



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة كربلاء
كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم الكيمياء

تحضير مادة متراكبة نانوية جديدة تستخدم في طلاء جدران العجلات العسكرية لتوهين موجات الرادار

هذه الرسالة مقدمة الى

مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة – جامعة كربلاء كجزء من متطلبات نيل شهادة
الماجستير في علوم الكيمياء

من قبل الطالبة

بتول عبد الرسول زكي

بكلوريوس كيمياء/ جامعة كربلاء (2012)

إشراف

الأستاذ المساعد الدكتور

فرحان لفته رشيد

كلية الهندسة

الأستاذ الدكتور

محمد ناظم بهجت

كلية التربية للعلوم الصرفة

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ


"وَمَا أُوتِيتُمْ مِنَ الْعِلْمِ
إِلَّا قَلِيلًا"

صدق الله العلي العظيم

الأسراء: آية 85

Supervisor Certification


I certify that this thesis (**Preparation of a new nanocomposite material used in coating the walls of military vehicles to attenuate radar wave**) was papered under my supervision in the Chemistry Department-College of Education for Pure Sciences-University of Kerbala, in partial Fulfillment of the requirements for the degree of Master in Chemistry Sciences by the student (**Batool Abdul Rasool Zaki**).


Signature:

Prof. Dr. Mohammad N. Al-Baiati

Supervisor

Date: 7 / 11 / 2022

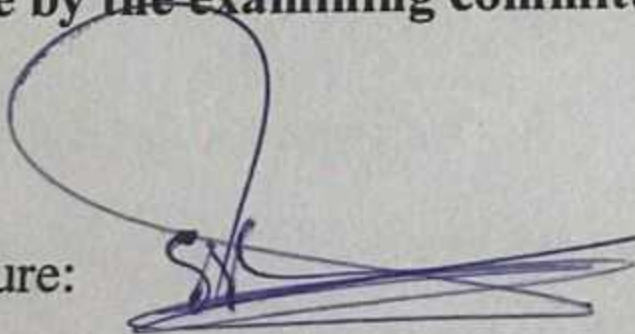

Signature:

Assist. Prof. Dr. Farhan Lafta Rashid

Supervisor

Date: 17 / 11 / 2022

In view of the available recommendations, I forward this thesis for debate by the examining committee.


Signature:

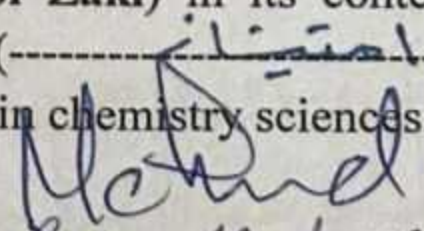
Name: Assist. Prof. Dr. Sajid Hassan Guzar

Date: 7 / 11 / 2022

Head of Chemistry Department

Committee Certification


We certify that, we read this thesis (**Preparation of a new nanocomposite material used in coating the walls of military vehicles to attenuate radar waves**) and as examining committee examined the student (**Batool Abdul Rasool Zaki**) in its content, and that in our opinion it is adequate (-----) with standing as a thesis for degree of master in chemistry sciences.

Signature: 

Name: **prof. Dr. Mohamad Mousa Kareem**

Date: **16 / 11 / 2022**

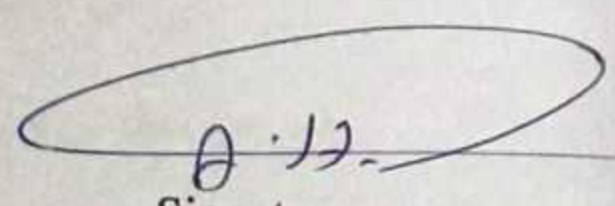
(Chairman)

Signature: 

Name: **Jalal Hasan**

Date: **15 / 11 / 2022**


(Member)

Signature: 

Name: **Dr. Ahmed Hashim**

Date: **16 / 11 / 2022**

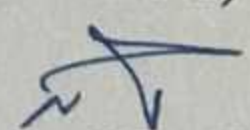
(Member)

Signature: 

Name: **Prof. Dr. Mohammad N. AL-Baiati**

Date: **7 / 11 / 2022**

(Supervisor & member)

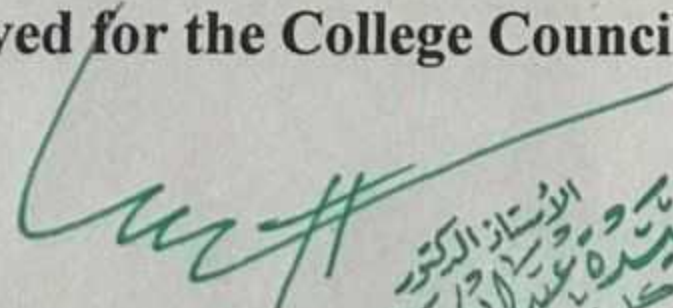
Signature: 

Name: **Assist. Prof. Dr. Farhan Lafta Rashid**

Date: **17 / 11 / 2022**

(Supervisor & member)

Approved for the College Council.....

Signature: 

Name: **Prof. Dr.**

Dean of the College of Education for Pure Sciences

Date: **29 / 11 / 2022**

الأستاذ الدكتور
عميد كلية التربية للعلوم
الطبيعية
جامعة بغداد

الاهداء

إلى من خلقتني وسواني وأعطاني فأرضاني.. الله ربي
إلى شفيعي والذين أذهب الله عنهم الرجس. نبينا وآله الأَطهار عليهم السلام
إلى من أوصى الله بطاعتها..والدي العزيزين
إلى من ساندني وآزرني خطوة بخطوة على هذا الطريق
.. زوجي العزيز
إلى نور عيني وفرحة عمري إبنتي
إلى كل القلوب التي تدعو لي بالنجاح والتوفيق.. أهدي هذا
الجهد المتواضع.

بتول

شكر والتقدير

الحمد لله الذي جعل الحمد مفتاحا لذكره، وخلق الاشياء ناطقة بحمده والصلاة

والسلام على نبيه محمد وآله الطيبين الطاهرين.

وبعد...يسرني وأنا أنجز هذا الجهد المتواضع من القاء نظرة تحمل كل تقدير

وامتنان

والشكر الجزيل إلى كل من أسهم في انجاز بحثي هذا بصيغته النهائية، فتحية وفاء

تعجز عنها ابغ عبارات الشكر والتقدير إلى المشرفين الأستاذ الدكتور

محمد ناظم بهجت والأستاذ المساعد الدكتور فرحان لفقة رشيد، لأشرفهم على

مراحل أتمام البحث من خلال توجيهاتهم العلمية السديدة ومقترحاتهم القيمة التي

أغنت هذا البحث.

وكل الشكر والتقدير إلى السيد رئيس قسم الكيمياء الدكتور ساجد حسن كزار على

اهتمامه وتوجيهاته طوال فترة الدراسة ولجميع اساتذتي في جامعة كربلاء

كما اتوجه بالشكر والتقدير لوزارة العلوم والتكنولوجيا /دائرة البحث والتطوير

الصناعي لقيامها بأجراء فحوصات تشتت الموجات الرادارية

وفي النهاية اتوجه بالشكر والتقدير الى جميع من ساندني من عائلتي وبالاخص

الدكتور كاظم مجبل (والد زوجي) على تشجيعه ومساندته الي طوال مرحلة كتابة

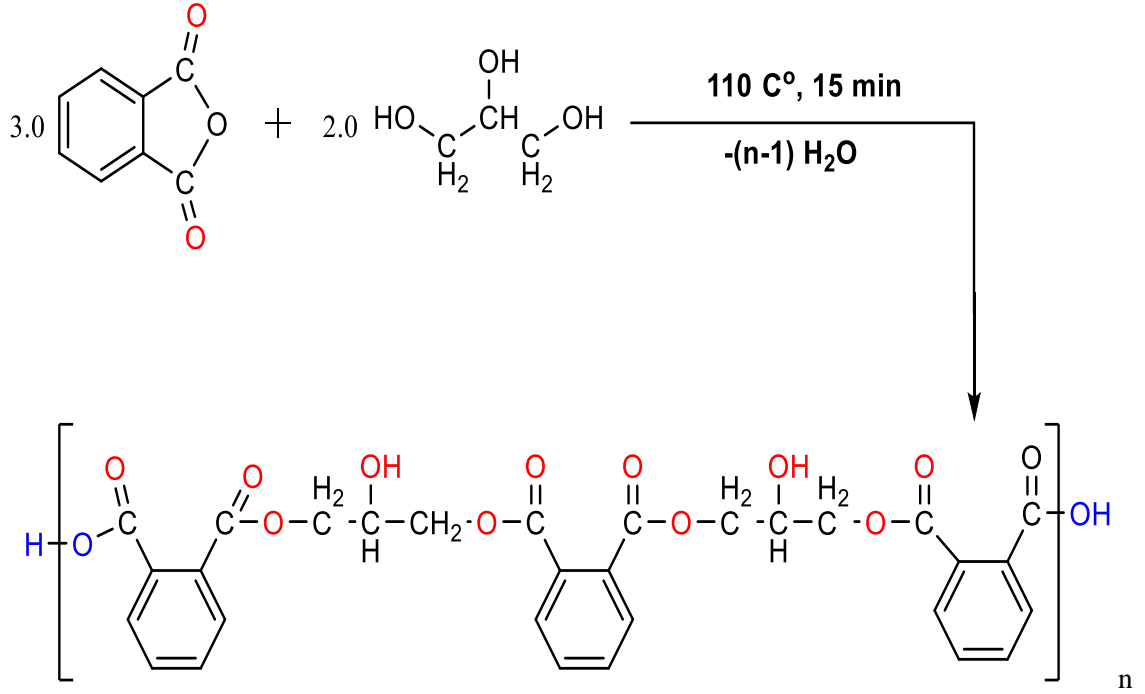
البحث ولكل من فاتني ان اذكرهم، ولكل من تمنيت لو استطعت لذكرتهم أسأل الله

تعالى أن يسدد خطي الجميع لما فيه الخير والتوفيق أنه ولي التوفيق

بتول

الخلاصة

في هذا العمل ، تم تحضير البوليمر المشترك النانوي الجديد بواسطة استخدام عملية الذوبان وعن طريق البلمرة التكثيفية ، و من تفاعل 2.0 مول من الكلسرين مع 3.0 مول من أنهيدرايد الفثاليك عند 110 درجة مئوية في 15 دقيقة. مع إطلاق الماء كمنتج ثانوي ، كما هو موضح في المعادلة أدناه. تم تشخيص المنتج nano co-polymer بواسطة تقنيات FT-IR ، $^1\text{H NMR}$ ، $^{13}\text{C NMR}$ ، EDS ، AFM و TEM .



تم تحضير المادة المترابطة النانوية على اساس (20 غم) بإضافة نسب مختلفة من البوليمر النانوي (1 ، 2 ، 3 ، 4) % مع 2.5% من أوكسيد الحديد النانوي إلى طلاء حراري و تطبيق هذه الخلطات بطريقة (رش) على 4 عينات من الصفائح المعدنية . تم استخدام جهاز المحلل الشبكي الاتجاهي (VNA) لمعرفة الخصائص الكهرومغناطيسية والكهربائية والمغناطيسية للعينات الأربع بعد الحصول على البيانات من (VNA) وتسمى تلك البيانات بمعاملات الاستطارة S-parameter ، حيث تم ادخال قيم هذه المعاملات في معادلات رياضية التي يتم برمجتها باستخدام برنامج اكسل لحساب كل الخصائص الكهرومغناطيسية والكهربائية والمغناطيسية .

تم الاستنتاج بأن عند زيادة نسبة البوليمر النانوي بوجود 2.5% من أكسيد الحديد ، فإن قيمة فقدان الانعكاسية ترتفع بشكل كبير ، كما تم التأكد و أثبات أن المادة البوليمرية النانوية و أكسيد الحديد النانوي قد أعطى للطلاء صفات قوية في امتصاص موجات الميكروويف ، مما ساعد في الانتشار المستمر للإشعاع والعمل على إضعافه ، مما يسمح بامتصاص الموجات من الرادار وتخفيفها. كما تم أثبات أنه يمكن استخدام هذه المادة لامتصاص موجات الرادار عالية التردد بكفاءة عالية .

المحتويات

الصفحة	الموضوع	التسلسل
I	الخلاصة	
II	المحتويات	
V	قائمة الجداول	
VI	قائمة الأشكال	
VIII	قائمة الاختصارات	
1	الفصل الأول	
1	المقدمة	
1	البوليمرات	1
1	عملية البلمرة	2-1
2	جسيمات البوليمر النانوي	3-1
2	المواد المركبة	4-1
3	المركبات النانوية	5-1
4	المركبات النانوية البوليمرية	6-1
4	المركبات النانوية القائمة على البوليمر	6-1-1
5	الموجات الرادارية	7-1
8	المايكرويف	8-1
9	طرق تقليل المقطع العرضي للرادار	9-1
9	المواد الماصة للرادار RAM	10-1
10	تصنيف أنظمة امتصاص موجات الرادار	11-1
11	انظمة المواد الماصة	12-1
11	الكاربون	12-1-1
11	الجسيمات المعدنية واللامعدنية	12-2-1
12	البوليمرات الموصلة	12-3-1
12	بوليمر البولي انيلين Polyaniline (PANI) polymer	12-3-1-1
13	بوليمر البولي بيرول Polypyrrole (PPy) polymer	12-3-2-1
13	Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT) polymer	12-3-3-1
14	الأنابيب والشعيرات	12-4-1

14	المواد غير المتناظرة	12-5-1
14	التدريج	12-6-1
15	ميكانيكية التدريج	13-1
15	كفاءة الحماية من حيث الانعكاس /الامتصاص	13-1-1
16	فقدان الانعكاس	13-1-1-1
16	فقدان الامتصاص	13-2-1-1
17	الانعكاس المتعدد	13-3-1-1
18	العوامل التي تؤثر على أداء EMI	14-1
18	السماحية والنفذية	14-1-1
18	الحجم والشكل والتشكل	14-2-1
18	درجة الحرارة والوقت	14-3-1
18	النسبة الكتلية	14-4-1
19	مسح الأدبيات	15-1
26	أهداف العمل	16-1
Pages	الفصل الثاني	No.
27	Experimental (الجانب العملي)	2
27	المواد والأجهزة المستخدمة	2.1
27	المواد الكيماوية	2.1.1
27	الأجهزة المستخدمة	2.1.2
28	تحضير المادة البوليمرية النانوية	2.2
29	خط مكونات المواد النانوية البوليمرية	2.3
30	تحضير العينات (الصفائح)	2.4
33	قياسات امتصاص الميكرويف	2.5
33	قياسات التوهين والانعكاس	2.5.1
33	قياس الكثافة	2.5.2
34	التقنيات المستخدمة	2.6
34	ميزان الكتروني حساس	2.6.1
34	الفحص المجهرى للقوة الذرية	2.6.2
35	المجهر الإلكتروني للإرسال (TEM)	2.6.3
36	طيف الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDS)	2.6.4

36	جهاز قياس توهين الموجات المايكروية	2.6.5
37	خصائص المواد الكيماوية	2.7
38	فتاليك انهيدريد	2.7.1
38	الكليسول	2.7.2
38	بارازيلين	2.7.3
38	ثنائي مثيل سلفوكسيد	2.7.4
39	الثر	2.7.5
	الفصل الثالث	
40	تحضير البوليمر النانوي المشترك	3.1
40	تشخيص البوليمر النانوي المحضر	3.1.1
46	الخصائص الكهرومغناطيسية للبوليمر النانوي	3.1.2
46	الانعكاسية والتردد في غياب وجود البوليمر النانوي	3.1.2.1
56	معامل الانعكاس	3.1.2.2
57	معامل النقل	3.1.2.3
58	خسارة الأشعة الساقطة	3.1.2.4
58	VSWR	3.1.2.5
59	خسارة عدم التطابق	3.1.2.6
59	قوة الأنعكاس	3.1.2.7
60	القوة النافذة	3.1.2.8
60	نتائج الخصائص الكهربائية لنسب البوليمر النانوي	3.1.3
60	السماحية	3.1.3.1
62	الخصائص المغناطيسية لنسب البوليمر النانوي	3.1.4
62	النفاذية النسبية	3.1.4.1
64	الفقد المغناطيسي	3.1.4.2
65	الاستنتاجات	
66	التوصيات	
67	الملحق	
113	المصادر	

قائمة الجداول

الصفحة	الموضوع	التسلسل
8	نطاقات ترددات الموجات الدقيقة	1-1
28	يمثل تراكيب البوليمرات التي تم ذكرها في مسح الأدبيات	1-2
33	يوضح نسب الخلط والاوزان من المادة البوليمرية والصبغ الحراري	2-1
38	يوضح قيم قياس الكثافة	2-2
47	المعدل الإجمالي لأحجام الجسيمات النانوية النانوية للبوليمر المشترك والنسب المختلفة لهذه الأحجام	3-1
50	نسب الأقطار والزوايا والانحرافات المعيارية للبوليمر النانوي المشترك	3-2
65	يوضح قيم وترددات الخاصة بالخصائص الكهرومغناطيسية لنسب البوليمر النانوي الأربعة المحضرة	3-3
69	قيم وترددات الخصائص الكهربائية لنسب النانو بوليمر المحضر	3-4
72	يوضح الخصائص الكهربائية لنسب البوليمر النانوي المحضر	3-5
76	معامل الانعكاس لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-6
82	يوضح نتائج معامل النقل كدالة لتردد	3-7
85	نتائج خسارة الأشعة الساقطة كدالة لتردد لنسب النانو بوليمر	3-8
88	يوضح نتائج موجة الجهد كدالة لتردد لنسب النانو بوليمر	3-9
91	يوضح نتائج عدم التطابق لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-10
94	يوضح reflected power بوليمر كدالة لتردد	3-11
97	يوضح through power لتردد	3-12
100	يوضح السماحية النسبية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-13
103	يوضح السماحية الحقيقية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-14
106	يوضح السماحية الخيالية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-15
109	يوضح نتائج النفاذية النسبية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-16
113	يوضح نتائج النفاذية الحقيقية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-17
116	يوضح النفاذية الخيالية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-18
119	يوضح فقد المغناطيسي لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-19

قائمة الاشكال

الصفحة	الموضوع	التسلسل
4	تصنيف المركبات النانوية	1.1
4	تصنيف المواد لمركبات البوليمر النانوية	1.2
6	آلية الرادار	1.3
7	بعض أنواع الرادار	1.4
7	صور توضح استخدامات الرادار	1.5
10	الخصائص المرغوبة لمواد امتصاص الميكروويف	1.6
11	يوضح تصنيف مواد امتصاص الرادار	1.7
13	يوضح التركيب الكيميائي لبوليمر البولي انيلين (PANI)	1.8
14	يوضح التركيب الكيميائي لبوليمر بولي بيرول (PPY)	1.9
14	يوضح التركيب الكيميائي بولي (3،4-إيثيلين ديوكسيثيوفين) (PEDOT)	1.10
15	طريقة البلمرة في الموقع لتحضير البوليمرات الموصلة والعازلة	1.11
17	رسم تخطيطي عند سقوط الموجة	1.12
32	يوضح مراحل العمل	2.1
34	يوضح الشكل النهائي لتحضير الخلطات (الطلاء)	2.2
35	يوضح شكل الصفائح المعدنية	2.3
35	يوضح القطع المعدنية بعد التنظيف	2.4
35	يوضح كيفية تم وضع طبقة الأساس (primer) على الصفائح المعدنية والشكل لنوعية البرايمر	2.5
35	يوضح جهاز الرش	2.6
36	يوضح طريقة رش الطلاء على العينات قبل الرش وبعده	2.7
37	يوضح شكل الميزان حساس المستخدم	2.8
38	أجزاء من مجهر القوة الذرية	2.9
39	مخطط الاشعاع الالكتروني الضوئي TEM	2.10
39	الانتقالات المسموحة في جهاز طيف الاشعة السينية EDS	2.11
40	يوضح جهاز توهين الموجات المايكروية (VNA)	2.12
41	الصيغة الكيميائية للنفثالين انهدريد	2.13
41	الصيغة الكيميائية للكليسول	2.14
41	الصيغة الكيميائية بارازايلين	2.15
42	الصيغة الكيميائية لثنائي مثيل السلفوكسيد	2.16
45	FTIR للبوليمر النانوي المشترك	3.1
45	طيف الرنين المغناطيسي النووي للبوليمر النانوي	3.2
46	طيف ^{13}C NMR للبوليمر النانوي	3.3
46	صورة مجهر القوة الذرية للبوليمر النانوي تظهر صورة ثلاثية الأبعاد	4.3 أ
47	صورة مجهر القوة الذرية للنانو البوليمر المشترك يظهر صورة ثنائية الأبعاد ويظهر جميع تفاصيل الجسيمات	3-4 ب

48	توزيع النسب المختلفة لأحجام جسيمات البوليمر النانوي المشترك	3.5
49	صور مجهرية TEM للبوليمر المشترك للجسيمات النانوية	3.6
51	يوضح فحص EDS لصبغ الحراري المستخدم	3.7
51	العلاقة بين فقدان الانعكاسية والتردد بدون طلاء	3.8
52	مخطط الممانعة لسمت (An Impedance Smith Chart) بدون طلاء	3.9
52	العلاقة ما بين فقدان الانعكاسية و الممانعة بدون طلاء	3.10
53	العلاقة بين الانعكاسية والتردد في وجود الطلاء (1%)نانو بوليمر	3.11
53	يوضح مخطط الممانعة لسمت (An Impedance Smith Chart) بوجود الطلاء(1%)	3.12
54	يوضح العلاقة ما بين فقدان الانعكاسية و الممانعة بوجود الطلاء (1%)	3.13
55	يوضح العلاقة بين الانعكاسية والتردد في وجود الطلاء (2%) نانو بوليمر	3.14
55	مخطط الممانعة لسمت (An Impedance Smith Chart) بوجود الطلاء(2%)	3.15
56	العلاقة ما بين فقدان الانعكاسية و الممانعة بوجود الطلاء (2%)	3.16
57	العلاقة بين الانعكاسية والتردد في وجود الطلاء (3%)نانو بوليمر	3.17
57	مخطط الممانعة لسمت (An Impedance Smith Chart) بوجود الطلاء(3%)نانو بوليمر	3.18
58	يوضح العلاقة ما بين فقدان الانعكاسية و الممانعة بوجود الطلاء(3%)نانو بوليمر	3.19
59	العلاقة بين الانعكاسية والتردد في وجود الطلاء (4%) نانو بوليمر	3.20
59	يوضح مخطط الممانعة لسمت (An Impedance Smith Chart) بوجود الطلاء(4%)	3.21
60	العلاقة ما بين فقدان الانعكاسية و الممانعة بوجود الطلاء (4%)	3.22
61	يوضح معامل الانعكاس لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-23
61	يوضح معامل النقل لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-24
62	يوضح خسارة الأشعة الساقطة لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-25
62	يوضح نسبة موجة الجهد الدائمة لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-26
63	يوضح خسارة عدم التطابق لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-27
63	يوضح علاقة قوة الانعكاس لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-28
64	علاقة القوة النافذة لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-29
66	يوضح السماحية النسبية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-30
67	علاقة السماحية الحقيقية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-31
67	علاقة السماحية الخيالية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-32
69	يوضح النفاذية النسبية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-33
69	يوضح النفاذية الحقيقية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-34
70	علاقة النفاذية الخيالية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد	3-35
70	يوضح الفقد المغناطيسي لنسب النانو بوليمر	3-36

قائمة الاختصارات

الاختصار	تعريف رمز الاختصار
PNC	مركبات البوليمر النانوية
EMI	التداخل الكهرومغناطيسي
IEEE	معهد مهندسي الكهرباء والالكترونيات
RAM	المواد الماصة للرادار
RCS	المقطع العرضي للرادار
CPs	البوليمرات الموصلة
PPV	Phenylenevinylene
PANI	بولي انيلين
PPy	بولي بيرول
PEDOT	بولي 3،4-إيثيلين ديوكسي ثيوفين
RGO	الجرافين المختزل
PVDF	فلوريد البولي فينيلدين
SET	كفاءة الحماية
EM	الموجة الكهرومغناطيسية
SER	فقدان الانعكاس
SEA	فقدان الامتصاص
SEM	الانعكاس المتعدد
FT-IR	مطيافية الأشعة ما تحت الحمراء
DSC	مسعر المسح التفاضلي
AFM	مجهر القوة الذرية
TEM	المجهر الالكتروني الماسح
¹ HNMR	مطيافية الرنين النووي المغناطيسي البروتوني
EI	المجال الكهربائي الساقط
ET	المجال الكهربائي المرسل
HI	المجال المغناطيسي الساقط
HT	المجال المغناطيسي المرسل
f	التردد
Z0	ممانعة للحمل الكهربائي
Zin	ممانعة للمصدر الكهربائي
σ	الموصلية الكهربائية للمادة
σ_0	الموصلية العادية
μ	النفاذية
d	سمك العينة
a	ثابت التوهين
λ_0	الطول الموجي
n	معامل الانكسار
EM	الموجة الكهرومغناطيسية

ϵ'	ثابت العزل الكهربائي
ϵ''	الجزء الخيالي السماحية المعقدة
μ'	الجزء الحقيقي للنفاذية
μ''	الجزء الخيالي للنفاذية
c	السعة
σ	التوصيل الكهربائي للمواد
σ_0	الموصلية العادية
V	حجم المواد المألثة
V_c	الكسر الحجمي عند عتبة الترشيح
PI	القوة الساقطة
PT	الجزء المتبقي

1- المقدمة Introduction

Polymers

1.1 البوليمرات

البوليمرات هي جزيئات كبيرة جدًا ، تتشكل من اتحاد العديد من الجزيئات الأصغر. تسمى هذه الوحدات الأصغر بالمونومرات قبل أن يتم تحويلها إلى بوليمرات. حيث أنّ البوليمرات هي أكثر فئات المواد الحيوية تنوعًا و يمكن تصنيعها في تركيبات مختلفة مع مجموعة واسعة من الهياكل والخصائص التي تسمح بتطبيقات [1] يسعى العلماء والباحثون والمهندسون نتيجة التطورات الصناعية التي تشهدها جميع المجالات إلى إيجاد بدائل للمواد ذات الاستخدامات الصناعية المتعددة ، حيث تتمتع هذه البدائل بمواصفات كيميائية عالية ، واستخدامها في تطبيقات صناعية متعددة مثل الطائرات والرادارات والسفن والسيارات وغيرها ، ومن خلال دراسة خصائص هندسة المواد (معادن ، سيراميك ، بوليمرات) ، وجد المتخصصون في علم المواد تباينًا في خواص هذه المواد من حيث تحمل القوى الخارجية ودرجات الحرارة ، وقد تكون هذه المواصفات مناسبة في تطبيقات مختلفة [2].

Polymerization Processes

1.2 عمليات البلمرة

هي عملية اتحاد المونومرات مع بعضها البعض بأواصر لتكوين البوليمر بعملية تعرف ، بعملية البلمرة ، وتتطلب العملية 100 جزيء على الأقل من جزيئات المونومر لتكوين البوليمر، وهذه الجزيئات قد تكون كلها متماثلة أو تكون جزيئات نوعين أو ثلاثة و تقليديا ، تم تصنيف البوليمرات إلى مجموعتين رئيسيتين بحسب نوع البلمرة وهذا التصنيف اقترحه كاروثرز [1].

1- بوليمرات ناتجة عن بلمرة التكثيف أو البلمرة ذات النمو الخطوي : هي أي نوع من البوليمرات التي تتكون من خلال تفاعل تكثيف - حيث تتحد الجزيئات معًا - تفقد جزيئات صغيرة كمنتجات ثانوية مثل الماء أو الأمونيا ، وتحضر هذا النوع من البوليمرات من مونومرات تحتوي على مجموعتين فعاليتين على الأقل يتكون وزن جزيئي عالي للبوليمر الناتج في المراحل الأخيرة من التفاعل [2].

2- بوليمرات ناتجة عن بلمرة الاضافة أو البلمرة ذات النمو المتسلسل : هذا النوع من البلمرة يحدث في المونومرات التي تحتوي على اصرة مزدوجة أو مونومرات حلقية تصبح الرابطة المزدوجة تفاعلية ، وتتحد المونومرات معًا [3] عن طريق فتح الرابطة المزدوجة كما أنها لا تنتج نواتج عرضية كما في التكثيف ، كما يكون البوليمر الناتج من بلمرة الاضافة ذو وزن جزيئي عالي في المراحل الأولى ويزداد كلما زاد زمن التفاعل .

1.3 جسيمات البوليمر النانوي Polymer Nanoparticles

يمكن تعريف الجسيمات النانوية للبوليمر ، هي تلك المادة التي يقل بُعدها عن 100 نانومتر [4] على الأقل. يؤدي الانتقال من الجسيمات الدقيقة إلى الجسيمات النانوية إلى تغيير في خواصها الفيزيائية والكيميائية ، وهناك عاملان رئيسان في هذا هما ، الزيادة في نسبة مساحة السطح إلى الحجم ، وحجم الجسيمات. زيادة نسبة مساحة السطح إلى الحجم ، والتي تزداد كلما قل حجم الجسيمات ، يؤدي إلى زيادة هيمنة سلوك الذرات على مساحة سطح الجسيم على الجزء الداخلي للجسيم. هذا يؤثر على خصائص الجسيمات عندما تتفاعل مع الجزيئات الأخرى. بسبب المساحة السطحية العالية للجسيمات النانوية ، يكون التفاعل مع الجسيمات الأخرى داخل الخليط أكثر وهذا يزيد القوة ومقاومة الحرارة وما إلى ذلك ، وتتغير العديد من العوامل للخليط. مثال على البوليمر النانوي هو جسيمات السيليكون النانوية التي تظهر خصائص مختلفة تمامًا ، حيث يبلغ حجمها 100-40 نانومتر وهي أصعب بكثير من السيليكون [5] يمكن تحضير جسيمات البوليمر النانوية بشكل ملائم إما من تشتت البوليمرات مسبقة التشكيل أو عن طريق البلمرة المباشرة للمونومرات باستخدام البلمرة الكلاسيكية يعتمد اختيار طريقة مناسبة لإنتاج البوليمر في الجسيمات النانوية على عوامل مختلفة ، مثل حجم الجسيمات ، وأنواع المذيبات والبوليمرات المستخدمة في التخليق.

1.4 المواد المترابطة Composite Material

تعرف إلى أنها خليط من مادتين أو أكثر. ينتج عنه خصائص أفضل من تلك الخاصة بالمكونات الفردية المستخدمة بمفردها حيث يكون المكونان للمركب هما التعزيز والمصفوفة أو مادة الأساس (matrix) والمواد المضافة (Additive) [6]. مادة الأساس هي المادة ذات الكمية الأكبر من المكونات المضافة لها تعمل المادة الأساس على تكوين نظام متراس من خلال تماسك عناصرها وربطها أماً المواد المضافة وهي المواد التي تضاف إلى المادة البوليميرية لتحسين بعض من خواصها من خلال تحسين قابلية التوصيل الكهربائي وتخفيض المسامية وزيادة مقاومة البوليمرات للصدمات وغيرها حيث تكون الإضافة هذه المواد في شكل حبيبات أو كريات صغيرة. المزايا الرئيسية للمترابطة هي قوتها العالية وصلابتها ، إلى جانب الكثافة المنخفضة ، عند مقارنتها بالمواد الغير مترابطة [7].

أنَّ المواد المترابطة تعمل على تحسين الخصائص الفيزيائية مثل القوة و المتانة وان امتلاك المواد المترابطة لخاصية معينة تعود الى طبيعة المادة الاساس او نوع التعزيز المستعمل لذلك تم تصنيف المواد المترابطة بالاعتماد على طبيعة المادة الإساس او نوع التعزيز المستخدم [8]. يمكن تصنيف المواد المركبة إلى :-

1- المواد المترابطة ذات الأساس المعدني

2- المواد المترابطة ذات الأساس السيراميكي

3- المواد المترابطة ذات الأساس البوليمري

1- المواد ذات الأساس المعدني :- وهي المواد التي يكون أساسها معدني وذلك بصهر مادة الأساس وخطها مع مادة التعزيز ومن ثم كبسها ومن أمثلتها استعمال ألياف البورون في أساس الألمنيوم [9].

2- المواد ذات الأساس السيراميكي :- وهي المترابكات ذات مقاومة شد واطئة لذا فهي محدودة للمتراب التي تتعرض للانضغاط وهي مناسبة للاجزاء التي تتعرض للحرارة في الطائرات ومن أمثلتها نتريد السليكون المدعم بكاربيد السليكون [10].

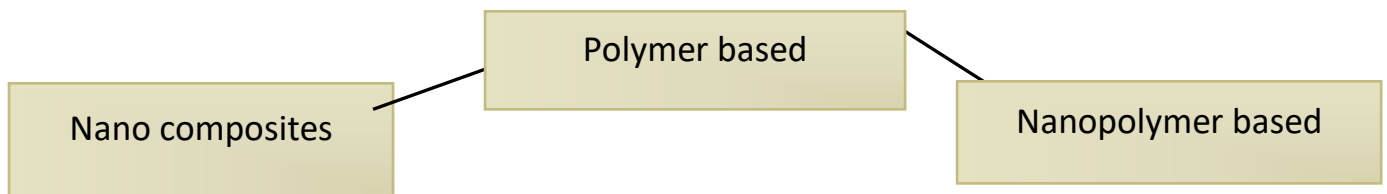
3- المواد ذات الاساس البوليمري :- وبما إن البوليمرات تمتاز بأنها ذات كثافة منخفضة إلا أنها تقتقر إلى القوة والمتانة ويتم زيادة قوتها من خلال اضافة بعض المكونات الى البوليمر المتجانس والحصول على البوليمرات المترابطة لتغيير بعض خواصه وتحسين صفاته .

nanocomposites

1.5 المركبات النانوية

هي عبارة عن مواد يضاف إليها جسيمات نانوية خلال تصنيع تلك المواد، ونتيجة لذلك فإن المادة النانوية تُبدي تحسناً كبيراً في خصائصها. فعلى سبيل المثال، يؤدي إضافة أنابيب الكربون النانوية إلى تغيير خصائص التوصيلية الكهربائية والحرارية للمادة. وقد يؤدي إضافة أنواع أخرى من الجسيمات النانوية إلى تحسين الخصائص الضوئية وخصائص العزل الكهربائي وكذلك الخصائص الميكانيكية مثل الصلابة والقوة. يجب أن تكون النسبة المئوية الحجمية للجسيمات النانوية المضافة منخفضة جداً (في حدود 0.5% إلى 5%) وذلك بسبب أن النسبة بين المساحة السطحية إلى الحجم للجسيمات النانوية تكون عالية [11]

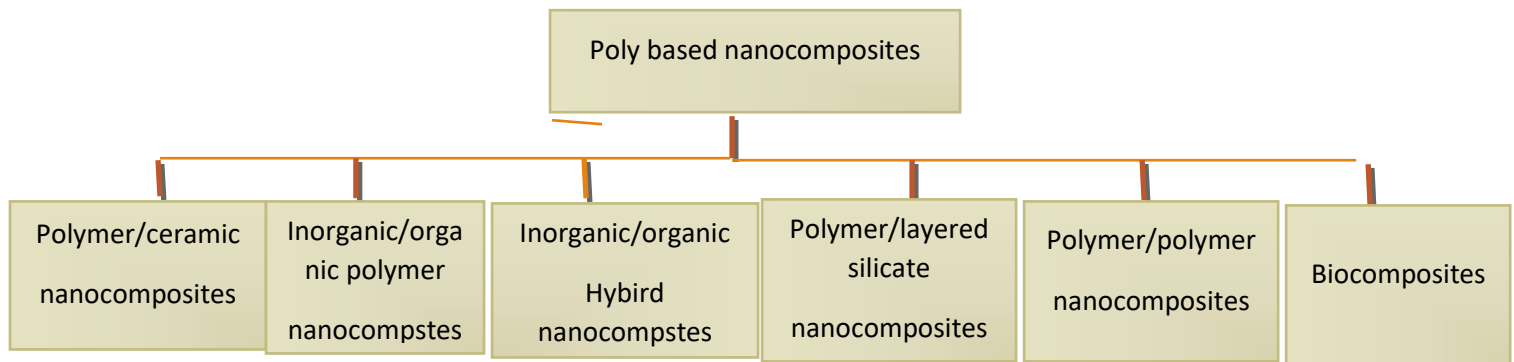
يوجد هنالك نوعين من المركبات النانوية كما في الشكل (1-1)



الشكل 1.1: تصنيف المركبات النانوية [12].

1.6 المركبات النانوية البوليمرية polymeric nanocomposites

المركبات النانوية البوليمرية هي مركبات ذات مصفوفة بوليمر ومادة تعزيز نانوية ذات بعد اقل من 100 نانو متر. وهناك عدة اصناف من المركبات النانوية البوليمرية والشكل (1.2) يوضح ذلك



الشكل 1.2: تصنيف المواد لمركبات البوليمر النانوية [12]

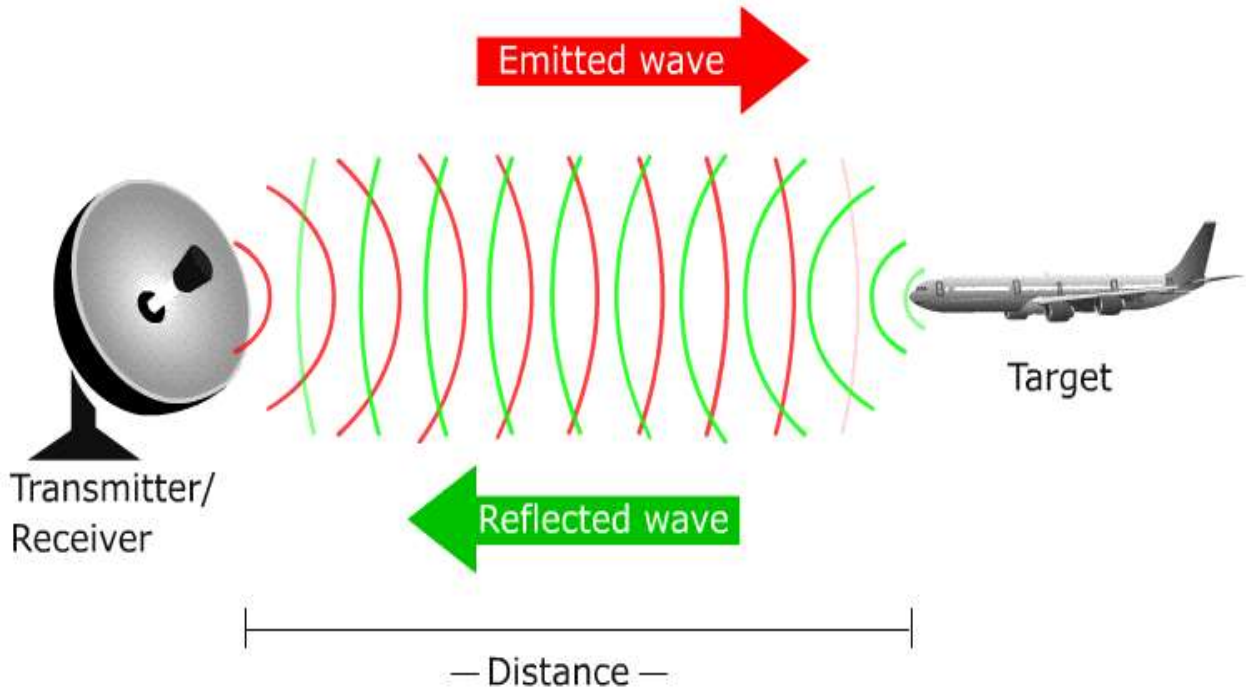
1.6.1 المركبات النانوية على اساس البوليمر Polymer based nanocomposites

يُطلق على البوليمر أو البوليمر المشترك الذي يحتوي على جسيمات نانوية أو حزم نانوية في مصفوفة البوليمر على أنها مركبات نانوية متعددة. يجب أن يكون البعد الواحد (1D) في النطاق من 1 إلى 50 نانومتر ، وهذه الأشكال لها عدة أشكال مثل الصفائح المسطحة والألياف والأشكال الشبه الكروية وما إلى ذلك [13]. مركبات البوليمر النانوية كقوة من المواد ذات الخصائص الفريدة ، ولكن الخاصية الأكثر تحدياً لـ PNCs هي المناطق البينية المعقدة بين مصفوفات البوليمر بسبب مساحة السطح الصغيرة المحددة الكبيرة التي تم إنشاؤها والتي تسلط الضوء على أهمية تفاعلات البوليمر والجسيمات النانوية. لذلك ، لتحقيق الخصائص ، مثل الميكانيكية والحرارية والبصرية والكهربائية ، نحتاج إلى تحليل عملية التداخل بين الجسيمات النانوية وقواعد البوليمر [14]. اكتسبت هذه المواد في وقت واحد اهتمامًا كبيرًا من كل من المؤسسة الأكاديمية وكذلك من القطاعات الصناعية المشتركة في مجال المركبات النانوية. هذا يرجع في الواقع إلى خصائصها الحرارية والميكانيكية والحاجز المحسنة بشكل كبير أو المحسنة بشكل كبير مقارنة بالمركبات الدقيقة بالإضافة إلى المركبات التقليدية [15]. نظراً لأن المواد المركبة القائمة على البوليمر لديها القدرة على الحماية من الإشعاع

الكهرومغناطيسي ، فهي شكل من أشكال الطاقة ذات طبيعة موجية تنبعث أو تمتص بواسطة الجسيمات المشحونة [17]، [16] المواد الأكثر شيوعًا للحماية من الإشعاع الكهرومغناطيسي هي المعادن بسبب الموصلية العالية. ومع ذلك ، فإن الكثافة العالية ، والمرونة المنخفضة ، والميل إلى التآكل ، والمناولة الثقيلة أو العبث يحد من استخدام المعادن والمركبات المعدنية في الأجهزة الحديثة. للتغلب على قيود مواد الحماية من الإشعاع الكهرومغناطيسي ذات الأساس المعدني ، تم تكريس الكثير من الجهد لتطوير مواد البوليمر والمركبات نظرًا لسهولة معالجتها ، ومرورتها ، وانخفاض الجاذبية النوعية ، ومقاومة المواد الكيميائية والتآكل ، أو الخصائص الهيكلية والميكانيكية القابلة للضبط. بالإضافة إلى ذلك تُظهر المواد القائمة على البوليمر قابلية عالية للحماية من الموجات الكهرومغناطيسية بشكل أساسي من خلال الامتصاص ، والذي أصبح مفضلًا بشكل متزايد في العديد من التطبيقات ، مثل التكنولوجيا العسكرية أو التخفي [20]–[18]. يمكن أن يوفر تطبيق تركيبات حشو أو حشو مناسبة ليس فقط فرصة لضبط الخصائص الفيزيائية الميكانيكية لمركبات البوليمر ولكن أيضًا إمكانية ضبط السماحية والنفاذية والتوصيل الحراري والكهربائي أو السماكة من أجل أداء EMI محسّن. تُظهر البوليمرات ومركبات البوليمر كمواد خفيفة الوزن ومستقرة حراريًا وقوية ميكانيكيًا وذات كفاءة عالية في مجالات التطبيقات المتقدمة ، مثل الإلكترونيات والرادارات والأجهزة الإلكترونية المرنة المحمولة والقابلة للارتداء والطائرات وتطبيقات الدفاع والفضاء والتطبيقات العسكرية أو التخفي التكنولوجية [21].

1.7 الموجات الرادارية Radar Waves

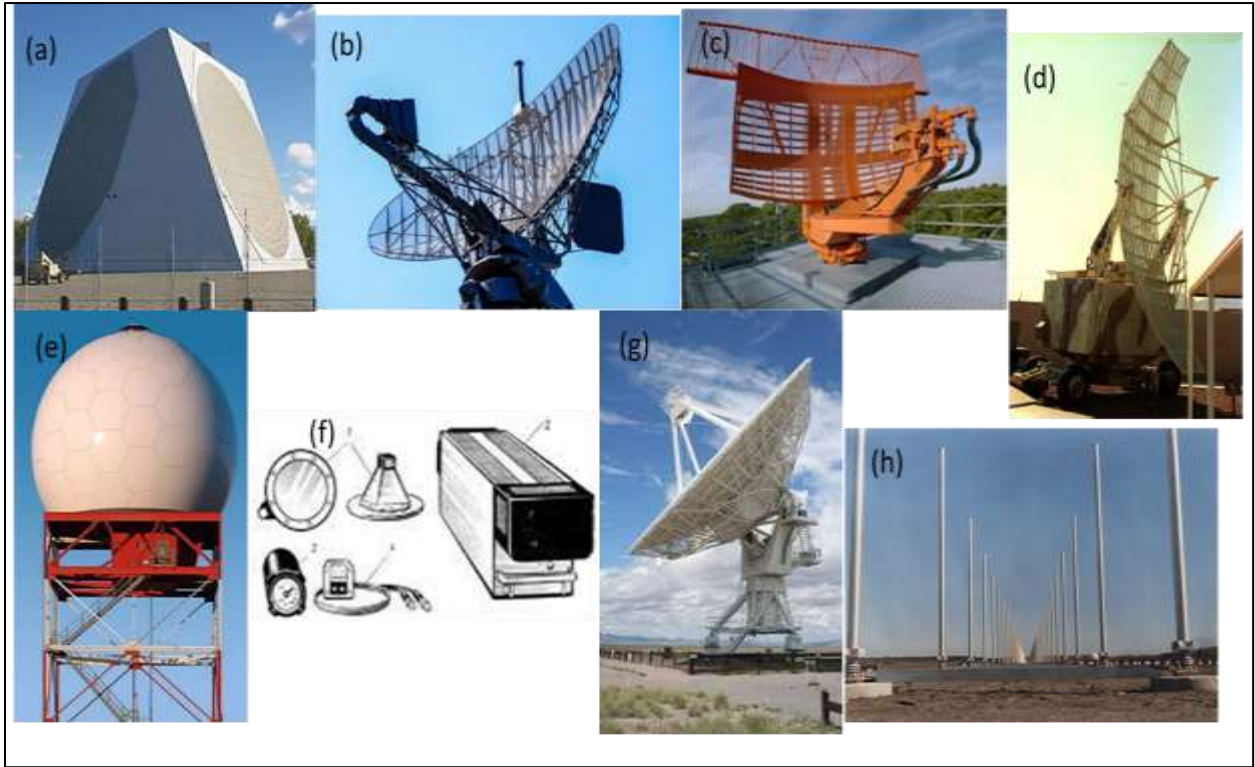
هو أحد التطبيقات التي تم فيها استخدام مركبات البوليمر لامتصاص الموجات الكهرومغناطيسية ، فقد صاغ مصطلح RADAR من قبل البحرية الأمريكية في عام 1940 كاختصار لـ Radio and Range Detection. يُصنف الرادار المختلف على أنه من أهم المستشعرات التي يصعب غالبًا رؤيتها بالعين المجردة أو بحساسات الرؤية البصرية العادية ، إما بسبب بُعدها ، أو لأنها مخفية خلف عوائق طبيعية وصناعية ، أو بسبب الضوء . يعمل الرادار على ارسال الاشارات المنعكسة من الاجسام المادية الموجودة داخل مجال عملة حيث تعتمد قوة الاشارة المنعكسة على الجسم المادي العاكس وطبيعة المادة التي تتكون منه وبعدها عن الرادار وتسمى الأجسام التي تم تصميم نظام الرادار لرصدها بالاهداف والتي قد تكون اجسام طائرات أو الصواريخ او على سطح الارض والسفن والمركبات الارضية او تحت الارض كالالغام المدفونة تحتها [22]. الشكل (1-3) يوضح آلية عمل الرادار .



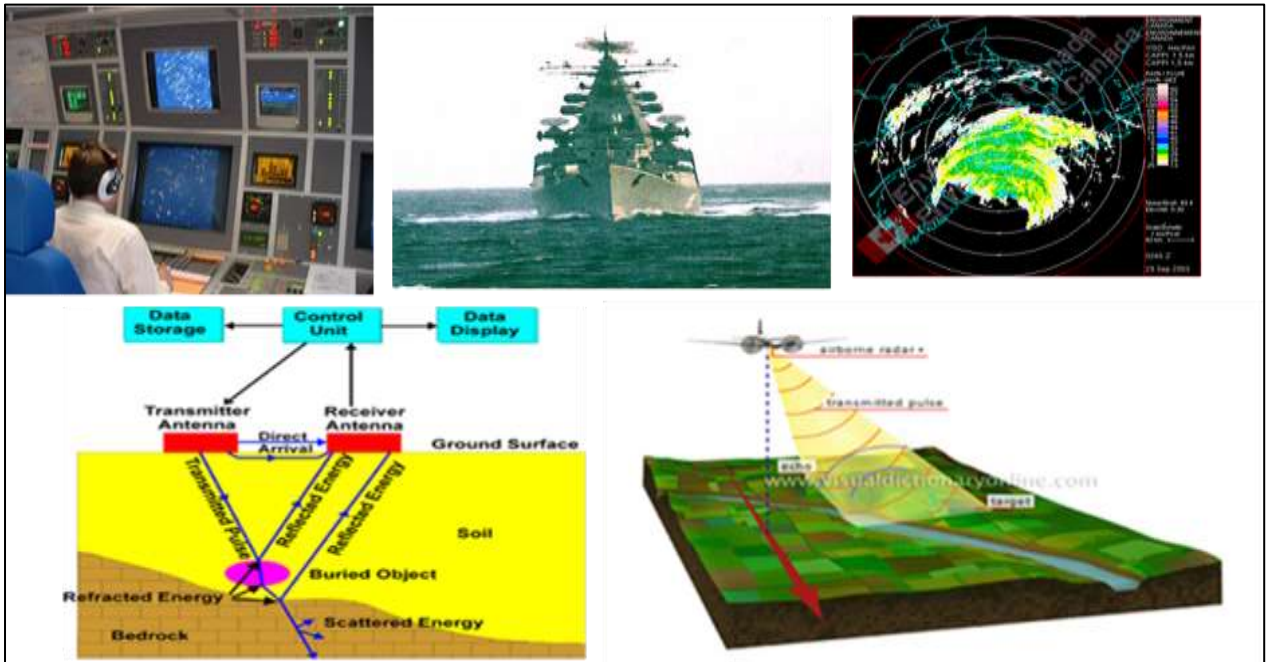
الشكل (1.3): آلية عمل الرادار [23]

نظرًا لأن الرادار له أشكال وأنواع مختلفة ، يمكن تقسيم الأنواع وفقًا للأبعاد إلى ما يلي ، رادار ثنائي الأبعاد و رادار ثلاثي الأبعاد ، كما يمكن تصنيفها بحسب نوع الموجات المرسلية إلى ما يلي ، الرادار النبضي ، رادار دوبلر ، رادار الموجة المستمرة ، رادار مصنوع بفوهة و رادار التتبع . كل نوع من هذه الأنواع له شكل خاص من الموجات الكهرومغناطيسية ويعتمد على الهدف المراد اكتشافه [22].

أكثر مناطق الرادار انتشارا هي القوات المسلحة بأنواعها البرية والبحرية والجوية ، وكانت احتياجات الحرب هي الدافع الرئيس لظهور الرادار وتطوره إلى المستوى الذي هو عليه الآن ، حيث يصنف على أنه يتبع: [24] رادار الملاحة الجوية ، رادار ملاحة ، رادارات الطقس ، رادار الاستشعار عن بعد و رادار اختراق الأرض



الشكل (1.4): بعض أنواع الرادار (a) رادار الإنذار المبكر ، (b) رادار المراقبة ، (c) الرادار الثانوي ، (d) مكتشف الارتفاع ، (h) رادار دوبلر ، (g) مقياس الارتفاع الراديوي ، (f) الرادار الفلكي ، (e) فوق-رادار الأفق



الشكل 1.5. صور توضح استخدامات الرادار (أ) رادار الملاحة الجوية ، (ب) ، رادار الملاحة البحرية ، (ج) رادارات الطقس ، (د) رادار الاستشعار عن بعد ، (هـ) الأرض [24]

Microwave

1.8 المايكرويف

تقع منطقة الموجات الدقيقة MW بين الترددات الراديوية RF ومنطقة الأشعة تحت الحمراء IR ، ويبلغ طولها الموجي بين (1-100) سم ، وطبيعة الطيف لهذه المنطقة هي طيف دوراني. الموجات الدقيقة هي موجات كهرومغناطيسية مستعرضة يكون فيها الاضطراب عبارة عن تغير زمني في المجالين الكهربائي والمغناطيسي E و B عند نقطة ما. يتم إنشاؤها بواسطة الشحنات الكهربائية المتسارعة (غالبًا ما تكون متذبذبة) ، أو عن طريق ثنائي القطب المغناطيسي [26], [25]. الأهم هو X-band و Ku-band لأنه يستخدم على نطاق واسع في أنظمة الرادار الجدول (1-1) يبين نطاقات تردد المايكرويف IEEE [29].

الجدول (1-1) يبين نطاقات تردد المايكرويف (الموجات الدقيقة) .

Designation	Frequency range (GHz)
VHF	0.030-0.300
UHF	0.300-1.00
L-band	1.00-2.00
S-band	2.00-4.00
C-band	4.00-8.00
X-band	8.00-12.50
Ku-band	12.50-18.0
K-band	18.0-26.50
Ka-band	26.50-40.00
Millimetre	> 40.00

بعد أنتشار المعرفة بالرادار وأنواعه والموجات الدقيقة للرادار ونطاقات الموجة، أصبح هناك طلب متزايد على حماية المعدات العسكرية من الإشعاع الكهرومغناطيسي للرادار ، باستخدام تقنية التخفي ، حيث أن الهدف الرئيس لعملية التخفي هو تقليل المقطع العرضي للرادار من الإمكانيات. الأهداف ، أي جعل المعدات العسكرية أقل قابلية للاكتشاف بواسطة أنظمة الرادار المعادية.

1.10 طرق تقليل المقطع العرضي للرادار Methods for reducing radar cross section

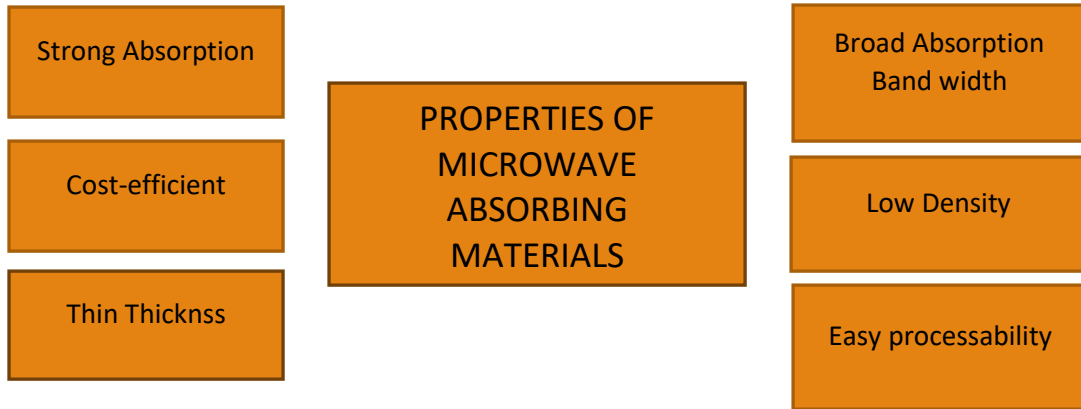
هناك نوعان من الطرق التي من الممكن أن تقلل من المقطع العرضي للرادار والتخفي من الموجات الكهرومغناطيسية ، تقليص المقطع العرضي للرادار ، و ذلك باستخدام التشكيل والذي يشمل تصميم ملامح السطح أو تعديل الملامح الخارجية ولكن هذا النوع من التقنية مقيد بعوامل الوزن حيث إنه يحقق التخفيض فقط في منطقة زاوية محدودة على حساب زيادة الرادار المقطع العرضي في مناطق أخرى [27] ، أو تقليص المقطع العرضي للرادار باستخدام المواد الماصة .

RAM Absorbent Material

1.11 المواد الماصة للرادار RAM

RAM ، هي فئة من المواد التي تغطي سطح الهياكل لتجنب الكشف عن الرادار . RAM تستخدم لامتناس الطاقة الكهرومغناطيسية الساقطة وبالتالي تقليل الطاقة المنعكسة أو المبعثرة للرادار [28]. يمكن أيضاً تعريفه بطريقة أخرى للمواد الممتصة لموجات الرادار ، وهي مواد متداخلة لها القدرة على امتصاص الموجات الكهرومغناطيسية أثناء مرورها عبر هذه المواد ، أي تقليل المقطع العرضي للرادار . (RCS) يجب أن تكون هذه المواد خفيفة قدر الإمكان وتحمل الظروف الجوية القاسية والضغط الشديدة المفروضة عليها. إنها مقاومة للتغيرات في درجات الحرارة والظروف البيئية الأخرى. لذلك تكون مستقرة كيميائياً. وتحمل هذه المواد (RAM) مخاطر كهربائية نتيجة الصواعق ، حيث تكون مقاومة لأسطح المركبات التي تستخدم هذه المواد في تصنيعها ولا تنكسر [29]. تتميز (RAM) الفعالة بامتصاص قوي ، وحجم رقيق ، وكثافة منخفضة ، وعرض نطاق واسع للامتصاص [30]. ساهم تطوير علم النانو وتكنولوجيا النانو بشكل كبير في تطوير المواد الماصة للرادار لأن المواد النانوية لها خصائص استثنائية تشمل مساحة كبيرة وشكلاً فريداً يساعد على امتصاص الموجات الكهرومغناطيسية [31]. تعمل المواد الماصة للرادار على تقليل الطاقة الكهرومغناطيسية التي يعكسها الرادار الذي يستخدم الامتصاص ، ثم يتضاءل RCS. تعتمد تقنية RAM على الخصائص المفقودة للمواد العازلة أو المغناطيسية التي تثبط موجة الرادار بمجرد دخولها إلى المادة [32], [33].

يجب أن تتصف المواد الماصة للموجات الرادارية بعدة صفات تجعلها مؤهلة لأداء هذا الدور ، و من أهم هذه الخصائص ، امتصاص قوي ، عرض نطاق امتصاص واسع ، كثافة منخفضة ، طريقة تحضير سهلة ، سمك رقيق و كفاءة التكلفة [34] يمكن توضيح المواد كما في الشكل 6.



الشكل 1.6 : الخصائص المرغوبة للمواد المستخدمة في امتصاص موجات الميكروويف [34]

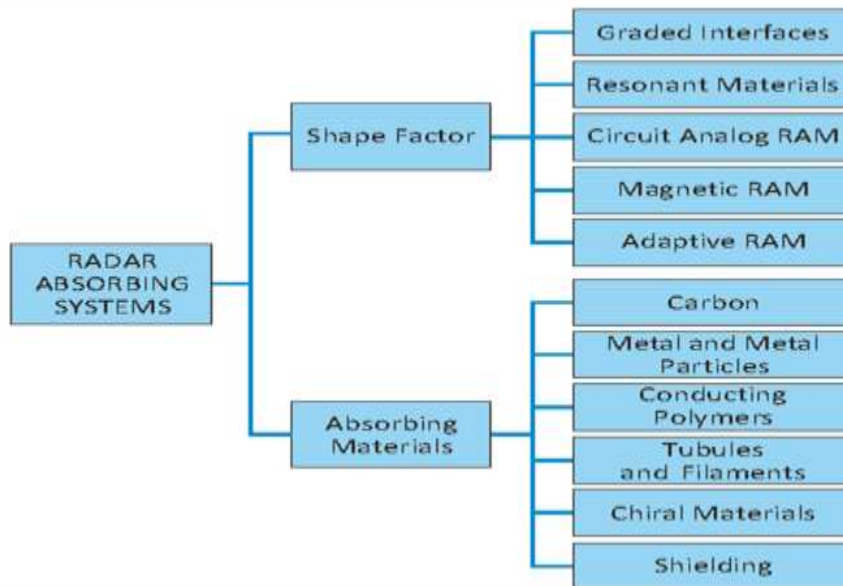
1.12 تصنيف أنظمة امتصاص موجات الرادار

Classification of radar wave absorption systems

تصنف أنظمة امتصاص الرادار إلى مجموعتين رئيسيتين:

(1) عامل شكل سطح امتصاص الرادار (هندسة السطح)

(2) المواد الماصة. حيث يوضح الشكل 7 التصنيف العام.



الشكل 7. 1 يوضح تصنيف مواد امتصاص الرادار [35].

Absorbent Material Systems

1.13 انظمة المواد الماصة

نظرًا لأن الدراسة تشتمل على مادة نانوية بوليميرية مركبة ، فسنقوم بتوضيح جزء المواد الماصة.

Carbone

1.13.1 الكربون

يعتبر الكربون عنصرًا أساسيًا ، وهو من أوائل المواد الماصة نظرًا لقلة التوصيلية [36]. الهياكل النانوية الكربونية لها خصائص ممتازة في المواد الماصة للرادار . الجرافيت والأنابيب النانوية الكربونية (أحادية أو متعددة الطبقات) والألياف وأسود الكربون هي الأكثر استخدامًا [41]–[37]. هذه مواد في الميكروويف تصف السماحية الكهربائية. علاوة على ذلك ، تحتوي هذه المواد على مجال كهربائي خاص بكمية معقدة [42]. وفقًا لنظرية السماحية المعقدة ، عندما ينتشر مجال كهرومغناطيسي في مادة عازلة للكهرباء ، يحدث تأثيران كهربائيان. أحد هذين النوعين هو التوصيل ، والآخر هو تيار الإزاحة. يؤدي تأثير التيار الموصل إلى زيادة فقدان الطاقة. يرتبط فقدان الطاقة بالسماحية الافتراضية. يؤدي التفاعل مع الموضع المتغير للتيار إلى الاستقطاب المتأثر بالسماحية الحقيقية الموصوفة. لذلك ، يمكن الإشارة إلى الزيادة في الجزء الحقيقي من السماحية المعقدة بشكل أساسي باسم السحب العازل ومنطقة تأثير الاستقطاب. في المقابل ، يمكن ربط الزيادة في الجزء الظاهر من السماحية المعقدة بزيادة في التوصيل الكهربائي للمادة. بشكل عام ، تميل المواد الماصة المحتوية على الكربون إلى أن تكون منخفضة الكثافة للغاية [43].

Metal and Metal Particles

1.13.2 الجسيمات المعدنية واللامعدنية

مادة المطاط لامتصاص الرادار (RRAM) مفيدة كمادة واقية. يمكن أن يقلل RRAM أو يضعف EMI بعيدًا. مركبات RRAM مصنوعة من المطاط كمصفوفة مع مواد ماصة للموجة EM وتعمل في المقام الأول كتعزيز. توفر التعزيزات الأداء الكهرومغناطيسي لامتصاص الرادار. إلى جانب ذلك ، توفر المصفوفة جسمًا ناعمًا ومرنًا. يمكن استخدام RRAM في نطاق درجات حرارة متفاوتة. وبالتالي ، يجب أن تكون التعزيزات مفيدة في نطاق درجات حرارة مختلفة. وبالتالي ، تؤثر النفاذية العالية إيجابًا على امتصاص الميكروويف لـ [44]. RRAM يعتبر الحديد الكربوني أحد أكثر مواد التعزيز استخدامًا في RRAM. يمكن استخدام حديد الكربونيل لعناصر امتصاص الميكروويف كمعزز في نطاق التردد من 2.6 إلى 18 جيجا هرتز وحتى أعلى. هذا لأنه يحتوي على درجة حرارة عالية ، وشدة مغنطة محددة أعلى [45]، [44]. علاوة على ذلك ، يتميز EPDM بتوافق ممتاز مع العديد من أنواع مواد التسليح. لذلك ، يفضل استخدام مادة RRMA. علاوة على ذلك ، يمكن أن يكون حجم جزيئات حديد الكربونيل أقل من 10 ميكرون. يتم دعم بنية RRMA بواسطة لوحة موصلة وركيزة مادة ماصة للرادار لتحقيق امتصاص الموجة الكهرومغناطيسية. علاوة على ذلك ، تحتوي أكاسيد الحديد على مجموعة واسعة من الخصائص الكهربائية والمغناطيسية.

الطبقة الأكثر شيوعًا هي الفريت. تحتوي مجموعة الفريت هذه على هيكل بلوري مكعب ويمكن تمثيلها بالصيغة العامة لـ MFe_2O_4 تحتوي فئة أخرى عادةً على أيونات معدنية ثنائية التكافؤ كبيرة الحجم مثل Ba أو Sr أو Ca أو Pb ، والتي تتبلور في بنية سداسية الشكل [46].

Conducting Polymers

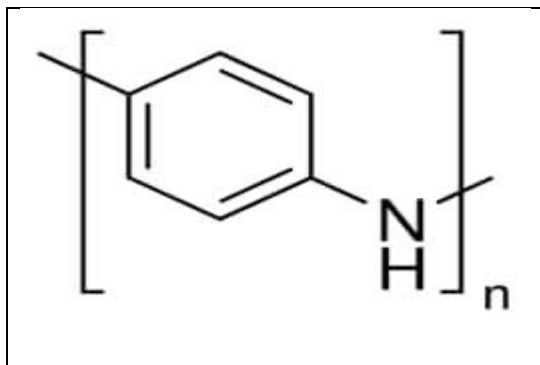
1.13.3 البوليمرات الموصلة

تمتلك البوليمرات الموصلة (CPS) مقارنة بالمعادن التقليدية وأشباه الموصلات خصائص حصرية مثل كثافة أقل ($1-1.3 \text{ g cm}^{-3}$) من الحديد ($7-8 \text{ g cm}^{-3}$) و المرونة الهيكلية والاهم من ذلك الموصلية البوليمرات الموصلة لها تطبيقات مختلفة في الاستشعار ، وحماية المعادن من التآكل ، وخاصة في تخزين الطاقة مثل التدريع الكهرومغناطيسي وامتصاص الميكروويف. هنالك طريقتين شائعتين لتحضير CPS : إما عن طريق البلمرة الكهروكيميائية المؤكسدة ، أو بطريقة البلمرة المؤكسدة الكيميائية تعتبر البلمرة المؤكسدة الكيميائية كما في الشكل (8-1) هي الأكثر طريقة شائعة الاستخدام لتحضير مركبات البوليمر هذه ، وتُعرف أيضًا باسم تقنية التغليف الكيميائي [47].

