جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة ديالى –كلية العلوم
قسم الفيزياء

دراسة الخواص التركيبية و المغناطيسية والكهربائية لمتراكبات فيرايتية (صلدة-هشة) المحضرة بطريقة السول – جل

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

من قبل
رغد عدنان مجيد الزهيري
(بكالوريوس علوم فيزياء 2015)

بإشراف
أ.د. تحسين حسين مبارك

1439 هـ

2017 م

بِسْمِ اللّه الرَّحْمَـنِ الرَّحِيم

(يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آَمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ

وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ)

صدق الله العلي العظيم

المجادلة/الآية (11)

شكر وتقدير..

بسم الله الرحمن الرحيم والصلاة والسلام على سيد الخلق اجمعين ابي القاسم المصطفى محمد واله الطيبين الطاهرين ..

وأنا أصل المشارف النهائية لهذا البحث لايسعني إلا أن أتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور ***تحسين حسين مبارك*** لإشرافه على البحث وتقديم ارشاداته ونصائحه القيمة، كما أتقدم بوافر الشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور ***نبيل علي بكر*** لما أبدياه من دعم ومتابعة انجاز البحث.

كما أود أن اعبر عن شكري وامتناني ***لعمادة كلية العلوم – جامعة ديالى*** وأتقدم بالشكر الجزيل والثناء الجميل الى زملائي الطلبة الذين ابدو تعاونهم معي للخروج بهذا البحث واخص بالذكر استاذ حسين سليمان

واليك ايها القارئ الكريم..

رغد عدنان

الاهداء

الى البشير النذير والسراج المنير ابي القاسم المصطفى محمد وابنته الصديقة الكبرى فاطمة الزهراء

﴿عليهما افضل الصلاة والسلام﴾..

الى الانجم الزاهرة والاقمار المنيرة ألـ البيت الاطهار ﴿عليهما جميعاً سلام الله﴾..

الى سيدي ومولاي قائم ال محمد المهدي المنتظر ﴿عجل الله فرجه الشريف﴾..

الى بلدي العزيز وملأوي الامن العراق..

الى منبع الود والعطاء والدي العزيز .....الى بحر الحب والحنان والدتي العزيزة

...اطال الله بعمرهما المبارك...

والى من وقف بجانبي بكل لحظة زوجي الغالي

...حفظك الله لي...

الى اخواني جميعا واختي العزيزة ... والى جميع أصدقائي واحبتي...

اهدي بحثي هذا...

رغد عدنان

إقرار المشرف

أقر بأن أعداد الرسالة تم تحت أشرافي في قسم الفيزياء - كلية العلوم – جامعة ديالى، وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء.

المشرف

التوقيع:

أسم المشرف: أ.د. تحسين حسين مبارك

المرتبة العلمية: استاذ

العنوان: جامعة ديالى/ كلية العلوم / قسم الفيزياء

التاريخ: / /2017 م

توصية رئيس القسم

بناء على التوصيات المتوافرة، أرشح هذه الرسالة للمناقشة.

التوقيع:
الاسم: أ.م.د. زياد طارق خضير
المرتبة العلمية: استاذ مساعد
العنوان: جامعة ديالى – كلية العلوم - قسم الفيزياء
التاريخ: / / 2017 م

اقرار لجنة المناقشة

نحن أعضاء لجنة المناقشة أدناه نشهد أننا اطلعنا على رسالة الماجستير الموسومة **(دراسة الخواص التركيبية و المغناطيسية والكهربائية لمتراكبات فيرايتية (صلدة-هشة) المحضرة بطريقة السول – جل)** المقدمة من قبل الطالبة **(رغد عدنان مجيد)** وقد ناقشنا الطالبة في محتوياتها وكل ما له علاقة بها فوجدناها جديرة بالقبول لنيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء ولاجله وقعنا.

رئيس اللجنة

التوقيع:

الاسم: **أ.د. نضال نيسان جندو**

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: الجامعة المستنصرية/ كلية التربية/ قسم الفيزياء

التاريخ: / / 2018 م

عضو اللجنة

التوقيع:

الاسم: **أ.م. مهدي حاتم ديوان**

المرتبة العلمية: أستاذ مساعد

العنوان: جامعة ديالى/ كلية العلوم / قسم الفيزياء

التاريخ: / / 2018 م

عضو اللجنة

التوقيع:

الاسم: **م.د. جاسم محمد منصور**

المرتبة العلمية: مدرس

العنوان: جامعة ديالى/ كلية العلوم/ قسم الفيزياء

التاريخ: / / 2018 م

عضو اللجنة (المشرف)

التوقيع:

الاسم: **أ.د. تحسين حسين مبارك**

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة ديالى/ كلية العلوم / قسم الفيزياء

التاريخ: / / 2018 م

مصادقة عمادة كلية العلوم/ جامعة ديالى

التوقيع:

الاسم: **أ. د. تحسين حسين مبارك**

المرتبة العلمية: أستاذ

التاريخ: / / 2018 م

إقرار المقوم العلمي

أقـــر بتقـــويم رســـالة الماجســـتير المعنونـــة **(دراســـة الخـــواص التركيبيـــة والمغناطيســـية والكهربائيـــة لمتراكبـــات فيرايتيـــة (صـــلدة-هشـــة) المحضـــرة بطريقـــة الســـول-جـــل)** للطالبـــة **(رغـــد عـــدنان مجيـــد)** علميـــاً مـــن قبلـــي وهـــي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء.

