الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الكيمياء

مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر اكاديمي في الكيمياء

التخصص : كيمياء تحليلية

من اعداد الطالبتين:

***وفاء غزال** *** هبة عوامر**

دراسة حول تطبيقات نقاط الكربون

نوقشت يوم:2026/06/17

امام لجنة المناقشة المكونة من:

علي ذوادي	أستاذ التعليم العالي	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	رئيسا
خولة شاوش	أستاذ محاضر أ	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مناقشا
مسعودة دقموش	أستاذ التعليم العالي	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مشرفا
عبير جدة	طالبة دكتوراه	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مشرفا مساعدا

السنة الجامعية:2026/2025

قُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا
(سورة طه : 114)

الشكر والتقدير

الحمد الله حمدا كثيرا مباركا فيه والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد عليه أفضل الصلاة والتسليم الذي ألهمنا الصبر والقوة والعزم على موصلة مشورانا الدراسي وتوفيقه لنا في انجاز هذا فنحمدك اللهم ونشكرك على نعمتك وفضلك ومعلمنا الرسول الذي حثنا على طلب العلم والسعي لا جله والقائل: (لا يشكر الله من لا يشكر الناس).

ومن منطلق هذا التوجيه النبوي الشريف نتقدم بخالص الشكر والتقدير الى جامعة قاصدي مرباح ورقلة كلية الرياضيات وعلوم المادة والى كل العاملين فيها وكل منتسبي قسم الكيمياء والى جميع زملائنا طلبة تخصص كيمياء تحليلية لما أبدوه من عون ومساعدة طوال مدة الدراسة راجين من المولى عز وجل ان يجعلنا ذخرا لهذه الامة.

نتقدم بجزيل الشكر والتقدير الأستاذة الفاضلة دقموش مسعودة لتفضلها بإشرافها على البحث وسعة صدره وحرصها على يكون صورة كاملة يخلو من أي نقص وعلى المجهودات التي بذلتها معنا من إرشادات ونصائح وتوجيهات وهي تتبع هذا العمل بكل بحرص واهتمام نسأل الله يجعل ذلك في ميزان حسناتها ويجازيها عنا خير الجزاء.

كما نوجه كلمة الشكر الأستاذة جدة عبير باعتبارها مشرف مساعد وعلى كل من مجهودات ودعم خلال مسيرة هذا البحث. كما نتقدم بشكر وتقدير بقي محمد سليمان وميلودي محمد لمساعدتهما في اكمال هذا العمل.

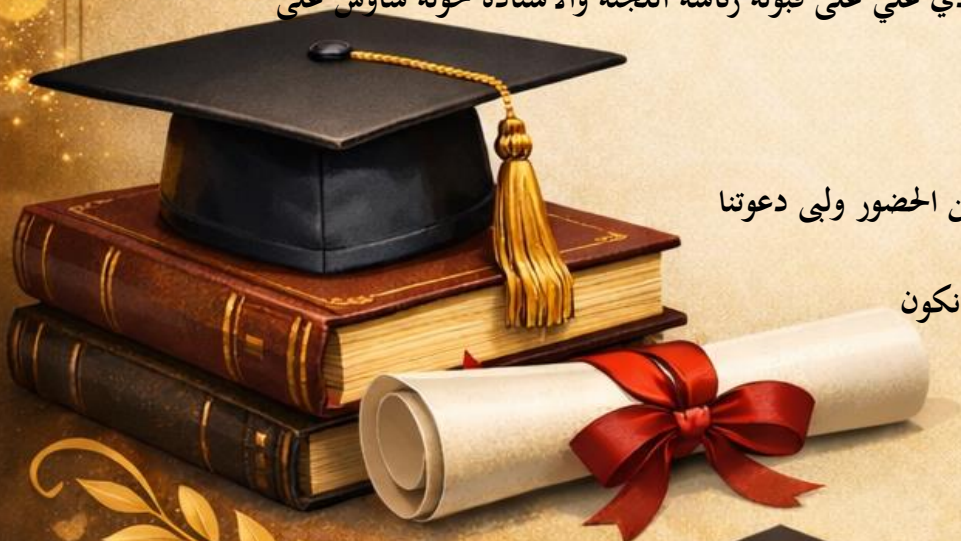
كما نتوجه بتحية احترام وتقدير الأستاذ دوادي علي على قبوله رئاسة اللجنة والأستاذة خولة شاوش على

مناقشة مذكرة تخرج.

كما نتقدم بجزيل الشكر لكل من شرفنا من الحضور ولبى دعوتنا

لحضور مناقشة مذكرة التخرج نتمنى ان نكون

عند حسن ظنكم.



الاهداء

الحمد الله حبا وامتنانا على البدء والختام ها انا اليوم اتوج اللحظات الأخيرة في هذا الطريق الذي كان يحمل في باطنة العثرات ورغما عنها ظلت قدمي تخطو بكل صبر وطموح وعزيمة وتفاؤل وحسن الظن بالله اهدي بكل حب تخرجي

الى نفسي العظيمة القوية التي تحملت كل العثرات رغما الصعوبات.

الى ذلك الرجل العظيم الى من كان لي العمود الفقري الذي ساندني بكل حب في ضعفي الى الذي كان يخفي تعبه ليظهر قوتي وكان دائما يؤمن بي أكثر مما افعل "ابي العزيز".

الى التي كانت دعواتها لي نورا في ظلامي ومن وقفت بجانبي وامنت بي حيث كنت اتوهم الفشل "امي العزيزة."

الى اخواتي واخواني الذين كانوا الفرح في ايامي الذين يشاركوني الضحك والاحتفال بنجاحي فرحتكم كانت دافعي واستمراري.

انا الان أعلن ما كان حلما أصبح اليوم واقعا فاللهم كما اكرمتني بالتخرج أكرمني بشكر هذه النعمة كما ينبغي لجلال وجهك وعظيم سلطانك.

هبة

فَرِحِينَ بِمَا آتَاهُمُ اللَّهُ مِن فَضْلِهِ.

الاهداء

2026

الحمد الله الذي بنعمته تتم الصالحات.

الحمد لله عند البدء وعند الختام. فما تناهى درب. ولاختم جهد. ولا تم سعي الا بفضله.

فمن قال: "انا لها" نالها. وانا لها. ان بت. رغما عنها اتيت بها.

ها انا اتوج اللحظات الأخيرة من هذا الطريق. بعد التعب ومشقة دامت سنوات في سبيل الحلم والعلم. واصبحت اليوم قرة عين. ها انا اليوم على عتبة تخرجي. اقطف ثمار تعبي. فاللهم لك الحمد إذا رضيت ولك الحمد بعد الرضا. لإنك وفقتني لإتمام هذا النجاح وتحقيق حلمي ما كان هذا الإنجاز ليكون لولا عونك ورحمتك الحمد لله.

وبكل حب وفخر. اهدي ثمرة نجاحي وتخرجي:

الى نفسي الطموحة. التي بدأت بطموح وانتهت بنجاح.

الى من احمل اسمه بكل فخر. الى من حصد الاشواك عن دربي ليميد لي درب العلم. الى من كان سندي بعد الله. الى من علمني ان الإرادة تصنع المعجزات. الى من غرس في قلبي حب العلم ورافقني في كل خطوة: "أبي الغالي".

الى من اوصاني الله بها خير. وجعل الجنة تحت اقدامها. الى من بفضل دعائها تحقق نجاحي. الى بلسم جراحي. الى وطني الكبير الذي لا تحده حدود جغرافيا: "أمي الغالية".

الى تلك النجوم التي تنير طريقي دوما. الى ملهمي النجاح. وصناع قوتي. وصفوة ايامي. الذين كانوا شركاء كل خطوة في دراستي: "اخوتي الأعزاء".

أتمنى ان نبقى ذكرى طيبة لدي الجميع دمتم في رعاية الله وحفظه.

وفاء

قائمة المختصرات

الرمز	دلالته باللغة العربية	دلالته باللغة الإنجليزية
AN	تكنولوجيا النانو المؤثر	Active Nanatechnology
CDS	النقاط الكربونية	Carbon Dots
CNT	انابيب الكربون النانوية	Carbon Nanotubes
CNDS	النقاط النانوية الكربونية	Carbon Nanoparticles
CQDS	النقاط الكمية الكربونية	Carbon quantum dots
DRX	حيود الاشعة السينية	Diffraction des rayon x
DOX	دواء الدوكسوروبيسين	Doxorubicin
EC	الناقلية الكهربائية	Electrical Conductivity
FTIR	مطيافية الاشعة تحت الحمراء	Infrared Spectroscopy
GQDS	نقاط الجرافين الكومو مية	Graphene quantum dots
MNG	جيل أنظمة النانو الجزيئية	Moleculaire Nanosystems Generation
NP	الجسيمات النانوية	Nanoparticles
NM	النانومتري	Nanometer
NNI	المبادرة الوطنية لتكنولوجيا النانو	National Nanotechnology Initiaive
1D	احادي البعد	One-Dimensional Material
PNG	جيل تكنولوجيا النانو	Passive Nanotechnology Generation
SEM	المجهر الالكتروني الماسح	Scanning Electron Microscopy
SNG	جيل أنظمة النانو	Systems of Nanotechnology Generation
2D	ثنائي البعد	Two-Dlmensional Material
3D	ثلاثي البعد	Three -Dimensional Material
TEM	المجهر الالكتروني النافذ	Transmission Electron Microscopy
TH	العسر الكلي	Total Hardness
UV-VIS	التحليل الطيفي المرئي فوق البنفسجي	Ultraviolet spectroscopy
0D	الصفرية البعد	Zero-Dimensional Material

قائمة الجدول

الرقم	عنوان الجدول	الصفحة
	الفصل الأول	
1–I	مبادئ ومميزات تقنية النانو	7
2–I	أجيال تقنية النانو	7
3–I	خصائص المواد أحادية البعد ودورها	11
4–I	بعض ابعاد النانوية التي حدثت وتطوراتها	13
5–I	تغير خصائص المواد النانوية بتغير انحصارها الكمي	13
6–I	مخلص الدراسات السابقة الاستخدامات المواد النانوية وادرجت في تطبيق إزالة الملوثات من المياه الملوثة	26
	الفصل الثالث	
1–III	النسب المئوية لمكونات الحلبة	42
	الفصل الرابع	
1–IV	الأدوات المستخدمة وسعتها	45
2–IV	المواد المستعملة	45
3–IV	الأجهزة المستعملة	45
	الفصل الخامس	
1–V	نتائج التحليل الحبيبي للعينات الترابية	53
2–V	النتائج الكيميائية لتربة المنطقة (1) والمنطقة (2)	57
3–V	نتائج تحاليل مياه المنطقة (2)	57
4–V	نتائج تحاليل مياه المنطقة(1)	58
5–V	مخلص الخصائص المورفولوجية على نبات الحلبة بعد مرور ألاسبوع الأول	59

6-V	**مخلص الخصائص المورفولوجية على نبات الحلبة بعد مرور أسبوعين**	61
7-V	**مخلص الخصائص المورفولوجية على نبات الحلبة بعد مرور ثلاثة أسابيع**	64
8-V	**مخلص الخصائص المورفولوجية على نبات الحلبة بعد مرور شهر**	66

قائمة الاشكال

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
	الفصل الأول	
I-1	مقياس النانو من المتر الى النانومتر	4
I-2	صف افقي مكون من ذرة هيدروجين يساوي تقريبا واحد نانو متر	5
I-3	مقاييس ابعاد عدد من الأشياء المعروفة لنا مقدرة بوحدات قياس اطوال مختلفة. المتر. السنتيمتر .الميكروميتر. النانو متر	5
I-4	مقارنة وحدة بالمقاييس الأخرى	6
I-5	خواص المواد النانوية	8
I-6	تبسيط أنواع الحصر الكمي	9
I-7	(أ)رقائق او طبقات نانوية (أحادية الابعاد). (ب)أسطوانات او الانابيب (ثنائية البعد).(ج)حبيبات نانوية(ثلاثية الابعاد)	11
I-8	تطبيقات انابيب الكربون النانوية	12
I-9	اشكال المواد النانوية	14
I-10	نقاط الكمية ثلاثية الابعاد من الكريستال	15
I-11	(ا) الفلورين في الصورة الجزيئية. (ب)الفلورين في الصورة البلورية	15
I-12	كرات النانوية	16
I-13	كرات النانوية تحت المجهر	16
I-14	جسيمات النانوية	17
I-15	انابيب الكربون النانوية	17
I-16	الياف النانوية	18
I-17	يوضع اسلاك النانوية	18
I-18	رسم توضيحي لوصف طرق تحضير المواد النانوية	19
I-19	طرق تخليق الجسيمات النانوية (ا)تقنية الهبوط من اعلى الى أسفل (ا)تقنية الصعود من اسفل الى اعلى	19
I-20	كاس الملك الروماني المستخدم به	20
I-21	تطبيقات النانو في السيف الدمشقي في أوائل القرن العشر	20
I-22	أجيال تقنية النانو حسب تقسيم الجمعية الامريكية الوطنية التكنولوجيا النانو	25
	الفصل الثاني	
II-1	تصنيف النقاط الكربونية	28
II-2	صورة مجهرية لنقاط كربونية ملتقطة بواسطة مجهر الكتروني نافذ	30
II-3	صورة مجهرية لنقاط كربونية ملتقطة بواسطة مجهر الكتروني ماسح	30
II-4	مثال عن طيف الكتلة لنقاط كربونية	30
II-5	مثال عن الطيف المرئي فوق البنفسجي وطيف التلألؤ الضوئي لنقاط كربونية	31
II-6	مثال عن الاشعة تحت الحمراء لنقاط كربونية	31
II-7	مثال عن طيف رامان لنقاط كربونية	31

8-II	مثال عن طيف DRXلنقاط الكربونية	32
9-II	**مثال عن طيف الرنين المغناطيسي النووي للكربون والبروتون لنقاط كربونية**	32
10-II	**مثال عن طيف تشتت الضوء الديناميكي**	32
11-II	**رسم توضيحي تخطيطي ل PEL-CDs/HA-DOXوالمسبار النانوي المستخدم في تصوير الخلايا السرطانية المستهدفة ونقل الادواية**	35
12-II	**قدرة استشعار النقاط الكربونية المعدنية مختلفة او مزيجها الثنائي والثلاثي عن طريق قياس كثافة التلالؤ**	35
13-II	**صور ومضان لخلايا معالجة بCdots-DOXعند0.5ساعةو24ساعةو48ساعة**	36
14-II	**صورة ومضان سمك الزرد المعالج باستخدام Cdots**	36
15-II	**مخطط البنية غير المجانسة المحتملة للصفائح النانويةCQDs/BiMoO6**	37
	الفصل الثالث	
1-III	**واحات من نخيل**	40
2-III	**نبات التمر**	40
3-III	**نوى التمر**	40
4-III	**بذور الحلبة**	41
	الفصل الرابع	
1-IV	**صورة مطيافية الاشعة المرئية فوق البنفسجية**	49
2-IV	**صورة مطيافية الاشعة تحت الحمراءFTIR**	49
3-IV	**صور توضح طريقة اخذ العينات التربية من جامعة قاصدي مرباح ورقلة كلية الرياضيات علوم مادة**	50
	الفصل الخامس	
1-V	**طيف امتصاص الاشعة المرئية وفوق البنفسجية للنقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر**	52
2-V	**طيفFTIRللنقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر**	53
3-V	**منحنيات توضح نتائج التحاليل الفيزيائية لتربة حاسي مسعود**	53
4-V	**منحنيات توضح نتائج التحاليل الفيزيائية لتربة منطقة كلية الرياضيات وعلوم المادة**	54
5-V	**منحنيات تربة منطقة حاسي مسعود**	55
6-V	**منحنيات تربة منطقة كلية الرياضيات وعلوم المادة**	55
7-V	**نتائج تحليل تربة منطقة حاسي مسعود**	56
8-V	**نتائج تحليل تربة منطقة كلية الرياضيات وعلوم المادة**	56

قائمة الصور

الرقم	عنوان الصور	الصفحة
I-1	العالم الأمريكي ريتشارد فينمان	21
I-2	العالم الياباني نوريو تاينغوشي	21
I-3	العالم الفيزيائي العربي منير نايفة	22
I-4	الباحثان السويسريان جيرد بينج وهنريك روهر	22
I-5	العالم الأمريكي أريك دريكسلر	23
I-6	العالم الياباني سوميو ايجما	23
V-1	الوعاء رقم (1) نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر بعد مرور ألا سبوع الاول	58
V-2	الوعاء رقم (2) نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المستخرجة من نبتة السدرة بعد مرور الأسبوع الاول	59
V-3	الوعاء رقم (3) نبتة شاهدة خالية من أي اضافات بعد مرور الأسبوع الاول	59
V-4	الوعاء رقم(1) نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر بعد مرور اسبوعين	60
V-5	الوعاء رقم (2)نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المستخرجة من نبتة السدرة بعد مرور اسبوعين	61
V-6	الوعاء رقم (3)نبتة شاهدة خالية من أي اضافات بعد مرور اسبوعين	61
V-7	الوعاء رقم (1)نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر بعد مرور ثلاثة اسابيع	63
V-8	الوعاء رقم (2)نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المستخرجة من نبتة السدرة بعد مرور ثلاثة اسابيع	63
V-9	الوعاء رقم (3)نبتة شاهدة خالية من أي اضافات بعد مرور ثلاثة اسابيع	63
V-10	الوعاء رقم(1) نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر بعد مرور بعد مرور شهر	65
V-11	الوعاء رقم (2)نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المستخرجة من نبتة السدرة بعد مرور شهر	65
V-12	الوعاء رقم (3)نبتة شاهدة خالية من أي اضافات بعد مرور شهر	65
V-13	نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر بعد مرور الأسبوع الاول	67
V-14	نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المستخرجة من نبتة السدرة بعد مرور الأسبوع الاول	67
V-15	نبتة شاهدة خالية من أي اضافات بعد مرور الأسبوع الاول	67
V-16	نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر بعد مرور اسبوعين	68
V-17	نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المستخرجة من نبتة السدرة بعد مرور اسبوعين	68
V-18	نبتة شاهدة خالية من أي اضافات بعد مرور اسبوعين	68

V-19	نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر بعد مرور ثلاثة اسابيع	69
V-20	نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المستخرجة من نبتة السدرة بعد مرور ثلاثة اسابيع	69
V-21	نبتة شاهدة خالية من أي اضافات بعد مرور ثلاثة اسابيع	69
V-22	نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر بعد مرور شهر	70
V-23	نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المستخرجة من نبتة السدرة بعد مرور شهر	70
V-24	نبتة شاهدة خالية من أي اضافات بعد مرور شهر	70

فهرس المحتويات

المحتوى	الصفحة
شكر وتقدير	I
الاهداء	II
الاهداء	II
قائمة الرموز	III
قائمة الجدول	IV
قائمة الاشكال	VI
قائمة الصور	VII
فهرس المحتويات	X
مقدمة عامة	1
الجانب النظري	
الفصل الأول (تكنولوجيا النانو ومواد النانوية)	
I-المقدمة	4
I-1-مصطلح النانو	4
I-2-المقياس النانو متري	4
I-3-علم النانو	5
I-4-تقنية النانو	5
I-5-مبادئ ومميزات تقنية النانو	6
I-6-تصنيف أجيال تقنية تكنولوجيا	7
I-7-أهمية تقنية النانو	7
I-8-خواص المواد النانوية	8
I-9-أسباب اختلاف خواص المواد النانوي	9
I-10-تصنيف ابعاد المواد النانوية	10
I-10-1-المواد النانوية أحادية البعد	11
I-10-2-المواد النانوية ثنائية البعد	12
I-10-3-المواد النانوية ثلاثية البعد	13
I-11-اشكال المواد النانوية	14
I-11-1-النقاط الكمية	14
I-11-2-الفلور ينات	15
I-11-3-الكرات النانوية	15
I-11-4-الجسيمات النانوية	16
I-11-5-الانابيب النانوية	17
I-11-6-الالياف النانوية	17
I-11-7-الاسلاك النانوية	18
I-11-8-المركبات النانوية	18
I-12-وسائل انتاج وتخليق المواد النانوية	18
I-12-1-أسلوب الهبوط من اعلى الى أسفل	18
I-12-2-أسلوب الصعود من أسفل الى اعلى	19

I-13-نبذة التاريخية التقنية النانو	19
I-14-تطور التاريخي لتقنية النانو	20
I-14-1-تصنيف أجيال تقنية النانو	24
I-14-2-تطور أجيال تقنية النانو	24
الفصل الثاني (النقاط الكربونية)	
-المقدمة	28
II-1-هيكل وتسمية النقاط الكربونية	28
II-1-1-نقاط الجرافين الكمية	28
II-1-2-النقاط الكمية الكربونية	28
II-1-3-النقاط النانوية الكربونية	28
II-2-طرق تصنيع النقاط الكربونية	28
II-2-1-1-طريقة "من الأعلى الى الأسفل"	28
II-2-1-2-طريقة تفريغ القوس الكهربائي	29
II-2-1-3-طريقة الاستئصال بالليزر	29
II-2-1-4-طريقة الاكسدة الكهروكيميائية	29
II-2-1-5-طريقة الاكسدة بالأحماض	29
II-2-2-1-طريقة" من الأسفل الى الأعلى"	29
II-2-2-2-الطريقة الحرارية المائية	29
II-2-2-3-طريقة الميكرويف	29
II-2-2-4-طريقة القالب	29
II-3-تقنيات تشخيص النقاط الكربونية	29
II-3-1- عن طريق الفحص المجهري	29
II-3-1-1-المجهر الإلكتروني النافذ	30
II-3-1-2-المجهر الإلكتروني الماسح	30
II-3-2-عن طريق مطيافية الكتلة	30
II-3-3-عن طريق التحليل الطيفي	31
II-3-3-1-التلألؤ الضوئي والتحليل الطيفي المرئي فوق البنفسجي	31
II-3-3-2-مطيافية الاشعة تحت الحمراء	31
II-3-3-3-مطيافية رمان	31
II-3-3-4-مطيافية الاشعة السينية	32
II-3-3-5-مطيافية الرنين المغناطيسي النووي	32
II-3-3-6-تشتت الضوء الديناميكي	32
II-4-خصائص النقاط الكربونية	33
II-4-1-الهيكل	33
II-4-2-الخصائص البصرية	33

II-4-2-1-الامتصاصية	33
II-4-2-2-التألق الضوئي	33
II-4-2-3-خصائص الفلورسنت	33
II-4-2-4-ظاهرة الفسفرة	33
II-4-2-5-الكيمياء الضوئية	33
II-4-3-الخصائص الكهروكيميائية للنقاط الكربونية	33
II-4-3-1-الموصلية الكهربائية	33
II-4-3-2-تربيب البنية الالكترونية	34
II-4-3-3-الاستقرار في الأوساط المائية	34
II-4-3-4-مواقع العيوب والمركز النشط	34
II-5-التطبيقات للنقاط الكربون	34
II-5-1-توصيل الادوية ونقل الجينات	34
II-5-2-الاستشعار	35
II-5-3-التصوير الحيوي في الجسم الحي وفي المختبر	36
II-5-4-التحفيز والطاقة	37
II-6-الدراسات السابقة	38
II-6-1-التطبيقات في الاستشعار الايوني للمعادن الثقيلة	38
II-6-2-التطورات في أجهزة الاستشعار البصري	38
II-6-3-التخليق الحيوي والنشاط المضاد للأكسدة	38
II-6-4-منهجيات للتصنيع الأخضر وإدارة النفايات	38
الفصل الثالث(عموميات حول النباتات المدروسة)	
III-1-التعريف بالعائلة النخيلية	40
III-2-التعريف نبات التمر	40
III-3-التعريف نوى التمر	40
III-4-فوائد نوى التمر	41
-III-5-تعريف بنات الحلبة	41
III-6-أنواع الحلبة	41
III-7-نبذة تاريخية عن الحلبة	42
III-8-الفوائد الصحية للحلبة	42
III-9-المتطلبات الزراعية المناخية لزراعة الحلبة	42
III-10-متطلبات التربة	42
III-11-كيفية حصاد الحلبة	43
III-12-محصول الحلبة	43

III-13-حصاد الحلبة	43
III-14-التطبيقات الزراعية لنقاط الكربون	43
III-14-1-تعزيز انبات البذور	43
III-14-2-تحسين تغذية	43
III-14-3-تثبيت النيتروجين	43
III-14-4-تخفيف الاجهاد الحيوي وغير الحيوي	43
الجانب التطبيقي	
الفصل الرابع	
IV-مقدمة	45
IV-الدراسة التجربية	45
IV-1-المواد الكيميائية والأدوات المستخدمة	45
VI-1-2-المواد المستعملة	45
IV-2-الأجهزة المستعملة	45
IV-3- المعالجة العينة	46
IV-3-1-البرتوكول التجريبي	46
IV-4-توصيف بواسطة مطيافية الاشعة المرئية وفوق البنفسجية UV-ViS	49
IV-5-التوصيف بواسطة مطيافية الاشعة تحت الحمراءFTIR	49
IV-6-تحضير محلول النقاط الكربونية من نوى التمر ونواة نبتة السدرة	49
IV-7-مراحل تحضير التربة والمياه المستعملة في عملية الزراعية نبات الحلبة	50
الفصل الرابع(مناقشة نتائج)	
-مقدمة	52
V-1- توصيف بواسطة مطيافية الاشعة المرئية وفوق البنفسجية(UV-ViS)	52
V-2-توصيف بواسطة مطيافية الاشعة تحت الحمراء(FTIR)	52
V-3- تحاليل تربة مؤخوذ من المنطقة (1)والمنطقة(2)	53
V-3-1-تفسير نتائج التحاليل الفيزيائية لتربة المنطقة (1)	54
V-3-2-تفسير نتائج التحاليل الفيزيائية لتربة المنطقة (2)	54
V-4- تحاليل تربة مؤخوذ من المنطقة (1)والمنطقة (2)من مخبر جيولوجيا الصحراء	55
V-4-1-تفسير النتائج الفيزيائية المنطقة (1) و المنطقة (2)	55
V-5-نتائج التحاليل كيميائية لتربة المنطقة (1)والمنطقة (2)	56
V -5-1-تفسير نتائج التحاليل الكيمائية لتربة المنطقة (1) والمنطقة (2)	56
V-5-2-تفسير نتائج التحاليل الكيمائية لتربة المنطقة (2) والمنطقة (1)	57

v-6-تحاليل المياه المؤخوذ من المنطقة (2)والمنطقة (1)	57
V-6-1-تفسير نتائج تحليل مياه المنطقة (2)	57
V-6-2-تفسير نتائج تحليل المياه المنطقة (1)	58
V-7-تطبيق النقاط الكربونية	58
V-7-1-بعد مرور ألا سبوع الاول من الزراعة في تربة ومياه المنطقة(1)	58
V-7-2-تفسير العلمي الدقيق للنتائج بعد مرور الأسبوع الاول	60
V-7-2-1-تفسير نتائج تجربة الوعاء رقم (1)	60
V-7-2-2-تفسير نتائج تجربة الوعاء رقم(2)	60
V-7-2-3-تفسير نتائج تجربة الوعاء رقم(3)	60
V-7-3-استنتاج بعد مرور الأسبوع الاول	60
V-7-4-بعد مرور أسبوعين من زراعة في تربة ومياه المنطقة(1)	60
V-7-5-تفسير العلمي الدقيق للنتائج بعد مرور أسبوعين	62
V-7-5-1-تفسير نتائج تجربة الوعاء رقم (1)	62
V-7-5-2-تفسير نتائج تجربة الوعاء رقم(2)	62
-7-5-3-تفسير نتائج تجربة الوعاء رقم(3)	62
-7-6-استنتاج بعد مرور أسبوعين	62
V-7-8-بعد مرور ثلاثة أسابيع من زراعة في تربة ومياه المنطقة(1)	63
V-7-8-1-تفسير نتائج تجربة الوعاء رقم(1)	64
V-7-8-2-تفسير نتائج تجربة الوعاء رقم(2)	64
V-7-8-3-تفسير نتائج تجربة الوعاء رقم(3)	64
V-7-9-استنتاج بعد مرور ثلاثة اسابيع	64
V-7-10-بعد مرور شهر من زراعة في تربة ومياه المنطقة(1)	65
V-7-11-تفسير العلمي الدقيق للنتائج بعد مرور شهر	66
V-7-11-1- تفسير نتائج تجربة الوعاء رقم (1)	66
V-7-11-2- تفسير نتائج تجربة الوعاء رقم(2)	66
V-7-11-3- تفسير نتائج تجربة الوعاء رقم(3)	66
V-7-12- استنتاج بعد مرور شهر	66
V-7-13-نتائج زراعة في تربة ومياه المنطقة(2)	67
V-7-13-1- بعد مرور الأسبوع الأول من الزراعة النباتات	67
V-7-13-2- بعد مرور أسبوعين من الزراعة النباتات	68
V-7-13-3- بعد مرور ثلاثة أسابيع من الزراعة النباتات	69

V-7-13-4- بعد مرور لشهر من الزراعة النباتات	70
V-7-13-5-تفسير العلمي الدقيق لنتائج الزراعة في تربة ومياه المنطقة(2)	71
-الخلاصة العامة	73
-الافاق المستقبلية	75
1-الافاق البيئة	75
2-الافاق الاقتصادية	75
3-الافاق الصناعية	75
4-التوصيات التنفيذية	75
المراجع	76
-ملخص	82
مشروع مؤسسة ناشئة	83

مقدمة عامة

مقدمة عامة:

تشكل الطبيعة مجالا حيويا للإنسان استطاع من خلاله ضمان استمرار حياته كما يتيح هذا المجال للإنسان ان يبرهن أفكاره وقدراته وابداعه,حيث سعى الانسان من خلال هذا التبادل الى استغلال موجودات الطبيعة ليحولها الى انتاج يعتمد عليه لاستمرار عجلة الحياة ولقد تطورات هذه العلاقة المتبادلة عبر الزمن[1].

