



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة ديالى
كلية العلوم
قسم الفيزياء



تصنيع ودراسة الدقائق النانوية للمركبين $\text{CoZnFe}_2\text{O}_4$ و $\text{NiZnFe}_2\text{O}_4$ المغناطيسية للتطبيقات الطبية

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

من قبل

وفاء عبد الستار شاطي بحر

(بكالوريوس علوم فيزياء 2002)

إشراف

أ.م.د. الفت احمد محمود

م 2020

أ.د. تحسين حسين مبارك

هـ 1442

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

« قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا
عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ »

صدق الله العظيم

سورة البقرة (32)

إِهْدَاء

الى من لا يطيب النهار الا بذكره ولا يطيب الليل الا بطاعته ولا تطيب الاخرة الا بعفوه

الله جل جلاله

الى سيد الخلق حبيب الحق والهادي الى السراط المستقيم

نبينا محمد (صل الله عليه وعلى اله الطاهرين وصحبه المنتجبين)

الى من افتقد وجوده معي في لحظات تحقيق حلمي وتدمع عيني لغيابه

ابي رحمه الله

الى من علمتني الحياة بحكمة ومن خضت دروب العلم بفيض تراتيل دعواتها

امي الغالية

الى سندي ومن كان مصدر قوتي

زوجي

الى من تحملوا فراقى عنهم طول فترة دراستي

اولادي

اهدي ثمرة جهدي هذا حبا ووفاء

شكر وتقدير

يسرني وانا اضح اللمسات الاخيرة على بحثي ان اتقدم بجزيل الشكر والامتنان والتقدير لعمادة كلية العلوم بكل وحداتها وشعبها لأتاحتها الفرصة لي في اكمال دراستي
كما اتقدم بكل الشكر والتقدير لرئاسة قسم الفيزياء المتمثلة برئيس القسم **ا.د زياد طارق خضير** صاحب القلب الطيب الودود....

واتقدم بفائق الشكر والتقدير والاحترام للأستاذ الدكتور **تحسين حسين مبارك** والأستاذ المساعد الدكتور **الفت احمد محمود** لأشرفهم على البحث وعلى كل الملاحظات القيمة والنصائح والارشادات التي اخرجت البحث بهذه الصورة ولكل ما ابدوه لي من اهتمام ومتابعة طوال مدة انجاز البحث واتمنى لهم دوام الصحة والعافية والمزيد من العلم التقدم

واتقدم بكل الشكر والتقدير الى اساتذتي الافاضل بالمرحلة التحضيرية واطم بالذكر الأستاذ الدكتور **نبيل علي بكر** والأستاذ الدكتور **صباح انور سلمان** والأستاذ الدكتور **فراس محمود عبد الله** والأستاذ **اسعد احمد كامل** والأستاذ الدكتور **كريم هنيكش حسن**

وكل الشكر والامتنان الى الأستاذ المساعد الدكتور **نمير فاضل غائب** تدريسي في جامعة ديالى / كلية الطب / طب عام تشريح ...

واتقدم بكل الشكر والتقدير الى **مستشفى بعقوبة العام** لما قدموه لي من مساعدة في اكمال الفحوصات....

وكل الشكر الى **الجامعة المستنصرية / كلية طب اليرموك / المركز العراقي لبحوث السرطان والوراثة الطبية**

والى كل زملائي واهلي وجميع احبتي والى كل من ساعدني ولو بكلمة واحدة ... الى كل القلوب المخلصة التي دعت لي بالنجاح والتوفيق

الخلاصة

في هذه الدراسة تم تحضير جسيمات نانوية مغناطيسية بصيغتين الأولى $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ والثانية $\text{Ni}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ لقيم $(x=0,0.1,0.3,0.5,0.7,0.9)$ على التوالي بطريقة الترسيب الكيميائي المشترك (Co-Precipitation Method) حيث تم الحصول على جسيمات نانوية بمقياس يتراوح بين (10-28 nm) .

تم دراسة الخصائص التركيبية للنماذج المحضرة باستخدام طيف حيود الأشعة السينية (X-ray diffraction) ، وتحويلات فورير لمطياف الأشعة تحت الحمراء (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) ، والمطياف الإلكتروني الماسح لانبعاث المجال (Field Emission Scanning Electron Microscopes) حيث أظهرت نتائج فحوصات (X-ray diffraction) أن الجسيمات المحضرة تمتلك بنية Spinal طور المكعب المتمركز الأوجه ، كما تم حساب ثابت الشبكة والحجم الحبيبي والكثافة للفرايت ، أما نتائج (Field Emission Scanning Electron Microscopes) فأظهرت أن جميع العينات تمتلك أحجام نانوية ومن خلال التكتل بمواقع الجسيمات أظهرت أنها تمتلك خواص مغناطيسية جيدة ، أما نتائج تحويلات فورير للأشعة تحت الحمراء (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) فأظهرت أن الجسيمات لها حزمتي امتصاص تقع بين $(400-600\text{cm}^{-1})$ وأن هذه الحزم تشير إلى أن التركيب الطيفي لجميع العينات هو الفرايت .

تم دراسة الخصائص الكهربائية العزلية للجسيمات المحضرة (Inductance meter) حيث أظهرت النتائج أن الجسيمات المحضرة تمتلك خواص كهربائية عزلية جيدة ضمن مدى الترددات (50-2MHz) من خلال حساب ثابت العزل الكهربائي وكذلك ومعامل الفقد وإيجاد ظل الفقد ، أما الخصائص المغناطيسية للجسيمات المحضرة فأظهرت من خلال اختبار (Vibrating Sample Magnetometer) ، فإن بعض العينات امتلكت خصائص Para Magnetic والبعض الآخر امتلكت خصائص Super Para Magnetic .

من خلال النتائج وجد أن العينات المحضرة جميعها امتلكت أحجام نانوية وخواص جيدة مثل التمنغط العالي كما أن الطريقة المستخدمة غير مكلفة بالإضافة إلى إمكانية تحضير مساحيق فرايتية نانوية مغناطيسية بكميات جيدة ، تم استخدام الجسيمات المحضرة في التطبيقات الطبية اعتماداً على الخصائص التركيبية والمغناطيسية والكهربائية باستخدام المساحيق المحضرة بعد تحويلها إلى مائع مغناطيسي باستخدام أحد المذيبات العضوية (Tetramethy Ammonium Hydroxide) رباعي مثيل هيدروكسيد الامونيوم حيث تم تحويل المساحيق إلى مائع مغناطيسي نانوي والذي تم استخدامه مادة تلوين للأنسجة ووسط تباين (Contrast Medium) في صور جهاز الرنين المغناطيسي (Magnetic Resonance Imaging) .

فهرس المحتويات

الصفحة	الفصل الاول (المقدمة والدراسات السابقة)	التسلسل
1	المقدمة	1-1
1	الفرايتات	2-1
3	تحضير الفرايتات	3-1
3	النانو تكنولوجي	4-1
6	الفرايت النانوي وتطبيقاته	5-1
6	الموانع الممغنطة	1-5-1
7	التطبيق الطبي الحيوي	2-5-1
9	الدراسات السابقة	6-1
14	هدف الدراسة	7-1
الصفحة	الفصل الثاني (الجزء النظري)	التسلسل
15	المقدمة	1-2
15	اساسيات المغناطيسية والمواد المغناطيسية	2-2
15	مصدر المغناطيسية	1-2-2
17	المجال المغناطيسي والتأثيرية المغناطيسية	2-2-2
17	تصنيف المواد المغناطيسية	3-2
17	المواد البارا مغناطيسية	1-3-2
18	المواد الدايا مغناطيسية	2-3-2
18	المواد الفيرومغناطيسية	3-3-2
19	المواد الفيروي مغناطيسية	4-3-2
20	المواد ضد يد الفيرومغناطيسية	5-3-2
20	البارا مغناطيسية الفائقة	4-2
21	الفرايتات	5-2
21	الفرايت السداسي	1-5-2
21	فرايت العقيق	2-5-2
22	الفرايت المغزلي	3-5-2
23	كوبلت فرايت	6-2
24	نيكل فرايت	7-2
24	تصنيف الفرايتات حسب خواصها المغناطيسية	8-2
24	الفرايتات المرنة	1-8-2
25	الفرايتات الصلبة	2-8-2
26	منحني المغنطة وحلقة التباطى	9-2
27	النفاذية المغناطيسية	10-2
28	النفاذية الابتدائية	11-2
28	طرائق التحضير للفرايتات النانوية	12-2
30	المعاملات الحرارية	13-2

