مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
العدد العشرون - المجلد الثاني - الكيمياء - تشرين ثاني 2022 م
doi.org/10.52866/esj.2022.02.20.03

تحضير وتشخيص
مشتقات أوكسيد الكرافين النانوي المحضر
من كربنة الكتلة الحيوية لبتلات *Rosaceae Rosales*

زهراء زكريا سلمان* ، غزوان حسن عبد الوهاب* ، جاليفا لطيف**
* جامعة تكريت / كلية التربية للعلوم الصرفة - قسم الكيمياء
**جامعة الوطنية الماليزيا ukm, ماليزيا

الخلاصة:

تم في هذا البحث تحضير اوكسيد الكرافين النانوي المتعدد PNRGO:Z1 من خلال عملية الحرق الابتدائي للمادة الحيوية لبتلات الورد الجوري المتساقطة Ordar: Rosales / Family: Rosaceae , ثم الحرق بمعزل عن الهواء وبطريقة الدفن عند درجة حرارة 700 مْ ، حيث تكون اوكسيد الكرافين النانوي المتعدد PNRGO. شخصت العينة بالتقنيات التالية IR XRD, , SEM, AFM .كما تم تحضير متراكبات ثنائي ايمين (ازينات) وذلك لزيادة فعالية الصفائح المحضرة من PNRGO عبر تفاعل التصعيد الحراري لها مع الازينات (Z3-Z4). كما حضر مشتق ثنائي السن PNRGO من خلال تفاعل الصهر الحراري لثايوكاربوازايد المحضر TCH مع PNRGO للحصول على PNRGOTZ كمشتق للترايزول 1,2,4.(Z2) اوضحت نتائج القياسات النانوية تكون اوكسيد الكرافين النانوي المتعدد PNRGO بسماحة سطحية جيدة بسبب التعرجات النانوية.

Preparation and characterization of graphene oxide nano-derivatives prepared from carbonation of petals biomass

Rosaceae Rosales

Zahra Zakaria Salman* , Ghazwan Hassan Abdel-Wahhab* , Galifa Latif**
Tikrit University / College of Education for Pure Sciences, Chemistry Department, *
National University of Malaysia (UKM), Malaysia **

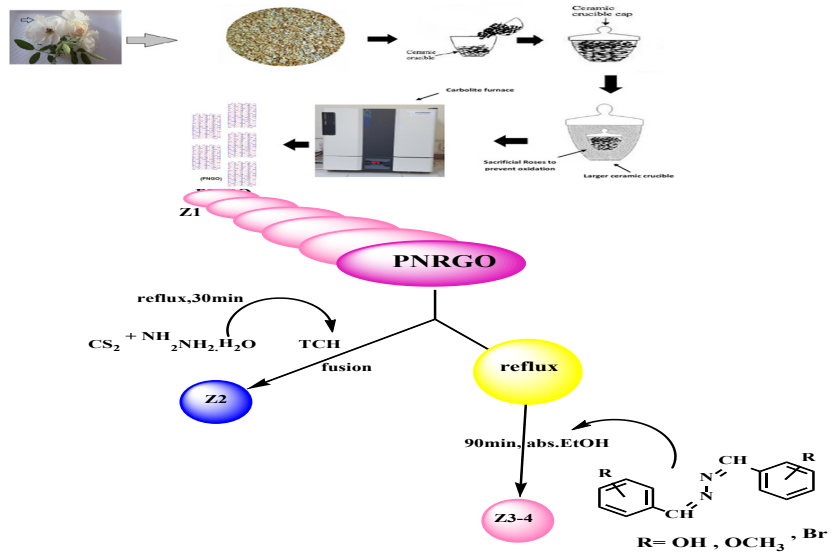
Abstract:

In this research, polygraphene oxide (PNRGO: Z1) was prepared through the primary biobiotic burning process of fallen rose petals Ordar: Rosales / Family: Rosaceae, and then burning without air and by burial at a temperature of 700 ° C, to form graphene oxide. Diagnosed by the following techniques: IR XRD, SEM, AFM. Also, diimine complexes (azines) were prepared to increase the activity of the prepared plates of PNRGO through sublimation reaction with the (Z3-Z4). The two-age derivative PNRGO was also prepared by melting the prepared thiocarboside TCH with PNRGO to obtain PNRGOTZ as a 1,2,4-triazole derivative. (Z2) The results of the nanoscale measurements showed the formation of PNRGO polygraphene oxide with good tolerance due to nucleolar aliasing.

المقدمة:

التكربن هو عبارة عن تحول المواد العضوية إلى كربون أو ترسبات تحتوي على كربون عن طريق التحلل الحراري أو التقطير الإتلافي. تنتج عندما تترك الأنسجة المتحللة خلفها آثاراً من الكربون[1] . اذ جذبت المواد النانوية القائمة على الكربون ، وخاصة الجرافين والجرافين الكمومية (GQDs)، اهتماماً واسعاً مؤخراً بامتلاكها لخصائصها المثيرة للاهتمام، مثل الموصلية العالية، ومساحة السطح الواسعة، والتوافق الحيوي الجيد، والسمية المنخفضة، والعمر الطويل. تركز هذه الدراسة على تحويل نفايات الكتلة الحيوية من خلال طرق عدة سهلة الاستخدام ومنخفضة التكلفة وقابلة للتطوير [2]. هذه الطريقة تتجنب استخدام المواد الكيميائية الخطرة وتستفيد من المواد الطبيعية الرخيص كمصدر كربون وبالتالي يبرز ليكون صديقاً للبيئة واقتصادياً[3]. وبناءاً على ذلك تم تحضير اوكسيد الكرافين المتعدد من بتلات الورد الجوري ومعاملتها مع عدد من مركبات العضوية.

الجزء العملي:



المخطط العام (1)
لتحضير المركبات
Z1-4

1. تحضير اوكسيد الكرافين النانوي المتعدد Z_1

تم تهيئة وحرق بتلات ورد الجوري المتساقطة وذلك من خلال جمع بتلات وغسله عدة مرات (لكل 10غرام ماء مقطر 500مل) لإزالة السيلكا (الغبار) والملوثات الأخرى العالقة، ثم وضع في اواني كبيرة نظيفة وجافة وترك للتجفيف في الظل بدرجة حرارة الغرفة (35مْ) ولحين ثبات الوزن ثم استخدم بوضعه في بودقة خزفية صغيرة ومن ثم وضعت البودقة داخل بودقة اكبر وغطيت بكمية وافية من الكرافيت (لتوفير حاجز ضد اكسدة العينة داخل البودقة) ثم لدنت في فرن ترميد عند درجة حرارة تدريجية من (30 – 700) م° ولمدة 1 ساعة كما موضح في مخطط(1).

2. تحضير مشتقات الترايزول

(Z2) ArPNRGO-Tz:

صهر1غم من أوكسيد الكرافين المحضر PNRGO مع 1غم من ثايوكاربوهيدرازايد (TCH) في بيكر مقاوم للحرارة، بعدها سخن المزيج في حمام زيتي مع التحريك بمحرك زجاجي لمدة 5 دقائق عند درجة حرارة 165مْ

برد الناتج إلى درجة حرارة الغرفة وغسل 3 مرات بالماء المقطر (20 مل لكل مرة) وترك للتجفيف لحين ثبات الوزن [6] .

3- تحضير معوضات الازينات – اوكسيد الكرافين النانوي المتعدد PNRGOAZ ($Z_{3,4}$)

اذيب 0.1 غم من أوكسيد الكرافين النانوي المتعدد المحضر PNRGO في 10مل من الأيثانول المطلق وتمت مجانسة المحلول في حمام الموجات فوق الصوتية لحين حصول محلول رائق، ثم إضافة 0.01 غم من معوضي الازينات المحضرة حسب المصدر[7]، ثم صعد التفاعل لمدة 1:30 ساعة مع التحريك المستمر ، غسل الراسب 3 مرات بالماء المقطر(20مل لكل مرة) وجمع وجفف لحين ثبات الوزن[8].

الجزء التطبيقي (التآكل)

تحضير عينة التآكل

القطع : تم تحضير قطع العينات من فولاذ متوسط الكربون وعلى هيئة مكعبات منتظمة الأبعاد الطول 2.4 cm و العرض 2 cm و السمك 0.4 cm .

التنعيم: تم تنعيمها باستعمال اوراق التجليخ (500,1000) لكل القطع لحين تساوي السطوح بشكل كامل

تحضير حامض الكبريتيك المستخدم (H_2SO_4):

حضر 1مولاري من حامض الكبريتك بتركيز 98٪ بعد التخفيف (5.4 مل من حامض الكبريتيك مقابل 94.6 مل من الماء المقطر) اعتماداً على قانون التخفيف $M_1V_1=M_2V_2$.