Polyaniline (PANI) polymer

1.13.3.1 بوليمر البولي انيلين (PANI)

بولي انيلين (PANI) بوليمر من بين البوليمرات الموصلة المختلفة ، بولي انيلين (PANI) هو أحد البوليمرات الأكثر شيوعًا كمواد مضافة للجسيمات النانوية الصغيرة / النانوية نظرًا لخصائصه الفيزيائية والكيميائية الفريدة. تُظهر هذه البوليمرات خصائص ميكانيكية محسنة (قوة الشد والاستطالة عند الكسر) ، واستقرار حراري ، وخاصة التوصيل الكهربائي المعزز والخصائص المغناطيسية ؛ هذه هي المتطلبات الأساسية لتصميم مواد التدريع الفعالة من التداخل الكهرومغناطيسي. تقع موصلية PANI بين 0.1 و 10 S/cm ومع ذلك ، فإن تحسين الخصائص الكهربائية والمغناطيسية لمركبات الحشو / البوليمر غير كافٍ لتصميم مواد فعالة للتدريع من التداخل الكهرومغناطيسي ؛ العامل المهم الذي لا يزال مطلوبًا هو كيفية الجمع الفعال بين نفاذية وسماحية هذه المركبات. لتلبية هذه الشروط ، المواد المغناطيسية التي تمتلك نفاذية عالية مثل Fe ، Fe_3O_4 و Fe_2O_3 والمواد العازلة مثل TiO_2 ، SiO_2 ، و ZnO تستخدم على نطاق واسع في مركبات البوليمر. في النطاق العريض ومع ذلك ، تعاني هذه العوازل من نقص في السماحية لهذا الغرض تم أيضًا استخدام مواد الكربون مثل الجرافين و RGO مع هذه البوليمرات [48].

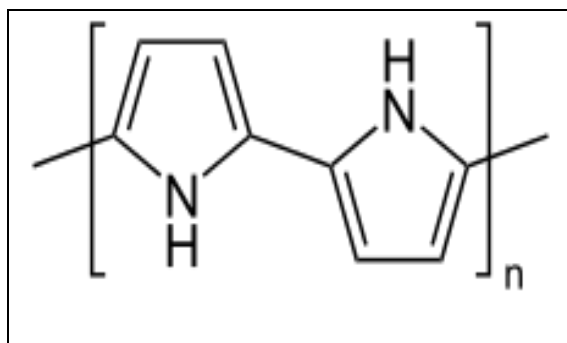


الشكل (1-8) يوضح التركيب الكيميائي لبوليمر البولي انيلين (PANI)

Polypyrrole (PPy) polymer

1.13.3.2 بوليمر بولي بيرول

بولي بيرول (PPy) بوليمر بعد بوليمر PANI ، بوليبيروول (PPy) هو بوليمر موصل واعد آخر بسبب ثباته وسهولة التحضير ، لكنه يعاني من ضعف القوة الميكانيكية ومشاكل قابلية المعالجة جنبًا إلى جنب مع عدم الذوبان. هذه العيوب تعيق تطبيقه التجاري. تلقت هذه المركبات النانوية اهتمامًا متزايدًا نظرًا لخصائصها المثيرة للاهتمام الناشئة عن مساحة سطحها الكبيرة وحجمها النانوي في مصفوفة المضيف [49].

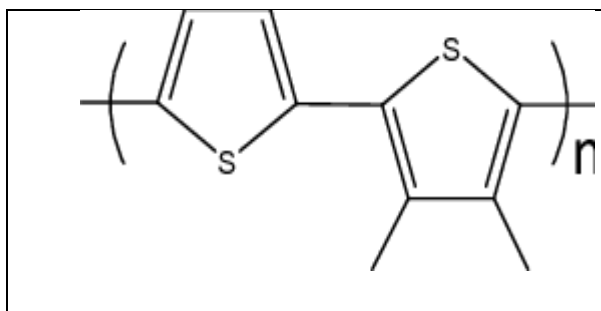


الشكل (1-9) يوضح التركيب الكيميائي لبوليمر بولي بيرول (PPY)

(PEDOT) polymer

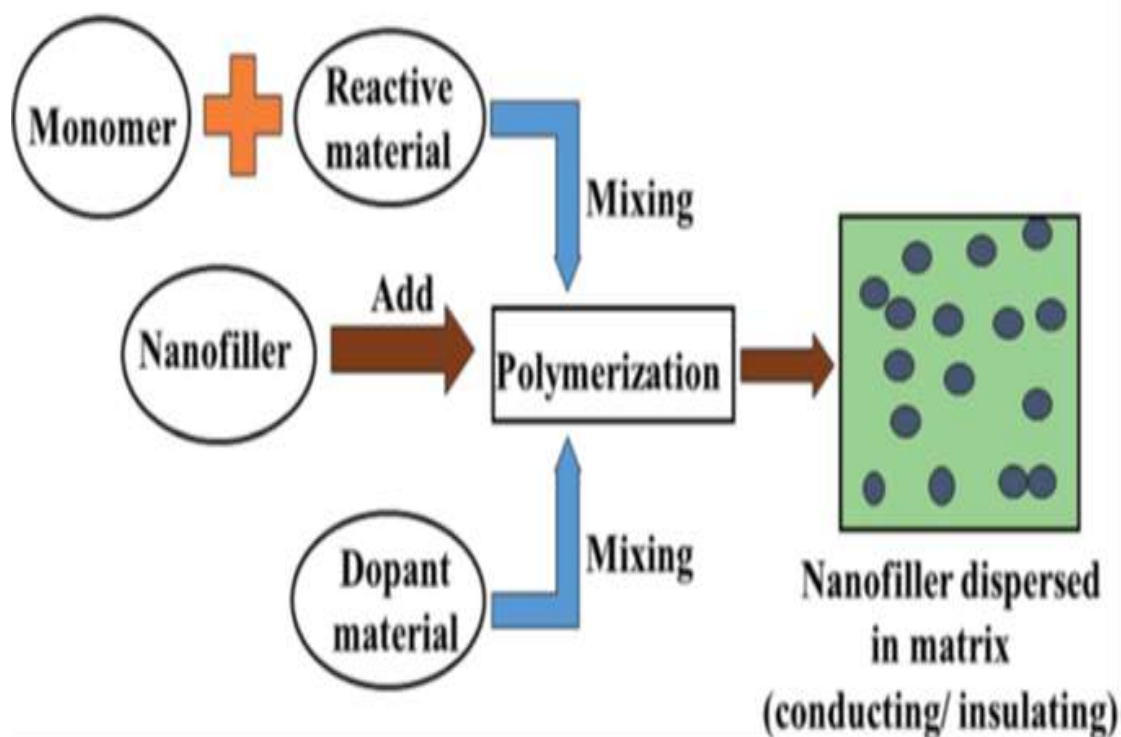
1-13-3-3 بوليمر (3،4-إيثيلين ديوكسيثيوفين)

بولي (3،4-إيثيلين ديوكسيثيوفين) (PEDOT) بوليمر من بين البوليمرات الموصلة ، يمتلك مشتق بولي (3،4-إيثيلين ديوكسيثيوفين) (PEDOT) وموصلية كهربائية يمكن التحكم فيها ، ونشاط كهروكيميائي جذاب. ومن المثير للاهتمام ، أن الوزن الخفيف ، وعمليات التصنيع السهلة ، والاستقرار البيئي الجيد ، وخصائص القدرة على فقدان العزل الكهربائي لـ PEDOT تجعلها مادة واعدة لامتصاص الميكروويف. [50], [51].



شكل (1-10) يوضح التركيب الكيميائي بولي (3،4-إيثيلين ديوكسيثيوفين) (PEDOT)

In-situ polymerization method



شكل 1-11: طريقة البلمرة في الموقع لتحضير البوليمرات الموصلة والعازلة [52].

Tubules and Filaments

1.13.4 الأنابيب والشعيرات

يمكن تشكيل المواد الماصة للرادار عن طريق تحميل مصفوفة بوليمر عازلة بخيوط أو أنابيب موصلة. يجب أن يكون طول الشعيرات أقل من $\lambda/2$ من متوسط التردد المراد امتصاصه. يمكن تحقيق ذلك من خلال تعديل الخاصية الكهربائية المعقدة (السماحية) أو الخاصية المغناطيسية (النفاذية) للمادة [53], [54].

Chiral Materials

1.13.5 المواد غير المتناظرة

تم إجراء قدر معقول من العمل على المواد الغير متناظرة في مصفوفة كمواد تمتص الرادار. وقد ثبت أن المواد المصنوعة من هذه الإضافات الغير متناظرة هي مواد فعالة لامتصاص الميكروويف وحصلت على براءة اختراع. يتم تعديل ثابت الانتشار لهذه المواد بسبب النشاط البصري وازدواج اللون الدائري للمادة. المواد الغير متناظرة لها تأثير دوران الإشعاع الكهرومغناطيسي المستقطب خطياً إلى اليمين أو اليسار أثناء مروره عبر الوسائط ويعود ذلك السماحية ϵ والنفاذية μ [55]

shielding

1.13.6 التدريع

في السنوات الأخيرة ، استمر تطبيق الحماية للموجات الكهرومغناطيسية في جذب اهتمام كبير للأغراض التجارية والعسكرية. يشير تطبيق الحماية الكهرومغناطيسية إلى انعكاس الموجة أو امتصاص الإشعاع الكهرومغناطيسي بواسطة مادة ما. وبالتالي ، فهو بمثابة درع ضد اختراق الإشعاع من خلال المادة [56]. تُظهر المواد النانوية (خاصة المركبات النانوية) أداء التدريع الأمثل لمحاولة EM مع عرض نطاق ترددي أكبر وتوافق أفضل وكتلة إجمالية أقل. وهكذا ، فقد ثبت أن المركبات النانوية هي أفضل مرشح ممكن لمحاولة حماية كهرومغناطيسية بطبقة سنتيمترات [60]–[57].

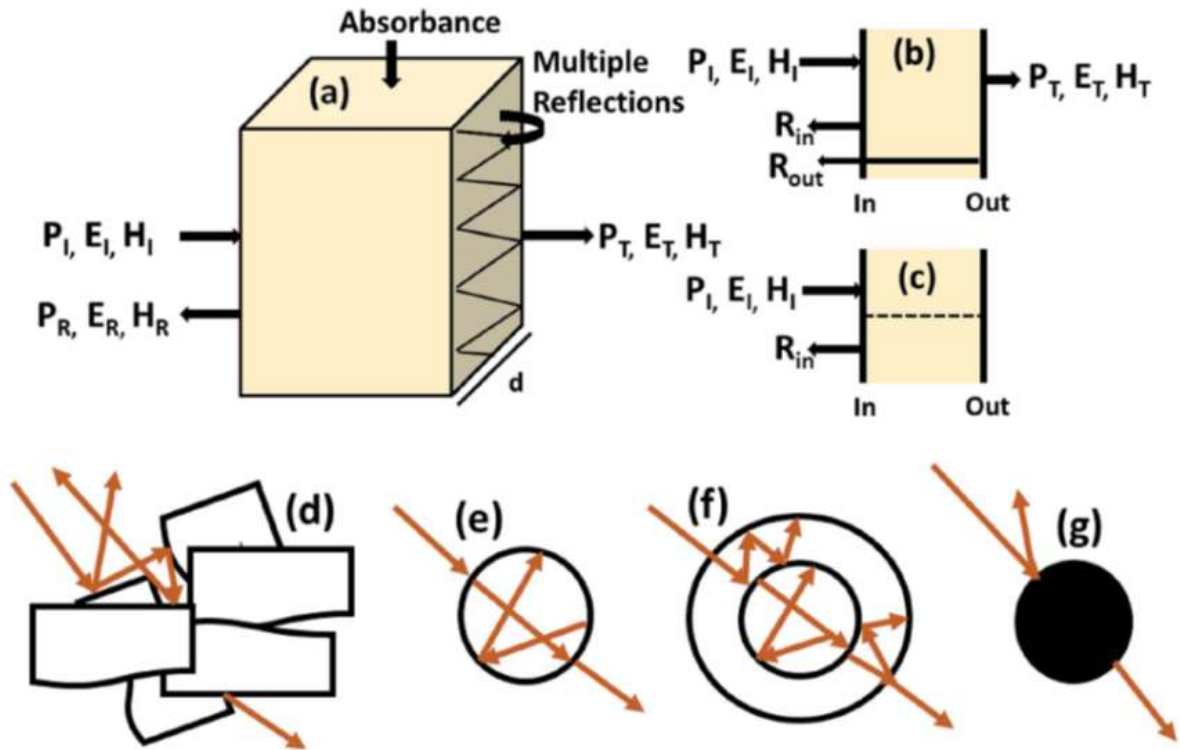
Mechanisms of Shielding

1.14 ميكانيكية التدريع

1.14.1 كفاءة الحماية من حيث الانعكاس / الامتصاص

Shielding Efficiency in Terms of Reflection/Absorption

يمكن تعريف كفاءة الحماية (SET) على أنها معلمة تقيس مدى جودة إعاقة المادة للطاقة الكهرومغناطيسية لتردد معين أثناء مرورها خلاله. يمثل الشكل (11) التفاعلات المحتملة لموجات EM مع المواد. عندما تسقط الموجات الكهرومغناطيسية على الوجه الأمامي للمادة، فإن جزء معين من القوة الساقطة (PI) سوف ينعكس (PR) بينما يتم امتصاص جزء معين وتبديده على شكل طاقة، والجزء المتبقي (PT) ينتقل من خلال مادة التدريع. لذلك، تساهم ثلاث عمليات مختلفة وهي الارتداد والامتصاص والتفاعلات الداخلية المتعددة في التوهين الكامل، بما يتوافق مع الفعالية التدريع لـ SER و SEA و SEM على التوالي [61].



الشكل 1.12 (a) رسم تخطيطي للموجة، المنعكسة والمرسلة وشدة المجال الكهرومغناطيسي عند وقوع موجة كهرومغناطيسية على مادة ثلاثية الأبعاد؛ مصادر الانعكاس في عينة رقيقة (واجهات المدخلات والمخارجات، R_{in} و R_{out}) وفي عينة سميكة؛ (d - g) انعكاسات متعددة في حالة الهيكل المسامي، والبنية المجوفة، وهيكل متعدد الأصداف وكرة صلبة

$$SET=10\log PI / PT -20\log EI/ET-20\log HI/HT \dots\dots\dots (1)$$

هنا تشير P و E و H إلى شدة الطاقة والمجال الكهربائي والمغناطيسي بينما تمثل I و R و T إلى الساقط و المنعكسة والمرسلة على التوالي [62]. وبالتالي ، فإن SER تعني صافي التفاعل وتمثل حماية SEA بسبب الامتصاص. لاحظ أن المساهمات من التفاعلات الثانوية (واجهته الإخراج) في (الشكل 12 a و b) تحدث في وسائط ذات أبعاد محدودة ولكن في لوحات أكثر سمكاً يمكن إهمال SEM (الشكل 12 c) ، ثم تأخذ المعادلة الشكل:

$$SET = SER + SEA + SEM \dots\dots\dots (2)$$

1.14.1.1 فقدان الانعكاس (SER) Reflection loss (SER)

الآلية الأساسية لدرع التداخل الكهرومغناطيسي هي التفاعل. ترتبط خسارة الانعكاس (SER) بعدم تطابق المعاوقة النسبية بين سطح مادة التدريع وموجات EM. يمكن تحديد حجم فقد التفاعل بواسطة [63]

$$SER = 20\log \frac{z^o}{4zin} = 39.5 + 10\log \frac{\sigma}{2f\pi\mu} \alpha \frac{\sigma}{\mu} \dots\dots\dots (3)$$

حيث s هي الموصلية الكلية ، و f التردد ، و m هي النفاذية النسبية. يمكن ملاحظة أن SER هي دالة للموصلية (التوصيلات) والنفاذية (m) للمادة ، أي (σ / μ) SER f. وبالتالي ، بالنسبة للثابتين σ و ، يتناقص SER مع التردد. لذلك ، يجب أن تحتوي المواد على حاملات شحن متحركة (إلكترونات أو ثقوب) لتعكس الإشعاع الكهرومغناطيسي [64].

1.14.1.2 فقدان الامتصاص (SEA) Absorption loss (SEA)

آلية ثانوية للحماية من التداخل الكهرومغناطيسي هي الامتصاص. كما نعلم من نظرية الموجة المستوية ، يتناقص اتساع الموجة الكهرومغناطيسية بشكل كبير داخل المادة أثناء مرورها عبرها [65]. وبالتالي ، ينتج فقدان الامتصاص عن الخسائر الأومية وتسخين المادة بسبب التيارات المستحثة في الوسط. بالنسبة للمواد الموصلة ، يمكن كتابة فقد الامتصاص (SEA) بالديسيبل (dB) بالشكل [66].

$$SEA = 20\log e^{\alpha} = 8.7d\sqrt{f\pi\sigma\mu\alpha d\sigma\mu\alpha d} \dots\dots\dots (4)$$

حيث d و a هما سمك وثابت التوهين للعينة، على التوالي. يحدد ثابت التوهين مدى انخفاض شدة الموجة الكهرومغناطيسية أثناء مرورها عبر مادة ما. من الواضح أن SEA يعتمد على التوصيل الكهربائي (σ) والنفاذية (μ) وسمك العينة (d) [67]. يشير اعتماد SER / SEA هذا على μ و σ إلى أنه في المعادن الموصلة المغناطيسية ، يهيمن الامتصاص على التدريع بدلاً من الانعكاس. [68]

$$\alpha = \frac{4\pi n}{\lambda_0} \dots\dots\dots (5)$$

حيث λ_0 هو الطول الموجي في الفراغ و n هو معامل الانكسار ، والذي يُعطى بواسطة $\frac{1}{2}\epsilon\mu$ ؛ في حالة المواد غير المغناطيسية

$$\alpha = \frac{4\pi\epsilon_2^1}{\lambda_0} \dots\dots\dots (6)$$

يتضح من معادلة رقم (5) أن السماحية العالية ضرورية بشكل خاص لتعزيز التقييم البيئي الإستراتيجي [64].

1.14.1.3 الانعكاس المتعدد (SEM) Multiple refraction (SEM)

بالنسبة للمواد الرقيقة ، يتم حجز الإشعاع بين حدين بسبب الانعكاس المتعدد ، أي تنعكس الموجات الكهرومغناطيسية من السطح الثاني ، وتعود إلى السطح الأول وتنعكس من السطح الأول إلى السطح الثاني ، وهذا كما هو موضح في الشكل (11 a) [68].

$$SEM = 20\log (1 - e^{-2d/\delta}) \dots\dots\dots (7)$$

هو العمق ، والذي يتم تعريفه على أنه السمك الموجود أسفل السطح الخارجي والذي يعطى بواسطة δ حيث المعادلة التالية:

$$\delta = (f\pi\sigma\mu)^{1/2} \dots\dots\dots (8)$$

تعتمد SEM على d وترتبط ارتباطاً وثيقاً بالامتصاص ، وبالتالي ، يلعب الانعكاس المتعدد دوراً مهماً في الهياكل المسامية وبعض الأشكال الهندسية المحددة. لمزيد من التصور ، شكل يُظهر 12 d-g يبين نشئت للإشعاع الكهرومغناطيسي بواسطة هياكل مسامية ، مجوفة ، متعددة الأصداف وصلبة [69]. في هذا الهيكل ، توفر مساحة السطح الكبيرة والمساحة الشاغرة الكبيرة باستثناء الهيكل الصلب مواقع أكثر نشاطاً لنشئت وانعكاس الموجات الكهرومغناطيسية المتعددة. يُظهر الهيكل المجوف / المسامي خصائص فريدة ، على سبيل المثال ، السطح المرتفع ، الهياكل الداخلية القابلة للضبط ، الكثافة التكميلية المنخفضة والنفاذية التي يمكنها تحقيق السعي لتحسين أداء التداخل الكهرومغناطيسي [70]. يمكن إهمالها عندما يكون سمك مواد التدرج أكبر من عمق الاختراق (d) أو عندما يكون SEA أكبر من 10 ديسيبل لأنه في مواد التدرج السميك SEA عالي ، تضرب موجة EM عند الحد الثاني بسعة ضئيلة لذلك يمكن إهمال SEM.

بعد التعرف على آلية امتصاص الموجات الكهرومغناطيسية وذكر معاملات الامتصاص ، هناك حاجة للتعرف على هذه المعلمات من خلال معرفة العوامل المؤثرة في آلية الامتصاص. وهم على النحو الآتي:

1.15 العوامل التي تؤثر على أداء EMI Factors affecting the EMI performance

1.15.1 السماحية والنفاذية Permittivity and Permeability

تتطلب دروع التداخل الكهرومغناطيسي المثالية خصائص مقاومة متطابقة للمركبات المتأثرة بالسماحية والنفاذية وفقاً للمعادلة التالية

$$\alpha = \pi f c \sqrt{2(\mu''\epsilon'' - \mu'\epsilon' + \sqrt{(\mu''^2 + \mu'^2)(\epsilon'^2 + \epsilon''^2)})} \dots\dots (9)$$

لذلك ، السماحية والنفاذية معلمتان حاسمتان لتصميم مادة تدرع ذات تأثير كهرومغناطيسي فعال [71].

1.15.2 الحجم والشكل والتشكيل Size, Shape and Morphology

أبعاد الجسيمات لها تأثير كبير على النفاذية. لاحظوا تأثير حجم الجسيمات وسمك المادة على أداء التداخل الكهرومغناطيسي للمواد الماصة للرادار. عندما يختلف حجم الجسيمات من 10 إلى 20 نانومتر إلى 20-30 نانومتر ، يختلف SETotal أيضاً من (47 - 68 dB). كما يتراوح سمك العينة من 0.1 مم إلى 0.7 مم SET من (24 - 68 dB). حدث هذا بسبب زيادة في الشبكة الموصلة ، مما يعزز SEA وإجمالي SETotal [72].

1.15.3 درجة الحرارة والوقت Temperature and Time

من الحقائق المعروفة أن المعالجة الحرارية تزيد من عدم الانتظام وتخلق عيوباً في شكل فراغات أو روابط متدللية أو بدائل في المواد. تخلق هذه العيوب طاقة إضافية وبالتالي تعزز التوهين بدلاً من الانعكاس. علاوة على ذلك ، يؤثر وقت التفاعل ودرجة الحرارة أيضاً على فقدان لانعكاس [73].

1.15.4 النسبة الكتلية Mass Ratio

بشكل عام ، تعتمد الخواص الكهربائية لأي مادة على قيمة عتبة الترشيح للتوصيل

$$\sigma = \sigma_0(v - v_c)c \dots\dots\dots (10)$$

حيث σ هي الموصلية الكهربائية للمادة ، σ_0 هي الموصلية العادية ، V هي جزء الحجم للحشو ، V_c هو الحجم عند عتبة الترشيح.

Literature Survey

1.16 مسح الأدبيات

نتيجة للصفات والخصائص المختلفة لمركبات البوليمرات النانوية التي تجعلها مهمة في تخفيف الإشعاع الكهرومغناطيسي ، فقد تم التركيز عليها في هذا المجال وتركز الأبحاث والدراسات على استخدام هذه المواد في تقنية التخفي في مختلف المجالات العسكرية والمدنية . هنا ، سيتم استعراض أهم الدراسات.

في عام 2013 ، أجرى الباحثان هدى وجابر [74]. دراسة حول إنتاج المواد الماصة للرادار من البوليانيلين (PANI) على أساس مطاط النتريل لإنتاج مواد ماصة للرادار تم الحساب باستخدام طريقة تشويش التجويف في النطاق X (8-12 جيجا هرتز) ، ثم تم تصميم أربع طبقات. من مواد امتصاص الرادار. الهدف الرئيس من هذا التصميم هو المفاضلة بين معاملات الانعكاس المنخفضة ، وسمك الهيكل ، والنتائج التي تم الحصول عليها 12.2-dB عند 12 جيجا هرتز.

في العام 2014 م ، قام إبراهيم وآخرون [75]. في تحضير مركبات الحديد والسيراميك النانوية لغرض تخفيف موجات الرادار ، حيث أعطت قيم امتصاص تبلغ 91.32dB بتردد 10 جيجا هرتز.

صنع كل من Juan Zhan [76] وآخرون في 2014 مركبات البوليمر من فلوريد البولي فينيلدين (PVDF) وأكسيد الجرافين المختزل (RGO) من غشاء PVDF / GO بواسطة تقنية صب ساخن بسيطة. تم فحص خصائص الامتصاص المعزز والعزل الكهربائي. أشارت النتائج إلى أنه بالنسبة للمركبات ذات التحميل المنخفض للحشو بنسبة 3% بالوزن ، يمكن أن يصل الحد الأقصى لفقدان الانعكاس لمركب PVDF RGO إلى -25.6 dB عند 10.8 جيجا هرتز ، وعرض نطاق التردد أقل من -10 dB من 8.48 إلى 12.80 جيجا هرتز.

في عام 2014 عمل Rui Pang وآخرون [77]. بإنشاء كريات مجهرية بوليمر موصلة متعددة الأصداف باستخدام كريات مجهرية مجوفة Fe₃O₄ كقوالب قربانية عبر عملية درجة حرارة تفاعل مبرمجة. علاوة على ذلك ، أظهرت كريات PEDOT متعددة الطبقات أداءً رائعًا لامتصاص الميكروويف

في 2015 قام كل من Jihai Tang وآخرون [78]. في تصميم ممتصات الطبقة المزدوجة مع خصائص امتصاص الميكروويف المحسنة على أساس مركب البوليانيلين والبوليانيلين / المغنتيت بسماكة إجمالية تبلغ 1 مم. ووجدوا ان ماصات الميكروويف ذات الطبقة المزدوجة بخصائص امتصاص ميكروويف أفضل من تلك الخاصة بامتصاص الميكروويف بطبقة واحدة ، وبينوا ان خصائص امتصاص الميكروويف لهيكل الطبقة المزدوجة بتفاعلات الاقتران بين طبقة الامتصاص والطبقة المطابقة عندما تكون طبقة الامتصاص PANI بسمك 0.4 مم ، والطبقة المطابقة هي PANI / Fe₃O₄ المركب بسمك 0.6 مم ، فإن

الحد الأدنى لفقدان الانعكاس (RL) يصل إلى 42dB عند 29.27 جيجا هرتز وعرض نطاق الامتصاص مع RL أدناه - 10dB حوالي 11.8 جيجا هرتز

أما في عام 2016 حضر H.Gargama وآخرون [79]. مركب لبوليمر معدني (PMC) يعتمد على فلوريد البولي فينيلدين (PVDF) المشتت بتركيز متفاوت من الحديد النانوي البلوري (n-Fe). أظهرت مركبات PVDF / n-Fe ، المُحضرة باستخدام المزج الميكانيكي متبوعًا بعملية التشكيل الساخن عند ضغط ودرجة حرارة مثاليين ، تشتتًا أفضل للحشو، وفعالية التدريع (SE) وعوامل الخسارة ، باستخدام معلمات الانتثار المقاسة في النطاق X (8.2-12.4 جيجا هرتز) بطريقة الدليل الموجي.

في العام 2016 قام كل من WenyanDuan وآخرون [80]. وتوصلوا إلى ان السيراميك المشتق من البوليمر القائم على السيليكون (PDCs) مرشحًا طبيعيًا لتطبيقات الكهرومغناطيسية نظرًا لبنيته المجهرية وخصائصه الجذابة للغاية. بالمقارنة مع السيراميك التقني الملبد ، مثل SiC أو Si₃N₄ أو Al₂O₃ أو ZrO₂ ، فإن السيراميك المشتق من البوليمر ، في المصنوفة غير المتبلورة. حيث يؤدي إلى خصائص امتصاص الميكروويف جيدة

قام Golfrid Gultom وآخرون [81] عام 2016 في تحضير مركبات البولي يوريثين الممتصة للميكروويف باستخدام زيوليت طبيعي من Sarulla وأكسيد الحديد التجاري توضح خصائص امتصاص الميكروويف التي تم فحصها بواسطة Vector Network Analyzer ، للمركبات النانوية المملوءة بالبولي يوريثين بنسبة 12:8 حشو من أكسيد الحديد فقدان انعكاس قدره 13.2 dB عند 11.1 جيجا هرتز.

في 2017 قام Ibrahim Saim Unver وآخرون [82]. استطاعوا تصنيع الجسيمات النانوية المغنيتية (Fe₃O₄ NPs) عبر طريقة الترسيب المشترك والمغلطة بوسائط بوليمرية مختلفة من بولي بيروول (PPY) ، بوليأنيلين (PANI) ، وبولي ثيوفين (PT). تمت ملاحظة الطبيعة المغناطيسية الفائقة للمركبات في درجة حرارة الغرفة. تم تحليل فقدان انعكاس الموجة الكهرومغناطيسية (EM) نسبيًا. وجد أن نوع البوليمرات المطلوبة على الجسيمات النانوية المغنيتية في نفس الإجراء يعطي تغيرًا طفيفًا في فقدان انعكاس موجات EM.

في العام 2018 قام Bing-zheng وآخرون [83]. بتحضير المركبات النانوية الثلاثية لـ Fe₃O₄ / أكسيد الجرافين المختزل / بولي فينيل بيروليدين (Fe₃O₄ / rGO / PVP) كنوع جديد من مواد امتصاص الميكروويف الكهرومغناطيسية باستخدام نهج كيميائي. لقد وجدوا أن أداء الامتصاص الكهرومغناطيسي (EA) للمركبات الثلاثية المركبة مع كمية PVP المناسبة قد تم تحسينه بشكل كبير مقارنة مع Fe₃O₄ و Fe₃O₄ / rGO. يمكن أن يصل التحميل المنخفض بنسبة 15% من البارافين ورقيفة مثل 2.8 مم إلى عرض

النطاق الترددي الفعال EA (أقل من -10 dB) من 11.2 جيجاهرتز ، ووصلت أعلى خسارة انعكاس إلى -67 dB عند 10.7 جيجاهرتز. تم إثبات أن هذه المركبات تظهر طريقًا فعالًا لتصميم مواد امتصاص الميكروويف المبتكرة.

العام 2018، S.C Raghavendra وآخرون [84]. قاموا بتحضير المواد الهجينة ذات الحجم النانوي الممتص للموجات الكهرومغناطيسية باستخدام جسيمات الفضة النانوية مع الرماد المتطاير والبوليانيلين البيني كمادة مالئة وكحول البولي فينيل كمادة رابطة. تم إجراء دراسات امتصاص الميكروويف باستخدام مبدأ الإرسال / الانعكاس عبر طريقة الدليل الموجي (S11) في نطاق تردد 8-12 جيجاهرتز. ووجدوا أن الفضة النانوية / الرماد المتطاير / البوليانيلين البيني / PVA لها خصائص امتصاص كهرومغناطيسية جيدة. ومع ذلك ، أظهرت عينة الفضة النانوية / الرماد المتطاير (50٪ بالوزن من FA) المملوءة بـ IPANI والموصلية الجيدة أداء امتصاص كهرومغناطيسيًا فائقًا.

في عام 2018 قام Peng Wang وآخرون [85]. بتحضير أسلاك SiCN خفيفة الوزن ومرنة بأداء امتصاص الموجات الكهرومغناطيسية عالي الكفاءة عن طريق الغزل الكهربائي مع التلدين بدرجات حرارة عالية لاحقًا في جو النيتروجين. واستطاعوا دراسة الخصائص العازلة وأداء امتصاص الموجة الكهرومغناطيسية (EM) للأسلاك النانوية بين 2 و 18 جيجا هرتز (GHz). تعرض الأسلاك النانوية سلوك امتصاص EM رائعًا مع خسارة انعكاس أمثل (RL) تبلغ 53.1 ديسيبل وعرض نطاق الامتصاص الفعال (EAB، RL أقل من -10 dB) يغطي نطاق Ku بأكمله (12.4 - 18.0 جيجا هرتز) بسماكة صغيرة 1.95 مم . تؤدي البنية الدقيقة المميزة للأسلاك النانوية إلى ظهور أدائها الميكانيكي المتميز وأدائها الكهرومغناطيسي الذي يمنح إمكانية استخدام الأسلاك النانوية كمتصات موجات رادار خفيفة الوزن وقوية للغاية في البيئات القاسية.

في 2018 قام Weidong Zhang وآخرون [86]. ، بتحضير أسلاك بولي انيلين (PANI) / MoS₂ / MoS₂ NWS وسلسلة من أسلاك البولي انيلين (PANI / MoS₂ / Fe₃O₄ NWS) ذات الهيكل الهرمي بنجاح بواسطة البلورة في الموقع والتفاعلات الحرارية المائية المتنوعة وتم التحقيق فيها في امتصاص الميكروويف. كشفت النتائج أنه بالمقارنة مع المقالات المتعلقة بالمركبات القائمة على MoS₂ ، فإن Fe₃O₄ NWS (e2) / MoS₂ / PANI المعد يعرض أوسع نطاق تردد امتصاص (6.48 جيجاهرتز) وامتصاص قوي (-49.7 dB بسماكة 1.3 mm) .

قام B. Belaabed وآخرون [87]. في عام 2018 بتصنيع راتنجات الايبوكسي الممغنطة (Fe₃O₄) لإنتاج هياكل ممتصة للميكروويف ذات النطاق (MASs) X بسمك ضبط ونسبة مواد مالئة. ووجدوا أن سمك ومقدار ونسبة Fe₃O₄ الممغنط المطلي بـ PANI يؤثر على خصائص امتصاص الميكروويف .

في عام 2019 قام Tiansheng Liu وآخرون [88]. استطاعوا الحصول بنجاح على الكرات المجهرية $PPy / SiO_2 / Fe_3O_4$ ذات النواة / القشرة / الشبيهة بالصدفة جيدة الترتيب مع أداء امتصاص الميكروويف الكهرومغناطيسي البارز بطريقة بلمرة المستحلب الدقيق.. يمكن أن يصل عرض نطاق الامتصاص الفعال إلى 6.88 جيجا هرتز من 11.12 إلى 18 GH ، مما يغطي نطاق K بالكامل (12-18 جيجا هرتز). وفي الوقت نفسه ، أظهرت امتصاصًا ممتازًا للموجات في 4.4-18 جيجا هرتز مع سماكة طلاء مختلفة. يمكن أن تُعزى خصائص امتصاص الموجة الكهرومغناطيسية المثالية إلى فقد العزل الكهربائي من البنية المجهرية الخاصة للقلب / الغلاف / الغلاف والرنين الطبيعي من كريات Fe_3O_4 المجهرية. يمكن اعتبار هذه الكرات المجهرية $PPy / SiO_2 / Fe_3O_4$ المعدة حديثًا كمرشحين محتملين لمواد امتصاص الميكروويف عالية الكفاءة مع الهياكل النانوية المخصصة.

في عام 2019 قام Na Li, Guiwen Huang وآخرون [89]. استطاعوا تحضير rGO (FCG) المغلف المضغوط بالنانو Fe_3O_4 rGO (FLG) و Fe_3O_4 المغلف بالنانو. تم العثور على تأثير قوي يعتمد على هيكل الطلاء وثبت أن FCG تمتلك MAP أفضل بكثير من FLG. بعد ذلك ، يتم تصنيع خليط CNT و rGO المغلف بالنانو (FCCG) Fe_3O_4 يتضح أن MAP يمكن أن تصل إلى 42.9 dB ، وتلعب كثافة التغطية العالية لجسيمات الحديد النانوية دورًا مهمًا في تحقيق هذه الخاصية الممتازة. علاوة على ذلك ، من أجل التحقيق في التأثيرات التآزرية بين CNT و rGO ، تم تصنيع FCCG بنسب كتلة مختلفة من CNT إلى rGO وتعظيم أوجه التكامل الفعالة بين فقد العزل الكهربائي والفقء المغناطيسي للحصول على MAP عالية. تُظهر النتائج أن FCCG الذي يحتوي على 50٪ بالوزن من محتوى rGO يحقق أفضل MAP ، والذي يمكن أن يُعزى إلى عملية الاسترخاء العازلة الناتجة عن تعزيزها والفقء المغناطيسي الناجم عن الواجهة المتعددة المتزايدة.

قام Jie Sun وآخرون في عام 2020 [90]. بتحضير فريت النحاس والكوبالت والنيكل / أكسيد الجرافين / بولي انيلين ثلاثي المركب بطريقة من خطوتين. تم استخدام المركب الثلاثي المحضر كعامل امتصاص والبولي يورثين كمصفوفة لتحضير مادة ماصة. تم تحسين قدرة امتصاص الميكروويف لفريت النحاس والكوبالت والنيكل / أكسيد الجرافين / بولي انيلين ثلاثي المركب بشكل كبير ، والذي يمكن أن يصل إلى -33 dB عند 10.8 جيجا هرتز. عندما يكون محتوى عامل الطلاء 40٪ وكان سمك القماش المطلي 2.0 مم ، يمكن أن يصل أداء التدرج إلى -47 dB بتردد 300 كيلو هرتز إلى 3.0 جيجا هرتز

في عام 2020 قام AngappanM وآخرون [91]. اختيار بولي ينيل بوتير ال (PVB) وجدوا ان هذا المركب بكفاءة ممتازة في امتصاص الميكروويف (70 dB جيجا هرتز / مم). ، فإن مركب PVB الرقيق للغاية المطلي بالنيكل FAC المحمل بـ FAC هو مرشح محتمل لامتصاص الميكروويف واسع النطاق

في عام 2020 قام Jinhuan Lia[92]. تم تحضير مركبات GFPs من خلال تثبيت الكرات المجهرية لنوى Fe_3O_4 المطلية بقذائف بولي بيرول (Ppy/Fe_3O_4) على صورة الجرافين ثلاثية الأبعاد (D3) مع طريقة الاختزال الكيميائي بخطوة واحدة. يمكن الحصول على خصائص امتصاص الميكروويف الجيدة للمركبات في 2-18 جيجا هرتز ، يمكن أن يصل الحد الأدنى لفقدان الانعكاس (RL) إلى -40.53 dB عند 6.32 جيجا هرتز وعرض النطاق الترددي الفعال لذروة فقدان الانعكاس بسمك 2.5 مم يصل إلى 5.12 جيجا هرتز. يلعب تآزر مكونات الجرافين ثلاثي الأبعاد و Ppy و Fe_3O_4 الذي يؤدي إلى حالة مطابقة المعاوقة الجيدة أيضًا دورًا رئيسًا في تحقيق أداء امتصاص الميكروويف المحسن.

في 2020 قام Jinhuan Li وآخرون [93]. بتصنيع مركبات $Al_2O_3 / PPy / rGO$ تم تحليل آلية امتصاص الموجة الكهرومغناطيسية لمركبات $rGO / PPy / Al_2O_3$ ووجدوها ذات فعالية اتجاه امتصاصها لموجات الكهرومغناطيسية

قام Ahmed A.Khodiri وآخرون في عام 2020 [94]. عملوا على تصميم كحول البولي فينيل الهجين / الجرافين / المغنتيت ، $PVA / Gr (x) / Fe_3O_4 (0.1-x)$ ، المركبات النانوية لأغراض الحماية من EMI. وجدوا ان التأثير التآزري والتشتت الجيد للجسيمات النانوية والمغنطة العالية والموصلية الكهربائية العالية معًا لمنح هذا المركب النانوي ميزة كونه مادة حماية ممتازة من EMI.

في عام 2021 قام VivekPratap وآخرون [95]. باستخدام نسب مكونات مختلفة مع 50:30 و 40:40 و 30:50 بالوزن % من هيكسافيريت الباريوم من النوع $U (Ba_4Co_2Fe_{36}O_{60})$ وأكسيد الحديد جاما (γFe_2O_3) لتصميم مركبات امتصاص الرادار داخل نظام راتنجات الايبوكسي.. وظهرت النتائج التجريبية أن المركب المُصنَّع الذي يحتوي على 50% بالوزن من Fe_2O_3 لمركبات $Ba_4Co_2Fe_{36}O_{60} / Fe_2O_3$ -epoxy المصممة يمتلك أقصى امتصاص بنسبة 98.8% من RLmin 19.89 dB عند 13.2 جيجا هرتز لسمك العينة 3.2 مم. تؤكد ماصات الميكروويف المُصنَّعة أداء الامتصاص الفعال الذي يمكن أن يكون للتطبيقات الإستراتيجية وتكنولوجيا التخفي

قام Ravindra N.Kambale وآخرون في عام 2021 [96]. تم تصنيع جزيئات الفريت الكوبالت المستبدلة $(CoFe_{1.9}Gd_{0.1}O_4)$ و $CoFe_{1.9}Gd_{0.1}O_4 / Polyaniline (PANI)$ باستخدام تقنية الاحتراق التلقائي باستخدام عصير الليمون وطريقة البلورة في الموقع على التوالي.. تم التحقق من فقدان الانعكاس لخصائص امتصاص الميكروويف لجزيئات الفريت النانوية $CoFe_{1.9}Gd_{0.1}O_4$ و $CoFe_{1.9}Gd_{0.1}O_4 / PANI$ ووجد أن أدنى قيمة لفقد الانعكاس كانت 16.85 dB عند 13.52 جيجا هرتز للجسيمات النانوية بسمك 2.5 مم و- 25.59 dB عند 11.92 جيجا هرتز للمركب النانوي

CoFe1.9Gd0.1O4 / PANI بسمك 2.0 مم) على التوالي. العينات المحضرة ذات كثافة منخفضة ومقاومة سطح عالية وثابت توهين معزز. يُظهر المركب النانوي أداء امتصاص ممتازًا على نطاق واسع النطاق في نطاق الرادار

في عام 2021 قام YunxingPan وآخرون [97]. قاموا بربط البولي الفينيلين (PPP) تساهميًا على سطح أكسيد الجرافين (GO) لأول مرة عبر البلمرة المحفزة بالنيكل (بعد تطعيم PPP على GO ، تُظهر مركبات GO-PPP خصائص ممتازة لامتصاص الموجات الكهرومغناطيسية GO يمكن استخدام مركب GO-PPP كممتص للميكروويف خفيف الوزن وعالي الكفاءة.

في عام 2021 قام NerminJanem وآخرون [98]. هذه الدراسة ، تم تحضير غشاء رقيق من البوليمر المغناطيسي النانوي لامتصاص الميكروويف باستخدام هيكل قشرة أساسية في وسط راتنجيات الايبوكسي. تم استخدام تقنية الترسيب المشترك ، تم تحديد خصائص امتصاص الميكروويف لـ Fe3O4 و PPy-A / Fe3O4 و PPy-B nanocomposites / Fe3O4 بواسطة راتنجيات الايبوكسي التي تعمل كمضيف باستخدام محلل شبكة ناقلات. وفقًا لنتائج تقييم امتصاص الميكروويف ، وجد أن إضافة حمض الهيدروكلوريك يلعب دورًا مهمًا. ومع ذلك ، فإن أقصى خسارة انعكاس للمركبات النانوية PPy- / Fe3O4 و PPy-B / Fe3O4 كانت تساوي - 33.8 dB (99.9%) عند 11.5 جيجاهرتز و - 26.2 dB عند 7.2 جيجاهرتز ، ولكنها توضح عرض نطاق فعال يبلغ 6.5 و 1 جيجاهرتز على التوالي. مقارنة بالدراسات الأخرى التي تم الإبلاغ عنها سابقًا ، فإن خصائص الميكروويف لمركب النانو PPy-A / Fe3O4 الأساسي لم يكن لها أداء فقدان انعكاس أفضل فحسب ، بل امتلك أيضًا عرض نطاق امتصاص فعال أوسع > 20 dB لسمك أرق يبلغ 1.5 مم.

في عام 2021 قام XiangnanChen وآخرون [99]. عملوا على تصنيع هياكل هرمية شبيهة بالرمال من البيروول / الماس النانوي ، والتي يمكن أن تحقق امتصاصًا كهرومغناطيسيًا خالٍ من المعادن ، من خلال البلمرة في الموقع. تصل ذروة فقدان الانعكاس الأمثل إلى -53 ديسيبل عند 10.5 جيجاهرتز ويمكن أن يصل عرض النطاق الفعال أقل من -10 dB إلى 12.2 جيجاهرتز ، مما يحقق تغطية كاملة 5.8-18 جيجاهرتز بسماكة واحدة تبلغ 4.2 مم. يوفر هذا العمل مسارًا مرجعيًا لتصميم مواد الامتصاص الكهرومغناطيسي ذات النطاق الواسع للغاية الخالية من المعادن.

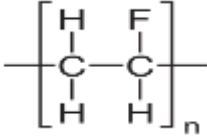
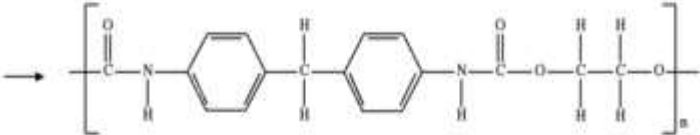
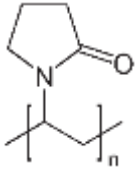
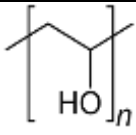
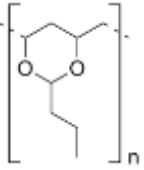
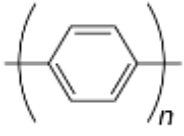
قام HaopengCai وآخرون في عام 2022 [100]. من خلال الترسيب الكيميائي المشترك والبلمرة في الموقع ، نقوم بتصنيع مركب ثلاثي يحتوي على أكسيد الجرافين المختزل ، Fe3O4 مع الهياكل النانوية الشبيهة بالزهور ، والبوليانيلين (PANI). حيث قاموا ، بطلاء PANI الموصل بكثافة على سطح أكسيد

الجرافين المختزل (f-Fe₃O₄ / Fe₃O₄) / (rGO) الشبيه بالزهرة. يظهر المركب الثلاثي أداء ممتاز لامتصاص الميكروويف

في عام 2022 قام YonggangFu وآخرون [101]. تم فحص وتطوير مواد الامتصاص القائمة على الكوبالت مع هيكل الفشرة الأساسية على نطاق واسع في منطقة امتصاص الميكروويف ، قاموا بتصنيع المركبات النانوية (PPy) / void / polypyrrole (PPy) وبينوا أن تكون Co / void / PPy NCs المهيكلة من صفار البيض مرشحًا كفوًا في منطقة الامتصاص عالي الأداء.

قام LongNi وآخرون في 2022. [102] تم تصنيع الأنابيب النانوية الكربونية متعددة الجدران (PI / MWCNTs-COOH). حيث اظهرت تلك الأنابيب فقدان الانعكاس (RLmin) بمقدار -25 dB عند 12.8 جيجا هرتز وعرض نطاق امتصاص فعال يبلغ 6.7 جيجا هرتز (10.6 17.3 جيجا هرتز) بسماكة 2.5 مم فقط في الاتجاه العمودي إلى محاذاة قنوات تشبه الشق إن المواد الهيكلية المقاومة للحرارة العالية والخفيفة الوزن والقائمة على البولي اميد والتي تمتص المواد الهيكلية ذات الكفاءة العالية والتي تم تصنيعها بواسطة هذا البحث لها إمكانات كبيرة لتطبيقات الفضاء

جدول (1-2) يمثل تراكيب البوليمرات التي تم ذكرها في مسح الادبيات :-

التركيب الكيميائي للبوليمر	اختصار البوليمر	البوليمر
	PVDF	بولي متعدد الفانيل
-----	PMC	polymer matrix composite
	PU	البولي يوريثين
	PVP	بولي فاينيل بيرليدون
	PVA	البولي فنيل الكحول
	PVB	بولي فاينيل بوتيرال
	ppp	بولي بي فنيلين

1.17 الهدف من العمل Aim of the Work

يمكن تلخيص الهدف من العمل بالنقاط الآتية :

- 1-تحضير بوليمر نانوي مشترك جديد من تفاعل انهيدرايد الفثاليك و الكليسروول ، و تشخيصه بأستخدام تقنيات FT-IR ، ¹HNMR ، ¹³CNMR ، AFM و TEM .
- 2-أجراء الأختبارات الخاصة بتوهين الموجات الرادارية والمنبعثة من الرادار ضمن المدى الترددي من (8-12)GHz ، و بأستخدام اربعة نسب مختلفة من البوليمر النانوي المشترك المحضر في 1 أعلاه .
- 3- أستخدام أربعة خلطات مختلفة من الطلاء لغرض قياس قوة التوهين للموجات الرادارية .

2- الجانب العملي Experimental Part

2-1) المواد و الأجهزة المستخدمة

2.1.1 المواد الكيميائية

Materials	Company	Purities (%)
فتاليك انهيدريد	ALPHA	99%
الكليسول	BDH	99.5%
بارا زايلين	MERCH	99%
داي مثيل سلفوكسيد	BDH	98.9%
الصبغ الحراري	DR FERRO	-
برايمر	WURTH	-
صفائح معدنية	-----	-
ثنر	super	-

2.1.2 الأجهزة المستخدمة

1- تم اختبار أطياف H^1 و ^{13}C باستخدام مطياف Bruker Avance III عند 400 ميغاهرتز باستخدام DMSO-d6 مع مرجع TMS. بيرتا للتحاليل المعملية ، جامعة غازي عثمان باشا في تركيا

2- تم تسجيل أطياف FT-IR على جهاز Tensor II ، مقياس الطيف الضوئي Bruker-Optics FT-IR ، جامعة بابل ، كلية الصيدلة في العراق.

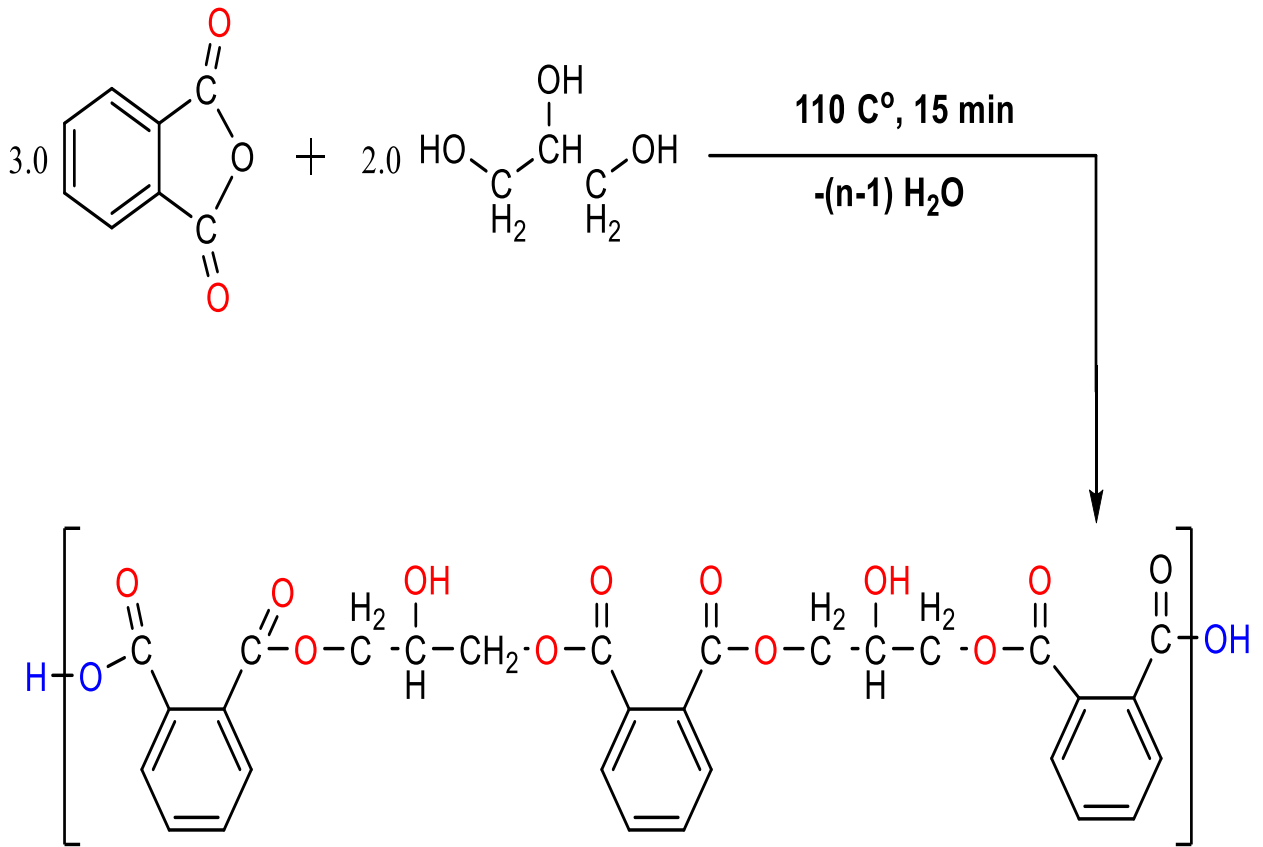
3- مجهر القوة الذرية (AFM): تمت دراسة شكل البوليمر المركب بواسطة مجهر القوة الذرية (SPM-AA3000 Angstrom Advanced) (الولايات المتحدة الأمريكية) ، وضع AFM الثابت). قسم الكيمياء ، كلية العلوم ، جامعة بغداد

4-(TEM): يستخدم لدراسة التركيب الخارجي وحجم البوليمر النانوي والمرحلة البلورية في معمل Philips، CM30 ، هولندا ، بيرتا للتحاليل المعملية. جامعة غازي عثمان باشا في تركيا.

(2-2) تحضير المادة البوليمرية النانوية :-

في دورق دائري سعة 250 مل تم تحضير البوليمر النانوي المشترك من اذابة (92.5 جم ، 3 مول) من أنهيدريد فتاليك في 70 مل DMSO عند 110 درجة مئوية ، يستمر التسخين حتى يذوب أنهيدريد الفتاليك ، متبوعا بإضافة (23 جم ، 2 مول) من الكلسرين. حيث يستمر التفاعل لمدة 15 دقيقة ، مصحوبا بإضافة دفعات من p-Xylene على شكل 3 قطرات لكل دفعة ولكل 5 دقائق من أجل سحب جزيئات الماء التي تكونت أثناء تفاعل الأسترة ، ثم تمت إضافة الماء منزوع الأيونات المبرد للحصول على محلول معلق. أخيرًا ، تم جمع حبيبات الراسب الأبيض عن طريق الترشيح. المعادلة (2-1) توضح تفاعل تحضير البوليمر النانوي المشترك المحضرو الذي هو:

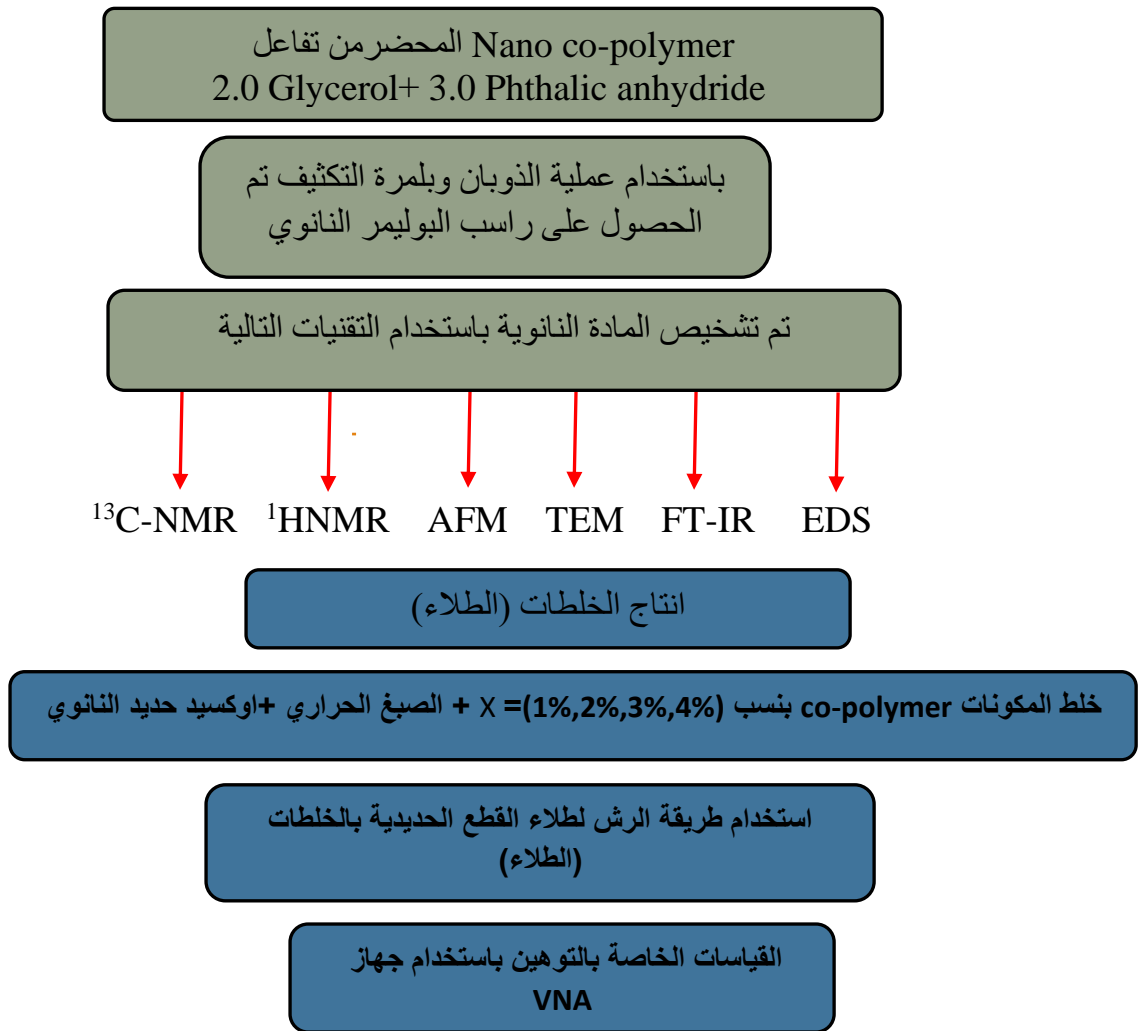
(2,2phthaloylbis(oxy)bis(2hydroxypropane3,1diy)bis(oxy)bis(carbonyl)dibenzoicacid)



معادلة (2-1): توضح تركيب البوليمر النانوي المشترك

(2-3) خلط مكونات المواد النانوية البوليمرية

تم تحضير خلطات المادة البوليمرية النانوية المشتركة المحضر في أعلاه nano co-polymer بنسب مختلفة (x= 1%,2%,3%,4%) من المادة البوليمرية النانوية مع نسب مختلفة من الطلاء ، لانتاج خلطات (طلاء) خلال استخدام المواد الاولية لتحضير العينات . يوضح الشكل (1-2) مخططا لمراحل العمل المذكورة. في ظروف اعتيادية تم التعامل الدقيق في استخدام المادة النانوية لكونها سهلة التطاير بعد ان تم وزن كل مادة من المواد و بالاوزان المذكورة في الجدول رقم (2-2) ، حيث تم ترقيم أربعة خلطات كما في الجدول كما في الشكل (2-1) من اجل استخدامها في طلاء القطع المعدنية .



الشكل (2-1) يوضح مراحل العمل

الجدول (2-1) : يوضح النسب المستخدمة في الخلائط البوليمرية لطبقة واحدة من الطلاء

رقم الخلطة	نسبة البوليمر النانوي %	نسبة أكسيد الحديد النانوي %	وزن البوليمر النانوي (gr.)	وزن أكسيد الحديد النانوي (gr.)	وزن الطلاء (gr.)	مجموع الأوزان النهائي (طلاء + البوليمر النانوي + أكسيد الحديد النانوي) (gr.)
بدون طلاء	---	----	---	----	----	----
طلاء فقط	---	----	---	----	----	20
1	1%	2.5%	0.2	0.5	19.3	20
2	2%	2.5%	0.4	0.5	19.1	20
3	3%	2.5%	0.6	0.5	18.9	20
4	4%	2.5%	0.8	0.5	18.7	20



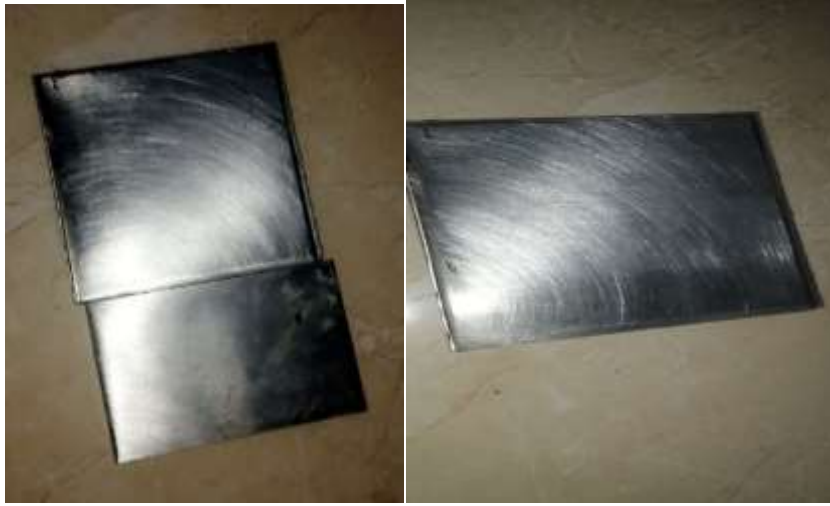
الشكل (2-2) يوضح الشكل النهائي لتحضير الخلطات (الطلاء)

(2-4) تحضير العينات (الصفائح المعدنية)

- 1- تم تحضير قطع معدنية بأبعاد ذات قياس 10.5×10.5 سم كما في الشكل (2-2)
- 2- بعد ذلك يتم تنظيف السطح وتنعميه بورق كاغد جام Polishing papers لكي يتهيأ السطح لاستقبال المادة الصبغية و ضمان التصاق جيد وكذلك لتنظيف السطح من أي ترسبات أو أكاسيد أو اتربه أو اوساخ تماما مثل تهيئة السطح لدى صباغي السيارات والشكل (2-3) يوضح عملية التنظيف
- 3- تم تنظيف السطح بمادة الاسيتون او الكحول وحسب المتعارف عليه ضمن المصادر العلمية [103].
- 4- بعد عملية التنظيف تم استخدام برايمر طبقة الاساس لزيادة الالتصاقية حيث تم استخدام برايمر من شركة (WURTH) كما تم توضيحه في جدول رقم (2-1) والشكل (2-4) يوضح شكل البرايمر المستخدم وكيفية تم استخدامة على القطع المعدنية .
- 5- بعد تحضير العينات لوضع الخلطات التي تم تحضيرها وفق الجدول (2-2) تم استخدام طريقة الرش لوضع الطبقات على القطع المعدنية والشكل (2-5) يوضح نوع جهاز الرش المستخدم
- 6- تم رش الطلاء مع اضافة الثنر بعد عملية خلط المادة النانوية مع الصبغ الحراري من اجل تخفيف الطلاء وخاصة عن زيادة المادة النانوية بالتدرج بحسب الجدول اعلاه على العينات بعد ان تم جفاف طبقة البرايمر حيث تم وضع 2 طبقة على كل عينة وكانت عملية الرش بوضع الطبقة الأولى من الطلاء مع جفاف الطبقة التي تسبقها (الشكل 2-6) يوضح طريقة وضع الطلاء قبل وبعده على القطع المعدنية
- 7- بعد وضع الطلاء يترك ليحفظ تماما بعد ذلك تم اخذ العينات التي تم طلائها لاجل اجراء فحوصات. حيث تم استخدام جهاز توهين الموجات الرادارية (VNA vector Network Analysis)



الشكل (2-3) : يوضح شكل الصفائح المعدنية



الشكل (2-4) يوضح القطع المعدنية بعد التنظيف



الشكل (2-5) يوضح كيفية تم وضع طبقة الاساس (primer) على القطع المعدنية والشكل لنوعية البرايمر



الشكل (2-6) يوضح جهاز الرش المستخدم



الشكل (2-7) يوضع طريقة رش الطلاء على العينات قبل الرش وبعده

(2-5) قياسات امتصاص الميكروويف

من أجل فحص كفاءة امتصاص موجات المايكرويف ، يجب إجراء بعض القياسات على المعدن المغطى بطبقة الطلاء ، و هذه القياسات هي :

1. قياس خسارة التوهين أو الانعكاس.
- 2- قياس كثافة

(2.5.1) قياسات التوهين والانعكاس

هناك طريقتان يمكن استخدامهما لقياس توهين الموجات الكهرومغناطيسية ، الأولى هي طريقة الدليل الموجي ، و الثانية هي الطريقة المباشرة (باستخدام "محلل الشبكة") [103] استخدم في هذا العمل طريقة Vector Network Analyzer لقياس التوهين والانعكاسية

(2.5.2) قياس الكثافة

تم قياس كثافة العينات المطلية بعد جفاف العينات تماما كالتالي

- 1- قشط طبقة العينات المصبوغة ووزنها
- 2- قشط طبقة البرايمر لعينة اخرى ووزنها
- 3- طرح وزن البرايمر من وزن طبقة العينة المطلية وبذلك يتم الحصول على الكتلة
- 4- أما الحجم فيتم الحصول عليها من خلال ضرب الابعاد * السمك والذي تم الحصول عليه باستخدام جهاز الفحص سمك الطلاء

5- استخدام قانون الكثافة العام (الكتلة/الحجم) بوحدة gm/cm^3 والجدول (2-4) يوضح قيم قياس الكثافة [104].