30	عملية الكبس	14-2
31	التليد	15-2
32	تقنيات القياس لدراسة الخصائص التركيبية	16-2
32	تقنية حيود الأشعة السينية	17-2
33	المعاملات التركيبية	18-2
33	ثابت الشبكة	1-18-2
34	معدل الحجم البلوري	2-18-2
34	الكثافة النظرية	3-18-2
34	الكثافة الظاهرية	4-18-2
35	مطياف تحويلات فورير للأشعة تحت الحمراء	19-2
36	المجهر الإلكتروني الماسح لانبعاث المجال	20-2
37	الخصائص العزلية الكهربائية	21-2
37	ثابت العازل	1-21-2
38	فقد العازل	2-21-2
39	تقنية القياسات المغناطيسية VSM	22-2
40	تقنية التصوير بالرنين المغناطيسي	23-2
الصفحة	الفصل الثالث (الجزء العملي)	التسلسل
42	المقدمة	1-3
42	المواد الأولية	2-3
44	الأجهزة والمستخدمات	3-3
44	الميزان الإلكتروني	1-3-3
44	الخلط المغناطيسي	2-3-3
44	مقياس الاس الهيدروجيني	3-3-3
45	فرن الحرق	4-3-3
45	تحضير الفرايت	4-3
45	تحضير الفرايت كوبلت زنك	1-4-3
45	حساب الأوزان الجزيئية للمواد	1-1-4-3
46	حساب الأوزان للمواد المستخدمة في تحضير الفرايت كوبلت زنك	2-1-4-3
46	طريقة التحضير	3-1-4-3
50	تحضير الفرايت $NiZnFe_2O_4$	2-4-3
50	حساب الأوزان الجزيئية للمواد	1-2-4-3
50	حساب الأوزان للمواد المستخدمة في تحضير الفرايت نيكل زنك	2-2-4-3
51	طريقة التحضير	3-2-4-3
53	المعاملات الحرارية	5-3
54	تشكيل العينات	6-3
54	الفحوصات التركيبية	7-3
54	قياس طيف حيود الأشعة السينية	1-7-3
56	تحويلات فورير للأشعة تحت الحمراء	8-3
56	انبعاث المجال للمجهر الإلكتروني الماسح	9-3

57	قياس الخصائص الكهربائية	10-3
58	الفحوصات المغناطيسية	11-3
59	التطبيق الطبي	12-3
الصفحة	الفصل الرابع (مناقشة النتائج والاستنتاجات)	التسلسل
65	المقدمة	1-4
65	نتائج القياسات التركيبية للمركبات المحضرة فرايت كوبلت زنك والفرايت نيكل زنك	2-4
66	نتائج فحوصات طيف حيود الاشعة السينية للمركب فرايت كوبلت زنك	1-2-4
67	ثابت الشبكة	1-1-2-4
67	الحجم الحبيبي	2-1-2-4
68	الكثافة النظرية والكثافة الظاهرية والمسامية للفرايت كوبلت زنك	3-1-2-4
68	نتائج فحوصات حيود الاشعة السينية للمركب فرايت نيكل زنك	2-2-4
70	ثابت الشبكة	1-2-2-4
70	الحجم الحبيبي	2-2-2-4
71	الكثافة النظرية والكثافة الظاهرية والمسامية للفرايتات	3-2-2-4
72	الخصائص التركيبية للفرايتات المحضرة FTIR	3-4
72	الخواص التركيبية للفرايت كوبلت زنك $CoZnFe_2O_4$	1-3-4
73	الخواص التركيبية للفرايت نيكل زنك $NiZnFe_2O_4$	2-3-4
75	نتائج الفحوصات التركيبية من فحص المطياف الالكتروني الماسح لانبعاث المجال FESEM	4-4
75	نتائج فحوصات FESEM للمركب $CoZnFe$	1-4-4
77	نتائج فحوصات FESEM للمركب $NiZnFe_2O_4$	2-4-4
79	الخصائص الكهربائية للفرايتات المحضرة	5-4
79	الخصائص العزلية للفرايت $CoZnFe_2O_4$	1-5-4
79	ثابت العزل الكهربائي	1-1-5-4
80	معامل الفقد العزلي	2-1-5-4
81	ظل الفقد العزلي	3-1-5-4
82	الخواص العزلية للفرايت نيكل زنك $NiZnFe_2O_4$	2-5-4
82	ثابت العزل الكهربائي	1-2-5-4
83	معامل الفقد العزلي	2-2-5-4
84	ظل الفقد	3-2-5-4
84	نتائج الفحوصات المغناطيسية	6-4
84	نتائج فحوصات VSM لفرايت كوبلت زنك $CoZnFe_2O_4$	1-6-4
87	نتائج الفحوصات المغناطيسية لفرايت نيكل زنك $Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$	2-6-4
87	نتائج فحوصات المغناطيسية لفرايت نيكل زنك $NiZnFe_2O_4$ عند درجة حرارة $300\text{ }^\circ\text{C}$	1-2-6-4
88	نتائج فحوصات المغناطيسية لفرايت نيكل زنك $NiZnFe_2O_4$ عند درجة حرارة $700\text{ }^\circ\text{C}$	2-2-6-4
89	التطبيق الطبي	7-4

89	المقدمة	1-7-4
90	Magnetic Resonance Imaging نتائج	2-7-4
96	الاستنتاجات	8-4
96	الاعمال المستقبلية	9-4

قائمة الجداول

الصفحة	عنوان الجدول	التسلسل
43	جدول المواد المستخدمة في تحضير العينات	1-3
46	جدول اوزان المواد المستخدمة في تحضير كوبلت زنك فرايت	2-3
50	جدول اوزن المواد المستخدمة في تحضير الفرايت نيكل زنك	3-3
60	جدول النسب التي تم اذابتها لفرايت كوبلت زنك	4-3
60	جدول النسب التي تم اذابتها لفرايت نيكل زنك	5-3
68	جدول قيم ثابت الشبيكة والحجم الحبيبي للفرايت كوبلت زنك	1-4
68	جدول قيم الكثافة الظاهرية والكثافة النظرية والمسامية للفرايت كوبلت زنك	2-4
71	جدول قيم ثابت الشبيكة والحجم الحبيبي للفرايت نيكل زنك عند درجة $300\text{ }^{\circ}\text{C}$	3-4
71	جدول قيم ثابت الشبيكة والحجم الحبيبي للفرايت نيكل زنك عند درجة $700\text{ }^{\circ}\text{C}$	4-4
72	جدول قيم الكثافة النظرية والكثافة الظاهرية والمسامية للفرايت نيكل زنك $300\text{ }^{\circ}\text{C}$	5-4
72	جدول قيم الكثافة النظرية والكثافة الظاهرية والمسامية للفرايت نيكل زنك $700\text{ }^{\circ}\text{C}$	6-4
73	جدول نتائج FTIR لفرايت كوبلت زنك عند درجة حرارة $300\text{ }^{\circ}\text{C}$	7-4
74	جدول نتائج FTIR لفرايت نيكل زنك عند درجة حرارة $700\text{ }^{\circ}\text{C}$	8-4
85	جدول قيم مغنطة التشبع والمغنطة المتبقية وقيم المجال القهري لفرايت كوبلت زنك	9-4
88	جدول قيم مغنطة التشبع والمغنطة المتبقية وقيم المجال القهري لفرايت نيكل زنك عند درجة حرارة $300\text{ }^{\circ}\text{C}$	10-4
89	جدول قيم مغنطة التشبع والمغنطة المتبقية وقيم المجال القهري لفرايت نيكل زنك عند درجة حرارة $700\text{ }^{\circ}\text{C}$	11-4

قائمة الأشكال

الصفحة	عنوان الشكل	التسلسل
2	شكل يوضح عملية حدوث التماغنط بين المنطقتين M,H	1-1
4	شكل يوضح تقنيات تحضير الجسيمات النانوية	2-1
6	شكل يوضح السائل المغناطيسي يجذب المجال المغناطيسي	3-1
7	شكل تقنيات استخدام الجسيمات النانوية في الطب الحيوي	4-1
8	شكل يوضح استخدام الجسيمات النانوية في الطب الحيوي	5-1
16	شكل نموذج لحركة الإلكترون حول النواة	1-2
18	شكل تأثير المادة البارا مغناطيسية بالمجال المغناطيسي	2-2
18	شكل تأثير المادة الدايا مغناطيسية بالمجال المغناطيسي	3-2
19	شكل المادة الفيرومغناطيسية	4-2
20	شكل المادة الفيرو مغناطيسية	5-2
20	شكل المادة ضد الفيرومغناطيسية	6-2
21	شكل الجدول الدوري لأنواع مختلفة من المواد المغناطيسية	7-2
23	شكل موقعي رباعي السطوح وثمانى السطوح	8-2
26	شكل يوضح حلقتي الهسترة للفرايت (Soft) والفريت (Hard)	9-2
27	العلاقة بين شدة المجال H والفيض المغناطيسي B وحلقة الهسترة المغناطيسية	10-2
31	شكل يوضح الية كبس المسحوق	11-2
33	شكل يوضح حصول التداخل البناء بين المستويات البلورية	12-2
36	شكل مخطط توضيحي لعمل جهاز FTIR	13-2
39	شكل خسارة العزل الكهربائي (عامل التبديد)	14-2
39	شكل مبسط لتقنية جهاز VSM	15-2
41	شكل توضيحي لتكوين صورة جهاز الرنين المغناطيسي	16-2
41	شكل يوضح جهاز الرنين المغناطيسي	17-2
44	جهاز قياس PH meter	1-3
45	فرن الحرق المستخدم في تحضير المسحوق	2-3
47	يوضح مرحلة اذابة المحاليل والحصول على اذابة 100%	3-3
47	مرحلة خلط المحاليل والحصول على خليط متجانس	4-3
48	مرحلة التقطير على الخليط	5-3
48	يوضح مرحلة التسخين للخليط والحصول على راسب الفرايت	6-3
48	مرحلة الغسل والحصول على المسحوق الفرايتي	7-3
49	المخطط الانسيابي لتحضير المركب كوبلت زنك فرايت بطريقة الترسيب الكيميائي	8-3
51	يبين مرحلة الاذابة للمواد المستخدمة لتحضير فرايت نيكل زنك	9-3
51	مرحلة الخلط للمحاليل المذابة	10-3
52	مرحلة التقطير لهيدروكسيد الصوديوم على الخليط	11-3
52	مرحلة التسخين والحصول على الراسب	12-3
52	مرحلة الغسل والتجفيف والحصول على الراسب الفرايتي	13-3