تحضير العينات المراد اختبارها ضد التاكل (W1-W2):

تم تحضير العينات بوجود المثبط وعدم وجوده بالاضافة إلى عينة الأيبوكسي التي اعتبرت أيضاً blank

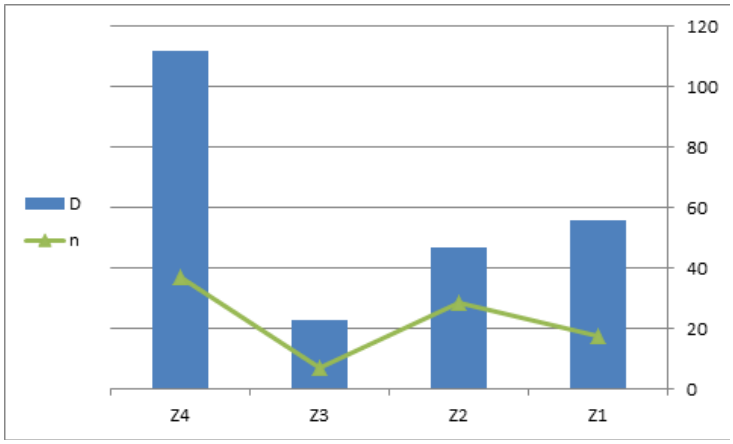
1. عينة الأيبوكسي (Blank) (W1):خلط 2.5مل من الأيبوكسي و1.25 مل من المصلب وأضيف إلى الفولاذ وترك بدرجة حرارة الغرفة لحين تصلب.

2. عينة الأيبوكسي مع (W2) Z_1: تم إذابة 0.25 غم من أوكسيد الكرافين النانوي المحضر Z_1 في خليط من (2.5مل من الأيبوكسي و1.25 مل من المصلب R.E.Cryst-B21) وأضيف إلى الفولاذ وترك بدرجة حرارة الغرفة لمدة 24 ساعة للتصلب.

3. النتائج والمناقشة :

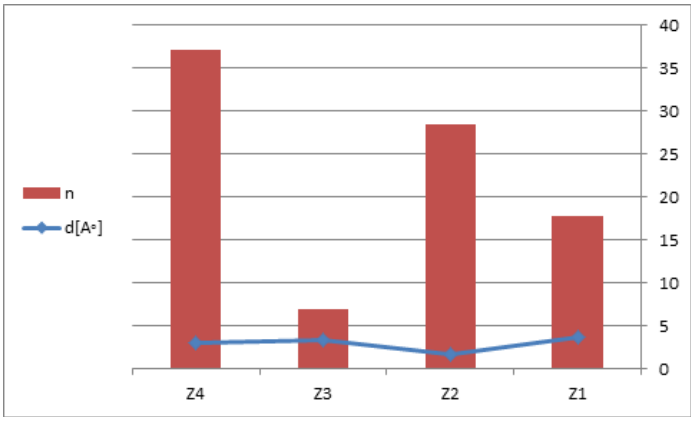
جدول (1) قياسات الاشعة السينية للمركبات (Z_{1-4})

Cd. No.	2θ	الفواصل بين الطبقات d[A°]	Δdobs (A°)	عدد الطبقات D	ΔDcal nm	الحجم الحبيبي n	nΔ
Z_1	24.0966	3.6933	0	56.02	0	17.75	0
Z2	23.4813	1.6594	-2.0339	46.99	-9.03	28.48	10.73
Z3	26.8283	3.3223	-0.371	22.95	-33.07	6.91	-10.84
Z4	26.0719	3.0138	-0.6795	112.13	56.11	37.20	19.45



الشكل(1)
علاقة بين عدد
الطبقات D
والحجم الحبيبي n

من الشكل(1) لوحظ ان العلاقة طردية بين عاملي الحجم الحبيبي وعدد الطبقات عدا العينة Z1 التي اظهرت انخفاض في عدد الطبقات رغم ارتفاع الحجم الحبيبي وهذا يشير الى ان الحرق الاولي للبتلات يؤدي الى حفاظ جيد على التباعد بين الطبقات المتكونه.



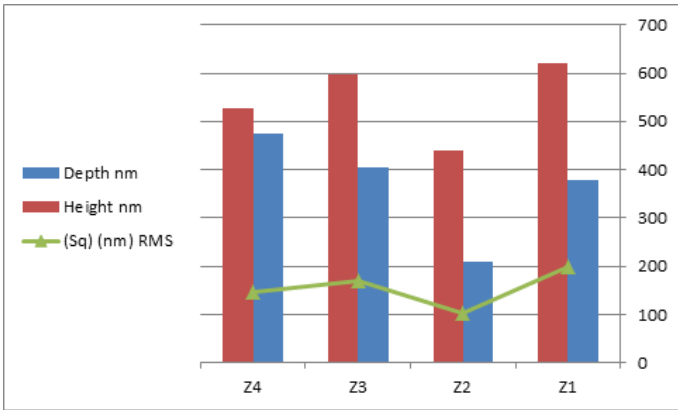
الشكل(2)
علاقة بين عدد
طبقات n ومسافة
بين الطبقات d

من الشكل(2) لوحظ ان زيادة عدد الطبقات داخل الدقائق النانوية يكون مصحوب بانخفاض بالمسافة بين الطبقات وهذا يشير الى ان كفاءة التقشير في حينة Z3 .

جدول(2) قياسات مجهر الالكتروني الماسح SEM المظهرية والاحصائية للمركبات(Z1-4)

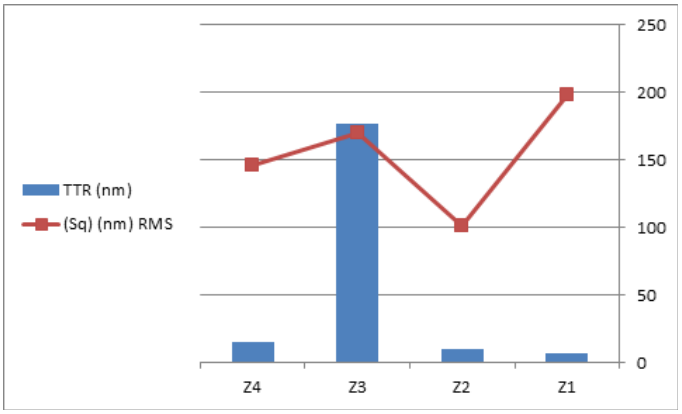
squared rough-ness	Maximum peak height	Maximum pit depth	Surface slope	terminal thickening rate	Nano filament cracking	Cd. No.
(Sq) (nm) RMS	height nm	depth nm	(Sdq) µm	TTR (nm)	NFC (nm)	
198.209	621.533	378.467	12.7560	7.034	8.983	Z_1
101.492	439.268	208.905	5.64657	10.425	6.0110	Z2
170.334	596.573	403.427	8.38005	176.528	33.770	Z3
145.768	526.609	473.391	7.64434	15.123	7.683	Z4

مناقشة العلاقات بين العوامل المختلفة:



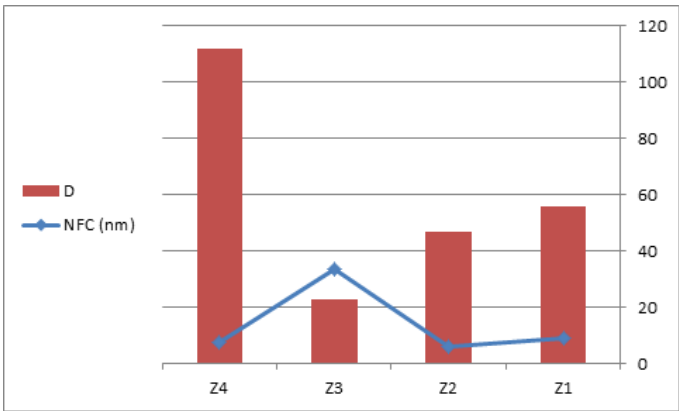
الشكل(3)
علاقة بين متوسط الخشونة التربيعية (sq) واعلى قمة height واوطئ قعر depth

يوضح الشكل(3) وجود علاقة طردية بين الخشونة السطحية واعلى قمة ارتفاع لكل العينات بينما شذ المركب Z4 في قيمة اوطأ قعر وقد يعزى ذلك الى اختلاف المجموعة المعوضة بالدفع الالكتروني.



