تمت دراسة تأثير الجسيمات النانوية المحضرة على تركيز النيكل المذاب في الماء من خلال تطبيقها على مرشح ويلكرسون ومن ثم تمرير تركيزات مختلفة من محلول النيكل من خلال المرشح. ولاحظنا أن هناك علاقة بين شدة الامتصاص وتركيزه؛ حيث تزداد شدة الامتصاص مع زيادة تركيز النيكل المذاب في المحلول وفقًا لقانون بيرلامبرت. إلى جانب ذلك، انخفضت شدة امتصاص محلول النيكل بعد استخدام الجسيمات النانومترية على المرشح وتم تمرير هذا عليه. وقد أشارت الدراسة أن عند التركيزات المنخفضة لعنصر النيكل فإن جسيمات الفضة النانوية وجسيمات الكوبالت النانوي ليست نشطة مثل جسيمات الذهب والحديد النانوي وقد يرجع السبب إلى السالبية الكهربية للعناصر. في المقابل، عند التركيزات العالية يكون تأثيرالكوبالت النانوي أكثر كفاءة من جسيمات الذهب والحديد والفضة النانوية على التوالي. الفكرة العامة هي أن عند التركيزات المنخفضة لعنصر النيكل فإن الجسيمات النانوية ليست نشطة على خلاف التركيزات العالية فإن الجسيمات النانوية تكون أكثر فعالية؛ هذا يعني أنه يمكن الاستفادة من الجسيمات النانوية المحضرة في تنقية المياه من العناصر الثقيلة.

أظهرت نتائج توصيف حيود الأشعة السينية في المدى (25° ~ 60°) لعينات الحديد النانوية المحضرة أن شدة قمم الحيود للجسيمات تتغير مع تغير نسبة ملح الحديد حيث يصبح شدة الحيود أكثر وضوحاً بزيادة ملح الحديد. وقد تم حساب متوسط حجم البلورات لجسيمات الحديد النانوية باستخدام معادلة شيرير، ووجد أنها 38.2 نانومتر و34.1 نانومتر و49.5 نانومتر. كما تم قياس نمط حيود الاشعة السينية في نطاق يتراوح ما بين (30° ~ 60°) لجسيمات الكوبالت النانومتري وقد أظهرت النتائج أن هناك علاقة طردية بين التركيز والشدة حيث يزداد شدة نمط الحيود بزيادة تركيز هيدروكسيد الصوديوم. بالإضافة إلى ذلك تم حساب الحجم البلوري لجسيمات الكوبالت النانوي من خلال معادلة شيرير، ووجدت أنها تعادل 32.9 نانومتر و 31.3 نانومتر و41.5 نانومتر.

أظهرت نتائج التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء لعينات الذهب النانوية المغلفة بمستخلص عصير الليمون أشرطة امتصاص عند 621 سم $^{-1}$ و609 سم $^{-1}$ و602 سم $^{-1}$ والتي تم تفسرها بالنمط الإهتزازي للمجموعة الكيميائية Au – O. في حين أن جسيمات الفضة النانوية المغلفة بمستخلص عصير الليمون اظهرت أشرطة امتصاص عند 567 سم $^{-1}$ و592 سم $^{-1}$ و587 سم $^{-1}$ وفسرت بأنها مخصصة لمجموعة Ag – O. كما اظهرت جسيمات الحديد النانوية المغلفة بالشيتوزان أشرطة امتصاص عند 642 سم $^{-1}$ و647 سم $^{-1}$ و650 سم $^{-1}$ والتي فسرت بالنمط الفيزيائي للمجموعة الكيميائية Fe – O. بينما بيَّنت نتائج التحليل الطيفي لجسيمات الكوبالت النانوية اشرطة امتصاص عند 512 سم $^{-1}$ و528 سم $^{-1}$ و532 سم $^{-1}$ وهي مخصصة للمجموعة الوظيفية Co – O. وقد تم حساب الشد الإهتزازي للأعداد الموجية بالطريقة النظرية لعدد من عينات من الجسيمات النانوية المحضرة ووجدت أن لها الاعداد الموجية 757.04 سم $^{-1}$ و778.76 سم $^{-1}$ و824.33 سم $^{-1}$ و 819.43 سم $^{-1}$ والتي خصصت للمجموعات الوظيفية Au – O و Ag – O و Fe – O و Co – O على التوالي. وأشارت تلك النتائج إلى أن هناك اختلافات بين النتائج النظرية والعملية وقد أعزيَّ السبب إلى وجود مجموعات وظيفية أخرى من الناحية العملية ترتبط مع جزيء Au – O و Ag – O و Fe – O و Co – O كما ظهرت مجموعات وظيفية في العينات مثل C – H و N – H و C – C و C = O و C – C وقد أعزيت ظهور هذه المجموعات إلى المواد المغلفة للمواد النانومترية، وقد تشترك جميع العينات في أن لها اشرطة امتصاص عند حوالي 3400 سم $^{-1}$ وهي مخصصة للمجموعة الوظيفية O – H والتي تتعلق بالمياه الموجودة في العينات.