التوقيع:

الاسم: أ.د. نادر فاضل حبوبي

المرتبة العلمية: استاذ

العنوان: الجامعة المستنصرية/ كلية التربية / قسم الفيزياء

التاريخ: / / 2018 م

إقرار المقوم اللغوي

اقـــر بتقـــويم رســـالة الماجســـتير المعنونـــة **(دراســـة الخـــواص التركيبيـــة والمغناطيســـــــــية والكهربائيـــــــــة لمتراكبـــــــــات فيرايتيـــــــــة (صـــــــلدة-هشـــــــة) المحضـــــــرة بطريقـــــــة الســـــــول-جـــــــل)** للطالبـــــــة **(رغـــد عـــدنان مجيـــد)** لغويـــاً مـــن قبلـــي وهـــي جـــزء مـــن متطلبـــات نيـــل درجـــة الماجستير في علوم الفيزياء.

التوقيع:
الأسم: أ.د. مازن عبدالرسول سلمان
المرتبة العلمية: أستاذ
العنوان: جامعة ديالى / كلية التربية الأساسية / قسم اللغة العربية
التاريخ: / /2018

الخلاصة

حضرت فرايتات الباريوم سترانشيوم (Hard ferrite) ذات الصيغة العامة ($Ba_{1-x}Sr_xFe_{12}O_{19}$) و ان قيم (X=0,0.25,0.5,0.75,1) و تم التحضير بطريقة السول – جل (sol-gel) ذات الاحتراق التلقائي بآستخدام نترات الحديد المائية[$Fe(No_3)_3.9H_2O$] ، ونترات الباريوم [$Ba(No_3)_2$] ونترات السترانشيوم [$Sr(No_3)_2$] وحامض السترك [$C_6H_8O_7.H_2O$]كوقود للحصول على مسحوق الفرايت النانوي، كما تم تحضير ايضاً فرايت النيكل (Soft Ferrite) بآستعمال طريقة السول – جل(sol-gel) الذاتية الاحتراق بآستخدام نترات الحديد وحامض السترك ونترات النيكل [$Ni(No_3)_26H_2O$].

أستخدمت حيود الاشعة السينية لمعرفة الخواص التركيبية لهذه الفرايتات اذ أظهرت النتائج الحصول على تركيب بلوري السداسي لفرايتات الباريوم سترانشيوم و فرايت النيكل فهو من الطور المغزلي (مكعب بسيط) (Sc)، أذ تم قياس ثوابت الشبيكة للفرايتات والحجم الحبيبي والكثافة النظرية والظاهرية وأستخدمت معادلة ديباي – شرر في تعين الحجم الحبيبي وثوابت الشبيكة للفرايتات المحضرة وهي كالأتي :-

[$BaFe_{12}O_{19}$=691.667$A^{\circ 3}$, $Ba_{0.75}Sr_{0.25}Fe_{12}O_{19}$=692.865$A^{\circ 3}$,

$Ba_{0.5}Sr_{0.5}Fe_{12}O_{19}$=692.897$A^{\circ 3}$, $Ba_{0.25}Sr_{0.75}Fe_{12}O_{19}$=685.226$A^{\circ 3}$,

Sr $Fe_{12}O_{19}$=689.051 $A^{\circ 3}$]

حضرت متراكبات الفرايتات بمزيج من الفرايت الصلد (Hard Ferrite) أذ تم اختيار العينة الأكثر تشبعية مغناطيسية ذات النسبة ($Ba_{0.5}Sr_{0.5}Fe_{12}O_{19}$) مع نسب فرايت النيكل المضافة.

الخواص الكهربائية للفرايتات الصلدة والمتراكبات ضمن مدى الترددات (50Hz – 1MHz) تم دراستها عند درجة حرارة الغرفة وشمل هذا الفحص ثابت العزل الحقيقي والخيالي والتوصيلية الكهربائية، أذ اظهرت النتائج ان العينات التي تلبد في ($^{\circ}$C)(900,1000,1100) لديها اعلى ثابت عزل في التردد المنخفض وينخفض بشكل حاد الى ان يصل الى سلوك نموذجي من الفريتات، وان التوصيلية الكهربائية للتيار المستمر(D.C) علاقتها طردية مع التردد اي كلما زاد التردد زادت التوصيلية الكهربائية ولكل العينات المحضرة وبدرجات الحرارة المختلفة.

الخواص المغناطيسية تم دراستها للفرايتات المحضرة ومتراكباتها (Hard Ferrite-Soft Ferrite- Composities) بعد المعاملة الحرارية بثلاث درجات حرارية مختلفة واظهرت النتائج ان للفرايتات المحضرة هنالك فرق قليل بين قيم المعاملات المحسوبة وهي التشبعية

المغناطيسية-القوة القهرية-النفاذية المغناطيسية أذ تكون هذه القيم عالية بالفرايتات الصلدة وقليلة بالفرايتات المرنة، واعلى قيمة تم الحصول عليها هي العينة التي تتكون من نسب متساوية من الباريوم والسترانشيوم.