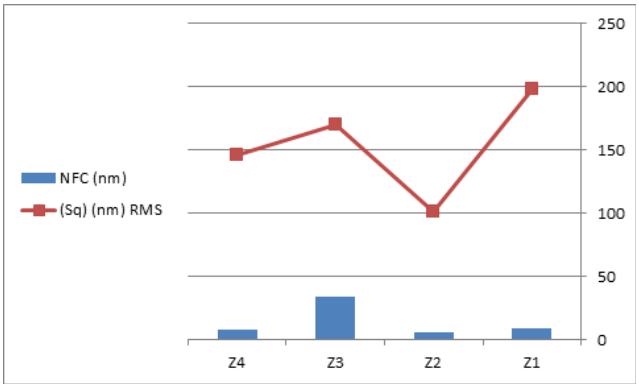
الشكل(4)
علاقة بين متوسط الخشونة التربيعية (sq) RMS ومعدل التشخن الطرفي TTR

من الشكل (4) لوحظ ان الخشونة لاتمتلك علاقة مباشرة بين التشخنات على الحافات للصفيحة وبين مقدار الخشونة .



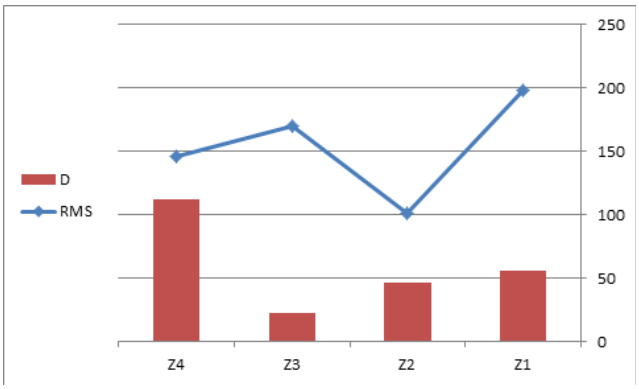
الشكل(5)
علاقة بين الحجم الحبيبي D وتشقق الصفيحة NFC

من الشكل(5) لوحظ ان التشقق للصفيحة النانوية لايرتبط بشكل مباشر بالحجم الحبيبي احصائيا.



الشكل(6)
علاقة بين متوسط خشونة التربيعي (sq) RMS
وتشقق الصفيحة NFC

من الشكل (6) لوحظ ان الخشونة للسطح في جميع العينات تتناسب طرديا مع مقدرا التشققات الموجودة فيها.



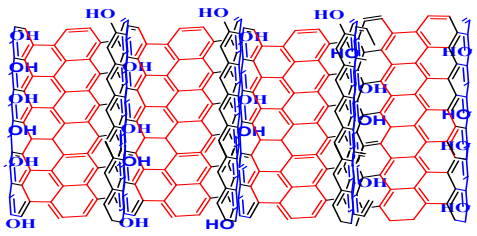
الشكل(7)
علاقة بين الحجم الحبيبي D
ومتوسط الخشونة التربيعي RMS

من الشكل(7) لوحظ ان الخشونة للعينة Z1 هي الاعلى وهذا يشير الى ان الصفائح المتكونة ذات تباعد جيد مع الحفاظ على حجم حبيبي نانوي وعدد طبقات منخفض نسبيا.

مناقشة المركبات Z1-4

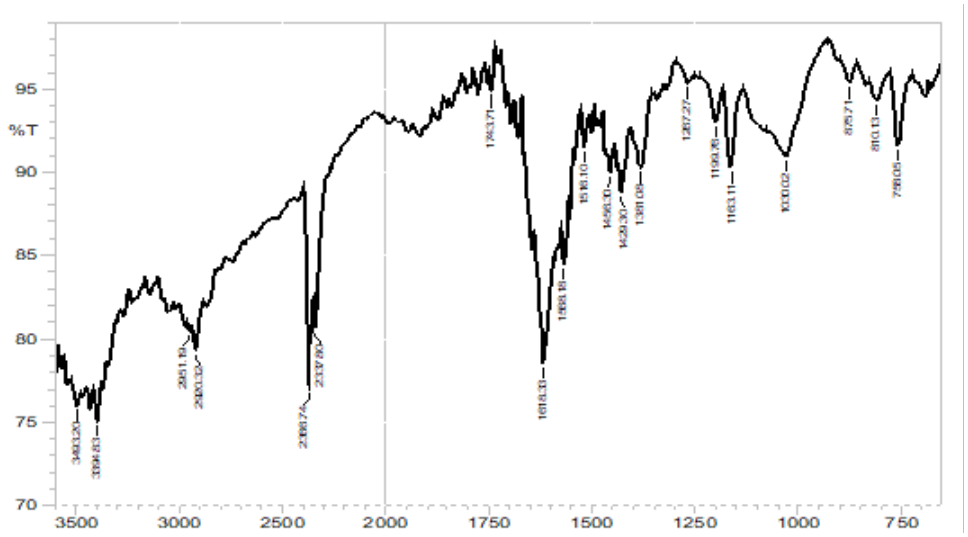
مناقشة المركب Z1:PNRGO:

تكونت صفائح أوكسيد الكرافين النانوي المتعدد Z1 من المعاملة الحرارية لبتلات الورد الجوري عن طريق تلدينها عند درجة الحرارة $700^{0}C$ وذلك بوضعها في بودقة وفي منتصف بودقة خزفية أكبر كما موضح في مخطط (1) وكأنت المساحة حول البودقة الصغيرة مغطاة بالكامل بكمية وافية من مسحوق ناعم من الكرافيت، بذلك تكونت صفائح متعرجة من أوكسيد الكرافين النانوي المتعدد كما في الالية الموضحه بشكل (8):



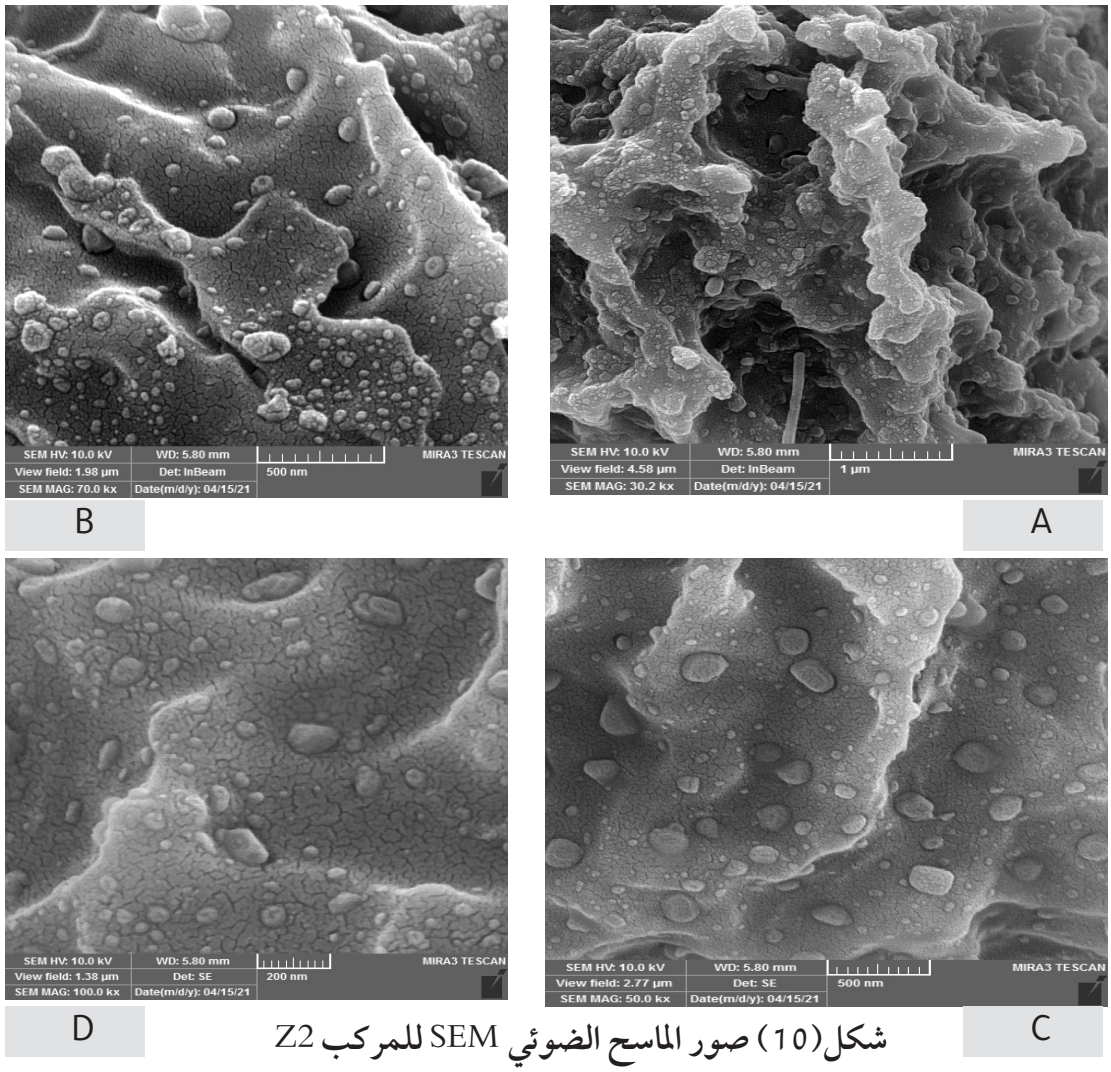
(Z1:PNRGO)