الجدول (2-2) يوضح قياس قيم الكثافة و الكتلة و الحجم أعتماذا على نسب البوليمر النانوي المستخدم

نسب البوليمر النانوي المستخدمة في الخلطة	الحجم (v) cm^3	الكتلة (m) gm	الكثافة (m/v) بوحددة gm/cm^3
0	1.1025	1.25gm	1.1337
%1	----	1.39gm	1.26
%2	----	1.52gm	1.378
%3	----	1.72gm	1.56
%4	----	1.78gm	1.6145

(2-6) التقنيات المستخدمة Technologies

تم في هذا العمل استخدام التقنيات الموضحة في أدناه :

Sensitive Electronic Balance

(2.6.1) ميزان الكتروني حساس

تم استخدام ميزان ذو الحساسية العالية بدقة 10^{-4} للحفاظ على دقة الوزن حيث تم وزن العينات بظروف مناسبة لان المادة النانوية سهلة التطاير كما في الشكل (2-8)

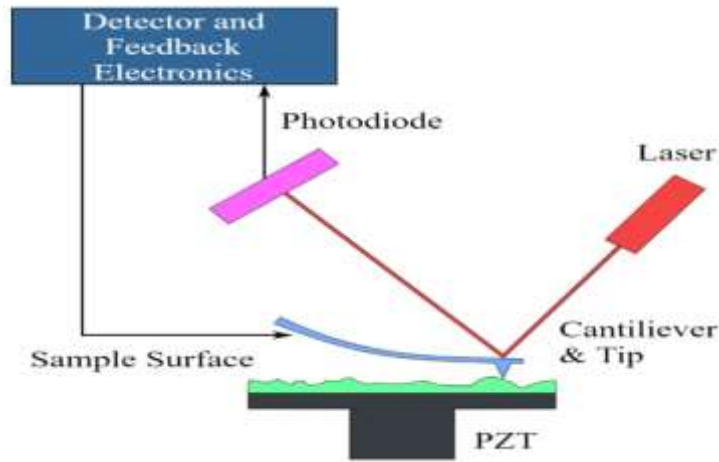


الشكل (2-8) يوضح شكل الميزان حساس المستخدم

Atomic Force Microscope (AFM)

(2.6.2) الفحص المجهرى للقوة الذرية

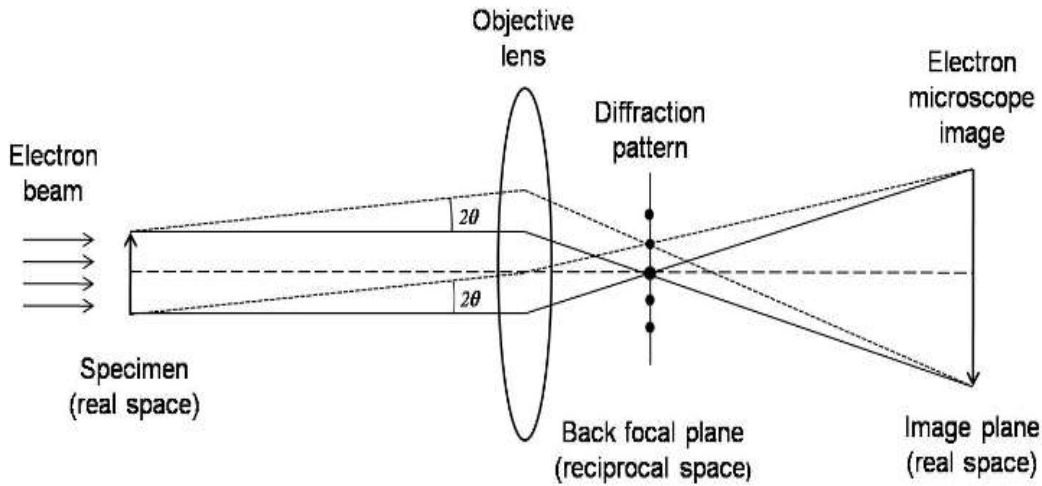
هو تقنية تُستخدم لرسم خريطة التضاريس ودراسة خصائص المواد على مقياس نانوي. يستخدم AFM طرف فحص في أحد طرفي ناتئ يشبه الزنبرك للتفاعل مع المادة (العينة). يؤدي التفاعل بين العينة والطرف إلى ظهور قوى جاذبة أو مثيرة للاشمئزاز. تعطي هذه القوى معلومات حول تضاريس العينة [105]. يمكن قياس خصائص العينة مثل حجم الأجزاء ، والخصائص الميكانيكية مثل الصلابة أو قوة الالتصاق ، والخصائص الكهربائية مثل التوصيل أو الجهد السطحي. على عكس المجهر الإلكتروني ، الذي يوفر إسقاطاً ثنائي الأبعاد أو صورة ثنائية الأبعاد لعينة ، يوفر AFM مظهرًا سطحيًا ثلاثي الأبعاد. بالإضافة إلى ذلك ، لا تتطلب العينات التي تم فحصها أي معالجات خاصة (مثل طلاء المعدن / الكربون) التي من شأنها تغيير العينة أو عكسها تالفة [106] .



الشكل (2-9) أجزاء من مجهر القوة الذرية

(2.6.3) المجهر الانتقال الإلكتروني (TEM) Transmission Electron Microscopy

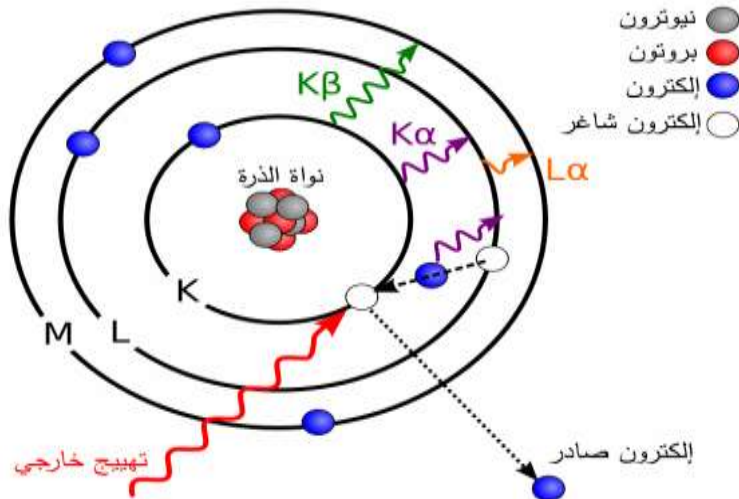
هي أداة مصممة خصيصًا لتحليل وتصوير العينات أو العينات المقدمية ضمن نطاقات الأبعاد المقدمية من الفضاء الصغير للترميز (1 ميكرومتر) والفضاء النانوي من التدوين (1 نانومتر). هذا النوع من المجهر الإلكتروني لديه القدرة على الكشف عن مستويات معقدة للغاية من التفاصيل التي لا يمكن الوصول إليها بواسطة المجهر الضوئي التقليدي [107]. تقدم تقنية TEM سلسلة من العيوب ، أحد أهمها هو استهلاك قدر كبير من الوقت بكفاءة منخفضة من حيث تحضير العينات ، حيث أن عملية ترقيق العينات لتصبح شفافة للإلكترونات واسعة جدًا [108].



الشكل (2-10) مخطط الاشعاع الالكتروني الضوئي TEM

(2.6.4) طيف الاشعة السينية المشتتة للطاقة (EDS)

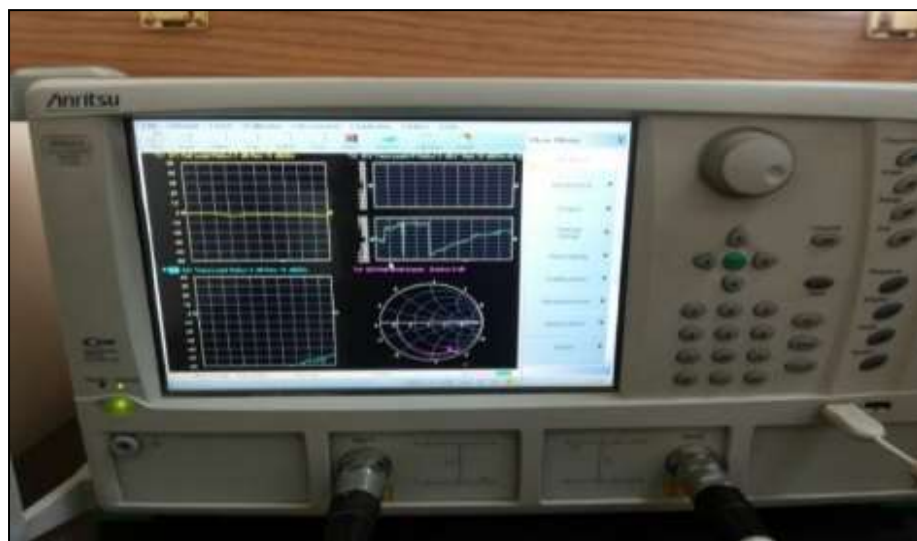
هو تقنية تستخدم لتحليل الكيميائي للعينات حيث يعتمد EDS على التأثير المتبادل بين الجسيمات المشحونة من الالكترونات مع العينة حيث يمتلك كل عنصر كيميائي قمم في طيف الأشعة السينية لذا يجب تهبيج الذرات اولاً من خلال قذف العينة بحزمة من الالكترونات لذا سوف يتحرر الكترون من المدارات الداخلية للذرة وعند الانتقال من مدارات ذرية أعلى الى أدنا تبعث اشعة سينية بطاقة تساوي الفرق بين طاقة المدارين وهذا الفرق يكون مميز لكل عنصر حيث يرمز للانتقالات المسموحة (La,ka,kb) [109].



الشكل (2-11) الانتقالات المسموحة $K\alpha$ و $K\beta$ و $L\alpha$

(2.6.5) جهاز قياس توهين الموجات المايكروية Vector Network Analyzer

لأجل قياس انعكاسية الموجات المايكروية للرادار ضمن حزمة x-band ذات المدى الترددي (8-12) لا بد من استخدام جهاز (VNA) محلل الشبكة موديل Anritsu MS4642A-20GHz. والموجود في مركز البحث والتطوير الصناعي في وزارة العلوم والتكنولوجيا والشكل (2-9) يوضح جهاز الخاص بالتوهين حيث يعمل هذا الجهاز على قياس معاملات معامل الانعكاس للموجات الكهرومغناطيسية (S11,S21,S12,S22) والتي يتم من خلالها الحصول على السماحية والنفاذية بترددات مختلفة .

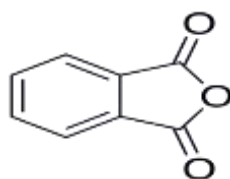


الشكل (2-12) يوضح جهاز توهين الموجات المايكروية (VNA)

(2-7) خصائص المواد الكيميائية المستخدمة Properties of the Chemicals Used

(2.7.1) فثاليك انهيدريد Phthalic Anhydride

هو مركب أبيض بلوري ، صيغته الكيميائية $C_8H_4O_3$ و وزنه الجزيئي 148.12 جرام/مول، و كثافته 1.53 جرام/سم³، و درجة انصهاره 130.8 درجة سيليزية و درجة غليانه 295 درجة سيليزية ، شحیح الذوبان في الماء و قابل للذوبان في الكحول و ثاني كبريتيد الكربون. يستعمل فثاليك انهيدريد في صناعات المبلمرات و الراتنجات . و لكن كميات قليلة منه تستعمل في صناعة الأنثراكينون , و الفينولفتالين و اصباغ الفثالوسيانين [110].

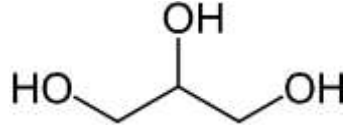


شكل (2-13): الصيغة الكيميائية أنهيدريد الفثاليك

Glycerol

(2.7.2) الكليسرول

سائل صاف عديم اللون جاذبة للرطوبة، يمتلك رائحة مميزة ضعيفة ليست قوية جداً وليست كريهة ، قابل للمزج مع الماء والكحول، عديم الانحلال في الكلوروفورم والأستر والزيوت الثابتة والطيارة، محاليلها حيادية الاستجابة لورقة دوار الشمس. وهي كذلك تباع مصنفة الألوان وله علاقة قوية بالدهون [111].



الشكل (2-14): الصيغة الكيميائية للكليسرول

p-Xylene

(2.7.3) بارا- زايلين

بارا - زيلين (بالانكليزية p-Xylene) ، هو هايدروكاربون عطري وهو واحد من الأيزوميرات الثلاثة من ثنائي ميثيل البنزين المعروفة بشكل جماعي باسم زايلين . وجميع أيزوميرات الزايلين عديمة اللون وقابلة للاشتعال للغاية [112].

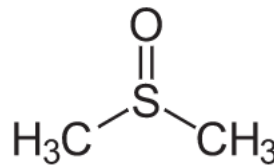


الشكل (2-15): الصيغة الكيميائية بارا- زايلين

Dimethyl sulfoxide

(2.7.4) ثنائي ميثيل سلفوكسيد

ثنائي ميثيل السلفوكسيد (DMSO) هو مركب كبريتي عضوي يحمل الصيغة الكيميائية $(\text{CH}_3)_2\text{SO}$. يتصف بأنه مذيب قطبي غير مانح للهيدروجين شفاف، يذيب كلا من المركبات القطبية وغير القطبية، كما أنه امتزاجي في الكثير من المذيبات العضوية بالإضافة للماء. يمتلك ثنائي ميثيل السلفوكسيد نقطة انصهار نسبياً عالية [113].



شكل (2-16): الصيغة الكيميائية لثنائي ميثيل السلفوكسيد

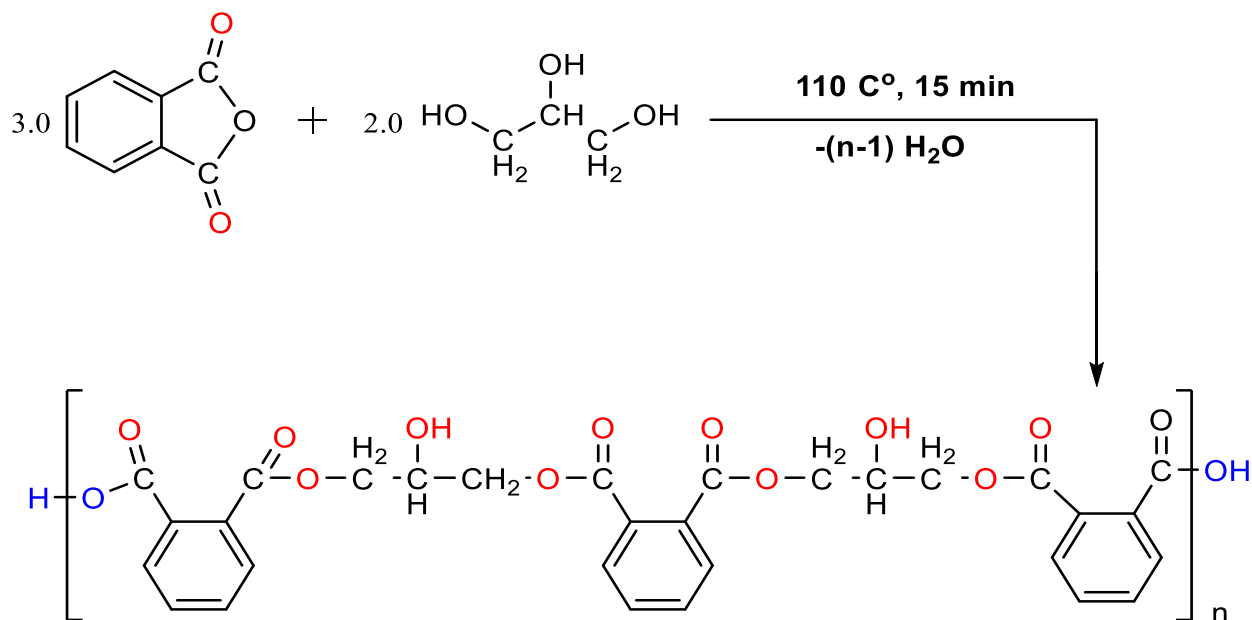
Thinr**(2.7.5) الثنر**

هو عبارة عن خليط معقد من (الهيدروكربونات) المشتقة من التقطير التجزيئي للبتروول ولها رائحة مميزة وبخارها يمكن كشفه بسهولة في الهواء . يستخدم وايت سيريت لما له من خصائص جيدة كمذيب ، و لذلك يستخدم للحفاظ على الخشب والطلاء وكمنظف ومذيب للدهون.

النتائج و المناقشة Results and discussion

(3-1) تحضير البوليمر المشترك النانوي

تم تحضير البوليمر المشترك النانوي عن طريق بلمرة التكثيف من تفاعل 2.0 مول من الكلسرين مع 3.0 مول من أنهيدرايد الفثاليك عند 110 درجة مئوية و 15 دقيقة. مع إطلاق الماء كنتاج عرضي كما هو موضح في المعادلات (3-1).



(3-1): تفاعل تحضير البوليمر النانوي

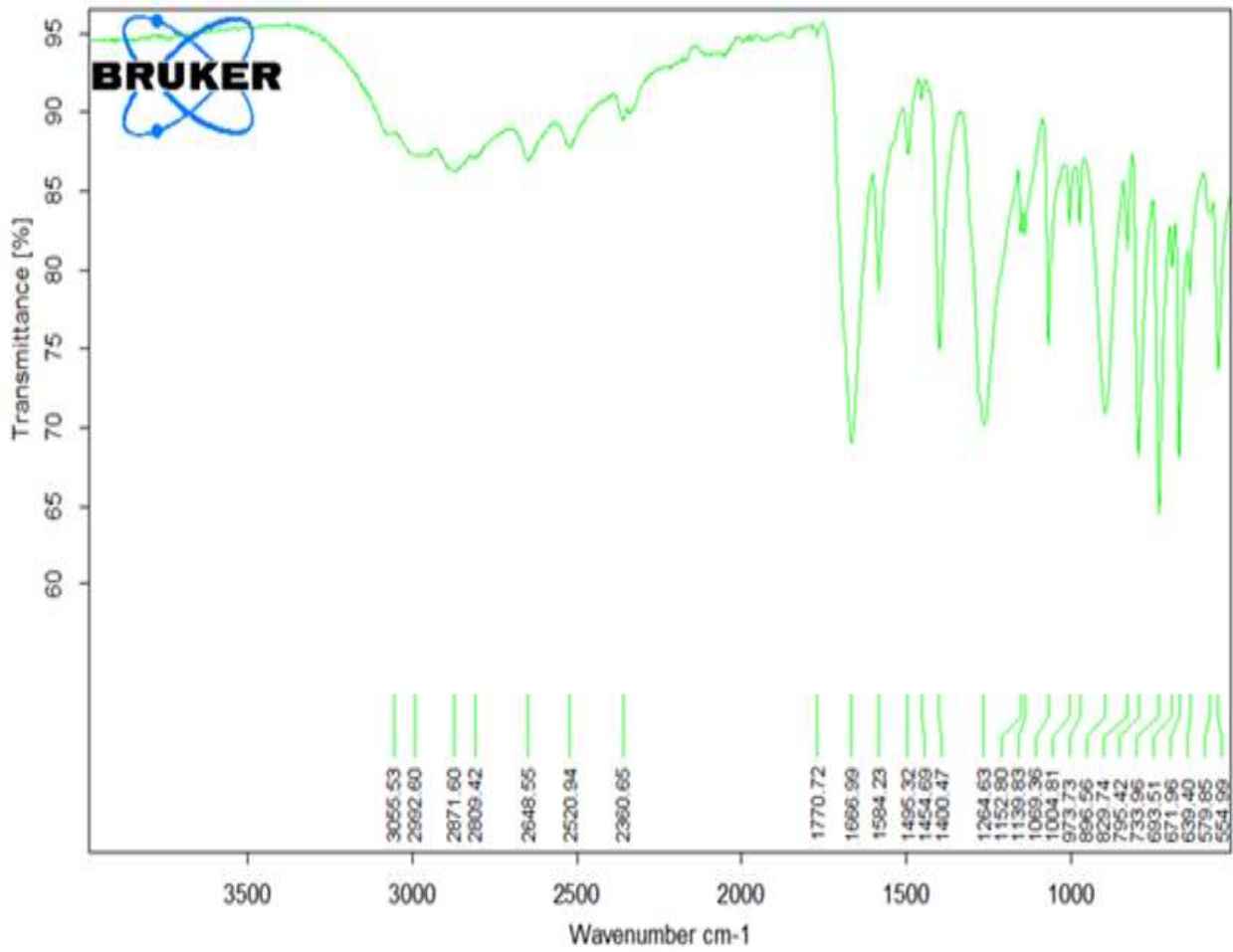
3.1.1 تشخيص البوليمر النانوي المحضر

تم تشخيص البوليمر النانوي المحضر بتقنيات (FT-IR ، $^1\text{H NMR}$ ، AFM و TEM)

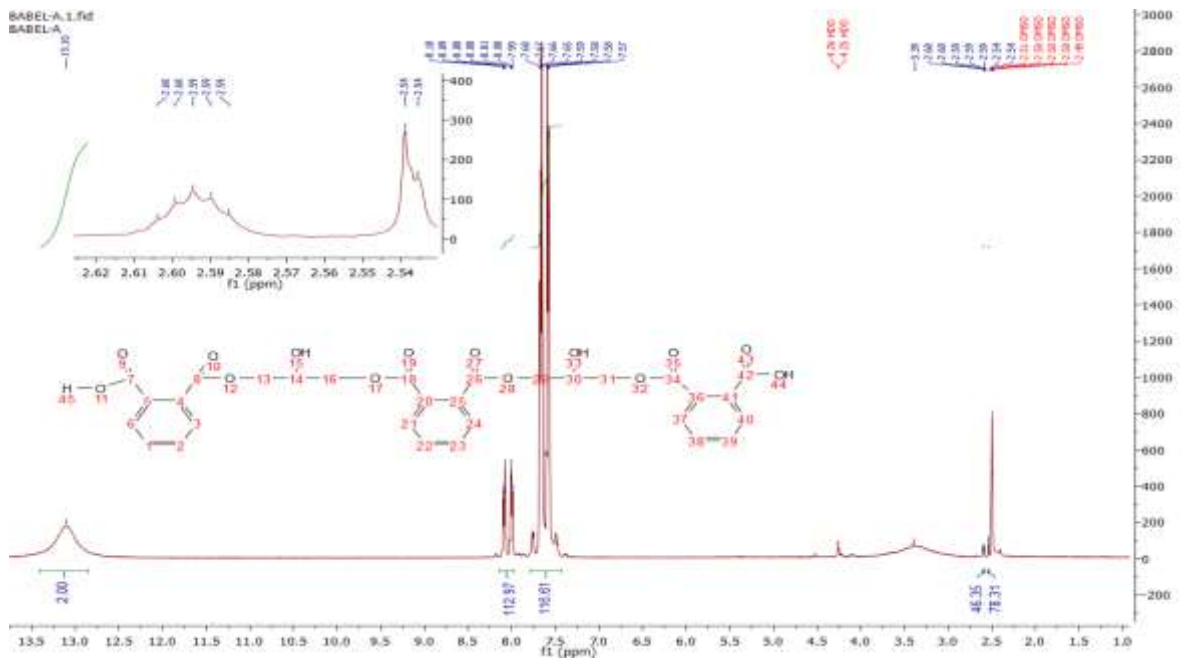
الشكل (3-1) يوضح مخطط FT-IR والذي يظهر حزمة عريضة ضعيفة عند (3055 سم $^{-1}$) تعزى إلى الاصرة (O-H) الكحولية والاصرة الهيدروجينية ، كما أظهر حزمة مط عند (3057 سم $^{-1}$) تعزى إلى الاصرة (C-H) الاروماتية ، والحزم المط عند (2871-2992 سم $^{-1}$) تعود إلى الاصرة (C-H) المتماثلة وغير المتماثلة ، ويظهر حزمة مط قوية عند (1770 سم $^{-1}$) تعود إلى الاصرة (C=O) الاسترية ، وحزم مط عند (1495-1584 سم $^{-1}$) تعود إلى (C=C) الاروماتية ، وقمة حادة قوية عند (1069 سم $^{-1}$) من الاصرة الاسترية (C-O) ، ويظهر الحزم عند (734 و 897 سم $^{-1}$) تعود إلى التعويض الثنائي على الحلقة الاروماتية.

يوضح الشكل (3-2) طيف $^1\text{H NMR}$ ان الاشارة عند (13.0) PPM دلالة على ظهور (OH) تعود للحامض الكربوكسيلي كما تعزى الاشارات الموجودة عند (7.5-8.0) PPM الى مجاميع الهيدروجين في الحلقات الاروماتية اما الاشارة عند (4.5) PPM تشير الى بروتونات الكحولية (OH) والاشارات (2.5) PPM تعود الى مجاميع المثل.

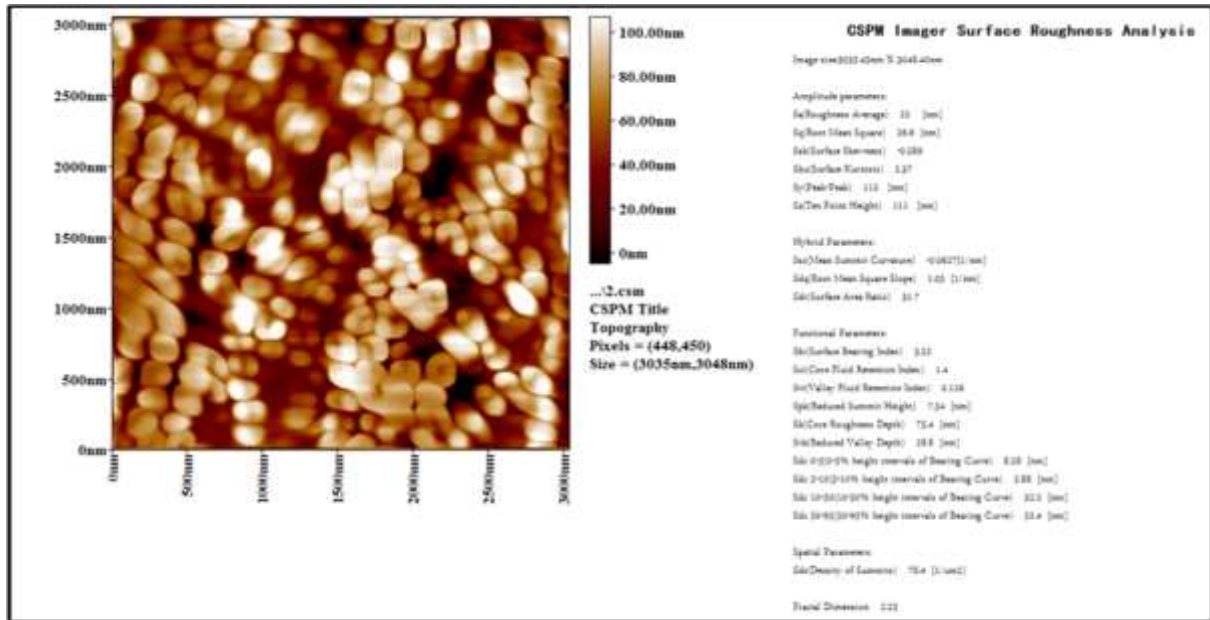
يوضح الشكل (3-3) طيف $^{13}\text{C NMR}$ الاشارة عند (170-171) تدل على وجود مجاميع كاربون الاسترية كما ظهرت اشارات من (125-140) تبين مجاميع الكاربون الاروماتية اما الاشارات (40,60,70) فانها تعود لكاربون مجاميع المثل.



الشكل (3-1): FT-IR للبوليمر المشترك



الشكل 3-2: طيف الرنين المغناطيسي النووي للبوليمر المشترك

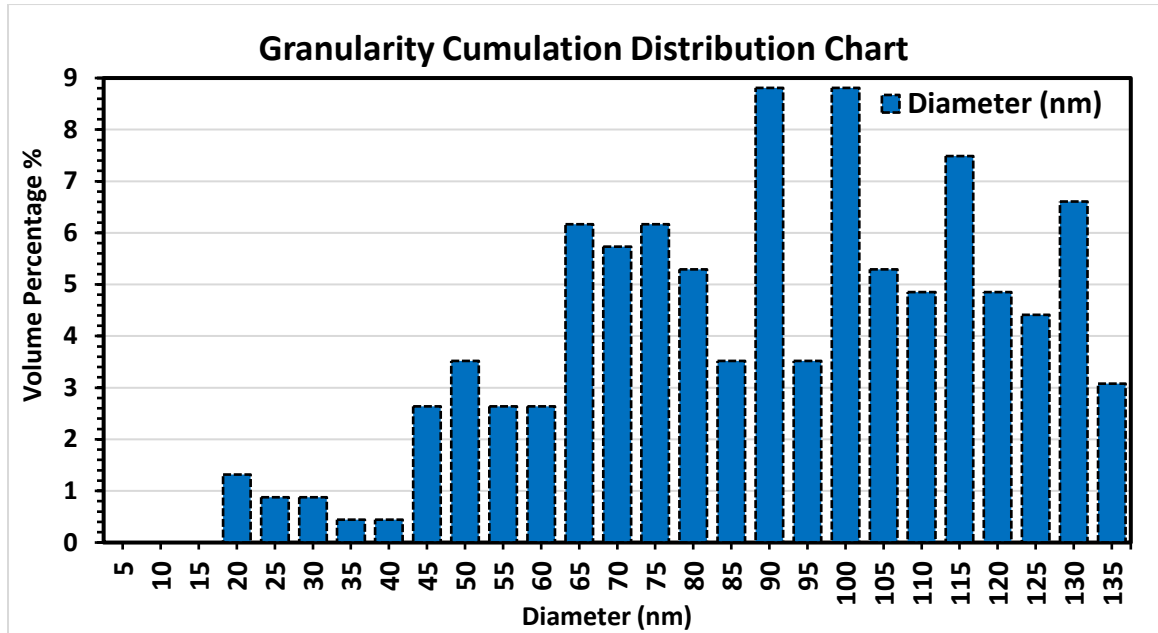


شكل (3-4 ب): صورة مجهر القوة الذرية للنانو البوليمر المشترك يظهر صورة ثنائية الأبعاد ويظهر جميع تفاصيل الجسيمات

جدول (2-3): المعدل الإجمالي لأحجام الجسيمات النانوية للبوليمر المشترك والنسب المختلفة لهذه الأحجام

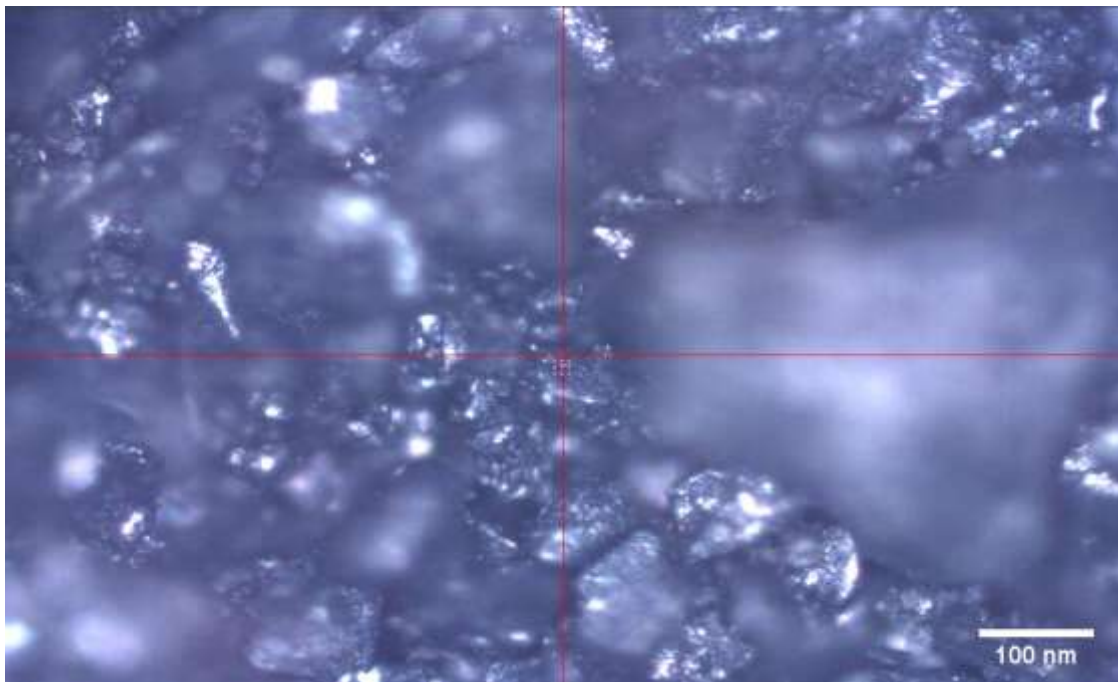
Sample: C	Code: Sample Code
Line No.: lineno	Grain No.:227
Instrument: CSPM	Date: 2022-1-30
Avg. Diameter:77.99 nm	<=10% Diameter:45.00 nm
<=50% Diameter:85.00 nm	<=90% Diameter:120.00 nm

Diameter (nm)<	Volume (%)	Cumulation (%)	Diameter (nm)<	Volume (%)	Cumulation (%)	Diameter (nm)<	Volume (%)	Cumulation (%)
20.00	1.32	1.32	60.00	2.64	15.42	100.00	8.81	63.44
25.00	0.88	2.20	65.00	6.17	21.59	105.00	5.29	68.72
30.00	0.88	3.08	70.00	5.73	27.31	110.00	4.85	73.57
35.00	0.44	3.52	75.00	6.17	33.48	115.00	7.49	81.06
40.00	0.44	3.96	80.00	5.29	38.77	120.00	4.85	85.90
45.00	2.64	6.61	85.00	3.52	42.29	125.00	4.41	90.31
50.00	3.52	10.13	90.00	8.81	51.10	130.00	6.61	96.92
55.00	2.64	12.78	95.00	3.52	54.63	135.00	3.08	100.00



شكل (3-5): توزيع النسب المختلفة لأحجام جسيمات البوليمر النانوي المشترك

يوضح الشكل (3-6) الصور المجهرية TEM للجسيمات النانوية تحتوي على جزيئات غير منتظمة في شكل طبقات ذات أحجام وأشكال مختلفة على شكل شبه كروي. وجد أن متوسط حجم الجسيمات النانوية للبوليمر المشترك هو 77.961 نانومتر. يوضح الجدول (3-2) نسب الأقطار والانحرافات المعيارية للبوليمر النانوي المشترك باستخدام برنامج image-j



الشكل (3-6): صور مجهرية TEM للبوليمر المشترك النانوي

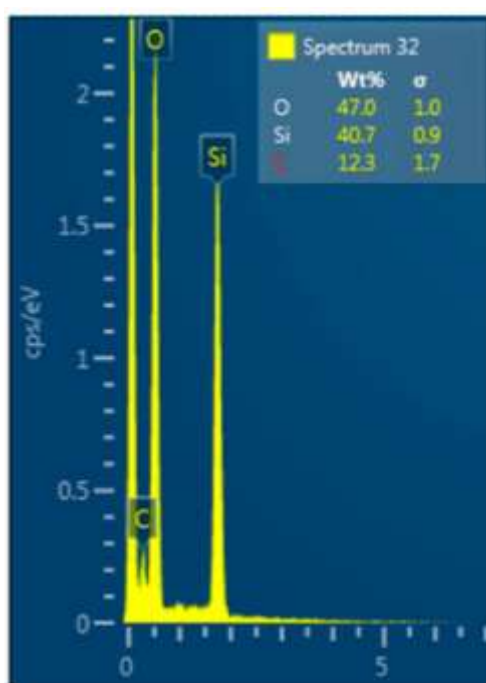
جدول (4-2): نسب الأقطار والزوايا والانحرافات المعيارية للبوليمر النانوي المشترك

Area	StdDev	Angle	Diameter nm	D (av.) nm
34.921	33.674	-140.194	35.997	77.961
37.461	22.735	-43.958	37.419	
34.54	32.45	-124.061	37.671	
46.826	27.66	-62.403	47.898	
54.318	25.611	-93.013	55.544	
56.191	34.782	-33.147	56.906	
61.81	29.703	-41.269	63.12	
65.556	25.965	-17.904	66.511	
69.302	23.436	51.096	70.732	
72.112	21.01	-39.611	77.355	
80.096	22.558	-29.899	82.985	
89.905	32.591	-122.005	91.64	
89.905	39.161	-46.71	92.192	
102.08	47.598	-85.236	104.905	
109.572	28.902	4.436	112.62	
110.509	29.945	-54.405	112.798	

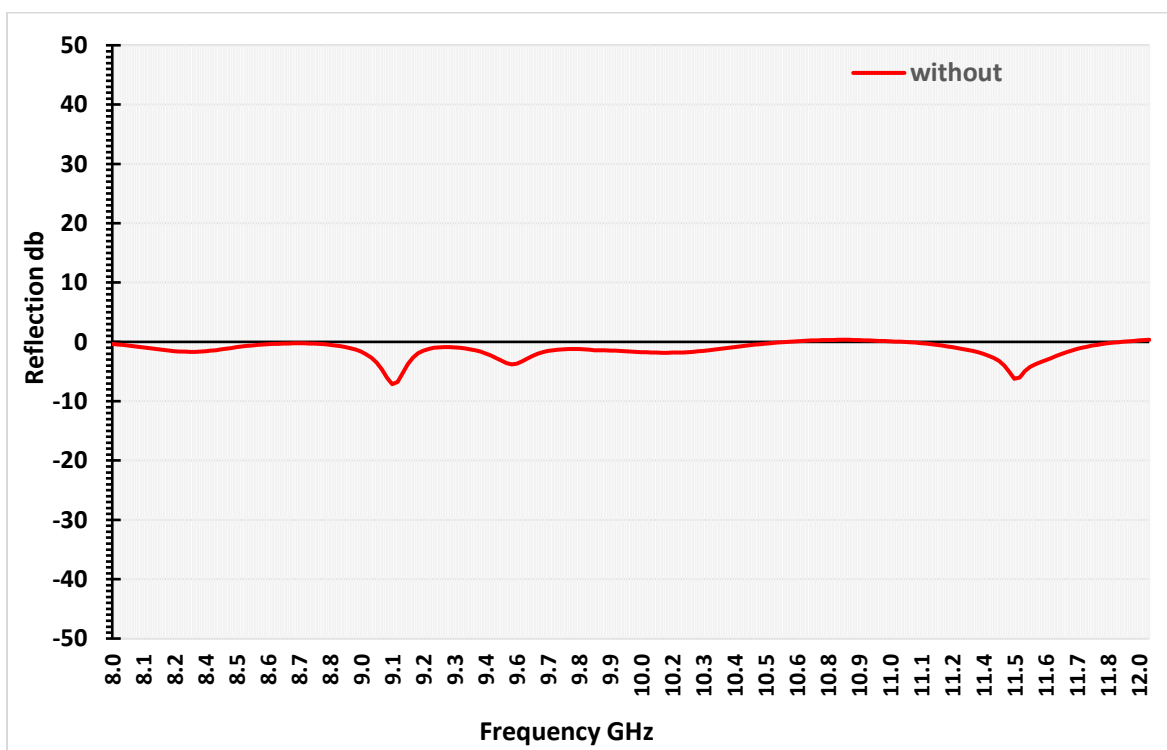
3.1.2 الخصائص الكهرومغناطيسية للبوليمر النانوي المحضر

3.1.2.1 الانعكاسية والتردد في غياب وجود النسب المختلفة من البوليمر نانوي المشترك

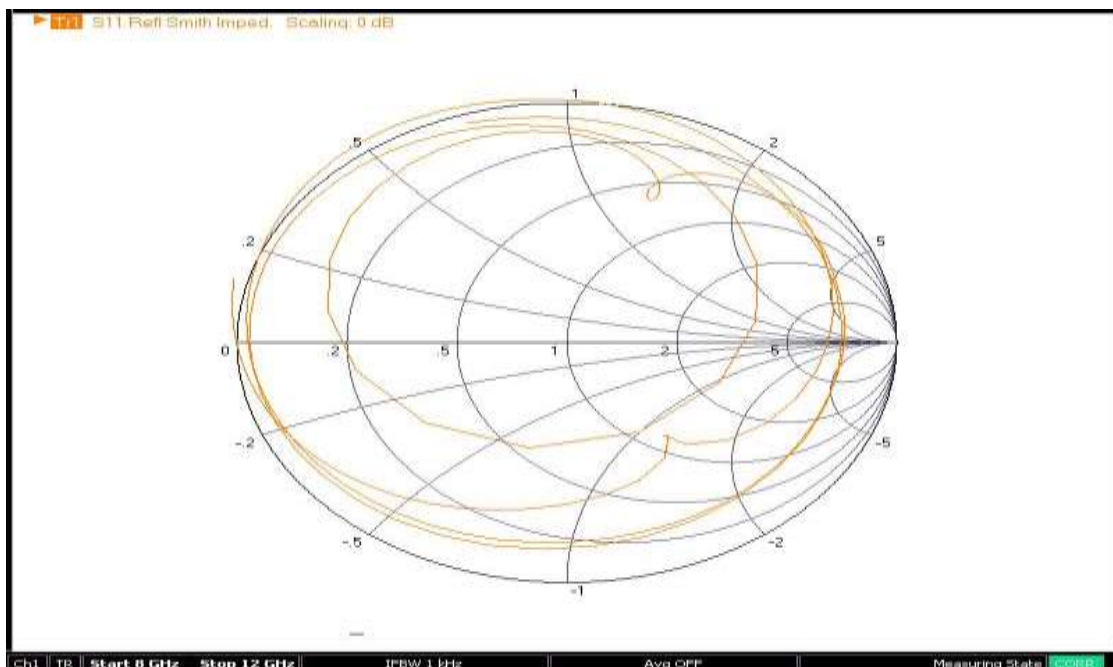
تم قياس فقدان الانعكاسية مع التردد للنماذج التي تم تحضيرها مسبقا كما في الجدول (1-2) باستخدام جهاز توهين الموجات الرادارية وضمن حزمة (x-band) 8-12 حيث وجد ان قيمة فقدان الانعكاسية تختلف باختلاف النسب النانو بوليمر التي تم اضافتها إلى الطلاء الحراري الشكل (7-3) يوضح فحص EDS له حيث ان الشكل (8-3) يوضح العلاقة بين فقدان الانعكاسية والتردد بدون طلاء والشكل (9-3) يوضح شكل ممانعة لسمت عند ايضا بدون الطلاء اما الشكل (10-3) يوضح العلاقة بين الانعكاسية والتردد والممانعة بدون طلاء من خلال تلك الأشكال التي تم الحصول عليها من مركز الفحص تستطيع المقارنة ومعرفة قابلية الطلاء المضاف له المادة البوليمر النانوية الذي تم تحضيره مسبقا كما في الجدول (1-2) في الحصول على تشنيت للاشعة الميكرويف بشكل ملحوظ ويمكن قياصة وفيما يلي سوف نتعرف على الأشكال التي تم الحصول عليها عند اضافة نسب مختلفة من النانو بوليمر إلى الطلاء .



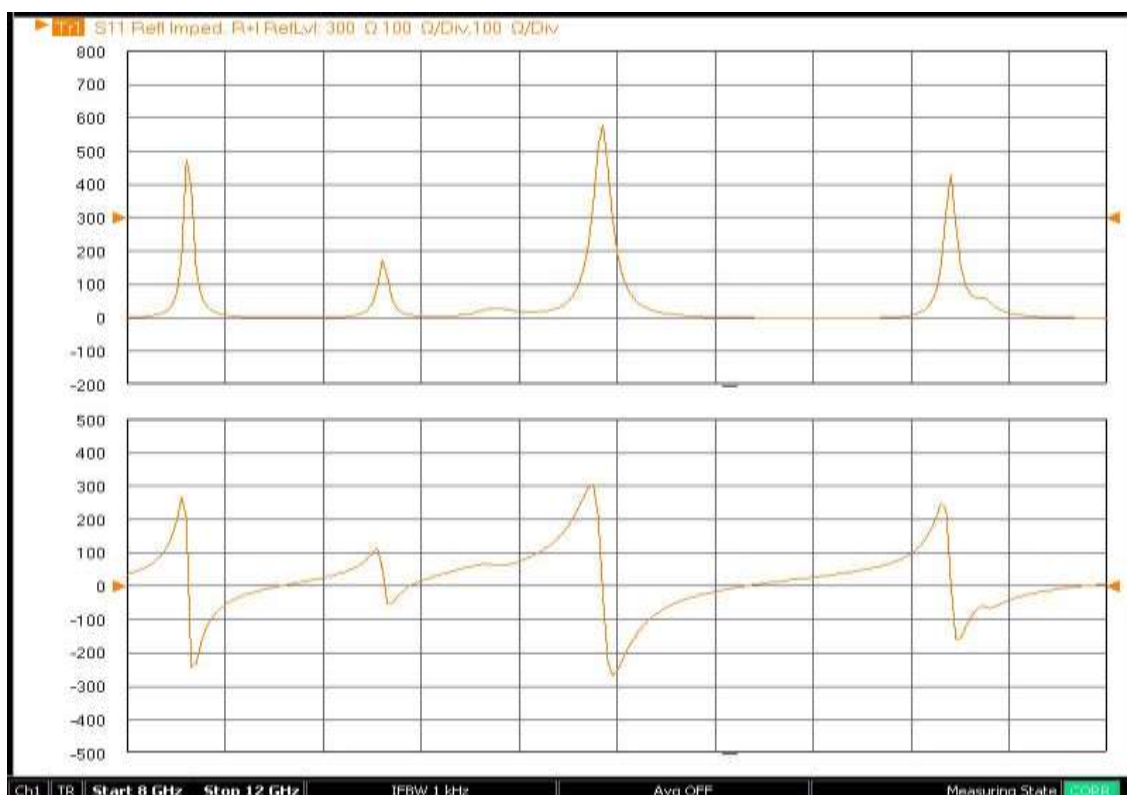
الشكل (3-7) يوضح فحص EDS لصبغ الحراري المستخدم



يوضح الشكل (3-8) العلاقة بين الانعكاسية والتردد بدون طلاء

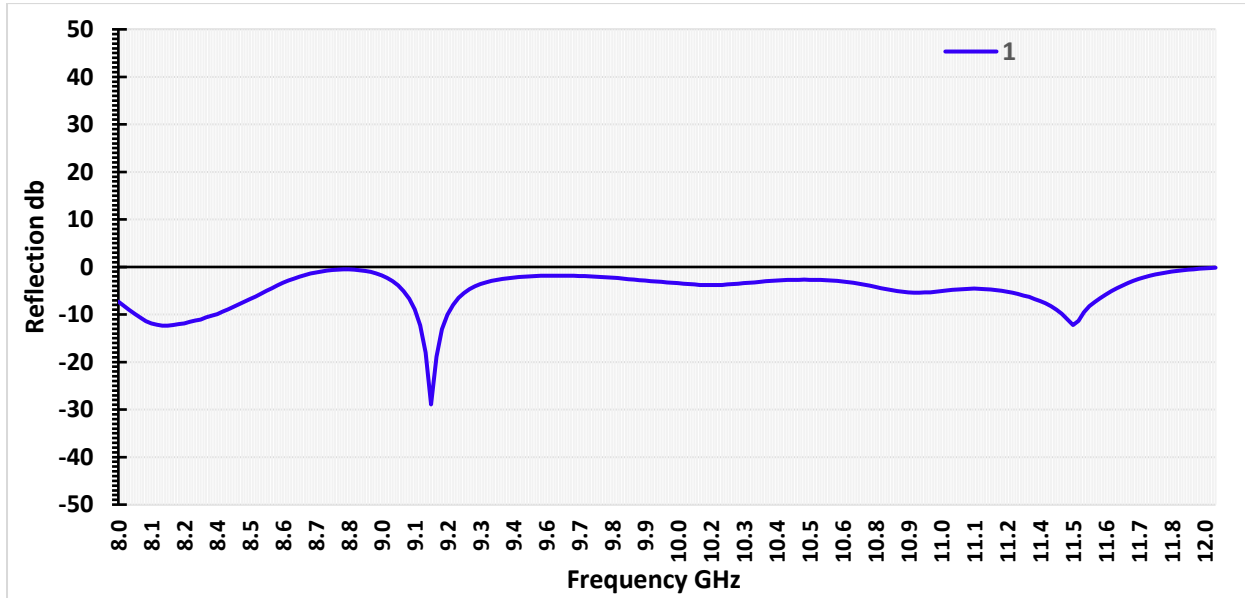


الشكل (3-9) مخطط الممانعة لسمت (An Impedance Smith Chart) بدون طلاء

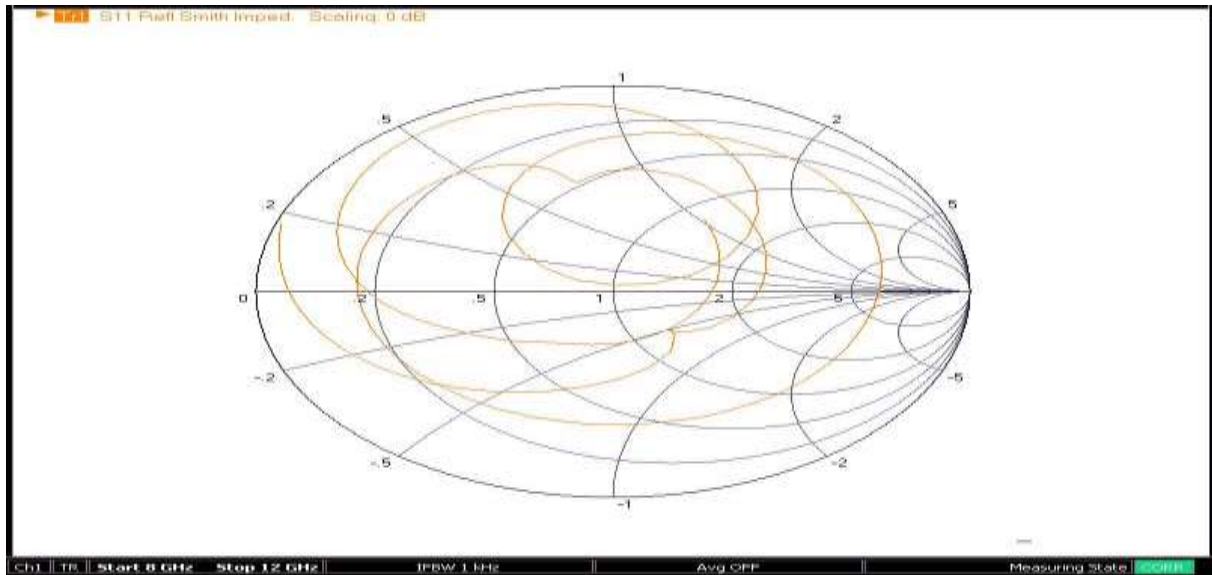


الشكل (3-10) العلاقة ما بين فقدان الانعكاسية و الممانعة بدون طلاء

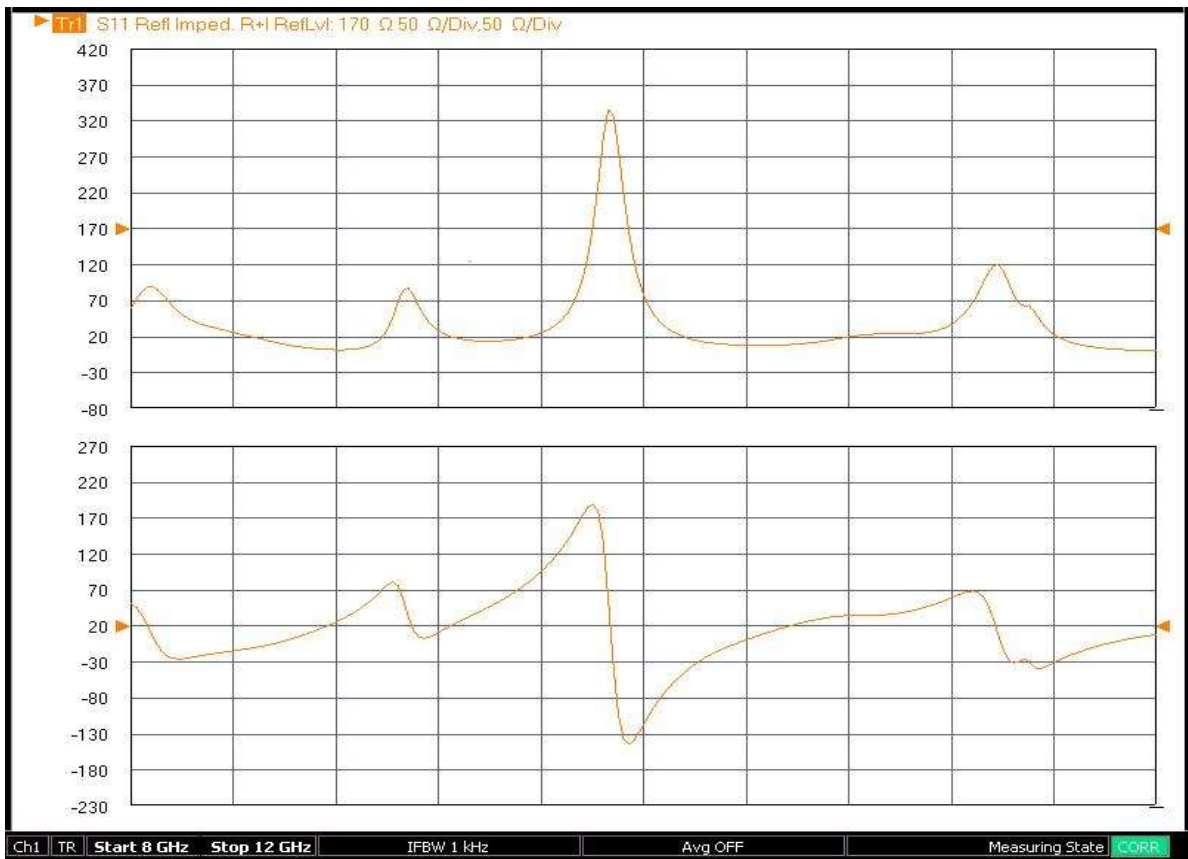
فعندما تكون نسبة النانو بوليمر المضافة 1% اي 0.2 gm إلى الطلاء كما في الاشكال من (3-11) إلى (3-13) بوجود 2.5 من اوكسيد الحديد النانوي تصل إلى -25.3dB عند التردد 9.15 GHz مع وجود قيم أخرى لفقدان طاقة الانعكاس عند ترددات مختلفة كما ان امتصاص المايكروويف والحزمة العريضة للمترابك البوليمري المستخدم هو الذي شكل الممانعة المناسبة لمرور الأشعة والتشتت المستمر والاستقطاب البيئي ادى إلى اضعاف اكثر بأشعة المايكروويف .



يوضح الشكل (3-11) العلاقة بين الانعكاسية والتردد في وجود الطلاء (1%) من البوليمر النانوي

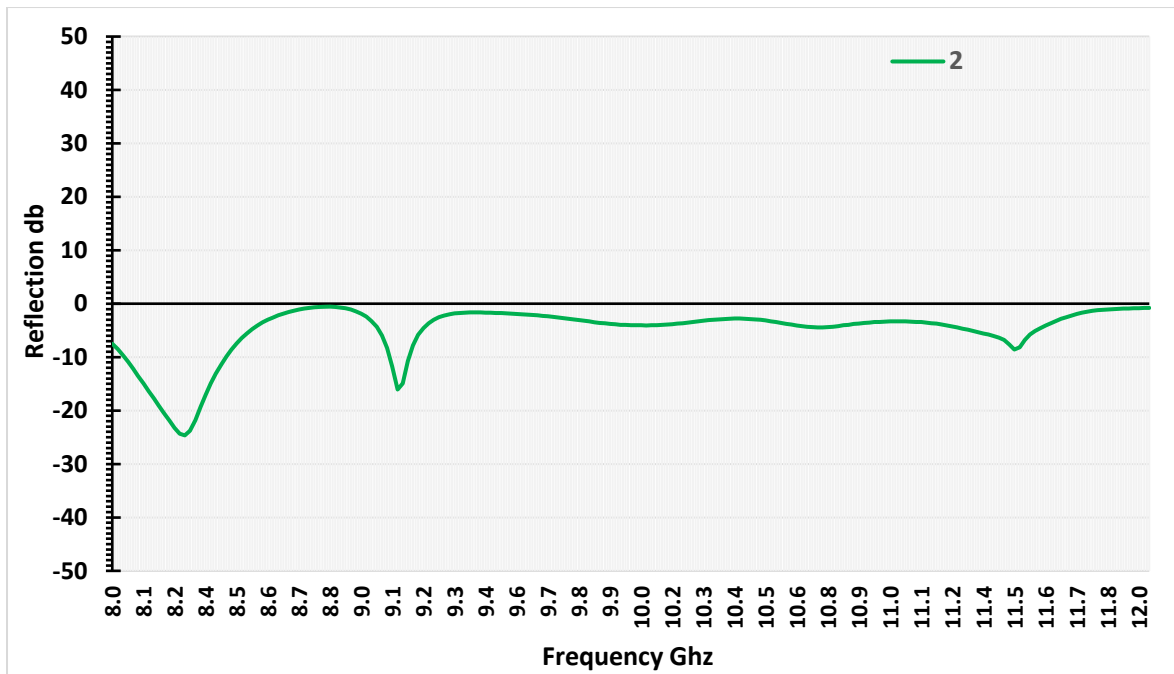


الشكل (3-12) يوضح مخطط الممانعة لسمت (An Impedance Smith Chart) بوجود الطلاء(1%)

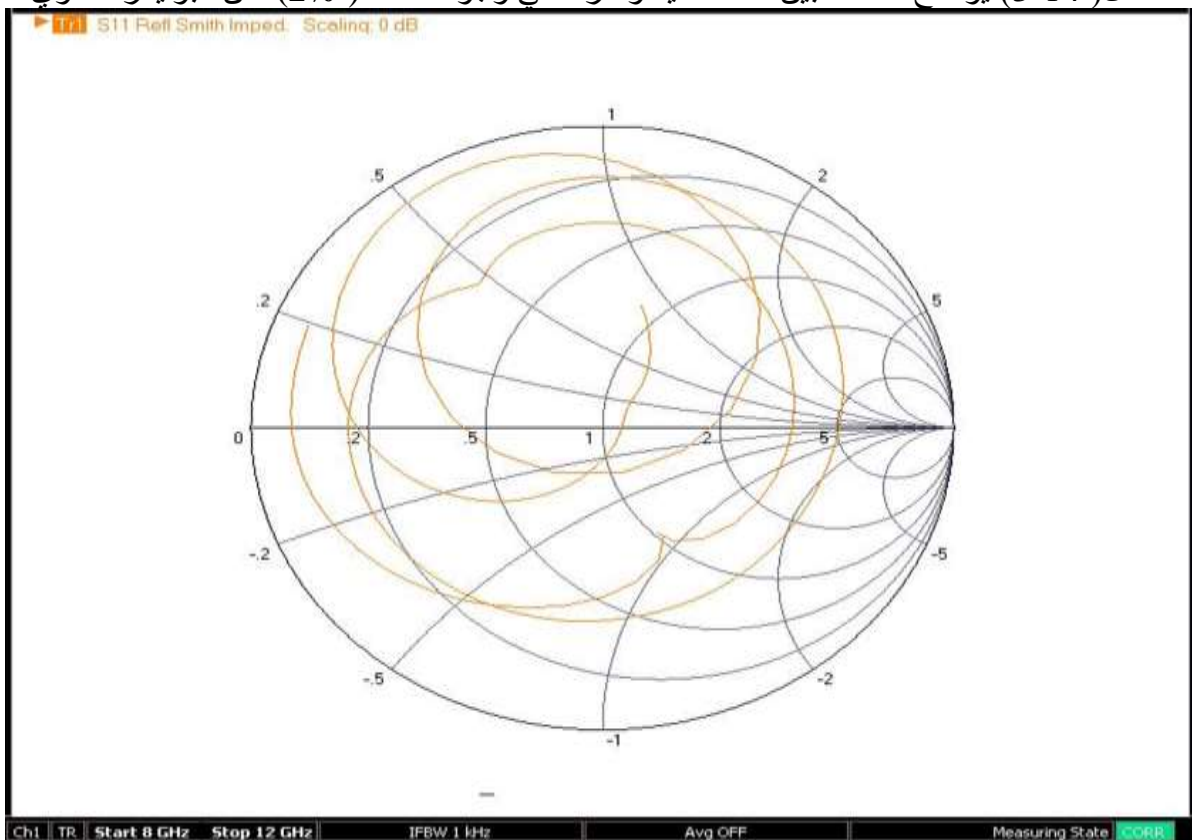


الشكل (3-13) يوضح العلاقة ما بين فقدان الانعكاسية و الممانعة بوجود الطلاء (1%)

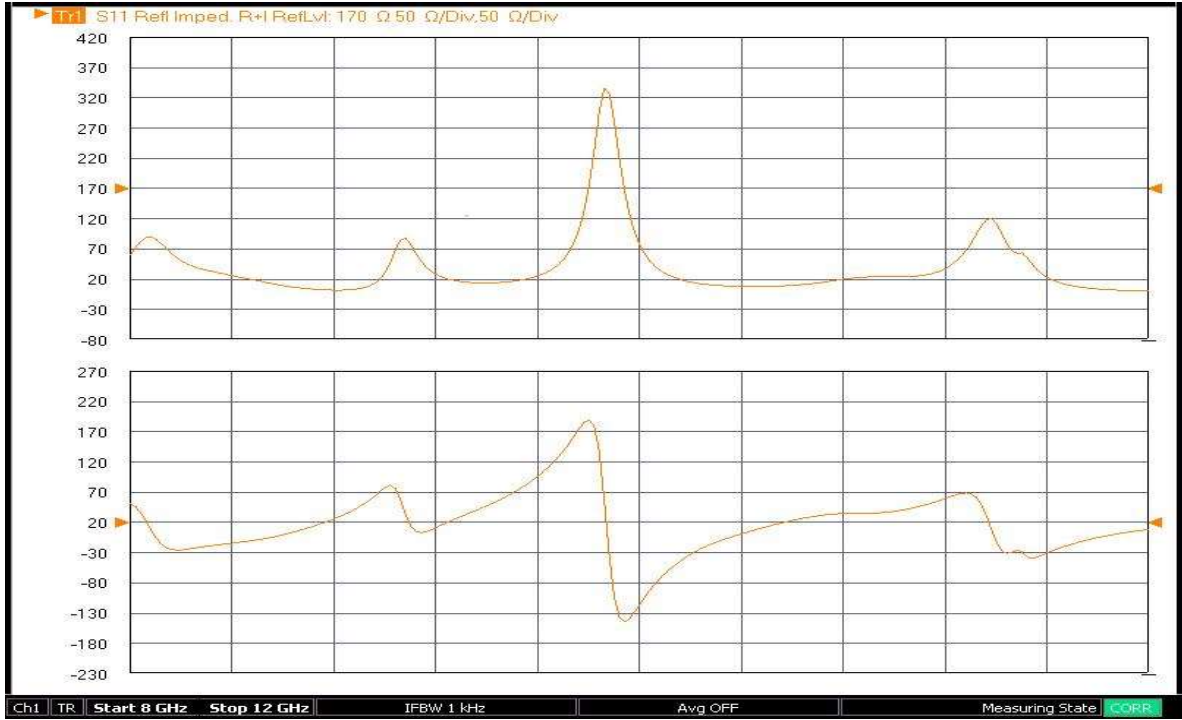
عند زيادة نسبة النانو بوليمر الى 2% اي 0.4 الى الطلاء الحراري مع وجود 2.5% من اوكسيد الحديد نجد ان قيمة فقدان الانعكاسية تزداد بشكل ملحوظ حيث ان الاشكال من (3-14) الى (3-16) يبين الانعكاسية تصل إلى 27.2dB عند التردد 8.3GH وعرض نطاق من (8.1-8.2)GH وبذلك يحدث توهين لموجات الرادار بشكل واضح ونلاحظ قيمة انعكاسية اخرى 10.7 db عند التردد 9.14GH والتي تكون محصورة ضمن عرض نطاق ترددي من (9.3-9)GH حيث أن الحزمة العريضة للمترالكب البوليمري المستخدم هو الذي شكل الممانعة المناسبة لمرور الأشعة والتشتت المستمر والاستقطاب البيئي ادى إلى اضعاف أكثر بأشعة المايكروويف.