تمت دراسة وتحديد اشكال العينات المحضرة عبر جهاز المجهر الالكتروني النافذ عالي الدقة HR-TEM مع تقدير متوسط حجم الجسيمات الكروية لها. وقد دلت الدراسة إلى أن جسيمات الذهب النانوية AuNPs المحضرة قد ظهرت بأشكال كروية مع أشكال هندسية مختلفة أخرى مثل ثلاثي الشكل وخماسي وسداسي وشبه منحرف ومستطيل وقضيب صغير وبيضاوي وقد تم حساب متوسط حجم جسيمات الذهب النانوية للأشكال الكروية وفقاً لتوزيع غاوس ووجد أن لها الحجم 54 نانومتر و22 نانومتر و28 نانومتر. أشارت هذه النتائج أن بعض من العينات تتوافق مع نتائج الأشعة المرئية والفوق البنفسجية والبعض الآخر قد لا يتفق، وأعزيَّ السبب إلى وجود الأشكال غير المنتظمة بجانب الأشكال الكروية التي ظهرت في الصورة. كما اظهرت نتائج المجهر الالكتروني النافذ من أن جسيمات الفضة النانوية لها توزيعاً عشوائياً يغلب عليها الشكل الكروي ناعم الحواف والسطح، كما أن لها أشكالًا هندسية أخرى مثل الشكل البيضاوي والسداسي وقد تم حساب متوسط حجم جسيمات الفضة النانوية وفقًا للتوزيع الغاوسي للجسيمات الكروية في الصورة وتبين أن له الحجم 31 نانومتر و15 نانومتر و28 نانومتر. هذه النتائج غير متوافقة مع موضع نطاق البلازمون لبيانات الأشعة المرئية والفوق البنفسجية ويمكن أن تعزى إلى التجميع الذي حدث أثناء تصوير العينات. من ناحية أخرى، تم توصيف جسيمات الحديد النانوية بعد وقبل التجفيف عبر المجهر الالكتروني النافذ وقد أظهرت النتائج توزيعاً عشوائياً للجسيمات غير المنتظمة والمتجانسة إلى جانب الأشكال الكروية. وقد تم حساب متوسط حجم جسيمات الشكل الكروي وكان له الحجم 22 نانومتر و17نانومتر و32 نانومتر للعينات بعد التجفيف و 10 نانومتر و9 نانومتر و18 نانومتر للعينات قبل التجفيف. لوحظ أن جسيمات الحديد النانوية بعد التجفيف تظهر بحجم جسيمات أكبر مما كانت عليه قبل التجفيف؛ ربما يرجع ذلك إلى تجمع الجسيمات النانوية بعد عملية التسخين. وقد بيَّنت صور جسيمات الكوبالت النانوي للعينة الأولى ظهور أشكال كروية وبيضاوية الشكل وخماسية وسداسية مع جسيمات اخرى متجمعة؛ حيث بلغ متوسط حجم الجسيمات لهذه العينة 27 نانومتر وفقاً لتوزيع غاوس. في حين ظهرت مورفولوجيا العيّنتين الأخيرتين على شكل ألياف و قضبان نانوية بنسبة الطول الى القطر مابين 5.2 ~ 8.5 نانومتر و5.6 ~ 8.33 نانومتر مع ظهور بعضاً من الجسيمات الغامضة، تكاد هذه العينتين لاتحتوي على أشكال كروية لهذا السبب تم تجاهل حساب متوسط حجم الجسيمات لها.