53	المخطط الانسيابي لتحضير الفرايت نيكل زنك	14-3
54	شكل تشكيل العينات على شكل أقراص	15-3
55	جهاز حيود الاشعة السينية	16-3
55	تمثيل تخطيطي لحيود الاشعة السينية	17-3
56	جهاز FTIR	18-3
57	جهاز FESEM	19-3
58	جهاز LCR meter	20-3
59	يوضح جهاز قياس الخواص المغناطيسية VSM	21-3
60	جهاز الموجات فوق الصوتية	22-3
61	مرحلة الحصول على المانع المغناطيسي	23-3
62	الفنران المختبرية التي اجريت عليها الدراسة داخل الاقفاص المختبرية	24-3
62	الشكل يوضح مرحلة التخدير	25-3
63	الشكل يوضح مرحلة الحقن بالمادة النانوية المحضرة	26-3
64	الشكل يوضح الحيوان المختبري داخل جهاز MRI	27-3
67	انماط حيود الاشعة السينية للفرايت كوبلت زنك عند درجة حرارة 300 °C	1-4
69	انماط حيود الاشعة السينية للفرايت نيكل زنك عند بدرجة حرارة 300 °C	2-4
70	انماط حيود الاشعة السينية لفرايت نيكل زنك بدرجة حرارة 700 °C	3-4
73	اطيف FTIR لفرايت الكوبلت زنك عند درجة حرارة 300 °C	4-4
75	طيف FTIR لفرايت النيكل زنك عند درجة حرارة 700 °C	5-4
76	نتائج FESEM للفرايت كوبلت زنك عند درجة حرارة 300 °C	6-4
77	نتائج FESEM للفرايت نيكل زنك عند درجة حرارة 300 °C	7-4
78	نتائج FESEM للفرايت نيكل زنك عند درجة حرارة 700 °C	8-4
80	تغير ثابت العزل الكهربائي مع التردد لفرايت كوبلت زنك	9-4
81	تغير معامل فقد العزلي كدالة للتردد لفرايت كوبلت زنك	10-4
82	تغير ظل زاوية فقد كدالة للتردد لفرايت كوبلت	11-4
83	تغير ثابت العزل الكهربائي كدالة للتردد لفرايت نيكل	12-4
83	تغير معامل فقد العزلي كدالة للتردد للفرايت نيكل زنك	13-4
84	تغير ظل زاوية فقد كدالة للتردد للفرايت نيكل زنك	14-4
85	حلقة الهسترة للفرايت كوبلت زنك $Co_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ عند درجة حرارة 300 °C	15-4
86	تغير قيم X مع قيم المغنطة المتبقية	16-4
86	يبين تغير قيم X مع قيم التشبعية المغناطيسية	17-4
87	يبين التباين لحلقة الهسترة للعينات المحضرة لفرايت نيكل زنك	18-4
88	يوضح حلقة الهسترة لعينات نيكل زنك المحضرة عند درجة حرارة 700 °C	19-4
90	استقراره المانع الحديدي المغناطيسي النانوي بعد مرور شهرين	20-4
91	الصور الناتجة من جهاز الرنين المغناطيسي دون استخدام المانع النانوي	21-4
92	الصور الناتجة من جهاز MRI باستخدام المانع النانوي (A4)T1	22-4
92	يمثل الصور الناتجة من جهاز MRI باستخدام المانع النانوي T2	23-4
93	الصور الناتجة من المرجح T1 باستخدام المانع النانوي (A5) T1	24-4
93	يوضح الصور الناتجة من المرجح T2 (*) تبين منطقة الامعاء (*) منطقة القلب	25-4

94	يوضح الصور الناتجة من المرجح T1 (C3)	26-4
94	يوضح الصور الناتجة من المرجح T2	27-4
95	يوضح الصور الناتجة من المرجح T1 (C4)	28-4
95	الصور الناتجة تمثل المرجح T2 للعينة C4 للفرايت النانوي نيكل زنك	29-4

الفصل الاول

المقدمة والدراسات السابقة

(1-1) المقدمة

Introduction

في الآونة الاخيرة تم استخدام الحديد وسبائكه كمواد مغناطيسية في العديد من التطبيقات والصناعات الكهربائية وتم اكتشاف مواد تعمل عند الترددات العالية تدخل في التقنيات التي تعمل على تقليل خسائر التيارات الدوامة وذلك من خلال استخدام صفائح او مساحيق الحديد الفعالة والقليلة الكلفة. إن هذا الادراك حفز على زيادة الاهتمام بالمواد المغناطيسية بكافة أنواعها كذلك مكن الجمع بين المقاومة الكهربائية العالية للأكاسيد مع الخصائص المغناطيسية المطلوبة ، إن المواد المغناطيسية تقودنا الى نتائج جيدة للغاية للحصول تشغيل مواد عالية التردد تسمى (Ferrites)، وهي مواد سيراميكية تتكون من خلط عناصر مع اكسيد الحديد لأنه المكون الاساسي للفرايتات [1].

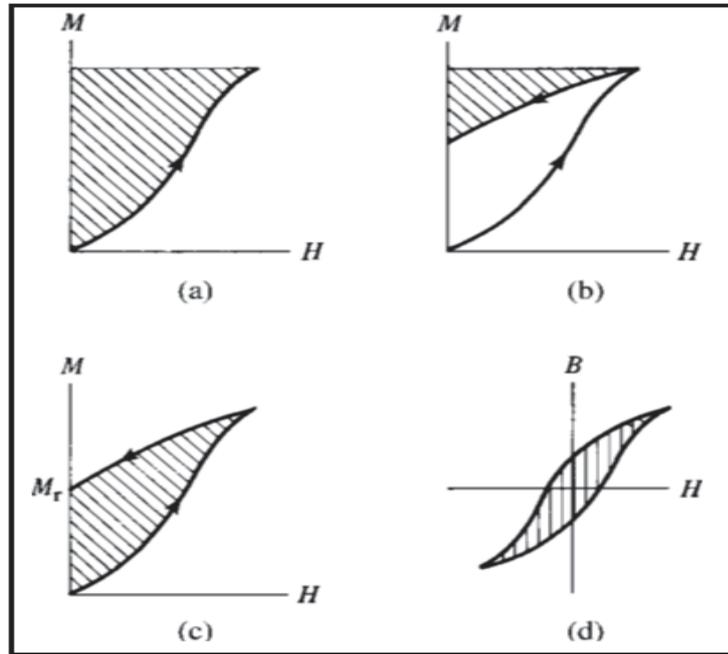
(2-1) الفرايتات

Ferrites

لقد بدأ تاريخ الفرايتات منذ عدة قرون مع اكتشاف الاحجار التي لها القدرة على جذب الحديد إذ تم العثور على رواسب وفيرة من هذه الاحجار في منطقة ماغنيسيا اسيا الصغرى لذلك تم تسمية المعدن باسم (المغنيتيت) ، لقد اصبح الفرايت (Ferrites) متاحاً كمواد مغناطيسية على مدار العشرين العام الماضية وخلال الوقت الحالي اصبحت تدخل في العديد من الفروع مثل الاتصالات والهندسة وفي التطبيقات البيولوجية وهو الان يضم مجموعة من التراكيب والخصائص و التطبيقات [2] ، والفرايتات هي اكاسيد حديدية تتكون من اكسيد الحديد والاكاسيد معدنية تعتمد على اساس بنية البلورة ويتم تصنيفها الى ثلاث فئات وهي الفرايت السداسي وفرايت العقيق والفرايت المغزلي حيث تنشأ الخصائص المغناطيسية من التفاعلات بين الايونات المعدنية التي تحتل مواقع معينة بالنسبة الى ايونات الاوكسجين في التركيب البلوري للأوكسيد وبعد الفرايت المغزلي فئة مهمة من ضمن المواد المغناطيسية إذ يمتلك مزيجاً من الخصائص الكهربائية والمغناطيسية التي تجعل الفرايت مفيداً في العديد من التطبيقات التكنولوجية [3,4].