يتمثل التحدي العالمي الرئيسي في ضمان الامن الغذائي لسكان العالم المتزايد عددهم بسرعة واستجابة لهذه التحديات .تبرز تقنية النانو ولاسيما المواد النانوية الكربونية كأداة واعدة في الزراعة المستدامة حيث تشمل الجسيمات النانوية الكربونية مجموعة متنوعة من البنى لكل منها خصائص وتطبيقات فريدة ومن ابرز أنواعها: الفوليرين والجرافين والكربون الأسود والاحواف النانوية والماس النانوي و الالياف النانوية والانابيب النانوية ونقاط الكربون كما أظهرت النقاط الكربونية إمكانيات هائلة في مجال الزراعة لتحقيق اهداف مستدامة لتميز هذه النقاط بقابليتها العالية للذوبان وصغر حجمها وتوافقها الحيوي وانخفاض سميتها واحتوائها على اكثر من 60% من الكربون وخصائصها البصرية الممتازة وقدرتها على نقل الالكترونات وتحويل الاشعة فوق البنفسحية ,ومساحة سطحها , ووفرة المواد الخام الطبيعة اللازمة لتصنيعها, كما تعززالنقاط الكربونية تغذية النباتات من خلال تحسين امتصاص العناصر الغذائية وانطلاق العناصر الغير قابلة للذوبان واذابتها ببطيء في التربة مما يقلل استخدام الأسمدة الكيميائية الزراعية على الرغم من ان النقاط الكربونية قد أظهرت إمكانيات كبيرة في تطبيقات توصيل الجينات في الزراعة الى ان اثارها الاوسع لاتزال مستكشفة بشكل كاف[2].

الإشكالية :

من هنا نستطيع طر ح الإشكالية التالية:

- كيف يتم تحضير النقاط الكربونية انطلاقا من مسحوق نوى التمر؟

-كيف يتم تطبيق النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر والنقاط الكربونية من نواة نبة السدرة العام الماضي على نبات الحلبة؟

-ماهي نتائج تجربة السقي بنقاط الكربونية محضرة من نوى التمر والنقاط الكربونية المحضرة من نواة نبة السدرة على النبات الحلبة الذي زرع في تربة حاسي مسعود وسقي بمياهها نرمز لها بي (المنطقة1) ؟

- ماهي نتائج تجربة السقي بنقاط الكربونية محضرة من نوى التمر والنقاط الكربونية المحضرة من نواة نبة السدرة على النبات الحلبة الذي زرع في تربة جامعة قاصدي مرباح ورقلة كلية الرياضيات وعلوم المادة وسقي بمياهها نرمز لها بي(المنطقة2)؟

اهداف الدراسة:

وفي هذا السياق الهدف من هذا العمل هو:

1 /تحضير النقاط الكربونية بطرق صديقة للبيئة وذلك باستخدام مسحوق نوى التمر لتصنيع النقاط الكربونية بالطريقة الحرارية المائية.

2/تطبيق النقاط الكربونية المحضرة من مسحوق نوى التمر والنقاط الكربونية المستخرجة من نواة نبة السدرة العام الماضي على النبات الحلبة.

3/ دراسة ومعرفة مدى تاثير النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر والنقاط الكربونية المحضرة من نواة نبة السدرة على نمو انبات الحلبة الذي زرع في تربة منطقة حاسي مسعود وسقي من مياهها ونبات الحلبة الذي بتربة جامعة قاصدي مرباح كلية الرياضيات وعلوم المادة وسقي بمياهها.

4/ملاحظة وتفسير نتائج التجارب بعد مرور فترات زمنية مختلفة بعد عملية السقي بالنقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر والنقاط الكربونية المستخرجة من نواة نبة السدرة على نبات الحلبة الذي زرع في تربة منطقة حاسي مسعود وسقي بمياهها ونبات الحلبة الذي زرع في تربة جامعة قاصدي مرباح كلية الرياضيات وعلوم المادة بورقلة وسقي بمياهها.

وللإجابة عن هذه الإشكالية ومن اجل تحقيق اهداف هذه الدراسة تم تقسيم هذا العمل الى جزئين الجزء النظري يحتوي على ثلاثة فصول والجزء العملي يحتوي فصلين:

الجزء النظري ينقسم الى ثلاثة فصول :

- الفصل الأول :تم تخصيص هذا الفصل لتقديم نطرة عامة حول تكنولوجيا النانو ومواد النانوية من خلال التطرق الى مفهومها الأساسي وتعريفها مع استعراض تاريخ نشأتها ومراحل تطورها عبر الزمن, وصولا الى التطورات الحديثة التي شهدها هذا المجال , كما تم تسليط الضوء على الخصائص المميزة للمواد النانوية ومختلف اشكال المواد النانوية وفي ختام هذا الفصل, تم ابراز اهم التطبيقات العملية لتكنولوجيا النانو في معالجة المياه.
- الفصل الثاني: يتناول ماهية النقاط الكربونية حيث يبدا باستعراض طرق تحضيرها ويوضح الأساليب العلمية في توصيفها وتشخصيها.
- الفصل الثالث: يدرس عموميات حول النباتات المدروسة.

الجزء العملي ينقسم الى فصلين:

- الفصل الرابع: يهتم هذا الفصل المواد والدراسة التجريبية وكيفية تحضير النقاط الكربونية من مسحوق نوى التمر ونقاط الكربونية المستخرجة من نواة السدرة.
- الفصل الخامس: يتناول هذا الفصل النتائج الدراسة التجريبية ومناقشتها.

الفصل الأول

تكنولوجيا النانو والمواد النانوية

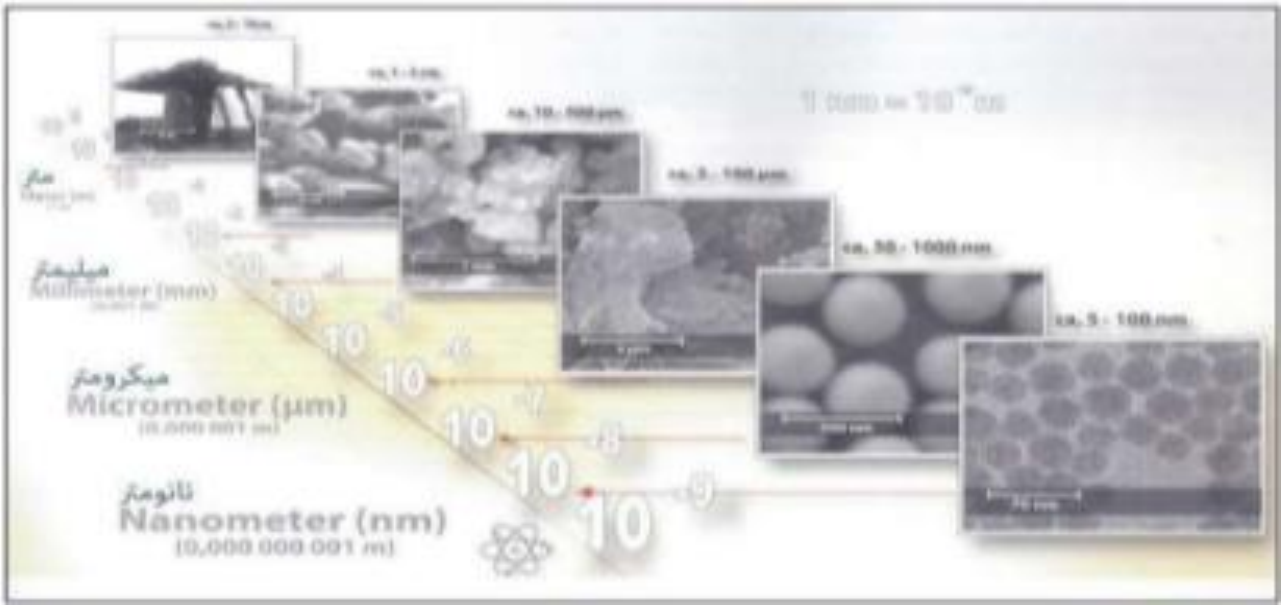
ـالمقدمة:

لا شك ان علم وتقنية النانو اليوم أحد أكثر مجالات البحث العلمي تطورا واثارة للاهتمام في علوم المادة. حيث شهد النصف الأخير من القرن العشرين بروز هذه التقنية كواحدة من اهم التطورات العلمية التي جذبت اهتمام الباحثين والمؤسسات العلمية في مختلف انحاء العالم. قد ساهم التقدم لمستمر والمتسارع للعلم في ظهور علم النانو كحقل متعدد التخصصات يجمع بين الفيزياء والكيمياء وعلوم الاحياء والهندسة. لما تمتلكه المواد النانوية من خصائص فيزيائية وكيميائية مميزة وفريدة ناتجة عن صغر ابعادها. هو ما منحها فعالية اعلى مقارنة بالمواد غير النانوية في العديد من التطبيقات الحيوية والصناعية. يعد العالم الفيزيائي ريتشارد فاينمان من أوائل من اثاروا الاهتمام بهذا من خلال محاضرته الشهيرة (هناك متسع في القاع). التي فتحت افاق التفكير في التعامل مع المادة على المستوى الذري والجزيئي. وعلى الرغم من حداثة المصطلح. جذور تقنيات النانو تعود الى الحضارات القديمة التي استخدمت فيها بعض التطبيقات النانوية دون أدراك علمي لمفهومها. كما ان كلمة "النانو" تعني القزم او الصغير جدا. ويقصد بمقياس النانو ابعاد في حدود 10^{-9}متر. وسيتناول هذا الفصل تقديما عاما لمفهوم علم وتقنية النانو. والتمييز بين المصطلحات المرتبطة بهما. مع التعريف بالجسيمات النانوية وإبراز دواعي الاهتمام الواسع بهذه التقنية وافاقها المستقبلية في مختلف المجلات العلمية والتطبيقية[3].

I-1- مصطلح النانو:

يرجع أصل كلمة "نانو" إلى اللغة اليونانية القديمة، وهي مشتقة من كلمة Nanos التي تعني "القزم"، في إشارة إلى الصغر الشديد. وفي المجال العلمي، يقصد بمصطلح النانو كل ما يتعلق بالأبعاد المتناهية في الصغر، حيث يدل على جزء من المليار من المتر، أي ما يعادل (10^{-9}متر)[4].

ويستعمل مصطلح النانو حاليا للدلالة على مجموعة من التخصصات والتقنيات الحديثة التي تتعامل مع المواد والبنى ذات الأحجام النانوية، خاصة في مجالات كيمياء السطوح، وصناعة أشباه الموصلات، وعلوم المواد. كما تستخدم وحدة النانومتر في قياس الأطوال الموجية وفي توصيف أبعاد الجزيئات الذرات وبعض البنى الدقيقة جدا على المستوى الذري وتحت الذري. يوضح الشكل (I.1) مقياس النانو من المتر الى النانومتر[5].



الشكل (I.1): مقياس النانو من المتر الى النانومتر[6].

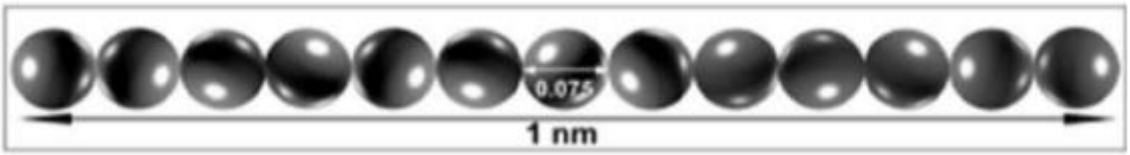
I-2-المقياس النانو متري:

النانومتر (Nanometer) هو وحدة قياس للطول ضمن النظام الدولي للوحدات، ويرمز له بـ (nm)، ويستخدم القياس الأبعاد الصغيرة جداً التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة ولا حتى بالمجهر الضوئي، وإنما تحتاج إلى المجهر الإلكتروني. وفي عام 1670 ابتكر العالم "غابر موتن " نظام القياس المتري وهو غالبا يكون من ابعاد الذرة[6]. يرمز لها ب nmيساوي النانومتر الواحد جزءاً من مليار جزء من المتر[7].

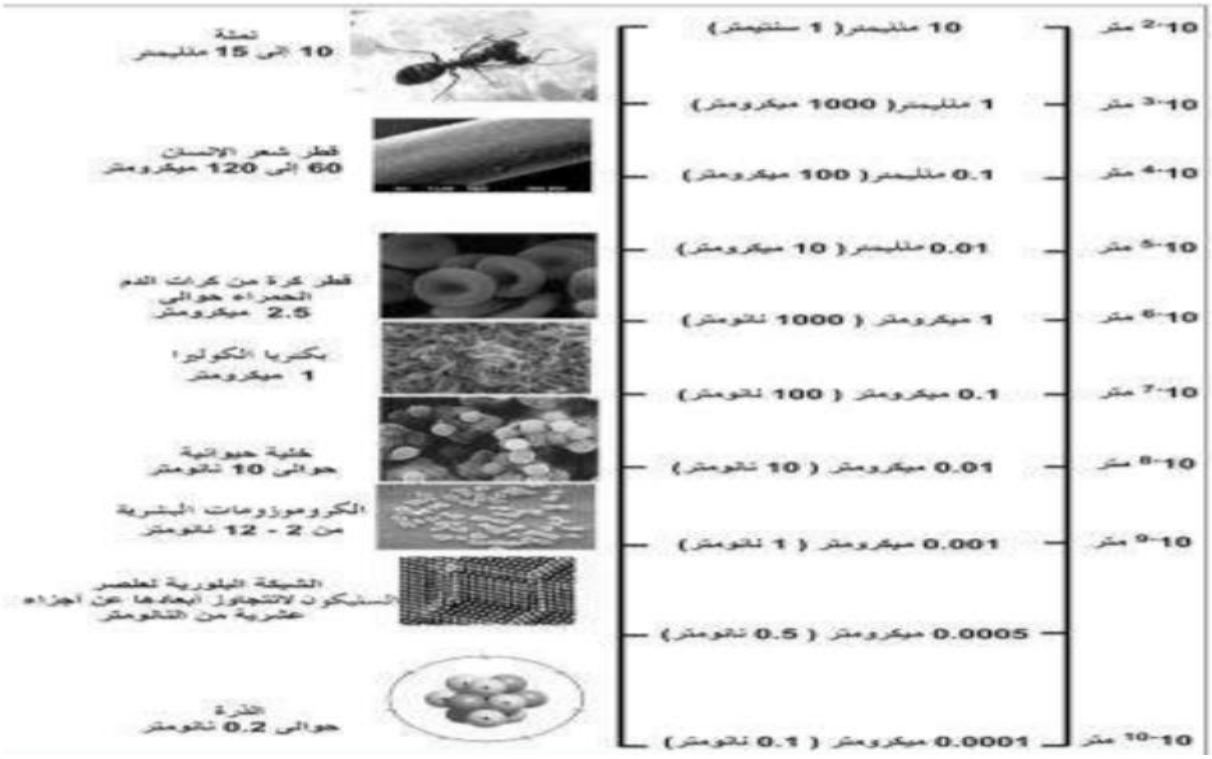
أي: $1nm = 10^{-9}m$

وبعبارة أخرى، يحتوي المتر الواحد على مليار نانومتر.

يستعمل المقياس النانو متري في التعبير عن أبعاد الذرات والجزيئات والجسيمات النانوية، كما يُستخدم في توصيف سمكات الأغشية الرقيقة وأبعاد المواد في تقنيات النانو. ولغرض المقارنة، فإن النانومتر الواحد يقارب طول عدة ذرات مصطفة بجانب بعضها[8]. كما يستعمل هذا المقياس في توصيف الأطوال الموجية للضوء المرئي التي تتراوح تقريباً بين (380-700) نانومتر[9].



الشكل (2.I): صف افقي مكون من13 ذرة هيدروجين يساوي تقريبا واحد نانومتر[29].



الشكل (3.I): مقاييس ابعاد عدد من الأشياء المعروفة لنا مقدرة بوحدات قياس اطوال مختلفة. المتر. السنتيمتر. الميكرو ميتر. والنانو متر[9].

I -3-علم النانو:

يعرف علم النانو (Nanoscience) بانه المجال العلمي الذي يهتم بدراسة المواد على مستواها الذري والجزيئي ضمن ابعاد لا تتجاوز 100نانو متر مع التركيز على توصيف خصائصها الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية وتحليل الظواهر المرتبطة بتصغير ابعادها يهتم هذا العلم بتصنيف الجزيئات والذرات ودراسة سلوكها وتفاعلاتها لفهم الأسباب الكامنة وراء امتلاك المواد النانوية خصائص متميزة تختلف عن نظيراتها في المقاييس الأكبر. ولا يعد تصغير ابعاد المواد الى المستوى النانو متري هدفا بحد ذاته [10]بل يمثل مدخلا علميا يكشف عن تحولات نوعية في سلوك المادة واسهم في احداث نقلة معرفية آثرت في ثوابت وتطبيقات النظريات الفيزيائية والكيميائية مما جعله آحد أبرز مجالات التطور العلمي القرن21 [11].

I-4 -تقنية النانو:

تعرف تقنية النانو (Nanotechnology) بأنها مجال تقني متقدم قائم على مبادئ علم النانو والعلوم الأساسية المرتبطة به، ويهدف إلى فهم بنية المادة على المستوى الذري والجزيئي والتحكم فيها من خلال إعادة تنظيم مكوناتها الداخلية. ويُقصد بمصطلح "النانو" جزءا من المليار من

المتر، وهو مقياس يعكس القدرة على التعامل مع المادة ضمن أبعاد متناهية الصغر. وتتيح هذه التقنية إمكانية تصنيع مواد جديدة والتحكم في خصائصها الفيزيائية والكيميائية من خلال مراقبة بنيتها الدقيقة، مما يفتح المجال لتطوير تطبيقات مبتكرة ذات أهمية علمية وتكنولوجية كبيرة.

كما تشير تقنية النانو إلى القدرة على تصميم وتطوير مواد وأجهزة وأنظمة من خلال التحكم المباشر في الذرات والجزيئات التي يقل حجمها عن 100 نانومتر، حيث يؤدي هذا التحكم إلى ظهور خصائص وسلوكيات جديدة للمادة تختلف عن خصائصها في حالتها التقليدية. وتعتمد هذه التقنية على دراسة المواد النانوية قياس أبعادها، وتحليل خصائصها بهدف الاستفادة منها في ابتكار منتجات متطورة ذات كفاءة عالية.

وتعد تقنية النانو مجالا متعدد التخصصات، إذ تشمل تطبيقاتها مختلف العلوم مثل الفيزياء والكيمياء، وعلوم الحياة، والهندسة والطب والصيدلة، حيث تستخدم في تصميم وتصنيع أدوات ومعدات متقدمة ذات أبعاد نانوية. ويرتكز هذا المجال على مبدأ أن خصائص المادة تتحدد وفقا لترتيب ذراتها وبنيتها الداخلية، مما يعني أن التحكم في هذا الترتيب على المستوى الثانوي يسمح بالحصول على مواد جديدة ذات خصائص محسنة أو مختلفة تماما[12].

الشكل (I . 4): مقارنة وحدة بالمقاييس الأخرى [12].

I-5-مبادئ ومميزات تقنية النانو:

تتميز تقنية النانو بجملة من المبادئ والخصائص التي تجعلها المختلفة عن التقنيات التقليدية المعروفة هو ما يفسر الاهتمام المتزايد للباحثين بالتحكم في المادة على المستوى النا نوى. ويطرح هذا التوجه تساؤلا جوهريا مفاده: ما الجدوى من بلوغ هذا الحجم المتناهي في الصغر؟ ولماذا يسعى العلماء الى التعامل مع المادة عند ابعاد نانوية دقيقة؟ وهو التساؤل الذي اثاره الفيزيائي (Richand feynman) في اخر اطروحته المبكرة حول التحكم في المادة على المستوى الذري. وتمكن أهمية تقنية النانو في ان خصائص المواد تغير جذريا عند تقليص ابعادها الى المقياس

النا نوى حيث تظهر سلوكيات فيزيائية وكيميائية جديدة لا تلا حظ في المقاييس الاخر. من ثم فإن بلوغ هذا المستوى الدقيق لا يعد هدفا في حد ذاته بل وسيلة علمية تمكن من تطوير مواد وأنظمة ذات أداء محسن وتطبيقات مبتكرة في مختلف المجالات[13]..

الجدول (1.I)[14]:يمثل مبادئ ومميزات تقنية النانو

المبدأ العلمي	الخصائص ومميزات
-إمكانية التحكم بتحريك الذري الدقيق المنفردة وإعادة ترتيبها.	القدرة على إمكانية بناء أي مادة في الكون، باعتبار الذرة هي الوحدة البنائية الأساسية للمادة
تغير الخواص الفيزيائية والكيميائية للمادة عند مقياس النانو تختلف عن الخصائص لنفس المادة في الحجم الطبيعي.	ظهور خصائص مستحدثة للمادة عند مقياس النانو تختلف جذريا عن خصائصها في الحالة مما يفتح افاقا لابتكارات تطبيقية جديدة
تعدد التخصصات (InTERDISCPLINA)	ترابط وتكامل علوم الفيزياء، ا لكيمياء، الاحياء، والعلوم الهندسية، مما يعزز التعاون البحثي بين المختلف الميادين العلمية.
التحكم الجزيئي في التصنيع	إمكانية بناء مواد وآلات مخبرية أفضل واقل استهلاك الطاقة، مما يضمن نقاء المادة خلويها من العيوب الهيكلية.
تحسين الأداء والكفاءة	تطوير مواد وأجهزة تتميز بأبعاد أصغر وزن أخف وصلابة عالية وسرعة فائقة مع ترشيد كبير في استهلاك الطاقة وتكلفة الإنتاج.
تجسيد الابتكار العلمي.	تحويل النظريات والا بحاث العلمية المتقدمة الى تطبيقات ملموسة مما يقلص الفجوة بين الخيال العلمي والواقع التقني.

I-6-تصنيف أجيال تنقية تكنولوجيا:

تصنف تكنولوجيا النانو كجيل خامس في مسار تطور الهندسة الإلكترونية حيث لم يكن بزوغ هذا العلم وليس الصدفة بل جاء نتيجة تراكمات تقنية عبر خمس مراحل أساسية كما موضح في الجدول التالي[3]:

جدول (2. I): يمثل أجيال تقنية النانو.

الجيل التقني	المنجزات والسميات الفنية	الأثر التطبيقي
الجيل الأول	استخدام المصابيح الالكترونية (L'AMP)	تطبيقات أولية مثل جهاز التلفاز.
الجيل الثاني	اختراع الترانزستور(transistor)	التوسع في التطبيقات الالكترونية وزيادة كفاءتها.
الجيل الثالث	تطوير الدارات المتكاملة	قفزة نوعية تم فيها اختزال حجم أجهزة ورفع القدرة الوظيفية للدارات.
الجيل الرابع	توظيف المعالجات الدقيقة (MICROPROCESSOS)	انتاج الحواسيب الشخصية(pc) والرقائق السيليكونية المتقدمة علميا وصناعيا.
الجيل الخامس	تكنولوجيا النانو (TECHNOLOGEY NANO)	تمثل الجيل الحالي والوصول الى اقصى درجات الدقة.

I-7-أهمية تقنية النانو:

تعد تكنولوجيا النانو الطفرة الخامسة في مسار الهندسة الالكترونية حيث لم يكن وليدة فجوة زمنية بل جاءت نتيجة تراكمات تقنية بدأت من الأنابيب المفرغة و الى المعالجات الدقيقة وقد اكتسبت هذه التقنية زخما بحثيل دوليا, لاسيما بعد تقييم مركز تقويم العالمي الأمريكي (-1998 1996)الذي تنبا بمستقبل واعداها في مختلف الميادين الحيوية كالطب, العسكرية والزراعة وتكمن القيمة الجوهرية لهذه التقنية في قدرتها العالية في النفاذ الى الا جسام الحية مما أحدث ثورة في تشخيص وعلاج الامراض المستعصية, فظلا عن دورها في ترشيد الموارد وتحقيق التنمية المستدامة[15].

I -8-خواص المواد النانوية :

تتميز المواد النانوية بخائص فريدة استثنائية تختلف جوهريا عن نظيرتها في الحالة المجهرية وذلك نتيجة لزيادة المساحة السطحية بالنسبة للحجم وتأثيرات الحجز الكمي سوف نلقي الضوء في هذا الجزء على أمثلة من الخواص المختلفة للمواد النانوية ونواحي انفرادها بسمات وخصال لم تكن معروفة من قبل:

I-8-1- الخواص الميكانيكية: تأتي هذه الخواص على رأس الخواص المستفيدة من تصغير حجم حبيبات المادة ووجود أعداد ضخمة من الذرات على أوجه سطحها الخارجي، حيث يزيد ارتفاع درجة صلادة المواد الفلزية وسبانكها وتزيد مقاومتها لمواجهة الاجهادات والأحمال الواقعة عليها، كما تكسب مواد السيراميك قدرة كبيرة من المتانة والقابلية لتشكيل وتحمل إجهادات لم تكن موجودة بها وهذا يعني تخليق أنواع جديدة من تلك المواد [16].

I -8-2 - الخواص الكيميائي: يزداد النشاط الكيميائي للمواد النانوية نتيجة لوجود أعداد هائلة من ذرات المادة على أوجه أسطحها الخارجية، حيث تعمل كمحفزات تتفاعل بقوة مع الغازات السامة مما يرشحها لأن تؤدي الدور الأهم في الحد من التلوث البيئي، كما تعد خلايا الوقود إحدى التطبيقات قليلة التكلفة للمحفزات الثانوية وأحد أهم مصادر الطاقة الجديدة والنظيفة[16].

I-8-3 -الخواص الفيزيائية: تتأثر قيم درجات انصهار المادة بتصغير أبعاد حبيباتها، فدرجة انصهار الذهب في حجمه الطبيعي التي تصل إلى 1065°C درجة حرارية نقل إلى500°C درجة بعد تصغير حبيباته إلى نحو35. 1 نانومتر [16].

I-8-4 - الخواص البصرية: من المدهش أن لون الذهب الطبيعي (الأصفر الذهبي) يتغير إلى لون شفاف عند تصغير حبيباته إلى أقل من 20 نانومتر، كما تتحول ألوانه من الأخضر إلى البرتقالي ثم الأحمر كلما زاد تصغير أحجام حبيباته، وهذه الخاصية تمكننا من صناعة شاشات عالية الدقة فائقة التباين ونقاء الألوان، مثل شاشات التلفاز والحاسبات والهاتف النقال الحديث[16].

I-8-5 - الخواص المغناطيسية: كلما صغرت أحجام حبيبات المواد وتضاعف وجود الذرات على أسطحها الخارجية كلما ازدادت قوة وفاعلية قدراتها المغناطيسية، مما يمكننا من استخدامها في المولدات الكهربائية الضخمة ومحركات السفن وصناعة أجهزة التحليل فائقة الدقة والتصوير بالرنين المغناطيسي[16].

I-8-6 - الخواص الكهربائية: يؤدي تصغير أحجام حبيبات المواد الى اقل من 100 نانومتر إلى زيادة قدراتها على توصيل التيار الكهربائي ما يمكننا من استخدام هذه المواد في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الالكترونية[16].

الشكل(I.5):خواص المواد النانوية

I-9-أسباب اختلاف خواص المواد النانوية:

تختلف الخواص الفيزيائية والكيميائية والضوئية والكهربية للمواد النانوية عن نظيراتها في الحالة السائبة (الضخمة) ويعود هذا الاختلاف الملحوظ إلى مجموعة من العوامل الأساسية، يمكن تلخيصها فيما يلي:

I-9-1-حجم الجسيمات:

لا تتغير خصائص معظم المواد بتغير الحجم في المقاييس الكبيرة، غير أنه عند الوصول إلى مقياس النانومتر تظهر تغيرات جوهرية في الخواص. فتصغير أبعاد الجسيمات يؤدي إلى تغير في التوصيلية الكهربائية، والخواص الضوئية، والنشاط الكيميائي[17].

على سبيل المثال، يكون السيليكون في حجمه الكبير مادة غير باعثة للضوء، بينما يصبح باعثا عند تصغيره إلى أبعاد نانوية، حيث يشع باللون الأزرق عند أحجام صغيرة جدا ويتحول الإشعاع إلى اللون الأحمر بزيادة حجم الجسيمات النانوية[17].

I-9-2-شكل الجسيمات :

تلعب البنية الهندسية للجسيمات النانوية دورًا مهما في تحديد خصائصها، إذ تختلف الخواص باختلاف الشكل سواء كان كرويًا، أو أنبوبيا، أو صفائحياً أو سداسي البنية. ويؤثر الشكل على طريقة تفاعل الجسيمات مع الضوء والمواد المحيطة، وعلى التوصيل الحراري والكهربائي[18].

I-9-3 -تركيب الجسيمات :

يتعلق هذا العامل بنوع الذرات أو الجزيئات المكونة للجسيم النانوي وعددها ونسبها. فاختلاف التركيب الكيميائي يؤدي إلى اختلاف في الخصائص الفيزيائية والكيميائية مثل النشاط التحفيزي ولاستقراريه والتفاعلية مع الوسط المحيط[17].