الفصل الرابع

في هذا الفصل، تمت مناقشة وتفسير النتائج التي تم الحصول عليها من العينات المحضرة. حيث اظهرت نتائج تحليل الامتصاص الطيفي للأشعة المرئية والفوق البنفسجية لجسيمات الذهب النانوية AuNPs في المدى (300 نانومتر - 900 نانومتر) ظهور أشرطة عند الطول الموجي 564 نانومتر و556 نانومتر و548 نانومتر، وقد فسرت هذه الأشرطة بالرنين البلازموني السطحي SPR. ولوحظ أن هناك علاقة عكسية بين نسبة مستخلص عصير الليمون وموضع نطاق رنين السطح البلازموني SPR حيث يقل الطول الموجي مع زيادة المستخلص وهذا يشير إلى انخفاض حجم جسيمات الذهب النانومترية. في حين اظهرت قياس امتصاص الأشعة المرئية والفوق البنفسجية لجسيمات الفضة النانوية AgNPs في المدى (320 نانومتر - 890 نانومتر) أشرطة عند الطول الموجي 432 نانومتر و452 نانومتر و448 نانومتر والتي فسرت ايضاً بالرنين البلازموني السطحي للفضة النانومترية. وقد لوحظ أن الطول الموجي يزداد مع زيادة تركيز نترات الفضة $AgNO_3$ للعينتين الأولى ثم تنخفض في العينة الثالثة مرة أخرى. وقد فسرت زيادة الطول الموجي للفضة النانومترية AgNPs الى زيادة ايونات الفضة Ag^+ اثناء عملية التحضير، أما بالنسبة لإنخفاض الطول الموجي مرة أخرى فقد اعزيت إلى زيادة نسبة ملح الفضه مما أدى إلى ظهور جسيمات نانوية اكثر ولكن بحجم صغير. أيضاً بيّنت نتائج التحليل الطيفي لجسيمات الحديد النانوية FeNPs في المدى (205 نانومتر - 800 نانومتر) ظهور طيف امتصاص عند الطول الموجي 336 نانومتر و340 نانومتر و344 نانومتر. وقد أشارت النتائج أن هناك علاقة طردية بين زيادة نسبة ملح الحديد وطوله الموجي كما هو معروف تقليديًا. ومن ثم فسرنا أن زيادة الطول الموجي كان بسبب زيادة ايونات الحديد في المحلول مما أدى إلى الزيادة التَّنوي بالتالي الزيادة في حجم الجسيمات النانومترية. اضافة الى ذلك، تم قياس نتائج امتصاص طيف الأشعة المرئية والفوق البنفسجية لجسيمات الكوبالت النانوية المحضرة CoNPs في المدى (250 نانومتر - 800 نانومتر) وقد اظهرت النتائج ظهور أشرطة امتصاص عند الاطوال الموجية 520 نانومتر و548 نانومتر و528 نانومتر. ولوحظ أن هناك زيادة في الاطوال الموجية للعينتين الأولى ومن ثم انخفاضها مرة أخرى. يرجع زيادة حجم الجسيمات إلى زيادة هيدروكسيد الصوديوم في المحلول والذي يعمل على تكوين الجسيمات النانوية أما الإنخفاض مرة أخرى في الطول الموجي يشير إلى تحول الجسيمات النانوية إلى قضبان وألياف نانومترية، و قد أشارت نتائج الطول الموجي إلى تكون جسيمات نانوية بأحجام وأشكال مختلفة.

الفصل الثاني

يوضح هذا الفصل الإطار النظري والأساسيات الرياضية للأجهزة المستخدمة في عمليات قياس وتوصيف جسيمات النانو المحضرة. وقد بدأ بشرح الخلفية النظرية للأشعة الكهرومغناطيسية. تلى ذلك، مناقشة جهاز مطياف الأشعة المرئية والفوق بنفسجية مروراً بمبادئ امتصاص الضوء من خلال قانون بيرلامبرت و شرح لمستويات الإنبعاثات الإلكترونية نتيجة تعرضها لهذه الأشعة. كما تمت مناقشة الأساسيات النظرية لجهاز المجهر الإلكتروني النافذ وكيفية توليد شعاع الإلكترون وطريقة تفاعله مع العينة. بالإضافة إلى توضيح الإطار النظري لمقياس حيود الأشعة السينية مع شرح تفصيلي لقانون براغ. أما الجزء الاخير من هذا الفصل فقد تناول بعضاً من المفاهيم الأساسية لمطياف الأشعة تحت الحمراء متضمناً الاطوال الموجية الخاصة بها مع توضيح الأساسيات الرياضية لإمتصاص الطيف و من ثم اهتزازه بأعداد معينة.