الشكل (3-14) يوضح العلاقة بين الانعكاسية والتردد في وجود الطلاء (2%) من البوليمر النانوي

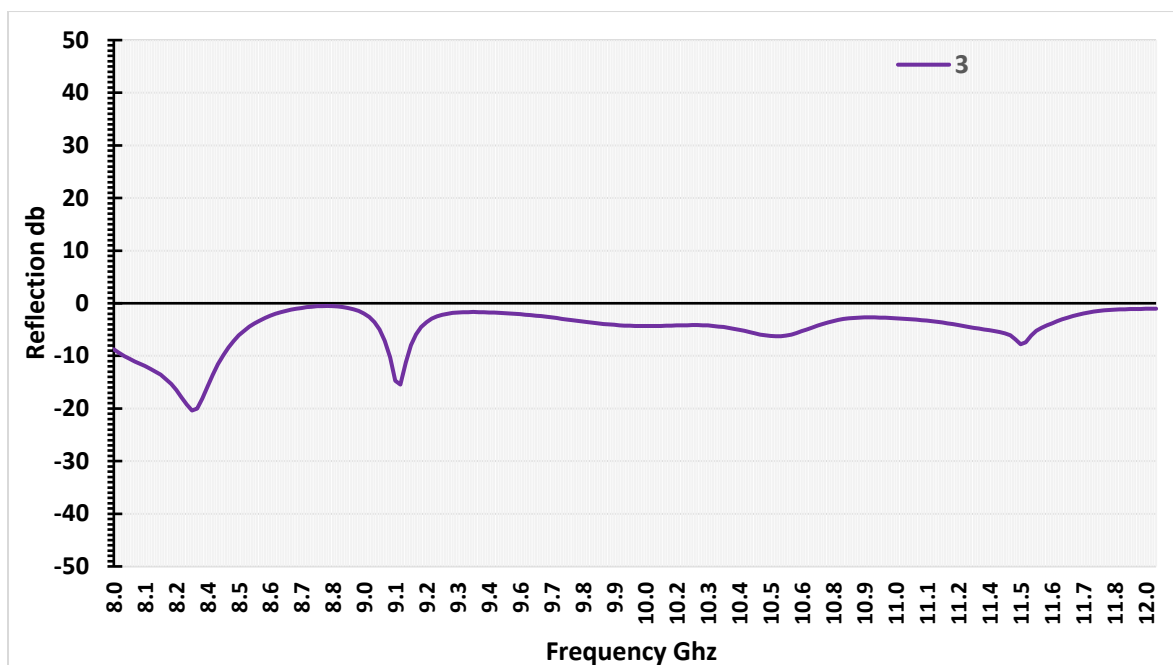


الشكل (3-15) مخطط الممانعة لسمث (An Impedance Smith Chart) بوجود الطلاء (2%)

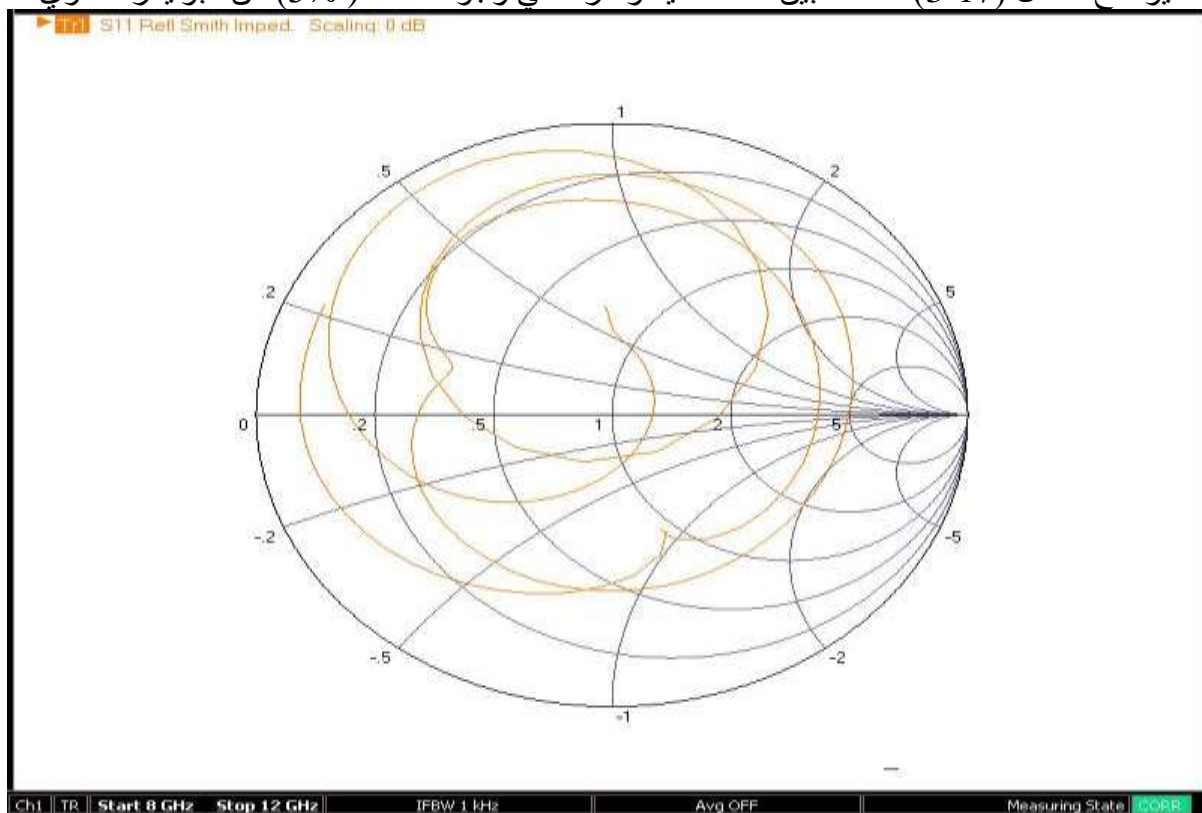


الشكل (3-16) العلاقة ما بين فقدان الانعكاسية و الممانعة بوجود الطلاء (2%)

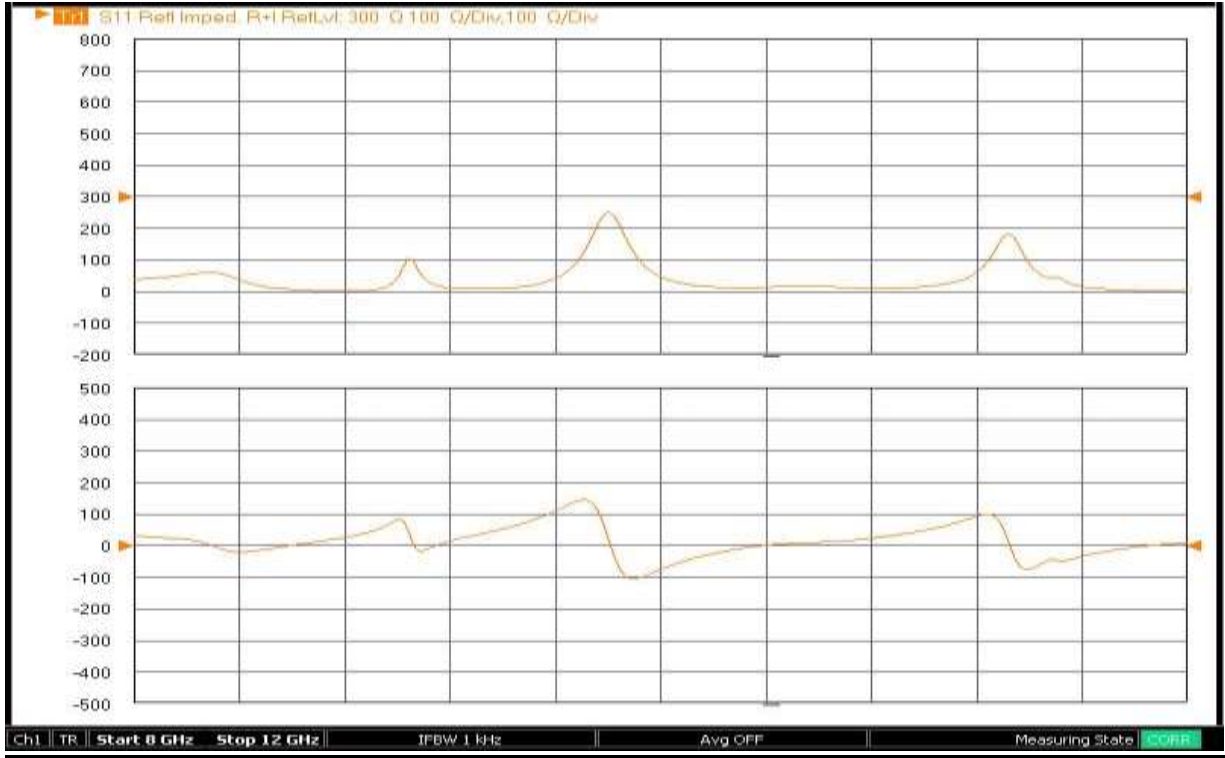
نلاحظ ازدياد قيمة فقدان الانعكاسية عندما تكون نسبة النانو بوليمر (3% : 0.6غم) وبوجود نفس النسبة من اوكسيد الحديد في النموذجين السابقين الاشكال من (3-17) الى (3-19) يعطي قيمة فقدان انعكاسية تصل إلى -29dB عند التردد (8.3)GH وعرض نطاق ترددي من (8-8.5) كما يوجد حزمة ضيقة عند التردد (9.5)GH ذات قيمة فقدان انعكاسية تصل إلى -20dB حيث بزيادة فقدان الانعكاس زيادة الامتصاص الموجات الراديوية امتصاص المايكروويف والحزمة العريضة للمترابك البوليمري المستخدم هو الذي شكل الممانعة المناسبة لمرور الاشعة والتشتت المستمر والاستقطاب البيئي أدى الى اضعاف أكثر بأشعة المايكروويف.



يوضح الشكل (3-17) العلاقة بين الانعكاسية والتردد في وجود الطلاء (3%) من البوليمر النانوي

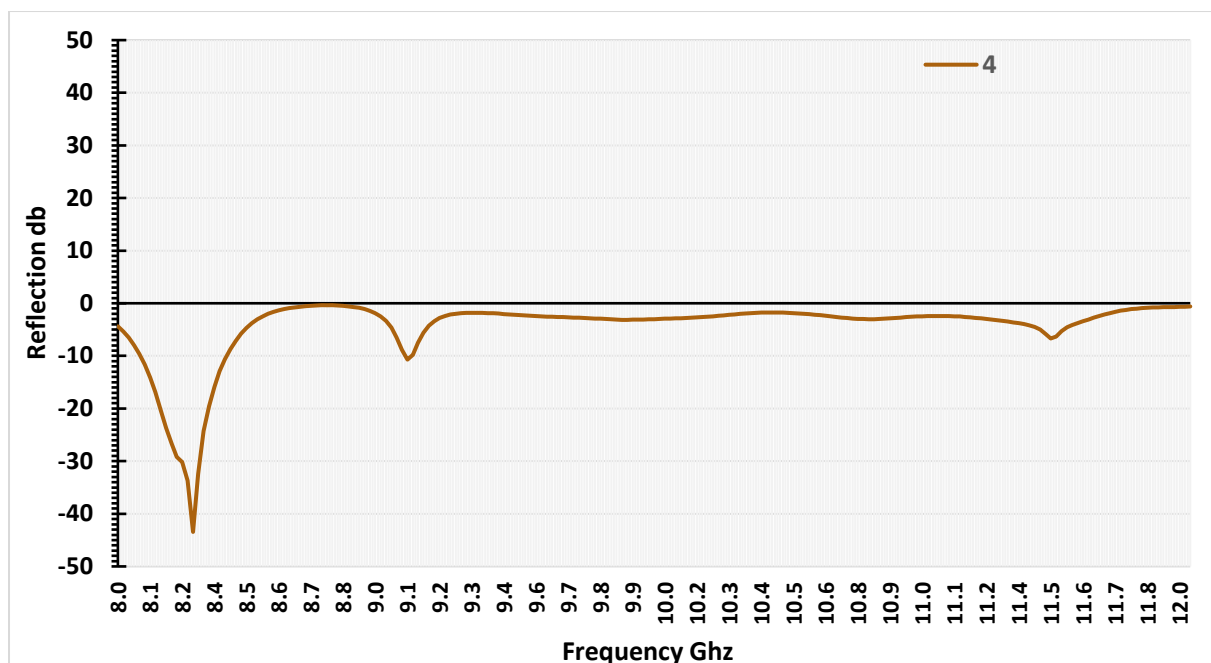


الشكل (3-18) مخطط الممانعة لسمت (An Impedance Smith Chart) بوجود الطلاء (3%)

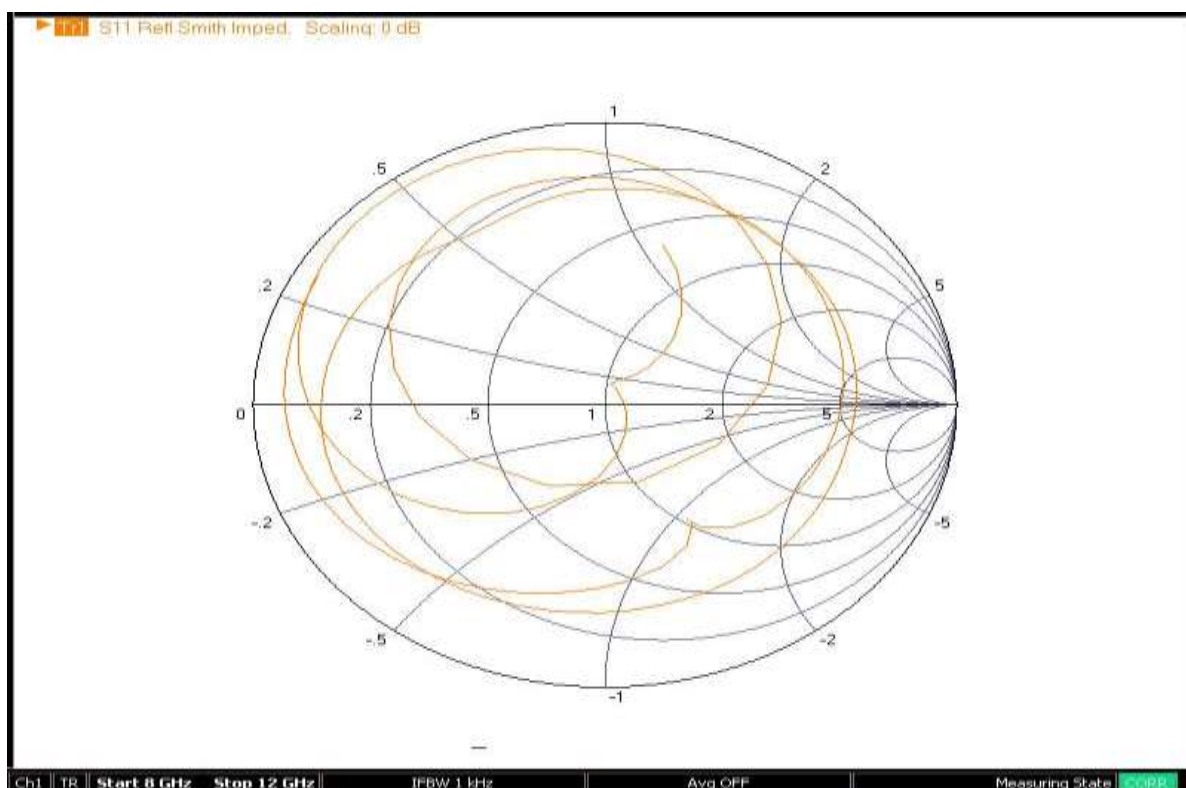


الشكل (3-19) يوضح العلاقة ما بين فقدان الانعكاسية و الممانعة بوجود الطلاء (3%)

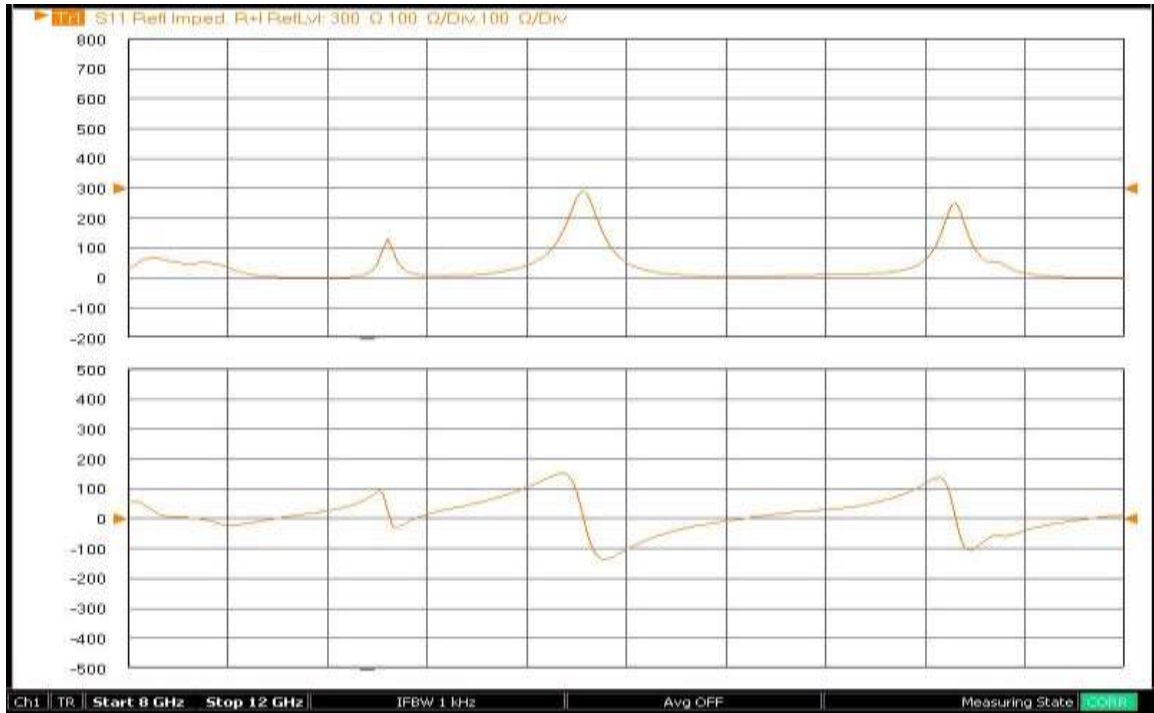
أما عند نسبة 4% ووزن 0.8 غم الأشكال من (3-20) إلى (3-22) تبين قيمة فقدان الانعكاسية التي تصل ذروتها عند -38dB و بتردد (8.8) GH وعرض نطاق من (8.1-8.4)GH إن امتصاص المايكروويف والحزمة العريضة للمترابك البوليمري المستخدم هو الذي شكل الممانعة المناسبة لمرور الأشعة والتشتت المستمر والاستقطاب البيئي أدى إلى اضعاف أكثر بأشعة المايكروويف. ومن خلال هذه النتائج تبين ان المادة المترابكة النانوية لديها خصائصها العالية في امتصاص موجات المايكروويف وبذلك ساعدت في التشتت المستمر للأشعة والعمل على اضعافها وبالتالي امتصاصها وتوهين الموجات القادمة من الرادار .



يوضح الشكل (20-3) العلاقة بين الانعكاسية والتردد في وجود الطلاء (4%) من البوليمر النانوي



الشكل (21-3) يوضح مخطط الممانعة لسمث (An Impedance Smith Chart) بوجود الطلاء (4%)

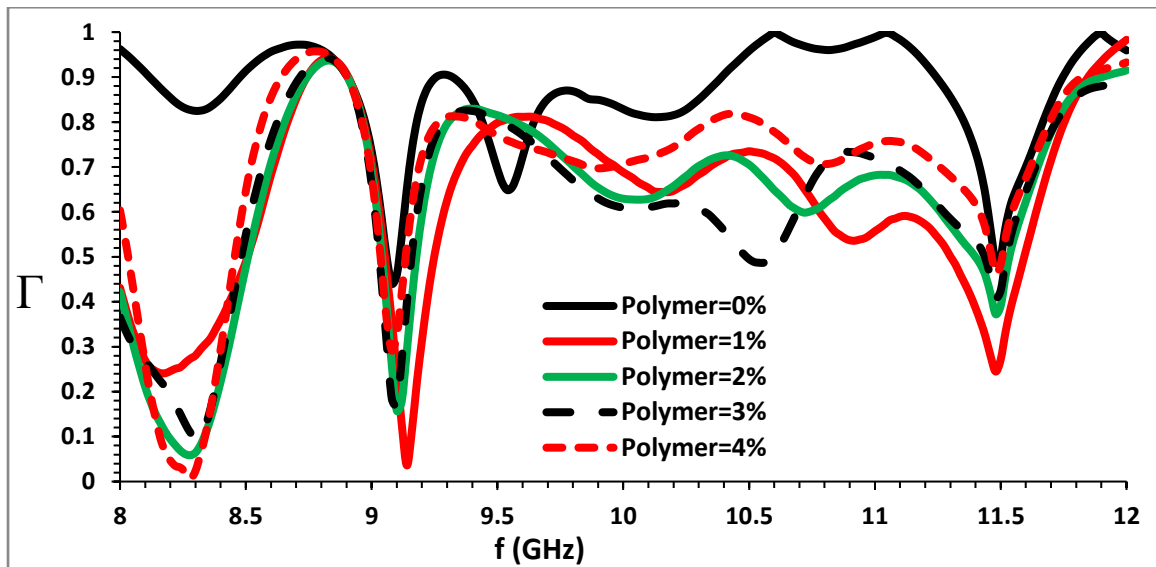


الشكل (22-3) العلاقة ما بين فقدان الانعكاسية و الممانعة بوجود الطلاء (4%)

3.1.2.2 قياس معامل الانعكاس للنسب الاربعه من البوليمر المشترك النانوي

يجب ان يكون معامل الانعكاس للمواد ذات التوهين العالي للموجات الكهرومغناطيسية قليل جدا والشكل (23-3) يبين قيمة معامل الانعكاس نسب (1%، 2%، 3%، 4%) والذي تم حسابه باستخدام المعادلة التالية $\Gamma = 20 \text{LOG}(RC)$ حيث ان Γ يمثل فقدان في طاقة الانعكاس للاشعة الساقطة. من خلال المعادلة تم الحصول على مواد ماصة لموجات الرادار بصورة جيدة عند حزمة الـ (x_band) وجد انه معامل الانعكاس يتغير عند اختلاف نسب النانو بوليمر في الطلاء المستخدم فعند نسبة 0% تم الحصول على أعلى قيمة لمعامل الانعكاس (1 dB) عند التردد (8.3) GHz كما توجد هنالك قيم اخرى عند الترددات مختلفة. اما عند اضافة نانو بوليمر بنسبة 1% وجد تغير واضح في قيمة معامل الانعكاس حيث كانت اعلى قيمة 0.02 dB عند التردد (9.1) GHz مع وجود هناك حزم للامتصاص عريضة محصورة بين تردد (8.2-8.1) GHz ومعامل انعكاس يصل إلى (0.22) dB كما يوجد حزمة امتصاص ضيقة عند التردد (11.5) GHz اعطت قيمة معامل الانعكاس (0.29) dB وبزيادة نسبة الى 2% نلاحظ ان اعلى قيمة معامل انعكاس تم الحصول عليها كانت 0.019 dB عند التردد 8.4 GHz حيث وجدت هناك حزم اخرى من الامتصاص عند ترددات مختلفة فعند التردد (9.3 GHz) فإن قيمة معامل الانعكاس كانت (0.019) GHz وعند التردد (11.5) GHz اعطت قيمة معامل الانعكاس عند 0.38 Db عند 3% وجد انه اعلى قيمة لمعامل الانعكاس كانت (0.017) dB عند التردد 8.9 GHz كما توجد هناك حزم امتصاص عند ترددات مختلفة عند زيادة

نسبة النانو بوليمر الى 4% وجد انه تم الحصول على أعلى قيمة معامل الانعكاس تصل إلى 0.01 dB عند التردد 8.4 GHz أن السبب من أن قيم معامل الانعكاس في نقصان يعود إلى زيادة فقدان طاقة الانعكاس كم تم تفسيرها سابقا في قياس الانعكاسية.

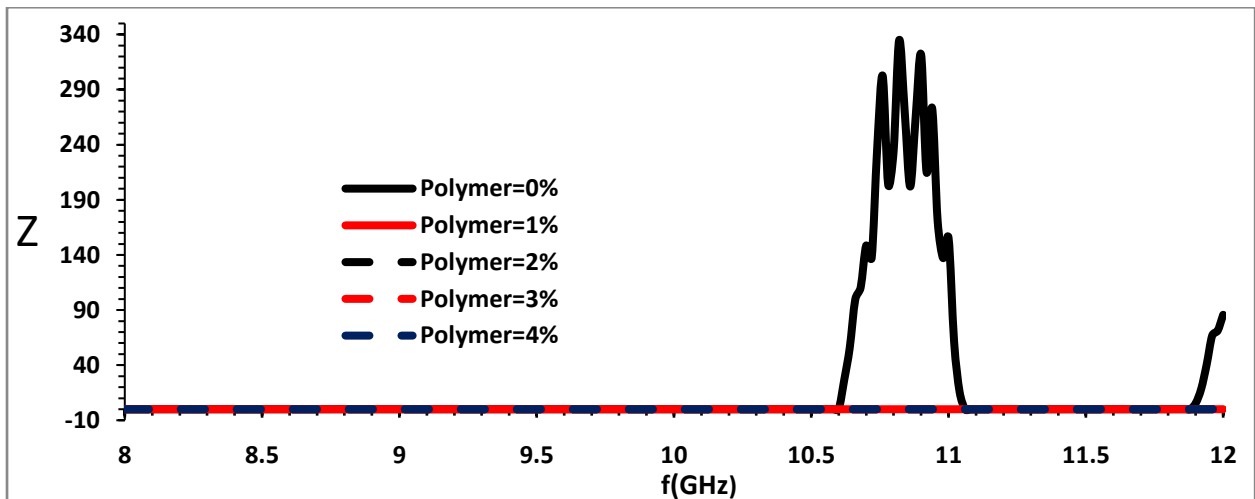


الشكل (3-23) يوضح معامل الانعكاس للنسب البوليمر النانوي مع الطلاء (1%، 2%، 3%، 4%)

Transmission Coefficient

3.1.2.3 معامل النقل

تم أخذ معامل النقل لنسب النانو بوليمر كدالة للتردد كما هو مبين في الشكل (3-24) حيث يُلاحظ أن معامل الإرسال في معظم طيف التردد له حجم منخفض مع ظهور بعض القمم بين 10.5 إلى 11.2 GHz ، وهذا الوضع يعني أن هذا النانو بوليمر لديه نفاذية منخفضة ، لذلك انعكست الطاقة المتبقية بشكل عام

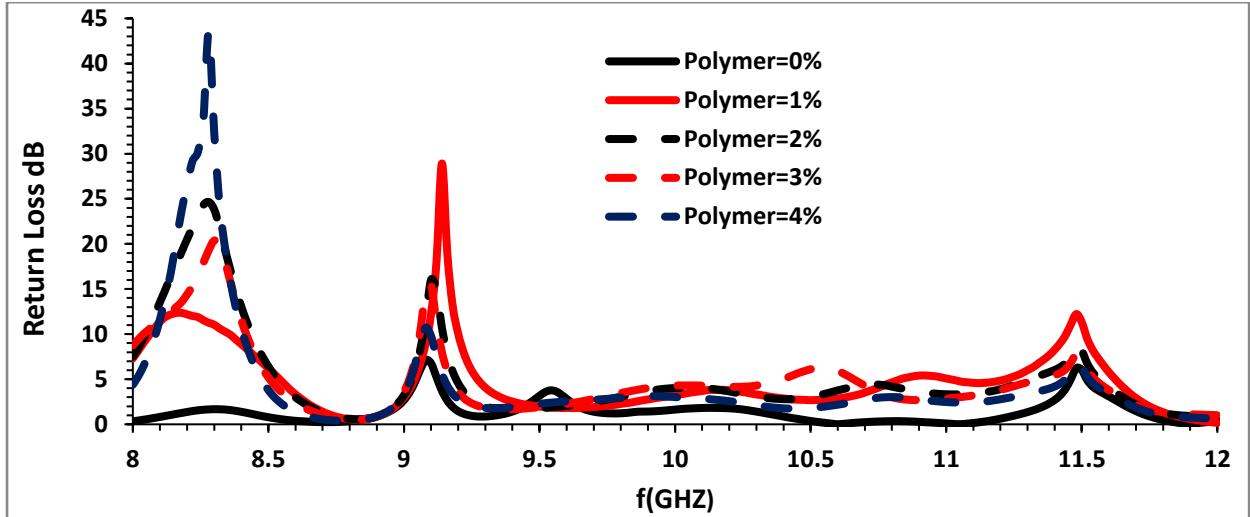


الشكل (3-24) يوضح معامل النقل لنسب البوليمر النانوي (0%، 1%، 2%، 3%، 4%) كدالة لتردد

Return Loss

3.1.2.4 خسارة الاشعة الساقطة

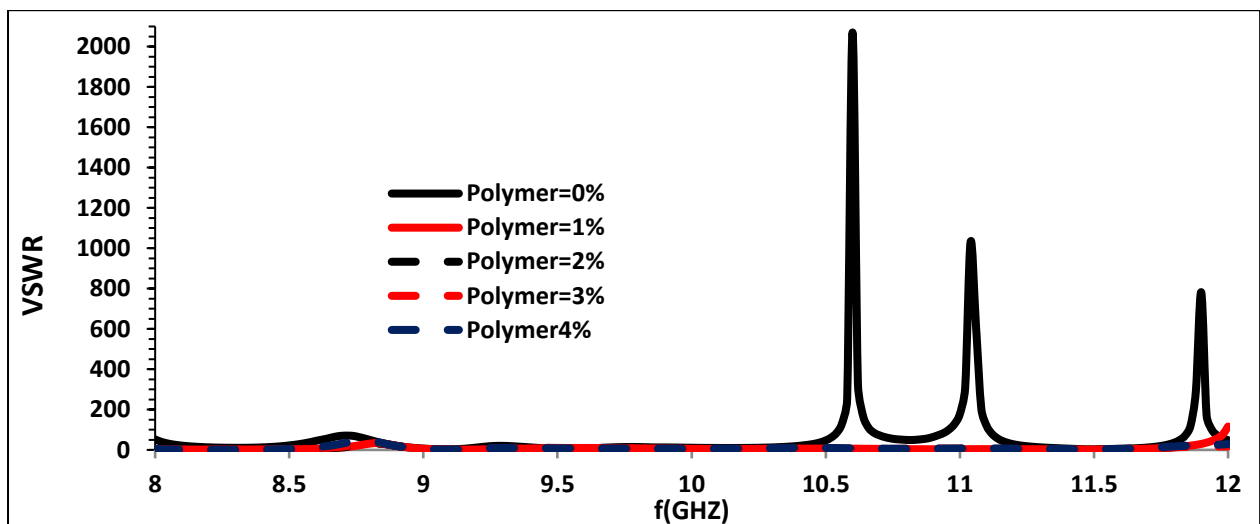
يظهر في الشكل (3-25) خسارة الأشعة الساقطة لنسب النانو بوليمر كدالة للتردد ، وخسارة الاشعة الساقطة هي تعبير عن فقدان القدرة بسبب الانعكاس ، ويلاحظ من هذا الشكل أن هناك قيمًا عالية لخسارة الاشعة الساقطة عند اختلاف مناطق لجميع قيم نسب النانو بوليمر .



الشكل (3-25) يوضح خسارة الاشعة الساقطة لنسب البوليمر النانوي (0%، 1%، 2%، 3%، 4%) كدالة للتردد

VSWR 3.1.2.5

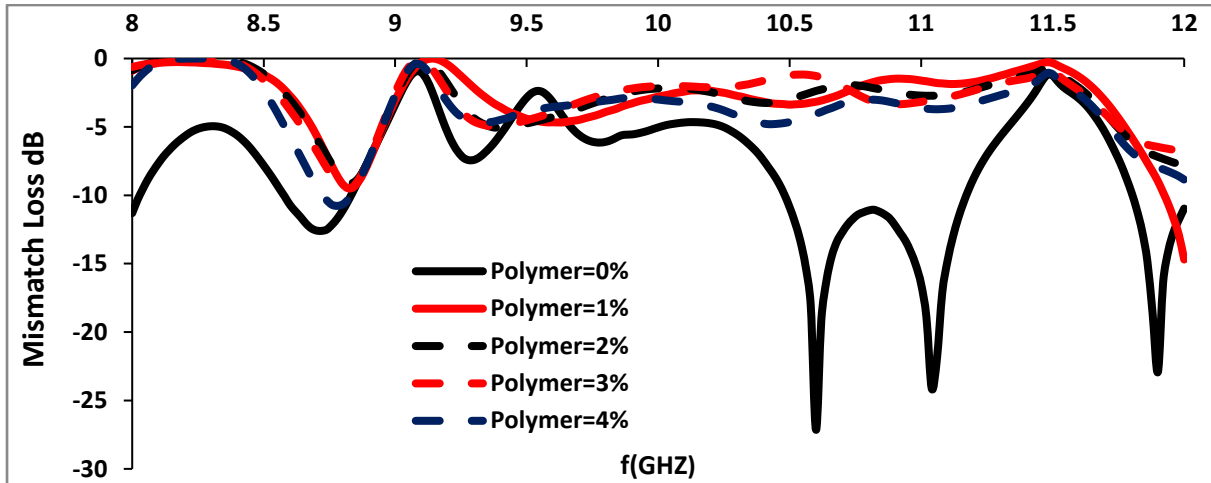
تظهر نسبة موجة الجهد الدائمة لـ نسب النانو بوليمر في الشكل (3-26) ظهور بعض القمم في هذا الرسم البياني عند تغير مدى التردد مع محتوى النانو بوليمر تعني هذه القمم وجود قوة انعكاس عالية في هذه القمم وهذا الأداء يعتمد على التركيب الكيميائي للنانو البوليمر.



الشكل (3-26) يوضح نسبة موجة الجهد الدائمة لنسب البوليمر النانوي (0%، 1%، 2%، 3%، 4%) مع التردد

3.1.2.6 خسارة عدم التطابق: Mismatch Loss

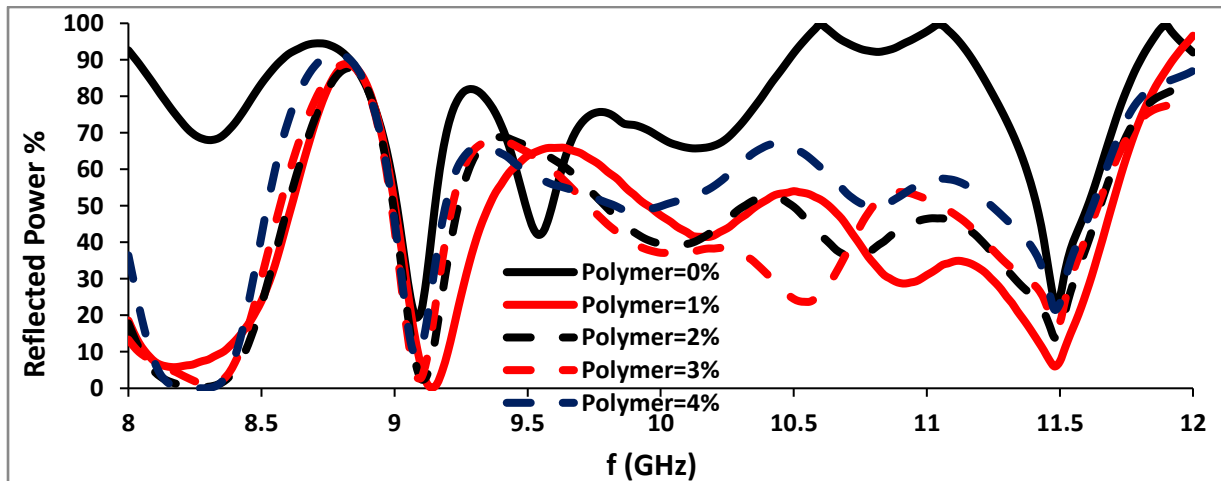
يوضح الشكل (3-27) فقدان عدم التطابق لنسب النانو بوليمر الأربعة كدالة للتردد ، يوضح هذا الشكل بعض القيم العالية لخسارة عدم التطابق ظهرت في منطقة مختلفة من الطيف ، ويرجع ذلك إلى الانعكاس العالي للموجة عند هذه النقاط.



الشكل (3-27) يوضح الشكل العلاقة خسارة عدم التطابق لنسب البوليمر النانوي (0%، 1%، 2%، 3%، 4%) كدالة للتردد

3.1.2.7 قوة الانعكاس: The Reflection Power

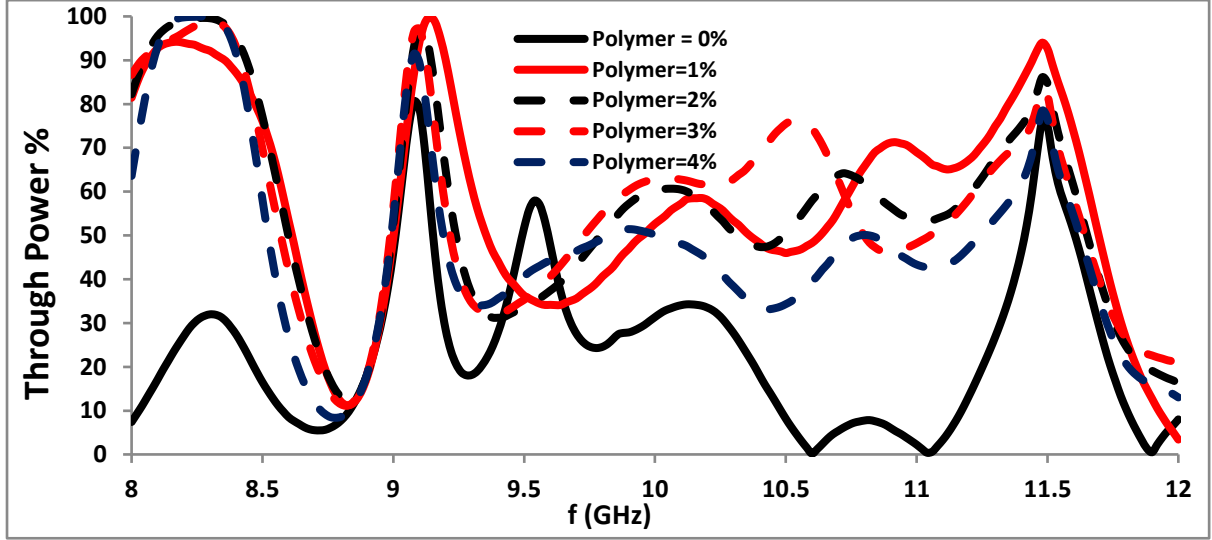
يظهر في الشكل (3-28) قدرة انعكاس النانو بوليمر كدالة للتردد ، ويظهر هذا الرسم البياني بعض القيم العالية لقوة الانعكاس التي ظهرت في منطقة مختلفة من الطيف بسبب الانعكاس العالي للموجة.



الشكل (3-28) يوضح العلاقة بين قوة الانعكاس لنسب البوليمر النانوي (0%، 1%، 2%، 3%، 4%) كدالة لتردد

3.1.2.8 الطاقة النافذة :- The Through Power

يظهر في الشكل (3-29) الطاقة النافذة لنسب النانو بوليمر في الطلاء كدالة لتردد ، ويلاحظ من هذا الشكل مقارنة بالرسم البياني لقوة الانعكاس (الشكل 3-33) أن المناطق تتمتع بقدرة عالية من خلال قوة انعكاس منخفضة ، نتج هذا عن حقيقة أن القوة الكلية محفوظة ، بمعنى آخر قوة الحادث التي تنعكس أو تنقل.



الشكل (3-29) يوضح العلاقة الطاقة النافذة لنسب البوليمر النانوي (0%, 1%, 2%, 3%, 4%) كدالة لتردد

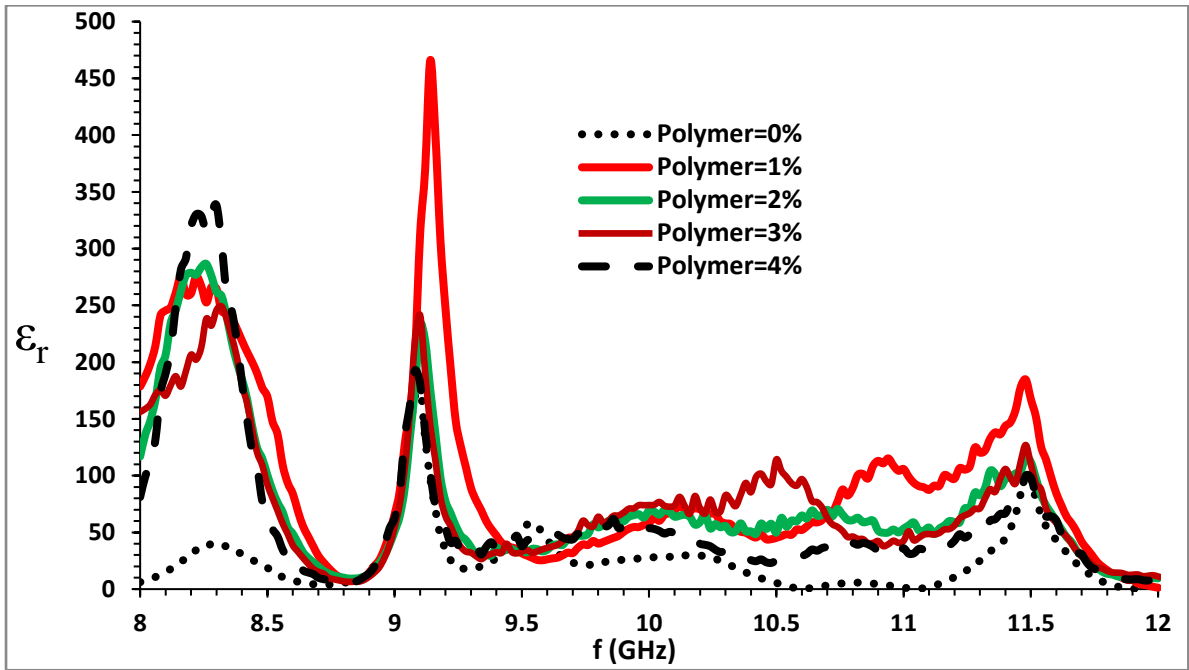
يوضح جدول (3-3) يوضح قيم وترددات الخاصة بالخصائص الكهرومغناطيسية لنسب البوليمر النانوي الاربعة المحضرة :

التردد (GH)	-dB	نسب البوليمر النانوي	الخصائص الكهرومغناطيسية
8-12	0	%0	الانعكاسية
9.15	-25	%1	
8.4	-27	%2	
8.3	-29	%3	
8.8	-38	%4	
9	0.021	%0	معامل الانعكاس
9.1	0.02	%1	
8.4	0.019	%2	
8.9	0.017	%3	
8.3	0.01	%4	
10.5-11.2	340	%0	معامل النقل
	0	%1	
	0	%2	
	0	%3	
	0	%4	
8.3	3	%0	خسارة الاشعة الساقطة
9.2	30	%1	
8.4	25	%2	
8.5	20	%3	
8.5	43	%4	
10.5	2000	%0	VSWR
	0	%1	
	0	%2	
	0	%3	
	0	%4	
10.5	-25	%0	خسارة عدم التطابق
8.7	-10	%1	
8.5	-9	%2	
9	-11	%3	
8.8	-10	%4	
9.5	20	%0	قوة الانعكاس
8.5	1	%1	
8.4	5	%2	
8.4	0	%3	
8.3	0	%4	
9.3	80	%0	الطاقة النافذة الطاقة النافذة
8.4	90	%1	
9.4	100		
8.3	100	%2	
9.2	90		
8.5	95	%3	
10.5	75		
8.1	100	%4	
9.2	90		
11.5	70		

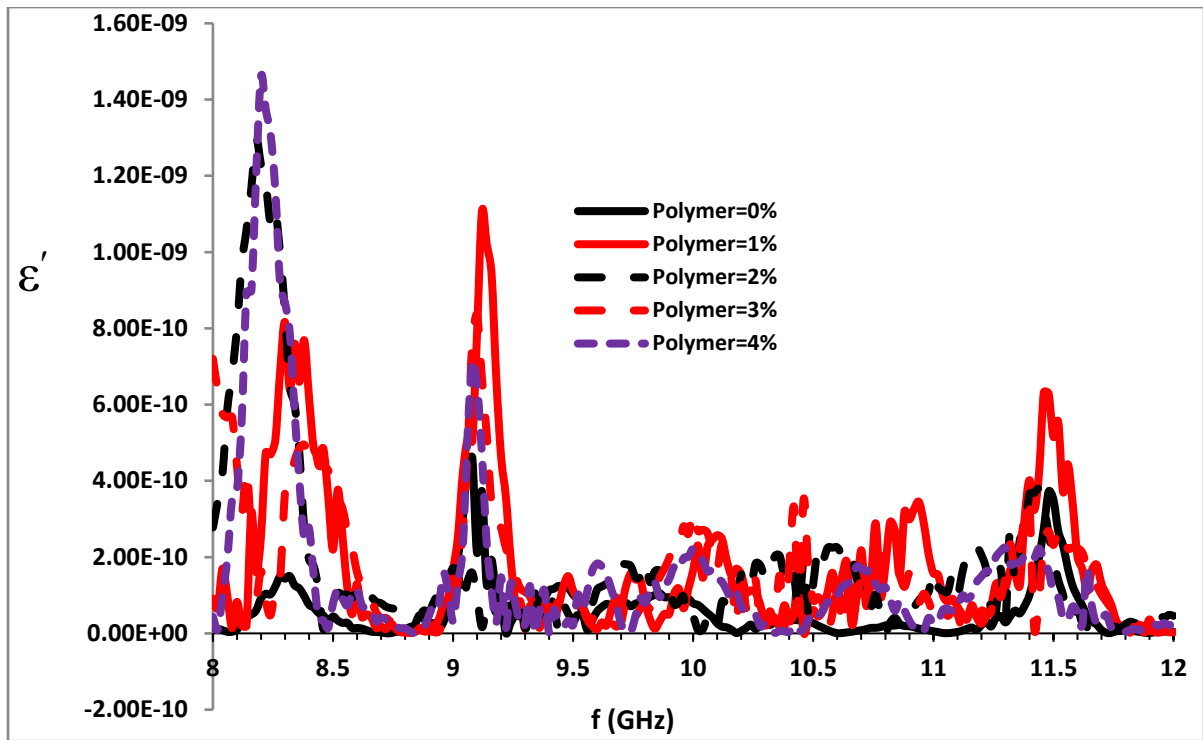
3.1.3 الخصائص الكهربائية للبوليمر النانوي

3.1.3.1 السماحية: Permittivity

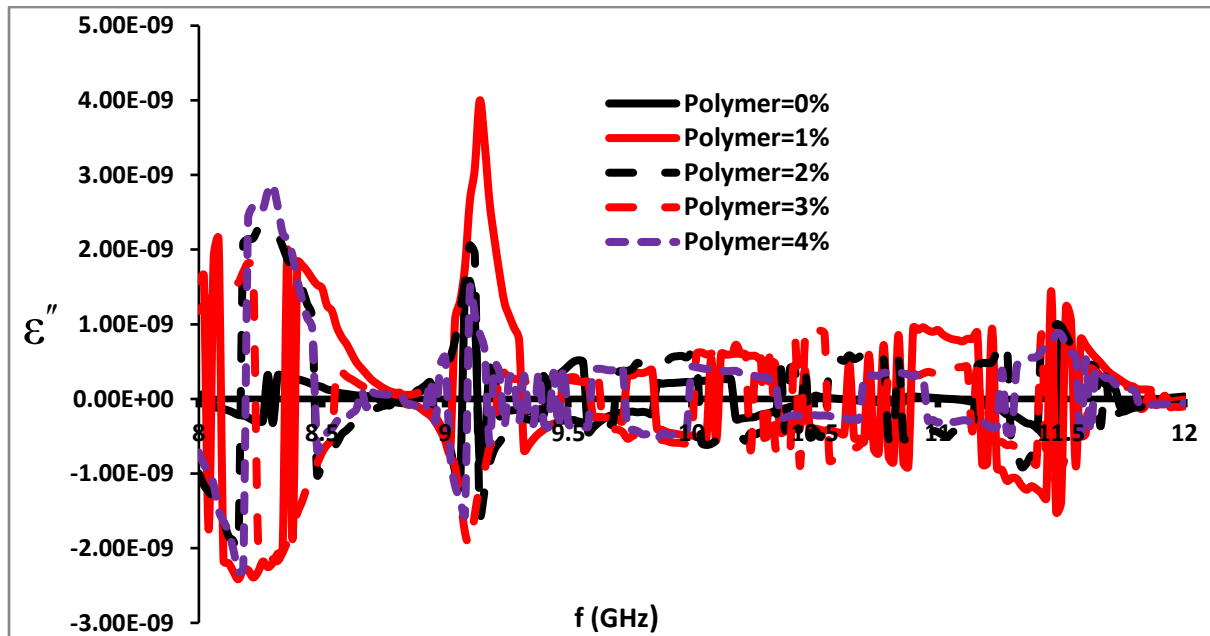
نلاحظ من الاشكال (3-30),(3-31),(3-32) تصرف السماحية النسبية والحقيقية والخيالية مع التردد عند حزمة (x-band) فوجد ان نسب (0% , 1% , 2% , 3% و 4%) اعطت سماحية النسبية $\epsilon_r = (50, 270, 300, 350)$ أما بالنسبة للسماحية الحقيقية والخيالية فوجد ان نسبة 4% اعطت اعلى قيمة لتأكيد خاصية ثابت العزل الكهربائي حيث ان التغير في قيمة السماحية باختلاف نسب النانو بوليمر في الطلاء يعود زيادة ثابت العزل الكهربائي مما يؤدي الى زيادة السماحية .



الشكل (3-30) يمثل السماحية النسبية للنسب البوليمر النانوي (0% , 1% , 2% , 3% , 4%)



الشكل (3-31) يمثل السماحية الحقيقية للنسب البوليمر النانوي (0%، 1%، 2%، 3%، 4%)



الشكل (3-32) يمثل السماحية الخيالية للنسب البوليمر النانوي (0%، 1%، 2%، 3%، 4%)

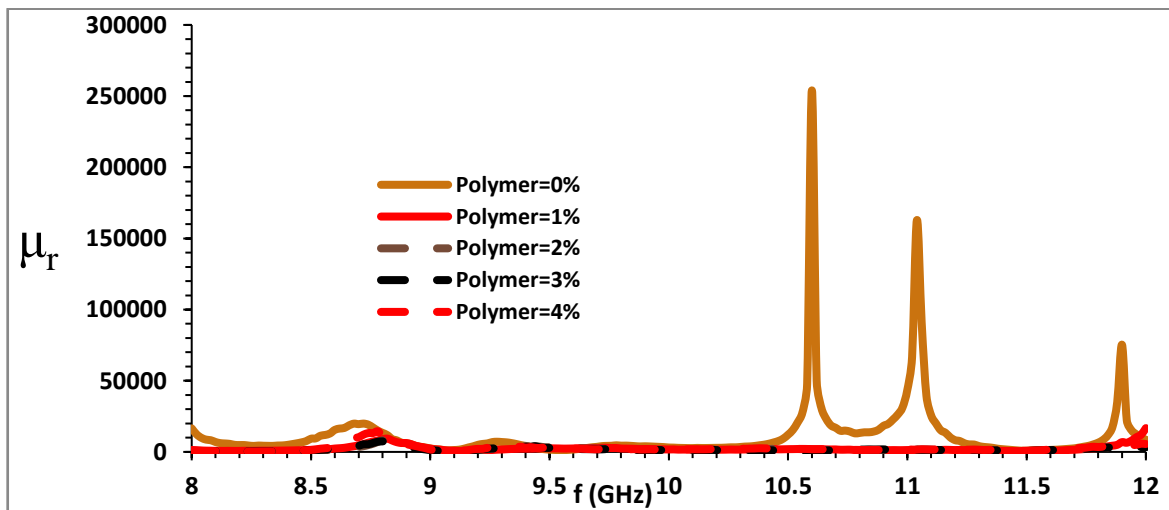
جدول رقم (3-4) قيم وترددات الخصائص الكهربائية لنسب النانو بوليمر المحضر

الخصائص الكهربائية	نسب النانو بوليمر	قيمة	التردد (GH)
السماحية النسبية	%0	25	8.1
	%1	50	8.2
	%2	270	8.3
	%3	300	8.4
	%4	350	8.5
السماحية الحقيقية	%0	0	8.3
	%1	1	9.5
	%2	1.2	8.3
	%3	8.00	9
	%4	1.40	8.2
السماحية الخيالية	%0	0	9
	%1	4	9.5
	%2	2	8.3
	%3	1.5	8.2
	%4	3.00	8.1

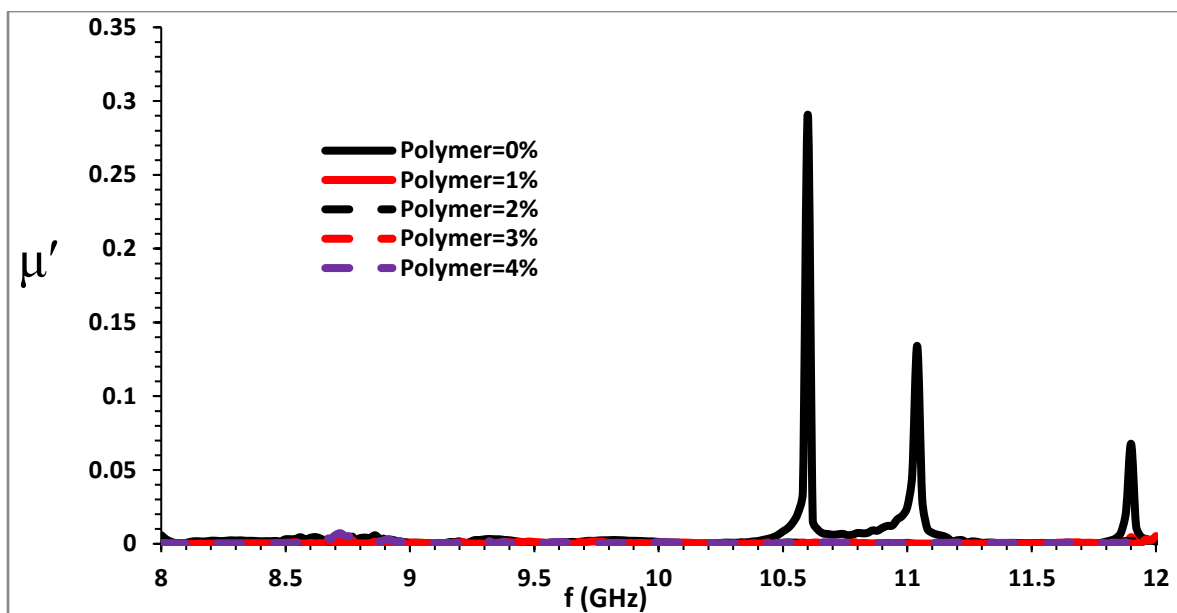
3.1.3 الخصائص المغناطيسية للبوليمر النانوي

3.1.3.1 النفاذية النسبية: Relative Permeability

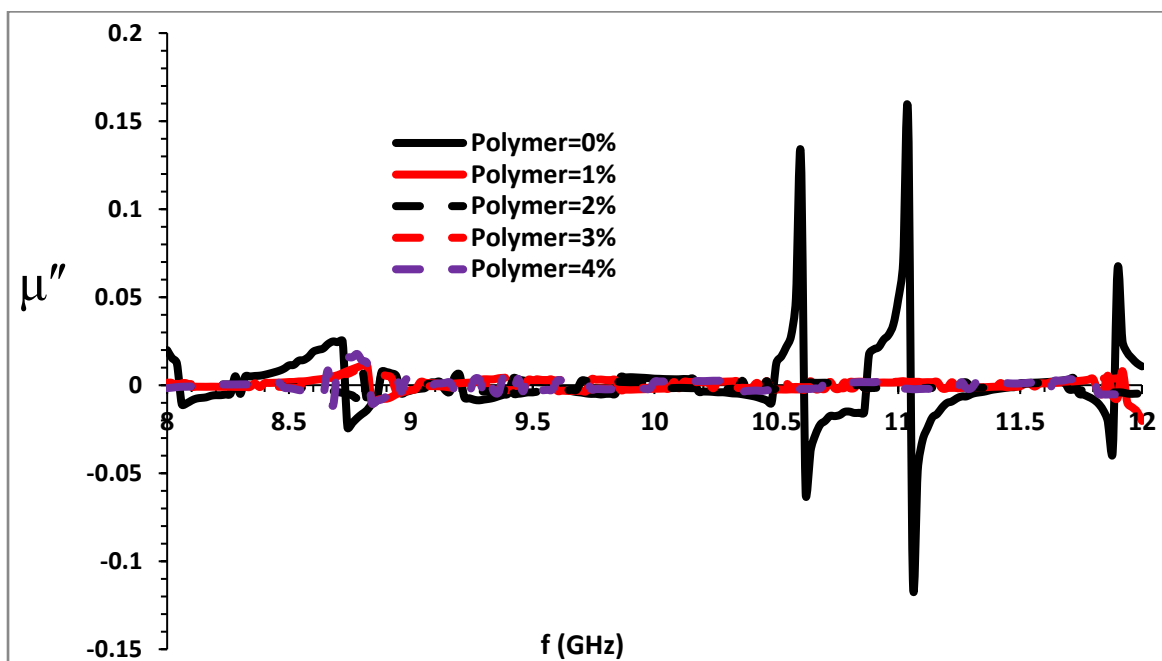
الأشكال (3-33)، (3-34)، (3-35) تظهر النفاذية النسبية والنفاذية الحقيقية والخيالية كدالة للتردد على التوالي. يوضح الشكل (3-33) أن النفاذية النسبية لها قيمة منخفضة باستثناء وجود بعض القمم الواسعة التي ظهرت على فترات مختلفة من الطيف مما جعل النانو بوليمر المستخدم قابل للاختراق بشكل جيد للمجالات المغناطيسية.



الشكل (3-33) يوضح النفاذية النسبية مع التردد للنسب البوليمر النانوي (0%، 1%، 2%، 3%، 4%)



الشكل (3-34) يوضح علاقة النفاذية الحقيقية كدالة للتردد للنسب البوليمر النانوي (0%، 1%، 2%، 3%، 4%)

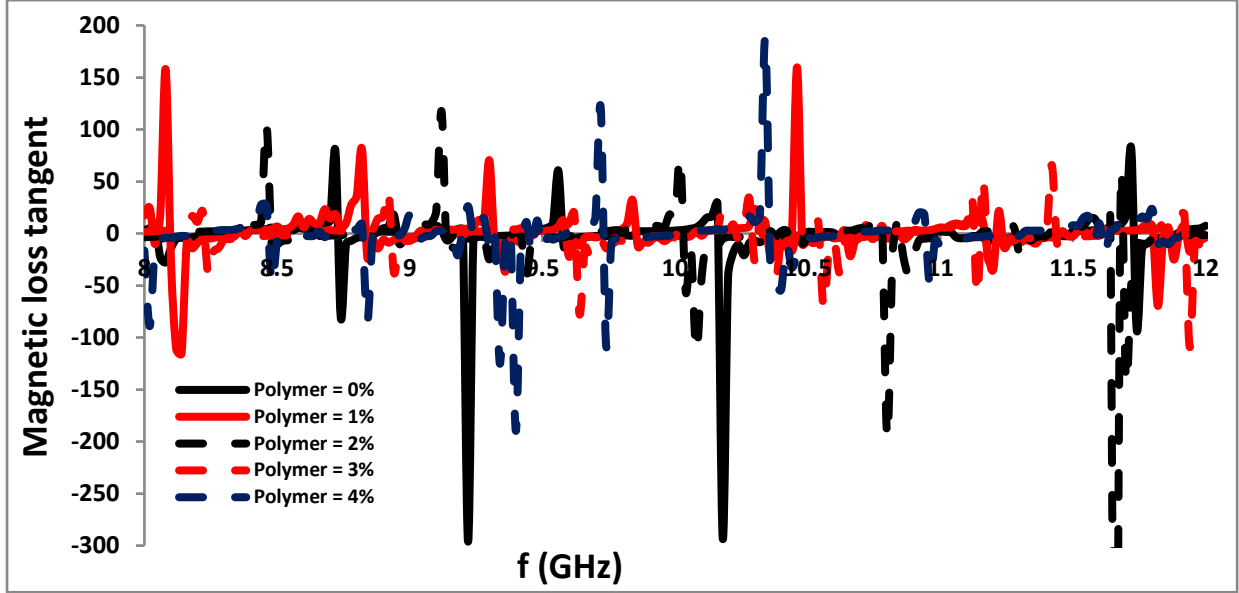


الشكل (3-35) يوضح النفاذية الخيالية كدالة للتردد للنسب البوليمر النانوي (0%، 1%، 2%، 3%، 4%)

The Magnetic Loss

3.1.3.2 الفقد المغناطيسي:

تم فحص الفقد المغناطيسي لـ نسب النانو بوليمر كدالة للتردد كما هو موضح في الشكل (3-36) ، يُلاحظ من الشكل أن هذا النانو بوليمر يحتوي على بعض القيم العالية لمعظم مكونات الطلاء باستثناء ذلك لـ (0%)، مما يجعله يعاني من خسارة صغيرة في المجال المغناطيسي.



الشكل (3-36) يوضح الفقد المغناطيسي لنسب البوليمر النانوي (0%، 1%، 2%، 3%، 4%) كدالة لتردد

جدول رقم (3-5) يوضح الخصائص المغناطيسية لنسب البوليمر النانوي المحضر

الخصائص المغناطيسية	نسب البوليمر النانوي	قيم النفاذية	تردد (GH)
النفاذية النسبية	0%	250000	10.5
	1%	150000	11
	2%	0	-
	3%	0	-
	4%	0	-
النفاذية الخيالية	%0	0.35	10.5
	%1	0	-
	%2	0	-
	%3	0	-
	%4	0	-
النفاذية الحقيقية	%0	0.15	10.5
	%1	0	-
	%2	0	-
	%3	0	-
	%4	0	-
الفقد المغناطيسي	%0	-250	9.5
	%1	150	8.1
	%2	100	8.5
	%3	50	8.8
	%4	200	9.8

(Conclusions) الاستنتاجات

- 1- تم تحضير البوليمر المشترك النانوي الجديد من تفاعل أنهيدرايد الفثاليك و الكليسرول وتشخيصه باستخدام تقنيات FT-IR ، ¹HNMR ، ¹³CNMR ، AFM و TEM.
- 2- عند اجراء الإختبارات الخاصة بتوهين الموجات المايكروية والمنبعثة من الرادار ضمن المدى الترددي من (8-12)GHz ، للنماذج الأربعة التي تم تحضيرها ، لاحظنا ان لهذه المواد القابلية على توهين الموجات المايكروية ضمن المدى الترددي اعلاه.
- 3- الزيادة الحاصلة بنسبة البوليمر النانوي تؤدي الى زيادة الانعكاسية حيث ان النموذج الرابع وصل الى قيمة امتصاص 100% عندما كانت نسبة البوليمر النانوي 4% من وزن الطلاء المستخدم لذا يمكن استخدام هذا النوع من البوليمر كغطاء خارجي لجدران العجلات العسكرية وحمايتها من الموجات الرادارية المعرضة لها.
- 4- المواد الأولية لتحضير المادة النانوية متوفرة ورخيصة الثمن.
- 5- طريقة تطبيقه في طلاء جدران العجلات أو المخازن العسكرية سهل وذلك باستخدام طريقة الرش.

الأعمال المستقبلية (Future Work)

- 1- تصنيع بوليمرات نانوية جديدة أخرى تستخدم لغرض توهين الموجات الرادارية .
- 2- إمكانية استخدام مادة غير الدهان الحراري لانتاج الخلطات الخاصة لتغليف جدران العجلات العسكرية لتوهين موجات الرادار .
- 3- من الممكن دراسة مقياس النانو لأنواع أخرى من البوليمر واستخدامها في تطبيقات الموجات الكهرومغناطيسية الأخرى غير الموجات الرادارية .
- 4- دراسة تأثير سمك الطلاء بالمتراكب البوليمري المحضر على توهين موجات الرادار ليتمكن استخدامه في تطبيقات متعددة.
- 5- دراسة تأثير وجود نسب معينة من الفرايت مع المتراكب البوليمري المحضر على توهين موجات الرادار.

يوضح الملحق الخصائص الخاصة بالبوليمر النانوي المحضر والتي تشمل خصائص كهرومغناطيسية (فقدان الانعكاسية, معامل الانعكاس, معامل النقل, نسبة موجة الجهد الدائمة, خسارة عدم التطابق, قوة الانعكاس, الطاقة النافذة) وخصائص كهربائية والتي تشمل (السماحية النسبية, السماحية الحقيقية, السماحية الخيالية) وخصائص مغناطيسية والتي تشمل (النفاذية النسبية, النفاذية الحقيقية, النفاذية الخيالية, الفقد المغناطيسي) باستخدام النسب المختلفة للنانو بوليمر المحضر (1%, 2%, 3%, 4%) عند الحزمة ال(x-band) علما ان هذه القيم استخدمت في استخراج اشكال الخواص الكهرومغناطيسية للنانو بوليمر المحضر من شكل (23-3) الى (36-3) حيث تم الحصول على هذه القيم باستخدام جهاز توهين موجات الرادار .