I-9-4-درجة التجمع أو التكتل :

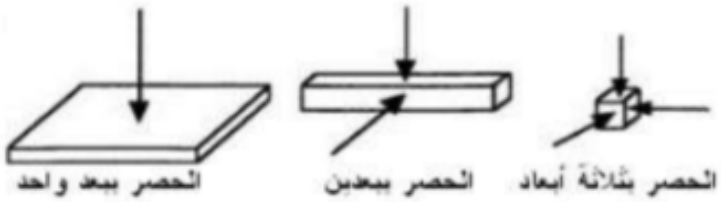
توجد الجسيمات النانوية إما على شكل جسيمات منفردة متباعدة، أو على شكل تجمعات متلاصقة (تكتلات). ويؤثر هذا التجمع على المساحة السطحية الفعالة وعلى الخواص البصرية والتفاعلية، حيث يؤدي تكتل الجسيمات إلى تقليل فعاليتها وتغير سلوكها مقارنة بالجسيمات المتفرقة[18].

I-9-5-نمط التوزيع :

يمكن أن يكون توزيع الذرات أو الجزيئات داخل الجسيم النا نوية منتظمًا أو غير منتظم، كما قد يكون مستقرًا أو غير مستقر بمرور الزمن. ويؤثر هذا التوزيع على الخواص النهائية للمادة، خاصة الخواص الضوئية. فعلى سبيل المثال، يساهم التوزيع المنتظم للجسيمات النانوية في المحاليل في إظهار خواص ضوئية متجانسة، بينما يؤدي الترسيب وعدم الانتظام إلى تراجع هذه الخواص[17].

I-9-6-الحصر الكمي :

عند الأبعاد النانوية تحصر حركة الإلكترونات في بعد أو بعدين، مما يؤدي إلى ظهور ظواهر فيزيائية جديدة تختلف عن تلك التي تخضع لقوانين الفيزياء الكلاسيكية. ويُعرف هذا التأثير بظاهرة الحصر الكمي، وهو مسؤول عن تغير مستويات الطاقة والخواص البصرية والكهربائية للجسيمات النانوية[18].



الشكل (I.6): تبسيط أنواع الحصر الكمي.

يمكن تفسير التغير الكبير في خصائص المواد النانوية مقارنة بالمواد التقليدية إلى سببين رئيسيين هما:

أ-زيادة المساحة السطحية:

عند تصغير حجم المادة إلى المقياس النا نوية تزداد نسبة المساحة السطحية إلى الحجم بشكل كبير، مما يؤدي إلى زيادة عدد الذرات الموجودة على السطح.

وبما أن الذرات السطحية تمتلك طاقة أعلى وتكون أكثر نشاطا من الذرات الداخلية، فإنها تشارك بشكل أكبر في التفاعلات الكيميائية. لذلك، تصبح المواد النانوية أكثر تفاعلاً ونشاطا كيميائيًا مقارنة بنظيراتها ذات الحجم الكبير[19].

ب- تأثيرات فيزياء الكم:

عندما تصل أبعاد الجسيمات إلى المقياس النانوية، تبدأ قوانين ميكانيك الكم في التحكم في سلوكها بدلا من القوانين الكلاسيكية.

في هذا المستوى، تتغير خصائص المادة مثل الطاقة والبنية الإلكترونية بسبب تقييد حركة الإلكترونات داخل حيز صغير جدا.

كما يؤدي هذا التقييد إلى تغير في الخواص البصرية والكهربائية والمغناطيسية للمادة، نتيجة لما يعرف بتأثير الحبس الكمي، مما يجعل سلوك مواد النانوية مختلفا بشكل واضح عن المواد التقليدية[19].

I-10- تنصيف ابعاد المواد النانوية:

يمكن اعتبار أن المواد التقليدية مثل الفلزات وسبائكها الزجاج السيراميك، أشباه الموصلات والبوليمرات تعد بمنزلة الخامات المواد الأولية التي تستخدم في تصنيع المواد ذات ابعاد المواد النانوية مختلفة بحيث تصبح مكوناتها او بنيتها على مقياس النانومتر (الى نانومتر). لقد بداء العلماء عام 1990 انتاج مواد النانوية علميا عاما وتعد هذه المواد النانوية أساسا للعديد من التطبيقات التكنولوجية الحديثة[20]..

تختلف أشكال المواد النانوية باختلاف طرق تحضيرها وتقنيات تصنيعها، حيث يمكن أن تظهر في عدة أشكال، من بينها:

. -الأغشية الرقيقة (Nanolayers): وهي طبقات ذات سمك نانوي تستخدم في الطلاءات المتقدمة.

. -الأنابيب النانوية (Nanotubes): وهي هياكل أسطوانية مجوفة تتميز بخواص ميكانيكية وكهربائية عالية.

. -الأسلاك النانوية (Nanowires): وهي تراكيب دقيقة ذات طول كبير مقارنة بقطرها، وتستعمل في الإلكترونيات.

. -العيدان أو القضبان النانوية (Nanorods): تشبه الأسلاك لكنها أقصر وأسمك نسبيا.

-الجسيمات النانوية (Nanoparticles): وهي جسيمات صغيرة جدا تكون أبعادها في حدود النانومتر وتستخدم في مجالات متعددة مثل الطب والصناعة.

تمتاز المواد النانوية بخصائص فيزيائية وكيميائية وميكانيكية فريدة تختلف بشكل كبير عن خصائص المواد التقليدية ذات الحبيبات الكبيرة وحيث أن المواد النانوية هي بمنزلة أحجار بناء وتصنيع المنتجات الجديدة، فإن هذه المواد المصنعة تمتع بخواص فريدة تنعكس على كفاءة وأداء المنتج النهائي الذي يتم تصنيعه، حيث تتوفر فيه خواص لا يمكن توفرها في منتجات المواد التقليدية ويرجع ذلك إلى[20]:

. زيادة نسبة المساحة السطحية إلى الحجم.

. تأثيرات الحصر الكمي (Quantum Confinement).

. تغير الترتيب الذري عند المقياس النانوية.

ونتيجة لهذه الخصائص، يمكن استخدام المواد النانوية في تحسين أداء المنتجات، حيث تمنحها خواصها جديدة مثل:

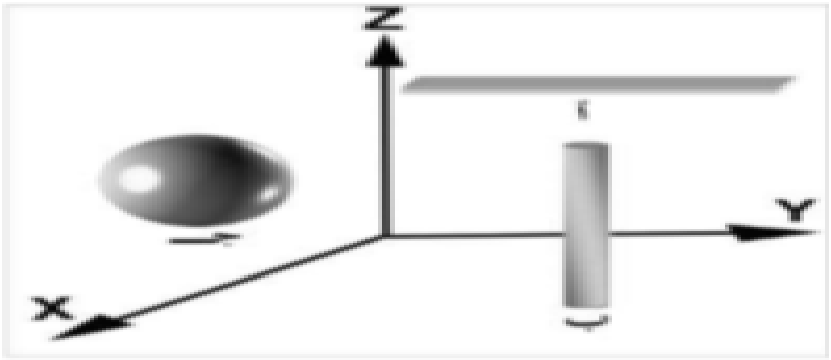
. زيادة الصلابة والمتانة.

. تحسين التوصيل الكهربائي والحراري

. تغيير الخصائص البصرية مثل اللون والشفافية.

. زيادة التفاعل الكيميائي.

ويلخص الشكل (I-7) الأنواع المختلفة لأشكال المواد النانوية وعلاقتها بالنسبة إلى مستويات الفراغ الثلاثية (2). ومن الشكل، تستطيع أن تصنف المواد الثانوية إلى ثلاث مجموعات رئيسية هي:



الشكل(I-8) :(أ) رقائق او طبقات نانوية (أحادية الابعاد)، و(ب) أسطوانات او الانابيب (ثنائية البعد)، (ج)حبيبات نانوية (ثلاثية الابعاد)[20].

. وتصنف المواد النانوية حسب عدد الأبعاد إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

I-10-1 -المواد النانوية أحادية البعد (One Dimensional):

تصنف المواد النانوية أحادية البعد ضمن المواد التي يكون أحد أبعادها على الأقل في حدود المقياس النانوية، أي أقل من 100 نانومتر، بينما تكون الأبعاد الأخرى أكبر نسبياً. وعادة ما تظهر هذه المواد على شكل طبقات رقيقة أو رقائق نانوية (Nanofilms) ذات سماكة صغيرة جداً، حيث يكون السمك في الاتجاه العمودي (محور2) نانويةً، في حين يمكن أن تمتد أبعادها الأخرى (X و Y) إلى مسافات أكبر دون أن تكون نانوية.

ومن أبرز أمثلة هذه المواد الأغشية والرقائق النانوية، التي تمتاز بقدرتها على تغطية الأسطح بطبقة رقيقة ومتجانسة. وتستخدم هذه الأغشية بشكل واسع في طلاء الأسطح المختلفة، خاصة المعادن، بهدف تحسين خصائصها السطحية وحمايتها من العوامل الخارجية مثل التآكل والصدأ والخدش. كما تستعمل أيضاً في تغليف المنتجات الغذائية لحمايتها من التلوث والعوامل البيئية، وكذلك في تصنيع مكونات إلكترونية مثل الخلايا الشمسية المعتمدة على مواد شبه موصلة كالسليكون.

تكمن أهمية هذه المواد في قدرتها على تعديل خصائص سطح المواد التي تغطيها، مما يجعلها أكثر ملاءمة لمختلف التطبيقات الصناعية والطبية والتكنولوجية. ويتم ذلك من خلال إضافة طبقة نانوية رقيقة تمنح السطح خصائص جديدة أو تحسن من أدائه[20].

الجدول(I-3):خصائص المواد النانوية أحادية البعد ودورها.

خصائصها	دورها
-الخواص الميكانيكية: زيادة في صلادة المنتج، زيادة في مقاومة الأسطح للخدش	-تصبح مقاومة المواد للخدش عالية، وتحميها من التآكل الناتج عن الاحتكاك، وتمنع التصاق الغبار بها وخصوصا على مادة الزجاج المستخدم جدرانا خارجية لناطحات السحاب، وهي بذلك لا تحتاج للتنظيف أبدا مما يوفر التعب والكلفة.
-الخواص الحرارية: مقاومة الحرارة في العزل الحراري مقاومة التآكل الناتج عن الصدأ.	-فإنها تحمي أسطح المحركات من الحرارة الناتجة عن التشغيل المستمر.
-الخواص البيولوجية: الملائمة البيولوجية مضادات العدوى.	-فإنها تساعد في صنع التصاق البكتيريا والفيروسات والميكروبات على الأدوات المستخدمة في الجراحة، مما يجعلها في حالة تعقيم دائم.
-الخواص الكهرو مغناطيسية: العزل الكهربائي، مقاومة المولدات المغناطيسية.	-فإنها تعمل على إضعاف تأثير الحقول الكهروطيسية (الكهربائية والمغناطيسية) على الأقراص الصلبة المستخدمة في الحاسب الآلي لحفظ المعلومات فيتحسن أداؤها ويزداد عمرها.

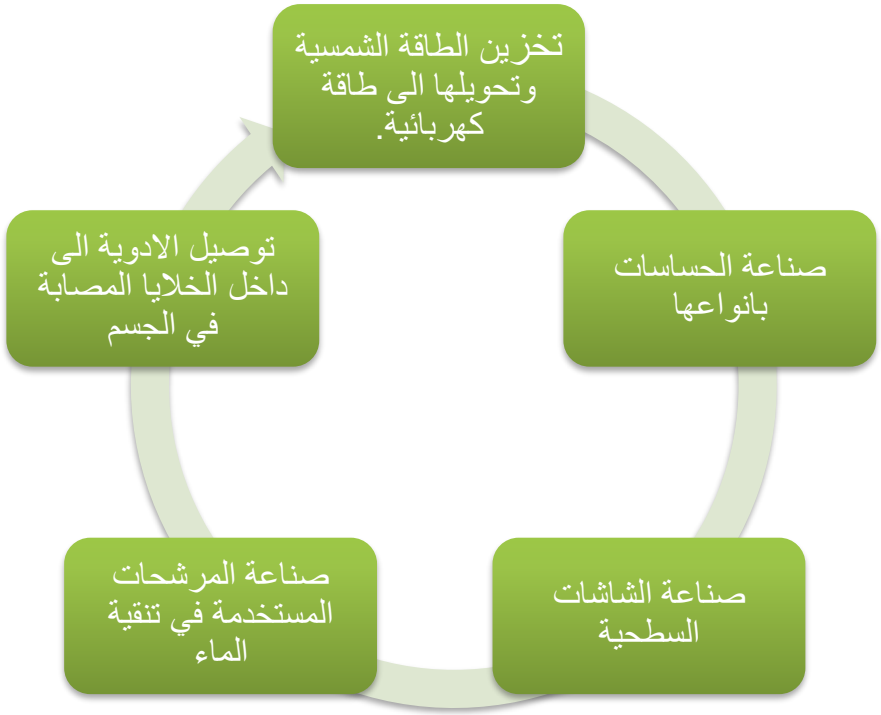
خواص متعلقة بحماية سطح المنتجات من البلل والالتصاق.	تنظيف ذاتي لسطح منتجات وحمايته من التصاق الغبار والشحوم عليها، لذا فإن هذه المواد تستخدم في تغطية أنسجة الأقمشة وسطوح الزجاج للبنايات الشاهقة
خواص البصرية: مضادات الانعكاس الضوئي	الأغلفة الرقيقة والأغشية المستخدمة كمضادات للانعكاس والمطبقة في دهان الأسطح الشاشات والعدسات وغيرها، صناعة الخلايا الشمسية والخلايا الفولطية.

I-2-10 - المواد النانوية ثنائية البعد :

تصنف المواد الثانوية ثنائية البعد ضمن فئة المواد النانوية التي تتميز بأن أحد أبعادها أو بعدين منها يكونان صغيرين جداً، بحيث يقل هذا البعد عن 100 نانومتر. ومن أبرز الأمثلة على هذه المواد نجد الأنابيب النانوية، الأسطوانات النانوية الألياف النانوية، وكذلك الأسلاك النانوية، حيث تعد هذه التراكيب نماذج مهمة لهذه الفئة من المواد.

وعند دراسة نموذج الأسطوانة النانوية، كما هو موضح في الشكل، نلاحظ أن القياسين العرضيين على المحورين X وYيكونان صغيرين جداً، وغالباً ما يكونان أقل من 100 نانومتر، وهو ما يميزها كمواد نانوية في المقابل، فإن البعد الثالث على المحور (2) يكون أكبر بكثير، إذ يمكن أن يمتد إلى مئات النانومترات أو حتى إلى عدة ميكرو مترات، مما يمنح هذه المواد شكلاً طويلاً ونحيفاً.

خلال العقدين الأخيرين، شهد مجال المواد النانوية تطوراً ملحوظاً، حيث أجريت العديد من الدراسات والأبحاث التي كشفت عن خصائص فريدة للأنابيب الكربونية النانوية. وتتميز هذه المواد بخصائص كيميائية، فيزيائية وميكانيكية استثنائية وغير تقليدية مقارنة بالمواد العادية فعلى سبيل المثال، تمتلك هذه الأنابيب مقاومة شد عالية جداً، قد تصل إلى مئة ضعف مقاومة الشد للصلب، رغم أن كثافتها أقل بكثير، حيث قد تعادل سدس كثافة الصلب، مما يجعلها خفيفة الوزن وقوية في آن واحد. وبسبب هذه الخصائص المميزة، أصبحت الأنابيب الكربونية النانوية مادة واعدة في العديد من التطبيقات التكنولوجية حيث تستخدم كمواد داعمة في تصنيع المواد المركبة، كما تتميز بقدرتها العالية على التوصيل الحراري والكهربائي إضافة إلى خصائصها الكيميائية الفريدة. ومن المتوقع أن تلعب هذه المواد دوراً مهماً في المستقبل، خاصة في مجالات تصنيع الخلايا الشمسية، وشرائح الحواسيب الإلكترونية، وكذلك أجهزة الاستشعار والأجهزة الإلكترونية الدقيقة[20].



الشكل (I-8): تطبيقات انابيب الكربون النانوية

I-10-3 -المواد النانوية ثلاثية البعد:

تعد الكرات (Sphères) من أبرز أمثلة المواد النانوية ثلاثية الأبعاد، مثل الجسيمات النانوية، ومساحيق الفلزات والمواد السيراميكية فائقة النعومة وسميت هذه المواد ثلاثية الأبعاد لأن أبعادها الثلاثة(X و Y وZ) تكون جميعها في نطاق النانومتر، أي أقل من100 نانومتر كما هو موضح في الشكل.

ومن المهم الإشارة إلى أن هذه المواد، سواء كانت على شكل جسيمات أو مساحيق دقيقة، تتصدر قائمة الإنتاج العالمي للمواد النانوية، نظراً لتعدد استخداماتها في مجالات وتطبيقات تكنولوجية حديثة. فعلى سبيل المثال، تتوفر حالياً في الأسواق مساحيق وجسيمات نانوية لأكاسيد الفلزات ذات أهمية اقتصادية كبيرة، مثل:

. أكسيد السيليكون (SiO_2)

. أكسيد التيتانيوم (TiO_2)

. أكسيد الألمنيوم (Al_2O_3)

. أكاسيد الحديد مثل الهيماتيت (Fe_2O_3) والمغنيتايت (Fe_3O_4)

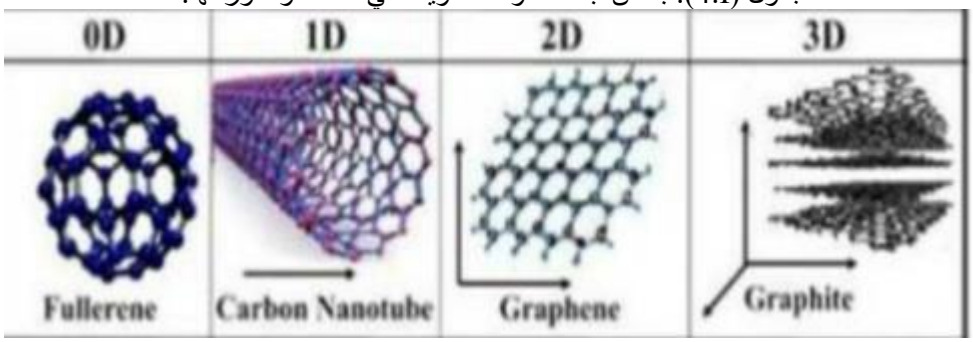
وتستخدم هذه المواد في العديد من المجالات، من بينها صناعة الإلكترونيات ومواد البناء، إضافة إلى قطاع الأدوية والأجهزة الطبية الحديثة، حيث تساهم في تحسين كفاءة وجودة المنتجات مقارنة بالمواد التقليدية.

كما تشمل هذه الفئة جسيمات نانوية المركبات أشباه الموصلات مثل تيلوريد الكادميوم (CdTe) وزرنيخيد الغاليوم (GaAs)، والتي تستعمل في صناعة الأجهزة الإلكترونية الدقيقة والخلايا الشمسية بالإضافة إلى ذلك لها تطبيقات مباشرة في المجال الطبي، خاصة في توصيل الأدوية داخل جسم الإنسان (Drug Delivery)

وتعد الجسيمات النانوية للفلزات النبيلة (Noble Metals)، وبالأخص الذهب، من أهم المواد النانوية، لما لها من استخدامات واسعة في التطبيقات الطبية، مثل الكشف عن الأورام السرطانية والقضاء عليها. كما استخدمت جسيمات الذهب النانوية في تحديد تسلسل الحمض النووي (DNA sequences) المرتبط بالأمراض، وكذلك في دراسة الفيروسات التي تصيب الإنسان.

وتتميز هذه المواد بخصائص فريدة تجعلها تدخل في صناعة مكونات الأجهزة البصرية والبيولوجية عالية التقنية مما يعزز دقتها وكفاءتها[20].

الجدول (4.I): بعض ابعاد المواد النانوية التي حدثت وتطوراتها.



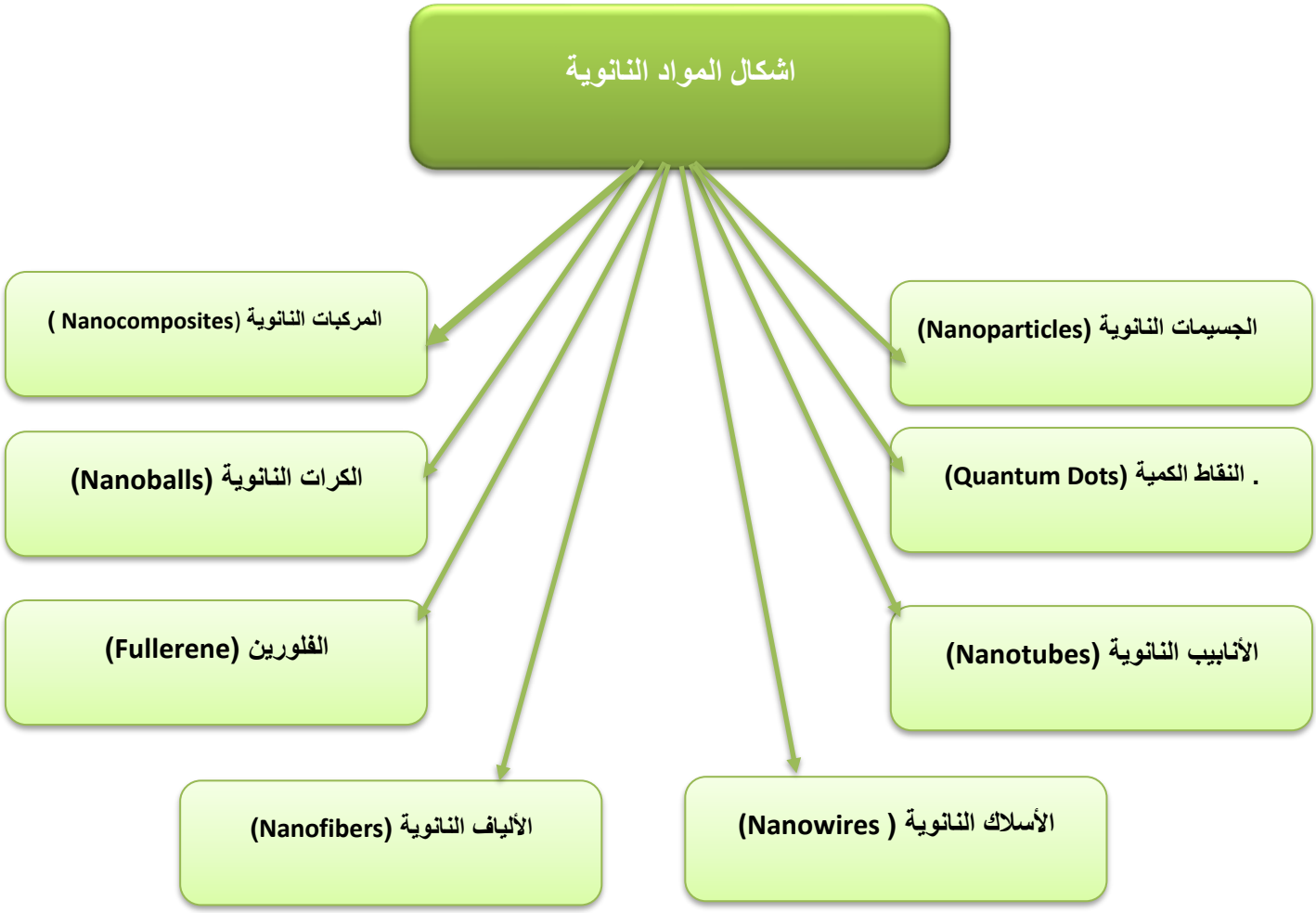
الجدول(I-5): يمثل تغير خصائص المواد النانوية بتغير انحصارها الكمي.

أبعاد الجسيم نانوي	المواد النانوية الناتجة
ابعاد ثلاثية	بلورات كمية وكبسولات مجهرية وكرات جوفاء.
ابعاد ثنائية	انابيب النانو الكربونية وحيدة الطبقة والالياف وموصلات النانو.
ابعاد أحادية	اغشية واسطح مقاومة للبقع والتصاق الاتربة.

I-11- اشكال المواد النانوية:

يمكن الحصول على مواد نانوية بأشكال متعددة تبعا لبنيتها وحجمها الصغير جدا، حيث تظهر في صور مختلفة مثل الألياف الأسلاك الجسيمات أو الطبقات الرقيقة. وتتميز هذه الأشكال بخصائص فيزيائية وكيميائية تختلف عن المواد التقليدية بسبب صغر أبعادها.

ومن أهم أشكال المواد النانوية:

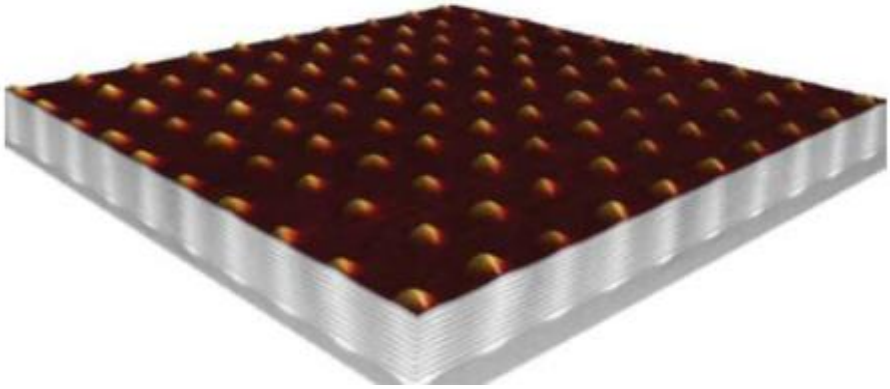


الشكل (I.9): اشكال المواد النانوية.

I-11-1 -النقاط الكمية (Quantum Dots):

النقاط الكمية هي جسيمات نانوية شبه موصلة ذات أبعاد ثلاثية صغيرة جدًا، يتراوح حجمها عادة بين (2 و 10) نانومتر. هذا الحجم الصغير يجعلها تحتوي على عدد محدود من الذرات مما يؤدي إلى ظهور خصائص إلكترونية وبصرية مميزة[21].

وهذا يقابل (10): (50) ذرة في القطر الواحد أو (100.000:100) ذرة في حجم النقطة الكمية الواحدة، تقوم النقطة الكمية بتقييد الكترونات شريط التوصيل، وتقرب شريط التكافؤ، أو الاكسيتونك وهي عبارة عن زوج مرتبط من الكترونات التوصيل وتقوب التكافؤ)، وعندما يكون قطر النقطة الكمية يساوي 10 نانو متر، فانه يمكن صف ثلاثة ملايين نقطة بجانب بعضها البعض بطول يساوي عرض إصبع إيهام الإنسان[22].

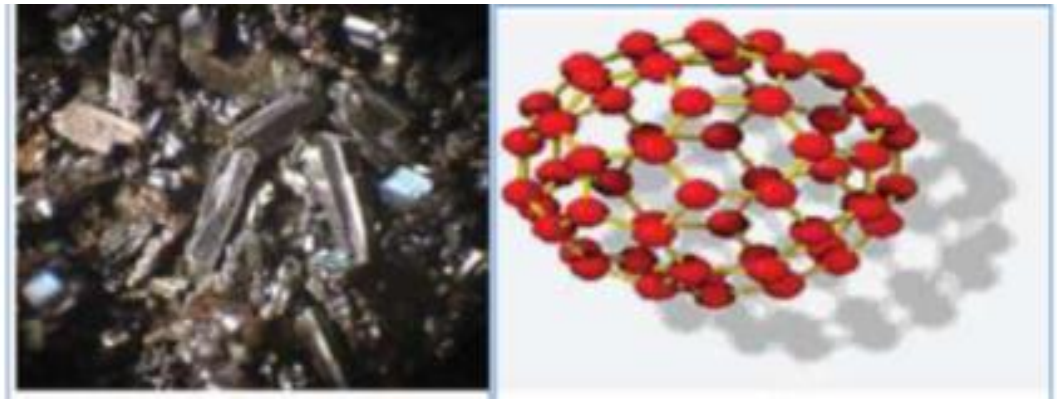


الشكل (I.10): نقاط الكمية ثلاثية الابعاد من الكريستال[22].

I-11-2 -الفلورينات:

جزيئات ثانوية مكونة من ذرات كربون مترابطة ثلاثيا، تعطي شكل كريت لها بناء يماثل الجرافيت، ولكن بدلا من احتوائها على الشكل السداسي النقي، فإنها تحتوي على أشكال خماسية ويحتمل سباعية من ذرات الكربون مما يؤدي إلى انثناء الطبقات، وتحولها إلى كريات او أسطوانات[21].

ويعتبر الجزيء C60 من أشهر أنواع الفلور ينات، حيث يتكون من 60 ذرة كربون مرتبة في شكل مجسم عشريني الأوجه يشبه كرة القدم. وتمنح هذه البنية الفريدة الفلور ينات خصائص فيزيائية وكيميائية مميزة مثل الاستقرار العالي والقدرة على التفاعل مع العديد من المركبات، مما يجعلها ذات أهمية كبيرة في التطبيقات الإلكترونية والطبية[23].