كما اظهر طيف الأشعة تحت الحمراء(FT-IR) لصفائح أوكسيد الكرافين النانوي المتعدد الجزئية للمركب (Z_1:PNRGO) في شكل (9) حزمة مميزة وعريضة تعود لمجموعة الهيدروكسيل الكحولية والكاربوكسيلية عند (3394-3493) سم$^{-1}$على التوالي. كما اظهرت حزمة عند (1267) سم$^{-1}$ تعود إلى مط اصرة (C-O)سم$^{-1}$ على التوالي، وعند (1618-1429) سم$^{-1}$التي تعزى إلى مط الأصرة المزدوجة (C=CV)، كما ظهرت حزمة عريضة عند (1030) سم$^{-1}$ المتمثلة بمط (C-O) وظهر في الطيف حزمة واضحه لمجموعة ($_V$ C-H) الأورماتية عند (2920) سم$^{-1}$ وحزم مط وأنحناء لمجموعة (C-H) الاليفاتية عند المدى (2951-1163) سم$^{-1}$،وظهور مط غير متماثل (c-o) عند (2366)سم$^{-1}$.



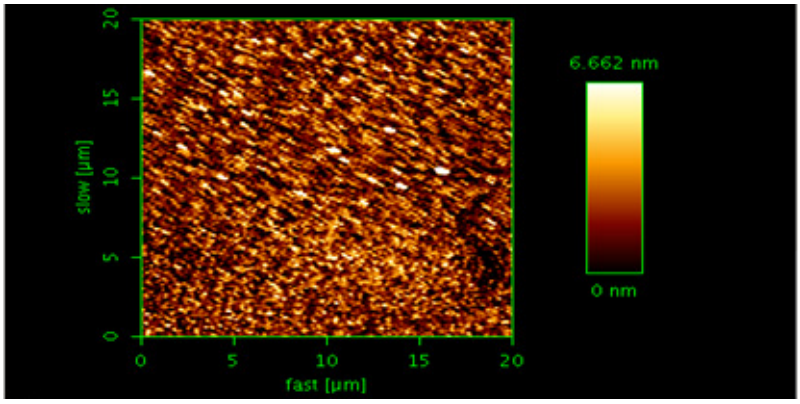
شكل (9)
طيف الأشعة
تحت الحمراء
للمركب
Z2

من ملاحظة الصور السطحية للعينة الام Z1 شكل (10 a)تظهر تراكيب الطيات الشبه أنبوبية وقد تقلصت المسافات بينها b مع ظهور تعرجات وتجمعات واضحة على السطوح الكاربونية المتكونه من الطيات للبتلة الزهرية المتفحمة c وهي عبارة عن بقايا التجمعات الأنبوبية المتحللة حراريا وهذا يشير إلى أن هذه البتلات عالية المساحة السطحية وهو ما ينسجم مع نتائج الخشونة للعينات يلاحظ جدول (2)، وأن التقارب بين المكونات يفسر إمكانية التجمع وزيادة الحجم الحبيبي(D) وبالتالي زيادة عدد الطبقات(n) وهذا ينسجم مع نتائج XRD.كما لوحظ وجود تشققات سطحية في الصفائح المتموجة المتكونه c ,d .



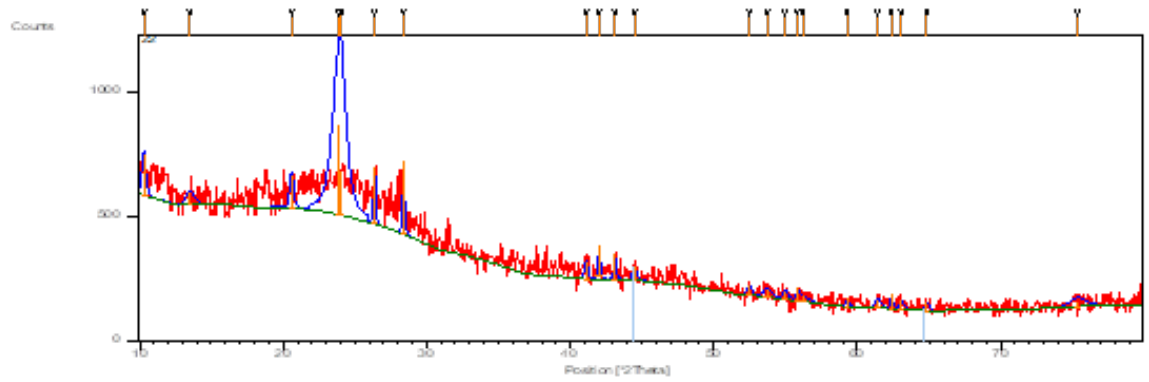
شكل(10) صور الماسح الضوئي SEM للمركب Z2

من ملاحظة صورة مجهر القوة الذرية للعينة Z1 تبين أن المساحة السطحية كبيرة بسبب خشونة السطح تبين القيمة الأعلى للعينة المستهدفة بالقياس اقصى قيمة ارتفاع عند 6.662 نم و تشير الصورة إلى وجود فجوات بينية متغلبة تنسجم مع بيأنات منحني الجذر التربيعي للارتفاع RMS يلاحظ شكل (11) .



شكل (11)
قياس مجهر القوة الذرية
(AFM) للمركب Z2

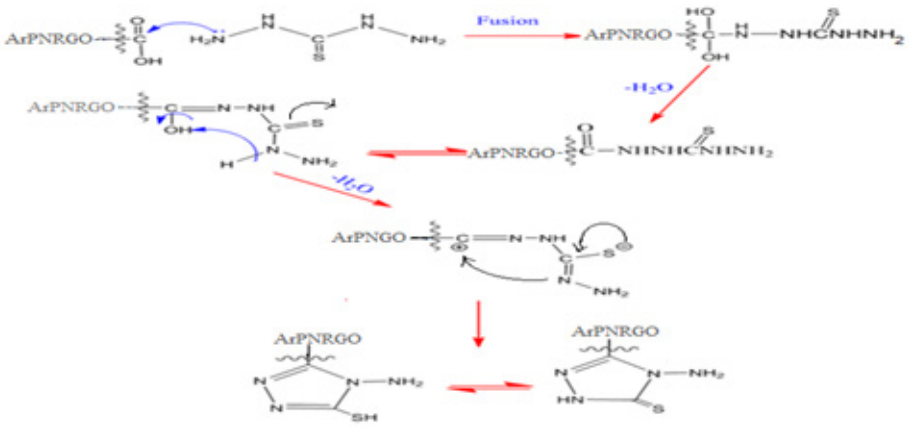
أظهر طيف الأشعة السينية للمركب Z1 قيمة زأوية 2θ عند 24.0966 ولمسافات بين الطبقات d=3.6933 وبحجم حبيبي D=56.02 وعدد طبقات n=17.75 وقد لوحظ أن هذه القيم متقاربة مع الأدبيات [9] يلاحظ شكل (12).