جدول (3-6) بين نتائج معامل الانعكاس كدالة لتردد لنسب النانو بوليمر

f GHz	Γ Polymer=0%	Γ Polymer=1%	Γ Polymer=2%	Γ Polymer=3%	Γ Polymer=4%
8	0.962261296	0.431028779	0.421757972	0.365428093	0.603494299
8.02	0.952708695	0.390970128	0.37713423	0.338535818	0.541207289
8.04	0.942940425	0.353008915	0.331989039	0.31522452	0.473339087
8.06	0.932155243	0.321313573	0.288633917	0.29755452	0.402251841
8.08	0.921358336	0.293872958	0.248530402	0.279481211	0.330570267
8.1	0.910042462	0.269451545	0.210251065	0.266746201	0.261706926
8.12	0.898197509	0.254248133	0.179112305	0.254222984	0.196548673
8.14	0.886966781	0.246087278	0.151722349	0.238575837	0.144193337
8.16	0.875444023	0.241433461	0.130488822	0.223798168	0.096682121
8.18	0.864649307	0.241061917	0.110532391	0.209821261	0.065280436
8.2	0.854174764	0.2457596	0.09424654	0.190706534	0.046639595
8.22	0.844145029	0.250907087	0.080720982	0.171173743	0.03474028
8.24	0.836248645	0.254316712	0.06865485	0.149956898	0.030931103
8.26	0.830277264	0.264744734	0.060838948	0.127405286	0.020706051
8.28	0.826633439	0.273594587	0.058555874	0.108343008	0.006725876
8.3	0.824693984	0.280429419	0.064435684	0.095742711	0.023963352
8.32	0.825204345	0.29430998	0.081322674	0.100166449	0.060998734
8.34	0.828016684	0.306376603	0.107421663	0.124512988	0.105118452
8.36	0.83399175	0.318972526	0.140013717	0.163514796	0.160285363
8.38	0.842573504	0.33905426	0.179468325	0.210216176	0.22635494
8.4	0.852308986	0.359377584	0.222678845	0.265015005	0.294785716
8.42	0.863957481	0.381833108	0.270330725	0.321007629	0.367405521
8.44	0.876344731	0.406556248	0.319873672	0.380488647	0.442014006
8.46	0.889429496	0.431305856	0.373594742	0.439297052	0.515458843
8.48	0.901973853	0.45971681	0.426011814	0.495542827	0.583447789
8.5	0.913711848	0.488805116	0.47779533	0.549485092	0.646393326
8.52	0.924112153	0.523644389	0.529405124	0.599573479	0.702720109
8.54	0.933731422	0.559857291	0.578495444	0.64513958	0.749508452
8.56	0.942485847	0.599939469	0.6247988	0.687338673	0.791589471
8.58	0.949845991	0.641901043	0.668496671	0.726257784	0.826363658
8.6	0.956527082	0.682519431	0.709355075	0.761485908	0.855061441
8.62	0.960973323	0.719512471	0.745028879	0.792497383	0.879375298
8.64	0.964660268	0.7568235	0.777755608	0.820397853	0.898965008
8.66	0.968334887	0.791281043	0.808003463	0.845481192	0.915381852
8.68	0.970827397	0.822078873	0.834907294	0.867685284	0.929022142
8.7	0.971979887	0.850919882	0.858942269	0.887113078	0.93960509
8.72	0.972144851	0.876210391	0.879768889	0.903480468	0.947477137
8.74	0.971492987	0.897683446	0.897801921	0.917371933	0.952954088

8.76	0.969036399	0.915007392	0.912309245	0.928168313	0.956464038
8.78	0.965565481	0.928570049	0.924002075	0.936108147	0.95725185
8.8	0.960574269	0.937694196	0.932015118	0.941044206	0.956166758
8.82	0.953855643	0.942035136	0.936218397	0.94280018	0.952566013
8.84	0.945041291	0.941139524	0.936139348	0.940359057	0.945882083
8.86	0.933860141	0.935194521	0.931038571	0.933238652	0.935701951
8.88	0.920397491	0.924237619	0.920813381	0.921074388	0.921980809
8.9	0.904007581	0.907598166	0.904242871	0.903149938	0.903588867
8.92	0.883303725	0.884533773	0.880862699	0.877364033	0.878859548
8.94	0.857858583	0.854372229	0.849301442	0.843205085	0.846550511
8.96	0.826447747	0.816667605	0.808907623	0.797893772	0.804938578
8.98	0.786204694	0.76902123	0.756533403	0.738347657	0.750245581
9	0.7344168	0.71109173	0.690115387	0.660822897	0.678176433
9.02	0.667802458	0.642446829	0.606946574	0.562030044	0.585594869
9.04	0.585755675	0.559199769	0.50533597	0.441261041	0.473626551
9.06	0.498010363	0.461812874	0.385770612	0.305826388	0.359138713
9.08	0.440010224	0.357223313	0.258600785	0.184296624	0.291536281
9.1	0.459317505	0.243225163	0.157772676	0.168955557	0.324720793
9.12	0.547764479	0.125358133	0.179880268	0.274448996	0.421916984
9.14	0.651561095	0.035815086	0.291140166	0.398608673	0.524688303
9.16	0.738823848	0.113588013	0.408104528	0.508573902	0.61166017
9.18	0.802424143	0.221981611	0.510633665	0.595206145	0.677570963
9.2	0.845387534	0.314416258	0.592293454	0.662165428	0.724045994
9.22	0.873548245	0.398977623	0.658007406	0.713685103	0.757880331
9.24	0.890884425	0.47248967	0.708586036	0.75059416	0.781300016
9.26	0.901336348	0.532630292	0.746683529	0.777380734	0.796007693
9.28	0.905207758	0.583605272	0.775467884	0.796262588	0.806128794
9.3	0.90466064	0.625817383	0.796033381	0.808898274	0.811531783
9.32	0.900260996	0.660832208	0.809516602	0.81635045	0.812763205
9.34	0.892106437	0.688526552	0.818917212	0.821256121	0.812172553
9.36	0.88146189	0.712472114	0.825637455	0.824560259	0.810973437
9.38	0.867671016	0.732669856	0.829260627	0.825510167	0.807750533
9.4	0.849659799	0.747164238	0.82944281	0.824546804	0.802438881
9.42	0.827647921	0.76209644	0.828784188	0.822593732	0.797691293
9.44	0.800016294	0.77380317	0.825414519	0.818376558	0.790165729
9.46	0.76772003	0.781824663	0.821813903	0.813760662	0.782234711
9.48	0.731557993	0.790702044	0.818315854	0.808861157	0.775962843
9.5	0.694828778	0.798298411	0.815225298	0.804304735	0.77007864
9.52	0.663431556	0.80264232	0.81125679	0.798524402	0.76393054
9.54	0.648394852	0.806443898	0.806686816	0.792763365	0.75885757
9.56	0.656179474	0.809781736	0.802072041	0.785907494	0.754576907

9.58	0.684317852	0.811627343	0.796808738	0.778663299	0.749982046
9.6	0.722492208	0.811427393	0.791159902	0.770523255	0.746441959
9.62	0.760823621	0.811810022	0.785307885	0.762375123	0.744031072
9.64	0.793336886	0.811595425	0.778576478	0.753264083	0.741206649
9.66	0.818924416	0.808202137	0.771037798	0.743637641	0.738353184
9.68	0.837860007	0.805508214	0.762453249	0.733414228	0.735434651
9.7	0.851196514	0.802443999	0.75329879	0.72267377	0.731909276
9.72	0.860383242	0.796757509	0.743338276	0.711672842	0.727616876
9.74	0.866295297	0.791394291	0.73321516	0.701201367	0.724452359
9.26	0.901336348	0.532630292	0.746683529	0.777380734	0.796007693
9.28	0.905207758	0.583605272	0.775467884	0.796262588	0.806128794
9.3	0.90466064	0.625817383	0.796033381	0.808898274	0.811531783
9.32	0.900260996	0.660832208	0.809516602	0.81635045	0.812763205
9.34	0.892106437	0.688526552	0.818917212	0.821256121	0.812172553
9.36	0.88146189	0.712472114	0.825637455	0.824560259	0.810973437
9.38	0.867671016	0.732669856	0.829260627	0.825510167	0.807750533
9.4	0.849659799	0.747164238	0.82944281	0.824546804	0.802438881
9.42	0.827647921	0.76209644	0.828784188	0.822593732	0.797691293
9.44	0.800016294	0.77380317	0.825414519	0.818376558	0.790165729
9.46	0.76772003	0.781824663	0.821813903	0.813760662	0.782234711
9.48	0.731557993	0.790702044	0.818315854	0.808861157	0.775962843
9.5	0.694828778	0.798298411	0.815225298	0.804304735	0.77007864
9.52	0.663431556	0.80264232	0.81125679	0.798524402	0.76393054
9.54	0.648394852	0.806443898	0.806686816	0.792763365	0.75885757
9.56	0.656179474	0.809781736	0.802072041	0.785907494	0.754576907
9.58	0.684317852	0.811627343	0.796808738	0.778663299	0.749982046
9.6	0.722492208	0.811427393	0.791159902	0.770523255	0.746441959
9.62	0.760823621	0.811810022	0.785307885	0.762375123	0.744031072
9.64	0.793336886	0.811595425	0.778576478	0.753264083	0.741206649
9.66	0.818924416	0.808202137	0.771037798	0.743637641	0.738353184
9.68	0.837860007	0.805508214	0.762453249	0.733414228	0.735434651
9.7	0.851196514	0.802443999	0.75329879	0.72267377	0.731909276
9.72	0.860383242	0.796757509	0.743338276	0.711672842	0.727616876
9.74	0.866295297	0.791394291	0.73321516	0.701201367	0.724452359
9.62	0.760823621	0.811810022	0.785307885	0.762375123	0.744031072
9.64	0.793336886	0.811595425	0.778576478	0.753264083	0.741206649
9.66	0.818924416	0.808202137	0.771037798	0.743637641	0.738353184
9.68	0.837860007	0.805508214	0.762453249	0.733414228	0.735434651
9.7	0.851196514	0.802443999	0.75329879	0.72267377	0.731909276
9.72	0.860383242	0.796757509	0.743338276	0.711672842	0.727616876
9.74	0.866295297	0.791394291	0.73321516	0.701201367	0.724452359

9.62	0.760823621	0.811810022	0.785307885	0.762375123	0.744031072
9.64	0.793336886	0.811595425	0.778576478	0.753264083	0.741206649
9.66	0.818924416	0.808202137	0.771037798	0.743637641	0.738353184
9.68	0.837860007	0.805508214	0.762453249	0.733414228	0.735434651
9.7	0.851196514	0.802443999	0.75329879	0.72267377	0.731909276
9.72	0.860383242	0.796757509	0.743338276	0.711672842	0.727616876
9.74	0.866295297	0.791394291	0.73321516	0.701201367	0.724452359
9.62	0.760823621	0.811810022	0.785307885	0.762375123	0.744031072
9.64	0.793336886	0.811595425	0.778576478	0.753264083	0.741206649
9.66	0.818924416	0.808202137	0.771037798	0.743637641	0.738353184
9.68	0.837860007	0.805508214	0.762453249	0.733414228	0.735434651
9.7	0.851196514	0.802443999	0.75329879	0.72267377	0.731909276
9.72	0.860383242	0.796757509	0.743338276	0.711672842	0.727616876
9.74	0.866295297	0.791394291	0.73321516	0.701201367	0.724452359
9.76	0.869340278	0.785949727	0.723243594	0.690730426	0.720533021
9.78	0.870089383	0.778758424	0.713003497	0.680606318	0.716583955
9.8	0.868441395	0.770291793	0.702399829	0.670355392	0.712737461
9.82	0.864489636	0.763549872	0.692222747	0.661373802	0.709129338
9.84	0.858166608	0.756155885	0.68211143	0.652654729	0.704328919
9.86	0.851787057	0.74566429	0.671759858	0.644117433	0.699226503
9.88	0.850036956	0.736119286	0.661935655	0.636384701	0.696879826
9.9	0.849375765	0.728375238	0.654073478	0.629883913	0.696844155
9.92	0.846949788	0.718920983	0.646973348	0.62352252	0.697372723
9.94	0.843446589	0.711168021	0.640546323	0.618430905	0.699052558
9.96	0.839249277	0.704786621	0.635705046	0.614594373	0.700935317
9.98	0.833881768	0.696167257	0.631827113	0.611555073	0.703247778
10	0.828589091	0.688172698	0.629352022	0.609304042	0.706149357
10.02	0.823456019	0.681443844	0.628018191	0.609112059	0.709906899
10.04	0.819224316	0.674514699	0.627449599	0.608782133	0.712995017
10.06	0.81646426	0.665716438	0.627110265	0.609035702	0.715955357
10.08	0.81379948	0.659522341	0.627483739	0.609075595	0.718229563
10.1	0.811928425	0.653665746	0.628912158	0.610357866	0.720674725
10.12	0.810775432	0.646214007	0.631910242	0.612046799	0.723714374
10.14	0.810821283	0.644400724	0.636882408	0.614550554	0.728696258
10.16	0.811510177	0.644237102	0.643251324	0.617328889	0.733397108
10.18	0.812765409	0.643904284	0.650164559	0.618932058	0.738345896
10.2	0.815320165	0.646985202	0.657366596	0.618705501	0.744400492
10.22	0.819012665	0.653643463	0.666199687	0.620020672	0.751424822
10.24	0.824514417	0.659169026	0.675486651	0.619937089	0.759192728
10.26	0.831824824	0.665604594	0.683984778	0.617671904	0.768271723
10.28	0.840750391	0.675017809	0.694209348	0.615355507	0.777403643

10.3	0.850088591	0.683164883	0.702120521	0.60936772	0.784879743
10.32	0.86035985	0.689852975	0.708400092	0.601355236	0.792477084
10.34	0.871285709	0.698755601	0.714955337	0.594334033	0.800099807
10.36	0.882219026	0.706569819	0.719515154	0.58348945	0.806178294
10.38	0.893366819	0.713044586	0.723029092	0.571721191	0.81117763
10.4	0.9053271	0.718892178	0.725503882	0.559141987	0.815554913
10.42	0.916817266	0.725422124	0.725552569	0.545918656	0.817901911
10.44	0.927098132	0.729312189	0.723282472	0.530777988	0.817480782
10.46	0.937506928	0.730842758	0.718892506	0.516600619	0.816064523
10.48	0.948103988	0.732379499	0.712185953	0.505312424	0.813875354
10.5	0.958359374	0.734991536	0.705204336	0.494965792	0.810428556
10.52	0.967757073	0.733091013	0.695594465	0.488515284	0.806450834
10.54	0.976354126	0.731525667	0.684235643	0.486843399	0.801169422
10.56	0.984570467	0.728900073	0.672985904	0.48713238	0.794315723
10.58	0.992113202	0.723843804	0.660867908	0.494711307	0.78637879
10.6	0.999034481	0.719229686	0.648431737	0.505233091	0.778137566
10.62	0.993939764	0.712156444	0.638108704	0.522358193	0.77004379
10.64	0.987967963	0.703378363	0.627136581	0.542110493	0.760151696
10.66	0.981846043	0.692843254	0.6154949	0.564483753	0.751659836
10.68	0.976687749	0.681802008	0.608143296	0.587461985	0.741035904
10.7	0.972789719	0.666969821	0.601834138	0.610828982	0.73027416
10.72	0.969028207	0.650780632	0.598306224	0.633991319	0.72222477
10.74	0.965853462	0.634995406	0.600322427	0.65577061	0.715153632
10.76	0.963158942	0.617929596	0.604494954	0.676441927	0.710014714
10.78	0.961728734	0.599993861	0.609606432	0.693061815	0.707431397
10.8	0.960500955	0.585423792	0.618068044	0.707581062	0.706347919
10.82	0.960015079	0.570853579	0.627255661	0.718852697	0.707134855
10.84	0.961230453	0.5568344	0.634641173	0.725792095	0.70955172
10.86	0.963045534	0.549084476	0.644799659	0.730894346	0.713734656
10.88	0.965502124	0.54146649	0.652872348	0.733633306	0.719721083
10.9	0.969254391	0.536876024	0.659632088	0.733234887	0.725643681
10.92	0.973097147	0.535853142	0.666470598	0.732572268	0.732325313
10.94	0.97646299	0.53855228	0.672629929	0.730860679	0.738968983
10.96	0.98045269	0.541399202	0.675916929	0.727398671	0.743658016
10.98	0.984519423	0.548557014	0.679234824	0.723701769	0.748743299
11	0.988784863	0.557043918	0.6813694	0.719601981	0.752703347
11.02	0.99358437	0.564440052	0.682569895	0.714946042	0.755333646
11.04	0.998062083	0.572940916	0.682243202	0.710411119	0.757197331
11.06	0.996789055	0.581811227	0.68217184	0.704620123	0.757898769
11.08	0.990288351	0.584999022	0.678999159	0.698648763	0.756880407
11.1	0.983336225	0.589395012	0.67573447	0.691972521	0.755434652

11.12	0.975205357	0.591089725	0.671978971	0.684587744	0.752266813
11.14	0.965804521	0.589094565	0.665893855	0.676782178	0.74805282
11.16	0.955376199	0.585735843	0.657980971	0.667194435	0.742060283
11.18	0.94364723	0.579908274	0.649682208	0.656790844	0.734620702
11.2	0.930845319	0.572227287	0.638589983	0.645512636	0.726383911
11.22	0.917351122	0.562730304	0.626475672	0.632985322	0.717423437
11.24	0.903041525	0.54927724	0.613420709	0.620487223	0.708295877
11.26	0.88814566	0.536032089	0.599697606	0.608390095	0.699065721
11.28	0.872501621	0.520392583	0.584312209	0.595989285	0.689365408
11.3	0.855619818	0.500636368	0.570005492	0.58445026	0.679139051
11.32	0.837212095	0.483130805	0.555694299	0.573385761	0.668814585
11.34	0.81678069	0.459713058	0.540900874	0.562912406	0.658048019
11.36	0.793398213	0.437717235	0.526908928	0.553875701	0.646275854
11.38	0.765823291	0.413699109	0.514053277	0.54425013	0.633387664
11.4	0.733000199	0.386155369	0.499458794	0.534322551	0.616918009
11.42	0.691632603	0.355789895	0.482457335	0.51959015	0.594961126
11.44	0.635904205	0.321477633	0.457574019	0.495145312	0.562004519
11.46	0.559879373	0.27882895	0.417146456	0.453705827	0.511860848
11.48	0.487747465	0.244716887	0.372444871	0.408101787	0.463818942
11.5	0.500305922	0.271482687	0.390947352	0.425079844	0.483111021
11.52	0.568244046	0.334655241	0.459198947	0.491967609	0.544607248
11.54	0.616832991	0.386571864	0.514354037	0.545958016	0.590868479
11.56	0.647709724	0.428875907	0.554546425	0.583958126	0.621993883
11.58	0.673830196	0.470898154	0.590045778	0.615721154	0.648755076
11.6	0.700350845	0.51377381	0.623160815	0.645503877	0.674928008
11.62	0.728416388	0.555401841	0.656190423	0.674174959	0.70201882
11.64	0.758213294	0.598205811	0.688671544	0.702690949	0.729615041
11.66	0.788504847	0.638327774	0.719945842	0.730033111	0.756826645
11.68	0.817426535	0.678178034	0.749310118	0.755256533	0.782742441
11.7	0.844760076	0.714798978	0.776150524	0.778654591	0.807201431
11.72	0.870376908	0.749096572	0.800343583	0.799696469	0.829541359
11.74	0.892975458	0.780959393	0.821803548	0.818080529	0.849254645
11.76	0.91256699	0.8091381	0.839985096	0.833370107	0.865961855
11.78	0.930879631	0.834726122	0.855407243	0.846607688	0.879834635
11.8	0.946265944	0.857004342	0.867671116	0.85705843	0.890368042
11.82	0.960113235	0.876642093	0.877497441	0.864848751	0.89877909
11.84	0.972227423	0.893847474	0.885146066	0.87076028	0.905070087
11.86	0.983374719	0.909543385	0.89128785	0.874980796	0.910128625
11.88	0.993170249	0.922496693	0.895625792	0.877726877	0.913661833
11.9	0.99744505	0.934429706	0.899425546	0.879822599	0.916474352
11.92	0.988385808	0.946114686	0.902894814	0.882129719	0.919299424

11.94	0.980030985	0.95623246	0.906079443	0.884003307	0.922246893
11.96	0.972590248	0.96571787	0.909098718	0.886106989	0.925328997
11.98	0.9661915	0.974069419	0.911581907	0.88749929	0.928604468
12	0.95916279	0.982892787	0.914964514	0.889999888	0.932655481

جدول (3-7) يوضح نتائج معامل النقل كدالة لتردد

f GHz	Z (Polymer=0%)	Z (Polymer=1%)	Z (Polymer=2%)	Z (Polymer=3%)	Z (Polymer=4%)
8	0.006005001	0.00054614	0.009651444	0.008178417	0.004143082
8.02	0.006954813	0.000758125	0.007934235	0.008121122	0.003707103
8.04	0.007460076	0.000944806	0.008904839	0.00800745	0.005509234
8.06	0.005985666	0.000875	0.009307963	0.007033209	0.005841753
8.08	0.00339612	0.00056166	0.006436265	0.007351935	0.003470285
8.1	0.003888361	0.00072042	0.008059776	0.008394526	0.004648766
8.12	0.003982199	0.000822701	0.006302114	0.006493387	0.00617575
8.14	0.002797784	0.000635203	0.006931869	0.006528031	0.00553243
8.16	0.001942601	0.000481874	0.006368876	0.008686195	0.004305382
8.18	0.002622682	0.000702751	0.006579765	0.006499782	0.006452391
8.2	0.002238205	0.000644079	0.006622656	0.005512257	0.005744552
8.22	0.001374233	0.000421517	0.007298246	0.007324957	0.004601972
8.24	0.001547837	0.000497599	0.006244108	0.006964822	0.004538807
8.26	0.001976947	0.000660407	0.006471262	0.004903771	0.005560646
8.28	0.001265595	0.000433213	0.007323019	0.006778098	0.00400171
8.3	0.001334946	0.00046347	0.008032607	0.006050488	0.002727548
8.32	0.001607488	0.000561485	0.006187366	0.005387428	0.003217118
8.34	0.001591571	0.000552206	0.006739177	0.005421462	0.004426146
8.36	0.001359586	0.000460822	0.007392558	0.005268872	0.002930968
8.38	0.001601662	0.00052494	0.006848822	0.005019556	0.00236891
8.4	0.00137276	0.00043124	0.006172212	0.005469439	0.003017516
8.42	0.001172959	0.000348202	0.005972082	0.005029863	0.003393881
8.44	0.001096434	0.000304769	0.007380342	0.005652373	0.003753575
8.46	0.001161724	0.000298168	0.007973237	0.006854322	0.0026564
8.48	0.001066733	0.000252181	0.006326961	0.005808567	0.005379955
8.5	0.000767099	0.000166439	0.006448342	0.007004531	0.005415354
8.52	0.00153721	0.000309257	0.006719373	0.006907697	0.005295764
8.54	0.001132217	0.000211327	0.006374443	0.007789586	0.003496096
8.56	0.0023728	0.000414155	0.005528207	0.008521373	0.005434034
8.58	0.00274066	0.000455837	0.007929966	0.009023216	0.007536516
8.6	0.002314473	0.000368534	0.006804922	0.010918625	0.001566239
8.62	0.003196416	0.000507194	0.007552272	0.009623785	0.002184564
8.64	0.004540819	0.00073796	0.010828621	0.010264098	0.006135893
8.66	0.004405997	0.000734518	0.012799193	0.012479371	0.004811313
8.68	0.004884083	0.000866197	0.01199274	0.013852968	0.001858639
8.7	0.006502691	0.001302176	0.013556187	0.011548289	0.005356276
8.72	0.005888404	0.001392803	0.0167132	0.009341323	0.005182465
8.74	0.00626226	0.001812695	0.018609665	0.018545085	0.003991041
8.76	0.007274266	0.002724921	0.020757992	0.016535767	0.005748182
8.78	0.008355025	0.004105007	0.018213219	0.0152087	0.003451954
8.8	0.008003079	0.005123658	0.013688998	0.020177043	0.010277458
8.82	0.007118811	0.005701179	0.014047768	0.021417154	0.01140318
8.84	0.011831838	0.011067257	0.01407661	0.023082136	0.014899153
8.86	0.014844862	0.015142099	0.016730654	0.032347594	0.013033986
8.88	0.00995882	0.010441203	0.020267186	0.025965022	0.007575801
8.9	0.00377146	0.003910625	0.014640471	0.018134171	0.008161434
8.92	0.002075434	0.002096172	0.008550662	0.015698241	0.006568113
8.94	0.002358543	0.002306418	0.010689687	0.014403382	0.002317162
8.96	0.001683805	0.001602565	0.008557587	0.010412764	0.002422925
8.98	0.001050946	0.000982211	0.00783161	0.007944911	0.001042028
9	0.000911186	0.000849039	0.007878529	0.006765748	0.002112732
9.02	0.000881351	0.000831492	0.008466602	0.00706144	0.00226616
9.04	0.000351338	0.000335795	0.005865924	0.006454978	0.000941206
9.06	0.000542096	0.000518156	0.003341903	0.005390895	0.002308882
9.08	0.000367693	0.000339875	0.00336509	0.003830304	0.002301673

9.1	0.00010144	8.50715E-05	0.002236762	0.002577761	0.002009017
9.12	0.000270077	0.00019206	0.002457626	0.002812895	0.00244981
9.14	0.000160456	9.24561E-05	0.002181987	0.002808069	0.002284134
9.16	0.000192372	8.85058E-05	0.001919152	0.001813843	0.003062773
9.18	0.000329137	0.000123286	0.002934283	0.00381339	0.001230934
9.2	0.000422443	0.000133754	0.003212241	0.004886314	0.002111131
9.22	0.000665198	0.00018743	0.002178034	0.003280435	0.003264654
9.24	0.001361039	0.000361525	0.001802445	0.004696706	0.001844984
9.26	0.001306915	0.000342267	0.002198078	0.005918386	0.003827405
9.28	0.001325482	0.000363025	0.001632939	0.00586356	0.003492509
9.3	0.001769614	0.000528218	0.001759026	0.004161244	0.002066
9.32	0.00174904	0.000588489	0.004191355	0.005550826	0.001272603
9.34	0.001658211	0.000643654	0.002045054	0.00610496	0.003201573
9.36	0.002047671	0.000927495	0.002038705	0.002746606	0.001009499
9.38	0.002403366	0.00128237	0.00307597	0.001975026	0.000697952
9.4	0.00276866	0.001742878	0.000623651	0.001564494	0.00163752
9.42	0.003424711	0.002573383	0.001219832	0.001758332	0.000626348
9.44	0.003394818	0.00304578	0.000644837	0.000478434	0.001227737
9.46	0.003899751	0.004118984	0.000906517	0.002558996	0.001190451
9.48	0.004192706	0.00519976	0.001583899	0.003493905	0.000617508
9.5	0.004167351	0.005942341	0.00134989	0.002807663	0.003094805
9.52	0.004010234	0.006310927	0.00225322	0.002764743	0.002114469
9.54	0.004187965	0.006942281	0.001694501	0.004620775	0.001823623
9.56	0.004749186	0.007855659	0.001891739	0.004136658	0.002589158
9.58	0.004828695	0.007523313	0.003380678	0.003694518	0.002909847
9.6	0.004495074	0.006290126	0.003900104	0.003664446	0.002697391
9.62	0.004390987	0.005423521	0.00244253	0.00363285	0.001922385
9.64	0.004326764	0.004698146	0.002652266	0.003746751	0.002203122
9.66	0.004284792	0.004069234	0.004275139	0.003098321	0.002869422
9.68	0.003883899	0.003295852	0.003030261	0.002436834	0.003126289
9.7	0.004381187	0.003389274	0.00360266	0.002891483	0.003195507
9.72	0.003343758	0.002378324	0.002803488	0.002322038	0.001873517
9.74	0.003141586	0.002097765	0.003542503	0.000922099	0.002686996
9.76	0.003714556	0.002373302	0.002932879	0.001882061	0.002911783
9.78	0.002494857	0.001540175	0.001259448	0.002715021	0.002385075
9.8	0.003421514	0.002068234	0.002770074	0.001396499	0.001445709
9.82	0.002870991	0.00173956	0.0020761	0.002849328	0.001591337
9.84	0.002593443	0.001596122	0.00194874	0.003071397	0.001631835
9.86	0.002738328	0.001692765	0.002477632	0.002584227	0.000814225
9.88	0.002900474	0.001756501	0.002626578	0.003104173	0.002420858
9.9	0.002248039	0.001333883	0.00314726	0.002969558	0.00199653
9.92	0.002347	0.001373153	0.002186422	0.002703509	0.001784094
9.94	0.00243641	0.001422678	0.002179574	0.002852422	0.002628118
9.96	0.002485323	0.001460059	0.002243095	0.002899743	0.002643207
9.98	0.002669708	0.001578155	0.002928228	0.002786217	0.00292864
10	0.003195648	0.001902746	0.00169483	0.003740849	0.003103607
10.02	0.00291559	0.00175228	0.001888306	0.002858089	0.002678039
10.04	0.003152086	0.001901962	0.002412451	0.002267371	0.002891597
10.06	0.003063833	0.0018344	0.001666605	0.00293501	0.003107749
10.08	0.003114088	0.001861349	0.001880525	0.002567928	0.002403963
10.1	0.0028927	0.001721174	0.002662401	0.00198813	0.002294952
10.12	0.00204801	0.001204891	0.002435422	0.001142075	0.003061109
10.14	0.002388999	0.001399576	0.001992149	0.001869573	0.003327246
10.16	0.002227702	0.001300356	0.001977388	0.003020122	0.002874375
10.18	0.002038225	0.001181784	0.003628237	0.000591809	0.002430822
10.2	0.001959112	0.001129667	0.002951778	0.001988334	0.003270782
10.22	0.002053365	0.001180282	0.001158004	0.002360686	0.002987599
10.24	0.00192534	0.001090102	0.003337807	0.000789167	0.002838363
10.26	0.001723649	0.000953374	0.002181382	0.002418785	0.003589295
10.28	0.00259873	0.001399446	0.002371727	0.002079513	0.003645249
10.3	0.002512179	0.001306524	0.001407519	0.000639829	0.002606009
10.32	0.002391426	0.001185353	0.00260085	0.001126504	0.004145358
10.34	0.003557448	0.001674376	0.002647499	0.001993968	0.003638782
10.36	0.003856691	0.001707368	0.000838402	0.001198962	0.003756879
10.38	0.004223111	0.001734486	0.001551001	0.000569521	0.002843471
10.4	0.0051428	0.001919833	0.001772604	0.001682044	0.004112049
10.42	0.006145747	0.002068325	0.001918045	0.001119198	0.004800899
10.44	0.006333586	0.00190084	0.000399408	0.000711935	0.003330121
10.46	0.007886945	0.002049863	0.001508709	0.002622664	0.005968411
10.48	0.00905027	0.001973646	0.000559341	0.002381082	0.007761149

10.5	0.00908178	0.001610856	0.002351643	0.000600662	0.005894195
10.52	0.00951281	0.001304867	0.000864077	0.001302346	0.005518607
10.54	0.010696339	0.0010754	0.002605487	0.001831394	0.006745192
10.56	0.022270303	0.001455518	0.002001511	0.002534976	0.006825533
10.58	0.032484322	0.001072255	0.002787661	0.002561319	0.005541167
10.6	0.242632189	0.00097459	0.001999634	0.001576256	0.008248646
10.62	26.54921305	0.000934653	0.002960181	0.001747924	0.008152797
10.64	55.6082734	0.000872043	0.001622635	0.003131546	0.005569335
10.66	99.367333	0.000722275	0.003461262	0.002552193	0.009368888
10.68	110.6625989	0.000815648	0.002928878	0.002223788	0.010382716
10.7	148.5279679	0.000687916	0.002055774	0.003649306	0.010014463
10.72	137.3370485	0.000820253	0.003744249	0.004284906	0.006611187
10.74	236.7662285	0.000509257	0.001783303	0.004215189	0.00844716
10.76	302.4802689	0.000416954	0.002696319	0.003734431	0.008864398
10.78	203.9098599	0.000621984	0.003498994	0.006539835	0.005311197
10.8	234.4433802	0.000544722	0.002955352	0.005111696	0.006404229
10.82	334.7403624	0.000376836	0.001991306	0.004487985	0.006821934
10.84	271.161639	0.000439877	0.002544681	0.00341201	0.004633359
10.86	202.0326469	0.000554272	0.001881775	0.00447036	0.005354207
10.88	264.4681296	0.000389122	0.001421219	0.003406449	0.005957122
10.9	321.7286849	0.000281441	0.003258407	0.003337127	0.007530476
10.92	214.9527495	0.000365844	0.003631973	0.005117359	0.00439545
10.94	273.3154727	0.000251439	0.003247181	0.00345202	0.006196063
10.96	171.4359263	0.000332324	0.00226138	0.002570611	0.006056404
10.98	137.164113	0.000330551	0.002919255	0.003378058	0.006145395
11	155.2451664	0.000213067	0.002252753	0.002591372	0.00284388
11.02	61.62252616	0.000308605	0.001281401	0.000930773	0.005800473
11.04	16.06691209	0.000360215	0.00088791	0.003046589	0.005800572
11.06	0.037731826	0.000365591	0.00214479	0.002448174	0.002926879
11.08	0.012632668	0.000371197	0.002714655	0.001979596	0.003319587
11.1	0.007792779	0.000394628	0.00170084	0.002103963	0.004535276
11.12	0.003458706	0.000260349	0.00475372	0.002511942	0.004500107
11.14	0.002674719	0.000275355	0.003832858	0.002518853	0.002711931
11.16	0.000968264	0.000128612	0.003593643	0.00213071	0.004126941
11.18	0.001028679	0.00016976	0.002546654	0.002522548	0.004343459
11.2	0.001145002	0.000227325	0.003091012	0.002323199	0.003017088
11.22	0.000560934	0.000130082	0.003369795	0.001536223	0.001669914
11.24	0.000773066	0.000204273	0.000954816	0.0015054	0.003365342
11.26	0.000790202	0.000234174	0.00123831	0.001782477	0.003215075
11.28	0.000284401	9.31142E-05	0.000572126	0.001456805	0.001604817
11.3	0.000569017	0.000203437	0.000788275	0.001961205	0.002071401
11.32	0.000690263	0.0002693	0.000983681	0.001351302	0.002798134
11.34	0.000514095	0.000216983	0.000269421	0.000662277	0.001450781
11.36	0.000508341	0.00023299	0.000555228	0.001128978	0.001639616
11.38	0.001011004	0.000504389	0.00173771	0.000634187	0.001335711
11.4	0.00116926	0.000635843	0.001875779	0.000423509	0.001697114
11.42	0.001280559	0.000764811	0.002128755	0.000595492	0.001062102
11.44	0.001328931	0.000882779	0.002559249	0.001397606	0.001281362
11.46	0.001291645	0.000961513	0.003498715	0.000962747	0.002085984
11.48	0.001432877	0.001161561	0.002688476	0.000859777	0.001562136
11.5	0.001687443	0.001365725	0.002376412	0.001707934	0.001175362
11.52	0.00162764	0.001241065	0.00187248	0.002009476	0.001229349
11.54	0.002113264	0.001539223	0.002027344	0.001098284	0.001417422
11.56	0.002874909	0.002044936	0.002018132	0.00221675	0.001316259
11.58	0.003172409	0.002225463	0.001881075	0.002726576	0.000707807
11.6	0.003087354	0.002137161	0.001943244	0.002671108	0.00052819
11.62	0.003395434	0.002304812	0.002075528	0.003424293	0.00108706
11.64	0.003427101	0.00226879	0.002264287	0.002920648	0.000821795
11.66	0.003629585	0.002317035	0.001989282	0.003742543	0.001154644
11.68	0.004426952	0.00271986	0.002949958	0.004735493	0.001577981
11.7	0.005593835	0.003275651	0.003326663	0.00566807	0.000877452
11.72	0.005544609	0.003063188	0.004228886	0.004268957	0.002469818
11.74	0.00607087	0.003152941	0.006085131	0.006427884	0.003428127
11.76	0.008247332	0.003994253	0.005070766	0.006969654	0.003044679
11.78	0.009644984	0.004245261	0.007781182	0.005388802	0.003427203
11.8	0.012784225	0.005034839	0.009807229	0.006495549	0.007133095
11.82	0.01618532	0.005465623	0.009055569	0.007540379	0.007711817
11.84	0.020293712	0.005528088	0.012017287	0.005610218	0.005796786
11.86	0.032961356	0.006286637	0.013730223	0.005714898	0.007158137
11.88	0.075516036	0.006860648	0.011421902	0.008447708	0.009983367

11.9	5.487592669	0.00713873	0.013608277	0.007125151	0.00885515
11.92	18.4418303	0.012187993	0.014642324	0.005848241	0.007075123
11.94	40.60457266	0.011837535	0.009259109	0.009884033	0.009548948
11.96	66.80838095	0.012695933	0.00929731	0.007871678	0.012181324
11.98	71.2395189	0.01952401	0.011704832	0.005914978	0.006113614
12	85.69287726	0.029925007	0.011191873	0.00833894	0.011824605

جدول (3-8) نتائج خسارة الاشعة الساقطة كدالة لتردد لنسب النانو بوليمر

f GHz	Return Loss dB				
	Polymer=0%	Polymer=1%	Polymer=2%	Polymer=3%	Polymer=4%
8	0.33413964	7.30987464	7.498733996	8.743961368	4.386536563
8.02	0.42079742	8.157128475	8.470080947	9.407907488	5.332727261
8.04	0.510314902	9.044286534	9.577525102	10.02760017	6.49655262
8.06	0.610235069	9.861418572	10.79305272	10.52866897	7.910039187
8.08	0.71142861	10.63680751	12.09240954	11.07294768	9.614724235
8.1	0.818766869	11.39038644	13.54523592	11.47803515	11.64369568
8.12	0.932563075	11.89484455	14.93749154	11.89570376	14.1305977
8.14	1.041852908	12.17821673	16.37900886	12.44747089	16.82109616
8.16	1.155432363	12.3440508	17.6885338	13.00286945	20.29307666
8.18	1.263200041	12.35742787	19.13020867	13.56301013	23.70433902
8.2	1.36906527	12.18979018	20.5146917	14.39268852	26.62490451
8.22	1.471658648	12.00974144	21.86027125	15.33125703	29.18333368
8.24	1.553291461	11.89250201	23.26657554	16.48067104	30.19209198
8.26	1.615537091	11.5434534	24.31636604	17.89625104	33.67805454
8.28	1.653740616	11.25784998	24.64859061	19.30398222	43.44502268
8.3	1.674143473	11.04352856	23.8174712	20.37788555	32.40904857
8.32	1.668769877	10.62390022	21.79576694	19.9855544	24.29358362
8.34	1.639218245	10.27488806	19.37816258	18.09570689	19.56642089
8.36	1.576764907	9.924934442	17.07658828	15.72885888	15.90212269
8.38	1.487844043	9.394615893	14.92024381	13.54667735	12.90420046
8.4	1.388058653	8.888980299	13.04642081	11.53459072	10.60987128
8.42	1.270152614	8.362528345	11.36209181	9.869692931	8.697086441
8.44	1.146500408	7.817587199	9.90043008	8.393165937	7.091279382
8.46	1.017769441	7.304292895	8.551984894	7.144834216	5.756120105
8.48	0.896121035	6.750192314	7.411567141	6.098376122	4.679960035
8.5	0.783814868	6.217285154	6.415161992	5.200881717	3.790062723
8.52	0.685506371	5.61927091	5.524237196	4.443151716	3.064352373
8.54	0.595560522	5.038453236	4.754001135	3.806926263	2.504469306
8.56	0.514503252	4.437851315	4.085196269	3.256584395	2.02999982
8.58	0.446936117	3.850638368	3.498015022	2.778183991	1.656575815
8.6	0.386054586	3.317699594	2.982726391	2.366762582	1.360053555
8.62	0.345773368	2.85923349	2.556537856	2.020043268	1.116514757
8.64	0.312512169	2.420107821	2.183136974	1.7195097	0.925144253
8.66	0.279488422	2.033384779	1.851735558	1.457920981	0.767954044
8.68	0.257159528	1.701730259	1.567234893	1.232755362	0.639478698
8.7	0.246854439	1.402226574	1.320720501	1.040420368	0.541092785
8.72	0.245380394	1.147832019	1.112627999	0.881624635	0.468625222
8.74	0.251206607	0.937535673	0.936389392	0.749091024	0.418560449
8.76	0.273198189	0.771507952	0.797158481	0.647465239	0.386627082
8.78	0.304365374	0.643706574	0.68654107	0.573479499	0.379475711
8.8	0.349381024	0.55877544	0.611540856	0.527799501	0.389327184
8.82	0.410346936	0.518657976	0.572456583	0.511606864	0.422098354
8.84	0.490984314	0.526919755	0.57319	0.534125768	0.48326002
8.86	0.594363219	0.581960924	0.620646537	0.600145646	0.577249296
8.88	0.720491475	0.684327171	0.716567569	0.714105873	0.705562376
8.9	0.87655855	0.842127806	0.87429813	0.884802867	0.880582569
8.92	1.077798763	1.065711606	1.101835602	1.136403459	1.121610498
8.94	1.331685986	1.36705753	1.418762774	1.481335659	1.446942474
8.96	1.655692001	1.759093426	1.842021436	1.961098495	1.884745154
8.98	2.089287347	2.281233419	2.423437834	2.634781975	2.49593108
9	2.681147947	2.961487444	3.221565782	3.598298352	3.373146124
9.02	3.507039738	3.843256206	4.336990707	5.004809362	4.648054751
9.04	4.645669908	5.048660327	5.928395749	7.106088296	6.491279199
9.06	6.055232396	6.710679287	8.273417192	10.29050089	8.894755566
9.08	7.130744644	8.941204121	11.74740323	14.68965243	10.70614782

9.1	6.757740055	12.27982995	16.03936417	15.44455038	9.769798009
9.12	5.228122681	18.03694969	14.9003295	11.23076706	7.495459837
9.14	3.720897113	28.91868	10.71795749	7.989065119	5.601972351
9.16	2.629181889	18.89334997	7.784571743	5.872918601	4.269795975
9.18	1.911920256	13.07366002	5.837811124	4.506651876	3.38090428
9.2	1.458883214	10.0499001	4.549261346	3.580669953	2.804676896
9.22	1.174262091	7.981029226	3.635384367	2.929867368	2.40798728
9.24	1.003572672	6.512153637	2.992148213	2.49189638	2.14364333
9.26	0.902262301	5.47148275	2.537268568	2.187324541	1.981654696
9.28	0.865034649	4.677615873	2.208723677	1.978873778	1.871911323
9.3	0.870286092	4.071047559	1.9813744	1.842121826	1.81388933
9.32	0.912631304	3.598175962	1.835484801	1.76246727	1.80071931
9.34	0.99166654	3.24158614	1.735200015	1.710427614	1.807033823
9.36	1.095929195	2.944642582	1.664212267	1.675552016	1.819867408
9.38	1.232898196	2.701833527	1.626179088	1.66555147	1.854454935
9.4	1.415098589	2.531678463	1.62427106	1.675693746	1.911760725
9.42	1.643087428	2.359801345	1.631170866	1.696292081	1.963302969
9.44	1.938023354	2.227389911	1.666557925	1.740936389	2.045636203
9.46	2.29594257	2.137812669	1.704530317	1.790066162	2.133258326
9.48	2.715024804	2.039742773	1.741580693	1.842520399	2.203181486
9.5	3.162444054	1.956694699	1.774447033	1.89158749	2.269298449
9.52	3.564077509	1.909558913	1.816833107	1.954236161	2.338922556
9.54	3.763208833	1.868516797	1.86590082	2.017128551	2.396794589
9.56	3.659547176	1.83264045	1.915732441	2.092571399	2.445929804
9.58	3.294842608	1.812866612	1.972918243	2.173005888	2.49898266
9.6	2.823336647	1.815006702	2.034714643	2.264284992	2.540079118
9.62	2.374320254	1.810911833	2.099200838	2.356625673	2.568178547
9.64	2.010847056	1.813208194	2.173974419	2.461054797	2.601213868
9.66	1.735123609	1.849600113	2.258486632	2.572772711	2.634716961
9.68	1.536570778	1.878600527	2.355735608	2.693013388	2.669118237
9.7	1.399403276	1.911705332	2.460654601	2.821154158	2.710854969
9.72	1.306161143	1.9734767	2.576270074	2.954392136	2.76194473
9.74	1.246680865	2.032141735	2.69537128	3.083144922	2.799803384
9.76	1.21620397	2.092104648	2.814308086	3.213828271	2.846922225
9.78	1.208722609	2.171944845	2.938166804	3.34208047	2.89465841
9.8	1.22518967	2.26689459	3.068312056	3.473897861	2.941408292
9.82	1.264804183	2.34325183	3.195082675	3.591060243	2.985490933
9.84	1.328567767	2.42777327	3.322893461	3.706330217	3.044489593
9.86	1.393379268	2.5491331	3.45571903	3.82069893	3.107642377
9.88	1.411243856	2.661036075	3.583684504	3.925605397	3.136842155
9.9	1.418002692	2.752896537	3.687469212	4.014789671	3.137286769
9.92	1.442846727	2.866376807	3.782272196	4.102957129	3.130700868
9.94	1.478848278	2.960555604	3.86898915	4.174176312	3.109803416
9.96	1.522180481	3.038846976	3.934886819	4.228228405	3.086441151
9.98	1.577910427	3.145728138	3.988034829	4.271288538	3.057832625
10	1.633215776	3.24605122	4.022127357	4.303318821	3.02206864
10.02	1.687191834	3.331398545	4.040555529	4.306056042	2.975972065
10.04	1.731943316	3.42017164	4.048423075	4.310762048	2.938270112
10.06	1.761256429	3.534214382	4.053121809	4.307144957	2.902281145
10.08	1.789651835	3.615409769	4.047950491	4.306576041	2.874734455
10.1	1.809645082	3.692885456	4.028200196	4.288309088	2.845214178
10.12	1.821988394	3.792472658	3.986892104	4.26430738	2.808656036
10.14	1.821497206	3.816879611	3.918814945	4.228847713	2.749069218
10.16	1.814120584	3.819085344	3.832386227	4.189667982	2.693216135
10.18	1.800695763	3.823573712	3.739534163	4.167140447	2.634802697
10.2	1.773436328	3.782113053	3.643847371	4.170320452	2.563866969
10.22	1.734187643	3.693181557	3.527911514	4.151876607	2.482289262
10.24	1.676034923	3.620064162	3.407664578	4.153047606	2.392959206
10.26	1.599362465	3.535673786	3.299071271	4.184843065	2.289703023
10.28	1.506658446	3.413695382	3.17019085	4.217478171	2.187068572
10.3	1.410716247	3.309489314	3.071766673	4.302411102	2.103937591
10.32	1.306397299	3.224869172	2.994427817	4.417378063	2.020265753
10.34	1.19678819	3.113493954	2.914421746	4.519388002	1.93711669
10.36	1.08847161	3.016898345	2.859201093	4.679339833	1.871377988
10.38	0.979403643	2.93766626	2.816884564	4.85631421	1.817680689
10.4	0.863889585	2.866724839	2.787205189	5.04955789	1.770935829
10.42	0.754344331	2.788184063	2.786622314	5.257441287	1.745975539
10.44	0.657485881	2.741730565	2.813841186	5.501741926	1.750448968
10.46	0.560510284	2.723521048	2.866720876	5.736901551	1.765510034
10.48	0.462880537	2.705276419	2.948131935	5.928800468	1.788842055

10.5	0.369432099	2.674353248	3.033700521	6.108496303	1.825705296
10.52	0.284672914	2.696842091	3.152877653	6.222436891	1.868442093
10.54	0.207852683	2.715408627	3.295886125	6.252214288	1.925512698
10.56	0.135063905	2.746640126	3.439880644	6.247060024	2.000136814
10.58	0.068775427	2.807102778	3.597706743	6.112963267	2.087364176
10.6	0.008390443	2.862647905	3.762714737	5.930164244	2.178872354
10.62	0.052798694	2.948491833	3.902106625	5.640631785	2.269691545
10.64	0.10514276	3.056219909	4.052757317	5.318243728	2.381994626
10.66	0.159132114	3.187300144	4.215510831	4.966971069	2.479573097
10.68	0.204885195	3.326834484	4.319881529	4.620404631	2.603214987
10.7	0.239620559	3.517876337	4.410463619	4.281607309	2.730281324
10.72	0.27327162	3.731307611	4.461529585	3.958333769	2.82655241
10.74	0.301775186	3.944588338	4.43230864	3.664961021	2.912013024
10.76	0.326040776	4.181220068	4.372146399	3.395389637	2.974653026
10.78	0.338948161	4.437063867	4.299009188	3.184560567	3.006313384
10.8	0.350043984	4.650592623	4.179274199	3.004475988	3.019626596
10.82	0.354438908	4.86950543	4.051108215	2.867201868	3.009955114
10.84	0.343449575	5.085478862	3.949435126	2.783755324	2.980318854
10.86	0.327063565	5.207216689	3.811504021	2.722907954	2.929264307
10.88	0.304935332	5.328568318	3.703434503	2.69041921	2.8567155
10.9	0.271244461	5.402519807	3.613964521	2.695137592	2.78553164
10.92	0.236876017	5.419084368	3.524380109	2.702990513	2.705919086
10.94	0.206884259	5.375442631	3.444476243	2.723308054	2.627475804
10.96	0.171467148	5.329647768	3.402133525	2.764549938	2.572534726
10.98	0.135514232	5.215564553	3.35960112	2.808807314	2.513341027
11	0.097963815	5.082211264	3.332347486	2.85815299	2.467523055
11.02	0.055904978	4.967643543	3.317057401	2.914534682	2.437223393
11.04	0.016848868	4.837803243	3.321215657	2.969804992	2.415818509
11.06	0.02793479	4.704358055	3.322124245	3.040899158	2.407775961
11.08	0.084766594	4.656897195	3.362615272	3.114822107	2.419454739
11.1	0.145959233	4.591870875	3.404478532	3.198223025	2.436061956
11.12	0.21807843	4.566931801	3.452886353	3.291417602	2.472561937
11.14	0.30221532	4.596299682	3.531899862	3.391021721	2.521354709
11.16	0.396511649	4.645963994	3.635733327	3.514951701	2.591216245
11.18	0.50380661	4.732813889	3.745980528	3.651458203	2.678736745
11.2	0.62244962	4.848628734	3.895557966	3.801905033	2.776675676
11.22	0.749288072	4.993993932	4.061915782	3.972127206	2.884488794
11.24	0.885845577	5.204167925	4.244831331	4.14534314	2.995705721
11.26	1.030316043	5.41618422	4.441353693	4.316357309	3.109639863
11.28	1.184675154	5.673378034	4.667100784	4.495230958	3.231010265
11.3	1.354383297	6.009552093	4.882419193	4.66504888	3.360825928
11.32	1.54329012	6.318705402	5.103281173	4.831061919	3.493885292
11.34	1.757890764	6.750263209	5.337646332	4.991183601	3.634848285
11.36	2.010175638	7.176127057	5.565288858	5.131753743	3.791641402
11.38	2.317428591	7.666308298	5.779837356	5.284029179	3.966607985
11.4	2.697918146	8.264758457	6.030006714	5.443929916	4.19545104
11.42	3.202490854	8.976127813	6.330821724	5.686781808	4.510228185
11.44	3.93216606	9.856984752	6.790772862	6.105346573	5.005203854
11.46	5.038110646	11.09324275	7.594228832	6.864512852	5.816961763
11.48	6.236099578	12.22672121	8.578760051	7.784630066	6.673030389
11.5	6.015287121	11.32515721	8.157634483	7.430589757	6.319061092
11.52	4.909302123	9.508047389	6.759982331	6.161269796	5.27833166
11.54	4.196648125	8.255395168	5.774756939	5.256815065	4.570183546
11.56	3.772391651	7.353367007	5.121241802	4.672365881	4.124277731
11.58	3.428990622	6.541460236	4.582285855	4.212318504	3.758384618
11.6	3.09368686	5.784560766	4.107997267	3.802022894	3.414850985
11.62	2.752405834	5.107853705	3.659402244	3.424547656	3.073024904
11.64	2.404172102	4.462987456	3.23975724	3.064712803	2.738124427
11.66	2.063912652	3.899125179	2.854003447	2.73314883	2.420071727
11.68	1.751025369	3.373125625	2.506768055	2.438110184	2.127622358
11.7	1.465332392	2.916321545	2.201080904	2.173103032	1.86036154
11.72	1.205852794	2.509243808	1.934470661	1.941496431	1.623239123
11.74	0.983209541	2.147430941	1.70463976	1.744078875	1.419241385
11.76	0.7947049	1.839546968	1.514568397	1.583241637	1.250024755
11.78	0.622129447	1.56911991	1.356541531	1.446355842	1.111978921
11.8	0.479735792	1.34033955	1.232897192	1.339791376	1.008608729
11.82	0.353550876	1.143553603	1.135082829	1.261196753	0.926940794
11.84	0.244642664	0.974731655	1.059701135	1.202027792	0.866355769
11.86	0.145619216	0.823531604	0.999640272	1.160029578	0.817944525
11.88	0.059525966	0.700703637	0.957468161	1.132812059	0.784290336

11.9	0.022220408	0.589067271	0.92069563	1.112097742	0.757593686
11.92	0.10146998	0.481124321	0.887256825	1.08935093	0.730860239
11.94	0.175203866	0.388730359	0.856674455	1.070922207	0.70305598
11.96	0.241401785	0.302994642	0.827779098	1.050276759	0.674076561
11.98	0.298735747	0.228201825	0.804086069	1.036639714	0.643384622
12	0.362153559	0.149877042	0.771914983	1.012200958	0.605575067

جدول (3-9) يوضح نتائج موجة الجهد كدالة لتردد لنسب النانو بوليمر

f GHz	VSWR				
	Polymer=0%	Polymer=1%	Polymer=2%	Polymer=3%	Polymer=4%
8	51.99599	2.515116	2.458759	2.151731	4.044064
8.02	41.29107	2.283911	2.210965	2.023595	3.359267
8.04	34.05108	2.091233	1.993963	1.920665	2.79751
8.06	28.47906	1.946869	1.811492	1.847196	2.345891
8.08	24.43181	1.832352	1.661452	1.775778	1.987618
8.1	21.23271	1.737669	1.53245	1.727569	1.708951
8.12	18.64588	1.681857	1.436387	1.681767	1.489261
8.14	16.69391	1.652827	1.357719	1.626657	1.336976
8.16	15.05704	1.636552	1.300143	1.576649	1.21406
8.18	13.77643	1.635261	1.248536	1.531073	1.139679
8.2	12.71505	1.651674	1.208106	1.471291	1.097843
8.22	11.83244	1.669896	1.175618	1.413051	1.071981
8.24	11.21364	1.682104	1.147432	1.352822	1.063837
8.26	10.78393	1.720144	1.12956	1.292015	1.042288
8.28	10.53625	1.753283	1.124396	1.243015	1.013543
8.3	10.40862	1.779435	1.137747	1.21176	1.049103
8.32	10.44193	1.834106	1.177043	1.222633	1.129923
8.34	10.62904	1.883409	1.2407	1.284443	1.234933
8.36	11.04759	1.936739	1.325618	1.390957	1.381762
8.38	11.70434	2.025967	1.437444	1.532339	1.585165
8.4	12.54179	2.121964	1.572939	1.721144	1.836017
8.42	13.70129	2.235372	1.740968	1.945541	2.161583
8.44	15.174	2.370159	1.94063	2.228351	2.584319
8.46	17.08801	2.516829	2.192821	2.566951	3.127616
8.48	19.40272	2.701762	2.484392	2.964658	3.801319
8.5	22.17815	2.912402	2.829916	3.439365	4.656002
8.52	25.35468	3.198544	3.24994	3.994674	5.727667
8.54	29.18022	3.543981	3.744907	4.636019	6.984301
8.56	33.77405	3.999243	4.330473	5.396698	8.596444
8.58	38.87717	4.585048	5.033122	6.306144	10.51833
8.6	45.00565	5.299598	5.881249	7.385249	12.79895
8.62	50.247	6.130442	6.844026	8.638433	15.58035
8.64	55.59353	7.224479	7.999102	10.13572	18.79512
8.66	62.16099	8.582263	9.416855	11.94341	22.63559
8.68	67.55747	10.24094	11.11441	14.11548	27.1778
8.7	70.3773	12.41561	13.17859	16.71684	32.11537
8.72	70.80001	15.15644	15.63463	19.72119	37.07866
8.74	69.15817	18.54718	18.56984	23.20485	41.51166
8.76	63.59197	22.53146	21.80742	26.84287	44.93903
8.78	57.08125	26.99946	25.31651	30.3029	45.78565
8.8	49.72829	31.09974	28.41831	32.92372	44.62747
8.82	42.34224	33.50366	30.357	33.96515	41.16386
8.84	35.39096	32.97866	30.31819	32.53401	35.95634
8.86	29.23895	29.86159	28.00172	28.95745	30.10514
8.88	24.12484	25.39833	24.25679	24.34032	24.63472
8.9	19.83498	20.64459	19.88617	19.65048	19.74449
8.92	16.13851	16.32108	15.78735	15.30843	15.50976
8.94	13.07049	12.73364	12.27153	11.75552	12.0336
8.96	10.52391	9.909147	9.466142	8.895786	9.253181
8.98	8.354742	7.658804	7.214679	6.643731	7.007866
9	6.530597	5.922612	5.454015	4.896624	5.214585
9.02	5.020514	4.593574	4.088367	3.566523	3.826195
9.04	3.828069	3.537203	3.043148	2.579489	2.799584
9.06	2.984146	2.71618	2.256113	1.881124	2.1208

9.08	2.571494	2.111501	1.697602	1.451872	1.82301
9.1	2.699029	1.642794	1.374656	1.40661	1.961738
9.12	3.422474	1.28665	1.438668	1.756526	2.459711
9.14	4.739887	1.074291	1.821432	2.325622	3.207765
9.16	6.657667	1.256287	2.378975	3.069788	4.150128
9.18	9.122694	1.570633	3.086918	3.940786	5.202915
9.2	11.93557	1.917222	3.905489	4.920057	6.247585
9.22	14.81631	2.327663	4.84808	5.985316	7.260378
9.24	17.32919	2.791395	5.863089	7.019058	8.144948
9.26	19.27089	3.279267	6.895262	7.983948	8.804291
9.28	20.09877	3.803135	7.907412	8.816557	9.316127
9.3	19.97769	4.344984	8.805526	9.46563	9.611869
9.32	19.05234	4.896786	9.499603	9.890307	9.681661
9.34	17.53679	5.421093	10.04467	10.18919	9.648071
9.36	15.87221	5.955847	10.47035	10.39993	9.580524
9.38	14.11385	6.481386	10.71376	10.46199	9.40315
9.4	12.30316	6.910273	10.72627	10.39905	9.123449
9.42	10.60415	7.406768	10.68116	10.27356	8.885882
9.44	9.000815	7.841857	10.45571	10.01179	8.531332
9.46	7.610299	8.166939	10.22422	9.73887	8.1842
9.48	6.450399	8.555755	10.00812	9.463598	7.927091
9.5	5.553698	8.915638	9.823993	9.219971	7.698626
9.52	4.942328	9.133885	9.596408	8.92676	7.472083
9.54	4.688199	9.332921	9.345906	8.650803	7.293854
9.56	4.816988	9.514237	9.104687	8.341756	7.149192
9.58	5.335487	9.617252	8.842943	8.036007	6.999426
9.6	6.207005	9.605994	8.576705	7.71548	6.88774
9.62	7.36203	9.627558	8.315666	7.416627	6.813448
9.64	8.677586	9.615453	8.032464	7.105832	6.728174
9.66	10.04511	9.427645	7.735066	6.801457	6.643892
9.68	11.33502	9.283211	7.419395	6.502276	6.559569
9.7	12.44055	9.123712	7.106973	6.211723	6.460161
9.72	13.32493	8.840462	6.792358	5.936565	6.342599
9.74	13.95834	8.587465	6.496678	5.693471	6.258273
9.76	14.30694	8.343599	6.226572	5.46685	6.156481
9.78	14.3952	8.039892	5.968726	5.261865	6.056763
9.8	14.20235	7.706698	5.720426	5.06714	5.962272
9.82	13.75902	7.458443	5.498206	4.906218	5.875908
9.84	13.10105	7.201961	5.291513	4.757959	5.764273
9.86	12.4941	6.863622	5.0931	4.619831	5.649522
9.88	12.33662	6.579182	4.916034	4.500319	5.598043
9.9	12.27808	6.363099	4.781575	4.40371	5.597267
9.92	12.06761	6.115437	4.665295	4.312403	5.60879
9.94	11.77519	5.924441	4.563999	4.241515	5.645679
9.96	11.44162	5.774761	4.490057	4.189338	5.687516
9.98	11.03962	5.582569	4.432231	4.148735	5.739629
10	10.66787	5.413807	4.395956	4.11907	5.806179
10.02	10.32862	5.278328	4.376607	4.116556	5.894338
10.04	10.06343	5.144671	4.368401	4.112241	5.96852
10.06	9.89706	4.982945	4.363516	4.115557	6.041147
10.08	9.741109	4.874101	4.368893	4.116079	6.097977
10.1	9.634249	4.774768	4.389559	4.132915	6.160111
10.12	9.569452	4.653135	4.433457	4.155261	6.238885
10.14	9.572014	4.624308	4.507858	4.188748	6.371811
10.16	9.610652	4.621722	4.606188	4.22642	6.501794
10.18	9.681787	4.616467	4.716974	4.248408	6.643679
10.2	9.829553	4.665485	4.837142	4.245289	6.824741
10.22	10.0505	4.774397	4.991606	4.263444	7.045856
10.24	10.39695	4.868011	5.163075	4.262287	7.305397
10.26	10.89236	4.980943	5.328809	4.231109	7.630798
10.28	11.5589	5.154183	5.540422	4.199606	7.984873
10.3	12.34121	5.312432	5.714125	4.119905	8.297125
10.32	13.32253	5.448555	5.858713	4.016998	8.63749
10.34	14.53829	5.639128	6.016444	3.930165	9.004993
10.36	15.98067	5.815931	6.13051	3.801799	9.318762
10.38	17.75589	5.969724	6.220975	3.669855	9.591965
10.4	20.12537	6.114708	6.286078	3.536608	9.843336
10.42	23.04345	6.283908	6.28737	3.404497	9.983092
10.44	26.43414	6.388585	6.227587	3.262375	9.95775
10.46	31.00355	6.430601	6.114716	3.137366	9.873378

10.48	37.53861	6.473269	5.948931	3.042956	9.745487
10.5	47.03002	6.546929	5.78436	2.960128	9.550112
10.52	61.02911	6.493191	5.570183	2.910185	9.333292
10.54	83.58135	6.449502	5.333837	2.897446	9.058815
10.56	128.6216	6.377354	5.115944	2.899642	8.723641
10.58	252.5883	6.242278	4.897407	2.958133	8.362366
10.6	2070.425	6.12326	4.688796	3.042308	8.014595
10.62	329.0201	5.948219	4.526521	3.187238	7.697308
10.64	165.2229	5.742596	4.363894	3.367866	7.338604
10.66	109.1688	5.511333	4.201491	3.592251	7.05347
10.68	84.7918	5.285395	4.103907	3.848038	6.723078
10.7	72.50163	5.005462	4.023032	4.139129	6.414937
10.72	63.57489	4.727059	3.978917	4.464351	6.200066
10.74	57.57109	4.479383	4.004034	4.810079	6.021329
10.76	53.28726	4.234637	4.056825	5.181271	5.896902
10.78	51.25853	3.999923	4.123035	5.51597	5.836004
10.8	49.63414	3.824204	4.236535	5.839502	5.810781
10.82	49.01886	3.660414	4.365608	6.113709	5.829082
10.84	50.58688	3.512986	4.474071	6.293736	5.885908
10.86	53.12066	3.435421	4.630625	6.432025	5.986525
10.88	56.97458	3.361731	4.761569	6.508446	6.135749
10.9	64.04994	3.318498	4.875995	6.497232	6.28979
10.92	73.34156	3.308981	4.996473	6.478656	6.471756
10.94	83.97256	3.334185	5.109294	6.431096	6.661925
10.96	101.3159	3.361091	5.171257	6.336721	6.802077
10.98	128.1941	3.430238	5.235091	6.238555	6.959987
11	177.3304	3.51512	5.276861	6.132718	7.087453
11.02	310.7387	3.59179	5.3006	6.016215	7.174397
11.04	1031.036	3.683193	5.294122	5.906343	7.237142
11.06	621.8695	3.782529	5.292709	5.770942	7.261007
11.08	204.9382	3.819266	5.230513	5.636774	7.226404
11.1	119.0208	3.870861	5.167785	5.492927	7.177773
11.12	79.66259	3.891049	5.09717	5.340908	7.073202
11.14	57.48726	3.8673	4.986122	5.187778	6.938172
11.16	43.81913	3.827837	4.847628	5.009515	6.75375
11.18	34.49071	3.760865	4.709102	4.82735	6.536383
11.2	27.92067	3.67538	4.533881	4.64195	6.309512
11.22	23.19876	3.573836	4.354404	4.449373	6.077728
11.24	19.62739	3.47318	4.173583	4.269915	5.856262
11.26	16.8804	3.310643	3.996223	4.107123	5.645969
11.28	14.68647	3.170077	3.811303	3.950364	5.438433
11.3	12.85232	3.005097	3.651222	3.812902	5.23323
11.32	11.28593	2.869451	3.501405	3.688076	5.038913
11.34	9.91588	2.701737	3.356358	3.575742	4.848774
11.36	8.680458	2.556929	3.227516	3.483056	4.654123
11.38	7.540559	2.411218	3.115678	3.388372	4.455354
11.4	6.490642	2.258153	2.995675	3.294818	4.220814
11.42	5.48577	2.104577	2.864416	3.163112	3.937798
11.44	4.49306	1.947582	2.687139	2.961536	3.566257
11.46	3.544209	1.773267	2.431394	2.661031	3.097192
11.48	2.904324	1.648014	2.186971	2.378959	2.730083
11.5	3.002449	1.745302	2.283788	2.478744	2.869303
11.52	3.632246	2.00596	2.698218	2.936757	3.391813
11.54	4.219656	2.260366	3.118226	3.404879	3.888404
11.56	4.677137	2.501866	3.489806	3.807208	4.29092
11.58	5.131775	2.779991	3.878593	4.204554	4.694032
11.6	5.674472	3.113312	4.307304	4.641811	5.152483
11.62	6.364215	3.498444	4.817174	5.138264	5.711833
11.64	7.271753	3.977673	5.424084	5.727007	6.396861
11.66	8.456481	4.529869	6.141476	6.408316	7.224585
11.68	9.954494	5.214616	6.977985	7.171822	8.205664
11.7	11.88328	6.012598	7.934575	8.035652	9.373521
11.72	14.42935	6.971194	9.017209	8.984846	10.73305
11.74	17.6873	8.130727	10.22357	9.993875	12.26741
11.76	21.87466	9.478781	11.49884	11.00265	13.92113
11.78	27.93503	11.10113	12.83195	12.03846	15.64373
11.8	36.22034	12.98644	14.11386	12.99173	17.24286
11.82	49.14195	15.21299	15.32619	13.79824	18.75876
11.84	71.01348	17.84081	16.41342	14.47512	20.06817
11.86	119.2987	21.11005	17.39721	14.99754	21.25403