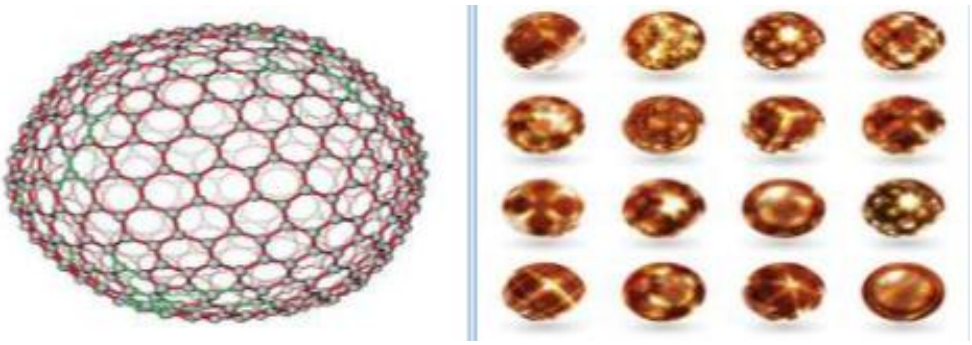
(ب) (أ)

الشكل (I.11) :(أ) الفلورين في الصورة الجزيئية. (ب)الفلورين في الصورة البلورية[23].

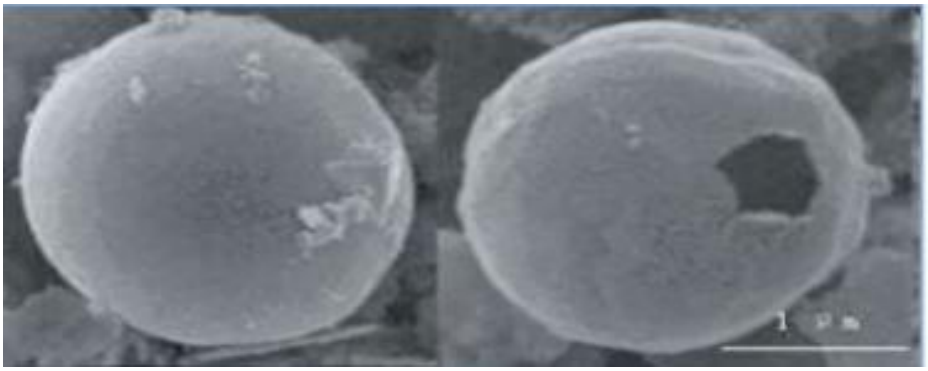
I-11-3 -الكرات النانوية :

تعرف الكرات النانوية بأنها تراكيب كروية دقيقة تنتمي غالبًا إلى عائلة الفولير ينات، خاصة تلك المشتقة من جزيئات الكربون مثل C60. وتتميز هذه الكرات بكونها متعددة الطبقات أو ذات بنية قشرية، حيث قد تكون مجوفة من الداخل، مما يمنحها مساحة سطحية كبيرة مقارنة بحجمها.Tapez une équation ici

يتراوح قطر الكرات النانوية عادة في حدود مئات النانومترات، وقد يصل إلى حوالي 500 نانومتر أو أكثر. وتؤدي هذه البنية إلى تحسين خصائصها الفيزيائية والكيميائية، مثل قدرتها على التخزين والنقل، مما يجعلها مفيدة في تطبيقات متعددة كالتوصيل والتخزين والأنظمة النانوية المتقدمة[24].



الشكل (12.I): كرات النانوية[24].



الشكل (13.I): كرات النانوية تحت المجهر[24].

I-11-4 -الجسيمات النانوية :

على الرغم من أن كلمة الجسيمات الثانوية حديثة الاستخدام إلا أن هذه الجسيمات كانت موجودة في المواد المصنعة أو الطبيعية منذ زمن قديم.

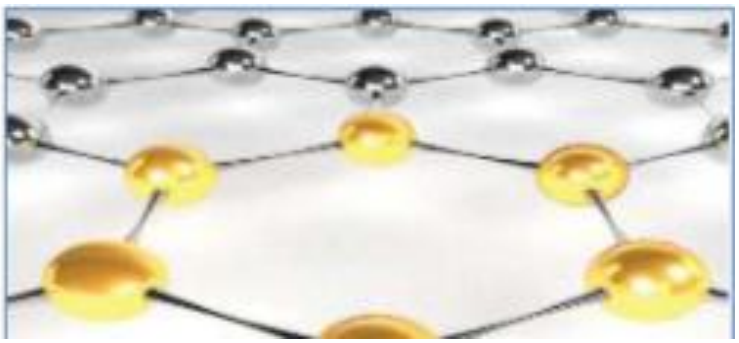
ويمكن تعريف الجسيمات الثانوية على أنها عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي يتراوح عددها من بضع ذرات (جزيء) إلى مليون ذرة مرتبطة ببعضها بشكل كروي تقريبا بنصف قطر اقل من 10نانو متر.

عندما يصل حجم الجسيمات الثانوية إلى مقياس النانو في بعد واحد فإنها تسمى البئر الكم (Quantum Well) أما عندما يكون حجمها الناقوي في بعدين فتسمى السلك الكمي (Quantum)

(Wire) ، وعندما تكون هذه الجسيمات بحجم النانو في ثلاثة أبعاد فإنها تعرف بالنقاط الكمية (Quantum Dote) ، ولابد من الإشارة إلى هنا أن التغيير في الأبعاد الثانوية في التركيبات الثلاثة

السالفة الذكر سوف يؤثر على الخصاص الالكترونية لها، مما يؤدي إلى حدوث تغيير كبير في الخصائص الضوئية للتركيبات النانوية.

لقد أمكن حديثا تصنيع جسيمات ثانوية من الفلزات والعوازل وأشباه الموصلات والتركيبات المهجنة (مثل الجسيمات النانوية المغلفة) وكذلك تصنيع نماذج الجسيمات نانوية ذات طبيعة شبه صلبة وهي الليبوزومات، ومن الصور الأخرى للجسيمات النانوية هي النقاط الكمية شبه الموصلة والبلورات النانوية، وتعتبر جسيمات النحاس النانوية ذلك صلابة عالية وغير قابلة للطرق أو السحب وذلك عكس ما يحدث المادة النحاس العادية حيث يمكن تنبيها وطرقها وسحبها بسهولة.[24]

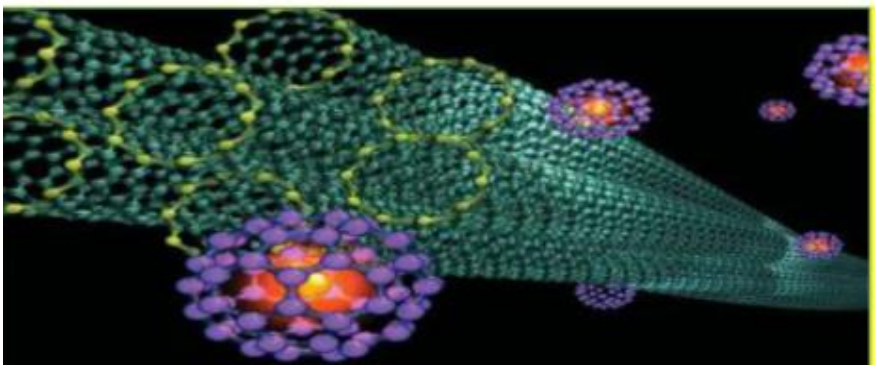


الشكل (I .14) :جسيمات النانوية [24].

I-11-5 -الانابيب النانوية :

الأنابيب النانوية هي تراكيب أسطوانية مجوفة ذات أبعاد نانوية، حيث يكون قطرها عادة أقل من 100 نانومتر، في حين يمكن أن يصل طولها إلى الاف النانو مترات. وتصنع غالبا من الكربون، حيث تعرف باسم أنابيب الكربون النانوية الناتجة عن لف صفائح الجرافين على شكل أسطوانات. من امثلة انابيب النانو، انابيب الكربون النانوية، انابيب السيليكون، وانابيب التيتانيوم.

تتميز هذه الأنابيب بخصائص فريدة منها القوة الميكانيكية العالية، وخفة الوزن والتوصيل الكهربائي والحراري الممتاز مما يجعلها من المواد الواعدة في العديد من التطبيقات مثل الإلكترونيات والطاقة والطب، وصناعة المواد المتقدمة[21],

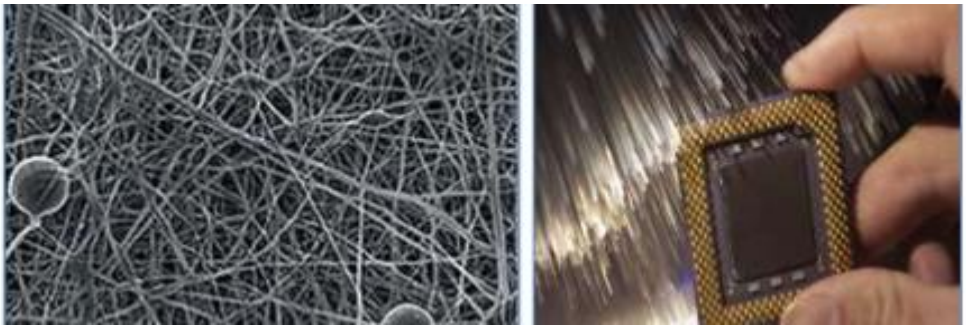


الشكل (I .15):انابيب الكربون النانوية [21].

I-11-6 -الألياف النانوية :

لاقت الأليف النانوية اهتماماً كبيراً مؤخراً لتطبيقاتها الصناعية، وقد أكتشف العديد من أشكالها كالألياف السداسية والحلزونية والألياف الشبيهة بحبة القمح[24].

تتميز الأليف النانوية بأن مساحة سطحها إلى حجمها كبيرة حيث أن عدد ذرات السطح كبيرة بالنسبة للعدد الكلي وهذا ما يكسبها خواص ميكانيكية مميزة كالصلابة وقوة الشد وغيرها، ولكنها تعاني من صعوبة التحكم باستمراريتها واستقامتها وتراصفها، كما تستخدم هذه الأليف في الطب وزراعة الأعضاء كالمفاصل والتئام الجروح ونقل الأدوية في الجسم.



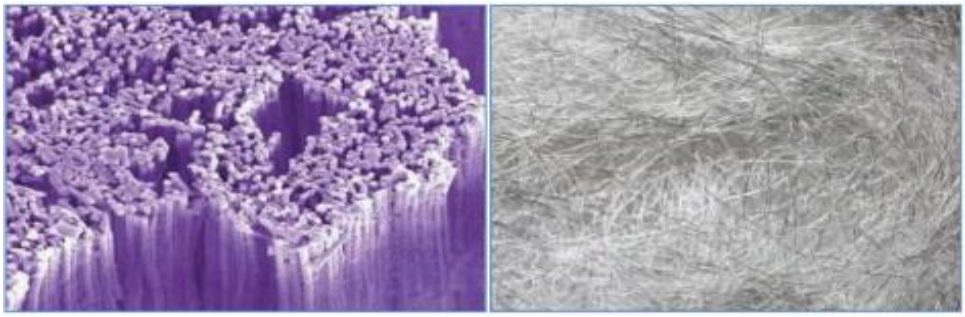
الشكل (16.I) :الياف النانوية[24].

.

I-11-7-الأسلاك النانوية:

الأسلاك النانوية عبارة عن مادة صلبة، وكما هو متوقع، فهي تتفوق على الأسلاك التقليدية (ثلاثية الأبعاد)، لأن الالكترونات فيها تكون محصورة كميا باتجاه جانبي واحد مما يجعلها تحتل مستويات طاقة محددة تختلف عن تلك المستويات العريضة الموجودة في المادة المحسوسة، وهذه الأسلاك غير موجودة في الطبيعة بل تحضر في المختبر بطرق عديدة منها الكحت الكيميائي لسلك كبير أو قذف سلك كبير بواسطة جسيمات ذات طاقة عالية[24].

للأسلاك النانوية العديد من الاستخدامات المستقبلية كربط مكونات الكترونية داخل دائرة صغيرة وبناء الدوائر الالكترونية المنطقية وقد تستخدم مستقبلا لتصنيع الكومبيوتر الرقمي[25].



الشكل (I .17):يوضع اسلاك النانوية[25].

I-11-8 -المركبات النانوية :

هي عبارة عن مواد يضاف إليها جسيمات نانوية خلال تصنيع تلك المواد، ونتيجة لذلك فإن المادة النانوية تبدي 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 الخصاص الميكانيكية مثل الصلابة والقوة يجب أن تكون النسبة المئوية الحجمية للجسيمات النانوية المضافة منخفضة جداً وذلك بسبب أن النسبة بين المساحة السطحية إلى الحجم للجسيمات النانوية تكون عالية، ومن المركبات النانوية المعروفة الآن هي المركبات البوليمرية النانوية[24].

I-12 -وسائل إنتاج وتخليق المواد النانوية:

على الرغم من وجود العديد من الادوات والطرق المستخدمة في إنتاج وتخليق المواد النانوية بمختلف فئاتها وبدرجات متفاوتة من الجودة والسرعة والتكلفة فان كل هذه الطرق يمكن إدراجها تحت اثنين من أساليب التقنية، موضحتان كالتالي:

I-12-1 - أسلوب الهبوط من أعلى الى أسفل (Approach Down-Top):

تبدأ هذه الطريقة بحجم محسوس من المادة ويصغر شيئا فشيئا الى غاية الوصول الى المقياس النانوي، ومن بين التقنيات المستخدمة في ذلك الحفز الضوئي (Photolithography)، القطع، الحفز الكيميائي والطحن وألحت والاستئصال الليزر، وقد استخدمت هذه التقنيات للحصول

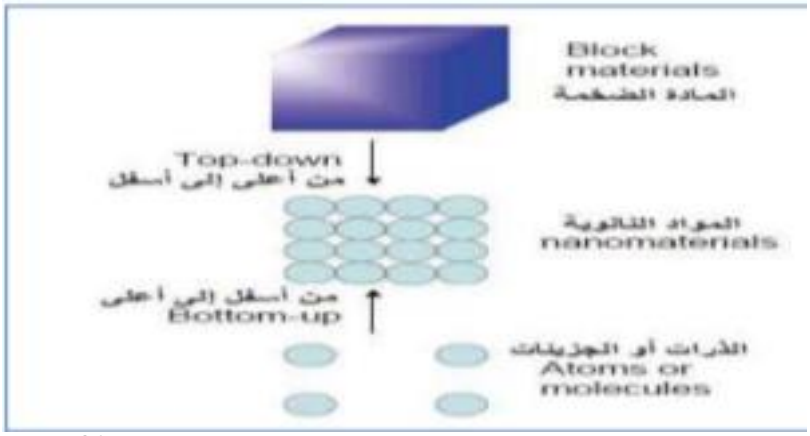
على مركبات الكترونية مجهرية كشرائح الكمبيوتر وغيرها، حيث أن أصغر حجم أمكن الوصول إليه في حدود 100 نانومتر، ولايزال البحث مستمرا ومتواصلا للحصول على احجام أصغر من ذلك[26].

I-12-2- أسلوب الصعود من أسفل الى لأعلى (Approach up-Bottom):

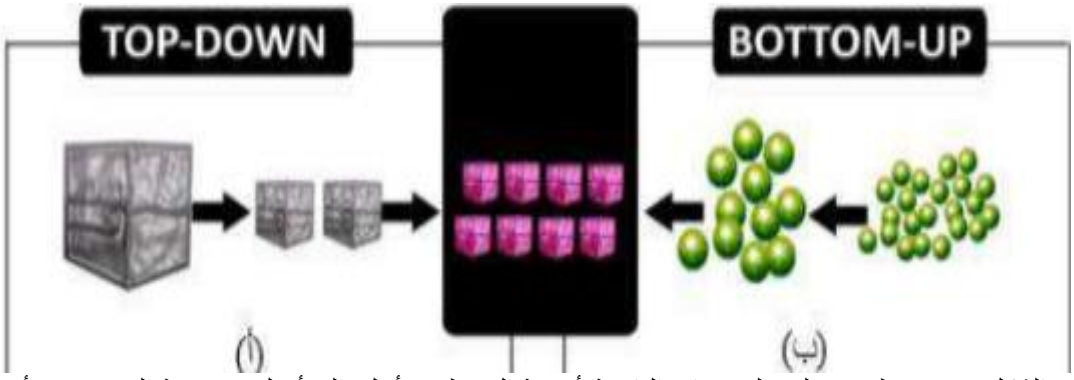
تبدأ هذه الطريقة بالتجميع الذاتي لجزيئات أو ذرات منفردة كأصغر وحدة، أين تتميز هذه الاخيرة بصغر حجم المادة الناتجة ((1نانومتر بالإضافة الى قلة الهدر للمادة الاصلية والحصول على قوة ترابط بين الجسيمات النانوية الناتجة، فتجمع بعد ذلك في تركيب اكبر فاكبر وغالبا ما يستخدم في ذلك الطرق الكيميائية مثل:

- (Salvo Thermal, Hydro Thermal, Sol-Gel)

بالإضافة الى الطرق سالفة الذكر يوجد أيضا طريقة الترشيح التي تم اعتمادها في عملنا هدا لأجل إنتاج مواد نانوية ومحاولة استخدامها في تطهير المياه التي سنتطرق إليها بالتفصيل في الجانب العملي[26].



الشكل (I- 18):رسم توضيحي لوصف طرق تحضير المواد النانوية[26].



الشكل(I-19): طرق تخليق الجسيمات النانوية(أ)تقنية الهبوط من أعلى الى أسفل(ب) تقنية الصعود من أسفل الى أعلى[12].

I-13-نبذة التاريخية التقنية النانو:

منذ الاف السنين كان الناس يصادفون مختلف الأحجام النانوية، الكائنات والعمليات ذات المستوى النانوي ذات الصلة استخدام البشر النانو في ممارسة العلمية دون ان يعرفوا هذا المصطلح لذلك لا يمكن تحديد عصر أو حقبة لبروز تقنية النانو ولكن من الواضح أن من أوائل الناس الذين استخدموا تقنية النانو (بدون أن يدركوا ماهيتها) لكن أثار تكنولوجيا النانو البديهية وضعت تلقائيا، دون الحاجة لفهم طبيعة هذه الكائنات والعمليات. على سبيل المثال حقيقة أن تمتلك جزيئات صغيرة من مواد مختلفة خصائص مختلفة لتلك التي من نفس المواد ذات حجم الجسيمات الأكبر كانت معروفة لفترة طويلة، ولكن السبب في ذلك لم يكن واضحا. وهكذا كان الناس يعملون في تكنولوجيا النانو لا شعوريا من دون التخمين أنهم كانوا يتعاملون مع ظاهرة العالم النانوي في حالات كثيرة، أسرار الإنتاج النانوي القديم تنتقل من جيل إلى جيل بدون الدخول في أسباب الحصول على المواد والمنتجات المستمدة منها اكتسبت خصائصها الفريدة[21].

منذ نهاية القرن السابع عشر إلى وقتنا الحاضر دأب الإنسان في استخدام مصطلح ثورة للتعبير وعن التحولات الجذرية في المجتمع، الناجمة عن الفكر البشري المتمثل في الابتكار والابداع التكنولوجي الذي يمس كل نواحي الحياة، بدءا من ثورة المحركات البخارية وقطارات السكك

الحديدية وصناعة الغزل والنسيج وانتهائها بثورة الحاسبات والمعلومات، والتكنولوجيا الحيوية، وأخيرا بتفجيره ثورة تكنولوجية جديدة تعرف ب (ثورة القرن الحادي والعشرين) وهي تكنولوجيا النانو[27].

-فقد ذكر ان صانعي الزجاج في العصور الوسطى كانوا يستخدمون حبيبات الذهب النانوية الغروية في تلوين الزجاج. كما يعرف ان كأس الملك الروماني لايكورجوس الموجود في المتحف البريطاني منذ القرن الرابع ميلادي. الذي يحتوي على جسيمات من الذهب والفضة نانوية الحجم، لأنه يلحظ تغير لون الكأس من اللون الأخضر الى الأحمر الغامق عندما يتعرض لمصدر ضوئي[21].

الشكل(I-20): كاس الملك الروماني المستخدم به.

-كما استخدمت أيضا التقنية النانو في الحضارة العربية الإسلامية حيث كانت السيوف الدمشقية (القرن السابع العشر) المعروفة بالمتانة يدخل في تركيبها مواد النانوية تعطيها الصلابة ميكانيكية. احاطت بالإسلاك النانوية صلابة من السمنتيت (fe_3C) هو مركب قاس جدا[22].

الشكل (I-21): تطبيقات النانو في السيف الدمشقي في أوائل القرن العشر.

I-14-تطور التاريخي لتقنية النانو:

في العصر الحديث ظهرت بحوث دراسات العديدة حول متى بدأت تقنية النانو بالظهور؟ ومن هو أول من تساءل عنها؟ وما الاختراع الذي فتح الباب لتقنية النانو؟ هذا ما سنتعرف عليه في رحلتنا التالية مع العلماء وانجازاتهم عبر التاريخ:

-عام 1288م:

-اجرى الفيزيائي الاسكتلندي "جيمس ماكسويل" تجربة ذهنية تعرف باسم (عفريت ماكسويل - Maxwell 'S Demon) , تخيل فيها مخلوقا ذريا يقف حارسا على بوابة ذرية تفصل بين وعاءين يحتويان على غاز, حيث يقوم بتنظيم جزيئات الغاز, بواسطة منع ذرات الغاز النشطة من اجتياز البوابة والسماح للذرات الاقل نشاطا بعبورها. فتجربة ماكسويل ولدت فكرة التحكم في تحريك الذرات والجزيئات، وهذه الفكرة لها من التطبيقات ما يجعلها من المبادئ المميزة لتقنية النانو[28].

-عام1959 م:

وفي عام (1959م) تم استخدام مفهوم النانو تكنولوجي من قبل العالم الفيزيائي " رتشارد فاينمان الذي ولد سنة 1918م في الولايات المتحدة الأمريكية ومن أهم انجازاته أنه وضع نظرية الديناميكا الكهربائية وقد نال عليها ميدالية ألبرت اينشتاين للعلوم في عام 1945م، وذلك قبل ظهور المصطلح نفسه في النتاج العلمي العالمي وذلك عندما طرح سؤاله المهم في ندوة بعنوان (هناك متسع كبير في القاع) أمام الجمعية الفيزيائية الأمريكية، حيث انه خلال هذه المحاضرة لم يشر الى مصطلح تقنية النانو بشكل مباشر ولكنه تحدث عنها بشكل استشراقي للمستقبل قائلا بأن المادة عند مستويات النانو قبل استخدام هذا المصطلح بعدد قليل من الذرات تتصرف بشكل مختلف عن حالتها عندما تكون بالحجم المحسوس، كما أشار الى إمكانية تطوير طريقة لتحريك الذرات والجزيئات بشكل مستقل والوصول إلى الحجم المطلوب، وعند هذه المستويات تتغير كثير من المفاهيم الفيزيائية، وقد توقع أن يكون للبحوث حول خصائص المادة عند مستويات النانو، وكان سؤاله (ماذا سيمكن للعلماء فعله إذا استطاعوا التحكم في تحريك الذرة الواحدة وإعادة ترتيبها كما يريدون ؟) وكان هذا السؤال بمثابة بداية الإعلان عن علم جديد عرف بعد ذلك بتقنية النانو[28]. .

الصورة(I-1): العالم الأمريكي ريتشارد فينمان[29].

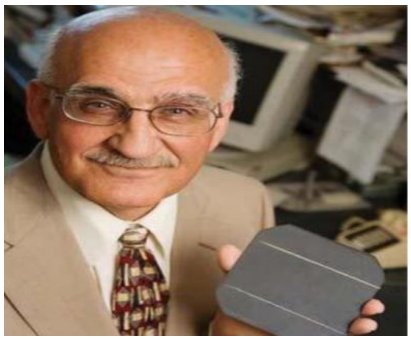
-عام 1974م:

أطلق الباحث الياباني "نوريو تاينغوشي" تسمية مصطلح (تقنية النانو- Technology Nano) لأول مرة. للتعبير عن طرق تصنيع عناصر ميكانيكية وكهربائية متناهية الصغر بدقة عالية. حيث قال: "إن تقنية النانو هي مجموعة من عمليات الفصل، التكوين، والدمج للمواد على مستوى الذرات، أو الجزيئات[28].

الصورة (I-2): العالم الياباني نوريو تاينغوشي[29].

-عام 1976 م:

استحدث الفيزيائي الفلسطيني "منير نايفة" طريقة ليزرية تسمى (التأين الرنيني) لكشف الذرات المنفردة وقياسها بأعلى مستويات الدقة والتحكم، ورصد بها ذرة واحدة من بين ملايين الذرات وكشف هويتها ولأول مرة في تاريخ العلم، وتعمل طريقته على أثارة الذرات بليزر محدد اللون، وتأيينها ومن ثم تحسس الشاحنات الصابغة. وبتمكنه من رصد الذرة منفردة ومعالجتها قدم الإجابة على تساءل الفيزيائي "ريتشارد فينمان" عن إمكانية تحقيق ذلك، وحول خياله العلمي إلى واقع حقيقي[28].



الصورة (I-3): العالم الفيزيائي العربي منير نايفة[29].

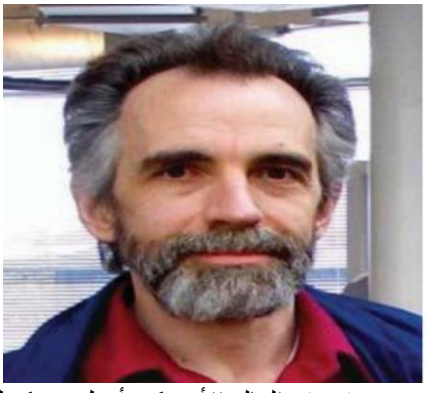
-عام 1981م:

اخترع الباحثان السويسريان "جيرد بينج" و "هنريك روهر" جهاز (المجهر النفقي الماسح -Microscope Tunneling Scanning) , حيث حقق هذا المجهر الخارق إمكانية التعامل المباشر مع الذرات و الجزيئات وتصويرها لأول مرة في التاريخ وتحريكها لتكوين جسيمات نانوية[28].

الصورة(I-4): الباحثان السويسريان جيرد بينج وهنريك رورهر[29].

-عام 1986م:

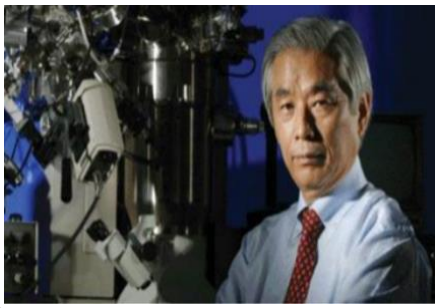
ألف "اريك دريكسلر" كتاب (محركات التكوين - Engins of Création) وذكر فيه المخاطر المتخيلة لتقنية النانو، مثل صنع محركات ومركبات نانوية تستطيع نسخ نفسها ولا يمكن الحد من انتشارها. وبسط في كتابها الافكار الاساسية لتقنية النانو، منها إمكانية صناعة أي مادة بواسطة رصف مكوناتها الذرية الواحدة تلو الاخرى[28].



الصورة(I-5): العالم الأمريكي أريك دريكسلر[29].

عام1991م:

اكتشف الباحث الياباني "سوميو ليجما " (أنابيب الكربون النانويةNano Tube Carbone) , وهي عبارة عن اسطوانات من الكربون قطرها عدة نانومترات , ولها خصائص الكترونية وميكانيكية متميزة, مما يجعلها مهمة لصناعة مواد وآلات نانوية مدهشة[28].



الصورة (I-6): العالم الياباني سوميو ايجما[29].

-عام 1992م:

كتب الفيزيائي الفلسطيني "منير نايفة" بالذرات أصغر خط في التاريخ (حرفpوبجانبه قلب) رمزا لحب فلسطين، وانتشرت في كبرى المجالات العلمية ووكالات الانباء العالمية. والفائدة من الكتابة واعادة ترتيبها كما يشاء بالإضافة إلى الرسم بالذرات انه استطاع التحكم بتحريك الذرات بدقة تصويرها مكبرة، واستخدم في ذلك المجهر النفقي الماسح[28].

-عام2000 م:

أعلنت أمريكا مبادرة تقنية النانو الوطنية (" NNI National Nanotechnology In itiativ")حيث جعلت تقنية النانو تقنية استراتيجية وطنية وفتحت مجال الدعم الحكومي الكبير لهذه التقنية في جميع المجالات الصناعية والعلمية والجامعية.

-عام 2002م:

قامت اليابان بإنشاء مركز متخصص للباحثين في تقنية النانو وذلك بتوفير جميع الاجهزة المتخصصة ودعم الباحثين وتشجيعهم وتبادل المعلومات فيما بينهم.

-عام2003 م: ظهرت أسرار هذه التقنية والتحكم بعالم مواد النانو.

- عام 2004م:

بدأت مرحلة الاستخدامات الصناعية لهذه التقنية، حيث استخدمت تقنية مواد النانو في صناعة المطاط الماليزي وزادت النتائج للمطاط ضعفا (من 12٪الى 20٪) بإضافة أجزاء بسيطة من مواد النانو[31, 30].