شكل (12) قياس الأشعة السينية XRD للمركب Z2

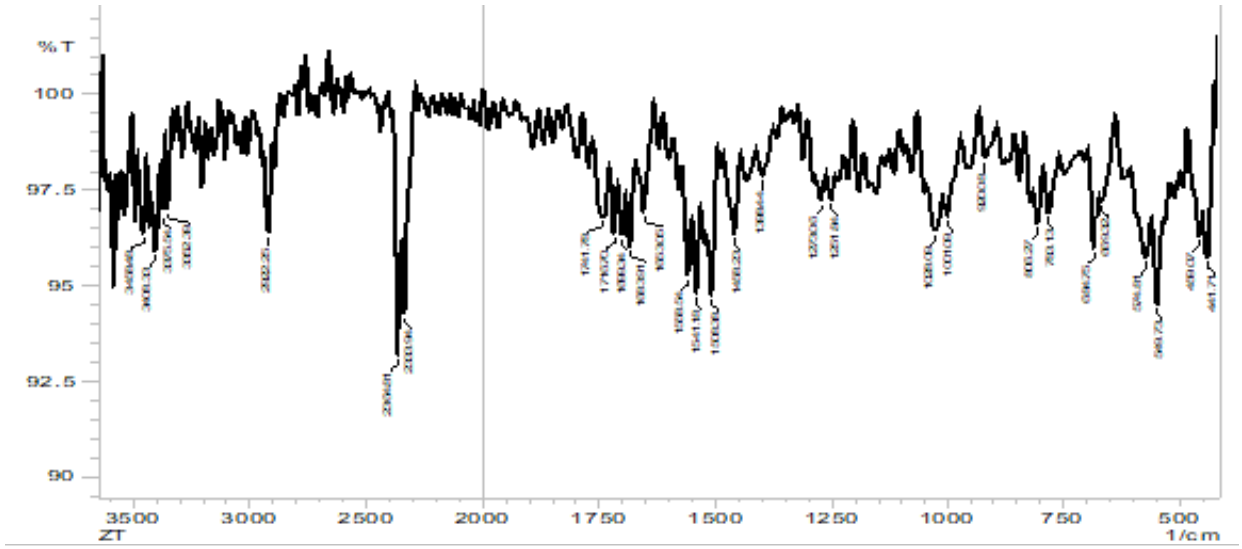
مناقشة للمركب Z2:

تم تحضير مشتقات الترايازولات عبر تفاعل الصهر الحراري لـ (TCH) مع صفائح أوكسيد الكرافين المختزل النانوي المتعددفي بيكر مقاوم للحرارة وفي حمام زيتي وعند درجة حرارة 164مْ وفق ميكانيكية التالية، المخطط(2) .



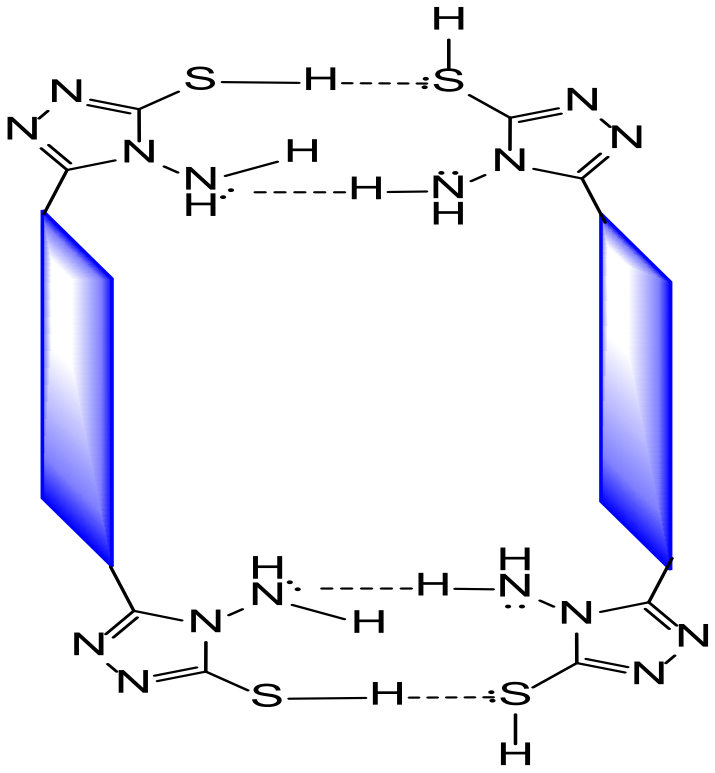
مخطط(2)
ميكانيكية
تحضير مشتقات
الترايزولات

كما اظهر طيف الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) للمركب Z2 في شكل(13) حزماً متداخلة عند المدى (3375-3408)سم$^{-1}$ تعود إلى مجاميع (OH) الهيدروكسيل الكاربوكسيلي والكحولي وكذلك الامين (NH)، ظهور حزم عند المدى (1458-1508) تعود إلى مط الأصرة المزدوجة (C=C)، حزم عند المدى (1398)سم$^{-1}$ تعزى إلى مط الأصرة (C=N)، وحزمة (783)سم$^{-1}$ تعود إلى (C-S)، كذلك ظهور حزمة (N-N) عند المدى (920)سم$^{-1}$.

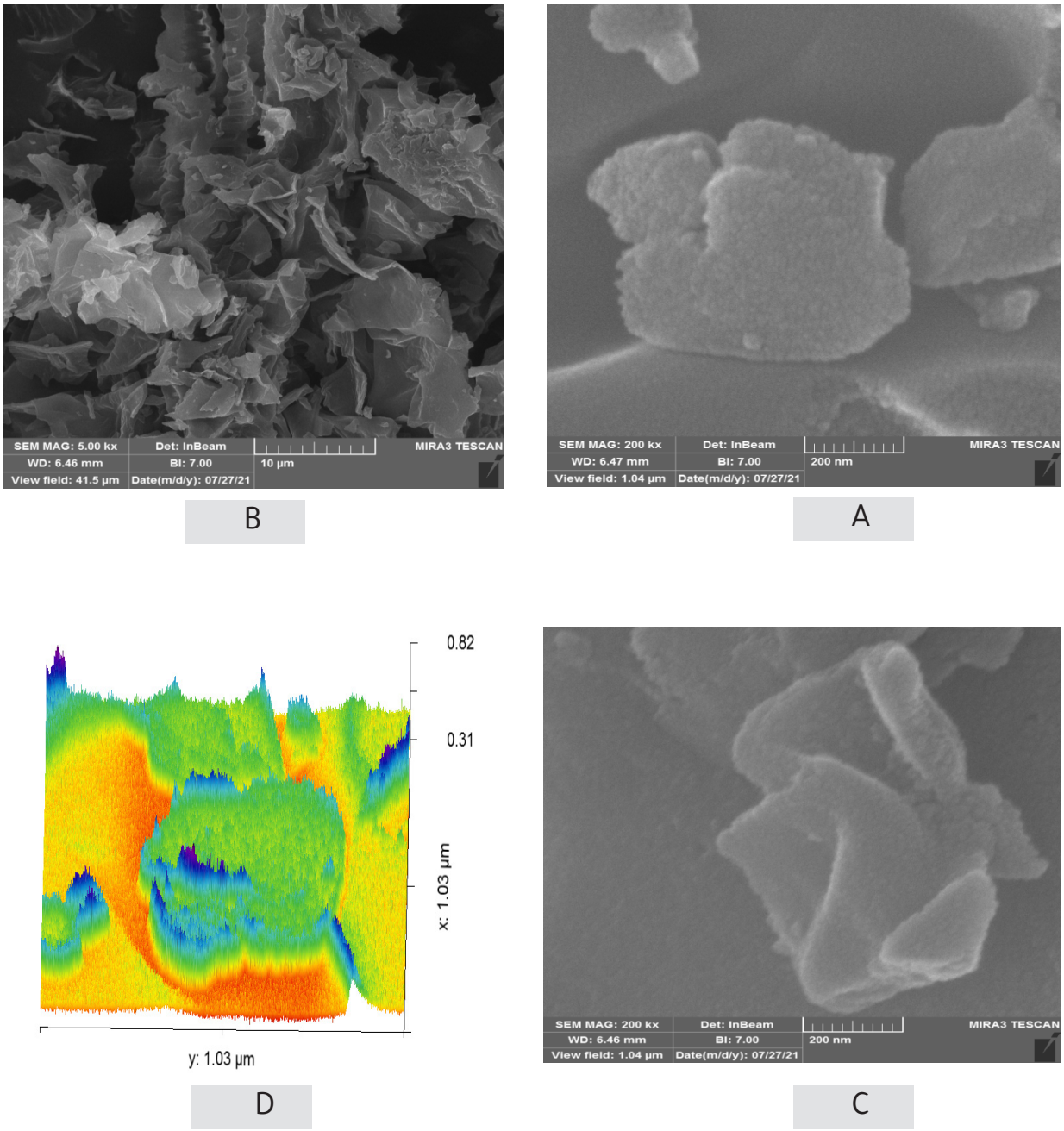


شكل(13) طيف الأشعة تحت الحمراء للمركب Z2

أن الصور السطحية للعينة Z2 شكل (15) تشير إلى حصول تجمعات بابعاد نأنوية على الصفائح a تعزى إلى تكون ترابطات هيدروجينية بين الحلقات غير المتجأنسة المعوضة ادت الى ظهور زيادة متوقعة للحجم الحبيبي b ، مع بقاء نمط التشقق c واضح على السطح وبقيمة 6.011 nm مع خشونة منخفضة d مقارنة بالمركب الام Z1 وكذلك أنخفاض المسافة بين الطبقات، وهذا يتناسب مع بيأنات XRD للعينة حيث أنخفاض القمم والقعور والميل لسطح العينة مما يشير إلى عدم حصول تقشر اضافي للعينة، نلاحظ الشكل (14).