إن الصيغة العامة للفرايت المغزلي (Spinel Ferrites) (MFe_2O_4) وأن M هو أحد العناصر الانتقالية الثنائية التكافؤ أو مكونة من خليط بينهما وهذه المواد هي $(Mg^{+2}, Co^{+2}, Cu^{+2}, Ni^{+2}, Fe^{+2}, Mn^{+2}, Cd^{+2})$ وتمتاز هذه الفرايتات بامتلاكها مقاومة كهربائية (Resistivity) عالية تصل الى $(10^9 \Omega.cm)$ ونفاذية مغناطيسية عالية (Permeability) كذلك تمتلك ثابت عزل (Dielectric Constant) يتراوح بين (10 - 15) وتتغير هذه الكميات تبعاً لتغير المجال المغناطيسي والمجال الكهربائي المسلط

عليها، وتعد الفرايئات من المواد الفيرومغناطيسية Ferromagnetic [5]. إن المقاومة العالية التي تمتلكها الفرايئات تمكن الموجات الكهرومغناطيسية ذات الترددات العالية أن تنتقل خلال الاوساط الفرايتية بخسارة قليلة حيث يحدث التفاعل بين مركبة العزم المغناطيسي للمادة مع مركبة المجال المغناطيسي المسلط وبالإمكان ان نستدل على هذا التفاعل من خلال سلوك النفاذية المغناطيسية مع شدة المجال المغناطيسي الذي يسلب عند تردد الموجة المايكروية حيث يحصل عند ذلك امتصاص رنيني واضح تقريباً خلال المادة الفرايتية عند تردد يتناسب مع الشدة للمجال المغناطيسي الذي تم تسليطه [6]. وتمتلك الفرايئات تراكيب بلورية بأشكال مختلفة وتكون على هيئة فرايئات مرنة (لينية) (Brittle) او (Soft) والفرايئات الصلبة (قاسية) (Hard)، إن الفرايئات المرنة هي اساس المواد المغناطيسية التي تستخدم في الاجهزة الكهربائية ولها فوائد عديدة، فهي تعمل ضمن مدى الترددات الواسعة وتمتلك مقاومة كهربائية عالية استقراره حرارية، وكذلك الكلفة والخسائر القليلة مقارنة بنفاذيتها المغناطيسية العالية وانخفاض الكثافة [7]، ووفقاً للخصائص المغناطيسية للفرايت فإن الفرايت المرن (Soft) يمتلك حلقة هسترة (Hysteresis loop) ضيقة والتي تكون سهلة المغنطة وكذلك سهولة ازالة مغنطتها بعد زوال المؤثر وتستخدم لصنع المغناط الكهربائية أما الفرايت الصلب (Hard) الذي تكون حلقة الهسترة لها كبيرة ويكون من الصعب ازالة المغنطة لهذه المواد، ويحدث التمغنط عادة عند المنطقتين M, H كما موضح بالشكل كما بالشكل (1-1) [8].



الشكل (1-1) يوضح عملية حدوث التمغنط بين المنطقتين M, H [8].

Prepare Frites**(3-1) تحضير الفريتات :**

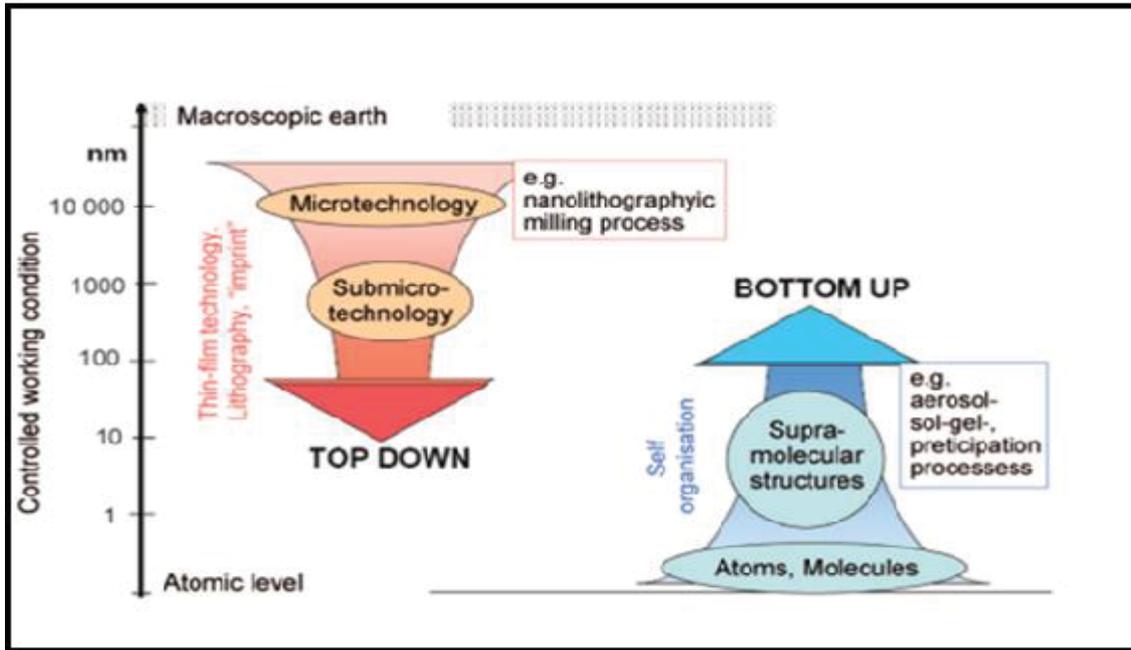
يتم تحضير الفريتات بطرق مختلفة منها الطريقة السيراميكية (Ceramic Method) ، وطريقة الاحتراق الذاتي (Sol-Gel Method) ، وطريقة الترسيب الكيميائي المشترك (Co-precipitation method) ، وهي الطريقة التي تم اعتمادها في الدراسة الحالية والتي سيتم التركيز عليها حيث تتم عملية التحضير على شكل مسحوق (powder) ثم يتم كبسها (pressing) وتليدها (Sintering) ، ومن ثم اجراء الفحوصات المطلوبة بحسب نوع الدراسة . وتعد الفريتات من المواد رخيصة الثمن وتعتمد خواصها على الحجم والشكل للحبيبات النانوية وكذلك على طريقة التحضير بالإضافة الى درجة حرارة التليد وتعتمد كذلك على نوع وكمية العناصر المكونة للفريتات [9] ، ويتم السيطرة على خصائص الفريت النانوي المحضر عن طريق التحكم في إعادة توزيع أيونات المعادن وهذه هي المسؤولة في الاساس على سلوك الفريت المغناطيسي المحضر و يمكن الحصول على نوع من الفريت النانوي والمغناطيسي عن طريق الدقة والتحكم بالرقم الهيدروجيني pH وكذلك تركيز المكونات للمادة المحضرة ودرجة الحرارة المستخدمة بالتحضير، وكذلك على الطرق المستخدمة بالتحضير مع الاخذ بنظر الاعتبار المحافظة على قياس التراكيز للعناصر الكيميائية المستخدمة في تحضير الفريت [10] بسبب الخواص المميزة التي امتلكتها الفريتات فقد شاع استخدامها كبديل للعديد من المواد إذ تم استخدامها في صفائح قلوب المحولات الكهربائية (Transformers) والمغانط بالإضافة الى العديد من الاستخدامات التكنولوجية والحيوية [11].

Nanotechnology**(4-1) النانو تكنولوجي**

تتنوع المواد النانوية من ناحية المصدر وتختلف باختلاف نسب المواد المكونة لها كأن تكون عضوية ، أو غير عضوية وان جميع انواع المواد الفلزية وسبائكها Metal and Metal Alloys اشباه الموصلات Semiconductors السيراميك Ceramic والأكاسيد Oxides ، المعادن Minerals وكذلك البوليمرات Polymers تعدّ من المواد الاولية التي تعتمد عليها تكنولوجيا النانو وكذلك في تحضير المواد النانوية وتمنح للمادة الصفة النانوية اذا ما كان أحد أبعادها بعد واحد على الاقل ما دون 100 نانو متر [12] ، وفي العقدين الاخيرين استحدثت مصطلحات جديدة في مقدمتها (النانو)، وأن هيكليّة النانو وتكنولوجيا النانو والمواد النانوية وكيمياء النانو جميعها تتركس سلسلة من المجالات الجديدة لهذا الموضوع على وجه الخصوص وقد ظهرت العديد من الدراسات التي تحمل أسماء مماثلة ، وقد تم انشاء معاهد متخصصة كما عقدت العديد من المؤتمرات في هذا المجال وتم تطبيق اسماء جديدة على جسيمات وظواهر معروفة من فترة طويلة ، ومع ذلك فإن هذه الجسيمات والظواهر تعذر على الباحثين الوصول اليها منذ حوالي 20 عام منها النقاط الكمومية والانابيب النانوية والافلام النانوية والاسلاك النانوية اي

الاشياء التي ذات بعد نانوي واحد على الاقل يرجع الاهتمام المتزايد من الباحثين للأجسام النانوية الى اكتشاف الخواص الفيزيائية والكيميائية غير الطبيعية لهذه الاجسام التي تتعلق بتجلي ما يسمى (بتأثيرات حجم الكم) والتي تنشأ في الحالة التي يكون فيها حجم النظام متوافقاً مع أطوال موجة دي برولي للإلكترونات والفونونات [8].