الفصل الثالث

بداية هذا الفصل قُدم فيه عرضاً وافياً للمواد الكيميائية المستخدمة في تحضير الجسيمات النانوية مع طرق تحضيرها وفي نهاية الفصل تم عرض التقنيات المعملية المستخدمة في التوصيف. تم تحضير جسيمات الذهب النانوية بإستخدام نسب متساوية من ملح الذهب (كلورايد الهيدرات $HAuCl_4.H_2O$) مع تغيير تركيز كمية مستخلص عصيرالليمون في العينات كما تم تحضير جسيمات الفضة النانوية بإستخدام نسب مختلفة من ملح الفضة (نترات الفضة $AgNO_3$) مع نسب ثابتة من تركيز كمية مستخلص عصيرالليمون في العينات. إضافةً إلى ذلك، تم تحضير جسيمات الحديد المغناطيسية المغطاة بالشيتوزان بإستخدام نسب مولية مختلفة من ملح الحديد الثنائي والثلاثي (كلوريد الحديدوز $FeCl_2.4H_2O$ ونترات الحديديك $Fe(NO_3)_3.9H_2O$) مع تثبيت نسبتي كلاً من الشيتوزان وهيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ كما تم تحضير جسيمات الكوبالت النانوية وذلك بإضافة نِسب متساوية من ملح الكوبالت (كلوريد الكوبالت $CoCl_2.6H_2.O$) مع اختلاف نِسب هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$.

الملخص باللغة العربية

تهتم هذه الرسالة بتحضير وتوصيف جسيمات المعادن النانوية (الذهب والفضة) وبعض من الجسيمات المغناطيسية النانوية (الحديد و الكوبالت) بأحجام مختلفة ودراسة خصائصها الطيفية، بالإضافة إلى دراسة تاثير جسيمات النانو المحضره على تركيز النيكل المذاب في الماء بتركيزات مختلفة. وقد نُظمت هذه الأطروحة العلمية إلى أربعة فصول مدعمة بالأشكال التوضيحية والرسوم البيانية والجداول والمعادلات اللازمة؛ حيث احتوى الفصل الأول على مقدمة عامة للنانو مع استعراض عدد من الدراسات السابقة المتعلقة بالبحث، الفصل الثاني وقد اشتمل على الأساسيات النظرية للأجهزة التي استخدمت في قياس العينات المحضرة و التي تم التطرق لها بينما احتوى الفصل الثالث على الطرق التجريبية لتحضير المواد النانومترية متضمناً الأجهزة المستخدمة في القياس واخيراً الفصل الرابع وقد تمت فيه مناقشة النتائج والقياسات التي تم الحصول عليها من كافة البحث.

الفصل الاول

احتوى هذا الفصل على جزئين رئيسيين وهما؛ خلفية عامة عن المواد النانوية والمسح الادبي. بدأ الجزء الأول بموجز لعلم النانو مع بعض التعريفات لتقنية النانو ثم تصنيف المواد النانوية اعتماداً على ابعادها في المدى النانومتري تلى ذلك ذكر العوامل الرئيسية التي تتوقف عليها خواص المواد النانوية وهما طاقة السطح وتأثير الحصر الكمومي ثم خصائص المواد النانوية الفريدة متضمناً المميزات النانوية الميكانيكية والمغناطيسية و البصرية. بالإضافة الى لمحة عامة لطرق تحضير المواد النانوية سواءً من الأعلى الى الأسفل او من الأسفل الى الأعلى مع شرح بعض الأمثلة لتقنيات التحضير الكيميائية والفيزيائية مثل الطحن بالكرة وترسيب البخار الكيميائي وطريقة السائل الجيلاتيني والاستئصال بالليزر. كما تم شرح طرق تحضير المواد المعدنية والمغناطيسية مع شرح لتوضيح تطبيقات النانو في الزراعة و الطعام والطب و الطاقة وتنقية المياه.

الجزء الثاني تم فيه عرض عدد من الدراسات السابقة المتعلقة بتحضير الجسيمات النانوية المعدنية والمغناطسية كالذهب والفضة والحديد و الكوبالت وتطبيقاتها في البيئة وفي اخر هذا الفصل تم توضيح الاهداف و خطة العمل.