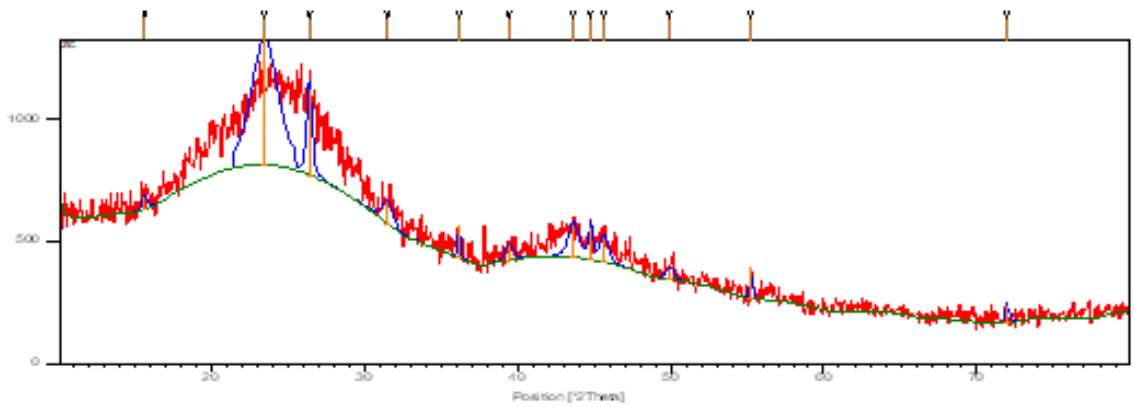


شكل(14) توضيحي للمركب Z2



شكل(15) صور مجهر الماسح الضوئي SEM للمركبZ2

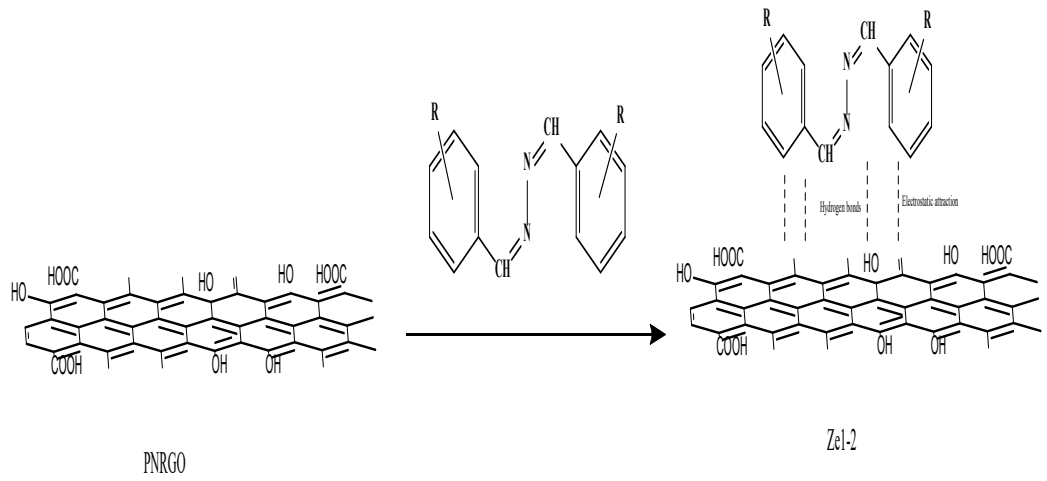
أظهر طيف الأشعة السينية للمركب Z2 قيمة زأوية **2θ** عند 23.4813 ولمسافات بين الطبقات d=1.6594 وبحجم حبيبي D=46.99 وعدد طبقات n=28.48 وقد لوحظ أن هذه القيم متقاربة مع الأدبيات[9] يلاحظ شكل (16).



شكل(16) الأشعة السينية للمركب Z2

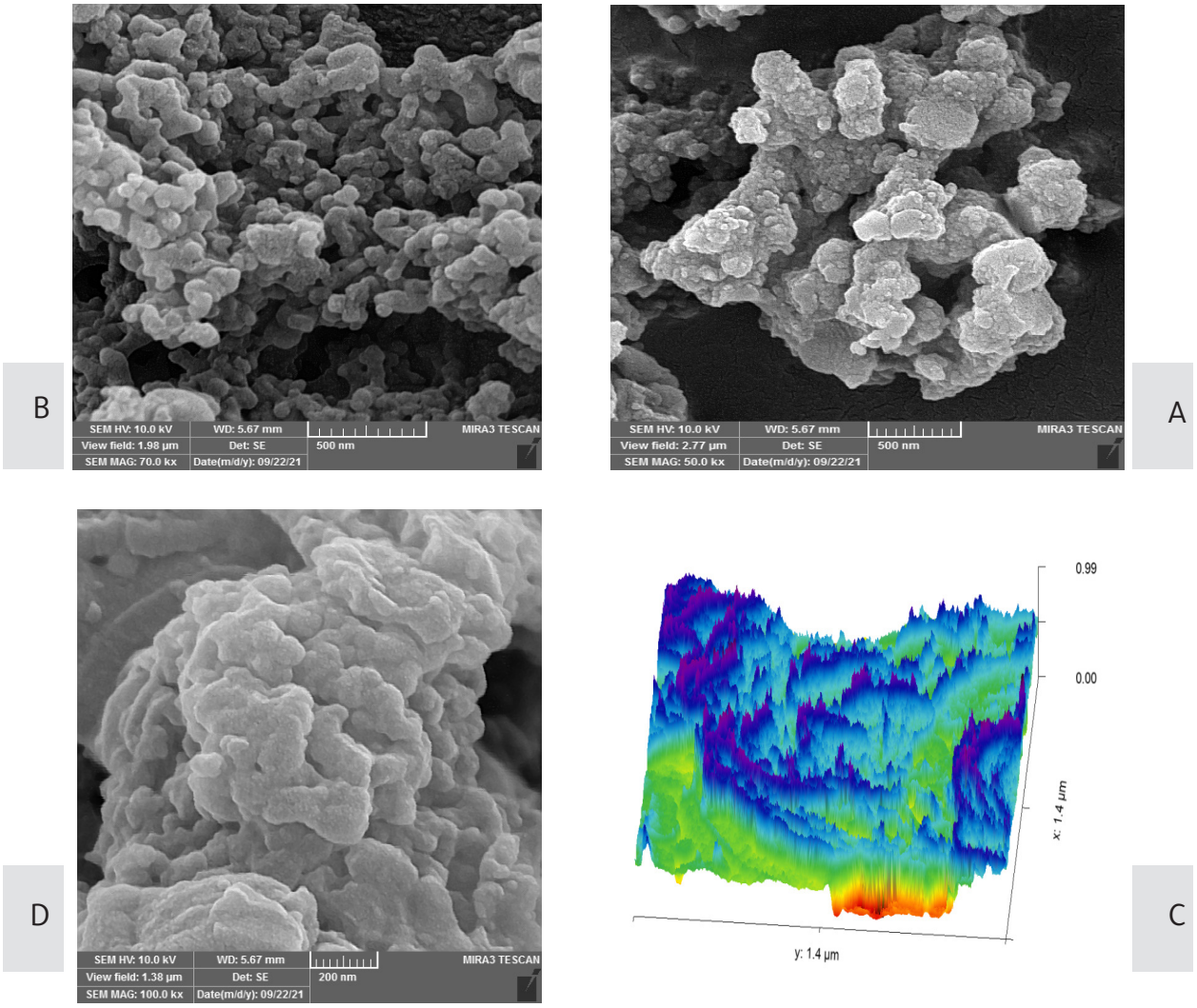
مناقشة المركب Z3:

تم التحضير من مجانسة محلول صفائح أوكسيد الكرافين النانوي المتعدد المذابة في الايتأنول في حمام الموجات الفوق الصوتية ثم اضافة الأزينات عند درجات حرارة ضمن مدى (0 – 5) م°، تصعيد لمدة 30 دقيقة مع التحريك المستمر وفق ميكانيكية المخطط (3).