إن عملية الحصول على احد انواع التراكيب النانوية تبدأ اولاً بعملیات تحضير مختلفة وأن الخواص الفيزيائية والكيميائية للمواد الخام التي تدخل في تحضير المواد النانوية لها أثر مهم في الحصول على صفات مميزة، وأن هذه الجسيمات عندما تصنع فإنها تكتسب خواص فريدة لا توجد في الجسيم المحسوس على الرغم من تطابق التكوين الكيميائي للمادتين الا أن المادة النانوية المتناهية بالصغر اكتسبت خواص كهربائية ومغناطيسية استثنائية ناتجة من الترتيب الجديد الذي امتلكنه الذرات، وأن ما يتم بناءه لهذه الاجسام يخضع الى تقنيتين في عملية التحضير إحداهما تبدأ من الاعلى الى الادنى (Top-Down)، والتي يتم فيها الحصول على المادة النانوية وذلك بتكسير المادة الاصلية (الكبيرة) حتى يتم الوصول الى الحجم النانوي المطلوب وتتم هذه الطريقة من خلال عمليات القطع او الطحن، أو الحفر الضوئي، وهذه التقنية تدخل في التطبيقات الالكترونية أما التقنية الاخرى فهي من الاسفل الى الاعلى (Bottom-up) وهذه الطريقة هي عكس التقنية الاولى أي أن المادة النانوية تبنى انطلاقاً من الذرات والجزيئات بشكل مرتب حتى يتم الحصول على الحجم النانوي المطلوب وهي تقنية كيميائية تتميز بصغر حجم المواد الناتجة والحصول على روابط قوية كما بالشكل (1-2) [12].



الشكل (1-2) يوضح تقنيات تحضير الجسيمات النانوية [13].

تعمل تأثيرات الحجم الكمي والمساحة السطحية الكبيرة للجزيئات النانوية على تغيير الخصائص المغناطيسية بشكل كبير، وتظهر ظواهر مغناطيسية فائقة وكمية من المغنطة لأن كل جسم يمكن اعتباره مجالاً مغناطيسياً منفرداً مما يجذب اهتماماً متزايداً في العلوم والتطبيقات التكنولوجية بسبب الخصائص الفريدة في الاتجاه الجديد لتقنية النانو، ويمكن أن يؤدي الاختلاف في حجم الجسيمات أيضاً إلى اختلاف الخواص للمادة الناتجة عن المواد الأصلية مع انخفاض حجم الجزيئات عن 100 نانومتر، إذ يوجد جزء كبير من الذرات المكونة على سطح بلورات النانو هذه الصفة تستحدث تغيرات كبيرة في التركيب المغناطيسي وخصائص المواد على نطاق النانو بالمقارنة مع نظيراتها وعلى وجه الخصوص يتم استبدال بنية جدار المجال التي تمت ملاحظتها في الفرايت البلوري ببنية مجال واحدة مميزة لكل جسم مما يؤدي إلى ظهور ظواهر جديدة مثل المغناطيسية الفائقة، ومساهمات متباينة الخواص والارتداد المغزلي .

في تقنية النانو تم تعريف الجسيمات النانوية (NPs) بأنها جسيمات صغيرة تتصرف كوحدة كاملة من حيث خصائصها ويمكن تصنيفها حسب حجمها وأقطارها بشكل رئيسي إلى أنواع عديدة وإمكانية استخدام هذه المواد ذات الأحجام المتناهية بالصغر في مجموعة واسعة من التطبيقات التكنولوجية الفائقة وهي ذات أهمية خاصة في البحث العلمي والتطبيقات الطبية [13,8]. للأكاسيد ذات بنية السبنل (Spinel) دور حاسم في مجموعة المواد المغناطيسية وإن لهذه الجسيمات خصائص فيزيائية وكيميائية متماثلة بالإضافة إلى ذلك تم تصنيع جسيمات نانوية مغناطيسية معدنية من الحديد والنيكل والكوبلت وغالباً ما يتم تجاهل عدم استقرارها الكيميائي للتطبيقات البيولوجية لأنها تتأكسد بسهولة بوجود الماء والأكسجين لذلك يتم استخدام المواد البوليميرية لطلاء الجسيمات النانوية، وفي العقود الماضية أجريت العديد من الدراسات في مجال المواد البلورية النانوية بسبب الخصائص الخاصة والتطبيقات المحتملة في الأجهزة الطبية المغناطيسية لقد تم استخدام الجسيمات النانوية في معظم التطبيقات الحديثة مع المواد المغناطيسية وأشبه الموصلات [14].

تم استخدام الجسيمات النانوية في التطبيقات الطبية والحيوية وإذ أصبحت الجسيمات النانوية منصة مفيدة خاصة للتطور الناجح في التطبيقات العلاجية والتشخيصية ومجال واسع النطاق في المجال الطبي الحيوي ونظراً لهذا التطور الهائل في هذا المجال من البحوث وفي جميع أنحاء العالم تمت صياغة مصطلح (الطب النانوي) [15]، تعتبر الجسيمات النانوية (MNP_s) هي فئة من الجسيمات التي يمكن معالجتها تحت تأثير مجال مغناطيسي خارجي حيث تتكون (MNP_s) من عناصر مثل (الحديد Fe و الكوبلت Co والنيكل Ni وأكاسيدها) وأصبحت الجسيمات النانوية المغناطيسية (NP_s) تستخدم في العديد من التطبيقات الطبية منها التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) كذلك لتشخيص العديد من الأمراض

السائدة كالسرطان وغيرها كذلك تم استخدام الجسيمات النانوية المغناطيسية في تتبع الخلايا وتوصيل العقاقير للمنطقة المستهدفة بالحث المغناطيسي والتسخين الحراري [16].

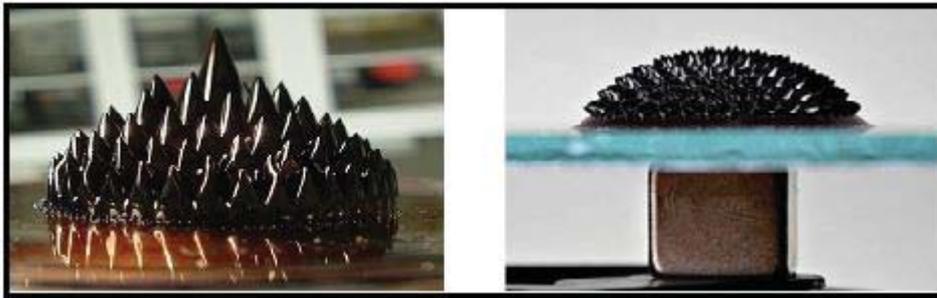
(5-1) الفريت النانوي وتطبيقاته Nano Ferrites and Their Applications

عادة ما يتم تعريف الجسيمات النانوية بأنها مواد صلبة تمتلك خصائص فريدة ومميزة جعلتها تدخل في مجالات واسعة ومتابعة هذا التطور للجسيمات بحجم النانومتر أصبح مكثف من خلال حقيقة هي ان الجسيمات ذات المساحة الحجمية الواسعة مقارنة بالحجم الصغير هذه الصفة بدورها تعطي خصائص فيزيائية متميزة تدخل في تطبيقات مهمة [17]، يمكن استخدام الفريت عند الترددات العالية الى حد كبير لانه مادة مغناطيسية لها العديد من التطبيقات في الاجهزة ذات الترددات العالية والواطئة وكذلك لامتيازها بالصلادة الميكانيكية وارتفاع درجة حرارة كيوري (T_C) وكذلك الاستقرار الكيميائي [18].

اعتمادا على نوع التطبيق يتم استخدام الجسيمات النانوية المغناطيسية وهي ذات انواع مختلفة منها الجسيمات ذات الوظائف السطحية التي تستخدم في التطبيقات الطبية والحيوية وكذلك جسيمات تستخدم لتخزين الطاقة كما في الاجهزة الالكترونية ومنها مساحيق مضغوطة لتصنيع مغناطيس دائم وكذلك تصنيع محاليل الموائع الحديدية الممغنطة [19,20].

(1-5-1) الموائع الممغنطة Ferrofluid

محلول خاص بالجسيمات المغناطيسية النانوية في نظام معلق يمكن التحكم في تدفقه بالمغناطيس والمجالات المغناطيسية ان حجم الجسيمات النموذجي هو 10 نانومتر يمكن استخدام مجموعة متنوعة من المواد ($Fe_3O_4-Ni-Fe-Co-Mg$) للحصول على السوائل المغناطيسية او الفيروفلوريدات كما يمكن من خلال اكساء الجزيئات المغناطيسية بواسطة عامل منشط للسطح ويمكن تشتتها بشكل مستقل بالسائل كما بالشكل (3-1) [21].



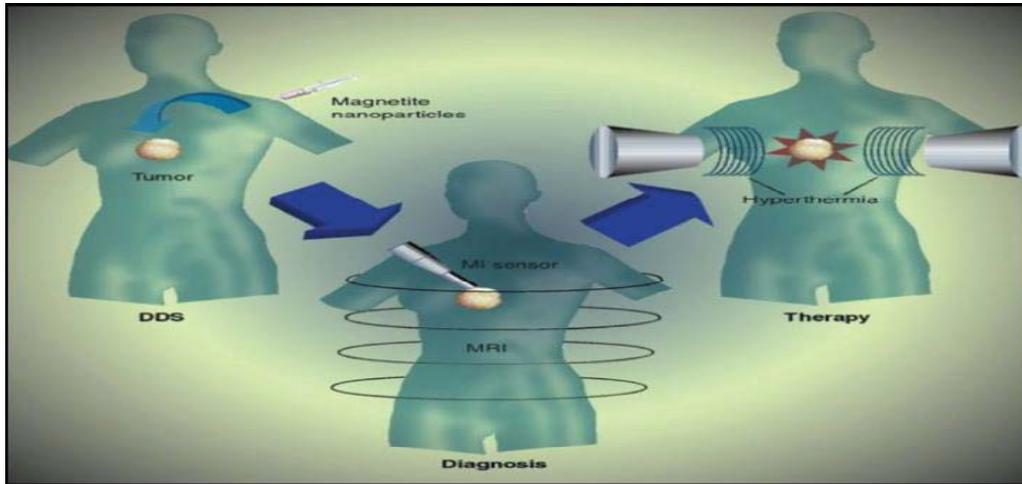
الشكل (3-1) المائع النانوي المغناطيسي يجذب للمجال المغناطيسي .