اما المتراكبات فقد وجد آن إضافة كمية من فرايت النيكل (الفرايت المرن) وبنسبة من الفرايت الصلد اكثر من الفرايت المرن يؤدي الى ظهور (تشبعية مغناطيسية – قوة قهرية – ونفاذية مغناطيسية)عالية.

وعند اضافة كمية من الفرايت المرن الى الفرايت الصلد تكون قيم (التشبعية المغناطيسية – القوة القهرية – النفاذية المغناطيسية) عالية وذلك في حالة كون نسبة الفرايت الصلد أعلى من الفرايت المرن المضاف لها.

المحتويات

الفصل الاول	
1.1 المقدمة	1
1.2 الدراسات السابقة	3
1.3 الهدف من البحث	7
الفصل الثاني	
2-1 المقدمة	8
2-2 السلوك المغناطيسي للمواد	9
2-3 تصنف المواد حسب خصائصها المغناطيسية	11
2-4 تصنيف المواد الفرايتية اعتماداً على تركيبها البلوري	16
2- 5 تصنيف الفرايتات وفق خواصها المغناطيسية	20
2-6 تركيب فرايت الباريوم	22
2-7 اصل المغناطيسية في فرايت الباريوم	23
2-8 خواص فرايت السترونشيوم	23
2-9 تقنيات التحضير	25
2-10 الكلسنة، الكبس، التلبيد	28
2-11 عمليات التشكيل	29
2-12 المعاملات الحرارية النهائية (التلبيد النهائي)	29
2-13 طريقة السول - جل	30
2-14 الحقول المغناطيسية وحلقة الهسترة	31
2-15 تقنية قياس المغنطة للنماذج المتذبذبة	34
2-16 الحث والنفوذية المغناطيسية	35
2-17 الخواص التركيبية	39
2-19 ابعاد مستويات الشبيكة	41
2-20 كثافة الفرايتات	42
الفصل الثالث	
3-1 المقدمة	43
3-2 المواد الاولية	43
3-3الاجهزة المستعملة	44
3-4 تحضير الفرايتات	45
3-5 تشكيل العينات	54
3-6 عملية التلبيد	55
3-7 الفحوصات التركيبية	55
3-8 الفحوصات المغناطيسية	57

3-9 الفحوصات الكهربائية بأستخدام جهاز	58
الفصل الرابع	
4-1 المقدمة	61
4-2 نتائج القياسات التركيبية للفرايت الصلد ($Ba_{(1-x)}Sr_{(x)}Fe_{12}O_{19}$) وللفرايت الهش($NiFe_2O_4$)	61
(4 – 3) نتائج فحوصات حلقة الهسترة المغناطيسية	69
4.4 الخصائص الكهربائية للفرايتات$Ba_{(1-x)}Sr_{(x)}Fe_{12}O_{19}$ وللمتراكبات	80
5.4 الاستنتاجات	87
6.4 المشاريع المستقبلية	88

قائمة الرموز

Symbol	Definition	Unit
F	Frequency	Hz
ε_r	Relative Permittivity or Dielectric Constant	----
ε_r'	Real Part of Relative Permittivity	----
ε_r''	Imaginary Part of Relative Permittivity	----
E	Electric field intensities	Volt/m
H	Magnetic field intensities	Ampere/m
D	Electric flux densities	Coulomb/m^2
B	Magnetic flux densities	Weber/m2 or Tesla
$\vec{J}$	Electric current density(charge flux)	Ampere/m^2
ρ	Volume charge density	Coulomb/m^3
ε_0	8.854×10^{-12}	Farad/m
μ_0	$4\pi \times 10^{-7}$	Henry/m
σ	Conductivity	$(\Omega.cm)^{-1}$
β	Phase Constant	Radian/m
t	Time	S
ω	Angular frequency (2πf)	Rad^{-1}
δ_m	Magnetic Loss Angle	Degree or Rad
δ_ε	Electric loss Angle	Degree or Rad
τ	Relaxation time	S
Fc	Relaxation Frequency	Hz
M	Magnetization	A/m
Hc	Coercive Force	Oe
FL	Lorentz force	N
Q	Charge	Colomb
X	Displacement	Cm

M	Mass	G
Ms	Saturation magnetization	Emu/g
Mr	Remanence Magnatic	Emu/g
f_L	Larmor angular frequency	Hz
γ	Gyroscopic ratio	$Rad.T^{-1}S^{-1}$
χ	Magnetic susceptibility	----
C	Curie constant	----
T	Absolute temperature	K°
Tc	Curie temperature	C°
Λ	Wavelength	A°
D	Interplaner Distance	μm
D	Grain size	A°
(hkl)	Miller indices	----
d_B	Bulk density	g/cm^3
R.L	Reflection loss	dB
Θ	Diffraction angle	Degree
μ	Magnatic Permeapility	Emu/g