I-14-1- تصنيف أجيال تقنية النانو:

ولا ننسى أن النانو تكنولوجي يعتبر الجيل الخامس الذي ظهر في عالم الالكترونيات الذي يمكن تصنيف ثوراته التكنولوجية على أساس أنها مرت بعدة أجيال[32]. وهي:

- الجيل الاول : يتمثل في استخدام المصباح الالكتروني (L'AMP)بما فيه التلفزيون.
- الجيل الثاني : يتمثل في الترانزستور, وانتشار تطبيقاته الواسعة.
- الجيل الثالث : من الالكترونيات ويتمثل في استخدام الدارات التكاملية وهي عبارة عن قطعة صغيرة جدا شكلت في فترات ماضية قفزة هامة في تطور وتقليل حجم الدارات الالكترونية فقد قامت باختزال حجم العديد من الاجهزة, ورفعت من كفاءتها وعددت من وظائفها.
- الجيل الرابع : يتمثل في استخدام المعالجات الصغيرة (Microprocessor), الذي احدث ثورة هائلة في مجال الالكترونيات بإنتاج الحاسبات الشخصية (Computer Personal) والرقائق الحاسوبية (الكمبيوترية) السيليكونية التي أحدثت تقدما في العديد من المجالات العلمية والصناعية.
- الجيل الخامس : يتمثل في النانو تكنولوجي (technology nano). وعن طريقه يمكن مواجهة الفيروسات وعالج الامراض المستعصية، حيث يمكن أن تستخدم تكنولوجيا النانو في مجال الصناعة بصورة مذهلة، مما يمكن أن يحقق مكاسب اقتصادية كبيرة للدول التي تستخدمها. والعديد من الدول بدأت الانتاج الصناعي باستخدام النانو، فهناك أحذية وحقائب وملابس تم إنتاجها بالنانو تتميز بسهولة التنظيف وعمرها أطول.

-كما أسهمت الجمعية الامريكية الوطنية لتكنولوجيا النانو (NNI National Nutrition Institute) اسهاما كبيرا في تبسيط ذلك التقسيم وذلك لتسهيل فهم هذا العلم حيث حددت ان التعريف الدقيق لهذه التكنولوجيا اعتبار ان الجزي أصغر من 100نانو متر وذو خصائص فريدة. وعليه فقد تم تقسيمها الأجيال الاتية:

I-14-2-تطور أجيال تقنية النانو:

- جيل تقنية النانو المؤثر (Passive Nanotehnology Generation):

وهذا يتضمن الانتاج الاول للعديد من المنتجات المختلفة والتي تم البدء فيها منذ 2001، مثل ملطفات الجو والمنتجات المتطايرة والقلويدات والمعادن والسيراميك عالي التقنية[33].

- جيل تقنية النانو الفعالة (Active Nanotechnology Generation):

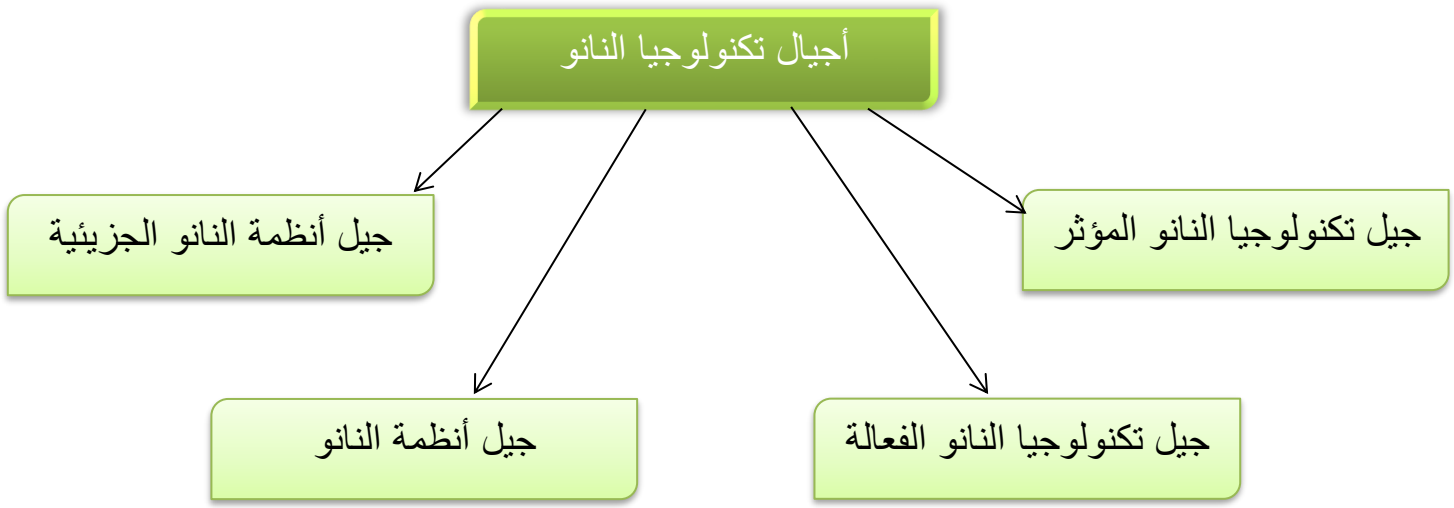
وهذه بدء العمل بها عام 2005 إذ تشمل المنتجات ذات الفاعلية الحيوية (active-Bio) ومنها الادوية الحساسة والمنتجات الدقيقة الكيميو فيزيائية الفعالة[33].

-جيل أنظمة النانو (Systems of Nanotechnology Generation) :

ويطلق عليها أيضا نظام النانو ثلاثي الابعاد (Nanosystem D3) وتم اعتماد البدء بها فعليا عام2010 وتشمل الاجهزة المتطورة الدقيقة المجمعة مثل الروبوت الطبي المتقدم للعمليات الجراحية الدقيقة والبنائيات المعمارية الدقيقة المتطورة[25].

- جيل أنظمة النانو الجزيئية (Molecular Nanosystem Generation):

يمثل هذا الجيل حالة متقدمة جدا ويحتاج الى المزيد من البحث والتقصي فهي تناسب المتطلبات الدقيقة لأنسان مثل الاجهزة التي تحاكي أنظمة الانسان الحيوية ذات التصميم النووي[33].



الشكل(22.I): أجيال تقنية النانو حسب تقسيم الجمعية الامريكية الوطنية لتكنولوجيا الناتو.

الجدول (I- 6): ملخص الدراسات السابقة الاستخدامات المواد النانوية وادرجت في تطبيق إزالة الملوثات من المياه الملوثة.

طبيعة المياه	المواد النانوية المستخدمة في المعالجة	الملوث المستهدف	النتائج
مياه الصرف الصحي	جزيئات المغنيتيت النانو (Fe3O4) أنابيب كربونية نانوية مشبعة بأكسيد الحديد النانوي (CNTs,Fe2O3) جسيمات الحديد النانوية	عنصر الكروم السداسي (Cr) عنصر السيلينيوم (Se) المعلمات الفيزيائية والكيميائية (COD,SS, TOC ,Cr)	تم تحقيق إزالة الكروم من هذا الوسط حوالي 97,7٪ خلال40 دقيقة وذلك في درجة حموضة PH=2 وجرعة المادة الماصة 0.5 l/g وتركيز الاولي للكروم 3 l/mg -تم تحقيق إزالة 100٪من السيلينيوم خلال سرعة تحريك 150 دورة في الدقيقة خلال 6 ساعات ذلك عند استخدام 25 mg من الانابيب الكربونية النانوية المشبعة بـ 20 g من جزيئات الحديد النانوية عند PH=6 -تم تحقيق إزالة هذه الملوثات بالنسب الاتية: 87,98% 73,26% 70,17%
مياه الصرف الصناعي ومياه الشرب	تركيبة السيليكا المتكونة من السالسيليك (NSiSa) الساكسينيك (NSiSu)	عنصر الزئبق عنصر الكادميوم عنصر الرصاص	تم التوصل الى أن كل 1g من المركب المحضر كافي الامتزاز 1200 μmol من الزئبق و 3400 μmol من الكادميوم و1400 μmol من الرصاص ذلك عند زمن حرارة 25 s
المياه العادمة	جزيئات السيليكا المعدلة بواسطة مواد كيميائية خاصة تنتج جزيئات نانوية متجانسة الشكل جزيئات الحديد النانوية جزيئات أكسيد الالمنيوم النانوية نانو سيليلوز واكسيد الحديد النانوي المركبات النانوية للشيتوزان المغناطيسي جزيئات الحديد النانوية	عنصر الزرنيخ(As) عنصر الرصاص (Pb) عنصر الرصاص (pb) عنصر الرصاص(pb) عنصر الرصاص(pb) عنصر الزرنيخ(pb)	كشفت النتائج أن جزيئات السيليكا المعدلة لها خواص جاذبة للزئبق إذ لوحظ أن 97٪ من عنصر الزئبق قد تم استخلا صه من هذه المياه 2,1mg/g 16,9mg/g 21,5mg/g 32,3mg/g أظهرت النتائج قدرة امتزاز عالية خلال المعالجة كالاتي: 3,25.9,64.23,16.32,11

			Mg/g
المياه الموجهة للاستهلاك	اكاسيد الحديد النانوية	عنصر الزرنيخ (As)	وجد أن أكاسيد الحديد النانوية تمتص اليورانيوم في درجة حموضة من 5الى 9 حيث أن كل 1 mol من أكسيد الحديد النانوي يمتص حوالي0.125molمن اليورانيوم
المياه الجوفية	جزيئات الحديد الصفري	عنصر اليورانيوم(U)	تم تسجيل قدرة امتزاز الكروم السداسي ٪97 بعد 60 دقيقة من العالج

الفصل الثاني

النقاط الكربونية

-المقدمة:

لقد تمت ملاحظة النقاط الكربونية(CDS) لأول مرة سنة2004 من قبل XUوذلك اثناء تقنية الانابيب النانوية الكربونية المحفزة بتقنية التفريغ الكهربائي[34]. وعلى الخلاف المواد الكربونية الأخرى يمكن تحضير النقاط الكربونية باستخدام كواشف منخفضة التكلفة ودون الحاجة الى تجهيزات معقدة وعلى الرغم من بساطة طرق تحضيرها فإنها تتميز بخصائص فيزيائية وكيميائية فريدة تجعلها محط اهتمام واسع في الأبحاث العلمية.

II-1-هيكل وتسمية النقاط الكربونية:

منذ اكتشافها شهدت النقاط الكربونية اهتماما متزايدا, حيث تم تطويرا العديد من طرق تحضيرها وتوسعت مجالات تطبيقاتها بشكل ملحوظ ونظر لتنوع بنياتها وخصائصها واصبح من الضروري اعتماد الأنواع المختلفة وتصنيفها اعتماد على تركيبها البنيوي وشكلها العام وبناء على ذلك تصنف النقاط الكربونية الى ثلاثة فئات رئيسة[35]:

II-1-1-نقاط الجرافين الكمية(GQDS):

تتكون من صفائح جرافين صغيرة ذات ابعاد نانوية(يتراوح قطرها عادة ما بين 2و 20نانومتر),وتتميز بنية بلورية تعتمد على ذرات كربون ذات تهجين SP^2.كما تحتوي اسطحها على مجموعات وظيفية متنوعة مثل الاحماض الكربوكسيلية والهيدروكسيلية والتي تلعب دورا مهم في تحديد خصائصها الكيميائية والبصرية وقد تؤذي عمليات الاكسدة الى تكوين أكسيد الجرافين نتيجة امتداد هذه البنية.

II-1-2-النقاط الكمية الكربونية(CQDS):

تتميز بنية شبه كروية ناتجة عن تكدس طبقات الجرافين ,وتحتوي على مزيج من ذرات الكربون ذات التهجين SP^2 وSP^2, توجد على سطحها خصائص فيزيائية وكيميائية متميزة . خاصة فيما يتعلق بالانبعاث الضوئي.

II-1-3-النقاط النانوية الكربونية:

تتصف بنية شبه كروية غير متبلورة وتتكون أساسا من ذرات كربون ذات تهجين , مما يميزها عن الأنواع الأخرى من حيث البنية الداخلية والخصائص الناتجة عنها.

الشكل(II-1): تصنيف النقاط الكربونية[36].

II-2-طرق تصنيع النقاط الكربونية:

لقد اتفقت العديد من الدراسات على الضرورة التحسين استراتيجيات التصنيع وتحسين ظروف التفاعل بحيث تكون النقاط الكربونية اكثر فعالية من حيث التكلفة وصديقة للبيئة , حيث تنقسم طرق التصنيع بشكل رئيسي الى طريقة" من الأعلى الى اسفل "وطريقة" من الأسفل الى الأعلى "[37](كما هو موضح في الشكل)

II-2-1-طريقة" من الأعلى الى اسفل":

تعتمد هذه الطريقة بشكل أساسي على تحويل المواد الكربونية الى جسيمات نانوية مغيرة تليها عملية تعديل سطحي يهدف تحسين خصائصها الضوئية . من بين ابرز هذه الطرق[38]:

II-2-1-1-طريقة تفريغ القوس الكهربائي:

تعد من اقدم الطرق وتعتمد على توليد قوس كهربائي بين اقطاب كربونية في وسط غازي , مما يؤذي الى تكوين جسيمات كربونية نانوية نتيجة درجات الحرارة العالية والتيارات القوية المتولدة خلال العملية[39].

II-2-1-2-طريقة الاستئصال بالليزر:

ترتكز هذه التقنية على تعريض المواد الكربونية الاشعة الليزر , مما يؤذي الى تفتيتها وتكوين جسيمات نانوية . وغالبا ما تتبعها عملية تبريد سريع للحصول على نقاط الكربونية ذات خصائص محددة[39].

II-2-1-3- طريقة الاكسدة الكهروكيميائية:

تقوم هذه التقنية على تحليل المواد الكربونية كهربائيا, مثل الانابيب الكربونية النانوية او الجرافيت, بهدف انتاج نقاط كربونية عبر تفاعلات الاكسدة والاختزال[39].

II-2-1-4-طريقة الاكسدة بالأحماض:

تقوم هذه التقنية على معالجة المواد الكربونية باستخدام احماض قوية . مما يؤذي الى اكسدة السطح وتكوين مجموعات وظيفية تحسين من خصائص النقاط الكربونية الناتجة[40].

II-2-2- طريقة من الأسفل الى اعلى :

تعتمد هذه الطريقة على تجميع الجزيئات الصغيرة او المواد الأولية لتشكيل النقاط الكربونية وذلك من خلال عمليات مثل الاحتراق او المعالجة الحرارية و من ابرز هذه التقنيات المستخدمة[41].

II-2-2-1- الطريقة الحرارية المائية:

تعد من اكثر الطرق شيوعا في تحضير النقاط الكربونية حيث يتم خلط مصدر الكربون مع مذيب مناسب ثم تسخينه داخل اوتوكلا ف تحت ظروف محددة من درجة الحرارة واضغط , وتعد درجة الحرارة وزمن التفاعل من العوامل الحاسمة التي تؤثر بشكل مباشر على الخصائص البصرية والعائد الكمي للنقاط الناتج[42].

II-2-2-2-طريقة الميكرويف:

تعتمد هذه الطريقة على استخدام اشعاع الميكرويف لرفع درجة حرارة المواد المتفاعلة بسرعة وفي زمن قصير مما يساهم في تكوين نقاط كربونية بكفاءة عالية[43].

II-2-3-3-طريقة القالب:

تتمثل ميزة تصنيع النقاط الكربونية في إمكانية التحكم في حجمها حسب حجم القالب, وتقليل تراكمها اثناء عملية التصنيع[44].

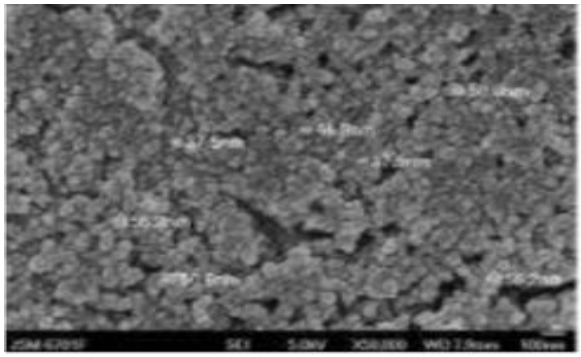
II-3 -تقنيات تشخيص النقاط الكربونية:

II-3-1-عن الطريق الفحص المجهري:

تستخدم تقنيات المجهر الالكتروني لتحديد الحجم الجسيمي وتوزيع النقاط الكربوني.

II-3-2-1-المجهر الالكتروني النافذ(TEM) :

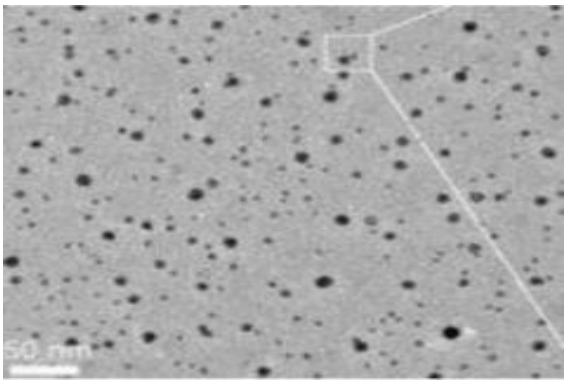
يعد الأداة الادق لتحديد القطر الجسيمي المباشر للنقاط الكربونية ودراسة تبلورها داخلي .



الشكل(II. 2) :صورة المجهرية لنقاط كربونية ملتقطة بواسطة مجهر الكتروني نافذ[45].

II-3-2-2-المجهر الالكتروني الماسح(SEM):

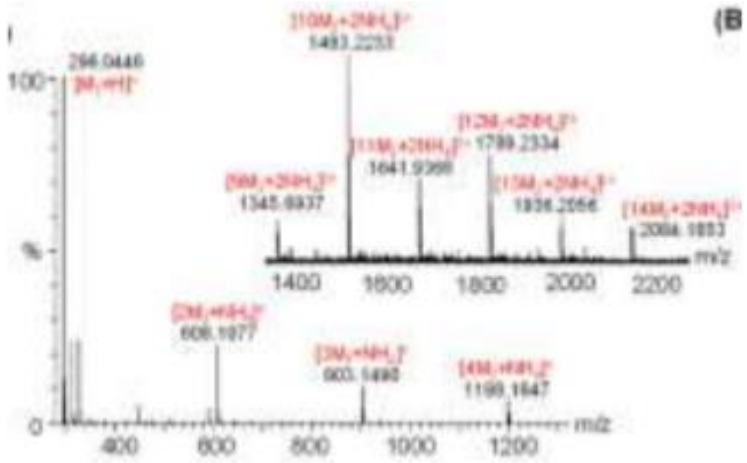
يستخدم لدراسة طبوغرافية السطح والتجمع الجسيمي للنقاط في حالتها الصلبة.



الشكل(II-3):صورة مجهرية لنقاط الكربونية ملتقطة بواسطة مجهر الكتروني ماسح[46].

II-3-2-عن طريق مطيافية الكتلة:

يتم استخدام التحليل الطيفي الكتلي من اجل وصف النقاط الكربونية والتي تتيح توضيح الهياكل الكيميائية للنقاط الكربونية[47].

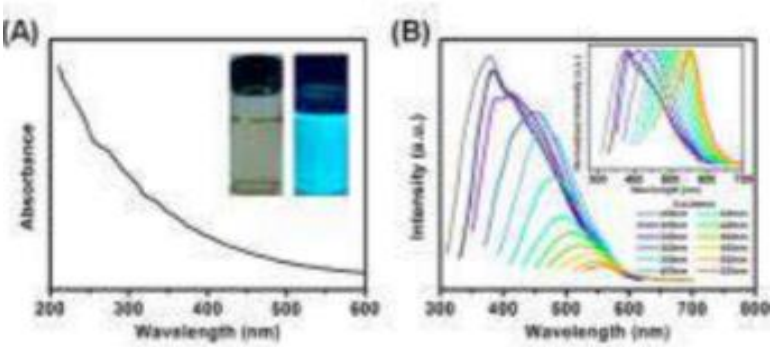


الشكل(II-4):مثال عن طيف الكتلة لنقاط كربونية[47].

II-3-3-عن طريق التحليل الطيفي:

II-3-3-1- التلألؤ الضوئي والتحليل الطيفي المرئي فوق البنفسجي:

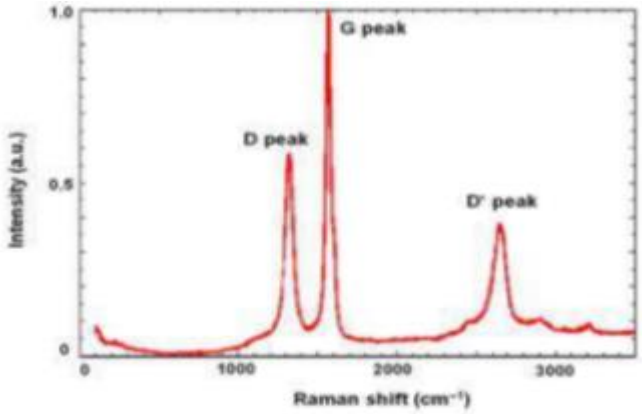
تستخدم هذه الطريقة من اجل دراسة الخصائص البصرية للنقاط الكربونية حيث تظهر جميع اشكاله في منطقةUV-ViS من الطيف الكهرومغناطيسي ويستخدم التلألؤ الضوئي بشكل عام في تحديد عمر الضيائية الضوئية للنقاط الكربونية[48].



الشكل(II-5): مثال عن الطيف المرئي فوق البنفسجي وطيف التلألؤ الضوئي لنقاط كربونية[49].

II-3-3-2-مطيافية الاشعة تحت الحمراء:

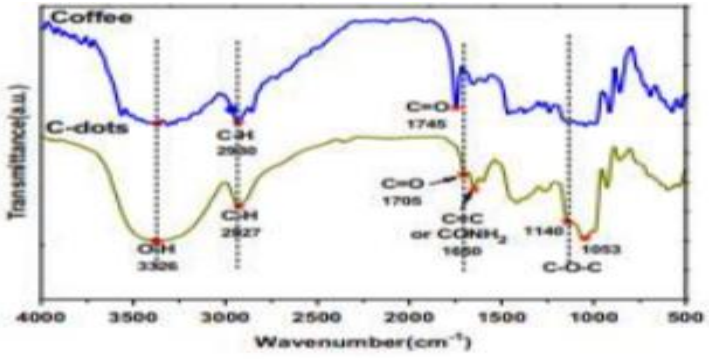
تستخدم هذه التقنية على نطاق واسع لوصف الوظائف الكيميائية[50].



الشكل(II-6):مثال عن طيف الاشعة تحت الحمراء لنقاط كربونية[51].

II-3-3-3-مطيافية رمان:

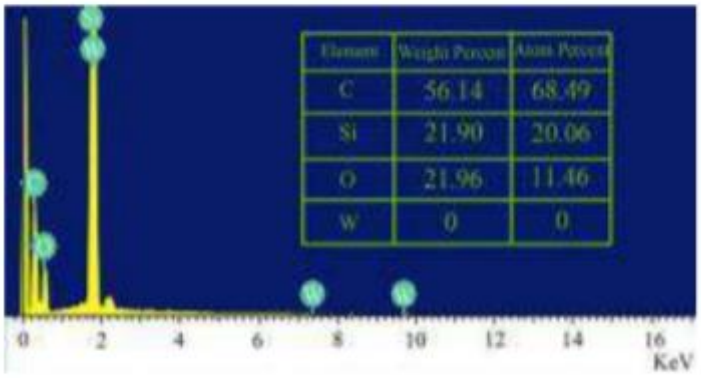
تعد من اكثر طرق التحليل الطيفي الغير غازي الأكثر استخداما والتي يتم استخدامها لتحديد حالة الكربون في عينات النقاط الكربونية[52].



الشكل(II-7): مثال عن طيف رامان لنقاط الكربونية[53].

II-3-3-4-مطيافية الاشعة السينية:

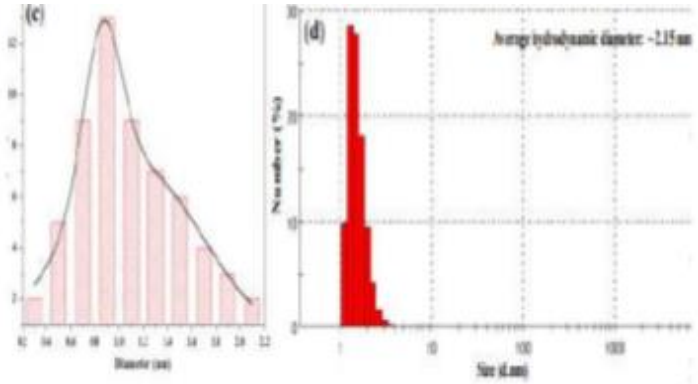
تطبق هذه التقنية لتحليل التركيب الاولي للنقاط الكربونية وتعطي معلومات حول نقاء هاته الجسيمات النانوية[54].



الشكل(II-8):مثال عن طيفDRX لنقاط كربونية[54].

II-3-3-5-مطيافية الرنين المغناطيسي النووي :

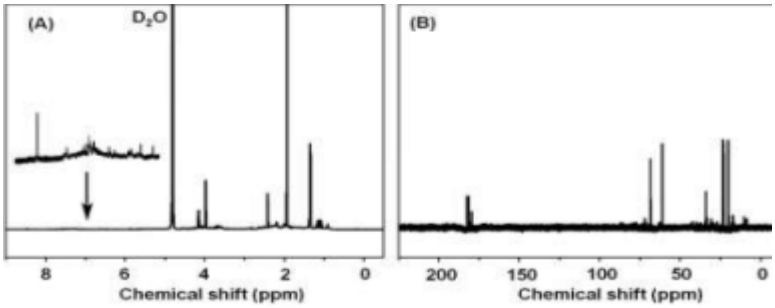
تستخدم هذه التقنية لتوفير معلومات هيكلية إضافية وهامة للنقاط الكربونية , تتيح هذه التقنية التعرف على تكوينات الرابطة الكيميائية التركيب الاولي وكذلك المجموعات الوظيفية الموجودة على سطحها كما يمكن للرنين المغناطيسي النووي تحديد للتعديلات الكيميائية التي حدثت اثناء الكربنة بسب تعديلات على السطح[55].



الشكل(II-9): مثال عن الطيف الرنين المغناطيسي النووي للكربون والبروتون لنقاط كربونية[56].

II-3-3-6-تشتت الضوء الديناميكي:

هذه الطريقة من اجل تحديد حجم الجسيمات الهيدرودينا ميكية لتوصيف النقاط الكربونية واضافة الى إمكانية تقييم نصف القطر هاته الجسيمات عن طريق معدل انتشار النقاط الكربونية في وسط سائل كما تبقى هذه التقنية غير حقيقة تعطي معلومات حول توزيع حجم النقاط الكربونية فقط[57].



الشكل(II-10):مثال عن طيف تشتت الضوء الدينا ميكي[58].

II-4-خصائص النقاط الكربونية:

II-4-1-الهيكل:

تتميز النقاط الكربونية بهيكل نانوي "شبه كروي" حيث يقل قطرها عن 10نانومتر غالبا ومن الناحية البلورية، قد تظهر هذه النقاط بنية متبلورة او غير متبلورة ، تتألف بشكل أساسي من تجمعات كربونية ذات تهجين من نوع SP^2.[59]

II-4-2-الخصائص البصرية:

II-4-2-1-الامتصاصية:

تظهر النقاط الكربونية كفاءة عالية في حصد الفوتونات ضمن منطقة الاطوال الموجية القصيرة(الاشعة الفوق البنفسجية)،ويؤذي هذا السلوك الفيزيائي الى الانتقالات الالكترونية من المدرات الجزيئية الراجحة لروابط الكربون الثنائية(C=C) [59].

II-4-2-2-التألق الضوئي:

يعد التألق الضوئي السمة الأبرز للنقاط الكربونية، حيث يوفر فهما عميقا لخصائصها البصرية وتتأثر أليات الانبعاث الضوئي في هذه المواد بشكل مباشر بحالة السطح والمجموعات الوظيفية المرتبطة به[60].

II-4-2-3-خصائص الفلورسنت:

1 -الفلورسنت العلوي :

قدرة المادة على امتصاص فوتونين او اكثر منخفضة الطاقة(طول موجي طويل)لتشع فوتونا واحد بطاقة اعلى (طول موجي اقصر).

2 -الفلورسنت التنازلي:

النمط التقليدي الذي يعتمد على امتصاص ضوء عالي الطاقة وإعادة اشعاعه بطاقة اقل.

3 -خصائص الانبعاث:

إمكانية ضبط الاطوال الموجية المنبعثة وتغيير الوان الفلورسنت من خلال التحكم في طول موجة الاثارة.

4 -الاستقرار الكيميائي وخصائص التبييض الضوئي:

تتميز النقاط الكربونية بمقاومة واسعة لنطاق لPH(أي من3 الى12)وبتالي وهي تظهر مقاومة جيدة للتبييض الضوئي[61].

II-4-2-4-ظاهرة الفسفرة:

تبدي بعض أنواع النقاط الكربونية خاصية الفسفرة، والتي تتميز بقدرة المادة على الاستقرار في الانبعاث الضوئي لفترة زمنية ممتدة حتى بعد توقف مصدر الاثارة الخارجية. وهذا ما يجعلها مفيدة في تطبيقات الامان (مثل الحبر المشفر)وأنظمة الإضاءة المتقدمة ذات الكفاءة العالية[62].

II-4-2-5-الكيمياء الضوئية:

يمكن النقاط الكربونية توليد الضوء اما عن طريق التفاعلات الكيميائية، ويحدث ذلك اما من خلال الاثارة المباشرة الناتجة عن عمليات الاكسدة او عبر التعزيز والتثبيط للتألق الضوئي[63].