11.88	291.8365	24.80535	18.16182	15.35682	22.16473
11.9	781.7943	29.50162	18.88577	15.64206	22.94474
11.92	171.2031	36.11586	19.59622	15.96781	23.78297
11.94	99.15516	44.69597	20.29459	16.24187	24.72244
11.96	71.96673	57.33943	21.00189	16.56034	25.78416
11.98	58.15672	76.12901	21.6198	16.77767	27.01296
12	47.97494	115.9097	22.51959	17.1818	28.69804

جدول (3-10) يوضح نتائج عدم التطابق لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد

f GHz	Mismatch loss				
	Polymer=0%	Polymer=1%	Polymer=2%	Polymer=3%	Polymer=4%
8	-11.3046	-0.89261	-0.85065	-0.6225	-1.96683
8.02	-10.3458	-0.72044	-0.66629	-0.52864	-1.50522
8.04	-9.55212	-0.57801	-0.50716	-0.45452	-1.10166
8.06	-8.82442	-0.47325	-0.37777	-0.40262	-0.76656
8.08	-8.20739	-0.39226	-0.27689	-0.35321	-0.50257
8.1	-7.64919	-0.32735	-0.19635	-0.32056	-0.30813
8.12	-7.139	-0.29022	-0.14161	-0.29016	-0.1711
8.14	-6.7103	-0.2713	-0.10114	-0.25451	-0.09125
8.16	-6.31531	-0.26083	-0.07459	-0.22316	-0.04079
8.18	-5.97942	-0.26	-0.05339	-0.19553	-0.01855
8.2	-5.68017	-0.27056	-0.03875	-0.16089	-0.00946
8.22	-5.41484	-0.28239	-0.02839	-0.12915	-0.00524
8.24	-5.21884	-0.29038	-0.02052	-0.09877	-0.00416
8.26	-5.07743	-0.31559	-0.0161	-0.07107	-0.00186
8.28	-4.99383	-0.3379	-0.01492	-0.05128	-0.0002
8.3	-4.95013	-0.35571	-0.01807	-0.03999	-0.00249
8.32	-4.96158	-0.39348	-0.02882	-0.04379	-0.01619
8.34	-5.02534	-0.42808	-0.05041	-0.06786	-0.04826
8.36	-5.16473	-0.466	-0.08598	-0.1177	-0.11303
8.38	-5.37497	-0.53036	-0.14218	-0.19629	-0.22842
8.4	-5.62932	-0.60058	-0.22087	-0.31626	-0.39481
8.42	-5.95889	-0.68439	-0.32957	-0.4723	-0.62977
8.44	-6.34475	-0.78463	-0.46878	-0.67918	-0.94407
8.46	-6.8003	-0.89389	-0.65286	-0.93117	-1.34125
8.48	-7.29454	-1.0311	-0.86974	-1.22377	-1.80727
8.5	-7.82172	-1.18576	-1.12545	-1.56103	-2.34946
8.52	-8.35597	-1.39185	-1.4283	-1.93473	-2.95691
8.54	-8.92296	-1.63322	-1.76954	-2.3374	-3.58291
8.56	-9.51867	-1.93771	-2.14936	-2.77724	-4.27842
8.58	-10.0969	-2.3065	-2.57187	-3.25553	-4.98772
8.6	-10.703	-2.72323	-3.03805	-3.76607	-5.70458
8.62	-11.1617	-3.16681	-3.51706	-4.29518	-6.4455
8.64	-11.5845	-3.6935	-4.03297	-4.85522	-7.17011
8.66	-12.0532	-4.27274	-4.59507	-5.44909	-7.90281
8.68	-12.4038	-4.89205	-5.18658	-6.07088	-8.6354
8.7	-12.5763	-5.59193	-5.81337	-6.71558	-9.31286
8.72	-12.6016	-6.34034	-6.45879	-7.35836	-9.90179
8.74	-12.5025	-7.1183	-7.12306	-8.00166	-10.3679
8.76	-12.1489	-7.88448	-7.75488	-8.58539	-10.6968
8.78	-11.6952	-8.60884	-8.34993	-9.07625	-10.7744
8.8	-11.1184	-9.18186	-8.81577	-9.41438	-10.6679
8.82	-10.4499	-9.48578	-9.0835	-9.54177	-10.333
8.84	-9.71035	-9.42119	-9.0783	-9.36573	-9.77542
8.86	-8.93112	-9.01664	-8.75603	-8.89189	-9.04964
8.88	-8.15682	-8.36288	-8.17863	-8.19238	-8.2405
8.9	-7.38094	-7.53833	-7.39107	-7.34427	-7.363
8.92	-6.58023	-6.62341	-6.49595	-6.37834	-6.42816
8.94	-5.78267	-5.68559	-5.54883	-5.39094	-5.47673
8.96	-4.98962	-4.77485	-4.6134	-4.39656	-4.53366
8.98	-4.18071	-3.88695	-3.68904	-3.42139	-3.59388
9	-3.36646	-3.05967	-2.80884	-2.4925	-2.67545
9.02	-2.56459	-2.31168	-1.99547	-1.64866	-1.82383
9.04	-1.82507	-1.62856	-1.28056	-0.94048	-1.10319
9.06	-1.2379	-1.04175	-0.69978	-0.42646	-0.59972
9.08	-0.93454	-0.59289	-0.3006	-0.15007	-0.38576
9.1	-1.02908	-0.26484	-0.10947	-0.12578	-0.48392

9.12	-1.5493	-0.06879	-0.14285	-0.3401	-0.85136
9.14	-2.39979	-0.00557	-0.38466	-0.75147	-1.3984
9.16	-3.42811	-0.0564	-0.7912	-1.29975	-2.03515
9.18	-4.48409	-0.21945	-1.31207	-1.89949	-2.66885
9.2	-5.44668	-0.45207	-1.87629	-2.50622	-3.22614
9.22	-6.2541	-0.75299	-2.46397	-3.09225	-3.70981
9.24	-6.85448	-1.09717	-3.02853	-3.59908	-4.09414
9.26	-7.26784	-1.44902	-3.54122	-4.02657	-4.36078
9.28	-7.43285	-1.80848	-3.99409	-4.36559	-4.55738
9.3	-7.4091	-2.15845	-4.36126	-4.61321	-4.66716
9.32	-7.22322	-2.4926	-4.6258	-4.7681	-4.69268
9.34	-6.90059	-2.79071	-4.8231	-4.87398	-4.68041
9.36	-6.51647	-3.07697	-4.97132	-4.94714	-4.65565
9.38	-6.07045	-3.34236	-5.05391	-4.96846	-4.58996
9.4	-5.55833	-3.54828	-5.05811	-4.94684	-4.48438
9.42	-5.01691	-3.77569	-5.04294	-4.90341	-4.3927
9.44	-4.43729	-3.96608	-4.9663	-4.81144	-4.2523
9.46	-3.86575	-4.10329	-4.88622	-4.71349	-4.11046
9.48	-3.32712	-4.26212	-4.81014	-4.61246	-4.00246
9.5	-2.86331	-4.40429	-4.74427	-4.5211	-3.90428
9.52	-2.51922	-4.48836	-4.66149	-4.40861	-3.80479
9.54	-2.36884	-4.56369	-4.56856	-4.3001	-3.72496
9.56	-2.44561	-4.63122	-4.47721	-4.1754	-3.65912
9.58	-2.74326	-4.66913	-4.37593	-4.04853	-3.58995
9.6	-3.20568	-4.665	-4.27052	-3.9116	-3.53768
9.62	-3.75566	-4.67291	-4.16471	-3.7801	-3.50259
9.64	-4.31075	-4.66847	-4.04704	-3.6392	-3.46197
9.66	-4.82325	-4.59909	-3.92008	-3.4969	-3.42147
9.68	-5.25797	-4.54499	-3.78133	-3.35261	-3.38059
9.7	-5.59934	-4.48448	-3.63973	-3.20806	-3.33193
9.72	-5.8546	-4.37496	-3.49257	-3.06694	-3.27372
9.74	-6.02873	-4.27483	-3.34986	-2.93866	-3.23152
9.76	-6.1217	-4.17615	-3.21556	-2.81588	-3.18006
9.78	-6.14493	-4.05016	-3.08365	-2.70208	-3.12911
9.8	-6.09401	-3.90779	-2.95305	-2.59145	-3.0803
9.82	-5.97468	-3.79873	-2.83306	-2.49812	-3.03525
9.84	-5.79137	-3.68325	-2.7187	-2.41056	-2.97638
9.86	-5.61523	-3.52632	-2.60634	-2.3276	-2.91509
9.88	-5.56835	-3.39013	-2.50386	-2.25472	-2.88734
9.9	-5.5508	-3.28393	-2.42461	-2.19505	-2.88692
9.92	-5.48711	-3.15916	-2.35506	-2.13803	-2.89315
9.94	-5.39707	-3.06062	-2.29369	-2.09333	-2.91303
9.96	-5.29206	-2.98194	-2.24842	-2.06019	-2.93547
9.98	-5.16211	-2.87897	-2.21274	-2.03425	-2.96328
10	-5.03845	-2.78669	-2.19023	-2.01523	-2.99856
10.02	-4.92252	-2.71132	-2.17819	-2.01361	-3.0449
10.04	-4.82974	-2.6358	-2.17307	-2.01084	-3.08354
10.06	-4.77052	-2.54284	-2.17003	-2.01297	-3.12107
10.08	-4.7143	-2.47928	-2.17338	-2.01331	-3.15023
10.1	-4.67536	-2.42057	-2.18626	-2.02412	-3.18191
10.12	-4.65158	-2.34773	-2.2135	-2.03843	-3.22176
10.14	-4.65252	-2.33031	-2.25935	-2.05981	-3.28826
10.16	-4.66671	-2.32875	-2.31934	-2.08376	-3.35237
10.18	-4.69272	-2.32557	-2.38609	-2.09769	-3.42136
10.2	-4.74627	-2.35517	-2.45752	-2.09572	-3.50794
10.22	-4.82516	-2.42035	-2.54786	-2.10719	-3.61151
10.24	-4.94611	-2.4757	-2.64626	-2.10646	-3.73017
10.26	-5.11354	-2.54168	-2.73954	-2.08673	-3.87472
10.28	-5.32927	-2.64121	-2.85609	-2.06672	-4.02696
10.3	-5.56973	-2.7304	-2.94969	-2.01577	-4.1571
10.32	-5.85393	-2.80583	-3.02623	-1.94926	-4.2948
10.34	-6.18233	-2.9095	-3.10834	-1.89252	-4.4389
10.36	-6.54255	-3.00371	-3.16685	-1.80759	-4.55837
10.38	-6.94873	-3.08417	-3.21273	-1.71898	-4.65986
10.4	-7.43805	-3.15878	-3.24548	-1.62816	-4.75124
10.42	-7.97386	-3.24439	-3.24613	-1.5368	-4.80124
10.44	-8.52358	-3.29658	-3.21607	-1.43709	-4.79222
10.46	-9.16925	-3.31736	-3.15879	-1.34823	-4.76203
10.48	-9.95254	-3.33838	-3.07337	-1.28042	-4.71589
10.5	-10.8859	-3.37443	-2.98702	-1.22048	-4.64446

10.52	-11.9759	-3.34815	-2.87225	-1.18414	-4.56383
10.54	-13.3038	-3.32668	-2.74234	-1.17485	-4.45962
10.56	-15.1398	-3.29101	-2.61941	-1.17645	-4.329
10.58	-18.0379	-3.22347	-2.49296	-1.21903	-4.18382
10.6	-27.1442	-3.16315	-2.36919	-1.27996	-4.03951
10.62	-19.178	-3.073	-2.27079	-1.38381	-3.90371
10.64	-16.2125	-2.96486	-2.17026	-1.51124	-3.74513
10.66	-14.4396	-2.84023	-2.06792	-1.66625	-3.61503
10.68	-13.3648	-2.71528	-2.00548	-1.83833	-3.45953
10.7	-12.7019	-2.55589	-1.95318	-2.0281	-3.30963
10.72	-12.1478	-2.39212	-1.92445	-2.23259	-3.20217
10.74	-11.731	-2.24185	-1.94083	-2.44152	-3.11086
10.76	-11.4071	-2.08897	-1.9751	-2.65659	-3.04624
10.78	-11.2449	-1.93815	-2.01778	-2.84276	-3.01429
10.8	-11.1105	-1.8225	-2.09017	-3.01613	-3.00099
10.82	-11.0584	-1.71259	-2.17133	-3.15827	-3.01064
10.84	-11.1898	-1.61192	-2.23858	-3.24932	-3.04049
10.86	-11.394	-1.5583	-2.33414	-3.31807	-3.09288
10.88	-11.6873	-1.50695	-2.41271	-3.35563	-3.16952
10.9	-12.1792	-1.47664	-2.4804	-3.35014	-3.24734
10.92	-12.7505	-1.46995	-2.55068	-3.34102	-3.33763
10.94	-13.3236	-1.48765	-2.61561	-3.31761	-3.43016
10.96	-14.1215	-1.5065	-2.65091	-3.27079	-3.49719
10.98	-15.1256	-1.5547	-2.68701	-3.2216	-3.57156
11	-16.5161	-1.61338	-2.71049	-3.16797	-3.63073
11.02	-18.9313	-1.66593	-2.72379	-3.10822	-3.67066
11.04	-24.1206	-1.728	-2.72016	-3.05118	-3.69926
11.06	-21.9303	-1.79473	-2.71937	-2.97991	-3.71009
11.08	-17.1379	-1.81922	-2.68443	-2.90823	-3.69438
11.1	-14.8083	-1.85344	-2.64894	-2.83017	-3.6722
11.12	-13.1003	-1.86677	-2.60868	-2.74628	-3.62416
11.14	-11.7249	-1.85108	-2.54468	-2.66028	-3.56136
11.16	-10.592	-1.82492	-2.4637	-2.55823	-3.47419
11.18	-9.60467	-1.78024	-2.38138	-2.45173	-3.36928
11.2	-8.74431	-1.72272	-2.2753	-2.34098	-3.25721
11.22	-8.00061	-1.65367	-2.16434	-2.22334	-3.13986
11.24	-7.33966	-1.55961	-2.05014	-2.11128	-3.02494
11.26	-6.75312	-1.47112	-1.93574	-2.00755	-2.91318
11.28	-6.22073	-1.37158	-1.81392	-1.90577	-2.80027
11.3	-5.72003	-1.25308	-1.70636	-1.81498	-2.68596
11.32	-5.24219	-1.1544	-1.60394	-1.73129	-2.57521
11.34	-4.77726	-1.03108	-1.50319	-1.65497	-2.46438
11.36	-4.31189	-0.92372	-1.41242	-1.59128	-2.34833
11.38	-3.83509	-0.81522	-1.3327	-1.52556	-2.22704
11.4	-3.3469	-0.7013	-1.24626	-1.45998	-2.0802
11.42	-2.82625	-0.5878	-1.15072	-1.36662	-1.89753
11.44	-2.25026	-0.47376	-1.02029	-1.2215	-1.64848
11.46	-1.63337	-0.35149	-0.83026	-1.00097	-1.31945
11.48	-1.17987	-0.2682	-0.64853	-0.79119	-1.05201
11.5	-1.25116	-0.3325	-0.72034	-0.86553	-1.15429
11.52	-1.69348	-0.51584	-1.02848	-1.20349	-1.52796
11.54	-2.07947	-0.70294	-1.33453	-1.53706	-1.86503
11.56	-2.36219	-0.88275	-1.59594	-1.81119	-2.12452
11.58	-2.62845	-1.08878	-1.85855	-2.06987	-2.37234
11.6	-2.92848	-1.33101	-2.13482	-2.3409	-2.64024
11.62	-3.28448	-1.6019	-2.44572	-2.63215	-2.94847
11.64	-3.71496	-1.92364	-2.79236	-2.95656	-3.30068
11.66	-4.22209	-2.27284	-3.17243	-3.30635	-3.69355
11.68	-4.79105	-2.67546	-3.57996	-3.66948	-4.11937
11.7	-5.43057	-3.10636	-4.00564	-4.04838	-4.5789
11.72	-6.15388	-3.5768	-4.44361	-4.43112	-5.06039
11.74	-6.93372	-4.08821	-4.88599	-4.80508	-5.54759
11.76	-7.76708	-4.61809	-5.31025	-5.14997	-6.01869
11.78	-8.74639	-5.18225	-5.71414	-5.47822	-6.46101
11.8	-9.80548	-5.75864	-6.07045	-5.76016	-6.83516
11.82	-11.0689	-6.35452	-6.38275	-5.98536	-7.16255
11.84	-12.6143	-6.96725	-6.64509	-6.16586	-7.42686
11.86	-14.8183	-7.6263	-6.86964	-6.30026	-7.65316
11.88	-18.6605	-8.26814	-7.03654	-6.39037	-7.81932
11.9	-22.9214	-8.9674	-7.1889	-6.4606	-7.95677

11.92	-16.3651	-9.79361	-7.33343	-6.53946	-8.09981
11.94	-14.0297	-10.6743	-7.47098	-6.60473	-8.25473
11.96	-12.6706	-11.7141	-7.60602	-6.67937	-8.42343
11.98	-11.7735	-12.9083	-7.72066	-6.72958	-8.61086
12	-10.9687	-14.6952	-7.88239	-6.82145	-8.85543

جدول (3-11) reflected power لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد

f GHz	Reflected power %				
	Polymer=0%	Polymer=1%	Polymer=2%	Polymer=3%	Polymer=4%
8	92.59468	18.57858	17.78798	13.35377	36.42054
8.02	90.76539	15.28576	14.22302	11.46065	29.29053
8.04	88.91366	12.46153	11.02167	9.93665	22.40499
8.06	86.89134	10.32424	8.330954	8.853869	16.18065
8.08	84.89012	8.636132	6.176736	7.810975	10.92767
8.1	82.81773	7.260414	4.420551	7.115354	6.849052
8.12	80.67588	6.464211	3.208122	6.462933	3.863138
8.14	78.67101	6.055895	2.301967	5.691843	2.079172
8.16	76.64022	5.829012	1.702733	5.008562	0.934743
8.18	74.76184	5.811085	1.221741	4.402496	0.426154
8.2	72.96145	6.039778	0.888241	3.636898	0.217525
8.22	71.25808	6.295437	0.651588	2.930045	0.120689
8.24	69.93118	6.467699	0.471349	2.248707	0.095673
8.26	68.93603	7.008977	0.370138	1.623211	0.042874
8.28	68.33228	7.4854	0.342879	1.173821	0.004524
8.3	68.01202	7.864066	0.415196	0.916667	0.057424
8.32	68.09622	8.661836	0.661338	1.003332	0.372085
8.34	68.56116	9.386662	1.153941	1.550348	1.104989
8.36	69.55422	10.17435	1.960384	2.673709	2.56914
8.38	70.99301	11.49578	3.220888	4.419084	5.123656
8.4	72.64306	12.91522	4.958587	7.023295	8.689862
8.42	74.64225	14.57965	7.30787	10.30459	13.49868
8.44	76.79801	16.5288	10.23192	14.47716	19.53764
8.46	79.10848	18.60247	13.9573	19.29819	26.56978
8.48	81.35568	21.13395	18.14861	24.55627	34.04113
8.5	83.48693	23.89304	22.82884	30.19339	41.78243
8.52	85.39833	27.42034	28.02698	35.94884	49.38156
8.54	87.18544	31.34402	33.4657	41.62051	56.17629
8.56	88.82796	35.99274	39.03735	47.24345	62.66139
8.58	90.22074	41.20369	44.68878	52.74504	68.28769
8.6	91.49441	46.58328	50.31846	57.98608	73.11301
8.62	92.34697	51.76982	55.5068	62.80521	77.33009
8.64	93.05694	57.27818	60.49038	67.30526	80.81381
8.66	93.76725	62.61257	65.28696	71.48384	83.79239
8.68	94.25058	67.58137	69.70702	75.28778	86.30821
8.7	94.47449	72.40646	73.77818	78.69696	88.28577
8.72	94.50656	76.77446	77.39933	81.6277	89.77129
8.74	94.37986	80.58356	80.60483	84.15713	90.81215
8.76	93.90315	83.72385	83.23082	86.14964	91.48235
8.78	93.23167	86.22423	85.37798	87.62985	91.63311
8.8	92.27029	87.92704	86.86522	88.55642	91.42549
8.82	90.98406	88.74302	87.65049	88.88722	90.7382
8.84	89.3103	88.57436	87.63569	88.42752	89.46929
8.86	87.20948	87.45888	86.68328	87.09344	87.55381
8.88	84.71315	85.42152	84.78973	84.8378	85.00486
8.9	81.72297	82.37344	81.76552	81.56798	81.64728
8.92	78.02255	78.24	77.59191	76.97676	77.23941
8.94	73.59213	72.99519	72.13129	71.09948	71.66478
8.96	68.30159	66.6946	65.43315	63.66345	64.79261
8.98	61.81178	59.13937	57.23428	54.51573	56.28684
9	53.9368	50.56514	47.62592	43.66869	45.99233
9.02	44.59601	41.27379	36.83841	31.58778	34.29214
9.04	34.31097	31.27044	25.53644	19.47113	22.43221
9.06	24.80143	21.32711	14.8819	9.352978	12.89806
9.08	19.3609	12.76085	6.687437	3.396525	8.49934
9.1	21.09726	5.915848	2.489222	2.854598	10.54436
9.12	30.00459	1.571466	3.235691	7.532225	17.80139

9.14	42.45319	0.128272	8.47626	15.88889	27.52978
9.16	54.58607	1.290224	16.65493	25.86474	37.41282
9.18	64.38845	4.927584	26.07467	35.42704	45.91024
9.2	71.46801	9.885758	35.08115	43.84631	52.42426
9.22	76.30865	15.91831	43.29737	50.93464	57.43826
9.24	79.36751	22.32465	50.20942	56.33916	61.04297
9.26	81.24072	28.3695	55.75363	60.43208	63.36282
9.28	81.94011	34.05951	60.13504	63.40341	64.98436
9.3	81.84109	39.16474	63.36691	65.43164	65.85838
9.32	81.04699	43.66992	65.53171	66.64281	66.0584
9.34	79.58539	47.40688	67.06254	67.44616	65.96243
9.36	77.69751	50.76165	68.16772	67.98996	65.76779
9.38	75.2853	53.68051	68.76732	68.1467	65.24609
9.4	72.19218	55.82544	68.79754	67.98774	64.39082
9.42	68.50011	58.0791	68.68832	67.66604	63.63114
9.44	64.00261	59.87713	68.13091	66.97402	62.43619
9.46	58.9394	61.12498	67.53781	66.22064	61.18911
9.48	53.51771	62.52097	66.96408	65.42564	60.21183
9.5	48.2787	63.72804	66.45923	64.69061	59.30211
9.52	44.01414	64.42347	65.81376	63.76412	58.35899
9.54	42.04159	65.03518	65.07436	62.84738	57.58648
9.56	43.05715	65.57465	64.33196	61.76506	56.93863
9.58	46.82909	65.87389	63.49042	60.63165	56.24731
9.6	52.1995	65.84144	62.5934	59.37061	55.71756
9.62	57.88526	65.90355	61.67085	58.12158	55.35822
9.64	62.93834	65.86871	60.61813	56.74068	54.93873
9.66	67.06372	65.31907	59.44993	55.29969	54.51654
9.68	70.20094	64.88435	58.1335	53.78964	54.08641
9.7	72.45355	64.39164	56.74591	52.22574	53.56912
9.72	74.02593	63.48225	55.25518	50.64782	52.94263
9.74	75.04675	62.63049	53.76045	49.16834	52.48312
9.76	75.57525	61.7717	52.30813	47.71085	51.91678
9.78	75.70555	60.64647	50.8374	46.3225	51.34926
9.8	75.41905	59.33494	49.33655	44.93764	50.79947
9.82	74.73423	58.30084	47.91723	43.74153	50.28644
9.84	73.64499	57.17717	46.5276	42.59582	49.60792
9.86	72.55412	55.60152	45.12613	41.48873	48.89177
9.88	72.25628	54.18716	43.81588	40.49855	48.56415
9.9	72.14392	53.05305	42.78121	39.67537	48.55918
9.92	71.73239	51.68474	41.85745	38.87803	48.63287
9.94	71.14021	50.576	41.02996	38.24568	48.86745
9.96	70.43393	49.67242	40.41209	37.77262	49.13103
9.98	69.53588	48.46488	39.92055	37.39996	49.45574
10	68.65599	47.35817	39.6084	37.12514	49.86469
10.02	67.80798	46.43657	39.44068	37.10175	50.39678
10.04	67.11285	45.49701	39.3693	37.06157	50.83619
10.06	66.66139	44.31784	39.32673	37.09245	51.25921
10.08	66.22696	43.49697	39.37358	37.09731	51.58537
10.1	65.92278	42.72789	39.55305	37.25367	51.93721
10.12	65.73568	41.75925	39.93106	37.46013	52.37625
10.14	65.74312	41.52523	40.56192	37.76724	53.09982
10.16	65.85488	41.50414	41.37723	38.1095	53.78713
10.18	66.05876	41.46127	42.2714	38.30769	54.51547
10.2	66.4747	41.85899	43.21308	38.27965	55.41321
10.22	67.07817	42.72498	44.3822	38.44256	56.46393
10.24	67.9824	43.45038	45.62822	38.4322	57.63736
10.26	69.19325	44.30295	46.78352	38.15186	59.02414
10.28	70.68612	45.5649	48.19266	37.86624	60.43564
10.3	72.26506	46.67143	49.29732	37.1329	61.60362
10.32	74.02191	47.58971	50.18307	36.16281	62.80199
10.34	75.91388	48.82594	51.11611	35.32329	64.01597
10.36	77.83104	49.92409	51.77021	34.04599	64.99234
10.38	79.81043	50.84326	52.27711	32.68651	65.80091
10.4	81.96172	51.6806	52.63559	31.26398	66.51298
10.42	84.05539	52.62373	52.64265	29.80272	66.89635
10.44	85.95109	53.18963	52.31375	28.17253	66.82748
10.46	87.89192	53.41311	51.68064	26.68762	66.59613
10.48	89.89012	53.63797	50.72088	25.53406	66.23931
10.5	91.84527	54.02126	49.73132	24.49911	65.67944
10.52	93.65538	53.74224	48.38517	23.86472	65.03629

10.54	95.32674	53.51298	46.81784	23.70165	64.18724
10.56	96.9379	53.12953	45.291	23.7298	63.09375
10.58	98.42886	52.39499	43.67464	24.47393	61.83916
10.6	99.80699	51.72913	42.04637	25.52605	60.54981
10.62	98.79163	50.71668	40.71827	27.28581	59.29674
10.64	97.60807	49.47411	39.33003	29.38838	57.78306
10.66	96.40217	48.00318	37.8834	31.86419	56.49925
10.68	95.3919	46.4854	36.98383	34.51116	54.91342
10.7	94.63198	44.48487	36.22043	37.3112	53.33003
10.72	93.90157	42.35154	35.79703	40.1945	52.16086
10.74	93.28729	40.32192	36.0387	43.00351	51.14447
10.76	92.76751	38.1837	36.54141	45.75737	50.41209
10.78	92.49222	35.99926	37.162	48.03347	50.04592
10.8	92.25621	34.2721	38.20081	50.0671	49.89274
10.82	92.1629	32.58738	39.34497	51.67492	50.00397
10.84	92.3964	31.00645	40.27694	52.67742	50.34636
10.86	92.74567	30.14938	41.57666	53.42065	50.94172
10.88	93.21944	29.3186	42.62423	53.82178	51.79984
10.9	93.94541	28.82359	43.51145	53.76334	52.65588
10.92	94.69181	28.71386	44.41831	53.66621	53.63004
10.94	95.348	29.00386	45.2431	53.41573	54.60752
10.96	96.12875	29.31131	45.68637	52.91088	55.30272
10.98	96.92785	30.09148	46.13599	52.37443	56.06165
11	97.76955	31.02979	46.42643	51.7827	56.65623
11.02	98.72099	31.85926	46.59017	51.11478	57.05289
11.04	99.61279	32.82613	46.54558	50.4684	57.33478
11.06	99.35884	33.85043	46.53584	49.64895	57.44105
11.08	98.0671	34.22239	46.10399	48.81101	57.2868
11.1	96.69501	34.73865	45.66171	47.8826	57.06815
11.12	95.10255	34.93871	45.15557	46.86604	56.59054
11.14	93.27784	34.70324	44.34146	45.80341	55.9583
11.16	91.27437	34.30865	43.2939	44.51484	55.06535
11.18	89.04701	33.62936	42.2087	43.13742	53.96676
11.2	86.6473	32.74441	40.77972	41.66866	52.76336
11.22	84.15331	31.66654	39.24718	40.06704	51.46964
11.24	81.5484	30.17055	37.6285	38.50044	50.1683
11.26	78.88027	28.73304	35.96372	37.01385	48.86929
11.28	76.12591	27.08084	34.14208	35.52032	47.52247
11.3	73.20853	25.06368	32.49063	34.15821	46.12299
11.32	70.09241	23.34154	30.87962	32.87712	44.73129
11.34	66.71307	21.13361	29.25738	31.68704	43.30272
11.36	62.94807	19.15964	27.7633	30.67783	41.76725
11.38	58.64853	17.1147	26.42508	29.62082	40.11799
11.4	53.72893	14.9116	24.94591	28.55006	38.05878
11.42	47.83557	12.65864	23.27651	26.99739	35.39787
11.44	40.43742	10.33479	20.9374	24.51689	31.58491
11.46	31.34649	7.774558	17.40112	20.5849	26.20015
11.48	23.78976	5.988635	13.87152	16.65471	21.5128
11.5	25.0306	7.370285	15.28398	18.06929	23.33963
11.52	32.29013	11.19941	21.08637	24.20321	29.65971
11.54	38.04829	14.94378	26.45601	29.80702	34.91256
11.56	41.95279	18.39345	30.75217	34.10071	38.68764
11.58	45.40471	22.17451	34.8154	37.91125	42.08831
11.6	49.04913	26.39635	38.83294	41.66753	45.55278
11.62	53.05904	30.84712	43.05859	45.45119	49.28304
11.64	57.48874	35.78502	47.42685	49.37746	53.23381
11.66	62.17399	40.74623	51.8322	53.29483	57.27866
11.68	66.81861	45.99254	56.14657	57.04124	61.26857
11.7	71.36196	51.09376	60.24096	60.6303	65.15741
11.72	75.7556	56.11457	64.05499	63.95144	68.81389
11.74	79.74052	60.98976	67.53611	66.92558	72.12335
11.76	83.27785	65.47045	70.5575	69.45057	74.98899
11.78	86.65369	69.67677	73.17216	71.67446	77.4109
11.8	89.54192	73.44564	75.28532	73.45492	79.27553
11.82	92.18174	76.85014	77.00018	74.79634	80.78039
11.84	94.52262	79.89633	78.34836	75.82235	81.91519
11.86	96.70258	82.72692	79.4394	76.55914	82.83341
11.88	98.63871	85.10001	80.21456	77.04045	83.47779
11.9	99.48966	87.31589	80.89663	77.40878	83.99252
11.92	97.69065	89.5133	81.5219	77.81528	84.51114

11.94	96.04607	91.43805	82.098	78.14618	85.05393
11.96	94.59318	93.2611	82.64605	78.51856	85.62338
11.98	93.3526	94.88112	83.09816	78.7655	86.23063
12	91.99933	96.60782	83.71601	79.20998	86.98462

جدول (3-12) يوضح through power لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد

f GHz	Through power				
	Polymer=0%	Polymer=1%	Polymer=2%	Polymer=3%	Polymer=4%
8	7.40532	81.42142	82.21202	86.64623	63.57946
8.02	9.234614	84.71424	85.77698	88.53935	70.70947
8.04	11.08634	87.53847	88.97833	90.06335	77.59501
8.06	13.10866	89.67576	91.66905	91.14613	83.81935
8.08	15.10988	91.36387	93.82326	92.18903	89.07233
8.1	17.18227	92.73959	95.57945	92.88465	93.15095
8.12	19.32412	93.53579	96.79188	93.53707	96.13686
8.14	21.32899	93.94411	97.69803	94.30816	97.92083
8.16	23.35978	94.17099	98.29727	94.99144	99.06526
8.18	25.23816	94.18892	98.77826	95.5975	99.57385
8.2	27.03855	93.96022	99.11176	96.3631	99.78247
8.22	28.74192	93.70456	99.34841	97.06995	99.87931
8.24	30.06882	93.5323	99.52865	97.75129	99.90433
8.26	31.06397	92.99102	99.62986	98.37679	99.95713
8.28	31.66772	92.5146	99.65712	98.82618	99.99548
8.3	31.98798	92.13593	99.5848	99.08333	99.94258
8.32	31.90378	91.33816	99.33866	98.99667	99.62792
8.34	31.43884	90.61334	98.84606	98.44965	98.89501
8.36	30.44578	89.82565	98.03962	97.32629	97.43086
8.38	29.00699	88.50422	96.77911	95.58092	94.87634
8.4	27.35694	87.08478	95.04141	92.9767	91.31014
8.42	25.35775	85.42035	92.69213	89.69541	86.50132
8.44	23.20199	83.4712	89.76808	85.52284	80.46236
8.46	20.89152	81.39753	86.0427	80.70181	73.43022
8.48	18.64432	78.86605	81.85139	75.44373	65.95887
8.5	16.51307	76.10696	77.17116	69.80661	58.21757
8.52	14.60167	72.57966	71.97302	64.05116	50.61844
8.54	12.81456	68.65598	66.5343	58.37949	43.82371
8.56	11.17204	64.00726	60.96265	52.75655	37.33861
8.58	9.779259	58.79631	55.31122	47.25496	31.71231
8.6	8.505594	53.41672	49.68154	42.01392	26.88699
8.62	7.653027	48.23018	44.4932	37.19479	22.66991
8.64	6.943057	42.72182	39.50962	32.69474	19.18619
8.66	6.232755	37.38743	34.71304	28.51616	16.20761
8.68	5.749417	32.41863	30.29298	24.71222	13.69179
8.7	5.52551	27.59354	26.22182	21.30304	11.71423
8.72	5.493439	23.22554	22.60067	18.3723	10.22871
8.74	5.620138	19.41644	19.39517	15.84287	9.187851
8.76	6.096846	16.27615	16.76918	13.85036	8.517654
8.78	6.76833	13.77577	14.62202	12.37015	8.36689
8.8	7.729707	12.07296	13.13478	11.44358	8.574513
8.82	9.015941	11.25698	12.34951	11.11278	9.261799
8.84	10.6897	11.42564	12.36431	11.57248	10.53071
8.86	12.79052	12.54112	13.31672	12.90656	12.44619
8.88	15.28685	14.57848	15.21027	15.1622	14.99514
8.9	18.27703	17.62656	18.23448	18.43202	18.35272
8.92	21.97745	21.76	22.40809	23.02324	22.76059
8.94	26.40787	27.00481	27.86871	28.90052	28.33522
8.96	31.69841	33.3054	34.56685	36.33655	35.20739
8.98	38.18822	40.86063	42.76572	45.48427	43.71316
9	46.0632	49.43486	52.37408	56.33131	54.00767
9.02	55.40399	58.72621	63.16159	68.41222	65.70786
9.04	65.68903	68.72956	74.46356	80.52887	77.56779
9.06	75.19857	78.67289	85.1181	90.64702	87.10194
9.08	80.6391	87.23915	93.31256	96.60348	91.50066
9.1	78.90274	94.08415	97.51078	97.1454	89.45564
9.12	69.99541	98.42853	96.76431	92.46777	82.19861

9.14	57.54681	99.87173	91.52374	84.11111	72.47022
9.16	45.41393	98.70978	83.34507	74.13526	62.58718
9.18	35.61155	95.07242	73.92533	64.57296	54.08976
9.2	28.53199	90.11424	64.91885	56.15369	47.57574
9.22	23.69135	84.08169	56.70263	49.06536	42.56174
9.24	20.63249	77.67535	49.79058	43.66084	38.95703
9.26	18.75928	71.6305	44.24637	39.56792	36.63718
9.28	18.05989	65.94049	39.86496	36.59659	35.01564
9.3	18.15891	60.83526	36.63309	34.56836	34.14162
9.32	18.95301	56.33008	34.46829	33.35719	33.9416
9.34	20.41461	52.59312	32.93746	32.55384	34.03757
9.36	22.30249	49.23835	31.83228	32.01004	34.23221
9.38	24.7147	46.31949	31.23268	31.8533	34.75391
9.4	27.80782	44.17456	31.20246	32.01226	35.60918
9.42	31.49989	41.9209	31.31168	32.33396	36.36886
9.44	35.99739	40.12287	31.86909	33.02598	37.56381
9.46	41.0606	38.87502	32.46219	33.77936	38.81089
9.48	46.48229	37.47903	33.03592	34.57436	39.78817
9.5	51.7213	36.27196	33.54077	35.30939	40.69789
9.52	55.98586	35.57653	34.18624	36.23588	41.64101
9.54	57.95841	34.96482	34.92564	37.15262	42.41352
9.56	56.94285	34.42535	35.66804	38.23494	43.06137
9.58	53.17091	34.12611	36.50958	39.36835	43.75269
9.6	47.8005	34.15856	37.4066	40.62939	44.28244
9.62	42.11474	34.09645	38.32915	41.87842	44.64178
9.64	37.06166	34.13129	39.38187	43.25932	45.06127
9.66	32.93628	34.68093	40.55007	44.70031	45.48346
9.68	29.79906	35.11565	41.8665	46.21036	45.91359
9.7	27.54645	35.60836	43.25409	47.77426	46.43088
9.72	25.97407	36.51775	44.74482	49.35218	47.05737
9.74	24.95325	37.36951	46.23955	50.83166	47.51688
9.76	24.42475	38.2283	47.69187	52.28915	48.08322
9.78	24.29445	39.35353	49.1626	53.6775	48.65074
9.8	24.58095	40.66506	50.66345	55.06236	49.20053
9.82	25.26577	41.69916	52.08277	56.25847	49.71356
9.84	26.35501	42.82283	53.4724	57.40418	50.39208
9.86	27.44588	44.39848	54.87387	58.51127	51.10823
9.88	27.74372	45.81284	56.18412	59.50145	51.43585
9.9	27.85608	46.94695	57.21879	60.32463	51.44082
9.92	28.26761	48.31526	58.14255	61.12197	51.36713
9.94	28.85979	49.424	58.97004	61.75432	51.13255
9.96	29.56607	50.32758	59.58791	62.22738	50.86897
9.98	30.46412	51.53512	60.07945	62.60004	50.54426
10	31.34401	52.64183	60.3916	62.87486	50.13531
10.02	32.19202	53.56343	60.55932	62.89825	49.60322
10.04	32.88715	54.50299	60.6307	62.93843	49.16381
10.06	33.33861	55.68216	60.67327	62.90755	48.74079
10.08	33.77304	56.50303	60.62642	62.90269	48.41463
10.1	34.07722	57.27211	60.44695	62.74633	48.06279
10.12	34.26432	58.24075	60.06894	62.53987	47.62375
10.14	34.25688	58.47477	59.43808	62.23276	46.90018
10.16	34.14512	58.49586	58.62277	61.8905	46.21287
10.18	33.94124	58.53873	57.7286	61.69231	45.48453
10.2	33.5253	58.14101	56.78692	61.72035	44.58679
10.22	32.92183	57.27502	55.6178	61.55744	43.53607
10.24	32.0176	56.54962	54.37178	61.5678	42.36264
10.26	30.80675	55.69705	53.21648	61.84814	40.97586
10.28	29.31388	54.4351	51.80734	62.13376	39.56436
10.3	27.73494	53.32857	50.70268	62.8671	38.39638
10.32	25.97809	52.41029	49.81693	63.83719	37.19801
10.34	24.08612	51.17406	48.88389	64.67671	35.98403
10.36	22.16896	50.07591	48.22979	65.95401	35.00766
10.38	20.18957	49.15674	47.72289	67.31349	34.19909
10.4	18.03828	48.3194	47.36441	68.73602	33.48702
10.42	15.94461	47.37627	47.35735	70.19728	33.10365
10.44	14.04891	46.81037	47.68625	71.82747	33.17252
10.46	12.10808	46.58689	48.31936	73.31238	33.40387
10.48	10.10988	46.36203	49.27912	74.46594	33.76069
10.5	8.154731	45.97874	50.26868	75.50089	34.32056
10.52	6.344625	46.25776	51.61483	76.13528	34.96371

10.54	4.673262	46.48702	53.18216	76.29835	35.81276
10.56	3.0621	46.87047	54.709	76.2702	36.90625
10.58	1.57114	47.60501	56.32536	75.52607	38.16084
10.6	0.193011	48.27087	57.95363	74.47395	39.45019
10.62	1.208375	49.28332	59.28173	72.71419	40.70326
10.64	2.39193	50.52589	60.66997	70.61162	42.21694
10.66	3.597835	51.99682	62.1166	68.13581	43.50075
10.68	4.608104	53.5146	63.01617	65.48884	45.08658
10.7	5.368016	55.51513	63.77957	62.6888	46.66997
10.72	6.098433	57.64846	64.20297	59.8055	47.83914
10.74	6.712709	59.67808	63.9613	56.99649	48.85553
10.76	7.232485	61.8163	63.45859	54.24263	49.58791
10.78	7.507784	64.00074	62.838	51.96653	49.95408
10.8	7.743792	65.7279	61.79919	49.9329	50.10726
10.82	7.837105	67.41262	60.65503	48.32508	49.99603
10.84	7.603602	68.99355	59.72306	47.32258	49.65364
10.86	7.25433	69.85062	58.42334	46.57935	49.05828
10.88	6.780565	70.6814	57.37577	46.17822	48.20016
10.9	6.054593	71.17641	56.48855	46.23666	47.34412
10.92	5.308194	71.28614	55.58169	46.33379	46.36996
10.94	4.652003	70.99614	54.7569	46.58427	45.39248
10.96	3.871252	70.68869	54.31363	47.08912	44.69728
10.98	3.072151	69.90852	53.86401	47.62557	43.93835
11	2.230449	68.97021	53.57357	48.2173	43.34377
11.02	1.27901	68.14074	53.40983	48.88522	42.94711
11.04	0.387208	67.17387	53.45442	49.5316	42.66522
11.06	0.641158	66.14957	53.46416	50.35105	42.55895
11.08	1.932898	65.77761	53.89601	51.18899	42.7132
11.1	3.304987	65.26135	54.33829	52.1174	42.93185
11.12	4.897451	65.06129	54.84443	53.13396	43.40946
11.14	6.722163	65.29676	55.65854	54.19659	44.0417
11.16	8.725632	65.69135	56.7061	55.48516	44.93465
11.18	10.95299	66.37064	57.7913	56.86258	46.03324
11.2	13.3527	67.25559	59.22028	58.33134	47.23664
11.22	15.84669	68.33346	60.75282	59.93296	48.53036
11.24	18.4516	69.82945	62.3715	61.49956	49.8317
11.26	21.11973	71.26696	64.03628	62.98615	51.13071
11.28	23.87409	72.91916	65.85792	64.47968	52.47753
11.3	26.79147	74.93632	67.50937	65.84179	53.87701
11.32	29.90759	76.65846	69.12038	67.12288	55.26871
11.34	33.28693	78.86639	70.74262	68.31296	56.69728
11.36	37.05193	80.84036	72.2367	69.32217	58.23275
11.38	41.35147	82.8853	73.57492	70.37918	59.88201
11.4	46.27107	85.0884	75.05409	71.44994	61.94122
11.42	52.16443	87.34136	76.72349	73.00261	64.60213
11.44	59.56258	89.66521	79.0626	75.48311	68.41509
11.46	68.65351	92.22544	82.59888	79.4151	73.79985
11.48	76.21024	94.01136	86.12848	83.34529	78.4872
11.5	74.9694	92.62972	84.71602	81.93071	76.66037
11.52	67.70987	88.80059	78.91363	75.79679	70.34029
11.54	61.95171	85.05622	73.54399	70.19298	65.08744
11.56	58.04721	81.60655	69.24783	65.89929	61.31236
11.58	54.59529	77.82549	65.1846	62.08875	57.91169
11.6	50.95087	73.60365	61.16706	58.33247	54.44722
11.62	46.94096	69.15288	56.94141	54.54881	50.71696
11.64	42.51126	64.21498	52.57315	50.62254	46.76619
11.66	37.82601	59.25377	48.1678	46.70517	42.72134
11.68	33.18139	54.00746	43.85343	42.95876	38.73143
11.7	28.63804	48.90624	39.75904	39.3697	34.84259
11.72	24.2444	43.88543	35.94501	36.04856	31.18611
11.74	20.25948	39.01024	32.46389	33.07442	27.87665
11.76	16.72215	34.52955	29.4425	30.54943	25.01101
11.78	13.34631	30.32323	26.82784	28.32554	22.5891
11.8	10.45808	26.55436	24.71468	26.54508	20.72447
11.82	7.818258	23.14986	22.99982	25.20366	19.21961
11.84	5.477384	20.10367	21.65164	24.17765	18.08481
11.86	3.297416	17.27308	20.5606	23.44086	17.16659
11.88	1.361286	14.89999	19.78544	22.95955	16.52221
11.9	0.510337	12.68411	19.10337	22.59122	16.00748
11.92	2.309349	10.4867	18.4781	22.18472	15.48886

11.94	3.953927	8.561948	17.902	21.85382	14.94607
11.96	5.406821	6.7389	17.35395	21.48144	14.37662
11.98	6.647398	5.118877	16.90184	21.2345	13.76937
12	8.000674	3.392177	16.28399	20.79002	13.01538

جدول (3-13) يوضح السماحية النسبية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد

f GHz	Er (Polymer=0%)	Er (Polymer=1%)	Er (Polymer=2%)	Er (Polymer=3%)	Er (Polymer=4%)
8	6.1187	178.448	116.854	156.0810305	81.06179317
8.02	7.296	187.307	135.886	158.7851483	99.13881726
8.04	8.5879	198.57	148.315	162.740432	110.9077075
8.06	10.649	214.393	166.684	171.2444148	131.6740315
8.08	13.75	241.212	195.069	175.4839799	172.8910641
8.1	15.435	245.461	206.165	170.4460007	189.9257964
8.12	17.723	248.17	234.38	179.5495015	210.4790589
8.14	21.242	261.081	245.738	187.5847028	249.273776
8.16	24.876	275.233	262.857	178.4530827	281.2992976
8.18	26.068	259.615	276.489	192.1945432	291.6368724
8.2	29.777	260.428	278.711	206.5075975	319.3296373
8.22	34.394	275.4	277.004	202.1919163	330.1079293
8.24	35.357	267.13	283.513	212.6648086	328.7851254
8.26	36.138	252.486	286.483	238.1352727	316.2244056
8.28	40.218	266.126	275.868	232.1121095	330.4439478
8.3	39.984	264.595	261.705	245.828099	338.045374
8.32	39.196	244.949	258.307	249.1036488	304.5884122
8.34	37.484	243.498	240.353	237.9512472	259.5989452
8.36	36.607	238.335	217.94	222.1023299	245.1486777
8.38	33.211	229.323	199.87	204.5166756	218.9890524
8.4	31.04	218.936	185.034	179.9510509	182.2355858
8.42	28.924	209.145	167.854	164.0957669	150.0009341
8.44	26.105	200.147	143.57	140.4334235	122.253164
8.46	22.93	189.952	124.275	120.1542542	107.017616
8.48	20.142	177.277	114.997	108.9846221	77.3563857
8.5	18.838	169.522	100.489	92.01053696	63.52851015
8.52	14.801	147.755	87.029	80.37267738	52.88975702
8.54	13.35	136.422	76.2944	69.1695045	46.40499506
8.56	10.453	109.375	67.8833	57.74178915	34.78746844
8.58	8.5783	93.4808	54.4741	48.56942426	28.45026855
8.6	7.6504	84.0545	48.7772	38.49858895	30.84151999
8.62	6.4912	68.6726	40.6479	32.99499437	23.3357097
8.64	5.438	55.416	32.5462	27.55029326	16.58309462
8.66	4.8314	46.5585	27.611	22.48205181	14.66885562
8.68	4.3518	37.8837	23.7732	17.78469067	13.21016816
8.7	3.9366	29.4191	20.0058	15.31692236	10.02325516
8.72	3.9687	23.7761	16.3724	13.75403121	8.80778564
8.74	4.005	18.8164	13.8954	10.00985747	7.670779353
8.76	4.2376	14.3472	12.0757	8.727349034	6.562556028
8.78	4.6004	11.0683	10.925	7.788691011	6.902742374
8.8	5.4085	9.19812	10.102	6.805361644	5.759672075
8.82	6.5879	8.3437	9.29912	6.369686718	5.917819988
8.84	7.2211	7.37822	9.32453	6.52673728	6.314798112
8.86	9.438	7.65678	9.63268	6.620563542	7.954499868
8.88	11.076	9.67421	11.0035	8.079707228	10.86775006
8.9	15.386	14.6023	12.9192	10.96028611	14.09819345
8.92	20.688	20.3439	18.6793	14.51999173	19.48877217
8.94	24.74	25.7734	22.9865	19.25816293	28.10764159
8.96	32.487	35.6227	29.7006	27.5143212	38.9487346
8.98	44.206	49.2265	39.1492	39.02783079	53.5317724
9	57.85	66.0648	50.9181	54.62966044	62.72835188
9.02	77.388	86.4817	64.2896	75.09990801	85.47756652
9.04	114.64	128.22	89.6083	107.2315599	133.6895782
9.06	141.93	157.499	133.965	155.601868	161.5372239
9.08	169.79	206.754	177.172	219.1549533	192.685924

9.1	180.23	312.133	233.019	241.4515953	181.4700023
9.12	132.49	369.669	218.51	190.6086399	138.5846832
9.14	97.33	465.867	175.786	144.5747877	102.5832193
9.16	70.406	401.434	137.342	113.8286249	73.81776703
9.18	46.982	307.315	98.3801	81.09895597	67.00636783
9.2	34.976	246.905	77.2232	64.19779608	53.78035307
9.22	25.551	195.039	66.9147	55.54602354	40.83290062
9.24	19.912	148.248	55.9099	45.07724292	42.58339965
9.26	18.545	125.753	47.2231	37.24353587	33.69095754
9.28	17.679	107.505	43.2424	33.05980518	31.29342255
9.3	17.363	89.1108	36.9867	32.14102832	33.10926895
9.32	18.486	78.1821	30.2048	29.02978567	37.94556458
9.34	20.25	69.6785	33.7707	26.46359887	30.41517161
9.36	22.097	59.7895	30.6128	29.24566401	37.29709705
9.38	24.095	52.9276	29.6852	31.08528674	41.36521757
9.4	27.436	47.1639	36.6191	32.52986094	35.68844561
9.42	30.168	41.0292	32.8449	31.88758051	42.62667092
9.44	34.891	38.2411	35.5247	39.94432197	39.86742581
9.46	39.233	36.7045	35.4106	32.72781209	41.55127554
9.48	44.776	35.2724	32.9295	31.48696806	47.06630494
9.5	50.87	31.5209	33.9674	32.9676405	37.77634601
9.52	56.815	29.5376	32.3987	34.43566086	42.87247468
9.54	58.7	27.6287	35.4752	32.05897244	43.86395295
9.56	55.437	25.7209	35.2174	33.21845418	43.49881387
9.58	49.94	25.41	33.2444	34.99003764	45.55060361
9.6	43.765	26.2526	34.6819	36.33218525	47.4360384
9.62	37.399	27.0734	38.4831	37.61713812	49.63588827
9.64	32.247	27.6942	39.4557	38.91823555	48.16793253
9.66	28.032	29.7605	38.9099	42.05917244	45.3715017
9.68	25.421	32.1542	43.8074	45.65607728	44.12980652
9.7	23.164	31.735	44.0817	46.40476188	43.83658558
9.72	22.863	36.3173	47.1505	50.99201037	48.60461785
9.74	21.762	39.4143	46.9994	60.28165877	46.33606105
9.76	21.064	38.8236	48.6815	56.34772193	46.66106368
9.78	22.282	42.4022	57.1104	55.27665124	49.74156542
9.8	21.699	40.0938	54.3675	63.80786791	54.15148672
9.82	23.315	41.6025	56.6576	58.5144569	54.82264909
9.84	24.794	43.3812	60.0582	60.38450917	56.04020962
9.86	25.776	45.131	59.9621	64.57654038	61.87027417
9.88	25.266	46.9281	60.503	64.85698067	53.75289377
9.9	26.224	50.4624	59.7474	67.47086159	55.88877041
9.92	26.326	53.1421	63.7309	70.83028075	57.71734657
9.94	26.59	54.7502	65.1051	71.17133188	53.96974238
9.96	27.004	54.6676	65.9859	73.95440024	54.73465474
9.98	27.641	56.8217	63.0141	73.91961683	53.63220001
10	27.191	58.3162	69.4131	74.03495991	53.70108139
10.02	28.194	62.898	68.2478	74.25691277	53.01361356
10.04	28.151	60.1631	65.579	76.78157263	51.28588504
10.06	28.367	65.2925	69.6673	73.4645581	48.91810207
10.08	28.449	67.04	68.0022	72.63599922	50.40774379
10.1	28.815	69.3618	63.821	73.63250045	49.34721357
10.12	30.567	73.6354	64.6825	81.28838668	46.33891228
10.14	29.729	70.2478	65.4577	73.25233301	43.99863785
10.16	29.859	69.6743	63.7303	66.39192327	43.45242918
10.18	29.994	71.073	56.8128	82.06171085	44.10618566
10.2	29.682	70.2533	58.975	71.06573124	40.03938309
10.22	28.789	67.051	65.8676	66.67174849	39.00319724
10.24	28.143	66.5189	53.4246	78.92214722	37.83414423
10.26	27.199	66.0713	57.3461	68.03743756	34.74107701
10.28	24.045	59.75	54.4754	68.28192782	32.69482709
10.3	22.702	57.9554	55.6491	82.75018874	33.35902911
10.32	21.095	57.309	50.3283	78.40943612	29.4149694
10.34	18.229	52.5204	50.936	73.09667692	28.77918321
10.36	16.379	50.5162	57.9759	83.26393842	27.6081309

10.38	14.71	49.6579	50.9257	93.59803211	28.10148021
10.4	12.565	47.0662	50.9502	85.31068503	25.61031871
10.42	10.87	45.4586	48.5785	98.7406052	24.59709444
10.44	9.5532	48.2834	57.8318	101.7070707	26.19497813
10.46	8.001	43.9092	52.9654	95.15917049	23.69022057
10.48	6.6335	44.0074	57.6079	92.29336783	23.06941185
10.5	5.4558	45.1694	49.8026	114.2844804	25.24048702
10.52	4.137	46.6629	62.859	104.097986	25.81786585
10.54	2.9556	48.4493	55.0606	98.85835655	25.88388683
10.56	1.6669	47.8984	60.4619	93.15365597	27.44903201
10.58	0.7495	52.5648	59.8194	91.16439018	29.35764372
10.6	0.0601	52.1054	64.8716	96.92669355	29.22361291
10.62	0.4626	55.3448	62.2769	89.53271246	31.24009007
10.64	1.1269	58.8989	69.3794	77.46795328	34.90318781
10.66	1.9449	58.8041	64.6594	76.68285729	33.80919111
10.68	2.5866	61.0352	65.5756	71.75698335	36.21001791
10.7	3.2126	69.3893	69.8151	62.68805322	37.37629716
10.72	3.6666	67.4145	64.1009	57.16009564	40.41323964
10.74	4.519	76.9007	70.6763	54.89680841	39.8257726
10.76	5.0278	87.7668	65.679	51.2002228	38.37129982
10.78	4.9553	82.4275	60.9832	45.8974847	41.79888762
10.8	5.4045	89.0532	60.7356	46.31380018	40.75816125
10.82	5.7322	100.524	62.9009	44.26283883	39.0715913
10.84	5.389	101.461	58.9507	44.04021655	40.7430633
10.86	5.0776	97.4364	59.6066	40.65761266	39.57359244
10.88	4.8154	108.604	60.4033	40.68803497	37.22959888
10.9	4.4664	113	51.468	42.31405424	34.2352824
10.92	3.6681	110.794	49.6972	37.84625402	36.68588508
10.94	3.2324	115.2	49.8835	39.53735233	33.33304925
10.96	2.5565	108.797	52.5033	42.62797498	32.69006991
10.98	1.9048	104.24	49.9667	40.76368735	32.12040364
11	1.3855	105.834	53.3173	42.53849918	36.00483001
11.02	0.692	98.9663	56.1244	50.95914477	31.25944049
11.04	0.1531	93.7008	58.737	43.01091972	31.53563063
11.06	0.2359	90.7457	51.5918	45.24281652	35.40417047
11.08	0.9397	89.6492	51.6138	48.02301223	34.65149446
11.1	1.8031	87.3951	54.2448	48.55579988	33.12127252
11.12	3.15	91.1884	48.4117	48.11598774	34.64337385
11.14	4.6083	90.8797	53.3076	49.41083934	37.89238024
11.16	6.9906	100.413	56.0193	52.50786448	36.58768135
11.18	8.5834	98.6265	60.0109	52.93331795	38.60372357
11.2	10.605	97.2802	59.0526	56.06241699	42.65551831
11.22	14.211	106.579	58.7575	62.17017384	48.39276268
11.24	15.627	105.217	71.1048	64.90362651	45.31633201
11.26	18.482	107.982	71.2522	66.87116556	48.6163751
11.28	24.067	124.743	85.0458	70.75298568	55.64981747
11.3	24.76	120.197	82.7322	71.05834543	55.88339949
11.32	27.647	122.189	89.0794	79.99893424	53.26163059
11.34	32.836	132.564	104.137	88.05731269	60.38849262
11.36	37.171	138.124	101.4	85.66956351	61.61347687
11.38	39.205	136.354	90.6887	97.35959646	66.28594122
11.4	44.974	143.77	96.927	105.8898753	66.76822653
11.42	53.495	147.063	98.9104	98.1007454	75.96982807
11.44	65.419	157.86	102.019	93.07680569	81.85655903
11.46	84.072	178.043	103.917	112.1776279	85.78226689
11.48	102.68	184.66	116.31	126.9925369	100.0687752
11.5	96.732	167.269	111.967	109.8320226	98.31142366
11.52	79.245	151.715	97.6963	92.76134899	82.52605709
11.54	65.757	125.679	83.0108	88.09266663	69.89018337
11.56	55.136	113.783	73.588	70.88180943	63.92577518
11.58	48.288	98.3944	66.8252	63.20954431	64.16668274
11.6	43.304	84.3773	60.0406	58.25654305	60.56090022
11.62	37.615	73.7908	52.7512	51.31060672	49.11690654
11.64	32.42	63.9655	46.063	46.2726562	49.32700271

11.66	27.413	57.8991	41.4438	40.09032727	39.14817151
11.68	22.395	50.5661	34.1156	33.65141824	32.23926019
11.7	17.826	41.5031	29.3263	28.76377608	30.87251178
11.72	14.658	35.7489	24.6828	26.46727891	23.43624136
11.74	11.729	30.0628	20.377	21.84665491	18.89997143
11.76	8.9201	23.9912	18.7434	19.08612585	16.9193192
11.78	6.7664	20.0227	15.4115	18.18631274	14.73230005
11.8	4.9535	16.6661	13.528	16.06339526	11.60248155
11.82	3.4755	13.8239	12.8611	14.67758741	10.52823427
11.84	2.2949	12.1122	11.3112	14.51280824	10.43003326
11.86	1.232	9.80027	10.7122	14.07552024	9.394263521
11.88	0.4122	8.0728	10.8717	12.60178184	8.512238382
11.9	0.1232	7.89031	10.0664	12.69106599	8.548529982
11.92	0.7575	4.93184	10.1093	12.90763925	8.744343098
11.94	1.5416	3.973	10.7977	11.35960086	7.856096138
11.96	2.3862	3.12412	10.0025	11.7703137	7.482377048
11.98	2.9786	2.08509	9.84356	12.220798	7.910945538
12	3.7217	1.2435	9.49075	11.11012495	6.707808375

جدول (3-14) يوضح السماحية الحقيقية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد

f GHz	ϵ' (Polymer=0%)	ϵ' (Polymer=1%)	ϵ' (Polymer=2%)	ϵ' (Polymer=3%)	ϵ' (Polymer=4%)
8	1.54E-11	9.14E-11	2.78E-10	7.20E-10	4.36E-11
8.02	1.25E-11	6.75E-11	3.46E-10	6.38E-10	9.86E-12
8.04	8.30E-12	1.70E-10	4.20E-10	5.76E-10	9.94E-11
8.06	4.09E-12	9.88E-11	5.89E-10	5.66E-10	1.97E-10
8.08	4.38E-12	1.35E-11	6.79E-10	5.67E-10	3.52E-10
8.1	9.67E-12	8.27E-11	8.00E-10	4.41E-10	3.75E-10
8.12	2.91E-11	1.97E-11	9.69E-10	3.15E-10	5.61E-10
8.14	4.44E-11	2.00E-11	1.06E-09	4.26E-10	8.95E-10
8.16	4.92E-11	3.17E-10	1.17E-09	2.60E-10	8.98E-10
8.18	6.02E-11	1.61E-10	1.29E-09	1.01E-10	1.20E-09
8.2	9.15E-11	2.53E-10	1.23E-09	1.63E-10	1.46E-09
8.22	1.04E-10	4.74E-10	1.18E-09	8.58E-11	1.37E-09
8.24	1.02E-10	4.69E-10	1.08E-09	4.76E-11	1.31E-09
8.26	1.23E-10	5.07E-10	1.11E-09	1.20E-10	1.16E-09
8.28	1.50E-10	6.88E-10	9.94E-10	1.47E-10	9.14E-10
8.3	1.43E-10	8.17E-10	8.43E-10	3.67E-10	8.68E-10
8.32	1.50E-10	6.40E-10	6.47E-10	3.98E-10	7.88E-10
8.34	1.26E-10	7.60E-10	6.02E-10	4.53E-10	5.83E-10
8.36	1.18E-10	6.60E-10	4.73E-10	4.85E-10	4.02E-10
8.38	9.80E-11	7.69E-10	2.77E-10	4.95E-10	2.51E-10
8.4	7.54E-11	6.20E-10	1.94E-10	4.71E-10	2.77E-10
8.42	6.72E-11	4.85E-10	1.76E-10	4.98E-10	1.49E-10
8.44	5.36E-11	4.66E-10	1.13E-10	4.41E-10	3.89E-11
8.46	4.71E-11	4.84E-10	1.05E-11	4.38E-10	3.44E-11
8.48	3.06E-11	3.60E-10	7.75E-11	4.27E-10	1.42E-11
8.5	4.45E-11	2.19E-10	8.31E-11	3.87E-10	7.80E-11
8.52	3.36E-11	3.77E-10	1.06E-10	3.54E-10	1.16E-10
8.54	2.73E-11	2.53E-10	1.02E-10	3.27E-10	9.13E-11
8.56	2.77E-11	1.18E-10	1.02E-10	2.67E-10	7.23E-11
8.58	1.36E-11	5.01E-11	9.34E-11	2.23E-10	1.05E-10
8.6	1.42E-11	1.30E-10	1.13E-10	1.61E-10	1.15E-10
8.62	1.27E-11	4.31E-11	8.44E-11	1.26E-10	7.45E-11
8.64	8.19E-12	5.02E-11	8.07E-11	1.03E-10	6.32E-11
8.66	4.19E-12	4.10E-11	9.37E-11	8.69E-11	6.03E-11
8.68	3.84E-12	1.43E-11	8.23E-11	5.50E-11	3.16E-11
8.7	2.78E-12	1.82E-11	7.91E-11	4.00E-11	4.03E-11
8.72	4.44E-13	1.13E-11	7.02E-11	4.06E-11	3.68E-11
8.74	4.40E-13	2.62E-11	6.61E-11	3.09E-11	2.18E-11
8.76	3.70E-12	1.27E-11	6.39E-11	2.32E-11	1.76E-11
8.78	5.69E-12	3.50E-12	5.97E-11	1.84E-11	1.37E-11
8.8	1.10E-11	2.26E-12	5.24E-11	1.98E-11	1.33E-11
8.82	1.65E-11	9.12E-13	4.74E-11	1.56E-11	5.97E-12
8.84	2.23E-11	2.88E-12	4.80E-11	1.66E-11	6.65E-13
8.86	4.76E-11	1.09E-11	4.92E-11	1.57E-11	1.53E-11
8.88	3.68E-11	5.93E-12	6.04E-11	5.09E-12	1.92E-11