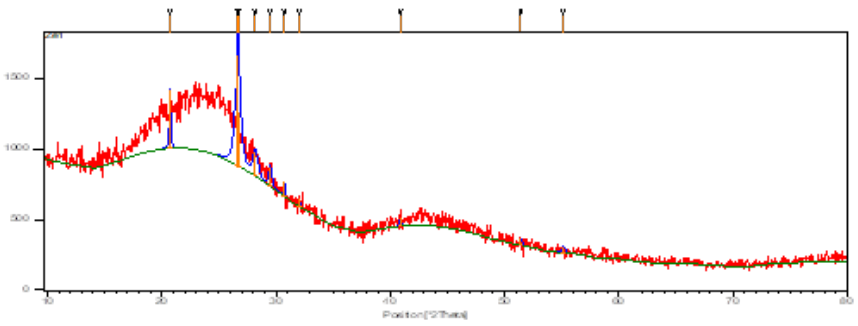
مخطط(3) الترابط البيني للمركب Z_{3-4}

حيث اظهرت الصور السطحية للعينة Z3، شكل (17)، تشير إلى حصول تجمعات للمتراكب على حافات بشكل واضح و بأعلى قيمة تثخن بين العينات المحضرة a 176.528nm مع وجود الازين على سطوح الصفائح ايضا b ، كما يلاحظ تقوس التجمعات مع صفائح أوكسيد الكرافين النانوي المتعدد المتكونه c مع ارتفاع في الخشونة مما يشير إلى متلازمة التزيين القطبي وزيادة الخشونة مقارنة بالعينات d Z4 , Z2.



شكل(١٧) صور مجهر الماسح الضوئي للمركب Z٣

أظهر طيف الأشعة السينية للمركب Z3 قيمة زاوية **2θ** عند 26.8283 ولمسافات بين الطبقات d=3.3223 وبحجم حبيبي D=22.95 وعدد طبقات 6.91n= وقد لوحظ أن هذه القيم متقاربة مع الأدبيات [9] يلاحظ شكل(18).

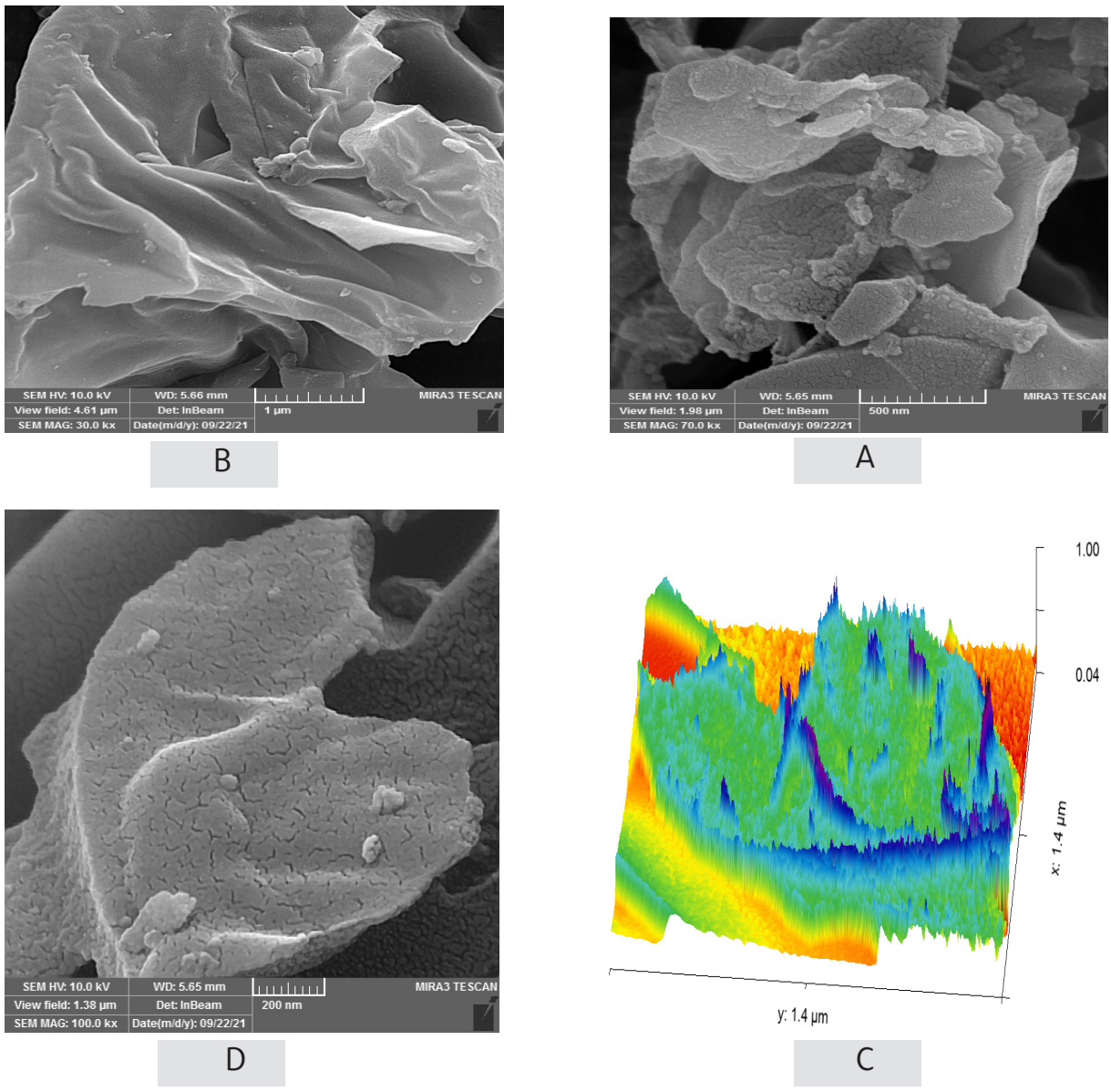


شكل(18)
الأشعة السينية
للمركب Z3

مناقشة المركب Z4:

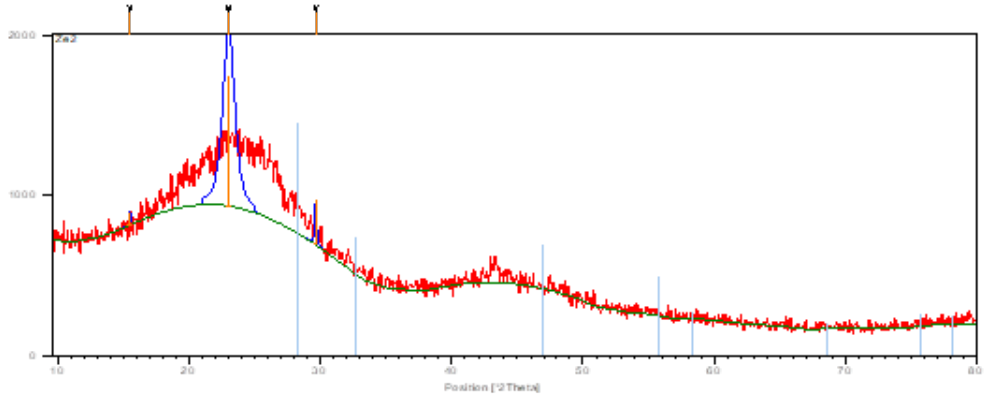
تم التحضير من مجانسة محلول صفائح أوكسيد الكرافين النانوي المتعدد النانوية المذابة في الإيثانول في حمام الموجات الفوق الصوتية ثم اضافة الأزينات عند درجات حرارة ضمن مدى (0 – 5) م°، ثم تصعيد لمدة 30 دقيقة مع التحريك المستمر.

حيث اظهرت الصور السطحية للعينة Z4، شكل (91)، تشير إلى حصول تجمعات للمتراكب على حافات بشكل أقل وضوحا مقارنة ب Z3 a حيث أن التشخن كأن 15.123nm مع وجود الازين على سطوح الصفائح ايضا b ، كما يلاحظ بقاء نمط التشقق المشابه للعينة الام Z1 c ويلاحظ تقوس التجمعات مع صفائح أوكسيد الكرافين النانوي المتعدد المتكونة d .