الفلوريدات تنجذب الى المجال المغناطيسي وتعتمد معظم الموائع الحديدية على الهيدروكربونات أو على السوائل العضوية الأخرى ، إذ يعتمد السائل المغناطيسي على نوع من انواع المحاليل له سلوك يمكن التحكم فيه عن طريق تغيرات في المجال المغناطيسي بالإضافة الى خصائص كل من المادة المغناطيسية والمائع المغناطيسي [22]. إن الفلوريدات المستخدمة في المجال الطبي الحيوي وفي التطبيقات البيولوجية اكتسبت الكثير من الاهتمام في الايام الاخيرة حيث امتلكت الفلوريدات خاصية امتصاص الطاقة الكهرومغناطيسية بتردد مختلف عن التردد الذي يمتص فيه الماء الطاقة وبهذا يسمح للجسم بتسخين جزء موضعي من الجسم الحي، كما تم ادخال الفلوريدات في تصنيع معدات الطاقة الكهربائية وفي تطبيقات المحولات المملوءة بالسوائل حيث اثبتت الفلوريدات انها توفر فوائد حرارية وعازلة للكهرباء كما امكن استخدام الفلوريدات لتحسين التبريد من خلال تعزيز استخدام الموائع داخل ملف المحولات [23].

Biomedical Application

(2-5-1) التطبيق الطبي الحيوي

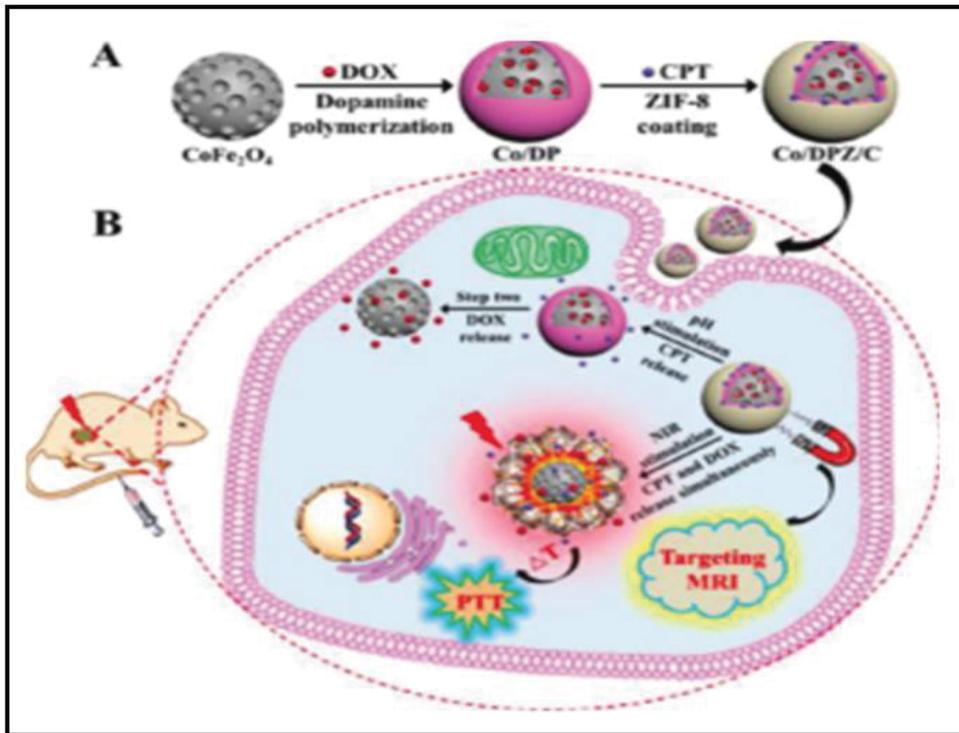
استخدمت الجسيمات النانوية المغناطيسية في الطب الحيوي لاملاكها صفات اهمها الحجم الذي مكنها من امكانية التنقل داخل جسم الكائن الحي من دون أن تحدث تغيرات او تعطيل للوظائف الطبيعية، ومكنها من الوصول الى مناطق صعب الوصول اليها من خلال وسائل اخرى [24]، ويمكن أن تكون للجسيمات النانوية صفة الحجم من بضع نانو مترات الى عشرات النانو مترات أو اصغر من احجام الخلية الذي يتراوح من 10-100 مايكرومتر هذه الصفة مكنتها من الوصول الى الخلية او الجين كما يمكن تغليفها مع *biomolecules* ويجعلها تتفاعل او ترتبط مع كيان حيوي، كما في الشكل (1-4) يمكن استخدام الجسيمات النانوية المغناطيسية لتشخيص السرطان او تسليم حزمة من دواء مخصص لمنطقة مستهدفة من الجسم مثل الاورام [25,26].



الشكل (1-4) تقنيات استخدام الجسيمات النانوية في الطب الحيوي [27] .

يجب أن تمتلك الجسيمات النانوية المستخدمة في الطب الحيوي اتزاناً حرارياً جيداً، وخاصة مغناطيسية مميزة ، وتوافقاً حيوياً وأن تكون قادرة على تشكيل تشتت مستقر كما يمكنها من أن تنقل الجزيئات في النظام المستهدف وكذلك الاستجابة بشكل جيد للمجالات المغناطيسية المتناوبة (AC)، لقد دخلت الجسيمات النانوية المغناطيسية في تطبيقات للطب الحيوي مثل تسليم الدواء للمنطقة المستهدفة والعلاج بارتفاع درجة الحرارة للخلية والتصوير بالرنين المغناطيسي [22].

لقد استخدمت عناصر الكوبلت والنيكل في إنتاج جسيمات نانوية تدخل في التطبيقات الطبية والحيوية وأظهرت اداءً عالياً في تطبيق ارتفاع درجات الحرارة وللسيطرة على سمية هذه المواد في بعض التطبيقات يتم طلائها بطلاءات مناسبة عند استخدامها في الجسم الحي وتم ملاحظة أن حقن الجسيمات النانوية المغناطيسية (MNP_s) في الجسم الحي فإن الجسم يبدي نظاماً دفاعياً رئيسياً يعرف باسم الشبكة البطانية الذي بدوره يلغي اي مفعول لمادة غريبة تسربت الى مجرى الدم وفي عملية الكشف هذه تتعرض الجسيمات النانوية (MNP_s) الى هجوم بواسطة بروتينات البلازما والتي يتم ارسالها من قبل الشبكة البطانية التي تكون المسؤولة عن ازالة تأثير (MNP_s) وبذلك فإن الطلاءات التي تستخدم لطلاء الجسيمات النانوية تمنع امتصاص البروتينات وبالتالي تعمل على اطالة زمن دورة الجسيمات النانوية في مجرى الدم والتي تمكنها من إكمال عملية اوصول الدواء والوصول الى النسيج المستهدف ، الشكل (5-1) ادناه يبين استخدام الجسيمات النانوية في التطبيقات الطبية [28].



الشكل (5-1) يبين استخدام الجسيمات النانوية في الطب الحيوي [29].

(6-1) الدراسات السابقة

Previous Studies

درس الباحث (Omprakash Suwalka) وجماعته سنة 2007، تحضير ودراسة الخواص التركيبية للمركب $Ni_{0.25}Co_{0.25}ZnFe_2O_4$ بطريقة الترسيب الكيميائي المشترك، إذ تم دراسة الخواص التركيبية للجسيمات النانوية من خلال فحوصات طيف حيود الأشعة السينية XRD وأظهرت أن جميع العينات لها طور واحد هو الطور المغزلي ومن دراسة الخواص المغناطيسية وجد أن هناك علاقة عكسية بين درجة الحرارة والتوزيع الإلكتروني وان هناك نقصاناً في قيمة تمغنط الأشباع مع زيادة درجة الحرارة كذلك اثبتت الفحوصات أن الحجم الحبيبي يزداد مع زيادة درجات الحرارة [30].

درس الباحث (Lan, N.T., Hien) وجماعته سنة 2008، الخواص التركيبية والمغناطيسية للمركب $Mn_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ بطريقة الترسيب الكيميائي المشترك، وتم دراسة الخواص التركيبية والمغناطيسية للعينات المحضرة بتركيز (x=0-0.7)، وأظهرت فحوصات طيف حيود الأشعة السينية XRD أن هناك تأثير على الحجم الحبيبي مع زيادة تركيز الزنك وأن العينات ذات ابعاد نانوية تتراوح بين (8.9-18.5 نانو متر)، وتمتلك الطور المغزلي و أظهرت الفحوصات المغناطيسية حلقات الهستيرة للمواد من نوع super paramagnetic وان مغنطة التشبع تتأثر بزيادة تركيز الزنك عند درجة حرارة الغرفة [31].