قائمة الجداول

ت	اسم الجدول	رقم الصفحة
1	الجدول (2-1) يبين قيم المتأثرية المغناطيسية لبعض العناصر	10
2	الجدول (2-2) انصاف اقطار الايونات الموجبة	19
3	الجدول (2-3) يوضح مواقع الأيونات، اتجاه الحركة، نقاط التناظر، عدد ايونات الحديد بالنسبة للصيغة، حالة الكتلة في $SrFe_{12}O_{19}$	25
4	الجدول (3-1) يوضح الصيغ الكيمائية للمواد وخصائصها	43
5	الجدول (3-2) يبين نسبة المو لارية و وزن المركبات المستخدمة لتحضير الفرايت الصلد (Hard ferrite)	46
6	الجدول (3-3) يبين نسبة المو لارية و وزن المركبات المستخدمة لتحضير فرايت النيكل ($NiFe_2O_4$)	49
7	الجدول (3-4) يوضح اوزان المواد المكونة للمتراكب	51
8	الجدول (4-1) يوضح قيم ثوابت الشبيكة الناتجة من الفحص ومقارنتها بالبطاقة العالمية للفرايتات الصلدة	65
9	الجدول (4-2) يوضح ثوابت الشبيكة والكثافة الظاهرية والحقيقية والمسامية والحجم الحبيبي	66
10	الجدول (4-3) يوضح قيم ثوابت الشبيكة الناتجة من الفحص ومقارنتها بالبطاقة العالمية للفرايت الهش	68
11	الجدول (4-4) يوضح لكل مركبات الفرايت الصلد الباراميترات المغناطيسية التي تم حسابها	70
12	الجدول (4 – 5) يوضح قيم لفرايت النيكل والمتراكبات الباراميترات المغناطيسية التي تم حسابها	77

قائمة الاشكال

ت	اسم الشكل	رقم الصفحة
1	الشكل (2-1) نموذج لحركة الالكترون حول النواة	8
2	الشكل (2-2) حالة المادة البارا مغناطيسية عند تعرضها لمجال مغناطيسي	11
3	الشكل (2-3) تأثر المادة البارا مغناطيسية بالمجال المغناطيسي	12
4	الشكل (2-4) المادة الفيرومغناطيسية	13
5	الشكل (2-5) يبين تمغنط مادة فيرومغناطيسية : (a) غير متمغنطة، (b) متمغنطة بحركة جدار الحقل المغناطيسي ، (c) متمغنطة بدوران الحقل المغناطيسي	14
6	الشكل (2-6) المادة ضديد الفيرومغناطيسية	14
7	الشكل (2-7) المادة الفيريمغناطيسية	15
8	الشكل (2-8) خلية الوحدة لفرايت الباريوم السداسي نوع (M)	17
9	الشكل (2-9) تركيب الفرايت المغزلي ومواقع المجاميع (a-site) ومواقع المجاميع (b-site) ، ومواقع ايون الاوكسجين	20
10	الشكل (2-10) حلقتي الهسترة للفرايت المرن (Soft) وللفرايت الصلد (Hard)	21
11	الشكل (2-11) : االتركيب البلوري لفرايت الباريوم السداسي ($2*BaFe_{12}O_{19}$) يبين وحدة الخلية ومواقع الايونات لأربعة طبقات (SRS^*R^*) ونسبة ميل العزم المغناطيسي لايونات الحديد Fe^{+3}	23
12	الشكل (2-12) والذي يبين حلقة الهسترة المغناطيسية مع اهم المتغيرات المغناطيسية الناتجة عند تسليط مجال مغناطيسي متغير	33
13	الشكل (2-13) والذي يبين تغير الاستقطاب المغناطيسي (J) بتغير المجال المستخدم (H) والذي يوضح بعض المتغيرات المغناطيسية	33
14	الشكل (2-14) يوضح شكل مبسط لتقنية VSM	34
15	الشكل (2-15) يوضح صورة لحامل النموذج والتقنية المستخدمة في استخدامات الحرارة المنخضة و العالية	35
16	الشكل (2-16) يظهر العلاقة الطورية بين الحقل المغناطيسي H المطبق على المادة ومركبتي الحقل المتحرض B الناتجتين بسبب الضياع في المادة المغناطيسية	37
17	الشكل (2-17) a- التوصيل للدائرة ،b- التوصيل التوازي للدائرة ، والعلاقة الطورية بين التيار والجهد في كلا الحالتين	38
18	الشكل (2-18) حيود الاشعة السينية	40
19	الشكل (3-1) يوضح مخطط تحضير الفرايت الصلد يطريقة السول – جل ذات الاحتراق الذاتي	48
20	الشكل (3-2) يوضح تحضير الفرايت ($NiFe_2O_4$) بطريقة السول – جل ذات الاحتراق الذاتي	50
21	الشكل (3-3) يوضح مخطط تحضير الفرايت المتراكب بطريقة السول – جل ذات الاحتراق الذاتي	53
22	الشكل (3-4) يوضح اشكال العينات على هيئة أقراص وحلقات	54
23	الشكل (3-5) جهاز VSM	58
24	الشكل (3-6) يوضح جهاز LCR – meter المستخدم في الفحوصات الكهربائية	59
25	الشكل (4-1) يوضح مخطط حيود الاشعة السينية لـــ فرايت الباريوم $BaFe_{12}O_{19}$	62
26	الشكل (4-2) يوضح مخطط حيود الاشعة االسينية لـــ فرايت الباريوم سترونشيوم	63