شكل(19) صور المجهر الماسح الضوئي للمركب Z4

أظهر طيف الأشعة السينية للمركب Z4 قيمة زأوية 2θ عند 26.0719 ولمسافات بين الطبقات d=3.0138 وبحجم حبيبي D=112.13 وعدد طبقات 37.20n= وقد لوحظ أن هذه القيم متقاربة مع الأدبيات [9] يلاحظ شكل(20).



شكل (20) الأشعة السنية للمركب Z4

مناقشة نتائج قيم التأكل

(gm) Corrosion Rate

قياس فقدأن الوزن WeightLossMeasurements

تم تحديد معدلات التآكل(CR) Corrosion Rate في وجود وعدم وجود المثبط باستخدام الصيغة التالية[10]:

$$(CR) = \frac{\Delta W}{A \times t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1.3)$$

حيث (ΔW) معدل فقدأن الوزن (gm)، A: المساحة السطحية للعينة (cm^2)، t : وقت تعرض العينة للغمر (day).

كما يمكن حساب كفاءة التثبيط باستخدام المعادلة التالية:

$$\% IE = \frac{Wu\text{-}Wi}{Wu} \times 100 \ldots\ldots\ldots\ldots (2.3)$$

حيث : Wu و Wi هو الوزن المفقود ($\mu g/cm^2.h$) بوجود وبغياب المثبطات على التوالي.

كما تم اختبار معدلات التأكل على العينتين والتي تكون عينه (Blank) هي أيبوكسي فقط ((W1 وعينة الأخرى أيبوكسي مع صفائح أوكسيد الكرافين النانوي (W2) وبكميات متشابهة وبفترات متفأوتة كما في شكل (21).

عينة الفولاذ لوحده

عينة الفولاذ المغلفة بالايبوكسي/ المثبط+ايبوكسي

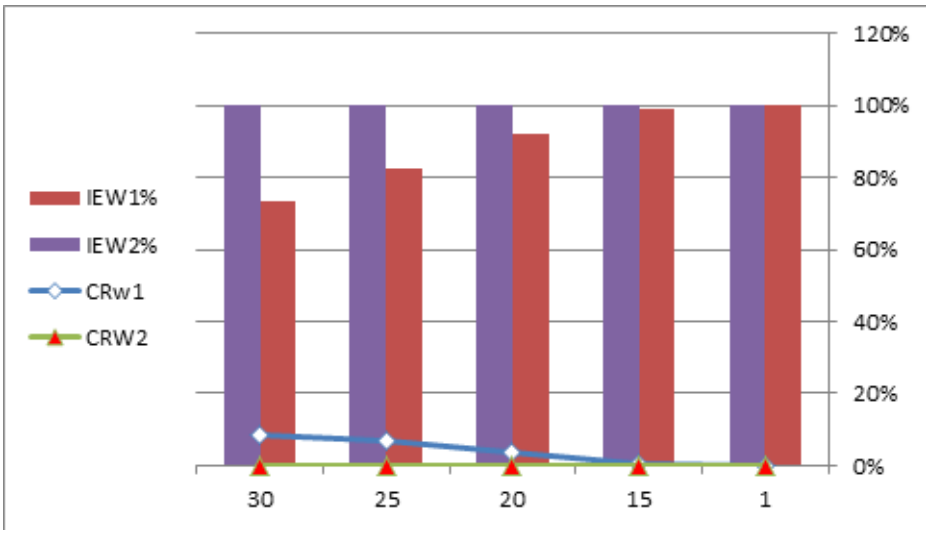
شكل (21) العينات (عينة الفولاذ-عينة الأيبوكسي المغلفة) قبل الغمر في الحامض المركز

حيث كأنت النتائج توضح أن نسبة الغمر في المحلول بزيادة الوقت يؤدي إلى زيادة معدلات التأكل لعينة الايبوكسي فقط بالمقابل عدم تأثر عينة الايبوكسي المزوجة بصفائح الكرافين بمرور الوقت وكأنت نتائج جيدة ، وكما موضح في الجدول(3) ادناه:

الجدول(3) يوضح نتائج قيم التأكل للعينتين بفترات متفأوتة

NO.	W1	W2	T55	CR_{w1}	IE_{W1}%	CR_{W2}	IE_{W2}%
1	15.43	16.87	1	0	%100	0	%100
2	15.32	16.87	15	0.0046	%99.29	0	%100
3	14.18	16.87	20	0.039	%91.9	0	%100
4	12.75	16.87	25	0.067	%82.63	0	%100
5	11.32	16.87	30	0.086	%73.36	0	%100

كما في شكل (22) تبين لنا أن كفاءة التثبيط للمادة المضاف لها العامل للمادة النانوية كما في شكل (14) ذا قيمة تثبيط عالية ضد الحامض المركز بتركيز 98 ٪ للفترات الزمنية من 30-1 يوم كما موضح في شكل(23) بينما تكون مادة الايبوكسي التي لم يضاف لها عامل التدعيم كأنت بقيم وزنية تنازلية حسب الاعمدة باللون الاحمر حيث اظهرت قيمة أنخفاض (٪ 99.29) بينما في يوم 30 كأنت قيمة تثبيطية (٪ 73.36) وهذا يتناسب مع تغيرات الوزن الموضحه بالمنحني باللون الازرق كأن للمادة الأولى والمنحني باللون الاخضر كأن للمادة الثأنية .



شكل(22) تغيرات عوامل تثبيط التأكل ضد الحامض

شكل(23) عينات التأكل لأول 30 يوماً

الاستنتاجات :

1. بالامكان الحصول على صفائح أوكسيد الكرافين النانوي المتعدد النانوية من كربنة الكتلة الحيوية بنسبة منتوج جيدة.
2. يمكن الحصول مشتقات اورماتية ثنائية الفنيل بالطريقة الكهربائية .
3. يمكن تزيين حافات الصفائح النانوية الكاربوكسيلية بحلقات ترايازولية بمنتوج جيد بتفاعل الصهر الحراري.
4. بالامكان الحصول على متراكبات نانوية عن طريق مشتقات الازينات.
5. ان الصفائح المشتقة من البتلات الزهرية تعطي الايبوكسي الصناعي زيادة قوة وصلابة بالاضافة الى نعومة للسطح ومقاومة المادة للحامض لفترة طويلة لذلك بالامكان الحصول على مثبطات ضد تأكل الحامضي لفولاذ متوسط الكربون من صفائح الكرافين المحضرة.

المصادر:

1. Journal of Materials Chemistry A. Issue 6, Retransformed graphitic activated carbon from ionic liquid-derived carbon containing nitrogen (2015).
2. N.R. Nirala, G. Khandelwal, B. Kumar, Vinita, R. Prakash, V. Kumar, One step electrooxidative preparation of graphene quantum dots from wood charcoal as a peroxidase mimetic, Talanta 173 (2017) 36-43.
3. Ioannis (Yiannis) Karapanagiotis, A comparative study of the wetting properties of a superhydrophobic siloxane material and rose petal,)2017(.
4. G.Martínez-García, L. Agüí, P. Yáñez-Sedeño, J.M. Pingarrón, Procedia Technology, 27, 187-189.(2017).
5. M. Brahmayya, S. Suen, S. A. Dai, Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 83, 174–183, (2018).
6. N. A. Rasheed, B. I. Al-Abdali, Journal of Global Pharma Technology, 10(03):417-430, (2018).
7. T.M. Bhagat, S. P. Rathod, D .K .Swamy and S.V ,Kuberkar ,Inte .Jour. Chem.Tech ,Res, 4(1), 272-276 (201

2).
8. L. Issam, T. M. AL-Saad, E. AL-Abodi, T. A. AL-Dhair, Seventh Scientific Conference of the Faculty of Education/University of Tikrit Nanotube of Anything Industrial. (2011) .
9. Al Nafiey, A. "Green synthesis of reduced graphene oxide-silver nanoparticles using environmentally friendly L-arginine for H2O2 detection." 5(8): M3060-M3066. (2016).
10. Vinayan, B. P. & Zhao-Karger, Z.& Diemant, T. & Chakravadhanula, V. S. K.& SchwarZ2urger, N. I.& Cambaz,M. A. & Behm, R. J. & Kübel, C. & Fichtner, M. Performance study of magnesium–sulfur battery using a graphene based sulfur composite cathode electrode and a non-nucleophilic Mg electrolyte. University Ulm. Thr Royal Society of Chemistry Journal. (Published research paper).(2015).
11. GABE, D.R., "The centenary of Tafel's equation" Transactions of the Institute of Metal Finishing, 83 (3), pp. 121-124. (2005).