت في صورة نقط AgNPs(10)]. جسيمات الفضة النانوية للعينة AuNPs(S4), and AuNPs(S7) يغلب على جسيماتها الشكل AgNPs(S11)غامقة مع متوسط حجم (2nm)، أما بالنسبة للعينة رقم الكروي ولها توزيع عشوائي مع متوسط حجم (4nm). كذلك، عينات كبريتيد الزنك النانوية أكدت النتائج تكون الجسيمات في شكل كروي وانقسمت الصور إلى جزئين توزيع منخفض وتوزيع مرتفع ZnSNPs(S14), للعينات [(5 nm, 3 nm, 3 nm, and 3 nm)ومتوسط الحجم كالتالي

]. ظهر لنا في عينات الفضة/كبريتيد الزنك (ZnSNPs(S18), ZnSNPs(S19), and ZnSNPs(S22
) مما shell) والقشرة (coreالنانوية تكون الجسيمات في صوة كروية مع ظهور اختلاف في لون اللب (
(27 nm, 81 nm, and 177 nm)يؤكد احتواء المركب على مواد مختلفة، متوسط حجم الجسيمات
على التوالي..[(Ag/ZnS(S26-S28]للعينات

كما بينت نتائج تشتت الضوء الديناميكي نتائج لحجم العينات أيضاً، متوسط حجم العينات كان
(33.03 nm, 23.46 nm, and 30.26 nm) لعينات الذهب النانوية [AuNPs(S3), AuNPs(S4), and
AgNPs(S10) and لعينات الفضة النانوية [(87 nm and 77.68 nm)، و [AuNPs(S7)
لعينات كبريتيد الزنك النانوية (11.74 nm, 132.9 nm, and 315.9 nm)]، و AgNPs(S11)
]ZnSNPs(S14), ZnSNPs(S19), and ZnSNPs(S22) و ،(39.04 nm, 127.8 nm, and 48.39)]
Ag/ZnS(S26), Ag/ZnS(S27), and لعينات الفضة/كبريتيد الزنك (لب-قشرة) النانوية [(nm
] على التوالي. التغير الكبير بين قياسات الحجم في المجهر الالكتروني النافذ وتشتت (Ag/ZnS(S28
الضوء الديناميكي منطقي، لأسباب عدة منها أن الكمية المقاسة في تشتت الضوء أكثر بكثير مما تم
قياسه بواسطة المجهر الالكتروني النافذ أيضاً شدة حساسية تشتت الضوء للأشكال غير الكروية
كذلك، المجهر الالكتروني يقيس المواد المعدنية (الغير عضوية) في الجسيمات فقط بعكس تشتت
الضوء الديناميكي الذي يقيس المواد العضوية والغير عضوية للجسيمات.

تم تطبيق حيود الأشعة السينية على جسيمات الذهب والفضة وكبريتيد الزنك. تم حساب الحجم
38)°البلوري بواسطة معادلة شيرير. احجام بلورات جسيمات الذهب النانوية عند زاوية الحيود (
9.94 nm,)، وكانت عند [AuNPs(S1-S3)] للعينات (21.48 nm, 33.57 nm, and 30.74 nm)كانت
] على التوالي. أما بالنسبة للحجم البلوري AuNPs(S5-S7) للعينات [(8.25 nm, and 8.59 nm

37(8.08 nm, 7.89 nm, 8.12 nm, 12.42 nm, and 8.23 nm)] كانت لجسيمات الفضة النانوية عند زاوية الحيود ( على التوالي. كبريتيد الزنك النانوي عند زاوية الحيود AgNPs(S9-S13) للعينات [( ظهرت الاحجام 28(2.83 nm, 2.18 nm, 2.19 nm, 2.15 nm, and 2.14 nm) للعينات ( وكانت ZnSNPs(S14-S18)] (2.83 nm, 4.04 nm, 3.97 nm, 3.92 nm, 3.76 nm, and 4.17 nm)] على التوالي.[ZnSNPs(S19-S23), and ZnSNPs(S24)]للعينات