	$Ba_{0.75}Sr_{0.25}Fe_{12}O_{19}$	
27	شكل (4-3) يوضح مخطط حيود الاشعة السينية لـ $Ba_{0.5}Sr_{0.5}Fe_{12}O_{19}$	64
28	شكل (4-4) يوضح مخطط حيود الاشعة السينية لـ $Ba_{0.25}Sr_{0.75}Fe_{12}O_{19}$	64
29	شكل (4-5) يوضح مخطط حيود الاشعة السينية لـ فرايت الشترونشيوم $SrFe_{12}O_{19}$	64
30	شكل (4-6) يوضح مخطط حيود الاشعة السينية لـ $NiFe_2O_4$	67
31	شكل (4-7) يوضح شكل حلقة الهسترة للفرايت $BaFe_{12}O_{19}$، $SrFe_{12}O_{19}$، $Ba_{0.75}Sr_{0.25}Fe_{12}O_{19}$، $Ba_{0.5}Sr_{0.5}Fe_{12}O_{19}$، $Ba_{0.25}Sr_{0.75}Fe_{12}O_{19}$ عند درجة حرارة $900C^{\circ}$	72
32	شكل (4-8) يوضح شكل حلقة الهسترة للفرايت $BaFe_{12}O_{19}$، $SrFe_{12}O_{19}$، $Ba_{0.75}Sr_{0.25}Fe_{12}O_{19}$، $Ba_{0.5}Sr_{0.5}Fe_{12}O_{19}$، $Ba_{0.25}Sr_{0.75}Fe_{12}O_{19}$ عند درجة حرارة $1000C^{\circ}$	74
33	شكل (4-9) يوضح شكل حلقة الهسترة للفرايت $BaFe_{12}O_{19}$، $SrFe_{12}O_{19}$، $Ba_{0.75}Sr_{0.25}Fe_{12}O_{19}$، $Ba_{0.5}Sr_{0.5}Fe_{12}O_{19}$، $Ba_{0.25}Sr_{0.75}Fe_{12}O_{19}$ عند درجة حرارة $1100C^{\circ}$	76
34	شكل (4-10) يوضح حلقة الهسترة لفرايت النيكل $NiFe_2O_4$	78
35	شكل (4-11) يوضح حلقة الهسترة للمتراكبات المغناطيسية عند درجة حرارة $900C^{\circ}$	79
36	الشكل (4-12) (A: يوضح ثابت العزل الحقيقي ، B: يوضح ثابت العزل الخيالي) للفرايتات الصلدة عند درجة حرارة $900C^{\circ}$	81
37	الشكل (4-13) (A: يوضح ثابت العزل الحقيقي ، B: يوضح ثابت العزل الخيالي) للفرايتات الصلدة عند درجة حرارة $1000C^{\circ}$	82
38	الشكل (4-14) (A: يوضح ثابت العزل الحقيقي ، B: يوضح ثابت العزل الخيالي) للفرايتات الصلدة عند درجة حرارة $1100C^{\circ}$	83
39	الشكل (4-15) (A: يوضح ثابت العزل الحقيقي ، B: يوضح ثابت العزل الخيالي) للمتركبات عند درجة حرارة $900C^{\circ}$	84
40	الشكل (4-16) يوضح التوصيلية الكهربائية للفرايتات القوية (A: بدرجة حرارة $900C^{\circ}$، B: بدرجة حرارة $1000C^{\circ}$ ، C: بدرجة حرارة $1100C^{\circ}$)	86
41	الشكل (4-17) يوضح التوصيلية الكهربائية للمتراكبات في درجة حرارة $900C^{\circ}$	86

1.1 المقدمة Introduction

كانت الصناعات الكهربائية تعتمد اساسآ على الحديد وسبائكه المغناطيسية لتلبية متطلباتها من المواد المغناطيسية ، ونتيجة للحاجة الى العمل عند الترددات العالية وعدم امكانية التقنيات القياسية من تقبل خسائر التيارات الدوامة كان اللجوء الى ما هو جديد وذو خواص افضل الامر الذي ادى الى اكتشاف مواد لم تكن معروفة سابقآ، و مع توفر هذه المواد ظهرت استعمالات تستند في عملها على الخواص الفريدة التي اخذت طريقها في التطور لتدخل في بناء دوائر كهربائية تعمل عند الترددات الواطئة والعالية [1].

تعد الفرايتات مواد مغناطيسية ذات تراكيب كيميائية وبنى بلورية مختلفة وهي جميعآ مواد فيرمغناطيسية (Ferremagnetic) شبه موصلة، تمتلك الفيرايتات مقاومة كهربائية (Resistivity) عالية بحدود $(10^9\ \Omega\ .\ cm)$ يرافقها نفاذية مغناطيسية عالية (Permeability) وثابت عزل (Dielectric Constant) يتراوح بين (15–10) اذ تتغير هذه الكميات بتغير المجالات الكهربائية والمغناطيسية [2].