II-4-3-الخصائص الكهروكيميائية للنقاط الكربونية:

II-4-3-1-الموصلية الكهربائية:

تظهر النقاط الكربونية موصلية كهربائية فائقة مما يتيح استخدامها كمحفزات كهربائية فعالة[64].

II-4-3-2-تربيب البنية الالكترونية:

تظهر النقاط الكربونية المعززة بذرات غير متجانسة اداء كهرو كيميائيا استثنائيا بسب تعزيز النشاط الجوهري للمواقع الوظيفية السطحي وتشويه تكوينها الالكتروني[65].

II-4-3-3-الاستقرار في الأوساط المائية:

تتميز هذه الكربونية باستقرار بنيوي ملحوظ في الأوساط المائية وذلك بفضل الاستقرار الكهر ستاتيكي ، مما يسهل استقرار الهجينة[66].

II-4-3-4-مواقع العيوب والمركز النشط:

خلال التفاعلات الكيميائية تعمل النقاط الكربونية بكفاءة عالية كمراكز نشطة بفضل موصلتها الكهربائية الممتازة ومواقع العيوب العديدة[67].

II-5-تطبيقات النقاط الكربونية :

II-5-1- توصيل الأدوية ونقل الجينات:

تعد النقاط الكربونية(Carbon Dots) من أبرز المواد النانوية الحديثة التي حظيت باهتمام واسع في المجال الطبي والبيولوجي، وذلك بفضل خصائصها الفريدة مثل الحجم النانوي الصغير، والتوافق الحيوي العالي، والاستقرار الكيميائي، إضافة إلى قدرتها على إصدار الفلورة وإمكانية تعديل سطحها بسهولة. وقد ساهمت هذه الخصائص في جعلها أنظمة فعالة في توصيل الأدوية ونقل الجينات إلى الخلايا المستهدفة.

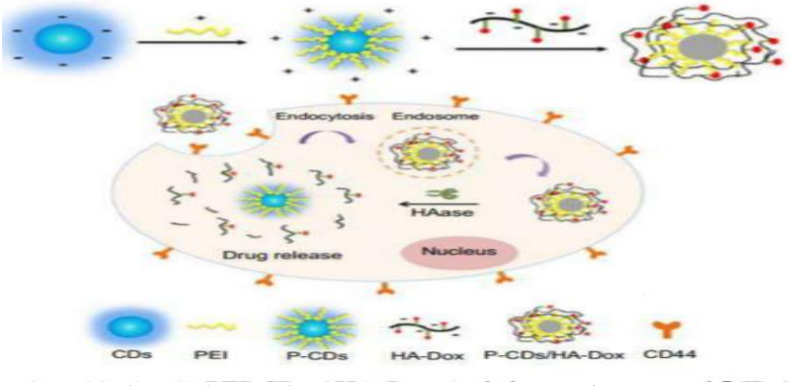
تعتمد آلية عمل النقاط الكربونية في توصيل الأدوية على قدرتها على الارتباط بالمركبات الدوائية أو الجزيئات الحيوية عبر روابط كيميائية أو تفاعلات كهروستاتيكية مما يسمح بحمل الدواء وحمايته من التحلل أثناء انتقاله داخل الجسم. كما تساعد هذه النقاط على تحسين ذوبانية الأدوية وزيادة كفاءتها العلاجية وتقليل التأثيرات الجانبية الناتجة عن التوزيع العشوائي للدواء في الأنسجة السليمة[68].

وقد استخدمت النقاط الكربونية المعدلة بحمض الفوليك في الكشف عن الخلايا السرطانية واستهدافها، نظراً لوجود مستقبلات حمض الفوليك بكثرة على سطح العديد من الخلايا السرطانية. ويساهم هذا التعديل في زيادة دقة توجيه الدواء نحو الخلايا ال اية، مما يعزز فعالية العلاج ويحد من تلف الخلايا الطبيعية.

كذلك تم تطوير نقاط كربونية موجبة الشحنة باستخدام بوليمرات مثل البولي إيثيلين إيمين (PEI)، حيث تمتاز هذه المواد بقدرتها على الارتباط بالأحماض النووية مثل DNA و RNA ، الأمر الذي يجعلها ناقلات فعالة للجينات داخل الخلايا. وتُستخدم هذه التقنية في العلاج الجيني بهدف تصحيح الطفرات الوراثية أو تحفيز التعبير الجيني داخل الخلايا المستهدفة.

ومن التطبيقات المهمة أيضاً استخدام النقاط الكربونية المرتبطة بعقار الدوكسوروبيسين(Doxorubicin) وحمض الهيالورونيك (HA)، حيث يعمل حمض الهيالورونيك على التعرف على مستقبلات CD44 الموجودة بكثرة على الخلايا السرطانية، مما يسمح بوصول النظام العلاجي بشكل انتقائي إلى الورم. وبعد دخول المركب إلى الخلية عن طريق عملية الإدخال الخلوي (Endocytosis)، يتم تحرير الدواء تدريجياً داخل الخلية المستهدفة، مما يزيد من كفاءة العلاج الكيميائي ويقلل من شميته على الأنسجة السليمة[68].

إضافة إلى ذلك، تمتلك النقاط الكربونية خصائص فلورية مميزة تسمح بتتبع مسار الدواء داخل الخلايا والأنسجة الحية، وهو ما يجعلها تجمع بين وظيفتي العلاج والتصوير الحيوي في آن واحد، وتُعرف هذه الخاصية بالعلاج التشخيصي المزدوج (Theranostics). وقد ساعد ذلك في تطوير أنظمة علاجية ذكية قادرة على التشخيص المبكر ومراقبة الاستجابة العلاج بصورة دقيقة.



الشكل(II-11):رسم توضيحي تخطيطي لPEL-CDs/HA-DOX والمسبار النانوي المستخدم في تصوير الخلايا السرطانية المستهدفة ونقل الادوية[69].

II-2-5-الاستشعار:

تعد النقاط الكربونية من المواد النانوية الواعدة في مجال الاستشعار الكيميائي والحيوي، نظراً لما تمتلكه من خصائص ضوئية وكيميائية مميزة، مثل الفلورة العالية والثبات الكيميائي، والتوافق الحيوي، وسهولة تعديل سطحها بالمجموعات الوظيفية المختلفة. وقد ساهمت هذه الخصائص في توسيع نطاق استخدامها للكشف عن العديد من المواد الكيميائية والبيولوجية بدقة وحساسية مرتفعتين.

تعتمد آلية الاستشعار بالنقاط الكربونية على التغير في الإشارات الضوئية، خاصة شدة الفلورة، عند تفاعلها مع المادة المراد الكشف عنها. فعند ارتباط الأيونات أو الجزيئات المختلفة بسطح النقاط الكربونية، يحدث تغير في الخواص الإلكترونية أو الضوئية لها، مما يؤدي إلى زيادة أو انخفاض شدة التألق الفلوري، وبالتالي يمكن استخدام هذا التغير كمؤشر للكشف والتحليل الكمي والنوعي.

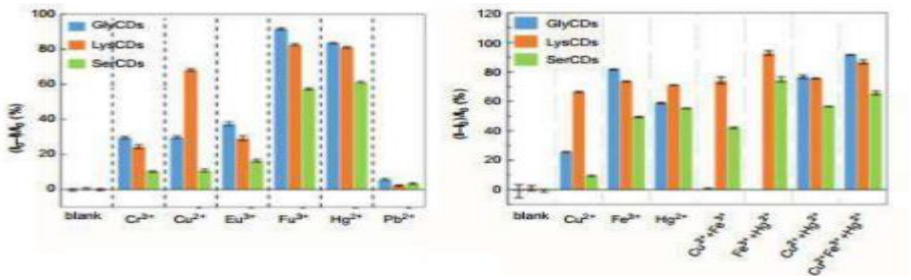
وتتميز النقاط الكربونية بإمكانية تعديل سطحها بمجموعات وظيفية أو مستقبلات كيميائية محددة، الأمر الذي يمنحها قدرة عالية على الانتقائية تجاه مواد معينة. فمثلاً، يمكن ربطها بجزيئات أو مركبات متخصصة للكشف عن الأيونات المعدنية الثقيلة، أو الجزيئات الحيوية، أو المركبات العضوية، مما يجعلها مناسبة للاستخدام في التطبيقات البيئية والطبية والصناعية[70].

وقد أثبتت الدراسات قدرة النقاط الكربونية على استشعار العديد من الأيونات المعدنية مثل النحاس (Cu2) والكروم (Cr3)، واليوروبيوم (E)، والزئبق والحديد (Fe)، وذلك اعتماداً على التفاعل بين هذه الأيونات والمجموعات الوظيفية الموجودة على سطح النقاط الكربونية. ويؤدي هذا التفاعل إلى حدوث تغير واضح في شدة الفلورة، مما يسمح بالكشف السريع والدقيق عن هذه الأيونات حتى عند التراكيز المنخفضة جداً.

كما يمكن استخدام النقاط الكربونية في الكشف عن الجزيئات الحيوية والمواد العضوية مثل الجلوكوز والفيتامينات والأحماض الأمينية، إضافة إلى بعض المركبات السامة والملوثات البيئية. ويرجع ذلك إلى حساسيتها العالية وسرعة استجابتها، مما يجعلها مناسبة لتطوير مستشعرات حديثة ذات كفاءة عالية.

ومن الجوانب المهمة في تطبيقات الاستشعار اعتماد النقاط الكربونية على مواد منخفضة السمية مقارنة بالمواد النانوية المعدنية التقليدية، الأمر الذي يزيد من أمان استخدامها في التطبيقات الحيوية والطبية، خاصة في تحليل العينات البيولوجية ومراقبة المؤشرات الحيوية داخل الجسم.

إضافة إلى ذلك، يمكن دمج النقاط الكربونية مع مواد أخرى مثل البوليمرات أو الجسيمات النانوية المختلفة لتحسين كفاءة الاستشعار وزيادة الاستقرار والحساسية. وقد ساهم هذا الدمج في تطوير أنظمة استشعار ذكية ومتقدمة تستخدم في مراقبة جودة المياه، والكشف عن الملوثات البيئية، وتشخيص الأمراض، ومتابعة التفاعلات الحيوية داخل الخلايا.



الشكل(II-12):قدرة استشعار النقاط الكربونية لايونات المعدنية مختلفة او مزيجها الثنائي والثلاثي عن طريق قياس كثافة التلالؤ[71].

II-3-5-التصوير الحيوي في الجسم الحي وفي المختبر:

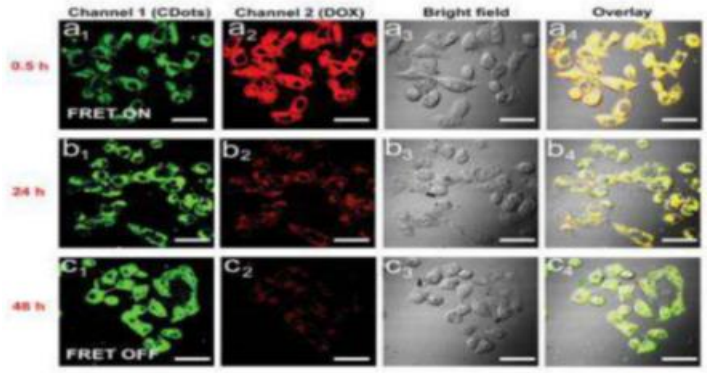
تعد النقاط الكربونية من أكثر المواد النانوية استخدامًا في مجال التصوير الحيوي، وذلك بفضل خصائصها الفيزيائية والكيميائية المميزة، مثل التوافق الحيوي العالي، وانخفاض السمية، وصغر الحجم النانوي، إضافةً إلى قدرتها على إصدار ومضان فلوري متعدد الألوان. وقد ساهمت هذه الخصائص في توظيفها على نطاق واسع في تصوير الخلايا والأنسجة داخل الكائنات الحية وفي التجارب المخبرية خاصة في التطبيقات الطبية والحيوية الحديثة. كما يمكن تحضير النقاط الكربونية من مصادر طبيعية ومتنوعة وباستخدام طرق تخليق مختلفة، الأمر الذي يزيد من مرونتها وإمكانية تطويرها لتطبيقات متعددة[70].

يعتمد التصوير الحيوي باستخدام النقاط الكربونية على قدرتها على اختراق الخلايا والارتباط ببعض المكونات الحيوية، ثم إصدار إشارات فلورية واضحة عند تعرضها لمصدر ضوئي مناسب، مما يسمح بتتبع الخلايا أو مراقبة التغيرات الحيوية داخل الأنسجة. وتتميز هذه الجسيمات بثباتها الضوئي الجيد مقارنةً بالأصباغ التقليدية، وهو ما يجعلها مناسبة للتصوير طويل المدة دون فقدان واضح في شدة الإشارة الفلورية

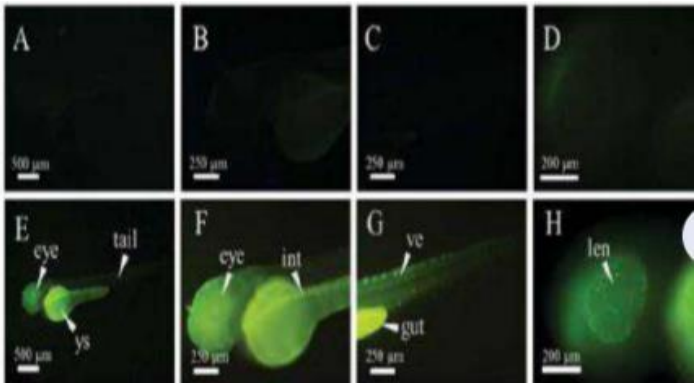
ويعتبر التصوير الحيوي في الخلايا النباتية أكثر تعقيدًا مقارنة بالخلايا الحيوانية، ويرجع ذلك إلى البنية التركيبية المعقدة للخلايا النباتية فوجود الجدار الخلوي والبلاستيدات الخضراء والفجوات العصارية والأنسجة الليفية يمثل عائقًا أمام انتقال الجسيمات النانوية وانتشارها داخل الخلية. كما تؤثر بعض العمليات الحيوية الداخلية على كفاءة التصوير ودقة النتائج، مما يستدعي تطوير تقنيات تصوير حيوي متقدمة تعتمد على النقاط الكربونية للتغلب على هذه التحديات وتحسين جودة الصور الحيوية المتحصل عليها[72].

ومن التطبيقات المهمة للنقاط الكربونية استخدامها في تشخيص الأورام السرطانية والتصوير الفلوري الموجه. فقد تم تعديل بعض النقاط الكربونية بحمض الفوليك ودواء الدوكسوروبيسين (DOX) ، حيث أظهرت قدرة عالية على التعرف الانتقائي على الخلايا السرطانية نتيجة الارتباط بمستقبلات حمض الفوليك الموجودة بكثرة على سطح هذه الخلايا. كما ساهمت هذه الجسيمات في نقل الأدوية إلى الأنسجة المستهدفة مع إمكانية تتبعها بصريا باستخدام التصوير الفلوري، مما يجعلها نظامًا متكاملا يجمع بين التشخيص والعلاج في الوقت نفسه[73].

ومن جهة أخرى، استخدمت النقاط الكربونية في التصوير الحيوي للكائنات الحية الصغيرة مثل سمك الزرد، الذي يعد نموذجا تجريبيا مهما في علوم الطب والأحياء. وقد أظهرت الدراسات أن هذه النقاط تتراكم بشكل انتقائي في بعض الأعضاء والأنسجة، مع إعطاء إشارات فلورية واضحة، الأمر الذي يؤكد كفاءتها في تطبيقات تصوير الحيوي داخل الجسم الحي ومتابعة العمليات البيولوجية المختلفة بدقة عالية.



الشكل(II-13):صور ومضان لخلايا معالجة ب Cdots-DOXعند0.5 ساعة و24ساعة و 48ساعة[72].



الشكل(II-14):صورة ومضان سمك الزرد المعالج باستخدام Cdots [73].

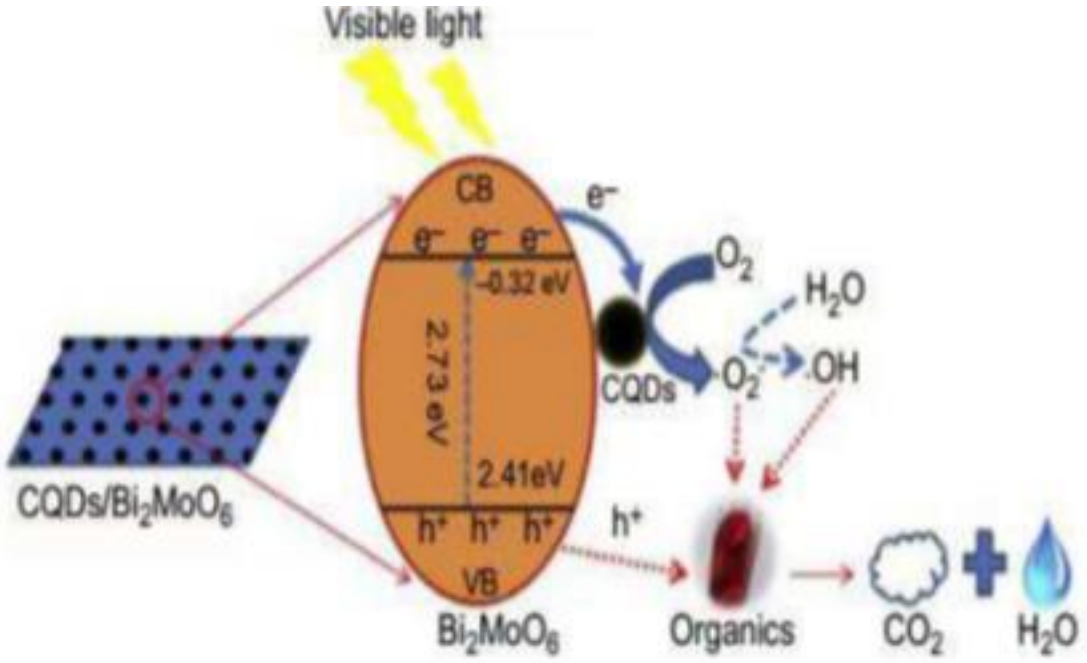
II-4-5-التحفيز والطاقة:

تعد النقاط الكربونية من المواد النانوية الواعدة في مجالات الطاقة والتحفيز، حيث حظيت باهتمام واسع نتيجة امتلاكها مجموعة من الخصائص الفيزيائية والكيميائية المميزة التي تجعلها مناسبة للعديد من التطبيقات المتقدمة. وتستخدم هذه الجسيمات النانوية في عمليات تحويل الطاقة وتخزينها، بالإضافة إلى تطبيقاتها في التحفيز الكهربائي والتحفيز الضوئي، وذلك بفضل تكلفتها المنخفضة وسهولة تحضيرها بطرق متنوعة وقابلة للتطوير الصناعي، إلى جانب توافقها الحيوي وانخفاض سميتها مقارنة بالعديد من المواد النانوية الأخرى. كما تمتاز النقاط الكربونية بقدرتها العالية على امتصاص الضوء ضمن نطاق واسع من الأطوال الموجية، إضافة إلى استقرارها الكيميائي والحراري الممتاز، مما يساهم في تحسين كفاءة الأنظمة التحفيزية المختلفة[69].

تلعب النقاط الكربونية دورًا مهما في تعزيز كفاءة التحفيز الضوئي، إذ تعمل على تحسين امتصاص الضوء وتقليل إعادة اتحاد أزواج الإلكترون - الفجوة الناتجة عن الإثارة الضوئية، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة كفاءة التفاعلات الضوئية المختلفة. كما تسهم هذه الجسيمات في تسهيل انتقال الشحنات الكهربائية بين المواد شبه الموصلة، مما يحسن الأداء الكهروضوئي ويزيد من فعالية عمليات تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية أو كهربائية.

وفي مجال تخزين الطاقة، تدخل النقاط الكربونية في تصنيع الأقطاب الكهربائية الخاصة بالبطاريات والمكثفات الفائقة، حيث تساعد مساحتها السطحية الكبيرة وموصليتها الجيدة على تحسين سعة التخزين وزيادة سرعة انتقال الأيونات والإلكترونات داخل النظام. كما تساهم في رفع استقرار الأجهزة وتحسين عمرها التشغيلي.

ومن الأمثلة المهمة على استخدام النقاط الكربونية في التحفيز الضوئي البنية غير المتجانسة المحتملة لصفائحCQDs/Bi MoO ، والتي أظهرت كفاءة مرتفعة في تحسين النشاط التحفيزي الضوئي. وتعمل النقاط الكربونية في هذا النظام على توسيع نطاق امتصاص الضوء المرئي وتعزيز فصل الشحنات الضوئية. مما يؤدي الى زيادة انتاج الأنواع النشطة وتقوية كفاءة التفاعلات الضوئية المختلفة[74].



الشكل(II-15):مخطط البنية غير المجانسة المحتملة للصفائح النانويةCQDs/Bi2MoO6 واليتها التحفيزية الضوئية[74].

II-6-الدراسات السابقة:

تتمتع النقاط الكربونية(CDS)بخصائص استثنائية وسهولة في التحضير جعلتها في الأونة الأخيرة طفرة في الدراسات البحثية الى استكشاف اليات تصنيعها وتطبيقاتها الوظيفية وفيما يلي استعراض الأبرز المساهمات العلمية في العلمية في هذا المجال :

II-6-1-التطبيقات في الاستشعار الايوني للمعادن الثقيلة:

درست(جيدور جبارية ، غريسي مريم)في ماي مذكرة ماستر بعنوان التصنيع الأخضر لنقاط الكربون من نواة نبتة السدر حيث قاما بتصنيع نقاط الكربون باستخدام الطريقة الحرارية المائية من اجل استعمالها في الاستشعار الايوني للمعادن الثقيلة.

II-6-2-التطورات في أجهزة الاستشعار البصري:

قدمZhangوزملاؤه في مراجعة شاملة حول التطورات التقنية في أجهزة الاستشعار البصرية القائمة على النقاط الكربونية، وتحديد في المجال الكشف عن المبيدات الحشرية نظرا لمخاطرها المتزايدة على التوازن البيئي والصحة العامة.

II-6-3-التخليق الحيوي والنشاط المضاد للأكسدة:

وفي دراسة حديثة(في ماي)ركزت الطالبتان دابون اكرام وسويقات اميمة على دراسة ماهية النقاط الكربونية المصنعة عبر " التخليق الأخضر" باستخدام مستخلص الكسبرة . وقد شملت الدارسة تقييما لخصائصها البنيوية والبصرية باستخدام تقنيات المجهر الالكتروني والاشعة السينية بإضافة الى فحص فاعليتها كأجهزة استشعار ايونية وتقدير نشاطها المضاد الأكسدة.

II-6-4-منهجيات للتصنيع الأخضر وإدارة النفايات:

استعرض وزملاؤه في مطلع عام الاستراتيجيات الحديثة لتحضير النقاط الكربونية" الخضراء" من مصادر حيوية مع تسليط الضوء على التحديات التقنية والافاق المستقبلية لدمجها في أجهزة الاستشعار.

الفصل الثالث

عموميات حول النباتات المدروسة

III-1-التعريف بالعائلة النخيلية:

تعد عائلة النخيل, واحدة من اكثر مجموعة النباتات شهيرة في العالم , تتألف من حوالي 100نوع عبر جنسا, وهي عائلة كبيرة ومتنوعة وفي الوقت نفسه واحدة من اكثر العائلات تميزا وغالبا ما ينظر الى النخيل والذي يعد جزءا من مجموعة احاديات الفلقة توجد في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وتتميز بسيقانها الطويلة غير المتفرعة واوراقها المميزة التي تشكل وردة , تشمل هذه العائلة أنواعا ذات أهمية اقتصادية مثل نخيل التمر ة ونخيل جوز الهند قد ذكر القرءان الكريم النخيل والتمر في سبعة عشرة سورة وذكرها في كثير من الاحاديث النبوية ومأثورات العرب واشعارهم[75].

الصورة(III-1): واحات من النخيل .

III-2- التعريف نبات التمر:

تعتبر التمور غذاء وفاكهة معا فهي فاكهة في مرحلة الخلال والرطب ومادة غذائية في مرحلة التمر وهي ذات شكل مستطيل متطاول وتحتوي بداخلها نواة صلبة القوام محاطة بنسيج لحمي. وزن وابعاد التمر متغيرة جدا حسب النوع ويتبع هذا التغير في الشكل والوزن واللون ويختلف حسب نوعية التمر [75].

الصورة (III-2): توضح نبات التمر.

III-3-التعريف نوى التمر:

تعتبر الجزائر من اكبر الدول المنتج للتمور وان معظم انتاجائها يصل الى اكثر من 516الف طن سنويا (ورقلة)يستهلك محليا ويمثل نوى التمر او بذور نسبة عالية نسبيا ويعتبر في معظم الأحيان مخلفات لاستفادة منها الاف العديد من الأطباء اكدوا أهمية طبيبا حيث أشاروا انها مقوية الاعصاب ومعالجة لحالات مثل الربو ومرض العيون والاغشية المخاطية وخافضة الحرارة وغيرها ومن الناحية الاقتصادية فقد حولو النوى الى مشروب قهوة ذات مذاق طبيب ومميز بما تحمله من منافع صحية[75].

الصورة (III-3): توضح نوى التمر.

III-4-فوائد نوى التمر[75]:

-أجريت عدة دراسات على نواة التمر اكدت أهميتها الغذائية والدوائية منها:

- يمكن تحويل نوى التمر الى نقاط كربونية ذات خصائص فلورية مميزة. تستخدم في التصوير الحيوي والاستشعار والكشف عن الملوثات.

- يساعد استخدام نوى التمر في تقليل الاعتماد على المواد الكيميائية الضارة. ممايجعل عمليات التحضير اكثر استدامة وامانا للبيئة.

- يمكن استخدام المواد النانوية المستخلصة من نوى التمر في امتصاص وإزالة الملوثات والمعادن الثقيلة من المياه .

-أظهرت الدراسات ان النقاط الكربونية المشتقة من نوى التمر قد تساهم تحسين انبات بذور وزيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي وتعزيز نمو النباتات.

-تمتلك النقاط الكربونية المستخلصة من نوى التمر توافقا حيويا وسمية منخفضة. مما يجعلها مناسبة للتصوير الحيوي والاستشعار الحيوي وتوصيل الادوية.

III-5- تعريف بنات الحلبة:

تعرف الحلبة علميا باسم(Trigonella frenum graecum)وهي من الفصيلة البقولية.

الحلبة (fenugreek) عشب حولي يتراوح ارتفاعه ما بين 20-60 سم، لها ساق جوفاء وتتشعب منها فروع صغيرة يحمل كل منها في نهايتها ثلاث أوراق مسننة طويلة، ومن قاعدة ساق الأوراق تظهر الأزهار الصفراء الصغيرة التي تتحول الى ثمار على شكل قرون معقوفة طول كل قرن حوالي 10 سم وتحتوي على بذور تشبه إلى حد ما في شكلها الكلية وهي ذات لون أصفر مائل إلى الأخضر[76].

الصورة(4): بذور الحلبة.

III-6-أنواع الحلبة:

يوجد نوعان من الحلبة وهما:

1. الحلبة البلدية العادية ذات اللون المصفر.

2 .الحلبة الحمراء والمعروفة بحلبة الخيل.

وهما يختلفان اختلافا كثيرا والحلبة المعنية هنا هي الحلبة العادية الصفراء.

واسم الحلبة جاء من اسم "حلبا" وهو من أصل هيروغليفي ولها أسماء أخرى مثل "أعنون غاريفا، وفريقة، وحليب، ودر حراج، وفريقة، وحمايت وفي صعيد مصر يسمونها "الحياجة"، والجزء المستعمل من نبات الحلبة هو البذور والبذور المنبتة[76].

III-7-نبذة تاريخية عن الحلبة:

عرف العرب الحلبة منذ القدم وقد جاء في قاموس الغذاء والتداوي بالنبات أن الأطباء العرب كانوا ينصحون بطبخ الحلبة بالماء لتليين البطن والصدر والحلق ولتسكين السعال، وكذلك إذا طبخت وغسل بها الشعر جعلته مجعد وجميل.

يذكر عن النبي صلى الله عليه وسلم " أنه عاد سعد بن أبي وقاص بمكة، فقال: ادعو له طبيبه ، فدعي الحارث بن كلدة، فنظر إليه فقال : ليس عليه بأس، فاتخذوا له فريقة، مع تمر عجوة رطب يطبخان، فيحساهما، ففعل ذلك، فبرى".

ولقد قيل في الحلبة" لو علم الناس بما فيها من فوائد لاشتروها بوزنها ذهبا".

كما قال العالم الإنجليزي كليبر " لو وضعت جميع الأدوية في كفة ميزان ووضعت الحلبة في الكفة الأخرى لرجحت كفة الحلبة".

وقوة الحلبة من الحرارة في الدرجة الثانية ومن البيبوسة في الأولى، وإذا طبخت بالماء لينت الحلق والصدر والبطن وتسكن السعال والخشونة والربو وعسر النفس، وهي جيدة للربح والمغص والبلغم والبواسير، وتنفع الأمراض الرئة، وتنفع الأوجاع الرحم، وتحلل الأورام الصلبة قليلة الحرارة ، ومنافعها أضعاف ما ذكر، ويذكر عن القاسم بن عبد الرحمن أنه قال : قال رسول الله صلى الله عليه وسلم :" استشفوا بالحلبة" .