8.9	2.69E-11	2.16E-11	5.40E-11	5.93E-12	4.71E-11
8.92	2.62E-11	2.03E-11	8.33E-11	3.19E-12	7.89E-11
8.94	1.21E-11	3.60E-11	1.04E-10	4.60E-12	7.19E-11
8.96	2.94E-11	7.55E-11	1.14E-10	2.86E-11	1.57E-10
8.98	6.38E-11	9.48E-11	1.42E-10	4.67E-11	1.10E-10
9	9.57E-11	1.68E-10	1.72E-10	6.79E-11	3.20E-11
9.02	1.97E-10	2.52E-10	1.59E-10	1.38E-10	1.31E-10
9.04	2.96E-10	4.15E-10	8.24E-11	2.58E-10	2.19E-10
9.06	4.45E-10	5.08E-10	1.36E-10	4.71E-10	5.14E-10
9.08	4.61E-10	5.04E-10	1.59E-10	7.65E-10	7.12E-10
9.1	2.11E-10	7.90E-10	9.51E-11	8.37E-10	6.50E-10
9.12	3.73E-10	1.10E-09	1.65E-11	6.70E-10	4.73E-10
9.14	1.29E-10	1.02E-09	6.82E-11	5.25E-10	2.39E-10
9.16	1.93E-10	9.46E-10	8.87E-11	3.41E-10	1.16E-10
9.18	9.70E-11	6.70E-10	5.51E-11	3.04E-10	2.82E-11
9.2	8.10E-11	4.64E-10	1.09E-10	2.76E-10	1.47E-10
9.22	7.64E-13	3.58E-10	1.24E-10	2.24E-10	1.38E-11
9.24	2.77E-11	1.95E-10	4.77E-11	1.93E-10	1.31E-10
9.26	4.74E-11	8.49E-11	1.04E-10	1.51E-10	7.62E-11
9.28	4.45E-11	8.39E-11	1.00E-10	1.18E-10	1.88E-11
9.3	5.36E-11	1.12E-11	1.31E-11	1.09E-10	2.40E-11
9.32	6.31E-11	7.17E-11	5.73E-11	9.70E-11	1.24E-10
9.34	6.99E-11	6.86E-11	1.08E-10	6.06E-11	2.15E-12
9.36	8.53E-11	1.44E-11	4.63E-11	3.93E-11	5.86E-11
9.38	9.21E-11	7.41E-11	9.98E-11	6.24E-11	1.14E-10
9.4	1.13E-10	6.09E-11	9.75E-11	7.08E-11	1.67E-12
9.42	1.17E-10	4.04E-11	7.23E-11	5.51E-11	6.23E-11
9.44	1.25E-10	7.29E-11	7.81E-12	9.11E-11	3.14E-11
9.46	1.21E-10	1.24E-10	6.83E-11	9.53E-11	1.89E-11
9.48	1.19E-10	1.50E-10	5.08E-11	8.23E-11	3.29E-11
9.5	1.01E-10	1.12E-10	3.14E-11	7.00E-11	2.19E-11
9.52	8.67E-11	8.85E-11	5.33E-11	8.49E-11	1.02E-10
9.54	5.13E-11	6.50E-11	8.52E-11	6.93E-11	6.49E-11
9.56	8.10E-12	3.45E-11	6.79E-11	4.46E-11	1.13E-10
9.58	3.50E-11	1.86E-11	7.83E-11	3.89E-11	1.65E-10
9.6	5.77E-11	1.05E-11	1.15E-10	3.37E-11	1.83E-10
9.62	6.93E-11	2.89E-11	1.23E-10	1.70E-11	1.75E-10
9.64	7.72E-11	2.09E-11	1.31E-10	4.44E-12	1.52E-10
9.66	7.25E-11	6.51E-11	1.54E-10	2.65E-11	1.14E-10
9.68	7.06E-11	9.41E-11	1.85E-10	1.77E-11	7.35E-11
9.7	7.69E-11	7.25E-11	1.83E-10	2.85E-11	2.42E-11
9.72	8.00E-11	1.23E-10	1.81E-10	8.16E-11	3.56E-12
9.74	7.11E-11	1.57E-10	1.77E-10	3.75E-11	3.85E-12
9.76	7.83E-11	1.41E-10	1.46E-10	4.51E-11	4.64E-11
9.78	8.11E-11	1.41E-10	1.49E-10	6.50E-11	9.22E-11
9.8	8.49E-11	8.05E-11	1.87E-10	8.01E-11	7.97E-11
9.82	9.55E-11	3.68E-11	1.34E-10	6.58E-11	1.14E-10
9.84	1.01E-10	1.19E-11	1.62E-10	1.15E-10	1.33E-10
9.86	1.06E-10	3.15E-11	1.64E-10	1.47E-10	9.52E-11
9.88	9.50E-11	5.12E-11	1.41E-10	1.69E-10	1.22E-10
9.9	9.49E-11	5.05E-11	1.24E-10	1.97E-10	1.42E-10
9.92	9.32E-11	1.04E-10	7.59E-11	2.29E-10	1.74E-10
9.94	9.09E-11	1.18E-10	8.11E-11	2.29E-10	1.68E-10
9.96	8.80E-11	6.55E-11	9.64E-11	2.81E-10	1.97E-10
9.98	9.09E-11	1.17E-10	3.01E-11	2.61E-10	2.01E-10
10	7.86E-11	1.66E-10	4.21E-11	3.18E-10	2.22E-10
10.02	7.44E-11	2.30E-10	8.40E-12	2.69E-10	2.02E-10
10.04	6.43E-11	1.46E-10	1.05E-11	2.72E-10	1.91E-10
10.06	5.26E-11	2.29E-10	3.85E-11	2.63E-10	1.63E-10
10.08	4.22E-11	2.45E-10	5.30E-12	2.12E-10	1.66E-10
10.1	2.61E-11	2.57E-10	1.32E-11	1.69E-10	1.44E-10
10.12	1.77E-11	2.48E-10	8.33E-11	2.34E-10	1.35E-10
10.14	1.56E-11	1.91E-10	7.47E-11	1.74E-10	1.12E-10
10.16	9.17E-12	1.52E-10	5.03E-11	1.40E-10	8.92E-11
10.18	9.05E-13	1.70E-10	9.30E-11	2.91E-11	1.05E-10
10.2	6.35E-12	1.55E-10	1.54E-10	1.66E-10	7.12E-11
10.22	1.40E-11	1.08E-10	1.63E-10	6.73E-11	5.42E-11
10.24	2.31E-11	1.13E-10	1.27E-10	1.00E-10	5.03E-11
10.26	1.15E-11	1.08E-10	1.83E-10	1.38E-10	4.83E-11
10.28	2.32E-11	7.30E-11	1.78E-10	1.77E-11	1.76E-11

10.3	2.86E-11	2.17E-11	1.44E-10	2.77E-11	2.70E-11
10.32	2.21E-11	3.49E-11	1.60E-10	5.81E-11	1.54E-11
10.34	3.07E-11	4.18E-11	2.02E-10	3.29E-11	1.36E-12
10.36	3.03E-11	2.01E-11	2.04E-10	1.52E-10	6.55E-12
10.38	3.55E-11	7.40E-11	1.56E-10	1.86E-11	5.16E-12
10.4	3.26E-11	3.11E-11	1.89E-10	1.80E-10	4.19E-12
10.42	3.52E-11	5.45E-11	1.49E-10	3.31E-10	2.04E-11
10.44	3.39E-11	1.59E-10	6.03E-11	5.31E-11	7.08E-12
10.46	3.22E-11	2.43E-12	1.89E-10	3.53E-10	1.05E-11
10.48	2.99E-11	3.76E-11	5.16E-11	1.66E-10	3.65E-11
10.5	2.68E-11	6.12E-11	1.31E-10	8.64E-11	5.63E-11
10.52	2.01E-11	4.45E-11	2.26E-10	9.53E-11	4.70E-11
10.54	1.45E-11	5.99E-11	1.94E-10	7.74E-11	6.00E-11
10.56	8.81E-12	1.09E-10	2.25E-10	1.16E-11	8.22E-11
10.58	3.82E-12	1.59E-10	2.25E-10	5.23E-11	7.76E-11
10.6	4.20E-13	9.58E-11	2.26E-10	1.48E-10	1.00E-10
10.62	1.04E-12	1.50E-10	2.05E-10	2.10E-11	1.21E-10
10.64	2.52E-12	1.86E-10	1.89E-10	9.14E-11	1.29E-10
10.66	4.23E-12	2.38E-11	2.05E-10	1.65E-10	1.44E-10
10.68	6.52E-12	9.37E-11	1.45E-10	9.68E-11	1.75E-10
10.7	8.21E-12	2.18E-10	1.16E-10	1.46E-10	1.71E-10
10.72	1.11E-11	7.31E-11	1.26E-10	1.56E-10	1.62E-10
10.74	1.43E-11	1.42E-10	7.06E-11	1.90E-10	1.65E-10
10.76	1.45E-11	2.88E-10	1.02E-10	1.61E-10	1.28E-10
10.78	1.65E-11	9.73E-11	5.11E-11	1.93E-10	1.15E-10
10.8	2.10E-11	1.75E-10	2.73E-12	2.08E-10	1.21E-10
10.82	2.08E-11	2.92E-10	2.85E-11	1.85E-10	8.98E-11
10.84	2.03E-11	2.68E-10	4.08E-11	1.68E-10	5.92E-11
10.86	2.26E-11	1.53E-10	2.46E-11	1.50E-10	8.53E-11
10.88	1.93E-11	3.20E-10	1.38E-11	1.22E-10	5.96E-11
10.9	1.85E-11	2.99E-10	2.18E-11	1.57E-10	3.37E-11
10.92	1.59E-11	3.26E-10	6.64E-11	1.14E-10	1.60E-11
10.94	1.24E-11	3.45E-10	8.68E-11	8.18E-11	1.63E-11
10.96	1.14E-11	2.90E-10	9.96E-11	1.04E-10	5.96E-12
10.98	8.14E-12	2.09E-10	1.08E-10	8.43E-11	4.06E-11
11	5.58E-12	1.58E-10	1.61E-10	5.25E-11	2.66E-11
11.02	3.42E-12	1.53E-10	1.22E-10	7.61E-11	2.97E-11
11.04	8.73E-13	9.86E-11	1.12E-10	6.42E-11	6.18E-11
11.06	5.64E-13	8.30E-11	1.10E-10	4.58E-11	6.39E-11
11.08	1.76E-12	9.09E-11	1.53E-10	5.92E-11	5.86E-11
11.1	3.73E-12	7.02E-11	1.01E-10	4.93E-11	6.44E-11
11.12	6.89E-12	5.00E-11	1.57E-10	1.23E-11	9.92E-11
11.14	1.17E-11	3.62E-11	2.09E-10	7.26E-12	9.06E-11
11.16	1.54E-11	7.43E-11	2.30E-10	8.72E-12	1.01E-10
11.18	9.76E-12	4.21E-11	2.29E-10	1.90E-11	1.34E-10
11.2	2.11E-11	2.53E-11	2.05E-10	5.94E-11	1.49E-10
11.22	3.27E-11	4.37E-11	1.68E-10	4.95E-11	1.63E-10
11.24	1.78E-11	6.95E-11	6.46E-11	5.49E-11	1.66E-10
11.26	3.97E-11	1.29E-10	5.50E-11	1.27E-10	2.00E-10
11.28	4.53E-11	1.32E-10	1.70E-10	9.49E-11	2.15E-10
11.3	2.87E-11	1.20E-10	3.54E-11	1.49E-10	2.23E-10
11.32	4.47E-11	1.66E-10	2.78E-10	2.34E-10	1.81E-10
11.34	5.98E-11	1.57E-10	1.34E-10	1.62E-10	1.84E-10
11.36	5.24E-11	1.25E-10	2.45E-10	2.24E-10	1.87E-10
11.38	7.22E-11	3.02E-10	2.67E-10	3.04E-10	2.01E-10
11.4	9.99E-11	4.02E-10	3.65E-10	3.40E-10	1.89E-10
11.42	1.50E-10	3.23E-10	3.68E-10	1.32E-11	1.97E-10
11.44	1.98E-10	4.19E-10	3.78E-10	8.61E-11	2.23E-10
11.46	2.75E-10	6.32E-10	3.34E-10	2.46E-10	1.93E-10
11.48	3.72E-10	6.29E-10	2.62E-10	2.68E-10	1.62E-10
11.5	3.51E-10	5.16E-10	1.95E-10	2.32E-10	1.08E-10
11.52	2.68E-10	5.55E-10	1.40E-10	2.71E-10	9.47E-11
11.54	2.31E-10	3.72E-10	1.01E-10	2.68E-10	4.02E-11
11.56	1.71E-10	4.44E-10	4.72E-11	2.23E-10	3.51E-11
11.58	1.25E-10	3.41E-10	4.02E-11	2.25E-10	7.07E-11
11.6	9.68E-11	2.02E-10	6.28E-11	2.23E-10	5.51E-11
11.62	7.38E-11	1.69E-10	2.79E-11	2.12E-10	2.12E-11
11.64	4.63E-11	1.10E-10	1.61E-11	1.76E-10	1.68E-10
11.66	3.10E-11	1.65E-10	5.59E-13	1.62E-10	7.13E-11
11.68	2.31E-11	1.80E-10	7.00E-12	1.26E-10	2.47E-11

11.7	8.99E-12	1.30E-10	1.82E-12	1.02E-10	3.48E-11
11.72	1.61E-12	1.03E-10	4.64E-12	8.37E-11	4.91E-11
11.74	1.13E-12	7.67E-11	1.74E-11	6.63E-11	1.69E-11
11.76	5.43E-12	3.62E-11	1.70E-11	4.76E-11	9.19E-12
11.78	6.25E-12	1.72E-11	1.42E-11	4.14E-11	9.16E-12
11.8	8.18E-12	2.23E-11	2.42E-11	3.11E-11	4.46E-12
11.82	6.90E-12	1.76E-12	3.05E-11	2.94E-11	9.89E-12
11.84	5.44E-12	2.64E-11	2.82E-11	1.37E-11	1.19E-11
11.86	3.91E-12	1.46E-11	3.59E-11	2.20E-11	8.10E-12
11.88	1.85E-12	2.85E-12	4.00E-11	1.52E-11	1.48E-11
11.9	7.56E-13	3.67E-11	3.77E-11	5.95E-12	1.95E-11
11.92	2.94E-12	6.03E-12	4.66E-11	6.15E-12	2.35E-11
11.94	3.43E-12	2.02E-12	4.98E-11	9.25E-13	2.02E-11
11.96	4.60E-12	6.46E-12	4.06E-11	1.36E-11	2.72E-11
11.98	5.15E-12	2.91E-12	4.83E-11	9.00E-12	2.19E-11
12	4.38E-12	2.78E-12	4.61E-11	7.55E-12	2.37E-11

جدول (3-15) يوضح السماحية الخيالية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد

f GHz	ϵ''				
	Polymer=0%	Polymer=1%	Polymer=2%	Polymer=3%	Polymer=4%
8	5.20E-11	1.58E-09	-9.97E-10	1.18E-09	-7.16E-10
8.02	6.34E-11	1.66E-09	-1.15E-09	1.25E-09	-8.78E-10
8.04	7.56E-11	-1.75E-09	-1.24E-09	1.32E-09	-9.77E-10
8.06	-9.42E-11	1.90E-09	-1.35E-09	1.41E-09	-1.15E-09
8.08	-1.22E-10	2.14E-09	-1.59E-09	1.45E-09	-1.49E-09
8.1	-1.36E-10	-2.17E-09	-1.64E-09	1.44E-09	-1.64E-09
8.12	-1.54E-10	-2.20E-09	-1.84E-09	1.56E-09	-1.78E-09
8.14	-1.83E-10	-2.31E-09	-1.90E-09	1.61E-09	-2.02E-09
8.16	-2.15E-10	-2.42E-09	-2.01E-09	1.56E-09	-2.32E-09
8.18	-2.23E-10	-2.29E-09	2.08E-09	1.70E-09	-2.29E-09
8.2	-2.47E-10	-2.29E-09	2.14E-09	1.82E-09	2.42E-09
8.22	-2.86E-10	-2.39E-09	2.15E-09	1.79E-09	2.58E-09
8.24	-2.96E-10	-2.32E-09	2.27E-09	-1.88E-09	2.60E-09
8.26	-2.95E-10	-2.18E-09	2.28E-09	-2.11E-09	2.55E-09
8.28	3.23E-10	-2.25E-09	2.23E-09	-2.05E-09	2.78E-09
8.3	-3.24E-10	-2.20E-09	2.16E-09	-2.15E-09	2.86E-09
8.32	3.13E-10	-2.07E-09	2.19E-09	-2.17E-09	2.58E-09
8.34	3.07E-10	-2.02E-09	2.04E-09	-2.06E-09	2.22E-09
8.36	3.02E-10	2.00E-09	1.87E-09	-1.91E-09	2.13E-09
8.38	2.77E-10	-1.88E-09	1.75E-09	-1.74E-09	1.92E-09
8.4	2.64E-10	1.84E-09	1.63E-09	-1.52E-09	1.59E-09
8.42	2.47E-10	1.79E-09	1.48E-09	-1.36E-09	1.32E-09
8.44	2.25E-10	1.71E-09	1.27E-09	-1.16E-09	1.08E-09
8.46	1.97E-10	1.61E-09	1.10E-09	-9.69E-10	9.47E-10
8.48	1.76E-10	1.53E-09	-1.02E-09	-8.65E-10	-6.85E-10
8.5	1.61E-10	1.48E-09	-8.86E-10	-7.17E-10	-5.57E-10
8.52	1.27E-10	1.25E-09	-7.63E-10	-6.18E-10	-4.54E-10
8.54	1.15E-10	1.18E-09	-6.68E-10	-5.18E-10	-4.01E-10
8.56	8.83E-11	9.61E-10	-5.92E-10	4.36E-10	-2.99E-10
8.58	7.47E-11	8.26E-10	-4.73E-10	3.68E-10	-2.29E-10
8.6	6.62E-11	7.33E-10	-4.17E-10	3.01E-10	-2.48E-10
8.62	5.60E-11	6.07E-10	-3.50E-10	2.63E-10	-1.93E-10
8.64	4.74E-11	4.88E-10	-2.77E-10	2.21E-10	-1.33E-10
8.66	4.26E-11	4.10E-10	-2.26E-10	1.79E-10	1.15E-10
8.68	3.83E-11	3.35E-10	-1.94E-10	1.48E-10	-1.13E-10
8.7	3.47E-11	2.60E-10	-1.58E-10	1.30E-10	7.91E-11
8.72	3.51E-11	2.10E-10	-1.27E-10	1.15E-10	6.88E-11
8.74	-3.55E-11	1.65E-10	-1.04E-10	8.31E-11	6.43E-11
8.76	-3.73E-11	1.26E-10	-8.57E-11	7.37E-11	5.54E-11
8.78	-4.03E-11	9.79E-11	-7.61E-11	6.65E-11	5.96E-11
8.8	-4.66E-11	8.14E-11	7.25E-11	5.69E-11	4.92E-11
8.82	-5.59E-11	7.39E-11	-6.73E-11	5.42E-11	5.21E-11

8.84	-5.99E-11	-6.53E-11	-6.72E-11	5.53E-11	-5.59E-11
8.86	-6.87E-11	-6.69E-11	-6.97E-11	5.65E-11	-6.87E-11
8.88	9.09E-11	-8.55E-11	7.65E-11	7.14E-11	-9.43E-11
8.9	1.34E-10	-1.27E-10	1.01E-10	9.69E-11	-1.16E-10
8.92	1.81E-10	-1.79E-10	1.43E-10	1.29E-10	-1.53E-10
8.94	2.19E-10	-2.25E-10	1.75E-10	-1.70E-10	2.38E-10
8.96	-2.86E-10	-3.06E-10	2.37E-10	-2.42E-10	-3.07E-10
8.98	-3.86E-10	-4.25E-10	3.16E-10	-3.42E-10	4.61E-10
9	-5.03E-10	-5.60E-10	4.17E-10	-4.79E-10	5.54E-10
9.02	-6.56E-10	-7.23E-10	5.47E-10	-6.50E-10	-7.45E-10
9.04	-9.71E-10	1.06E-09	7.89E-10	-9.14E-10	-1.16E-09
9.06	-1.18E-09	1.30E-09	1.18E-09	-1.29E-09	-1.33E-09
9.08	1.43E-09	1.76E-09	1.56E-09	-1.78E-09	-1.55E-09
9.1	1.58E-09	2.65E-09	2.06E-09	-1.97E-09	1.47E-09
9.12	1.11E-09	3.08E-09	1.93E-09	-1.55E-09	1.13E-09
9.14	-8.52E-10	4.00E-09	-1.55E-09	-1.17E-09	8.76E-10
9.16	-5.93E-10	3.43E-09	-1.21E-09	-9.48E-10	6.43E-10
9.18	4.05E-10	2.64E-09	-8.69E-10	-6.50E-10	-5.93E-10
9.2	2.99E-10	2.14E-09	-6.75E-10	-4.97E-10	4.53E-10
9.22	-2.26E-10	1.69E-09	-5.79E-10	4.38E-10	3.61E-10
9.24	-1.74E-10	1.30E-09	-4.93E-10	3.49E-10	-3.53E-10
9.26	-1.57E-10	1.11E-09	-4.05E-10	2.93E-10	2.88E-10
9.28	-1.50E-10	9.48E-10	-3.69E-10	2.68E-10	2.76E-10
9.3	-1.44E-10	7.89E-10	-3.27E-10	2.63E-10	-2.92E-10
9.32	-1.51E-10	-6.89E-10	-2.61E-10	2.38E-10	3.12E-10
9.34	-1.65E-10	-6.13E-10	-2.79E-10	2.26E-10	-2.69E-10
9.36	-1.76E-10	-5.29E-10	-2.67E-10	2.56E-10	-3.25E-10
9.38	-1.92E-10	-4.63E-10	-2.43E-10	2.68E-10	3.48E-10
9.4	-2.15E-10	-4.13E-10	3.09E-10	2.79E-10	-3.16E-10
9.42	2.40E-10	-3.61E-10	-2.82E-10	2.77E-10	-3.72E-10
9.44	2.83E-10	-3.31E-10	-3.14E-10	3.42E-10	3.52E-10
9.46	3.25E-10	-3.00E-10	-3.06E-10	2.74E-10	-3.67E-10
9.48	3.78E-10	2.74E-10	-2.87E-10	2.66E-10	4.15E-10
9.5	4.39E-10	2.56E-10	-2.99E-10	2.83E-10	-3.34E-10
9.52	4.96E-10	2.46E-10	-2.82E-10	2.93E-10	-3.66E-10
9.54	5.17E-10	2.36E-10	-3.02E-10	2.75E-10	-3.83E-10
9.56	4.91E-10	2.25E-10	-3.04E-10	2.91E-10	-3.68E-10
9.58	-4.41E-10	2.24E-10	-2.84E-10	3.07E-10	-3.68E-10
9.6	-3.83E-10	-2.32E-10	-2.85E-10	3.20E-10	3.78E-10
9.62	-3.24E-10	-2.38E-10	-3.18E-10	3.33E-10	4.03E-10
9.64	-2.75E-10	-2.44E-10	-3.24E-10	-3.45E-10	3.98E-10
9.66	-2.37E-10	-2.55E-10	-3.08E-10	-3.71E-10	3.85E-10
9.68	-2.14E-10	-2.69E-10	-3.41E-10	-4.04E-10	3.84E-10
9.7	-1.90E-10	-2.71E-10	3.45E-10	-4.10E-10	3.87E-10
9.72	-1.86E-10	-2.97E-10	3.76E-10	-4.44E-10	4.30E-10
9.74	-1.79E-10	3.11E-10	3.77E-10	-5.32E-10	-4.10E-10
9.76	-1.69E-10	3.14E-10	4.05E-10	-4.97E-10	-4.11E-10
9.78	-1.80E-10	3.48E-10	4.83E-10	-4.85E-10	-4.31E-10
9.8	-1.72E-10	3.46E-10	4.44E-10	-5.59E-10	-4.73E-10
9.82	-1.83E-10	3.67E-10	4.83E-10	-5.14E-10	-4.72E-10
9.84	-1.95E-10	3.84E-10	5.06E-10	-5.22E-10	-4.78E-10
9.86	2.02E-10	-3.98E-10	5.05E-10	-5.53E-10	-5.39E-10
9.88	2.03E-10	-4.12E-10	5.17E-10	-5.49E-10	-4.60E-10
9.9	2.12E-10	-4.44E-10	5.14E-10	-5.64E-10	-4.74E-10
9.92	2.14E-10	-4.59E-10	5.59E-10	-5.84E-10	-4.81E-10
9.94	2.17E-10	-4.70E-10	5.71E-10	-5.87E-10	-4.47E-10
9.96	2.22E-10	-4.80E-10	5.76E-10	-5.92E-10	-4.43E-10
9.98	2.27E-10	-4.89E-10	5.57E-10	-6.00E-10	-4.30E-10
10	2.28E-10	-4.89E-10	6.13E-10	-5.73E-10	4.20E-10
10.02	2.38E-10	-5.07E-10	6.04E-10	6.00E-10	4.24E-10
10.04	2.41E-10	-5.12E-10	-5.81E-10	6.23E-10	4.12E-10
10.06	2.46E-10	-5.31E-10	-6.16E-10	5.95E-10	4.01E-10
10.08	2.48E-10	5.41E-10	-6.02E-10	6.07E-10	4.14E-10
10.1	2.54E-10	-5.58E-10	-5.65E-10	6.30E-10	4.13E-10

10.12	2.70E-10	6.03E-10	-5.67E-10	6.81E-10	3.87E-10
10.14	2.63E-10	5.92E-10	-5.75E-10	6.25E-10	3.73E-10
10.16	2.64E-10	5.98E-10	-5.62E-10	5.71E-10	3.74E-10
10.18	-2.66E-10	6.06E-10	-4.94E-10	7.26E-10	3.76E-10
10.2	-2.63E-10	6.02E-10	-4.99E-10	6.07E-10	3.47E-10
10.22	-2.55E-10	5.84E-10	-5.60E-10	5.86E-10	3.41E-10
10.24	-2.48E-10	5.78E-10	-4.56E-10	-6.92E-10	3.31E-10
10.26	-2.41E-10	5.75E-10	-4.73E-10	5.86E-10	3.04E-10
10.28	-2.12E-10	5.24E-10	-4.48E-10	6.04E-10	2.89E-10
10.3	-1.99E-10	5.13E-10	-4.71E-10	-7.32E-10	2.94E-10
10.32	-1.85E-10	5.06E-10	-4.16E-10	6.92E-10	2.60E-10
10.34	-1.58E-10	4.63E-10	-4.03E-10	-6.46E-10	2.55E-10
10.36	-1.42E-10	-4.47E-10	4.71E-10	-7.21E-10	-2.44E-10
10.38	-1.25E-10	-4.33E-10	-4.23E-10	-8.29E-10	-2.49E-10
10.4	-1.06E-10	-4.16E-10	4.09E-10	-7.34E-10	-2.27E-10
10.42	-8.96E-11	-3.99E-10	4.03E-10	8.09E-10	-2.17E-10
10.44	-7.75E-11	-3.97E-10	-5.08E-10	-8.99E-10	-2.32E-10
10.46	-6.31E-11	3.89E-10	4.29E-10	7.65E-10	-2.09E-10
10.48	-5.05E-11	-3.88E-10	-5.07E-10	8.00E-10	-2.01E-10
10.5	4.02E-11	-3.95E-10	-4.21E-10	1.01E-09	-2.16E-10
10.52	3.06E-11	-4.11E-10	-5.09E-10	9.17E-10	-2.24E-10
10.54	2.18E-11	-4.25E-10	-4.47E-10	8.72E-10	-2.21E-10
10.56	1.18E-11	-4.10E-10	4.86E-10	-8.25E-10	-2.29E-10
10.58	5.43E-12	-4.37E-10	4.80E-10	-8.05E-10	-2.48E-10
10.6	3.26E-13	-4.51E-10	5.28E-10	-8.45E-10	-2.39E-10
10.62	-3.96E-12	-4.66E-10	5.12E-10	-7.92E-10	-2.49E-10
10.64	-9.66E-12	4.87E-10	5.84E-10	-6.80E-10	-2.81E-10
10.66	-1.67E-11	-5.20E-10	5.34E-10	-6.59E-10	-2.62E-10
10.68	-2.20E-11	-5.32E-10	5.62E-10	-6.28E-10	-2.69E-10
10.7	-2.72E-11	-5.74E-10	6.07E-10	-5.35E-10	2.83E-10
10.72	-3.05E-11	5.92E-10	5.53E-10	-4.81E-10	3.19E-10
10.74	-3.74E-11	-6.66E-10	6.22E-10	-4.47E-10	3.12E-10
10.76	-4.21E-11	-7.22E-10	5.73E-10	-4.24E-10	3.15E-10
10.78	-4.07E-11	7.23E-10	5.38E-10	-3.57E-10	3.52E-10
10.8	-4.30E-11	-7.69E-10	-5.38E-10	3.53E-10	3.40E-10
10.82	-4.63E-11	-8.41E-10	-5.56E-10	3.45E-10	3.34E-10
10.84	-4.32E-11	8.57E-10	5.20E-10	3.52E-10	3.56E-10
10.86	-3.89E-11	-8.49E-10	-5.27E-10	3.27E-10	3.40E-10
10.88	3.80E-11	-9.07E-10	-5.35E-10	3.39E-10	3.24E-10
10.9	3.49E-11	9.55E-10	-4.55E-10	3.40E-10	3.01E-10
10.92	2.83E-11	9.25E-10	-4.35E-10	3.15E-10	3.24E-10
10.94	2.58E-11	9.60E-10	-4.33E-10	3.40E-10	2.95E-10
10.96	1.96E-11	9.19E-10	-4.54E-10	3.63E-10	-2.89E-10
10.98	1.48E-11	8.99E-10	-4.29E-10	3.51E-10	-2.81E-10
11	1.09E-11	9.24E-10	-4.44E-10	3.73E-10	-3.18E-10
11.02	5.09E-12	8.63E-10	-4.82E-10	4.45E-10	-2.75E-10
11.04	1.04E-12	8.24E-10	-5.08E-10	3.75E-10	-2.72E-10
11.06	-2.01E-12	7.99E-10	-4.43E-10	3.98E-10	-3.07E-10
11.08	-8.13E-12	7.89E-10	-4.31E-10	4.21E-10	-3.01E-10
11.1	-1.55E-11	7.71E-10	-4.70E-10	4.27E-10	-2.86E-10
11.12	-2.70E-11	8.06E-10	-3.99E-10	4.26E-10	-2.90E-10
11.14	-3.91E-11	8.04E-10	-4.23E-10	-4.37E-10	-3.23E-10
11.16	-6.00E-11	8.86E-10	4.40E-10	4.65E-10	-3.08E-10
11.18	-7.54E-11	-8.72E-10	4.79E-10	-4.68E-10	-3.14E-10
11.2	-9.15E-11	-8.61E-10	4.81E-10	-4.93E-10	-3.47E-10
11.22	-1.22E-10	9.43E-10	4.92E-10	-5.48E-10	-3.96E-10
11.24	-1.37E-10	-9.29E-10	6.26E-10	-5.72E-10	-3.65E-10
11.26	-1.59E-10	-9.47E-10	6.28E-10	-5.78E-10	3.81E-10
11.28	-2.08E-10	-1.10E-09	7.34E-10	-6.19E-10	-4.43E-10
11.3	-2.17E-10	-1.06E-09	-7.32E-10	-6.11E-10	-4.41E-10
11.32	-2.41E-10	-1.07E-09	-7.38E-10	-6.69E-10	4.35E-10
11.34	-2.85E-10	-1.16E-09	-9.12E-10	-7.63E-10	5.02E-10
11.36	-3.25E-10	-1.22E-09	-8.64E-10	-7.25E-10	5.12E-10
11.38	-3.40E-10	-1.17E-09	-7.57E-10	-8.07E-10	5.51E-10

11.4	-3.85E-10	-1.21E-09	-7.77E-10	-8.74E-10	5.60E-10
11.42	-4.49E-10	-1.26E-09	7.95E-10	8.69E-10	6.43E-10
11.44	-5.44E-10	-1.33E-09	8.20E-10	-8.20E-10	6.90E-10
11.46	-6.92E-10	1.44E-09	8.57E-10	-9.62E-10	7.35E-10
11.48	-8.30E-10	-1.51E-09	9.96E-10	-1.09E-09	8.71E-10
11.5	7.81E-10	-1.39E-09	9.72E-10	-9.44E-10	8.64E-10
11.52	6.48E-10	1.22E-09	8.54E-10	-7.75E-10	7.25E-10
11.54	5.34E-10	1.05E-09	7.28E-10	-7.33E-10	6.18E-10
11.56	4.57E-10	-9.05E-10	6.50E-10	-5.87E-10	5.65E-10
11.58	4.09E-10	8.02E-10	5.90E-10	-5.12E-10	-5.64E-10
11.6	3.71E-10	7.19E-10	5.28E-10	-4.65E-10	5.33E-10
11.62	3.25E-10	6.31E-10	4.66E-10	4.02E-10	-4.34E-10
11.64	2.83E-10	5.56E-10	4.08E-10	3.70E-10	4.03E-10
11.66	2.41E-10	4.85E-10	-3.67E-10	3.16E-10	3.39E-10
11.68	1.97E-10	4.10E-10	3.02E-10	2.70E-10	2.84E-10
11.7	1.58E-10	3.44E-10	-2.60E-10	2.33E-10	2.71E-10
11.72	1.30E-10	2.99E-10	-2.18E-10	2.19E-10	2.02E-10
11.74	-1.04E-10	2.55E-10	-1.80E-10	1.82E-10	1.66E-10
11.76	-7.88E-11	2.09E-10	-1.65E-10	1.62E-10	1.50E-10
11.78	-5.96E-11	1.76E-10	-1.36E-10	1.56E-10	1.30E-10
11.8	-4.31E-11	1.46E-10	-1.17E-10	1.39E-10	1.03E-10
11.82	-3.00E-11	-1.22E-10	-1.10E-10	1.27E-10	-9.27E-11
11.84	-1.96E-11	-1.04E-10	-9.61E-11	1.28E-10	-9.16E-11
11.86	-1.02E-11	8.55E-11	-8.78E-11	1.23E-10	-8.28E-11
11.88	-3.15E-12	-7.14E-11	-8.76E-11	1.11E-10	-7.39E-11
11.9	7.86E-13	-5.95E-11	-8.08E-11	1.12E-10	-7.31E-11
11.92	6.03E-12	4.32E-11	-7.64E-11	1.14E-10	-7.38E-11
11.94	1.32E-11	-3.51E-11	-8.16E-11	-1.01E-10	-6.66E-11
11.96	2.06E-11	-2.69E-11	-7.87E-11	-1.03E-10	-6.04E-11
11.98	2.59E-11	-1.82E-11	-7.26E-11	-1.08E-10	-6.65E-11
12	3.27E-11	-1.07E-11	-7.02E-11	-9.81E-11	-5.44E-11

جدول (3-16) يوضح نتائج النفاذية النسبية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد

f GHz	μ_r (Polymer=0%)	μ_r (Polymer=1%)	μ_r (Polymer=2%)	μ_r (Polymer=3%)	μ_r (Polymer=4%)
8	16542.32715	1128.830247	706.4429411	722.6468407	1325.72112
8.02	12439.35091	977.0394036	664.2586339	650.2153351	1118.749419
8.04	9957.503248	868.3978316	589.683178	600.3421752	867.9705192
8.06	8637.216067	812.6130287	546.9746043	584.3087638	724.6289421
8.08	8207.397554	809.8719829	538.4734291	553.3688131	683.0274851
8.1	6958.647625	741.1677402	484.15782	508.6949107	554.6810659
8.12	6161.586254	701.9855828	483.5747415	507.8269252	466.8211097
8.14	5919.811693	713.2312479	452.993478	496.3514742	445.5783632
8.16	5639.78077	737.157654	444.326456	443.6028464	414.6187722
8.18	4947.396058	694.2298294	431.0025735	450.5394226	378.7979933
8.2	4814.09958	710.4557636	406.7847965	447.0266763	384.8746681
8.22	4815.356351	767.9680179	382.8409986	403.7192349	379.3414504
8.24	4445.975377	755.8364554	373.2730061	389.2036101	372.1021128
8.26	4202.651363	747.0805413	365.5256326	397.5197461	343.5347078
8.28	4464.71893	818.0723017	348.7700506	358.6332329	339.4548529
8.3	4331.840871	837.8107745	338.7694725	360.9646459	372.0587947
8.32	4273.740783	823.9959556	357.8656082	372.3681425	388.8756519
8.34	4234.805797	863.7450007	369.9842684	392.5703743	395.9036241
8.36	4467.866163	893.9845918	382.9786548	429.7148951	468.0537572
8.38	4549.592263	941.264686	412.9806794	480.2176998	550.2642022
8.4	4882.44511	985.8102743	457.7992321	533.0755891	614.3088701
8.42	5429.839718	1045.074191	508.7614284	621.123898	700.8705743
8.44	6010.723992	1124.354442	540.6923785	697.328834	816.4930067
8.46	6695.610119	1203.23462	597.5721233	791.7249743	1046.84461
8.48	7582.945814	1294.034109	709.7854242	957.8871046	1117.80173
8.5	9266.012837	1437.902464	804.7599608	1088.413788	1377.193479

8.52	9515.241653	1511.632869	919.2102283	1282.540702	1735.110089
8.54	11367.67373	1713.429703	1069.977159	1486.637354	2263.657242
8.56	11924.05229	1749.342149	1273.014675	1681.691866	2570.753975
8.58	12965.55102	1965.215529	1379.955987	1931.482145	3147.600621
8.6	15496.04375	2360.733811	1687.158876	2099.786109	5052.246023
8.62	16388.66389	2580.876651	1903.977115	2462.169527	5664.682049
8.64	16806.87946	2892.330115	2082.486881	2830.321661	5858.087841
8.66	18668.60407	3429.275607	2448.460573	3206.952057	7515.881657
8.68	19861.59166	3973.121558	2936.700043	3543.540596	9757.464912
8.7	19497.75565	4534.867856	3474.506713	4280.357969	10337.95742
8.72	19893.59485	5461.787514	4002.089425	5349.293684	12109.17855
8.74	19155.32104	6472.793477	4791.661843	5389.958671	13218.42703
8.76	17136.68353	7283.582592	5742.770308	6288.398707	13253.19177
8.78	14989.43431	8068.446108	7002.133747	7152.085404	14470.39693
8.8	13374.58182	8896.367528	8158.388597	7376.817298	11471.02709
8.82	11811.18384	9365.758609	8569.579592	7348.265004	10027.52908
8.84	9044.579133	8024.486945	8571.036481	6908.298027	8164.138432
8.86	8068.718458	6827.663062	7552.944803	5551.54947	7209.318822
8.88	6446.585066	6240.593443	6474.379899	4786.828979	6595.304367
8.9	6053.068891	6223.487726	5109.022573	4232.218348	5496.109852
8.92	5388.321225	5419.16102	4655.632044	3402.731144	4688.076895
8.94	4226.604313	4179.047187	3461.545264	2661.326921	4070.2014
8.96	3598.029913	3497.830906	2661.405257	2177.34604	3334.843339
8.98	3085.651626	2887.49	2037.777902	1722.655472	2628.95553
9	2467.22199	2317.377016	1514.624028	1309.851595	1705.703046
9.02	1950.62036	1824.842517	1074.584919	955.2774591	1251.371801
9.04	1679.878436	1604.26299	829.8402657	713.4934813	1047.814678
9.06	1263.891197	1161.972968	681.89008	550.6168357	726.5610379
9.08	1122.746076	921.7993643	510.5840218	461.9635957	640.365582
9.1	1312.931145	842.3746654	440.3306103	477.7245716	698.3719656
9.12	1551.867984	611.9755497	452.264822	588.1005797	838.4618305
9.14	2186.662417	537.6571316	583.1893356	781.9350419	1055.556433
9.16	3120.73014	633.5661619	777.2872805	1072.67519	1271.405185
9.18	3909.999849	758.1114679	937.4700187	1259.4504	1813.884311
9.2	4982.597682	907.5582407	1177.87354	1554.033684	2099.171588
9.22	5609.084656	1056.723761	1572.756102	1989.881097	2152.428339
9.24	5979.710485	1155.13265	1921.94886	2220.828685	2824.990383
9.26	6887.152709	1352.293891	2245.207366	2374.030785	2611.572953
9.28	7141.500746	1554.931499	2703.826001	2569.794337	2715.963145
9.3	6929.848809	1682.312889	2867.848252	2879.776852	3058.899905
9.32	6710.357216	1874.691322	2725.757765	2839.640641	3556.810923
9.34	6227.592749	2047.730547	3407.31186	2747.442391	2831.204624
9.36	5566.779248	2120.859001	3356.027754	3163.165761	3423.367455
9.38	4799.716387	2223.401527	3407.401592	3402.382506	3657.48051
9.4	4152.951116	2252.1645	4213.136145	3517.787951	2970.610922
9.42	3392.374607	2250.868991	3747.188589	3365.606928	3365.754977
9.44	2826.680894	2351.623589	3883.626127	4003.860116	2901.695482
9.46	2272.249035	2448.14685	3701.631779	3104.08848	2783.151487
9.48	1863.012193	2581.96956	3298.299592	2819.962945	2957.588506
9.5	1569.002088	2505.555237	3278.224552	2802.508952	2238.960504
9.52	1387.808516	2464.261708	2983.633998	2744.076294	2393.656884
9.54	1290.177969	2406.551065	3098.612724	2399.178011	2333.575431
9.56	1286.333892	2328.276777	2919.358088	2311.50271	2223.26577
9.58	1421.665143	2350.208393	2599.636495	2259.566012	2231.613242
9.6	1686.122274	2422.465218	2551.194287	2162.805309	2250.411565
9.62	2026.987147	2509.433734	2661.11543	2069.181795	2304.250733
9.64	2428.247431	2560.52078	2545.697973	1965.092816	2180.481528
9.66	2828.580644	2645.129523	2328.025919	1945.64981	2002.757099

9.68	3266.159213	2770.985709	2411.485113	1930.320279	1898.814878
9.7	3585.020783	2641.69051	2226.525394	1790.551166	1829.462124
9.72	4059.333761	2838.331726	2175.341113	1797.101277	1955.293769
9.74	4240.096766	2906.586683	1983.693696	1954.066893	1814.797274
9.76	4311.588632	2702.72753	1887.392089	1684.033419	1768.559431
9.78	4617.393749	2740.874183	2034.597083	1530.456773	1824.738683
9.8	4376.870949	2381.298329	1779.081103	1638.324957	1925.014422
9.82	4413.810211	2314.280591	1712.773464	1408.499785	1892.823141
9.84	4255.578964	2250.106196	1681.636183	1366.995299	1862.039454
9.86	4023.649872	2126.09173	1555.397796	1378.246868	1974.71969
9.88	3845.353094	2031.312229	1462.200328	1313.539845	1684.512891
9.9	3953.341878	2043.174965	1366.031399	1308.439593	1750.961416
9.92	3833.848313	1987.437983	1387.102253	1317.217801	1815.702349
9.94	3686.80198	1921.676929	1356.145213	1280.404036	1720.214718
9.96	3535.100574	1823.047844	1330.316968	1297.940507	1770.54806
9.98	3368.732727	1770.851226	1237.890928	1272.304614	1766.824105
10	3094.384688	1709.206168	1341.369014	1256.131807	1810.355369
10.02	3007.729354	1752.385864	1307.265818	1258.360058	1841.8639
10.04	2850.941247	1592.374578	1251.439498	1298.416748	1826.968999
10.06	2778.560069	1621.194502	1326.484794	1244.328452	1785.28831
10.08	2699.495319	1592.659849	1297.97286	1230.606607	1874.428085
10.1	2674.538406	1581.338344	1229.716955	1257.715807	1872.577168
10.12	2799.160861	1594.32865	1271.369774	1403.541042	1803.681532
10.14	2723.858573	1502.194943	1330.151647	1285.256783	1786.343796
10.16	2757.871458	1488.265704	1352.162673	1185.934171	1836.878727
10.18	2811.511048	1514.691558	1264.075038	1481.129334	1946.779623
10.2	2867.84829	1529.186273	1379.893024	1280.780878	1864.918047
10.22	2908.079098	1528.419147	1641.166951	1211.889485	1936.277907
10.24	3042.181318	1576.333022	1424.158381	1433.785584	2019.163854
10.26	3226.934021	1639.214552	1628.412881	1218.025568	2022.941001
10.28	3212.663487	1587.294811	1672.190754	1204.267508	2084.563224
10.3	3457.587549	1635.612252	1817.010214	1404.569746	2296.511937
10.32	3744.116499	1701.316865	1727.496081	1265.236089	2194.539996
10.34	3852.948948	1670.136921	1843.759677	1129.065453	2333.700969
10.36	4182.885493	1708.713165	2178.915825	1203.470049	2397.471302
10.38	4637.627996	1769.688137	1970.852962	1260.563018	2585.499146
10.4	5089.037168	1759.79052	2013.286623	1067.031611	2481.416013
10.42	5771.793963	1795.045339	1920.358639	1144.462961	2451.398554
10.44	6675.452648	1970.638331	2242.880811	1082.477325	2597.40992
10.46	7690.68058	1815.760692	1980.363244	936.6577397	2309.407912
10.48	9347.552683	1844.049988	2038.732073	854.5978196	2191.00631
10.5	12067.20438	1936.06511	1666.336265	1001.401359	2302.049594
10.52	15408.52916	1967.377476	1950.320664	881.6243994	2249.002935
10.54	20647.59255	2015.300364	1566.464074	829.9348549	2124.086852
10.56	27576.97107	1948.058133	1582.463223	783.2287191	2088.923668
10.58	47821.47423	2048.242702	1434.743327	797.7387916	2052.955618
10.6	254007.948	1953.654648	1426.190225	897.1181067	1877.141765
10.62	50073.57085	1958.17025	1276.016321	909.5169018	1850.93006
10.64	30763.22835	1942.331778	1321.231922	878.6819073	1879.714907
10.66	23179.12125	1786.163236	1141.401815	989.536184	1682.055776
10.68	18596.83259	1705.041426	1104.427539	1062.534137	1636.684926
10.7	16886.81889	1738.525176	1129.943297	1073.996017	1538.087366
10.72	14819.45682	1506.383208	1014.831821	1139.225415	1553.518025
10.74	14977.99348	1543.002229	1133.101788	1270.139848	1443.93914
10.76	14276.48735	1573.847726	1080.934135	1374.498905	1334.302433
10.78	13019.7234	1318.790148	1036.679744	1396.473419	1423.625687
10.8	13314.30101	1302.362044	1090.096842	1579.290725	1376.206461
10.82	13773.59958	1346.884624	1198.799169	1654.431314	1327.582083

10.84	13790.71469	1252.140443	1180.035017	1744.48185	1411.498918
10.86	14328.11084	1149.955593	1278.125299	1682.04398	1418.257489
10.88	15631.16001	1227.355462	1369.496668	1723.539968	1401.598186
10.9	18323.03743	1244.406883	1223.668505	1786.246609	1354.397771
10.92	19730.72921	1213.118918	1240.677615	1588.520178	1536.537966
10.94	22792.86969	1280.652484	1302.202706	1635.224944	1479.362083
10.96	26241.72018	1229.067157	1404.039367	1711.685319	1512.512556
10.98	31302.73944	1226.544197	1369.39716	1586.505232	1555.957797
11	43568.12194	1307.691311	1484.633766	1599.882751	1808.594143
11.02	66817.648	1276.76064	1576.890141	1844.458543	1608.985211
11.04	162748.4351	1271.136547	1646.263516	1500.430858	1651.717147
11.06	91245.6046	1298.347072	1445.228749	1506.756403	1866.586643
11.08	39466.90511	1307.694338	1412.063323	1525.845692	1809.532755
11.1	25543.2775	1309.490022	1448.660687	1465.037706	1706.42224
11.12	19990.43253	1380.616486	1257.790411	1372.522744	1733.214342
11.14	15229.49585	1359.198167	1325.30086	1329.795725	1824.07204
11.16	13422.78531	1471.287188	1316.424738	1317.69743	1668.878845
11.18	10210.94894	1394.983586	1330.780707	1233.521598	1649.317111
11.2	8267.475689	1314.102198	1213.890724	1208.01616	1698.113526
11.22	7648.349718	1361.264936	1114.090208	1230.778152	1787.569393
11.24	6020.117398	1243.150237	1238.559616	1183.334108	1554.160265
11.26	5266.485631	1183.52384	1137.883404	1128.0136	1549.742736
11.28	5190.971913	1253.594238	1235.377875	1104.126791	1645.929784
11.3	4089.979955	1085.448893	1102.937723	1033.061747	1530.461519
11.32	3521.509741	1006.074302	1092.099458	1088.137906	1352.347264
11.34	3228.597394	967.6372498	1173.121151	1125.89462	1419.770499
11.36	2800.860349	903.0360678	1056.271162	1039.315366	1334.601224
11.38	2229.173712	792.7595614	880.3552526	1117.791879	1315.787698
11.4	1894.681903	733.1199623	869.8297483	1149.522191	1189.494297
11.42	1609.86741	651.3767726	811.5476809	981.5251692	1178.007175
11.44	1320.651533	598.7744345	736.6502475	816.3482946	1041.067277
11.46	1056.05908	559.8512123	614.3222601	794.3395368	822.8750129
11.48	866.0758075	501.5270673	556.2943365	718.7076066	745.8480768
11.5	872.00935	509.5146368	583.9858455	674.8267758	809.3880088
11.52	1045.492236	610.4824755	711.2660527	800.0240451	949.4126298
11.54	1170.830103	642.1261111	807.1419841	1021.27599	1056.717389
11.56	1206.132872	712.203087	896.2097774	1027.420198	1177.000834
11.58	1271.666845	760.4258299	1005.284141	1117.43566	1413.84489
11.6	1394.385932	817.8443688	1113.925547	1255.219135	1607.775871
11.62	1523.531967	903.1333997	1224.099843	1354.689971	1602.441006
11.64	1714.297132	1012.054873	1355.20357	1517.67865	2018.452703
11.66	1960.350136	1188.073701	1563.164327	1646.369947	2043.324436
11.68	2219.163347	1375.003377	1661.164236	1730.861642	2170.763356
11.7	2517.310782	1500.393142	1846.310714	1857.325815	2712.548268
11.72	3051.91815	1737.308785	2006.957803	2136.63635	2699.817339
11.74	3669.375759	1987.412331	2129.829054	2181.990277	2844.243042
11.76	4268.255157	2155.547107	2478.310798	2310.533359	3278.92582
11.78	5280.269165	2467.49491	2537.634842	2635.643983	3605.381505
11.8	6498.625044	2810.69018	2694.798602	2711.261386	3449.604288
11.82	8393.036118	3199.338058	3020.980027	2794.484923	3704.792994
11.84	11573.19927	3855.244455	3047.24642	3040.855063	4200.504389
11.86	17534.05866	4367.334857	3242.196729	3165.954293	4243.705005
11.88	35110.53568	4967.24028	3586.063553	2971.904056	4181.85053
11.9	75255.7306	6867.291175	3590.410489	3105.175972	4500.468807
11.92	22204.01903	6432.878509	3882.082421	3291.071228	4946.060076
11.94	15157.08412	7936.978851	4447.233701	2996.644172	4801.640311
11.96	12358.52258	10271.527	4411.87581	3227.948028	4974.455004
11.98	10074.25366	12084.41922	4601.038911	3440.033182	5772.615912

12	8565.829364	16706.48554	4813.062772	3279.867083	5524.398573
----	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

جدول (3-17) يوضح نتائج النفاذية الحقيقية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد

f GHz	μ' (Polymer=0%)	μ' (Polymer=1%)	μ' (Polymer=2%)	μ' (Polymer=3%)	μ' (Polymer=4%)
8	0.005896645	8.20319E-05	0.00023821	0.000473175	0.000101166
8.02	0.003019637	4.99712E-05	0.000240085	0.000370672	1.57785E-05
8.04	0.001363744	0.000105515	0.000237173	0.000301754	0.000110325
8.06	0.00047057	5.31563E-05	0.000274325	0.000274145	0.000154067
8.08	0.000370517	6.44545E-06	0.000266231	0.000253909	0.000197308
8.1	0.000618249	3.54311E-05	0.000266672	0.000186979	0.000155529
8.12	0.001437634	7.92106E-06	0.000283666	0.000126423	0.000176573
8.14	0.001754979	7.77098E-06	0.000277191	0.000159921	0.000227088
8.16	0.001584021	0.000120569	0.000280057	9.18476E-05	0.000187829
8.18	0.001621934	6.09233E-05	0.000286305	3.35653E-05	0.000221565
8.2	0.002100399	9.80455E-05	0.000254701	5.01677E-05	0.000249747
8.22	0.00206584	0.000187675	0.000231175	2.43109E-05	0.000224021
8.24	0.001826448	0.000188454	0.000201004	1.23559E-05	0.000210305
8.26	0.002033965	0.000212978	0.000200469	2.83873E-05	0.000179037
8.28	0.002358598	0.000300151	0.000178396	3.21776E-05	0.00013329
8.3	0.002205412	0.000366941	0.000154965	7.65045E-05	0.000135527
8.32	0.002325569	0.000305648	0.000127169	8.43962E-05	0.00014282
8.34	0.002019742	0.000382617	0.000131439	0.000106049	0.000126249
8.36	0.002042204	0.000351126	0.00011807	0.000133091	0.000108932
8.38	0.001905339	0.000447895	8.12642E-05	0.00016498	8.964E-05
8.4	0.001682206	0.000396404	6.82663E-05	0.000198189	0.00013228
8.42	0.001791358	0.000343698	7.57236E-05	0.000267637	9.87409E-05
8.44	0.00175268	0.000371532	6.03643E-05	0.000310787	3.68996E-05
8.46	0.001952488	0.000435275	7.17395E-06	0.000409996	4.77389E-05
8.48	0.001633147	0.000373082	6.78114E-05	0.000533187	2.90466E-05
8.5	0.003108164	0.000264203	9.43989E-05	0.000649642	0.000239824
8.52	0.003062578	0.000547182	0.000158467	0.000800941	0.000539994
8.54	0.003304364	0.00045035	0.000202596	0.000996444	0.000631821
8.56	0.004484093	0.000267238	0.000270537	0.001105193	0.000758436
8.58	0.002926761	0.000149362	0.000335453	0.001259775	0.001654551
8.6	0.004075103	0.000517335	0.000555281	0.00124648	0.00266237
8.62	0.004567826	0.000229884	0.000560693	0.001337671	0.00256757
8.64	0.003590924	0.000371563	0.00073277	0.001509172	0.003171157
8.66	0.00229421	0.000429047	0.001180246	0.001761702	0.004387665
8.68	0.00248388	0.00021307	0.001444566	0.001555408	0.003316324
8.7	0.001951844	0.000398394	0.001951715	0.001585544	0.005899479
8.72	0.000315207	0.000367191	0.002440422	0.00224245	0.007179718
8.74	0.000297951	0.001280852	0.003242814	0.002361889	0.005336195
8.76	0.002121555	0.000913807	0.004318227	0.002372797	0.005057224
8.78	0.002627001	0.000362236	0.005428399	0.002393684	0.004061286
8.8	0.003856989	0.000309842	0.006005992	0.003041472	0.003744445
8.82	0.004205935	0.000145152	0.006204897	0.002545282	0.001429424
8.84	0.003968315	0.000442407	0.006257687	0.002484295	0.000121192
8.86	0.0057817	0.001378585	0.00547926	0.001846858	0.00196908
8.88	0.00304267	0.000540642	0.005042303	0.000420306	0.001650036
8.9	0.001501824	0.001306566	0.003034584	0.000321918	0.002607041
8.92	0.00096918	0.000769101	0.002948891	0.000105403	0.002694085
8.94	0.000292922	0.000829367	0.002229779	8.97682E-05	0.00147724
8.96	0.000461916	0.001051785	0.001445989	0.000319864	0.001911539
8.98	0.000632052	0.000789486	0.001048985	0.000292459	0.000768863
9	0.00057912	0.000833916	0.000724917	0.000230779	0.000123364
9.02	0.000705639	0.000754134	0.00037664	0.000249234	0.000271897
9.04	0.000614902	0.000736494	0.000108263	0.000243955	0.000244016
9.06	0.000562972	0.000531812	9.82408E-05	0.000236584	0.000327977
9.08	0.0004328	0.000318858	6.49373E-05	0.000228848	0.000336004
9.1	0.000218264	0.000302428	2.54981E-05	0.000234937	0.000354777
9.12	0.000620341	0.000259595	4.8418E-06	0.000293426	0.000406275
9.14	0.000411798	0.000167244	3.21068E-05	0.000402624	0.000348748
9.16	0.001215027	0.000211954	7.1247E-05	0.000456294	0.000282859
9.18	0.001145411	0.000234473	7.4459E-05	0.000670867	0.000108328
9.2	0.001636718	0.000242047	0.000236132	0.000949878	0.000816427
9.22	2.37978E-05	0.000275273	0.000414511	0.001138577	0.000102849
9.24	0.001179947	0.00021535	0.000232669	0.001351494	0.001237747

9.26	0.002500939	0.000129559	0.000702858	0.001366778	0.000838737
9.28	0.002549786	0.000172274	0.000891655	0.00130264	0.000231189
9.3	0.003035897	3.00335E-05	0.000144329	0.001379974	0.000314708
9.32	0.003248728	0.000243907	0.000733465	0.001346438	0.001653918
9.34	0.003049424	0.000286163	0.001545919	0.000893015	2.83986E-05
9.36	0.003051629	7.22752E-05	0.000720184	0.000603621	0.000763888
9.38	0.002602935	0.00044186	0.001625848	0.000968571	0.001429552
9.4	0.002423733	0.000412656	0.001592482	0.001085994	1.9671E-05
9.42	0.001868805	0.000314437	0.001169961	0.000825337	0.000697908
9.44	0.0014328	0.000636076	0.000121178	0.001296567	0.000324248
9.46	0.000997496	0.001175817	0.001012943	0.001282407	0.000179851
9.48	0.00070203	0.0015584	0.00072189	0.001045865	0.000293415
9.5	0.000444072	0.001263005	0.00043018	0.000844576	0.000184508
9.52	0.000300385	0.001047972	0.000696713	0.000960157	0.00080433
9.54	0.000159928	0.000803915	0.001056594	0.00073637	0.00049019
9.56	2.66522E-05	0.000443208	0.000799039	0.000440345	0.00082011
9.58	0.000141213	0.000244314	0.000869431	0.000356489	0.00114888
9.6	0.000315156	0.00013729	0.001204084	0.0002845	0.001233522
9.62	0.000533197	0.000379609	0.001210288	0.000132516	0.00115356
9.64	0.000825332	0.00027408	0.001204035	3.1804E-05	0.000976463
9.66	0.001037618	0.000821242	0.001303722	0.000174129	0.00071203
9.68	0.001287322	0.001151538	0.001442433	0.000105917	0.000448838
9.7	0.001690478	0.000856177	0.001311452	0.000156092	0.000143219
9.72	0.002016406	0.001366692	0.001187198	0.000408091	2.0315E-05
9.74	0.001966957	0.00164715	0.001058789	0.000172495	2.13688E-05
9.76	0.002273731	0.001392631	0.000805658	0.000191301	0.000249666
9.78	0.002385261	0.001293992	0.000753107	0.000255548	0.000479926
9.8	0.002431544	0.000678693	0.000866219	0.000291801	0.000402145
9.82	0.002566342	0.000290839	0.00057629	0.00022484	0.000560498
9.84	0.002449693	8.76127E-05	0.000645688	0.000370605	0.000627297
9.86	0.00233866	0.000210265	0.000605554	0.000444744	0.000431282
9.88	0.002053102	0.000314799	0.000483335	0.000486865	0.000541497
9.9	0.002029851	0.000290375	0.000403928	0.000542802	0.000633018
9.92	0.001925681	0.000550346	0.000234296	0.000603637	0.000776413
9.94	0.001788287	0.000586274	0.000239801	0.00058428	0.000760842
9.96	0.001634214	0.000310162	0.000275948	0.000699128	0.000905581
9.98	0.001572862	0.000519668	8.37924E-05	0.000637223	0.000939994
10	0.00127002	0.00069159	0.000115482	0.000765983	0.001064556
10.02	0.00112605	0.000911439	2.28441E-05	0.000646966	0.000996656
10.04	0.00092365	0.000547066	2.84214E-05	0.000652762	0.000963864
10.06	0.000731079	0.000805312	0.00010411	0.000631914	0.000843353
10.08	0.000568239	0.000826883	1.43452E-05	0.000508723	0.000873693
10.1	0.00034382	0.000833086	3.60081E-05	0.000410645	0.000773659
10.12	0.000229639	0.000761846	0.000232366	0.000573474	0.000747341
10.14	0.000203064	0.000578388	0.000215488	0.000433067	0.000646427
10.16	0.000120195	0.000461248	0.000151467	0.000355588	0.000535248
10.18	1.20424E-05	0.000513589	0.000293744	7.45845E-05	0.000660843
10.2	8.71035E-05	0.000478838	0.000513069	0.000425125	0.000470373
10.22	0.000201165	0.000350277	0.000577134	0.000173677	0.00038208
10.24	0.00035436	0.000378502	0.00048053	0.000258794	0.000381037
10.26	0.000192779	0.000379595	0.000738918	0.00035184	0.000399328
10.28	0.0004391	0.000275206	0.000775152	4.42768E-05	0.000158952
10.3	0.000617476	8.70754E-05	0.000666008	6.67347E-05	0.000263997
10.32	0.0005567	0.000147078	0.000779781	0.000133061	0.000162696
10.34	0.000919606	0.000188648	0.001040276	7.22125E-05	1.5692E-05
10.36	0.001097765	9.64222E-05	0.00108623	0.000311097	8.06512E-05
10.38	0.001587698	0.000374395	0.000854549	3.56391E-05	6.73771E-05
10.4	0.001872386	0.000165147	0.001062694	0.000318798	5.76419E-05
10.42	0.002649912	0.000305209	0.000836723	0.000544358	0.000288909
10.44	0.003364188	0.000920773	0.000331911	8.01384E-05	9.96502E-05
10.46	0.004398283	1.42811E-05	0.00100405	0.000492859	0.00014557
10.48	0.005990575	0.000223506	0.000259088	0.00021797	0.000491744
10.5	0.008398252	0.000372564	0.000622787	0.000107482	0.000728175
10.52	0.010618399	0.000265982	0.000995869	0.000114579	0.000580312
10.54	0.014412881	0.000353423	0.000784478	9.21856E-05	0.000698858
10.56	0.020726769	0.000630657	0.000834564	1.3784E-05	0.000888256
10.58	0.03481243	0.000879416	0.000764891	6.49934E-05	0.000770062
10.6	0.290836811	0.000509972	0.000703673	0.000194616	0.00091325
10.62	0.015621329	0.000753541	0.00059756	3.02592E-05	0.001020874
10.64	0.009710576	0.000872064	0.000511122	0.000147039	0.000986085

10.66	0.007138781	0.000102812	0.000514174	0.000301413	0.001017433
10.68	0.006645707	0.000371412	0.000346409	0.00020335	0.001121663
10.7	0.00612742	0.000775418	0.000266017	0.00035561	0.000998725
10.72	0.006359743	0.000231753	0.000282953	0.000442432	0.000884325
10.74	0.006746729	0.000405197	0.000160585	0.000625083	0.000846992
10.76	0.005846763	0.00073418	0.000237904	0.000615201	0.000632641
10.78	0.006151861	0.0002209	0.000123201	0.000835664	0.000556497
10.8	0.007335673	0.000364236	6.96055E-06	0.001006369	0.000579636
10.82	0.007086947	0.00055452	7.7131E-05	0.000983659	0.000433103
10.84	0.007387098	0.000469417	0.000116015	0.000946182	0.000290824
10.86	0.009044774	0.000256529	7.48122E-05	0.000881259	0.000434027
10.88	0.008895886	0.000512786	4.43225E-05	0.000733154	0.000318111
10.9	0.010787306	0.000467031	7.34157E-05	0.000940559	0.000188854
10.92	0.012126869	0.000506808	0.000235129	0.000680922	9.51538E-05
10.94	0.012395437	0.000544038	0.000321374	0.000479876	0.0001023
10.96	0.016567767	0.000465345	0.000378099	0.00059391	3.90914E-05
10.98	0.01899103	0.000349027	0.000421263	0.000465465	0.000278618
11	0.024893885	0.000277008	0.000637709	0.000280326	0.000189394
11.02	0.046883871	0.00028054	0.00048748	0.000390788	0.000216907
11.04	0.134062853	0.000189813	0.000444971	0.000318	0.000459316
11.06	0.030365144	0.000168448	0.000435687	0.000216639	0.000478041
11.08	0.010446047	0.00018815	0.000592716	0.000266906	0.000434179
11.1	0.007495864	0.000149325	0.000381511	0.000210915	0.000470533
11.12	0.006209055	0.000107346	0.00058072	4.97796E-05	0.000704741
11.14	0.00550448	7.68917E-05	0.000737513	2.77407E-05	0.000619082
11.16	0.004191779	0.000154513	0.000766581	3.10693E-05	0.000655384
11.18	0.001647409	8.46087E-05	0.000721895	6.28391E-05	0.000812646
11.2	0.002337958	4.8461E-05	0.00059939	0.000181654	0.00084319
11.22	0.002499851	7.91852E-05	0.000452966	0.000139084	0.000855584
11.24	0.000975749	0.000116563	0.000159729	0.00014193	0.000806226
11.26	0.001603767	0.000200546	0.000124758	0.000304913	0.00090262
11.28	0.001386352	0.00018841	0.000349547	0.000210086	0.000904366
11.3	0.000673722	0.000153334	6.69833E-05	0.00030737	0.000868587
11.32	0.000807803	0.000194138	0.000484106	0.000451831	0.000652819
11.34	0.000834253	0.000162662	0.000213784	0.000294273	0.000612914
11.36	0.00055998	0.000116054	0.00036225	0.000386322	0.000575162
11.38	0.00058235	0.000249282	0.000368101	0.000495104	0.000565965
11.4	0.000597398	0.000290702	0.000464906	0.000524507	0.000478626
11.42	0.000642317	0.000203239	0.000428924	1.87243E-05	0.000432634
11.44	0.000566995	0.000225563	0.000387889	0.000107111	0.000402454
11.46	0.000489605	0.000282038	0.00027999	0.000247544	0.000262348
11.48	0.000444866	0.000242576	0.000177849	0.000215535	0.000171882
11.5	0.000449322	0.000222915	0.000144699	0.000202195	0.000126393
11.52	0.000502742	0.000316873	0.000144771	0.00031307	0.000154606
11.54	0.000584056	0.000269427	0.00013944	0.000440385	8.63609E-05
11.56	0.000531121	0.000394071	8.1591E-05	0.000458675	9.16757E-05
11.58	0.000465557	0.000374441	8.58583E-05	0.000565153	0.000220977
11.6	0.000442559	0.000278098	0.000165226	0.000683386	0.000207658
11.62	0.000423917	0.000293739	9.17678E-05	0.000795395	9.80148E-05
11.64	0.000347118	0.000247387	6.71285E-05	0.000820581	0.000976824
11.66	0.000314551	0.000481116	2.99404E-06	0.00094315	0.000527979
11.68	0.0003249	0.000696512	4.83907E-05	0.000920649	0.000236085
11.7	0.000180048	0.000668797	1.62654E-05	0.000937142	0.000433471
11.72	4.74498E-05	0.000710456	5.35109E-05	0.000958555	0.000801959
11.74	5.00575E-05	0.000719372	0.000258479	0.000939351	0.000360289
11.76	0.000368124	0.000461717	0.00031844	0.000817961	0.000252656
11.78	0.000690392	0.000300181	0.000331123	0.000851868	0.000317892
11.8	0.001518787	0.000532506	0.00068345	0.000743645	0.000188057
11.82	0.002355889	5.77472E-05	0.001017244	0.000792877	0.000493039
11.84	0.003871855	0.001190114	0.001075467	0.000407785	0.000682021
11.86	0.007846751	0.00092119	0.001541647	0.000702628	0.000518318
11.88	0.022286862	0.000248763	0.001872307	0.000506547	0.001027467
11.9	0.067760896	0.004528126	0.001908193	0.00020631	0.001456756
11.92	0.012142452	0.00111272	0.002543914	0.000222112	0.001883676
11.94	0.004739033	0.000569307	0.002909527	3.45109E-05	0.001749929
11.96	0.003365415	0.003006538	0.002545929	0.000526831	0.002572601
11.98	0.002461478	0.00237465	0.003204766	0.000359306	0.002265441
12	0.001426025	0.005232068	0.003321301	0.000315756	0.002776878