ان المقاومة العالية للفرايتات تمكّن الموجات الكهرومغناطيسية العالية التردد من الانتقال خلال الوسط الفيرايتي بخسارة قليلة ، اذ تتفاعل مركبة المجال المغناطيسي للموجة مع العزم المغناطيسي للمادة ، ويمكن الاستدلال على هذا التفاعل من سلوك النفاذية المغناطيسية مع شدة المجال المغناطيسي المسلط عند ترددات الموجة المايكروية ، وفي هذه الحالة يحصل امتصاص رنيني واضح خلال مادة الفرايت عند تردد يتناسب مع شدة المجال المسلط.

ان الفيرايتات هي مواد سيراميكية متجانسة رمادية غامقة او سوداء تتركب من خلط انواع مختلفة من الاكاسيد مع اوكسيد الحديد ، وهي صلدة جدآ وهشة في الوقت نفسه [3]، وتمتلك الفيرايتات تراكيب بلورية مختلفة وهي على هيئة فرايتات هشة(او ماتسمى باللينة، الرخوة او المرنة) (Soft) او قوية (Hard) وتعد الفيرايتات الرخوة اساس المواد المغناطيسية للاجهزة الكهربائية.

ومن اهم فوائد الفرايتات التي ادت أستعمالاتها الواسعة كمواد مغناطيسية هي :-

1. المقاومية الكهربائية العالية
2. العمل ضمن مدى ترددي واسع
3. الخسائر القليلة مقارنة بنفاذيتها المغناطيسية العالية
4. الاستقرارية الحرارية والزمنية
5. الكلفة القليلة
6. انخفاض الكثافة

ان الفرايتات السداسية مثل فيرايت الباريوم المحضرة بطريقة السول – جل عند درجة حرارة تلبيد مقدارها (900˚C) تكون ملائمة لاستعمالها كمواد (RAM) في تكنولوجيا التخفي.

ويعزى هذا التقدم في مجال تكنلوجيا الاتصالات للمغانط السيراميكية من خلال الخصائص الهائلة التي يمتلكها مثل سلوكيتها المغناطيسية ونفاذيتها المغناطيسية علاوة على مقاوميتها الكهربائية العالية وثباتها الكيميائي فضلاً عن كلفتها المنخفضة وصلادتها العالية[4] وجميع هذه الخصائص جعلت من هذه المواد مفضلة حيث دخلت من أوسع ألابواب في مجالات السيراميكيات الهندسية وفي تطبيقات الترددات العالية.

إنّ من اكثر أنواع الفرايت الهشة (Soft ferrite) شيوعا في الاستخدام هي (NZF) نيكل زنك فرايت وكذلك (MZF) منغنيز زنك فرايت عن باقي الانواع من الفرايتات تبعا لمقاوميتها الكهربائية العالية ونفاذيتها المغناطيسية العالية وامكانية استغلال خواصها في طيف واسع من الاستخدام[5]، وبسبب النفاذية المغناطيسية الابتدائية العالية للمنغنيز زنك فرايت (MZF) ادخل في تطوير انظمة الاتصالات ذات الترددات العالية[6] ولكن استخدامه يسبب بعض المشاكل بسب التوصيلية العالية والتي يمتلكها هذا المركب مسببا حرارة عالية التي تحصل بسب التيارات الدوامة (Eddycurrent) التي تؤدي الى حالة انهيار الجهد، بينما اثبت النيكل زنك فرايت في الترددات العالية كفاءة افضل وذلك لما له من مقاومية عالية تضعف التيارات الدوامة (Eddy currents) . [7]

على العموم فان الخصائص الكهربائية والمغناطيسية لهذه المجموعة الجزئية من الفرايتات تعتمد وبقوة على البنية الدقيقة لكل منها على سبيل المثال الحجم الحبيبي، وتوزيع الحبيبات وطبيعة الحدود الحبيبية وكذلك طبيعة المسامية الموجودة فيها. وان هذه المتغيرات ذات سيطرة حرجة بواسطة المكونات الكيميائية وطبيعة المعالجة الحرارية المستخدمة في عملية التحضير وإنّ درجة حرارة التلبيد هي التي تحكم انتاج النيكل زنك فرايت [8-9] ومن المعلوم أن المعالجات الحرارية لمركبات نيكل زنك فرايت هي الاسهل بالمقارنة مع المنغنيز فرايت تبعا لسهولة التحكم في ضغط الاوكسجين لحجرة التسخين وكذلك التبريد، وبالمقابل فإن زيادة درجة حرارة التلبيد لمركبات النيكل زنك فرايت تسبب مشاكل في النمو الحبيبي والسيطرة على المسامية في البنية النهائية [10-11].

1.2 الدراسات السابقة Literature Review

في عام 2001 حضر الباحث صباح محمد علي ، فيرايتات النيكل ذوات التركيب المغزلي وفيرايتات الباريوم السداسية التركيب بهدف دراسة وتقويم سلوكية التوهين للموجات الدقيقة في مدى ترددي (8-12.5GHz) أعتمد الباحث في تحضير الفيرايتات على الطريقة السيراميكية التقليدية بتعويض أيونات النيكل في فيرايت النيكل بأيونات الليثيوم أو النحاس أو الزنك وتعويض أيونات الحديد في فيرايت الباريوم بأيونات التيتانيوم أو الكوبلت أو البورون أو الزنك أو النيكل أو الألمنيوم ، واختار فيرايت الباريوم المعوض بأيونات البورون كأفضل ماص ضمن هذه الفيرايتات بسبب امتلاكه أوسع نطاق ترددي (3GHz) وخسائر الانعكاس يتراوح بين (10–21dB) وحضر مادة ممتصة متراكبة من هذا الفيرايت وPVC مع إضافة اسود الكاربون بنسب وزنية مختلفة من اجل تخفيف الوزن وتقليل الكثافة وزيادة عرض النطاق الترددي الماص ومستوى توهين الموجات داخل المادة ، حصل الباحث على عرض نطاق ترددي 4GHz وخسائر الانعكاس تتراوح من (10-46dB) عندما كانت نسب (الفيرايت :PVC : اسود الكاربون) تساوي(0.1: 0.1 :1) وسمك المادة (2.8mm) وكثافتها $1.8g/cm^3$ [12].