نتائج تحليل الطيف للأشعة تحت الحمراء بينت الترابط الكيميائي بين المواد النانوية المحضرة ). عينات الذهب النانوية أظهرت شريط capping materialsوالمجموعات الوظيفية للمواد المثبتة ( نتيجة ارتباط جسيمات الذهب مع مجموعة $C - N^+$ 1481 $cm^{-1}$نفاذي مميز عند العدد الموجي الازاحة التي ظهرت الأمونيوم.كذلك، بروميد سيتيل جزيئات في الموجودة (CTAB). نتيجة مشاركة ذرة النيتروجين الموجودة في بولي 1346 $cm^{-1}$للشريط النفاذي عند العدد الموجي في تكوين جسيمات الفضة النانوية. كذلك ظهور أشرطة نفاذية عند (PVP)فاينيل يرليدون لعينات كبريتيد الزنك تدل على ارتباط الزنك بالكبريتيد $Zn - S$. 925 $cm^{-1}$و 1004 $cm^{-1}$القيم أما بالنسبة لمركب الفضة/كبريتيد الزنك (لب-قشرة) النانوي ظهرت عدة شرائط نفاذية تؤكد وجود جسيمات الفضة وكبريتيد الزنك مما يثبت تكون المركب.

وفي الختام تم استعراض نتائج دراسة منحنى (التيار-الجهد) للخلايا الشمسية متعددة البلورات. حيث تم طلاء الخلايا الشمسية بمادة الذهب والفضة وكبريتيد الزنك ومركب الفضة/كبريتيد الزنك ) وقياس vacuum spin coater(لب-قشرة) النانوي بواسطة جهاز الدوران السريع تحت الضغط ( ) وتيار دائرة الموصله ($I_{SC}$) والجهد الأقصى للدائرة $V_{OC}$العوامل المتغيرة فيها كجهد الدائرة المفتوحة ( ). تم مقارنة الخلايا التي تم $\eta$($V_m$) والتيار الأقصى للدائرة ($I_m$) ومعامل الامتلاء (FF) والكفاءة (

(η =14.29 %)طلاؤها بالخلية الأصل (قبل الطلاء) وكانت النتائج كالتالي كفاءة الخلية قبل الطلاء للعينات (η = 13.65 % and 13.14%)وبعد إضافة جسيمات الذهب النانوية كانت الكفاءة عند [AuNPs(7 nm) and AuNPs(10 nm)] (η = 12.57 % and)، وجسيمات كبريتيد الزنك عند ZnSNPs(2.15 nm) and ZnSNPs(3.97 nm) للعينات [(11.74%)]، ومركب الفضة/كبريتيد الزنك Ag/ZnS(177 nm للعينة ( (η = 13.02 %)(لب-قشرة) النانوي عند ، كما يظهر لنا من النتائج السابقة أن المواد النانوية لم تؤثر التأثير المنشود وهذا من الممكن أن يعزى لعدة أسباب أولها عدم انتظام توزيع الطلاء على الخلية مما سبب في انخفاض تشتت الضوء أيضاً ربما العينات كانت تحتاج إلى تسخين عند درجات حرارة مرتفعة لتبخير المياه الموجودة على سطح العينة. مما يثبت فرضيتنا، أنه عند قياس التيار الضوئي بعد فترة طويلة من قياس منحنى ( التيار-الجهد) ظهر لنا تحسن ,58.5ملحوظ في القيم وذلك بسبب جفاف العينة خلال هذه المدة. قيم التيار الضوئي كانت عند blank (silicon solar cell), Si/AuNPs (S7), للعينات [72, 75.7, 78.4, 76.3, 76.5, and 79.4 Si/AgNPs (S11), Si/ZnSNPs (S17), Si/ZnSNPs (S21), Si/Ag / ZnS (S26), and Si/Ag / ZnS (S28),. على التوالي ]