في الطب الحديث وجد أن الحلبة غنية بالمواد البروتينية والفسفور والمواد النشوية وهي تماثل في ذلك زيت كبد الحوت ، كما تحوي أيضا مادتي الكولين والتريكونيلين وهما يقاربان في تركيبهم حمض النيكوتينيك وهو أحد فيتامينات "ب"، كما تحتوي بذورها على مادة صمغية ومواد ثابتة وزيت طيار يشبه زيت اليانسون ويمكن أن تؤكل مطبوخة للتغذية وفتح الشهية وزيادة الوزن[76].

الجدول(III-1): النسب المئوية لمكونات الحلبة.

	رطوبة	بروتين	كربوهيدرات	الياف	فسفور	كالسيوم	حمض نيكوتيك	صابونيات	زيت ثابت	زيت طيار
بذور جافة	7.6	24. 67	49.72	9.02	0.33	0.22	0.03	قليل	6.0	1.05
نبات اخضر	78.56	4.58	4.89	1.37	0.00	0.00	0.00	0.00	1.3	0.6

III-8-الفوائد الصحية للحلبة[77]:

1. بعض الفوائد الصحية للحلبة :
2. يساعد في خفض نسبة الكوليسترول.
3. يساعد في الحماية من السرطان.
4. يساعد في مستويات هرمون التستوستيرون الصحية.
5. يساعد في الوقاية من مرض السكري.
6. يساعد في مشاكل الهضم. يساعد في إنقاص الوزن.

III-9-المتطلبات الزراعية المناخية لزراعة الحلبة :

تحتاج زراعة الحلبة إلى مناخ معتدل بارد وخالي من الصقيع وسماء صافية طوال فترة نموها. على الرغم من أن الحلبة تتحمل الصقيع إلى حد ما خلال مرحلتها الخضرية النشطة ، إلا أنها ستصبح عرضة للضرر الناجم عن الصقيع في مراحل الإزهار وتكوين الحبوب المبكرة[78].

III-10-متطلبات التربة:

يمكن زراعة الحلبة في أنواع عديدة من التربة الغنية بالمواد العضوية. ومع ذلك ، فإن التربة الطينية (أو) الطينية الرملية ذات الصرف الجيد هي الأفضل مناسبة لزراعة الحلبة التربة ذات الأس الهيدروجيني من 6.0 إلى 7.0 ستزيد من غلة بذور الحلبة[78]..

III-11- كيفية حصاد الحلبة:

أفضل وقت لحصاد المحصول هو عندما تبدأ الأوراق السفلية في التساقط وتتحول القرون إلى اللون الأصفر. يمكن إجراء الحصاد اليدوي عن طريق قطع النباتات بالمنجل. قد يؤدي تأخير الحصاد إلى تمزق البذور[78].

III-12-محصول الحلبة:

يمكن توقع متوسط محصول من 10 إلى 11 قنطار / هكتار. ومع ذلك ، في ظل أفضل ظروف الإدارة ومع وجود تنوع جيد من البذور ، يمكن الحصول على متوسط محصول من 15 إلى 20 ف / هكتار[78].

III-13- حصاد الحلبة:

يجب ربط النباتات المحصودة في حزم وتجفيفها في ضوء الشمس لمدة 5 إلى 7 أيام. في عملية الدرس ، يتم فصل بذور الحلبة عن النباتات. يمكن إجراء الدرس اليدوي أو الدرس الميكانيكي لفصل البذور عن النباتات[78].

III-14-التطبيقات الزراعية لنقاط الكربون:

III-14-1-تعزيز إنبات البذور:

تعمل نقاط الكربون كعامل واعد لتعزيز الإنبات بفضل قدرتها على اختراق غلاف البذرة الصلب وتعزيز تغلغل الماء. تتفاعل المجموعات المحبة للماء على سطحها مع جزيئات الماء، مما يضمن رطوبة كافية داخل البذرة. كما وجد أنها تنظم التعبير عن جينات "الأكوادوريون" (Aquaporin) التي تسهل نقل المياه داخل الخلايا[79].

III-14-2-تحسين تغذية النبات :

بالإضافة إلى امتصاص الماء تزيد نقاط الكربون من تركيز العناصر المعدنية مثل (البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والحديد) في النباتات. يمكن استخدامها كأسمدة بطيئة الإطلاق، مما يضمن إمداداً مستمراً للمحصول بالعناصر الضرورية[79].

III-14-3-تثبيت النيتروجين الحيوي:

تحفز نقاط الكربون نشاط إنزيم النيتروجيناز في البكتيريا المثبتة للنيتروجين مثل(Azotobacter)، مما يزيد من نشاط تثبيت النيتروجين بنسبة تصل إلى 158%[80].

III-14-4-تخفيف الإجهاد الحيوي وغير الحيوي :

تساعد نقاط الكربون النباتات على تحمل الجفاف والملوحة، والحرارة من خلال تنظيم نشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة وكسح الجذور الحرة (ROS). كما أظهرت خصائص مضادة للبكتيريا من خلال تأثيرها على الحمض النووي للبكتيريا الممرضة[80].

الفصل الرابع

المواد والدراسة التجريبية

-المقدمة:

تتناول هذه الدراسة تحضير النقاط الكربونية انطلاقا من مسحوق نوى التمر بالإعتماد على الطريقة الحرارية المائية نظرا لكفاءتها وصداقتها للبيئة وتحليلها بواسطة الاشعة تحت الحمراء والاشعة المرئية فوق البنفسجية إضافة الى تطبيق النقاط الكربونية المستخرجة من نواة نبتة السدرة العام الماضي والمحضرة من نوى التمر على نبات الحلبة الذي زرع في تربة المنطقة (1)وسقي بمياهها وعلى نبات الحلبة الذي زرع بتربة المنطقة(2)وسقي بواسطة مياهها. وهذا من اجل دراسة ومعرفة مدى تاثير هذه النقاط الكربونية سواء كانت من نوى التمر اومن نواة نبتة السدرة على نمو نبات الحلبة خلال فترات زمنية مختلفة حيث تم اجراء مختلف الطرق التجريبية في المخبر الكيمياء التحليلية بكلية الرياضيات وعلوم المادة بورقلة حيث ينقسم هذا الفصل الى جزئين رئيسين جزء الدراسة التجريبية وجزء تحضير التربة من اجل استعمالها في عملية زراعة نبات الحلبة.

IV-الدراسة التجريبية:

IV-1 -المواد الكيميائية والأدوات المستخدمة:

الجدول (IV-1):الأدوات المستخدمة وسعتها .

الأدوات	السعة
بيشر	500ml
ارلينة	100ml
مخبار مدرج	100ml
علب بلاستيكية	50ml
ملعقة زجاجية	-
جفنة زجاجية	-
ورق ترشيح	-
قمع زجاجي	-
اوتوكلاف	-

IV-1-2-المواد المستعملة:

الجدول(IV-2):المواد المستعملة.

المادة	اسم الشركة
-ماء مقطر	Palmycleam
-مسحوق نوى التمر	-

IV-2-الاجهزة المستعملة:

الجدول (IV-3): الأجهزة المستعملة.

الأجهزة	اسم الشركة
-الفرن	NABERTHERM GMBH
-جهاز الطرد المركزي	NUVE(NF1200)
-جهاز التجفيف بالتجميد	CHRIST(ALPHA 2-4LSCBASic)
--جهاز الاشعة المرئية و فوق البنفسجية	Agilent Technologies(Cary100UV-Vis)
-جهاز الاشعة تحت الحمراء	Agilent Technologies(Cary 630FTIR)

IV-3-معالجة العينة:

تم بتاريخ ديسمبر 2024جني عينة من نبات التمر من طرف الأستاذة جدة عبير من منطقة حاسي بن عبد الله التي تقع في ولاية ورقلة في خطي الطول 5.46° شرقا ودائرتي العرض32.02° شمالا.

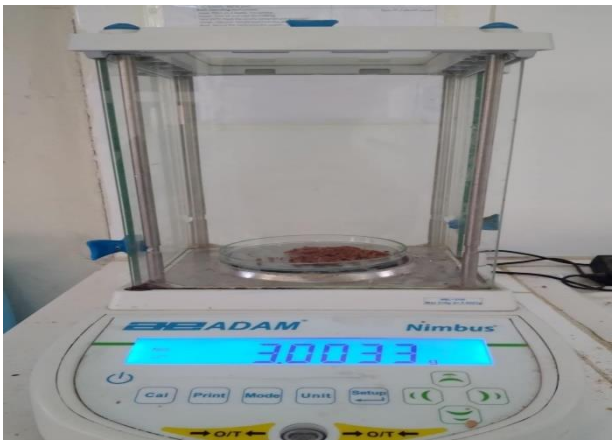
I V -3- 1-البرتوكول التجريبي:

1-طحن نوى التمر في خلاط كهربائي الى ان أصبحت مسحوق.

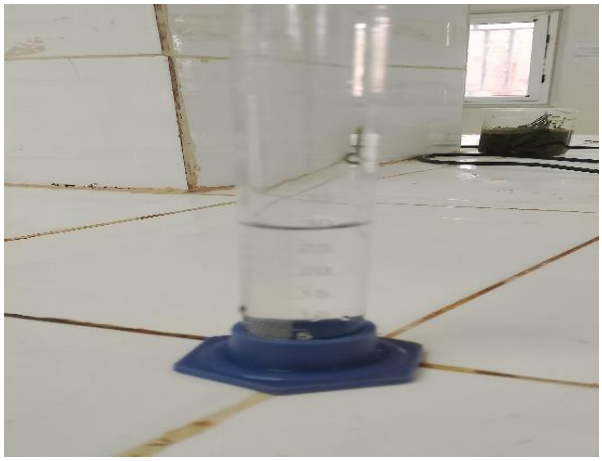
2-احضار مسحوق نوى التمر بعد طحنها.

.

3-تم وزن 3غرام من مسحوق نوى التمر في ميزان حساس.



4-مزج3 غرام من مسحوق نوى التمر مع 30مل من ماء المقطر في بيشر سعته100 مل.



5-رجت العينة لمدة 24ساعة في جهاز الرج المغناطيسي.

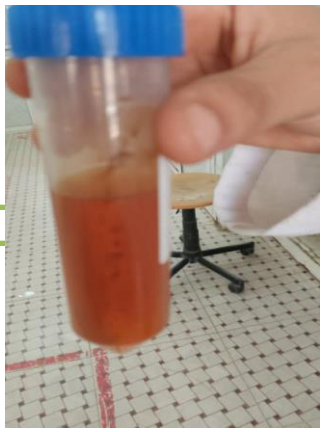
6-وضع العينة في لوطو كلاف ثم وضعها في الفرن لمدة 4ساعات على درجة حرارة200°C.

7-اخراج العينة من الفرن وتركها تبرد.

8-ترشيح العينة بواسطة ورق الترشيح ووضعها في أنبوب خاص بجهاز الطرد المركزي.

9-وضع الانبوب في جهاز الطردي المركزي لمدة ربع ساعة عند دورة9000.

10-اخراج العينة من جهاز الطرد المركزي ووضعها في علب بلاستيكية محكمة الاغلاق ثم وضعها في المبرد وفي الأخير تم الحصول على محلول نقاط الكربون.



11-بعد الحصول على محلول النقاط الكربون المحضرة من نوى التمر فانه يتم تجفيف هذه العينات في جهاز التجفيف بالتبريد ((4LSCBASic-CHRISTALPHA 2)الموجود في مركز البحث العلمي الأرضية التقنية للتحاليل الفيزيائية والكيميائية بورقلة(CRAPCOUANGLA).

IV-4- التوصيف بواسطة مطيافية الاشعة المرئية وفوق البنفسجية:

-تم تحليل المحلول المحضر سابقا (محلول النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر) في مركز البحث العلمي الأرضية التقنية للتحاليل الفيزيائية والكيميائية بورقلة(CRAPCOUANGLA) بواسطة جهاز Agilent Technologies(Cary 630FTIR) حيث يتم تسجيل قياسات UV-VIS عند حرارة الغرفة وباستخدام الماء المقطر كمحلول فارغ.

الشكل(IV-1): صورة مطيافية الاشعة المرئية فوق البنفسجيةUV-VIS.

IV -5 -التوصيف بواسطة مطيافية الاشعة تحت الحمراء:

تم تحليل المحلول المحضرة من نوى التمر في مخبر الاشعاع والبلازما وفيزياء والسطوح بقسم الفيزياء بكلية الرياضيات وعلوم المادة بجامعة ورقلة باستخدام جهاز الاشعة تحت الحمراء(Agilent Technologies(Cary 630FTIR)).

الشكل (IV-2) :صورة مطيافية الاشعة تحت الحمراءFTIR.

IV-6-تحضير محلول النقاط الكربونية من نوى التمر ونواة نبة السدرة:

-تم تحضير محلول النقاط الكربونية سواء كانت المحضرة من نوى التمر او المستخرج من نواة نبتة السدرة :

-تم وزن 0.010غرام من النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر او من نواة نبتة السدرة .

-اذابة النقاط الكربونية الموزنة في100مل من الماء المقطر في بشيرسعته500مل ثم وضعها قارورات بلاستيكية سعتها50مل.

IV-7-مراحل تحضير التربة والمياه المستعملة في عملية الزراعة نبات الحلبة :

-لدينا نوعين من التربة والماء نقوم بدراسة عليهما:

-تربة حاسي مسعود:

لقد تم الحصول على تربة وميا ه مدينة حاسي مسعود من طرف الأستاذة دقموش مسعودة في يوم 2026/03/18 من مزرعة يمتلكها اخ الأستاذة دقموش مسعودة.

-تربة ومياه جامعة قاصدي مرباح كلية الرياضيات وعلوم المادة ورقلة:

-تمت عملية اخذ تربة بعد على الموافقة من رئيسة قسم الكيمياء لويزة زنخري بأخذ كمية من تربة الجامعة وماء تم ذلك صبيحة يوم الاثنين 2026/02/23 تم اخذ كمية معتبرة من التربة من اجل زراعة نبات الحلبة.

الشكل(IV-3):صور توضح طريقة اخذ العينات التربية من ساحة جامعة قاصدي مرباح كلية الرياضيات وعلوم المادة.

الفصل الخامس

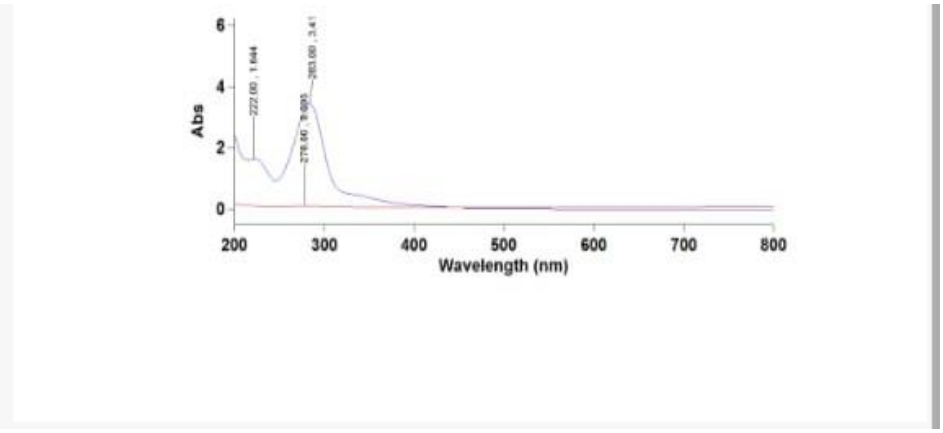
مناقشة النتائج

ـمقدمة:

يتناول هذا الفصل المناقشة لكل النتائج المدروسة و التوصيف بواسطة مطيافية الاشعة المرئية والاشعة فوق البنفسجية و الاشعة تحت الحمراء ونتائج تحاليل تربة منطقة(1) وتربة (2)من مخبر الاشغال العمومية و مخبر جيولوجيا الصحراء ونتائج تحاليل المياه للمنطقتين من مخبر الجزائرية للمياه و تطبيق النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر والمستخرجة من نواة نبتة السدرة على نبات الحلبة الذي زرع في أوساط مختلفة الأمكنة.

V-1-توصيف بواسطة مطيافية الاشعة المرئية وفوق البنفسجية(UV-ViS):

تم تسجيل بواسطة طيف الامتصاصية باستخدام الاشعة المرئية وفوق البنفسجية في مركز البحث العلمي الارضية التقنية للتحاليل الفيزيائية والكيميائية بورقلة(PTAPC CRAPC OUARGLA) للمحلول المائي للنقاط الكربونية المصنعة من نوى التمر حيث يظهر قمة مميزة في المنحنى عند284 nm والتي تعزى الى الانتقالات الالكترونية $n\rightarrow\pi^*$ لروابط الكربونيل (C=0) او الروابط التي تحتوي على ازواج الكترونية غير ربطة هذه القمة هي البصمة المميزة للمجموعات الوظيفية الموجودة على سطح النقاط الكربونية وهي المسؤولة عن استقرارها في الماء وتفاعلها مع الوسط المحيط بها.



الشكل(V-1):يوضح طيف امتصاص الاشعة المرئية وفوق البنفسجية للنقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر.

V-2-توصيف بواسطة مطيافية الاشعة تحت الحمراء(FTIR):

تم تسجيل طيف كذلك لمعرفة التركيب الكيميائي الدقيق للنقاط الكربونية المصنعة حيث نلاحظ:

1-منطقة المجموعات الوظيفية($4000\text{-}1500cm^{-1}$).

-حزمة عريضة عند ($3500\text{-}3200cm^{-1}$):تعود للاهتزاز الامتطاطي لمجموعة الهيدروكسيل (O-H)عرض الحزمة يشير الى وجود روابط هيدروجينية قوة وهو امر شائع في المواد المشتقة من الكتلة الحيوية.

-حزمة عند ($2850\text{-}2920cm^{-1}$)تعود الاهتزاز الامتطاطي لروابط الكربون .هيدروجين الاليفاتية(C-H) الخاصة بمجموعات(CH2)و(CH3).

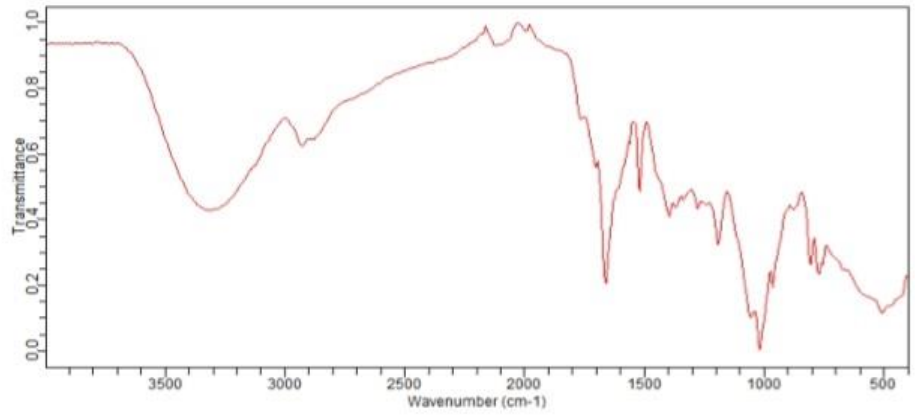
-حزمة عند ($1715\text{-}1700cm^{-1}$) تشير بوضوح الى وجود مجموعة الكربونيل (C=O)وهي دلالة على وجود مجموعات الكربوكسيل او الالدهيدات الناتجة عن عملية الكربونية.

-حزمة عند ($1650\text{-}1600cm^{-1}$)تشير الى اهتزاز الروابط الزوجية(C=C)في الحلقات العطرية مما يوكد تكوين النواة الكربونية للنقاط الضوئية .

2-منطقة "بصمة الاصبع" عند ($1500\text{-}500cm^{-1}$).

-حزمة عند ($1450\text{-}1400cm^{-1}$)تعود غالبا للاهتزاز الانحنائي لروابط(C-H) .

-حزمة قوية وواضحة جدا عند ($1100\text{-}1000cm^{-1}$) تعود للاهتزاز الامتطاطي لروابط (C-O) في حالة المواد الكربونية المحضرة من السكريات او الالياف (مثل نوى التمر) تكون هذه الحزمة قوية جدا وتدل على وجود روابط ايثر او كحول.



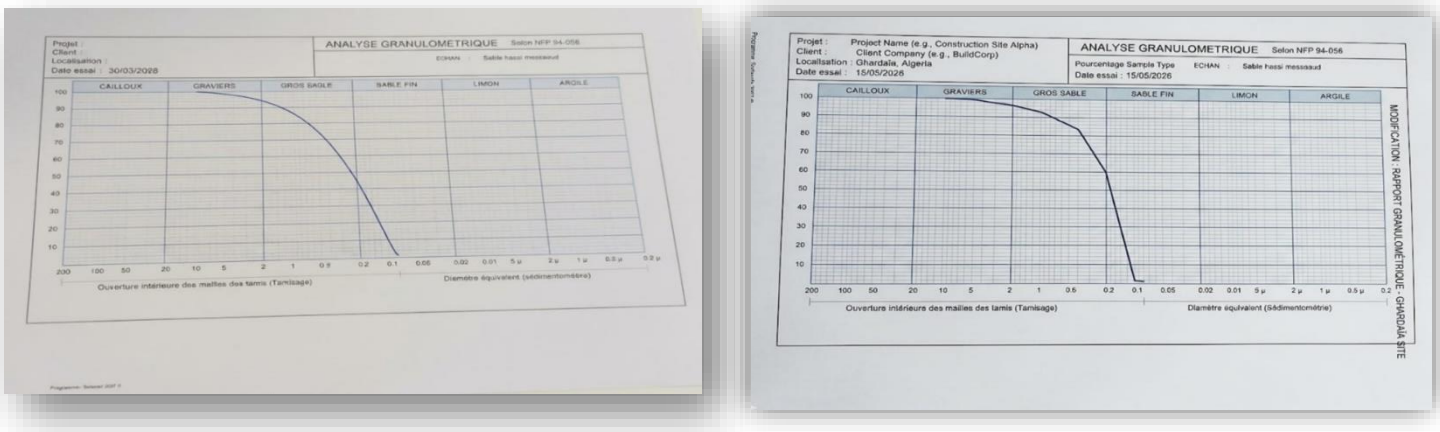
الشكل(V-2):يوضح طيفFTIR للنقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر.

V-3-تحاليل التربة المؤخوذ من المنطقة (1)ومنطقة(2):

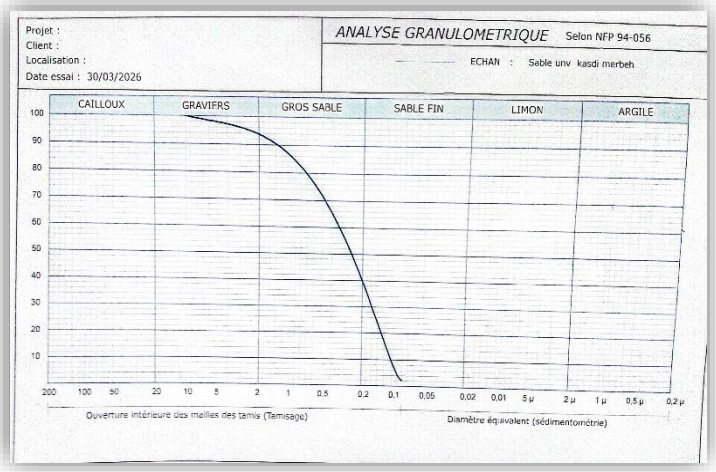
- تم اجراء التحاليل لتربة في مخبر الاشغال العمومية الجنوبية:

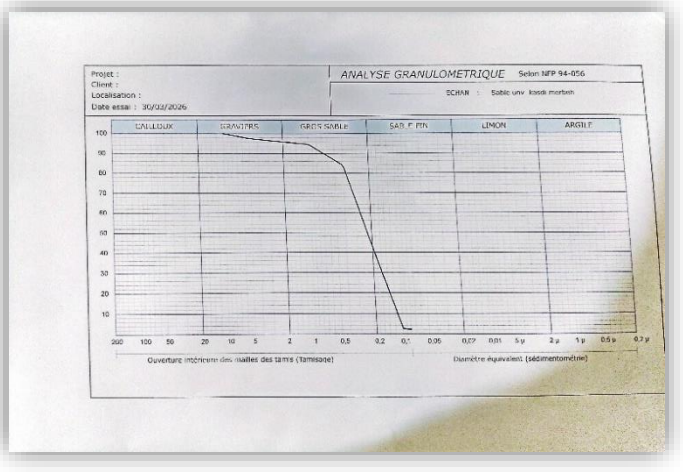
جدول(V-1): نتائج التحليل الحبيبي للعينات الترابية.

فتحة المنخل(مم)	الوزن المار(%)	
	المنطقة كلية الرياضيات وعلوم المادة	المنطقة حاسي مسعود
5	98	99
2	96	97
1	95	93
0.4	84	84
0.2	43	60
0.1	3	2
0.08	2	1



الشكل (V-3):منحنيات توضح نتائج التحاليل الفيزيائية لتربة المنطقة(1).





الشكل (V-4):منحنيات توضح نتائج التحاليل الفيزيائية لتربة المنطقة(2).

V-3-1-تفسير نتائج التحاليل الفيزيائية لتربة المنطقة(1):

يمثل هذا المنحنى التحليل الحبيبي لتربة المنطقة (1)حيث يمثل المحور الافقي اقطار الحبيبات في(mm) مرسومة بقياس لوغاريتمي يمتد من الحبيبات الخشنة على اليسار والناعمة جدا على اليمين اما المحور العمودي يمثل النسبة المئوية للمار التراكمي ويترواح من 0% و100%ومن خلال تتبع شكل المنحنى الأزرق ونقاطه الصفراء نلاحظ مايلي:

-غياب العناصر الخشنة: المنحنى يبدا تقريبا من قطر10mm وهذا يعني انه لايحتوي مطلقا على حجارة كبيرة اوحصى الخشن.

-الانحدار الشديد في منطقة الرمال :نلاحظ نزول فجائيا وحاد للمنحنى بين قطريين0.1mm, 1mm.

-عند قطر0.5 mm نسبة المار هي حوالي 80%.

-عند قطر 0.2mmتنخفض النسبة بشكل حاد لتصل الى حوالي 60%.

-عند قطر 0.1mmيهبط المنحنى مباشرة الى الصفر0%.

-غياب العناصر الناعمة جدا المنحنى ينتهي تماما عند قطر 0.1mmمما يعني عدم وجود نسبة الطمي او الطين في العينة.

-استخلاص النتائج:

المنحنى شبه عمودي في منطقة الرمال وهذا يعني ان معظم حبيبات هذه التربة لها تقريبا نفس الحجم والقطر (محمور بشكل رئيسي بين 0.1mm و0.5mm).

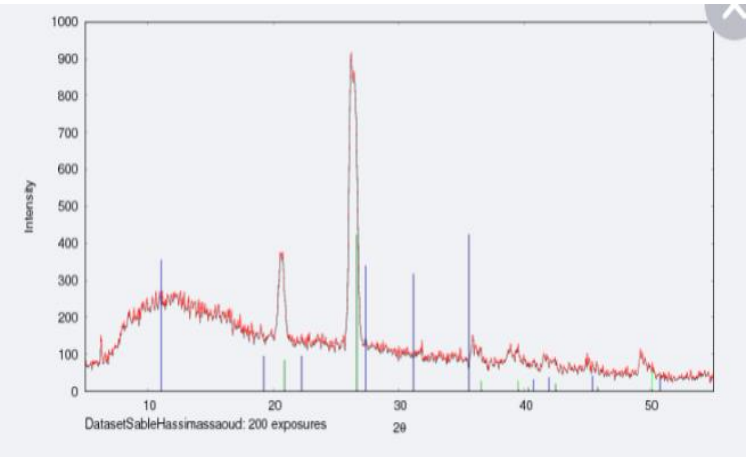
-العينة عبارة عن رمل ناعم ونظيف وخال تماما من الشوائب الطينية.

.

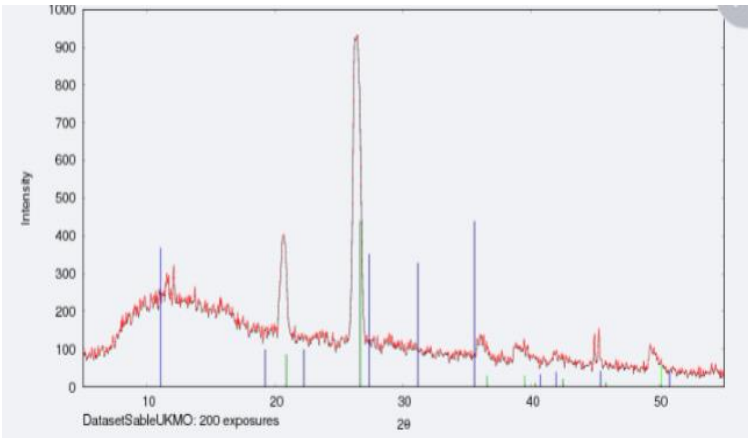
V-3-2-تفسير نتائج التحاليل الفيزيائية لتربة المنطقة(2):

يمثل منحنى التحليل الحبيبي لتربة المنطقة (2)حيث يمثل المحور الافقي اقطار الحبيبات في (mm) والمحور العمودي يمثل النسبة المئوية للمار التراكمي حيث نلاحظ ان المنحنى يبدا من قطر10mm بنسبة مار100% وينحدر تدريجيا وببطء ويمر بنقاط الفرز عند قطر 5mmو2mmوهذا يشير الى وجود نسبة ضئيلة جدا من الحبيبات الخشنة او الحصى الصغيرة .كما نلاحظ تدريجيا نسبيا واضحا المنحنى يقطع1mm عند نسبة مار تقارب 85%ويقطع 0.5mm عند نسبة مار تقارب هذا يعني ان العينة تحتوي على توزيع ممتاز من الرمال الخشنة و المتوسطة كما نلاحظ انحدار المنحنى بانتظام ليمر بقطر 0.2mmنسبة المار 45% حوالي ثم يهبط ليصل الى0% عند قطر0.1mm وهذا دلالة على ان رمل ناعم .