درس الباحث (حسام غانم حسيب قحطان وجماعته) سنة 2009، تأثير درجة حرارة التليد على الخصائص المغناطيسية للمركب $Ni_xZn_{1-x}Fe_2O_4$ ، تم تحضير المركب نيكل - زنك فرايت لقيم (x=0.4-0.6) بطريقة تفاعلات الحالة الصلبة، وقد تم دراسة الخواص المغناطيسية للمركب حيث اظهرت الفحوصات المغناطيسية إن قيم التخلفية المغناطيسية (B_r) والمجال (H_c) واقصى مغناطيسية (B_{max}) تتغير تبعا لقيم درجة الحرارة والزمن عند التحضير مع تغيير التردد، حيث كانت انسب درجة حرارة $1400^{\circ}C$ ولمدة 2 ساعة وان افضل نسبة كانت عند (x=0.4) وان القيم المغناطيسية ($B_{max}-H_c - B_r$) عند القيمة x=0.4 كانت على التوالي (0.169 T-16.8 A/m-0.079 T)، اما عند التركيز x=0.6، فكانت القيم على التوالي (0.193T-5.1A/m-0.055T)، كما لوحظ ان قيم المتغيرات تتغير تبعا لتغير التردد عند المدى (50-30 HZ) ولكلا التركيزين وكان هناك تأثير واضح لتركيز العناصر المتفاعلة على مواصفات العينة [32].

درس الباحث (Kandasamy Velmurugana وجماعته) سنة 2010، تحضير فيرايتات نيكل زنك النانوية بواسطة تقنية الترسيب الكيميائي المشترك، حيث حضرت عينات فرايت نيكل زنك بتركيز ما بين (x=0-1)، وتم دراسة الخواص التركيبية لهذه العينات حيث كشفت فحوصات طيف حيود

الاشعة السينية XRD ، ان الحجم الحبيبي يتراوح ما بين (6-8 نانو متر) ، وان جميع العينات تمتلك الطور المكعب المغزلي ومن دراسة الخواص المغناطيسية وجد ان تمغنط الاشباع يقل مع زيادة تركيز الزنك عند قيمة pH=12 عند درجة حرارة (85°C) ، وان منحني الهسترة يظهر انخفاضا مع تركيز الزنك كما أجريت فحوصات FTIR فوجد ان حزم الامتصاص تتراوح ما بين ($400 - 4000 \text{ cm}^{-1}$) [33].

درس الباحث (S. Manouchehri) وجماعته سنة 2010 ، تحضير جسيمات نانوية مغناطيسية من المركب $\text{Co}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ بطريقة الترسيب الكيميائي المشترك ، تم تصنيع الجسيمات النانوية لفرايت الكوبلت زنك في محلول متجانس عند درجة حرارة الغرفة حيث اظهرت فحوصات طيف حيود الاشعة السينية XRD ، إن العينات تمتلك الطور الاحادي البلوري وقد اظهرت فحوصات TEM المجهر الالكتروني الضوئي أن الجسيمات المحضرة ذات شكل كروي يتراوح حجمها بين (6-8 nm) ، اما الفحوصات المغناطيسية فأظهرت ان الجسيمات النانوية ذات خواص فائقة التوصيل وبيئت فحوصات FTIR ان الامتصاصية للجسيمات تتراوح ($400 - 4000 \text{ cm}^{-1}$) [34].

درس الباحث (M.S. Khandekar) وجماعته سنة 2011 ، تأثير درجة الحرارة على الخواص التركيبية والكهربائية على فرايت كوبلت ، تم تحضير العينات بدرجات حرارة (700-800-900) على التوالي ، وأجريت الفحوصات التركيبية للعينات من خلال طيف حيود الاشعة السينية (XRD) ، اظهرت النتائج أن حجم الجسيمات يزداد مع زيادة درجة الحرارة ومن فحوصات طيف الاشعة تحت الحمراء FTIR فان الجسيمات تظهر الطور رباعي السطوح وثمانى السطوح اما الفحوصات الكهربائية فأظهرت ان الجسيمات تمتلك خواص أشباه الموصلات وأن قيمة ثابت العزل تزداد مع زيادة درجات الحرارة وان الموصلية ضمن المدى (20 Hz – 1MHz) تزداد مع زيادة درجات الحرارة [35].

درس الباحث (A. T. Pathan) وجماعته سنة 2012 ، تحضير ودراسة الخصائص التركيبية للكوبلت باستبدال Zn-Ni-Li ، أذ تم تحضير المركب حسب الصيغة $\text{Li}_{0.5}\text{Ni}_{0.15}\text{Co}_{0.1}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ وباستخدام طريقة الاحتراق الذاتي حيث تم دراسة الخواص التركيبية من خلال فحص طيف حيود الاشعة السينية XRD ، ان قيمة ثابت الشبيكة (8.376 \AA) وان الشكل البلوري من نوع FCC أما فحوصات المجهر الالكتروني الماسح (SEM) ، فأظهرت ان العينات تشكل حبيبات نانوية وتم قياس الحجم الحبيبي من خلال استخدام معادلة شيرر [36].

درس الباحث (Khorrami S. Abedini) وجماعته سنة 2012 ، تأثير pH على الخواص الهيكلية والمورفولوجيا للمركب CoFe_2O_4 ، تم تحضير الجسيمات النانوية بطريقة Sol gel باستخدام الوسائل الاشعاعية للموجات فوق صوتية ، حيث اثبتت الدراسة ان الجسيمات المتكونة هي بلورات نانوية من

Co Fe₂O₄ ذات القابلية على تشتت عالي وتكتل منخفض ومن اجراء قياسات طيف حيود الاشعة السينية XRD اظهرت ان حجم الجسيمات النانوية يتراوح (12nm- 39) ، تميزت جسيمات فرايت الكوبلت بانها ذات مغناطيسية تشيع قصوى تبلغ (44.02 emu/g) والنسبة المولية (1:1) لكل من Fe⁺³, Co⁺² عند درجات حرارة لكلسنة المسحوق المحضر (750 °C) لمدة اربع ساعات وتشير هذه الطريقة الى امكانية الحصول على جسيمات نانوية عالية الجودة [37].

درس الباحث (R. Lotfi) وجماعته سنة 2012 ، تأثير درجة الحرارة على تحضير فرايت الكوبلت المستبدل بالنيكل بطريقة الترسيب الكيميائي المشترك) حيث تمت عملية تحضير الجسيمات النانوية ودراسة تأثير درجة الحرارة على احجام الجسيمات من خلال تعريضها الى درجات حرارة بحدود (600-900 °C) تمت دراسة الخواص التركيبية للجسيمات من خلال فحص حيود الاشعة السينية XRD والتي اظهرت ان حجم الجسيمات يتراوح من (22-38 nm) ومن قياسات SEM تم تحديد بنية التشكل وان للسطح دور مهم في مرحلة التشكل للجسيمات ، واطهرت تكون طور مكعب بلوري واحد عند الرقم الهيدروجيني pH =11 [38].

درس الباحث (A. Doaga) وجماعته سنة 2013 ، الجسيمات النانوية في التطبيقات الطبية حيث تم تحضير الجسيمات النانوية المغناطيسية للمركب Zn_xCo_{1-x}Fe₂O₄ لقيم X=0-1 بطريقة الترسيب الكيميائي المشترك حيث تم قياس حجم الجسيمات المحضرة بواسطة قياسات حيود الاشعة السينية وتم اجراء فحص المجهر الالكتروني للعينات حيث اظهر ان الجسيمات تمتلك الشكل الكروي كما تم اجراء فحص SAR ولترددات مختلفة حيث لوحظ ان القيمة SAR تعتمد على الصيغة الكيميائية للمركب بالاضافة الى قيمة التردد المسلط على الجسيمات ونظرا للخصائص الفريدة التي تميزت بها الجسيمات النانوية المحضرة تم استخدامها في التطبيقات الطبية اهمها تسخين الخلايا السرطانية وكذلك في جهاز التصوير بالرنين المغناطيسي MRI وفي عملية ايصال الدواء وذلك من خلال تطبيق مجال مغناطيسي خارجي على الجسيمات [39].

درس الباحث (Poh Lin Leng) وجماعته سنة 2013 ، دراسة الخواص التركيبية لفرايت نيكل زنك للمركب Ni_{0.25}Zn_{0.75}Fe₂O₄ حيث تم تحضير العينات باستخدام النترات المعدنية مع استخدام الماء المقطر كمذيب عند درجة حرارة للتجفيف (335 °C) ولمدة ساعة ثم بعدها يتم سحق المسحوق قبل الكلجنة ولازالة المواد العضوية وتبلور الجسيمات تمت المعالجة الحرارية بدرجة حرارة (723 K) ، تم اجراء الفحوصات التركيبية باستخدام طيف حيود الاشعة السينية XRD حيث كانت حجم الجسيمات (7-25 nm) وتزداد مع زيادة درجة حرارة الكلجنة كما اظهرت الفحوصات المغناطيسية ان الجسيمات تمتلك التشيع المغناطيسي [40].

درس الباحث (S. S. Yattinahalli) وجماعته سنة 2014 ، الخصائص التركيبية للمركب $Ni Fe_2O_4$ المحضر بطريقة الترسيب الكيميائي ، اظهرت قياسات طيف حيود الاشعة السينية XRD ان الجسيمات تمتلك هيكل السبيل المكعب كما تم قياس حجم الجسيمات النانوية (44-62 nm) وان ثابت الشبكة ($a_0=8341\text{\AA}$) كما اظهرت الفحوصات الميكانيكية ان الجسيمات تمتلك مرحلة واحدة من التشكيل هي الطور المكعب لفرايت النيكل [41].