الجدول (3-18) يوضح النفاذية الخيالية لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد

f GHz	μ'' (Polymer=0%)	μ'' (Polymer=1%)	μ'' (Polymer=2%)	μ'' (Polymer=3%)	μ'' (Polymer=4%)
8	0.019933843	0.001416156	-0.000855186	0.000775087	-0.001662876
8.02	0.01533732	0.001226767	-0.00079946	0.000728169	-0.001405773
8.04	0.012438431	-0.001086148	-0.000702037	0.000691435	-0.00108513
8.06	-0.01084364	0.001019775	-0.000630233	0.000681167	-0.000897467
8.08	-0.010307062	0.001017695	-0.000622091	0.000647371	-0.000835331
8.1	-0.008722612	-0.000930705	-0.000546854	0.000611288	-0.00067946
8.12	-0.007608243	-0.000882106	-0.000537407	0.000625506	-0.00055942
8.14	-0.007229079	-0.000896239	-0.000497201	0.000602884	-0.000511814
8.16	-0.006907871	-0.00091846	-0.000483043	0.000549829	-0.000485991
8.18	-0.006001786	-0.000870265	0.000459756	0.000565169	-0.000421303
8.2	-0.005673244	-0.000887385	0.000443208	0.000559506	0.000414176
8.22	-0.005687599	-0.000946633	0.00042191	0.000506746	0.000420776
8.24	-0.00528	-0.000930929	0.000423819	-0.000488932	0.000417635
8.26	-0.004873822	-0.000914332	0.000413278	-0.000498731	0.000392822
8.28	0.005090685	-0.000983226	0.000400327	-0.000449522	0.000405212
8.3	-0.004976787	-0.000986809	0.000396503	-0.000447103	0.000447469
8.32	0.004840913	-0.000989325	0.000431352	-0.000460258	0.00046734
8.34	0.004923435	-0.00101574	0.00044597	-0.000481785	0.000481222
8.36	0.0052299	0.001067132	0.000466557	-0.000523337	0.000577998
8.38	0.005390353	-0.001094748	0.000512565	-0.00058047	0.000685648
8.4	0.005900345	0.001173671	0.000571223	-0.000639894	0.000760545
8.42	0.006583994	0.001267507	0.000634828	-0.000733208	0.000875187
8.44	0.007347138	0.001363182	0.000676767	-0.000819325	0.001025372
8.46	0.008184276	0.001448022	0.000750897	-0.000906505	0.001314637
8.48	0.009388018	0.001582755	-0.000889361	-0.001079187	-0.001404371
8.5	0.011221515	0.001787502	-0.001006876	-0.001203612	-0.001713935
8.52	0.011558347	0.001819058	-0.001144192	-0.001398582	-0.002112479
8.54	0.01389761	0.002105536	-0.001329222	-0.001580232	-0.00277354
8.56	0.014297529	0.002181984	-0.001576675	0.001801245	-0.003140213
8.58	0.016027965	0.002465042	-0.001701349	0.00207464	-0.003592712
8.6	0.01904173	0.002921129	-0.002046139	0.002325696	-0.00576364
8.62	0.020081649	0.003235068	-0.002325983	0.002789947	-0.00663927
8.64	0.020812638	0.003615567	-0.002512244	0.003220624	-0.00664344
8.66	0.02334721	0.004287943	-0.002841457	0.003624514	0.008363697
8.68	0.024834908	0.004988223	-0.003395885	0.00417246	-0.011804602
8.7	0.024423735	0.00568474	-0.003905696	0.005139859	0.011574273
8.72	0.024997041	0.006853655	-0.004397377	0.00633706	0.013416555
8.74	-0.024069442	0.008032471	-0.005073576	0.006348072	0.015730307
8.76	-0.021429831	0.009107089	-0.005782034	0.007537583	0.015868058
8.78	-0.018652192	0.010132636	-0.006925126	0.008662955	0.017724705
8.8	-0.016358445	0.011175211	0.008308688	0.008756827	0.013920093
8.82	-0.014233977	0.011768464	-0.008801557	0.008876383	0.012519627
8.84	-0.010650485	-0.010074158	-0.008766353	0.008318168	-0.010258643
8.86	-0.00832949	-0.008468417	-0.007750012	0.00672738	-0.008842919
8.88	0.007507906	-0.007823503	0.006385045	0.006000605	-0.008121991
8.9	0.007456777	-0.007710752	0.005657747	0.005308611	-0.006395676
8.92	0.006701444	-0.006766349	0.005052889	0.004274699	-0.00523911
8.94	0.005303224	-0.005185642	0.003734939	-0.003343117	0.004896794
8.96	-0.004497761	-0.00426781	0.00301567	-0.002717373	-0.003729327
8.98	-0.003825684	-0.003541598	0.002336034	-0.002144906	0.003212928
9	-0.003045836	-0.002790147	0.001759878	-0.00162975	0.002139897
9.02	-0.002347459	-0.002165614	0.001296774	-0.001174279	-0.001548836
9.04	-0.002019457	0.001876629	0.001037173	-0.000862776	-0.001293915
9.06	-0.001485129	0.001359888	0.000851238	-0.000650222	-0.000852082
9.08	0.001342862	0.001113618	0.000638324	-0.00053351	-0.000731201
9.1	0.001635377	0.001014438	0.000552748	-0.000552446	0.000802692
9.12	0.001848838	0.000723892	0.000568312	-0.000678281	0.000972164
9.14	-0.002716809	0.000654613	-0.000732154	-0.000896333	0.001279784
9.16	-0.003728653	0.000767431	-0.000974166	-0.001268385	0.001572457
9.18	0.004778078	0.000923366	-0.001175704	-0.001433453	-0.002276819
9.2	0.006043612	0.00111449	-0.001461203	-0.001706277	0.002508375
9.22	-0.007048543	0.001299073	-0.001932427	0.002226305	0.002702865
9.24	-0.007421106	0.001435519	-0.002403959	0.002441699	-0.00332722
9.26	-0.008285427	0.001694397	-0.002732462	0.002651786	0.003172811
9.28	-0.008604429	0.001946375	-0.003278644	0.002954911	0.003405141

9.3	-0.008161979	0.002113843	-0.003600953	0.00334539	-0.003831023
9.32	-0.007781552	-0.002343146	-0.003345838	0.003304628	0.004152356
9.34	-0.007207255	-0.002557293	-0.003992938	0.003335048	-0.003557683
9.36	-0.006294718	-0.00266417	-0.004155361	0.003928852	-0.004233566
9.38	-0.005440932	-0.002758848	-0.003961187	0.004164407	0.004368152
9.4	-0.004621785	-0.002799908	0.005049207	0.00428511	-0.003732928
9.42	0.003831527	-0.002810994	-0.004561197	0.004148034	-0.004171555
9.44	0.003250321	-0.00288587	-0.004878804	0.00486147	0.003631933
9.46	0.002675494	-0.002842866	-0.004539978	0.003683883	-0.003492784
9.48	0.002233393	0.002845841	-0.004081416	0.003385818	0.003705015
9.5	0.001921007	0.002884152	-0.004097016	0.003418965	-0.002807504
9.52	0.001717907	0.002913966	-0.003684044	0.003311937	-0.002898424
9.54	0.001613378	0.002915351	-0.003747737	0.002923586	-0.002891197
9.56	0.001616235	0.002892035	-0.003580498	0.002871149	-0.002670758
9.58	-0.001780927	0.002943236	-0.003148979	0.002816987	-0.002558189
9.6	-0.002095275	-0.003041062	-0.002971218	0.00270293	0.002544745
9.62	-0.002490756	-0.003130516	-0.003117357	0.002596832	0.002655906
9.64	-0.002937691	-0.003205951	-0.002963785	-0.002469204	0.002560181
9.66	-0.003399679	-0.00322092	-0.002618924	-0.002438767	0.002413915
9.68	-0.00389727	-0.003286205	-0.002665047	-0.002423398	0.002343527
9.7	-0.004175876	-0.003207337	0.002471544	-0.002244652	0.002294505
9.72	-0.004685661	-0.003294523	0.002262358	-0.002221126	0.002457011
9.74	-0.004951915	0.003260036	0.002256753	-0.002449487	-0.002280441
9.76	-0.004917924	0.003097702	0.002230738	-0.002107554	-0.002208369
9.78	-0.005289446	0.003191971	0.002443318	-0.001906175	-0.002242248
9.8	-0.004933469	0.002914447	0.002061028	-0.002037996	-0.002385384
9.82	-0.004917132	0.002893631	0.002073749	-0.001755634	-0.00231161
9.84	-0.00475364	0.002826209	0.002012145	-0.001677363	-0.002254255
9.86	0.004482913	-0.002663439	0.0018584	-0.00167388	-0.00244374
9.88	0.004374363	-0.002533137	0.001772746	-0.001577208	-0.00204639
9.9	0.004534302	-0.002551057	0.001668405	-0.001552054	-0.002107299
9.92	0.004416166	-0.002436097	0.001727266	-0.001541274	-0.002145517
9.94	0.004273928	-0.002342602	0.001687226	-0.001499169	-0.002023364
9.96	0.004130825	-0.002269816	0.001648793	-0.001473605	-0.002032305
9.98	0.003930231	-0.002163789	0.001553321	-0.001466352	-0.002011455
10	0.003675272	-0.002033463	0.001681654	-0.001380195	0.002010513
10.02	0.003607987	-0.00200464	0.0016426	0.001442897	0.00208898
10.04	0.003461485	-0.001924803	-0.001572348	0.001495375	0.002083707
10.06	0.003414247	-0.001871329	-0.001663656	0.001430296	0.00207891
10.08	0.003344355	0.001822594	-0.001631018	0.001460354	0.002187448
10.1	0.003343292	-0.001804108	-0.001544888	0.001526213	0.002222333
10.12	0.003510025	0.00185299	-0.001580662	0.001667907	0.002139821
10.14	0.003416873	0.001796923	-0.00165757	0.001555958	0.002149696
10.16	0.003463559	0.001812439	-0.001692413	0.001447245	0.002245376
10.18	-0.003533028	0.001832819	-0.001561087	0.001859747	0.002355448
10.2	-0.003602792	0.001861017	-0.001656382	0.001552316	0.002295835
10.22	-0.003648859	0.001888458	-0.001979952	0.001512969	0.002403013
10.24	-0.003806459	0.001944381	-0.001723931	-0.001783065	0.002508583
10.26	-0.0040505	0.00202462	-0.001908256	0.001489629	0.002510542
10.28	-0.004013202	0.001975577	-0.00195314	0.001512679	0.002614712
10.3	-0.004300833	0.002053526	-0.002184032	-0.001763772	0.002873782
10.32	-0.004671945	0.002132873	-0.002025949	0.001584365	0.002752937
10.34	-0.004753625	0.00209026	-0.002070271	-0.001416987	0.002932573
10.36	-0.00514046	-0.002145066	0.00251343	-0.001479982	-0.003011672
10.38	-0.005607374	-0.002192114	-0.002324549	-0.001583669	-0.003248335
10.4	-0.006114828	-0.002205243	0.00229596	-0.001302422	-0.003117707
10.42	-0.006751645	-0.002234977	0.002263493	0.001331173	-0.003066941
10.44	-0.007684478	-0.00229883	-0.002798876	-0.001357918	-0.00326248
10.46	-0.008605558	0.002281707	0.00227706	0.001068883	-0.002898434
10.48	-0.0101041	-0.002306498	-0.002548812	0.001051566	-0.002709031
10.5	0.012626131	-0.002404236	-0.001999222	0.0012538	-0.002799694
10.52	0.016191745	-0.00245793	-0.002239394	0.001101941	-0.00276596
10.54	0.021575247	-0.002507719	-0.001805407	0.001038845	-0.002576094
10.56	0.027772607	-0.002365372	0.001804982	-0.000984138	-0.002470167
10.58	0.048983794	-0.002419003	0.001632659	-0.001000359	-0.00246221
10.6	0.131529116	-0.002401484	0.001648283	-0.001110426	-0.002174929
10.62	-0.060954427	-0.002342491	0.001487985	-0.001142532	-0.00208994
10.64	-0.03741874	0.002279702	0.001579677	-0.00109435	-0.002146449
10.66	-0.028239391	-0.002242203	0.001339	-0.001206405	-0.001852755
10.68	-0.022404612	-0.002110182	0.001343938	-0.001319644	-0.001723939

10.7	-0.02031671	-0.002042454	0.001394788	-0.001301931	0.001654791
10.72	-0.017503081	0.001878737	0.001243489	-0.001361511	0.001740427
10.74	-0.017571159	-0.001896184	0.001414813	-0.001468612	0.001604694
10.76	-0.016960896	-0.001836436	0.001337346	-0.001613972	0.001552804
10.78	-0.015160446	0.001642452	0.001296891	-0.001543114	0.001700224
10.8	-0.015037368	-0.001595555	-0.001369838	0.001710509	0.001629361
10.82	-0.015791024	-0.00159913	-0.00150448	0.001831595	0.001611109
10.84	-0.015676639	0.001501834	0.00147833	0.001977472	0.001749738
10.86	-0.015568576	-0.001422125	-0.001604396	0.001921247	0.001728578
10.88	0.017512815	-0.001454601	-0.001720389	0.002038002	0.001732335
10.9	0.020342159	0.001492398	-0.001535954	0.002038103	0.001691476
10.92	0.021626364	0.001437739	-0.001541249	0.001876468	0.001928525
10.94	0.025821274	0.001514569	-0.001604528	0.001998066	0.001856204
10.96	0.028512219	0.001472721	-0.001723379	0.002067349	-0.001900277
10.98	0.034448164	0.001501283	-0.001668476	0.001938563	-0.001935322
11	0.048762508	0.001619778	-0.001753272	0.001990833	-0.002264841
11.02	0.069657112	0.001579707	-0.001920681	0.002284634	-0.002010242
11.04	0.154446849	0.00158604	-0.002020334	0.001858487	-0.002024149
11.06	-0.110568855	0.001622832	-0.001763093	0.001881012	-0.002296393
11.08	-0.048482999	0.00163249	-0.001672532	0.001898767	-0.00223209
11.1	-0.03121112	0.001638765	-0.001780015	0.001828899	-0.002092092
11.12	-0.024341284	0.00173161	-0.001747004	0.001724044	-0.002060854
11.14	-0.01832926	0.001706287	-0.00149322	-0.00167084	-0.002207012
11.16	-0.016338418	0.001842406	0.001465932	0.001655576	-0.001992138
11.18	-0.012725263	-0.001750945	0.00150847	-0.001548815	-0.001906633
11.2	-0.010122735	-0.001650638	0.001402725	-0.00150713	-0.001960258
11.22	-0.009280404	0.001708782	0.001324704	-0.001540375	-0.002077007
11.24	-0.007501912	-0.001557834	0.001548202	-0.001480233	-0.001778839
11.26	-0.006420799	-0.001473677	0.001424454	-0.001384321	0.001725658
11.28	-0.006374147	-0.001564005	0.001512557	-0.001371489	-0.001860145
11.3	-0.005095272	-0.00135537	-0.001384373	-0.001261271	-0.001715922
11.32	-0.004350905	-0.001249276	-0.001284153	-0.001290588	0.001569019
11.34	-0.003970478	-0.00120504	-0.001458604	-0.0013839	0.001675553
11.36	-0.003474833	-0.001128839	-0.001276962	-0.001247598	0.0015754
11.38	-0.002740062	-0.000964518	-0.001043251	-0.001314511	0.001553589
11.4	-0.002304763	-0.000874198	-0.000989264	-0.001345944	0.001416062
11.42	-0.001918342	-0.000792911	0.000925235	0.001233279	0.001415697
11.44	-0.001559719	-0.000717837	0.000840516	-0.001020246	0.001244802
11.46	-0.001233465	0.000644522	0.000719416	-0.000967015	0.001000222
11.48	-0.00099327	-0.000581684	0.000676058	-0.000877059	0.000921365
11.5	0.000999443	-0.000600217	0.000719451	-0.000823555	0.001009223
11.52	0.001213809	0.000698655	0.000882001	-0.000949181	0.001183007
11.54	0.001350418	0.00076061	0.001004654	-0.001205449	0.001325099
11.56	0.001419567	0.000803554	0.001123251	-0.001206873	0.001476219
11.58	0.001528704	0.000879162	0.001260356	-0.001285461	-0.001762894
11.6	0.001695428	0.000989392	0.001390015	-0.00142163	0.002009691
11.62	0.001867005	0.001096239	0.001535509	0.00150511	-0.0020113
11.64	0.002126099	0.001247493	0.001701675	0.001721612	0.002340824
11.66	0.002443284	0.001413333	-0.001964328	0.001841405	0.002512849
11.68	0.002769692	0.001581278	0.00208692	0.001970612	0.002717626
11.7	0.003158218	0.001762847	-0.002320085	0.00213758	0.003381015
11.72	0.00383486	0.002064333	-0.00252145	0.002508041	0.003296545
11.74	-0.004610802	0.002391608	-0.002663911	0.002576047	0.003555976
11.76	-0.005351	0.002669099	-0.003098014	0.002785904	0.004112666
11.78	-0.006599368	0.003086181	-0.003171648	0.003200622	0.00451949
11.8	-0.008023938	0.003491645	-0.003316699	0.003324925	0.00433082
11.82	-0.010280516	-0.004019992	-0.003657447	0.003420973	-0.004629399
11.84	-0.014018439	-0.004696189	-0.003675157	0.003799431	-0.005234263
11.86	-0.020589399	0.00541017	-0.003771333	0.003915919	-0.005307548
11.88	-0.038078552	-0.006237059	-0.004099016	0.003700092	-0.005153645
11.9	0.065968047	-0.007346269	-0.004088462	0.003896621	-0.005464617
11.92	0.025121791	0.008006845	-0.004162569	0.004129713	-0.00592309
11.94	0.018447981	-0.009957641	-0.00477144	-0.003765536	-0.005774593
11.96	0.015161148	-0.012552545	-0.004924996	-0.004022002	-0.005697173
11.98	0.012418077	-0.014998913	-0.004812391	-0.004307915	-0.006891263
12	0.010669261	-0.020331577	-0.005054757	-0.00410949	-0.006362593

الجدول (3-19) يوضح الفقد المغناطيسي لنسب النانو بوليمر كدالة لتردد

f GHz	Magnetic loss tangent				
	Polymer=0%	Polymer=1%	Polymer=2%	Polymer=3%	Polymer=4%
8	3.38054	17.26348	-3.59004	1.638056	-16.4371
8.02	5.079194	24.54945	-3.32991	1.964456	-89.094
8.04	9.120797	-10.2938	-2.96002	2.291387	-9.83574
8.06	-23.0436	19.18448	-2.29739	2.484698	-5.82518
8.08	-27.8181	157.8934	-2.33666	2.549613	-4.23364
8.1	-14.1086	-26.268	-2.05066	3.269295	-4.36869
8.12	-5.2922	-111.362	-1.89451	4.947721	-3.1682
8.14	-4.11918	-115.332	-1.79371	3.769895	-2.25381
8.16	-4.36097	-7.61773	-1.72481	5.986317	-2.58741
8.18	-3.70039	-14.2846	1.605826	16.83788	-1.90148
8.2	-2.70103	-9.05075	1.740111	11.15272	1.658382
8.22	-2.75316	-5.04401	1.825063	20.84435	1.878286
8.24	-2.89086	-4.93981	2.108513	-39.5706	1.985856
8.26	-2.39622	-4.29309	2.061555	-17.5688	2.194086
8.28	2.158353	-3.27577	2.244033	-13.97	3.040091
8.3	-2.25662	-2.68929	2.558661	-5.84415	3.301688
8.32	2.081604	-3.23681	3.391947	-5.45354	3.272235
8.34	2.437655	-2.65472	3.392989	-4.54304	3.811694
8.36	2.56091	3.039168	3.951538	-3.93217	5.306072
8.38	2.829078	-2.44421	6.307389	-3.51843	7.648903
8.4	3.507503	2.960795	8.367563	-3.2287	5.749525
8.42	3.67542	3.687849	8.383497	-2.73956	8.863476
8.44	4.191945	3.669087	11.21137	-2.63629	27.78814
8.46	4.191716	3.326683	104.67	-2.21101	27.53808
8.48	5.748422	4.242376	-13.1152	-2.02403	-48.3489
8.5	3.610336	6.765628	-10.6662	-1.85273	-7.14663
8.52	3.774058	3.324414	-7.22039	-1.74617	-3.91204
8.54	4.205835	4.675333	-6.56096	-1.58587	-4.38975
8.56	3.188499	8.164939	-5.82795	1.629802	-4.14038
8.58	5.476348	16.50377	-5.07179	1.646835	-2.17141
8.6	4.672699	5.646496	-3.68487	1.865811	-2.16485
8.62	4.396325	14.07259	-4.1484	2.085676	-2.58582
8.64	5.795901	9.730702	-3.42842	2.134034	-2.09496
8.66	10.17658	9.994106	-2.40751	2.057393	1.906184
8.68	9.998432	23.4112	-2.3508	2.68255	-3.55954
8.7	12.51316	14.26913	-2.00116	3.241701	1.961914
8.72	79.30353	18.6651	-1.80189	2.825953	1.868674
8.74	-80.7831	6.271195	-1.56456	2.687709	2.947851
8.76	-10.101	9.9661	-1.33898	3.176666	3.137701
8.78	-7.10019	27.97251	-1.27572	3.61909	4.364309
8.8	-4.24125	36.06743	1.3834	2.879141	3.717532
8.82	-3.38426	81.07698	-1.41849	3.487387	8.758511
8.84	-2.68388	-22.7713	-1.40089	3.348302	-84.6476
8.86	-1.44066	-6.14283	-1.41443	3.642608	-4.49089
8.88	2.467539	-14.4708	1.266295	14.27675	-4.92231
8.9	4.965148	-5.90154	1.864423	16.49056	-2.45323
8.92	6.914553	-8.79773	1.713488	40.55583	-1.94467
8.94	18.10456	-6.25253	1.675026	-37.2417	3.314826
8.96	-9.73718	-4.05768	2.085541	-8.4954	-1.95095
8.98	-6.0528	-4.48596	2.226947	-7.33405	4.178807
9	-5.25942	-3.34584	2.427696	-7.06195	17.34621
9.02	-3.32671	-2.87166	3.44301	-4.71155	-5.6964
9.04	-3.28419	2.548058	9.580122	-3.53663	-5.30259
9.06	-2.63802	2.557085	8.664812	-2.74838	-2.598
9.08	3.102732	3.492516	9.829858	-2.33129	-2.17617
9.1	7.49264	3.354308	21.67801	-2.35146	2.262527
9.12	2.980358	2.788539	117.3761	-2.31159	2.392875
9.14	-6.59743	3.91413	-22.8037	-2.22623	3.669659
9.16	-3.06878	3.620748	-13.6731	-2.77976	5.559155
9.18	4.171498	3.93805	-15.79	-2.13672	-21.0179
9.2	3.692518	4.604442	-6.18806	-1.79631	3.072382
9.22	-296.184	4.719217	-4.66194	1.95534	26.27993
9.24	-6.28936	6.665969	-10.3321	1.806666	-2.68813
9.26	-3.31293	13.07817	-3.88764	1.940174	3.782843

9.28	-3.37457	11.29814	-3.67703	2.268402	14.7288
9.3	-2.68849	70.38295	-24.9496	2.424241	-12.1733
9.32	-2.39526	-9.60671	-4.56169	2.454349	2.510618
9.34	-2.36348	-8.93649	-2.58289	3.734593	-125.277
9.36	-2.06274	-36.8615	-5.76986	6.508804	-5.54213
9.38	-2.09031	-6.24372	-2.43638	4.299538	3.05561
9.4	-1.90689	-6.78509	3.170653	3.945796	-189.768
9.42	2.050256	-8.93975	-3.89859	5.025865	-5.97723
9.44	2.26851	-4.53699	-40.2615	3.749494	11.20109
9.46	2.68221	-2.41778	-4.48197	2.872631	-19.4204
9.48	3.181334	1.826129	-5.65379	3.237336	12.62721
9.5	4.325886	2.283565	-9.52395	4.048145	-15.2161
9.52	5.719028	2.780575	-5.28775	3.44937	-3.60353
9.54	10.08813	3.626442	-3.547	3.970269	-5.89811
9.56	60.64167	6.525237	-4.481	6.520222	-3.25658
9.58	-12.6116	12.04696	-3.62189	7.902038	-2.22668
9.6	-6.64837	-22.1507	-2.46762	9.50063	2.062992
9.62	-4.67136	-8.24668	-2.57572	19.5964	2.302357
9.64	-3.5594	-11.6971	-2.46154	-77.638	2.621892
9.66	-3.27643	-3.92201	-2.0088	-14.0056	3.390186
9.68	-3.02742	-2.85375	-1.84761	-22.8801	5.221326
9.7	-2.47023	-3.74612	1.884586	-14.3803	16.021
9.72	-2.32377	-2.41058	2.074092	-5.44272	120.9457
9.74	-2.51755	1.979198	2.131447	-14.2004	-106.718
9.76	-2.16293	2.224353	2.76884	-11.0169	-8.84529
9.78	-2.21755	2.466763	3.244316	-7.45918	-4.67207
9.8	-2.02895	4.294203	2.379338	-6.98421	-5.93165
9.82	-1.91601	9.949263	3.59845	-7.80836	-4.1242
9.84	-1.9405	32.258	3.116283	-4.52602	-3.5936
9.86	1.916873	-12.6671	3.068923	-3.76369	-5.66622
9.88	2.130612	-8.04684	3.667735	-3.23952	-3.77913
9.9	2.23381	-8.78539	4.130448	-2.85934	-3.32897
9.92	2.2933	-4.42648	7.372164	-2.55331	-2.76337
9.94	2.389957	-3.99575	7.035929	-2.56584	-2.65937
9.96	2.527714	-7.31816	5.975023	-2.10778	-2.2442
9.98	2.498777	-4.16379	18.53772	-2.30116	-2.13986
10	2.893869	-2.94027	14.56204	-1.80186	1.888593
10.02	3.204108	-2.19942	71.90489	2.23025	2.09599
10.04	3.747615	-3.51841	-55.3228	2.290843	2.161828
10.06	4.670147	-2.32373	-15.9797	2.263432	2.465053
10.08	5.885473	2.204174	-113.698	2.87063	2.50368
10.1	9.723955	-2.16557	-42.9039	3.716629	2.872496
10.12	15.28496	2.432238	-6.80247	2.908425	2.863246
10.14	16.82658	3.106778	-7.69216	3.592878	3.325503
10.16	28.81614	3.929421	-11.1734	4.070001	4.195022
10.18	-293.382	3.56865	-5.31444	24.93478	3.56431
10.2	-41.3622	3.886529	-3.22838	3.651435	4.880878
10.22	-18.1387	5.391321	-3.43066	8.711378	6.289285
10.24	-10.7418	5.137038	-3.58756	-6.88991	6.583564
10.26	-21.0111	5.333632	-2.5825	4.233822	6.286923
10.28	-9.13962	7.178535	-2.51969	34.16413	16.44971
10.3	-6.96518	23.5833	-3.27929	-26.4296	10.88565
10.32	-8.39221	14.50167	-2.5981	11.9071	16.92071
10.34	-5.1692	11.08021	-1.99012	-19.6225	186.8829
10.36	-4.68266	-22.2466	2.313903	-4.75729	-37.3419
10.38	-3.53176	-5.85508	-2.72021	-44.4363	-48.2113
10.4	-3.2658	-13.3532	2.160508	-4.08542	-54.0875
10.42	-2.54787	-7.32277	2.705186	2.445399	-10.6156
10.44	-2.2842	-2.49663	-8.4326	-16.9447	-32.7393
10.46	-1.95657	159.7716	2.267875	2.168741	-19.9109
10.48	-1.68667	-10.3196	-9.83764	4.824372	-5.50903
10.5	1.503424	-6.45321	-3.21012	11.66522	-3.84481
10.52	1.524876	-9.24096	-2.24868	9.617315	-4.76634
10.54	1.496942	-7.09552	-2.30141	11.26906	-3.68615
10.56	1.339939	-3.75064	2.162786	-71.3972	-2.78092
10.58	1.407078	-2.75069	2.1345	-15.3917	-3.19742
10.6	0.452244	-4.70905	2.342401	-5.70572	-2.38153
10.62	-3.902	-3.10864	2.490104	-37.7581	-2.04721
10.64	-3.8534	2.614145	3.09061	-7.4426	-2.17674
10.66	-3.95577	-21.8087	2.604176	-4.0025	-1.82101

10.68	-3.37129	-5.68151	3.879623	-6.48952	-1.53695
10.7	-3.3157	-2.634	5.243233	-3.66112	1.656904
10.72	-2.75217	8.10662	4.394688	-3.07733	1.968085
10.74	-2.6044	-4.67966	8.810353	-2.34947	1.89458
10.76	-2.9009	-2.50134	5.621376	-2.62349	2.454478
10.78	-2.46437	7.435271	10.5266	-1.84657	3.055224
10.8	-2.0499	-4.38054	-196.8	1.699684	2.811007
10.82	-2.22818	-2.88381	-19.5055	1.862023	3.719875
10.84	-2.12216	3.199357	12.74256	2.089949	6.016474
10.86	-1.72128	-5.54372	-21.4457	2.180117	3.982652
10.88	1.968642	-2.83666	-38.8152	2.779775	5.445699
10.9	1.88575	3.195503	-20.9213	2.166907	8.956522
10.92	1.783343	2.836854	-6.5549	2.755776	20.26744
10.94	2.083127	2.783942	-4.99271	4.163718	18.14477
10.96	1.720945	3.164795	-4.55801	3.480915	-48.6112
10.98	1.813918	4.301341	-3.96065	4.164791	-6.94615
11	1.958815	5.847412	-2.74933	7.101851	-11.9584
11.02	1.485737	5.630943	-3.94002	5.846229	-9.26778
11.04	1.152048	8.355818	-4.54037	5.844299	-4.40687
11.06	-3.64131	9.634016	-4.0467	8.68269	-4.80375
11.08	-4.64128	8.676539	-2.82181	7.114001	-5.14095
11.1	-4.16378	10.97451	-4.6657	8.671255	-4.44622
11.12	-3.92029	16.13104	-2.53141	34.63352	-2.92427
11.14	-3.32988	22.19079	-2.02467	-60.2306	-3.56498
11.16	-3.89773	11.92394	1.912299	53.2866	-3.03965
11.18	-7.72441	-20.6946	2.089597	-24.6473	-2.3462
11.2	-4.32973	-34.0612	2.340254	-8.29671	-2.32481
11.22	-3.71238	21.57958	2.924508	-11.0752	-2.42759
11.24	-7.68836	-13.3648	9.692698	-10.4293	-2.20638
11.26	-4.00357	-7.34834	11.41775	-4.54005	1.911832
11.28	-4.59778	-8.30108	4.327188	-6.52822	-2.05685
11.3	-7.56287	-8.83934	-20.6674	-4.10342	-1.97553
11.32	-5.38609	-6.43499	-2.65263	-2.85635	2.403451
11.34	-4.75932	-7.40824	-6.8228	-4.70277	2.733748
11.36	-6.20528	-9.72682	-3.52509	-3.22943	2.739055
11.38	-4.70518	-3.86918	-2.83414	-2.65502	2.745028
11.4	-3.858	-3.0072	-2.12788	-2.56611	2.958602
11.42	-2.9866	-3.90138	2.157107	65.86521	3.272271
11.44	-2.75085	-3.18242	2.166899	-9.52511	3.093033
11.46	-2.5193	2.285227	2.569436	-3.90644	3.812575
11.48	-2.23274	-2.39795	3.801306	-4.06923	5.360441
11.5	2.224333	-2.69258	4.972068	-4.07307	7.984786
11.52	2.414378	2.204842	6.092385	-2.86496	7.651751
11.54	2.312138	2.823063	7.204946	-2.73726	15.34374
11.56	2.672776	-2.03911	13.76686	-2.63122	16.10263
11.58	3.283603	2.34793	14.6795	-2.27454	-7.97771
11.6	3.830963	3.557706	8.412784	-2.08027	9.677897
11.62	4.404179	3.732019	16.73256	1.89228	-20.5204
11.64	6.124996	5.042675	25.34953	2.09804	2.396362
11.66	7.767541	2.937612	-656.079	1.952398	4.759374
11.68	8.524748	2.270282	43.12642	2.14046	11.51121
11.7	17.541	2.635847	-142.639	2.280955	7.799864
11.72	80.81934	2.905646	-47.1203	2.616482	4.110617
11.74	-92.11	3.324579	-10.3061	2.74237	9.869775
11.76	-14.5359	5.780817	-9.72871	3.405916	16.27772
11.78	-9.55888	10.28108	-9.57847	3.757183	14.21706
11.8	-5.28312	6.557003	-4.85288	4.471121	23.02935
11.82	-4.36375	-69.6137	-3.59545	4.314631	-9.38953
11.84	-3.6206	-3.946	-3.41727	9.31725	-7.67463
11.86	-2.62394	5.868501	-2.4463	5.573244	-10.2399
11.88	-1.70856	-25.0723	-2.18929	7.304543	-5.01587
11.9	0.973542	-1.62236	-2.14258	18.88726	-3.75122
11.92	2.068922	7.19574	-1.63629	18.59291	-3.14443
11.94	3.892773	-17.4908	-1.63994	-109.112	-3.2999
11.96	4.504987	-4.17508	-1.93446	-7.63433	-2.21456
11.98	5.044967	-6.31626	-1.50164	-11.9896	-3.04191
12	7.48182	-3.88595	-1.52192	-13.0148	-2.29128

References

- [1] F. M. Ali, H. H. Humadi, and L. A. Mussa, "Synthesis of Prodrug Polymer as Ring opening of PVP," *Eng. Technol. J.*, vol. 33, no. 2 Part (B) Scientific, 2015.
- [2] H. Tian, Z. Tang, X. Zhuang, X. Chen, and X. Jing, "Biodegradable synthetic polymers: Preparation, functionalization and biomedical application," *Prog. Polym. Sci.*, vol. 37, no. 2, pp. 237–280, 2012.
- [3] P. Gupta and K. K. Nayak, "Compatibility study of alginate/keratin blend for biopolymer development," *J. Appl. Biomater. Funct. Mater.*, vol. 13, no. 4, pp. 332–339, 2015.
- [4] M. B. Zakaria *et al.*, "Prussian blue derived nanoporous iron oxides as anticancer drug carriers for magnetic-guided chemotherapy," *Chem. Asian J.*, vol. 10, no. 7, pp. 1457–1462, 2015.
- [5] J. Santini John T, A. C. Richards, R. Scheidt, M. J. Cima, and R. Langer, "Microchips as controlled drug-delivery devices," *Angew. Chemie Int. Ed.*, vol. 39, no. 14, pp. 2396–2407, 2000.
- [6] H. Abbasi and M. Pasandideh, "A Study on the Effect of Temperature in Synthesis and Magnetic Properties of W-Type Hexaferrites Barium Nanocomposites with Radar Wave Absorbing Properties," *Eur. Online J. Nat. Soc. Sci.*, vol. 3, no. 3, p. pp-580, 2014.
- [7] M. H. Al-Maamory, "Mechanical & Physical Properties of Rubber Composite For Engine Mounting," *Univ. Technol. Ph. D. thesis*, 2005.
- [8] T. W. Clyne and D. Hull, *An introduction to composite materials*. Cambridge university press, 2019.
- [9] N.-A. Al-Enezie, "The effect of carbon Black on the Mechanical properties of Sidewall Tyre Rubber." PhD. Thesis, University of Technology, Department of Mechanical Engineering, 2013.
- [10] M. Cao, R. Qin, C. Qiu, and J. Zhu, "Matching design and mismatching analysis towards radar absorbing coatings based on conducting plate," *Mater. Des.*, vol. 24, no. 5, pp. 391–396, 2003.
- [11] S. Anandhan and S. Bandyopadhyay, "Polymer nanocomposites: from synthesis to applications," *Nanocomposites Polym. with Anal. methods*, vol. 1, pp. 1–28, 2011.
- [12] F. J. Hyde, "Introduction to Microwave Theory and Measurements," *Phys. Bull.*, vol. 16, no. 3, p. 115, 1965.
- [13] H. Fischer, "Polymer nanocomposites: from fundamental research to specific applications," *Mater. Sci. Eng. C*, vol. 23, no. 6–8, pp. 763–772, 2003.
- [14] J. J. McClelland, "Handbook of Nanostructured Materials and Technology." Cambridge: Academic, 1999.
- [15] S. S. Ray and M. Bousmina, "Biodegradable polymers and their layered silicate nanocomposites: in greening the 21st century materials world," *Prog. Mater. Sci.*, vol. 50, no. 8, pp. 962–1079, 2005.
- [16] B. Deutschmann, G. Winkler, and P. Kastner, "Impact of electromagnetic interference on the functional safety of smart power devices for automotive applications," *e i Elektrotechnik und Informationstechnik*, vol. 135, no. 4, pp. 352–359, 2018.
- [17] P. Mathur and S. Raman, "Electromagnetic interference (EMI): Measurement and reduction techniques," *J. Electron. Mater.*, vol. 49, no. 5, pp. 2975–2998, 2020.
- [18] E. G. Kıvrak, K. K. Yurt, A. A. Kaplan, I. Alkan, and G. Altun, "Effects of electromagnetic fields exposure on the antioxidant defense system," *J. Microsc. Ultrastruct.*, vol. 5, no. 4, pp. 167–176, 2017.
- [19] S. Driessen, A. Napp, K. Schmiedchen, T. Kraus, and D. Stunder, "Electromagnetic interference in cardiac electronic implants caused by novel electrical appliances emitting electromagnetic fields in the intermediate frequency range: a systematic review," *Ep Eur.*,

- vol. 21, no. 2, pp. 219–229, 2019.
- [20] O. Elmas, “Effects of electromagnetic field exposure on the heart: a systematic review,” *Toxicol. Ind. Health*, vol. 32, no. 1, pp. 76–82, 2016.
- [21] D. W. Hatchett and M. Josowicz, “Composites of intrinsically conducting polymers as sensing nanomaterials,” *Chem. Rev.*, vol. 108, no. 2, pp. 746–769, 2008.
- [22] M. I. Skolnik, “Introduction to radar systems,” *New York*, 1980.
- [23] “<https://www.quora.com/What-is-the-mechanism-of-stealth-aircraft>.”
- [24] *المختصر المفيد في هندسة الاتصالات* _م. عبد اله عبد الجليل الجبري 2017 .
- [25] V. F. Veley, *Modern microwave technology*. Prentice Hall, 1987.
- [26] S. Y. Liao, *Microwave devices and circuits*. Pearson Education India, 1990.
- [27] G. A. Rao and S. P. Mahulikar, “Integrated review of stealth technology and its role in airpower,” *Aeronaut. J.*, vol. 106, no. 1066, pp. 629–642, 2002.
- [28] A. Teber *et al.*, “Manganese and zinc spinel ferrites blended with multi-walled carbon nanotubes as microwave absorbing materials,” *Aerospace*, vol. 4, no. 1, p. 2, 2017.
- [29] Y. Wang, T. Li, L. Zhao, Z. Hu, and Y. Gu, “Research progress on nanostructured radar absorbing materials,” *Energy Power Eng*, vol. 3, no. 4, pp. 580–584, 2011.
- [30] N. Li *et al.*, “Enhanced microwave absorption performance of coated carbon nanotubes by optimizing the Fe₃O₄ nanocoating structure,” *ACS Appl. Mater. Interfaces*, vol. 9, no. 3, pp. 2973–2983, 2017.
- [31] B. Quan *et al.*, “Dielectric polarization in electromagnetic wave absorption: review and perspective,” *J. Alloys Compd.*, vol. 728, pp. 1065–1075, 2017.
- [32] E. B. ERTUŞ, “Production, Characterization and Industrial Applications of Radar Absorbing Materials.” Graduate School of Natural and Applied Sciences of Dokuz Eylül University, 2014.
- [33] C. P. Neo and V. K. Varadan, “Optimization of carbon fiber composite for microwave absorber,” *IEEE Trans. Electromagn. Compat.*, vol. 46, no. 1, pp. 102–106, 2004.
- [34] C. Wang *et al.*, “Overview of carbon nanostructures and nanocomposites for electromagnetic wave shielding,” *Carbon N. Y.*, vol. 140, pp. 696–733, 2018.
- [35] P. Saville, “Review of radar absorbing materials,” Defence Research and Development Atlantic Dartmouth (Canada), 2005.
- [36] J. N. Briggs, “Radar Technology Encyclopedia. By DK Barton and SA Leonov, editors. xii+ 511 pages, 28× 21 cm, Artech House Inc.,£ 69. ISBN: 0-89006-893-3.” *J. Navig.*, vol. 51, no. 1, pp. 141–143, 1998.
- [37] V. K. Singh *et al.*, “Microwave absorbing properties of a thermally reduced graphene oxide/nitrile butadiene rubber composite,” *Carbon N. Y.*, vol. 50, no. 6, pp. 2202–2208, 2012.
- [38] F. Moglie, D. Micheli, S. Laurenzi, M. Marchetti, and V. M. Primiani, “Electromagnetic shielding performance of carbon foams,” *Carbon N. Y.*, vol. 50, no. 5, pp. 1972–1980, 2012.
- [39] G. Wang *et al.*, “Microwave absorption properties of carbon nanocoils coated with highly controlled magnetic materials by atomic layer deposition,” *ACS Nano*, vol. 6, no. 12, pp. 11009–11017, 2012.
- [40] T. Wang, H. Wang, X. Chi, R. Li, and J. Wang, “Synthesis and microwave absorption properties of Fe–C nanofibers by electrospinning with disperse Fe nanoparticles parceled by carbon,” *Carbon N. Y.*, vol. 74, pp. 312–318, 2014.
- [41] Z. Fan, G. Luo, Z. Zhang, L. Zhou, and F. Wei, “Electromagnetic and microwave absorbing properties of multi-walled carbon nanotubes/polymer composites,” *Mater. Sci. Eng. B*, vol. 132, no. 1–2, pp. 85–89, 2006.
- [42] S. Kangal, “Development of radar-absorbing composite structures.” İzmir Institute of Technology, 2013.

- [43] D. Micheli, C. Apollo, R. Pastore, and M. Marchetti, "X-Band microwave characterization of carbon-based nanocomposite material, absorption capability comparison and RAS design simulation," *Compos. Sci. Technol.*, vol. 70, no. 2, pp. 400–409, 2010.
- [44] Y.-B. Feng, T. Qiu, C.-Y. Shen, and X.-Y. Li, "Electromagnetic and absorption properties of carbonyl iron/rubber radar absorbing materials," *IEEE Trans. Magn.*, vol. 42, no. 3, pp. 363–368, 2006.
- [45] M. S. Pinho, M. L. Gregori, R. C. R. Nunes, and B. G. Soares, "Aging effect on the reflectivity measurements of polychloroprene matrices containing carbon black and carbonyl-iron powder," *Polym. Degrad. Stab.*, vol. 73, no. 1, pp. 1–5, 2001.
- [46] B. A. Munk, *Frequency selective surfaces: theory and design*. John Wiley & Sons, 2005.
- [47] M. Shahadat *et al.*, "A critical review on the prospect of polyaniline-grafted biodegradable nanocomposite," *Adv. Colloid Interface Sci.*, vol. 249, pp. 2–16, 2017.
- [48] Y. Li, Y. Zhao, X. Lu, Y. Zhu, and L. Jiang, "Self-healing superhydrophobic polyvinylidene fluoride/Fe₃O₄@ polypyrrole fiber with core–sheath structures for superior microwave absorption," *Nano Res.*, vol. 9, no. 7, pp. 2034–2045, 2016.
- [49] S. Varshney, A. Ohlan, V. K. Jain, V. P. Dutta, and S. K. Dhawan, "In situ synthesis of polypyrrole- γ -Fe₂O₃-fly ash nanocomposites for protection against EMI pollution," *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 53, no. 37, pp. 14282–14290, 2014.
- [50] W. Zhou *et al.*, "Synthesis and electromagnetic, microwave absorbing properties of core–shell Fe₃O₄–poly (3, 4-ethylenedioxythiophene) microspheres," *ACS Appl. Mater. Interfaces*, vol. 3, no. 10, pp. 3839–3845, 2011.
- [51] S. V Kamat, S. H. Tamboli, V. Puri, R. K. Puri, J. B. Yadav, and O. S. Joo, "Optical and electrical properties of polythiophene thin films: effect of post deposition heating," *J. Optoelectron. Adv. Mater.*, vol. 12, no. November 2010, pp. 2301–2305, 2010.
- [52] V. Shukla, "Review of electromagnetic interference shielding materials fabricated by iron ingredients," *Nanoscale Adv.*, vol. 1, no. 5, pp. 1640–1671, 2019, doi: <https://doi.org/10.1039/C9NA00108E>.
- [53] Z. Fang, X. Cao, C. Li, H. Zhang, J. Zhang, and H. Zhang, "Investigation of carbon foams as microwave absorber: Numerical prediction and experimental validation," *Carbon N. Y.*, vol. 15, no. 44, pp. 3368–3370, 2006.
- [54] Z. Zhang, T. Li, D. Jing, and Q. Zhuang, "Fabrication and optimization of radar absorbing structures composed of glass/carbon fibers/epoxy laminate composites filled with carbon nanotubes," in *2008 Conference on Optoelectronic and Microelectronic Materials and Devices*, 2008, pp. 209–212.
- [55] A. Dubey and T. C. Shami, "Metamaterials in electromagnetic wave absorbers," *Def. Sci. J.*, vol. 62, no. 4, pp. 261–268, 2012.
- [56] B.-S. CHUNG and J.-S. CHO, "TVT Folding Technique in Patients with Failed Stress Urinary Incontinence after TVT Procedure," *J. Korean Cont. Soc.*, pp. 79–83, 2001.
- [57] K.-Y. Park, J.-H. Han, S.-B. Lee, J.-B. Kim, J.-W. Yi, and S.-K. Lee, "Fabrication and electromagnetic characteristics of microwave absorbers containing carbon nanofibers and NiFe particles," *Compos. Sci. Technol.*, vol. 69, no. 7–8, pp. 1271–1278, 2009.
- [58] J. Cao *et al.*, "Fabrication, characterization and application in electromagnetic wave absorption of flower-like ZnO/Fe₃O₄ nanocomposites," *Mater. Sci. Eng. B*, vol. 175, no. 1, pp. 56–59, 2010.
- [59] Y. Liu, D. Song, C. Wu, and J. Leng, "EMI shielding performance of nanocomposites with MWCNTs, nanosized Fe₃O₄ and Fe," *Compos. Part B Eng.*, vol. 63, pp. 34–40, 2014.
- [60] A. Aytaç, H. İpek, K. Aztekin, E. Aytav, and B. Çanakçı, "A review of the radar absorber material and structures," *Sci. J. Mil. Univ. L. Forces*, vol. 52, 2020.
- [61] D. Jiang *et al.*, "Electromagnetic interference shielding polymers and nanocomposites-a

- review,” *Polym. Rev.*, vol. 59, no. 2, pp. 280–337, 2019, doi: <https://doi.org/10.1080/15583724.2018.1546737>.
- [62] F. Meng *et al.*, “Graphene-based microwave absorbing composites: A review and prospective,” *Compos. Part B Eng.*, vol. 137, pp. 260–277, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2017.11.023>.
- [63] M. Sharma, M. P. Singh, C. Srivastava, G. Madras, and S. Bose, “Poly (vinylidene fluoride)-based flexible and lightweight materials for attenuating microwave radiations,” *ACS Appl. Mater. Interfaces*, vol. 6, no. 23, pp. 21151–21160, 2014, doi: <https://doi.org/10.1021/am506042a>.
- [64] Z. Liu *et al.*, “Microwave absorption of single-walled carbon nanotubes/soluble cross-linked polyurethane composites,” *J. Phys. Chem. C*, vol. 111, no. 37, pp. 13696–13700, 2007, doi: <https://doi.org/10.1021/jp0731396>.
- [65] Y. Cheng *et al.*, “An unusual route to grow carbon shell on Fe₃O₄ microspheres with enhanced microwave absorption,” *J. Alloys Compd.*, vol. 762, pp. 463–472, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.05.261>.
- [66] F. Ren, H. Yu, L. Wang, M. Saleem, Z. Tian, and P. Ren, “Current progress on the modification of carbon nanotubes and their application in electromagnetic wave absorption,” *RSC Adv.*, vol. 4, no. 28, pp. 14419–14431, 2014, doi: [10.1039/C3RA46989A](https://doi.org/10.1039/C3RA46989A).
- [67] M.-M. Lu *et al.*, “Multi-wall carbon nanotubes decorated with ZnO nanocrystals: mild solution-process synthesis and highly efficient microwave absorption properties at elevated temperature,” *J. Mater. Chem. A*, vol. 2, no. 27, pp. 10540–10547, 2014, doi: <https://doi.org/10.1039/C4TA01715C>.
- [68] S.-W. Phang, T. Hino, M. H. Abdullah, and N. Kuramoto, “Applications of polyaniline doubly doped with p-toluene sulphonic acid and dichloroacetic acid as microwave absorbing and shielding materials,” *Mater. Chem. Phys.*, vol. 104, no. 2–3, pp. 327–335, 2007, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2007.03.031>.
- [69] E. Michielssen, J.-M. Sajer, S. Ranjithan, and R. Mittra, “Design of lightweight, broadband microwave absorbers using genetic algorithms,” *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 41, no. 6, pp. 1024–1031, 1993.
- [70] Q. Su, G. Zhong, J. Li, G. Du, and B. Xu, “Fabrication of Fe/Fe₃C-functionalized carbon nanotubes and their electromagnetic and microwave absorbing properties,” *Appl. Phys. A*, vol. 106, no. 1, pp. 59–65, 2012.
- [71] J. Wang, J. Wang, B. Zhang, Y. Sun, W. Chen, and T. Wang, “Combined use of lightweight magnetic Fe₃O₄-coated hollow glass spheres and electrically conductive reduced graphene oxide in an epoxy matrix for microwave absorption,” *J. Magn. Magn. Mater.*, vol. 401, pp. 209–216, 2016.
- [72] M. Crespo Ribadeneyra *et al.*, “Ultra-light carbon nanotube sponge as an efficient electromagnetic shielding material in the GHz range,” 2014.
- [73] S. Wei, Y. Liu, H. Tian, H. Tong, Y. Liu, and B. Xu, “Microwave absorption property of plasma spray W-type hexagonal ferrite coating,” *J. Magn. Magn. Mater.*, vol. 377, pp. 419–423, 2015.
- [74] I. M. Jaber and H. I. Hammed, “Radar Absorbing Material (ram) and its Effects on the Radar Detection Range,” *J. Madenat Alelem Univ. Coll.*, vol. 5, no. 2, pp. 6–15, 2013.
- [75] إبراهيم علي علو (تحضير مركبات حديدية سيراميكية ذات بنى نانوية مستخدمة في توهين الامواج الراديوية “ والمايكروية ودراسة خصائصهما اطروحة دكتوراة جامعة حلب _ سوريا 2014
- [76] X.-J. Zhang, G.-S. Wang, W.-Q. Cao, Y.-Z. Wei, M.-S. Cao, and L. Guo, “Fabrication of multi-functional PVDF/RGO composites via a simple thermal reduction process and their enhanced electromagnetic wave absorption and dielectric properties,” *RSC Adv.*, vol. 4, no. 38, pp. 19594–19601, 2014.

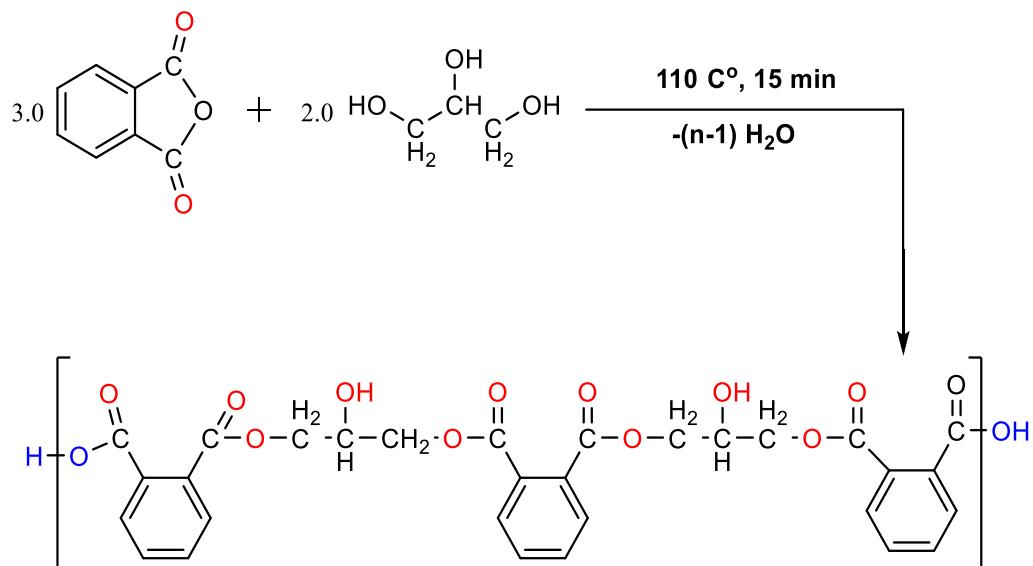
- [77] R. Pang *et al.*, "Preparation of multi-shelled conductive polymer hollow microspheres by using Fe₃O₄ hollow spheres as sacrificial templates," *Chem. Commun.*, vol. 50, no. 83, pp. 12493–12496, 2014.
- [78] F. Xu, L. Ma, Q. Huo, M. Gan, and J. Tang, "Microwave absorbing properties and structural design of microwave absorbers based on polyaniline and polyaniline/magnetite nanocomposite," *J. Magn. Magn. Mater.*, vol. 374, pp. 311–316, 2015.
- [79] H. Gargama, A. K. Thakur, and S. K. Chaturvedi, "Polyvinylidene fluoride/nanocrystalline iron composite materials for EMI shielding and absorption applications," *J. Alloys Compd.*, vol. 654, pp. 209–215, 2016.
- [80] W. Duan, X. Yin, Q. Li, L. Schlier, P. Greil, and N. Travitzky, "A review of absorption properties in silicon-based polymer derived ceramics," *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 36, no. 15, pp. 3681–3689, 2016.
- [81] G. Gultom, B. Wirjosentono, K. Sebayang, and M. Ginting, "Preparation and characterization of microwave-absorption of sarulla north sumatra zeolite and ferric oxide-filled polyurethane nanocomposites," *Procedia Chem.*, vol. 19, pp. 441–446, 2016.
- [82] I. S. Unver and Z. Durmus, "Magnetic and microwave absorption properties of magnetite (Fe₃O₄)@ conducting polymer (pani, ppy, pt) composites," *IEEE Trans. Magn.*, vol. 53, no. 10, pp. 1–8, 2017.
- [83] B. Li, X. Weng, X. Sun, Y. Zhang, X. Lv, and G. Gu, "Facile synthesis of Fe₃O₄/reduced graphene oxide/polyvinyl pyrrolidone ternary composites and their enhanced microwave absorbing properties," *J. Saudi Chem. Soc.*, vol. 22, no. 8, pp. 979–984, 2018.
- [84] S. C. Raghavendra and M. Revanasiddappa, "Nano sized hybrid electromagnetic wave absorbing free standing thin film of IPANI/PVA/Ag-FA," *Mater. Today Proc.*, vol. 5, no. 1, pp. 1379–1386, 2018.
- [85] P. Wang, L. Cheng, and L. Zhang, "Lightweight, flexible SiCN ceramic nanowires applied as effective microwave absorbers in high frequency," *Chem. Eng. J.*, vol. 338, pp. 248–260, 2018.
- [86] W. Zhang *et al.*, "Preparation of polyaniline@ MoS₂@ Fe₃O₄ nanowires with a wide band and small thickness toward enhancement in microwave absorption," *ACS Appl. Nano Mater.*, vol. 1, no. 10, pp. 5865–5875, 2018.
- [87] B. Belaabed, S. Lamouri, and J. L. Wojkiewicz, "X-band microwave absorbing properties of epoxy resin composites containing magnetized PANI-coated magnetite," *IEEE Trans. Magn.*, vol. 54, no. 1, pp. 1–8, 2017.
- [88] T. Liu *et al.*, "Tailor-made core/shell/shell-like Fe₃O₄@ SiO₂@ PPy composites with prominent microwave absorption performance," *J. Alloys Compd.*, vol. 779, pp. 831–843, 2019.
- [89] N. Li, G. Huang, H. Xiao, Q. Feng, and S. Fu, "Investigations on structure-dependent microwave absorption performance of nano-Fe₃O₄ coated carbon-based absorbers," *Carbon N. Y.*, vol. 144, pp. 216–227, 2019.
- [90] J. Sun, L. Wang, Q. Yang, Y. Shen, and X. Zhang, "Preparation of copper-cobalt-nickel ferrite/graphene oxide/polyaniline composite and its applications in microwave absorption coating," *Prog. Org. Coatings*, vol. 141, p. 105552, 2020.
- [91] M. Angappan, P. J. Bora, K. J. Vinoy, K. Vijayaraju, and P. C. Ramamurthy, "Microwave absorption efficiency of poly (vinyl-butylal)/Ultra-thin nickel coated fly ash cenosphere composite," *Surfaces and Interfaces*, vol. 19, p. 100430, 2020.
- [92] J. Li, H. Ji, Y. Xu, J. Zhang, and Y. Yan, "Three-dimensional graphene supported Fe₃O₄ coated by polypyrrole toward enhanced stability and microwave absorbing properties," *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 9, no. 1, pp. 762–772, 2020.
- [93] A. A. Khodiri, M. Y. Al-Ashry, and A. G. El-Shamy, "Novel hybrid nanocomposites based on polyvinyl alcohol/graphene/magnetite nanoparticles for high electromagnetic

- shielding performance,” *J. Alloys Compd.*, vol. 847, p. 156430, 2020.
- [94] V. Pratap, A. K. Soni, H. B. Baskey, S. M. Abbas, A. M. Siddiqui, and N. E. Prasad, “Electromagnetic and radar absorbing properties of γ Fe₂O₃/Ba₄Co₂Fe₃₆O₆₀-epoxy polymeric composites for stealth applications,” *Solid State Sci.*, vol. 113, p. 106553, 2021.
- [95] R. N. Kambale, S. M. Patange, R. A. Pawar, S. E. Shirsath, K. G. Suresh, and V. A. Bambole, “Magnetically recoverable CoFe_{1.9}Gd_{0.1}O₄ ferrite/polyaniline nanocomposite synthesized via green approach for radar band absorption,” *Ceram. Int.*, vol. 47, no. 20, pp. 28240–28251, 2021.
- [96] Y. Pan *et al.*, “Poly (phenylene-carborane) grafted graphene oxide for lightweight and thin-thickness microwave absorption composites,” *J. Alloys Compd.*, vol. 865, p. 158708, 2021.
- [97] N. Janem, Z. S. Azizi, and M. M. Tehrani, “Microwave absorption and magnetic properties of thin-film Fe₃O₄@ polypyrrole nanocomposites: The synthesis method effect,” *Synth. Met.*, vol. 282, p. 116948, 2021.
- [98] K. Guo, W. Zhang, S. Zhang, L. Xiao, S. Li, and L. Chen, “Optimization of the microwave absorptivity of SiCf/Resin composites in the GHz range,” *Ceram. Int.*, vol. 47, no. 13, pp. 18262–18273, 2021.
- [99] X. Chen *et al.*, “Pomegranate like polypyrrole/nanodiamond hierarchical structures for metal-free ultrabroad-band electromagnetic absorptions,” *Carbon N. Y.*, vol. 172, pp. 422–430, 2021.
- [100] H. Cai, C. Feng, H. Xiao, and B. Cheng, “Synthesis of Fe₃O₄/rGO@ PANI with three-dimensional flower-like nanostructure and microwave absorption properties,” *J. Alloys Compd.*, vol. 893, p. 162227, 2022.
- [101] Y. Fu, H. Liao, B. Wang, Q. Wu, and T. Liu, “Constructing yolk-shell Co@ void@ PPy nanocomposites with tunable dielectric properties toward efficient microwave absorption,” *J. Alloys Compd.*, vol. 890, p. 161715, 2022.
- [102] L. Ni, S. Chen, X. Jiang, Y. Luo, H. Zou, and P. Liu, “Anisotropic electromagnetic wave absorption performance of Polyimide/multi-walled carbon nanotubes composite aerogels with aligned slit-like channels structure,” *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.*, p. 106781, 2021.
- [103] D. E. Baker and C. A. van der Neut, “Reflection measurements of microwave absorbers,” *Microw. J.*, vol. 31, p. 95, 1988.
- [104] C. Kittel, “Introduction to solid state physics Eighth edition,” 2021.
- [105] M. C. Chuong *et al.*, “Investigation on the endothermic event of cephalixin monohydrate in differential scanning calorimetric curve,” *J. Therm. Anal. Calorim.*, vol. 123, no. 3, pp. 2165–2172, 2016.
- [106] H. Lin, C. Dai, T. F. Jamison, and K. F. Jensen, “A rapid total synthesis of ciprofloxacin hydrochloride in continuous flow,” *Angew. Chemie Int. Ed.*, vol. 56, no. 30, pp. 8870–8873, 2017.
- [107] D. B. Williams and C. B. Carter, “The transmission electron microscope,” in *Transmission electron microscopy*, Springer, 1996, pp. 3–17.
- [108] B. Fultz and J. M. Howe, *Transmission electron microscopy and diffractometry of materials*. Springer Science & Business Media, 2012.
- [109] D. Shindo and T. Oikawa, “Energy dispersive x-ray spectroscopy,” in *Analytical electron microscopy for materials science*, Springer, 2002, pp. 81–102.
- [110] P. M. Lorz, F. K. Towae, W. Enke, R. Jäckh, N. Bhargava, and W. Hillesheim, “Phthalic Acid and Derivatives,” *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Jul. 15, 2007, doi: https://doi.org/10.1002/14356007.a20_181.pub2.
- [111] J. I. García, H. García-Marín, and E. Pires, “Glycerol based solvents: synthesis, properties and applications,” *Green Chem.*, vol. 16, no. 3, pp. 1007–1033, 2014.

-
- [112] W. L. Rodrigues, S. Mattedi, and J. C. N. Abreu, "Vapor– liquid equilibria data for binary systems of ethylbenzene+ xylene isomers at 100.65 kPa," *J. Chem. Eng. Data*, vol. 50, no. 4, pp. 1134–1138, 2005.
- [113] G. C. Y. Chiou, "Journal of ocular pharmacology and therapeutics: history and future directions," *J. Ocul. Pharmacol. Ther. Off. J. Assoc. Ocul. Pharmacol. Ther.*, vol. 20, no. 5, pp. 373–374, 2004.

Abstract

In this work, a new nano co-polymer was synthesized using the melting process by condensation polymerization from the reaction of 2.0 moles of glycerol with 3.0 moles of Phthalic Anhydride at 110°C in 15 min. with water released as a byproduct, as shown in the equation below. The product, nano co-polymer was characterization by FT-IR, ¹HNMR, ¹³CNMR, AFM and TEM.



Mixtures (coating) were prepared on the basis of (20 g) by adding different percentages of nano-polymer (1%,2%,3%,4%) with 2.5% of nano iron oxide to a Heat resistance paint and applying these mixtures by (spraying) method on 4 samples of sheet metal. The vector network analyzer (VNA) was used to know the electromagnetic, electrical and magnetic properties of the four samples after obtaining data from (VNA) and those data are called scattering coefficients S-parameter where the values of these parameters were entered into mathematical equations that are programmed using Excel to calculate all the properties Electromagnetic, electric and magnetic It was concluded that when increasing the percentage of nanopolymer in the presence of 2.5% iron oxide, the value of the reflectivity loss increases dramatically. By absorbing and attenuating radar waves. This material can be used to absorb high-frequency radar waves with high efficiency.

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
And Scientific Research
University of Kerbala
College of Education for pure Science
Department of Chemistry



Preparation of a New Nano Composite Material Used in Coating the Walls of Military Vehicles to Attenuate Radar Waves

This thesis is submitted to

Council of the College of Education for Pure Sciences - University of Kerbala as
part of the requirements for obtaining a master's degree
in chemistry science

By

Batool Abdul Rasool Zaki

B.Sc in Chemistry/ University of Kerbala (2012)

Supervisors

**Professor Doctor
Mohammad Nadhum Bahjat**

**Assist. Professor Doctor
Farhan Lafta Rashid**

م 2022

هـ 1444