في عام 2003 قام تحسين حسين مبارك بتحضير قلب المحولة الفرايتي من فرايت $Mn_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ وفرايت $Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ وكذلك فرايت $Mn_{0.69-x}Zn_xFe_{2.04}O_4$. هذه الفرايتات ذات التركيب المغزلي. اعتمدت الطريقة السيراميكية في التحضير لكونها المعتمدة عالمياً اجريت الفحوصات التركيبية على النماذج لبيان نمو الأطوار الفرايتية وباختلاف ظروف التحضير من تغيير درجة حرارة التلبيد والنسبة الوزنية للخلط، أذ بينت الفحوصات نمو الاطوارالفرايتية ونقصان الاطوار البينية غير المرغوبة بزيادة درجة التلبيد. و أيضا تم استخدام منظومة LCR-meter لقياس المعلمات المغناطيسية المهمة المتمثلة بالنفاذية المغناطيسية و بجزئيها الحقيقي والخيالي وكذلك ظل الفقد المغناطيسي، بينما تم فحص حلقة الهسترة المغناطيسية للنماذج بوساطة منظومة Rema Comp C100.A وتبين زيادة النفاذية المغناطيسية الحقيقية ونقصان ظل الفقد المغناطيسي بزيادة درجة التلبيد وذلك لزيادة الحجم الحبيبي ونقصان الاطوار البينية [13].

في 2005 قام A.Ghasemilوآخرون بتحضير فرايت الباريوم نوع M بالصيغة الكيميائية ($BaFe_{12-x}(Mn_{o.5}Cu_{0.5}Ti)_{x/2}O_{19}$) و وجد ان (قيمة x تتغير من 0 – 3 في خطوة واحدة)، تم التحضير بالطريقة السيراميكية التقليدية، ولوحظ ايضا ان موجات المايكرويف تمتص من قبل المكونات التي تتشكل بعد خلط مسحوق الفرايت مع بولي فينيل كلورايد الملدّن [14] .

في 2006قامS.M.Abbas وآخرون بتحضير فرايت سداسي نوع M مكون من $BaCo_{0.9}{}^{+2}Fe_{0.05}Si_{0.95}Fe_{10.1}O_{19}$ بآستخدام الطريقة السيراميكية التقليدية، وفي الفرايت السداسي $BaCo_xFe^{+2}Si_{x+y}Fe^{+3}{}_{12-2x-2y}O_{19}$ (x=0.9 and y=0.05) استبدل ايونات Fe^{+3} النشطة بـأيونات Fe^{+2} وذلك بزيادة أيونات Si^{+2} بمقدار(0.05). وان خسائر العزل من المتوقع ان تعزز بسبب تنقل الالكترون بين أيونات Fe^{+3} وأيونات Fe^{+2} [15].

في 2008 قام L.C.Jefferson وآخرون ، بتحضير فرايت الباريوم السداسي نوع (Z) ذي الصيغة الكيمائية $Ba_3Co_2Fe_{24}O_{41}$ و حضر بآستخدام تقنية السول – جل. حيث ان المركب النانوي يتكون (80:20%) من وزن فرايت الباريوم السداسي مع بولي كلوريد (CR) والتي تتحضر بقياسات الخصائص المايكرويف بوساطة تجميع وتشكيل المركب. وان خصائص امتصاصية المايكرويف تتحقق بوساطة عملية الارسال والانعكاس مع ترددات الموجات الصغيرة (2.6–16GHz)[16] .

في 2009 قام, W.Lixi وآخرون بتحضير فرايت الباريوم السداسي نوع W مكوناته الكيميائية $Ba_{1-x}Sm_xCo_2FeO_{27}$ (X=0.0,0.05,0.1,0.15,0.2) التي حضرت بواسطة الطريقة السيراميكية التقليدية. وان خصائص المايكرويف للعينات التي تم قياسها مع الترددات المايكروية للحزم S,C,X وحزمة Ku. وعند زيادة ايونات Sm^{+3} النشطة سوف تمتص الجزء الحقيقي والخيالي للسماحية [17].

في 2010 قام R.S.Meena وآخرون بتحضير فرايت الباريوم السداسي المتعدد التبلور نوع U صيغته الكيميائية: $(Ba_{1-3x}La_{2x})Co_2Fe_{36}O_{60}$ مع $0.10 \geq X \leq 0.20$ عندما تكون قيمة (X) في كل مزيج تساوي (0.05)، وطريقة تفاعل الحالة الصلبة التقليدية استخدمت لتحضير المركبات.استبدال جزئي من أيونات Ba^{+2} مع أيونات La^{+3} يزيد من قفز الالكترون يسبب نقصاناً في السلوك المغناطيسي في العينات ضمن ترددات حزمة X، تكون النتيجة واسعة المديات لامتصاصية المايكرويف في كل العينات [18].