درس الباحث (Rajinder Kumar) وجماعته سنة 2014 ، تحضير الجسيمات للمركب $Ni_{0.6-x}Zn_{0.4}Co_xFe_2O_4$ باستخدام الماء المقطر مذيباً عضوياً لإتمام الاذابة 99% وإتمام التجانس لتحضير المركب بطريقة (Gol-Sol) ، حيث ان قيمة ($x=0-1$) وبمدة التحريك لمدة 30 دقيقة بعد اضافة حامض النتريك للوصول الى قيمة ($pH=7$) كما تمت عملية الكلسنة بدرجة حرارة ($700^\circ C$) وتم قياس حجم الجسيمات النانوية باستخدام طيف حيود الاشعة السينية XRD وكانت تتراوح (23-24nm) إذ تقاس اعلى قيمة ذروة عند 311 وان خصائص الفرايت تعتمد بشدة كبيرة على الترتيب الكيميائي وان الفرايت المحضر نوع الفرايت المعكوس [42].

درس الباحث (Kaliyamoorthy Venkatesan) سنة 2015، دراسة الخصائص المغناطيسية والتركيبية لأكسيد الحديد المحضر بطريقة الاحتراق التلقائي ، تم تحضير جسيمات اكسيد الحديد المشوبة بالكوبلت بتقنية الاحتراق للمحاليل ، وتم دراسة الخواص التركيبية و المغناطيسية للعينات المحضرة وحساب متوسط الحجم البلوري للمركب $CoFe_2O_4$ وكان الحجم البلوري يتراوح (5-16 nm) اما نتائج الفحوصات المغناطيسية فأن لها قيمة تشبع عالي مما جعل استخدام الجسيمات المحضرة في التطبيق الطبي، حيث اظهرت العينات نشاط مضاد للميكروبات و عامل مضاد للبكتريا كما اجريت دراسات السمية الخلوية للجسيمات النانوية المحضرة بتراكيز مختلفة [43].

درس الباحث (Ahmed etal) سنة 2015 ، دراسة الخصائص التركيبية للمركب $Mg_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ بطريقة Co- Precipitation ، حيث تم تحضير الفرايت النانوي بتغير قيم x على ($x=0,0.2,0.4,0.6,0.8$) على التوالي حيث تم دراسة الخواص التركيبية للجسيمات المحضرة من خلال حيود الاشعة السينية باستخدام البطاقة $Fd3m$ حيث اظهرت الفحوصات ان التركيب من السبيل (Spinel) النانوي وان الحجم البلوري يتراوح بين (21-42nm)، و أظهرت متغيرات ثابت الشبكة البلورية تزداد بزيادة تركيز الزنك التي يكون قيمة نصف القطر الايوني لها اكبر من الزنك الثنائي Zn ، اما نتائج FTIR فأظهرت حزم امتصاصية للأعداد الموجية (612,1146,1404,1644,3245) [44].

درس الباحث (Z. Ding) سنة 2015 ، تحضير الجسيمات النانوية المتبلورة للمركب $Co_{0.6}Zn_{0.4}Fe_2O_4$ باستخدام طريقة الاحتراق الذاتي استخدام مادتين مختلفتين ($NaOH, NaBH_4$) مع استخدام عملية الخلط المغناطيسي ، وتم دراسة الخواص التركيبية من خلال قياسات طيف حيود الأشعة السينية حيث اظهرت ان استبدال المادتين يؤثر على الحجم البلوري للجسيمات الفرايية النانوية المحضرة. [45].

درس الباحث (Tejabhram Yadavalli) وجماعته سنة 2016 ، تحضير الجسيمات النانوية لفرايت كوبلت زنك بطريقة الترسيب الكيميائي المشترك باستخدام درجات حرارة منخفضة وذلك لضمان الحصول على جسيمات نانوية باحجام صغيرة باستخدام كبريتات الحديد ، اظهرت الفحوصات المغناطيسية لفرايت الكوبلت النانوي انخفاض تمغظ الاشباع واعداد الجسيمات النانوية بدرجات الحرارة من ($50^\circ C - 600^\circ C$) ومقارنة حجم الجسيمات الناتجة عند اختلاف درجات الحرارة [46].

درس الباحث (تحسين حسين مبارك وجماعته) سنة 2017 ، دراسة الخصائص العزلية لغشاء متراكب $CoFe_2O_4/PVA$ ، إذ تم تحضير الاغشية المترابكة من مسحوق زنك الكوبلت وبولي فينيل الكحول باستخدام طريقة الصب والنسب الوزنية من مسحوق الفرايت المضافة الى البوليمر بينما تم تحضير مسحوق فرايت الكوبلت باستخدام طريقة السول جل والاحتراق الذاتي حيث تم اجراء فحوصات حيود الاشعة السينية XRD للمسحوق وأظهر تشكل الطور الفرايت المغزلي ، ومن دراسة الخواص الكهربائية والعزلية باستخدام جهاز (LCR meter) وجد ان ثابت العزل ومعامل فقد العزلي يقل مع زيادة التردد للمجال الكهربائي المسلط [47].

درس الباحث (Hussein A. Dawoud) وجماعته سنة 2017 ، الخصائص الكهربائية والعزلية والكهربائية لفرايت النيكل ودراسة تأثير التليد ، حيث تم تحضير الفرايت متعدد التبلور $Zn_{1-x}Ni_xFe_2O_4$ باستخدام تقنية التليد مع استخدام خلط متجانس لأكاسيد الزنك ZnO أكسيد النيكل NiO مع Fe_2O_4 بتراكيز مختلفة وتم قياس التوصيلية AC وثابت العزل الكهربائي الحقيقي والخيالي وثابت العزل المعقد وظل فقد ضمن تردد زاوي متغير ($6-628 \text{ rad} \cdot s^{-1}$) وعند درجة حرارة الغرفة ، وأظهرت انخفاضاً بالتوصيلية الكهربائية مع زيادة التردد مما يدل على السلوك الطبيعي للفرايت السبيل ، وقد تم استخدام جسيمات الفرايت السبيل الناعمة المحضرة في العديد من التطبيقات العلمية والتكنولوجية [48].

درس الباحث (Md. Amir) وجماعته سنة 2018 ، تأثير درجة حرارة التليد على خصائص الجسيمات النانوية المغناطيسية $Zn Fe_2O_4$ المحضرة بطريقة Sol-gel ، وتم في هذه الدراسة تحضير جسيمات نانوية مغناطيسية عند درجات حرارة تليد مختلفة ($1100-100-900^\circ C$) وتم دراسة خصائص المواد مع تغيير درجات الحرارة حيث اظهرت القياسات التركيبية التباين عند درجات الحرارة

المختلفة وان الحجم الحبيبي للجسيمات قد ازداد من (38.60 - 49.28 nm) مع زيادة درجة الحرارة كما اظهرت القياسات المغناطيسية تحسن مغنطة التشبع في NP_s من (1.28 الى 1.66 emu/g) مع ارتفاع درجات الحرارة للتليد اما فحوصات FTIR اظهرت قيم الامتصاص ($550-440\text{ cm}^{-1}$) [49].

درس الباحث (Sadaf Bashir Khan) وجماعته سنة 2019، تأثير الزنك المشوب بالنيكل على تحضير فرايت النيكل $Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ المحضرة بطريقة الترسيب المشترك حيث عند قيم ($x=0-1$) على التوالي وتم دراسة الخواص التركيبية للجسيمات المحضرة إذ اظهرت فحوصات طيف حيود الاشعة السينية XRD بعد معاملة حرارية ($800\text{ }^\circ\text{C}$) لمدة 12 ساعة ان العينات من نوع السبلن المكعب وتم حساب ثابت الشبكة a_0 ، حيث ان ثابت الشبكة يتغير مع زيادة تركيز الزنك بينما كانت قيم الحجم الحبيبي تزداد وتتراوح (20-60 nm) اما فحوصات FTIR فأظهرت قيم الامتصاصية عند المواقع ($1000-300\text{ cm}^{-1}$) [50].

(7-1) هدف الدراسة

تهدف الدراسة الحالية الى:

1. تحضير جسيمات نانوية مغناطيسية من فرايت كوبلت زنك $Co_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ والفرايت نيكل زنك $Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ لقيم ($x=0,0.1,0.3,0.5,0.7,0.9$) بطريقة الترسيب الكيميائي المشترك Co-Precipitation Method.
2. دراسة الخواص التركيبية XRD، FTIR، FE-SEM وحساب الكثافة الظاهرية والكثافة النظرية والمسامية كما تم دراسة الخواص الكهربائية LCR meter والخواص المغناطيسية VSM للجسيمات المحضرة.
3. اختيار افضل النماذج من الجسيمات النانوية المغناطيسية المحضرة اعتمادا على خصائصها المغناطيسية والتركيبية والكهربائية، والمناسبة لاستخدامها في التطبيقات الطبية من خلال استخدامه مادة لتلوين الانسجة ووسط تباين Contrast Medium في صور جهاز الرنين المغناطيسي MRI (Magnetic Resonance Imaging) وتقليص الفترة الزمنية بين فترة الحقن والفحص.
4. تحويل المساحيق الفرايتية للنماذج التي تم اختيارها الى مائع نانوي مغناطيسي (Ferro Fluid).