في 2010 قام G.Ali واخرون بتحضيرالمركبات نانوية (MWCNTs) في خطوتين، الخطوة الاولى يستبدل Mn–Co–Ti في BaM للحصول على المركب الكيميائي $BaFe_9Mn_{0.75}Ti_{1.5}O_{19}$ وهي جسيمات نانوية بأستخدام تقنية سول – جل . و في الخطوة الثانية وتم استخدام وسط مائي لتبديد الانابيب النانوية الكاربونية وبعد ذلك مزج (MWCNTs) مع جسيمات فرايت الباريوم النانوي[19].

في 2010قام C.Sun واخرون بتحضير التركيب الكيميائي $BaCo_{0.05}Fe_{11.95}O_{19}$ بآستخدام تقنية سترات سول – جل ، وشكلت من قبل Ce^{+3} استبدلت في فرايت الباريوم السداسي نوع M يتم تجهيزها بخلط مسحوق الفرايت مع شمع البارافين بنسبة 70% من كتلة الفرايت. تم استخدام VNA لقياس (μ_r, ε_r) تم قياس خصائص امتصاص الموجات الدقيقة بواسطة انتقال/انعكاس طريقة خط محوري ضمن مدى ترددي (8 – 13 GHz) [20].

*في*2014 قام A.Hamed واخرون بتحضير *فرايت* سداسي نوع W $Ba(Co_xZn_{1+x})_2Fe_{16}O_{27}$ مع نسب المركبات $(X=0,0.75,0.5,0.25)$ بآستخدام تقنية سول – جل ذات احتراق تلقائي وأجريت دراسة محاولات للتحقيق في تأثير درجة الحرارة على التحضير وخصائص المغناطيس للنوع *W* لمركبات فرايت الباريوم السداسي النانوية مع خصائص امتصاص الموجات الرادارية[21].

في 2014 S.Vinayasree, et al حضرت طبقة واحدة مرنة للامتصاص من عمليات دمج كميات من الكاربون (CB) في مصفوفة مطاطية نترايل بيوتادين مع كمية مماثلة لفرايت الباريوم السداسي (BaF) لتطبيق الموجات الرادارية في حزم S,C وكذلك حزمة X. وان السماحية والنفاذية تكون معقدة و تقاس بأستخدام طريقة اضطراب التجويف في مدى التردد $(2–12GHz)$.الخصائص ،عرض الحزمة ،السمك ، امتصاصية[22].

في *2015*قام *J.Silvia* واخرون بتحضير مركبات نانوية مكونة من الفرايت الصلد – المرن بأستخدام طريقة سول – جل ذات الاحتراق التلقائي ، الفرايت الصلد – المرن يتشكل بخطوتين : الخطوة الاولى $(Nd–Co)$ يستبدل ضمن فرايت الستراتيوم السداسي مع التركيب الكيميائي $Sr_{0.5}Co_{0.5}Nd_{0.5}Fe_{10.5}O_{19}$، وفي الثانية$NiFe_2O_4$ جسيمات نانوية لفرايت النيكل التي حضرت، الفرايتات الصلد – المرن $Sr_{0.5}Co_{0.5}Nd_{0.5}Fe_{10.5}O_{19}/NiFe_2O_4$ مع نسب وزنية مختلفة عندما يخلط مع رانتجات ايبوكسي من اجل الحصول على مخاليط العينة / الراتنج بحوالي 45wt%[23] .

1.3 الهدف من البحث :

1. تحضير فرايتات الباريوم و السترونشيوم السداسية نوع (M) وفق الصيغة الكيميائية $[Ba_{1-x}Sr_xFe_{12}O_{19}]$ حيث ان قيمة X تكون (X=0,0.25,0.5,0.75,1) وتلدينها في درجة حرارة 900˚C لمدة (1hr) ودراسة تأثير اضافة السترونشيوم لفرايت الباريوم.
2. تحضير فرايت النيكل الهش ($NiFe_2O_4$) في درجة حرارة 900˚C لمدة (1hr).
3. تحضير المتراكبات الفرايتية المكونة من الفرايت الصلد (Hard Ferrite) والفرايت الهش (Soft Ferrite) وفي درجة حرارة 900˚C لمدة (1hr)، للحصول على متراكبات ذات خواص بينية بين نوعي الفرايت الصلد والهش.
4. دراسة الخواص التركيبية والكهربائية للمتراكبات المحضرة وكذلك الخواص المغناطيسية لهذه المتراكبات مع الترددات المختلفة.
5. الحصول على فرايتات ذات خصائص مغناطيسية وكهربائية وسطية بين الفرايت الصلد Hard ferrite والفرايتات الهشة (المرنة) Soft ferrite تنفع في التطبيقات الترددية تقع بين التطبيقات الترددية لنوعي الفرايت منفردة ، وأنّ الصناعات الالكترونية بحاجة لها.