V-4-تحاليل التربة المؤخوذ من المنطقة (1) والمنطقة (2)مخبر جيولوجيا الصحراء :



الشكل (V-5):منحنيات تربة المنطقة (1).



الشكل(V-6):منحنيات تربة المنطقة(2).

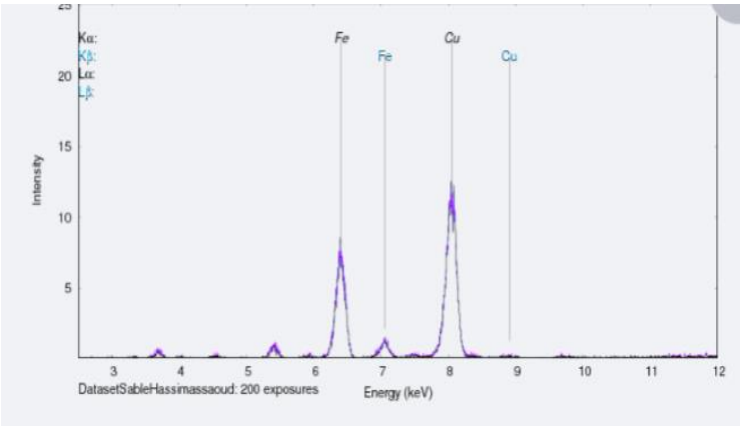
V-4-1-تفسير النتائج الفيزيائية المنطقة (1) و المنطقة(2):

يمثل المنحنى طيف حيود الاشعة السينية وهو تقنية تحليلية أساسية لتوصيف البنية البلورية والنانوية . حيث يظهر الطيف باللون الأحمر مع وجود خطوط عمودية ملونه بالأزرق والاخضر في الأسفل تمثل أنماط مرجعية قياسية المأخوذة من البيانات لتحديد الطور البلوري حيث يمثل المحور الافقي زواية الحيود θ 2 بالدرجات وهي الزاوية التي تنحرف بها الاشعة السينية بعد اصطدامها بالمستويات البلورية للعينة كما يمثل المحور العمودي شدة الاشعة المحيودة بوحدات عشوائية و التي تعبر عن مدى تكرار وترتيب المستويات البلورية المسؤولة عن الحيود.

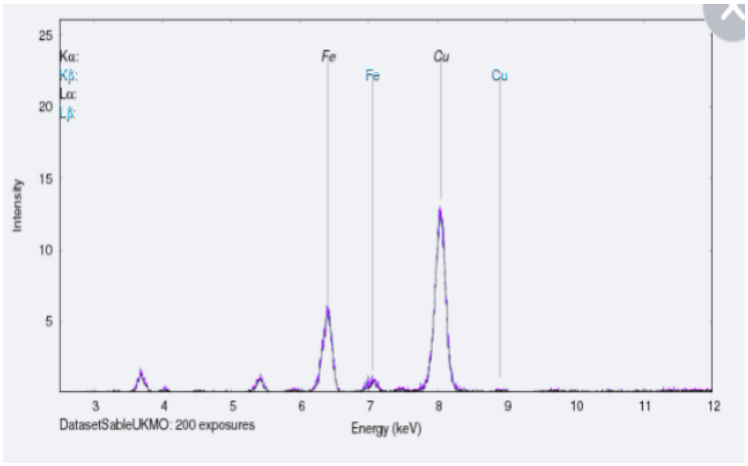
- القمة الرئيسية الحادة والقمم التابعة لها تمثل طيف الكوارتز SiO_2 وهو معدن أساسي ورئيسي في رمال حاسي مسعود والصحراء الجزائرية عموما اما القمم الخضراء تمثل المعادن التبخرية وارتفاعها يعود غالبا الى املاح ومعادن تبخريه كالجبس(CaSo) اوالهالين الملح الصخري NaClو هي معادن شائعة جدا في المناطق الجافة كمنطقة حاسي مسعود.

اما التداخل الأزرق والاخضر فهو يمثل اطوار مختلفة من السيليكا او الكربونات الكالسيوم التي تشكل القشرة الخارجية للحبيبات الرملية.

V-5-نتائج التحاليل الكيميائية لتربة المنطقة (1) والمنطقة(2):



الشكل(V-7):نتائج تحليل تربة المنطقة(1).



الشكل(V-8) :نتائج تحليل تربة المنطقة(2).

V-5-1-تفسير نتائج التحاليل الكيميائية لتربة المنطقة (1) و المنطقة(2):

- يمثل هذا المنحنى طيف مفلورية الاشعة السينية المشتتة من الطاقة لعينة رمل حاسي مسعود حيث كل ان كل عنصر كيميائي يمتلك طاقة انبعاث فريدة حيث يمثل المحور الافقي طاقة الاشعة السينية والعمودي الشدة التراكمية والتي تتناسب طرد يا مع التركيز الكمي للعنصر في العينة.

1/ قمة الحديد Fe وجود الحديد يفسر علميا اللون الأصفر المائل للاحمرار المميز لكثبان رمل حاسي مسعود وهذا الحديد لايوجد بشكل حر بل هو عبارة عن اكاسيد الحديد .

2/ قمة النحاس Cu النحاس هنا يمثل عنصرا شحيحا جدا في الرمال الصحروايةوهو ناتج عن تفكك صخور الجرانيت التي جرفتها الرياح الى منطقة.

3/ القمتان الرئيسيان الحادثان في المنتصف تعود هذه القمم غالبا الى عناصر معدنية ثقليه نسبيا او عناصر قلوية ترابية مثل الكالسيوم(Ca) المرتبط بالجبس او عناصر أخرى مصاحبة في المعادن التبخرية وطبقات الطمي الدقيقة جدا المحتسبة داخل الرمل.

الجدول(V-2): النتائج الكيميائية لتربة المنطقة (1) والمنطقة(2).

العينة	المنطقة كلية الرياضيات وعلوم المادة	المنطقة حاسي مسعود
وزن البوتقة مع الراسب	46. 56g	42.23g
وزن البوتقة الفارغة	38.34g	40.74g
$SO4-^{2}\%$	5.31%	0.17%
$SO3-^{2}\ \%$	6.38%	0.20%
CaSO3 2H2O	11.4%	0.36%
VNaOH	9.4	9.46
CaCo3%	61%	4%
PHi	10.08	8.30

V-5-2-تفسير النتائج لتحاليل الكيميائية لتربة المنطقة (2) والمنطقة(1):

-يمثل الجدول نتائج التحاليل الكيميائية لتربة المنطقة (2) والمنطقة (1)حيث نلاحظ أن:

-تربة كلية الرياضيات وعلوم المادة تتميز بانها تربة كلسية وجبسية حيث سجلت نسبة عالية جدا من الكلس والجبس ودليل على ذلك نسبة الكبريتات المرتفعة وذلك راجع الى ظاهرة التبخر الشديد وحركة المياه الجوفية التي أدت الى ترسيب هذه العناصر الأساسية كما نلاحظ ارتفاع في درجة الحموضة وذلك راجع الى ارتفاع نسبة كربونات الصوديوم الذائبة مما منح التربة خصائص قاعدية. بينما أعطت تربة حاسي مسعود نتائج كيميائية مغايرة تماما حيث تصنف كتربة رملية جافة ذات محتوى ملحي وكلسي منخفض وهذا ما يدل عليه نسبة درجة الحموضة المعتدلة.

V-6-تحاليل المياه المؤخوذ من المنطقة (2) و المنطقة(1):

الجدول (V-3):يمثل نتائج تحاليل مياه المنطقة(2).

المعايير	النتيجة	الوحدة
درجة الحموضة(PH)	7.37	/
الناقلية الكهربائية(EC)	2250	Us/cm
العسر الكلي(TH)	710	mg/l
كلوريد	509.88	mg/l
نيترات	17.52	mg/l
نيتر	50.005	mg/l
الفوسفور	50.005	mg/l
الصوديوم	250	mg/l

V-6-1-تفسير نتائج تحليل مياه المنطقة(2):

الجدول نتائج تحاليل مياه جامعة قاصدي مرباح كلية الرياضيات و علوم المادة بورقلة حيث نلاحظ ان قيمة درجة الحموضة بلغت7.37وهي قيمة معتدلة وكذلك قيمة الناقلية الكهربائية حيث سجلت 2550us/cmوهي قيمة مرتفعة تدل على خلو الماء من العوالق الطينية اما بالنسبة العسر الكلي فقد سجلت 700mg/Lوهو ما يدل على ان الماء عسير جدا مقارنة بالحد المسموح به وهو 500mg/Lوارتفاع نسبة الصوديوم والكلور يدل على ان الماء مالح نسبيا اما نسيب النيترات والنيتر والفوسفور لم تتجاوز الحد الأقصى البالغ50mg/L وهذا ما يدل على ان الماء خالي من الملوثات الكيمائية.

الجدول (V-4):يمثل نتائج تحاليل مياه المنطقة(1).

المعايير	النتيجة	الوحدة
درجة الحموضة(PH)	7.38	/
الناقلية الكهربائية (EC)	3620	us/cm
الملوحة	1.84	g/l
العسر الكلي(TH)	945	mg/l
بيكربونات	85.4	mg/l
لكلوريد	875	mg/l
لكالسيوم	320.64	mg/l
لمغنيزيوم	35.24	mg/l

V-6-2- تفسير نتائج تحليل مياه المنطقة(1):

يمثل الجدول نتائج تحاليل مياه المنطقة (1)حيث نلاحظ ان قيمة درجة الحموضة 7.38 وهي قيمة معتدلة وكذلك قيمة الناقلية الكهربائية حيث سجلت3620us/ cmوهي قيمة مرتفعة جدا تدل على خلو الماء من العوالق الطينية اما بالنسبة العسر الكلي فقد سجل قيمة945mg/lوهو ما يدل على ان الماء عسير جدا مقارنة بالحد المسموح وهو 5OOmg/Lاما بالنسبة القيمة ملوحة فتدل على ان مياه مالحة جدا ونسبة الشوارد المعدنية فتعتبر نسبتها عالية قليلا.

V-7-تطبيق نقاط الكربون:

من اجل دراسة وتطبيق ومعرفة مدى تاثير النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر والنقاط الكربونية مستخرجة من نوى نبتة السدرة وكذلك من اجل المعرفة المياه والتربة الصالحة للزراعة بذور الحلبة كتجربة لمعرفة النتائج لهذه الدراسة حيث تم زراعة ستة من الاوعية البلاستيكية ثلاثة بتربة ومياه المنطقة حاسي مسعود وثلاثة أخرى بتربة و مياه المنطقة كلية الرياضيات وعلوم المادة حيث تم تسجيل كل الملاحظات بعد مرور كل أسبوع.

V-7-1-بعد مرور الاسبوع الاول من الزراعة في تربة ومياه المنطقة(1):

الصورة (V-1): الوعاء رقم (1) نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر بعد مرور الاسبوع الاول

الصورة(V-2):الوعاء رقم (2) نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المستخرجة من نواة نبتة السدرة بعد مرور الاسبوع الاول .

الصورة (V-3): الوعاء رقم (3) نبتة شاهدة خالي من أي إضافات بعد مرور الاسبوع الاول.

الجدول(V-5) : ملخص خصائص الخصائص المورفولوجية على نبات الحلبة بعد مرور الاسبوع الاول.

وجه المقارنة	تجربة الوعاء رقم (1)	تجربة الوعاء رقم (2)	تجربة الوعاء رقم (3)
كثافة وحجم المجموع الخضري	غزارة عالية جدا وكثافة نمو واضحة تغطي مساحة كبيرة.	كثافة متوسطة ونمو اقل مقارنة بالأول.	كثافة منخفضة ونباتات منكمشة
حالة حجم الأوراق	أوراق عريضة ناضجة وممتلئة.	أوراق متوسطة الحجم تبدا بعض الأطراف بالجفاف الخفيف.	أوراق صغيرة جدا وضامرة وتظهر عليها علامات الذبول والجفاف.
اللون والحيوية	اخضر داكن وحيوي يدل على صحة ممتازة.	اخضر باهت قليلا مع بداية ظهور يقع رمادية او جافة على الأوراق.	لون شاحب يميل الى البني بسب الذبول الشديد.
حالة تربة المحيطة	رطبة ومغطاة كامل تقريبا بالنباتات	جاف نسبيا والتربة تظهر بوضوح حول النبات.	جاف جدا ومتشققة مع وجود مساحات فارغة كبيرة.

V-7 -2-التفسير العلمي الدقيق للنتائج بعد مرور الأسبوع الاول:

V-7-2-1 -تفسير نتائج الوعاء رقم (1):

اظهر هذا وعاء افضل النتائج مقارنة بالوعاء رقم (2) وعاء رقم (3) ويعود ذلك الى النقاط الكربونية النانوية المحضرة من نوى التمر التي قامت بتحفيز عملية التركيب الضوئي التي هي خاصية تمتلكها وهي الامتصاص الفائق للضوء وتحويله والتي تعمل على تسريع نقل الالكترونات داخل البلاسيتدات الخضراء مما يرفع كفاءة التمثيل الضوئي وإنتاج الطاقة بشكل هائل فينعكس ذلك غزارة النمو كذلك النقاط الكربونية المستخرجة من نوى التمر تكون غنية جدا بمجموعات الهيدروكسيل (OH-)والكر بوكسيل(COOH-) على سطحها بالإضافة الى بقايا المعادن المغذية الاصلية في التمر كالفسفور والبوتاسيوم والحديد هذه المجموعات تزيد من قدرة النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية من التربة.

V-7-2-2 -تفسير نتائج الوعاء رقم(2):

لقد اظهر هذا وعاء نمو اقلا وكثافة اقل و جفاف طفيف في الأطراف مقارنة بالأول ويعود ذلك الى اختلاف المجموعات السطحية والتركيب الكيميائي رغم ان نبات السدر غني بالمركبات النشطة كيميائيا مثل السابونين و الفلافونويدات الا ان تحويل نواتها الى نقاط كربونية قد ينتج عنه بنية نانوية ذات سمية خفيفة او تركيز مرتفع لبعض المركبات المثبطة للنمو في هذي المرحلة وقد تكون هذه النقاط الكربونية المستخرجة من نواة نبتة السدرة وقد رفعت من ملوحة المحلول حول الجذور بشكل طفيف مماخذ قليلا من سرعة الامتصاص للماء.

V-7-2-3-تفسير نتائج الوعاء رقم(3):

هذا وعاء يمثل عينة شاهدة وجاءت نتائجه ضعيفة مقارنة بالوعاء رقم(2)وعاء رقم(1)وقد يعود ذلك الى غياب الدعم النانوي الغذائي حيث ان الماء العادي لم يكن كافيا لتعويض هذ ا النقص و التحفيز لنبات. وغياب مضادات الاكسدة التي توفيرها النقاط الكربونية التي تعمل داخل الخلايا النباتية وتحمي النبة من الجفاف والحرارة فالوعاء الثالث قد حرم من هذه الحماية الكربونية النانوية فظهرت عليه علامة الاجهاد البيئي بسرعة فائقة.

V-7-3 -استنتاج بعد مرور الأسبوع الاول:

تثبت هذه التجربة بشكل قاطع ان النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر تعمل كسماد النانوي حيوي عالي الكفاءة وصديق للبيئة وكذلك النقاط الكربونية المستخرجة من نواة نبتة السدرة مما يفتح افاق واسعة وواعدة لاستخدام مخلفات التمور والسدرة في تحسين عملية الزراعية المستدامة وإنتاج المحاصيل في التربة الفقيرة.

V-7-4-بعد مرور أسبوعين من الزراعة في تربة ومياه المنطقة(1):

الصورة(V-4):الوعاء رقم (1) نبتة سقيت بمحلول النقاط االكربونية من نوى التمر بعد مرور اسبوعين.

الصورة(V-5) : الوعاء رقم (2) نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المستخرجة من نواة نبتة السدرة مرور اسبوعين.

الصورة(V-6): الوعاء رقم (3)نبتة شاهدة خالية من أي إضافات مرور اسبوعين.

الجدول(V-6): مخلص الخصائص المورفولوجية على نبات الحلبة بعد مرور أسبوعين.

وجه المقارنة	تجربة الوعاء رقم (1)	تجربة الوعاء رقم(2)	تجربة الوعاء رقم (3)
كثافة و حجم التغطية	غزارة قصوى ومستقر وتلاحم تام بين النباتات لتشكل كتلة خضراء متراصة وممتلئة	تحسين ملحوظ في الكثافة ونمو افقي وانتشار للأوراق يغطي مساحة كبيرة مقارنة بالأسبوع الاول	تعافي نسبي وتمدد خضري نمو افقي وانتشار للأوراق ليغطي مساحة اكبر من الأسبوع الأول.
حجم وبنية الاوراق	اورق عريضة جدا وسميكة وممتلئة دليل على كفاءة تخزين الماء والغذاء.	أوراق متوسطة الحجم تبدو اكثر وتماسك حيوية مقارنة بالأسبوع الأول.	أوراق متوسطة الى صغيرة لكنها تخلصت من الظهور الشديد الذي كان في السابق
اللون والجانب الحيوي	اخضر داكن متجانس حيوية ممتازة مع اختفاء تام المظاهر الجفاف	اخضر طبيعي واختفاء البقع الجافة والرمادية التي كانت في الأسبوع الأول.	اخضر باهت مع اختفاء قليل للجفاف في الأطراف الحاد الحامل سابقا.
مظهر التربة	محجوبة تقريب بالكامل تحت غطاء نباتي كثيف	التربة تظهر في الفرغات لكن المساحة ازادت.	التربة مازالت تظهر بوضوح في الأطراف لكن الكتلة النباتية ازادات.

V-7-5-التفسير العملي الدقيق النتائج بعد مرور أسبوعين.:

V-7-5-1 -تفسير نتائج الوعاء رقم (1):

نلاحظ بعد مرور أسبوعين من عملية الزراعة إستمرار التفوق الواضح في الوعاء (1) يثبت أن النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر لا تمنح النبات تحفيز مستمر فقط بل تقدم تأثير ممتدا و ذلك بفضل المجموعات الوظيفية الغذائية (OH- COOH -) و المحتوى المعدني المصاحب لنوى التمر ، أدى إلى تحسين نفاذية للأغشية الخلوية للجذور و تسهيل الامتصاص الماء والمغذيات على مدار أسبوعين .

V-7-5-2- تفسير نتائج الوعاء رقم (2):

نلاحظ تطور إيجابي ملحوظ في نتائج الوعاء رقم (2) مقارنة بالأسبوع الأول ويعود ذلك إلى التطور الإيجابي للكربون المستخرج من نواة نبتة السدرة الذي أدى إلى رفع عجلة النمو و تعويض التراجع السابق.

V-7-5-3-تفسير نتائج الوعاء رقم (3):

نلاحظ أن الوعاء الثالث يبدو أفضل بكثير من الأسبوع الأول وهذا التغير راجع إلى النمو والتطور المجموع الجذري الطبيعي مع مرور الوقت ووصول الجذور إلى رطوبة أفضل داخل التربة. وتجاوز مرحلة الجفاف الأولي . ومع ذلك عند مقارنته بالوعاء (1) و (2) يظل الوعاء (3) أقل إخضارا و أقل كثافة مما يؤكد أن غياب الدعم الثانوي يحرم النبات من القفزة النوعية في كفاءة التمثيل الضوئي ومقاومة الظروف البيئية المحيطة .

V-7-6-الاستنتاج بعد مرور اسبوعين:

-تؤكد نتائج الأسبوع الثاني ما يلي:

-النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر هي الأفضل كفاءة و الأسرع تأثيرا والأكثر أماتنا واستدامة على النبات منذ المراحل الأولى وحتى تقدم النمو

-النقاط الكربونية المستخرجة من نواة نبتة السدرة لا تقل أهمية عن الآخرى لكن يحتاج النبات مع معها إلى فترة حتى يبدأ تأثيرها الإيجابي بالظهور بشكل ملموس .

-السقي بالماء العادي ينمو فيه النبات بالحد الأدنى الطبيعي المتاح ويكون أكثر عرضة للإجهاد البيئي مقارنة .بمعاملات الثانوية الكربونية الحيوية.

V-7-7-بعد مرور ثلاث أسابيع من زراعة في تربة ومياه المنطقة (1):

الصورة(V-7):الوعاء رقم (1) نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية من نوى التمر بعد مرور ثلاث أسابيع.

الصورة (V-8):الوعاء رقم (2) نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية من نواة نبتة السدرة بعد مرور ثلاث أسابيع.

الصورة(V-9):الوعاء رقم (3) نبتة شاهدة خالية من أي إضافات بعد مرور ثلاث أسابيع

الجدول(V-7):مخلص الخصائص المورفولوجية حول نبات الحلبة بعد مرور ثلاثة اسابيع.

وجه المقارنة	تجربة الوعاء رقم (1)	تجربة الوعاء رقم (2)	تجربة الوعاء رقم (3)
كثافة وحجم التغطية	-غزارة قصوى ومستقر وتلاحم تام بين النباتات لتشكل كتلة خضراء متراصة وممتلئة .	-تحسن ملحوظ في الكثافة ونمو افقي وانتشار للأوراق يغطي مساحة كبيرة مقارنة بالأسبوع الأول.	-تعافي نسبي وتمدد خضري نمو افقي وانتشار للأوراق ليغطي مساحة اكبر من الأسبوع الأول.
حجم وبنية الاوراق	-أوراق عريضة جدا وسميكة وممتلئة دليل على كفاءة تخزين الماء والغذاء.	-أوراق متوسطة الحجم تبدو اكثر حيوية وتماسك مقارنة بالأسبوع الأول.	-أوراق متوسطة الى صغيرة لكنها تخلص من الضمور الذي كان في السابق.
اللون وجانب الحيوي	-اخضر داكن متجانس حيوية ممتازة مع اختفاء تام لمظاهر الجفاف.	-اخضر طبيعي واختفاء البقع الجافة والرمادية التي كانت في الأسبوع الأول.	اخضر باهت مع اختفاء قليل للجفاف في الأطراف الحاد الحامل سابقا.
مظهر التربة	-محجوبة تقريبت الكامل تحت غطاء نباتي كثيف.	-التربة تظهر في الفرغات لكن المساحة المغطاة ازادات.	التربة مازالت تظهر بوضوح في الأطراف لكن الكتلة النباتية زادت.

V-7-8-تفسير العلمي لنبات بعد مرور ثلاثة اسابيع:

V-7-8-1-تفسير النتائج الوعاء رقم (1):

تشير العديد من الأبحاث الحالية إلى أن النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر تحفز كيميائيا التعبير عن الجينات المسؤولة عن إنتاج الأوكسينات والجبير بلينات داخل النبات بشكل طبيعي . هذه الهرمونات النباتية هي المسؤولة مباشرة عن الاستطالة للخلايا والسيقان نحو الأعلى وهو ما تراه، بوضوح هنا مقارنة بالأسبوعين الماضين . ومع زيادة طول النبات تزداد المساحة المعرضة للأضاءة مما يعني أن النقاط الكربونية المستقرة على النسيج الورقي تستمر في دعم وتحسين كفاءة إقتناص الضوء وتحويله إلى طاقة كيميا ئيا مما يجعل هذا الوعاء يبدو أكثر تفجياً.

V-8-2 -تفسير نتائج الوعاء رقم (2):

يبدو ان آلية عمل النقاط الكربونية المستخرجة من نواة نبتة السدرة ركزت على تحفيز الانقسام الخلوي العرضي و زياده مساحة سطح الورقة لتجميع أكبر قدر من الضوء بدلا من الدفع نحو الاستطالة الرأسية و إحتفاظ النبات بمظهره يوضح أن جزيئات الكربون الثانوية الناتجة عن السدر حسنت قدرة الجذور على الاحتفاظ بالماء داخل الخلايا مما يجعل الأوراق تبدو ممتلئة ومقاومة لأي جفاف حتى زيادة الكتلة النباتية.

V-8-3- تفسير نتائج الوعاء رقم(3):

نلاحظ بأن هذا الوعاء يواصل نموه الطبيعي والتلقائي لكنه يفتقر إلى الفقرة النوعية التي حققتها النقاط الكربونية النانوية فنمو هنا يسير بمعدل فيزيولوجي بطئ و محدود بالطاقة المغذية الأساسية للتربة فقط.

V-7-9-استنتاج بعد مرور ثلاثة اسابيع :

نقاط الكربونية من المحضرة نوى التمر أثبتت كفاءة منقطعة النظير في دفع النبات نحو الاستطالة وتكوين السيقان القوية هي ميزة ممتازة لزيادة الطول للمحاصيل و تسريع دورتها الزراعية .

النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر القدرة الممتازة في تحفيز الكثافة الأفقية وعرض الأوراق وحماية الخلايا الأجهاد البيئي.

V-7-10-بعد مرور شهر من الزراعة في مياه وتربة المنطقة(1):

الصورة(V-10):الوعاء رقم (1) نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر بعد مرور شهر.

الصورة(V-11):الوعاء رقم (2) نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المستخرجة من نواة نبتة السدرة بعد مرو شهر.

الصورة (V-12):الوعاء رقم (3) نبتة شاهدة خالية من أي إضافات بعد مرور شهر.

الجدول(V-8):مخلص الخصائص المورفولوجية حول نبات الحلبة بعد مرور شهر

وجه المقارنة	تجربة الوعاء رقم(1)	تجربة الوعاء رقم (2)	تجربة الوعاء رقم (3)
كثافة وحجم تغطية	-غزارة عالية ومستمرة النباتات متشابكة بشكل قوي جدا تملا معظم وعاء.	-كثافة ممتازة ومتماسكة انتشار افقي واسع يغطي مركز وعاء والنمو متوازن وموزع بشكل جيد.	-تراجع واضح في الكثافة للنباتات تبدو متفرقة والكتلة الحجمية اقل بكثير من وعاء1 ووعاء2.
حجم بنية الأوراق	-أوراق مركبة متطورة وذات سيقان واضحة ومتطاولة والبنية تبدو ناضجة ومرتفعة الأعلى.	-أوراق عريضة ممتلئة وقريبة من السطح. البنية متراصة عرضيا ومحمية بشكل دائري.	- أوراق اصغر حجما البنية العامة تبدو ضعيفة والسيقان النحيفة.
اللون والجانب الحيوي	-اخضر يانع وحيوي جدا النبات يحافظ على شكله مع مؤشرات قوية تدل على استمرار عملية التركيب الضوئي.	-اخضر طبيعي والأوراق تبدو ممتلئة بالماء ولا توجد علامات اجهاد حيوي حادة.	-اخضر باهت مع اصفرار واضح على الأوراق مما يدل على دخول النبات في مرحلة الاجهاد.
مظهر التربة	-محجوبة بنسبة كبيرة تحت غطاء نباتي كثيف.	-مغطاة في المنتصف بشكل كامل.	-التربة تظهر بوضوح كبير ووجود فرغات بينية واسعة ومساحات رملية جافة.

.

V-7-11-التفسير العلمي الدقيق لنتائج بعد مرور شهر كامل:

V-7-11-1- تفسير نتائج الوعاء رقم (1):

عند وصول التجربة إلى عمر 30 يوما (شهر) نكون قد دخلنا مرحلة تراكم الإجهاد ومحدودية المغذيات في التربة و هنا يظهر التأثير الحقيقي للنقاط الكربونية (CDs) حيث نلاحظ استمرار الوعاء رقم (1) من حيث الكثافة واللون الأخضر وهذا يثبت أن النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر منحت النبات حماية مستدامة طويلة الأمد حيث استمرت هذه النقاط الكربونية النانوية في تحفيز نقل الإلكترونات داخل البلاستيدات مما جعل النبات قادرا على تعويض نقص المغذيات في التربة عبر رفع كفاءة التمثيل الضوئي إلى حدها الأقصى .

V-7-11-2 -تفسير نتائج الوعاء رقم (2):

نلاحظ نجاح النقاط الكربونية المستخرجة نبتة السدرة في تحسين نفاذية الأغشية الخلوية للجذور مما أمكن النبات بالاحتفاظ على الماء داخل الأوراق طوال الشهر و منحه أيضا حماية ممتازة ضد الجفاف أو الأجهاد التراكمي .

V-7-11-3 -تفسير نتائج الوعاء رقم (3):

نلاحظ في هذا الوعاء عجز النبات عن امتصاص العناصر المغذية الموجودة في التربة والماء وهذا يرجع إلى غياب الدعم النانوي الكربوني وأدى ذلك إلى الاصفرار الحاد في الاوراق قلة الكثافة مقارنة بالوعاء رقم (1) او رقم (2) .

V-7-12-استنتاج بعد مرور الشهر:

*النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر حققت أعلى كفاءة في الاستطالة البنيوية وتأخير الأجهاد الحيوي لمدة شهر كامل .

*النقاط الكربونية المستخرجة من نواة نبتة السدرة حققت استقرار وكثافة متماسكة ونضارة ورقية ممتازة .

* الماء والتربة وحدها بعد شهر كامل غير كافية.

*الحفاظ على سلامة النبات مما يؤكد أن إضافة النقاط الكربونية الطبيعية أحدثت نقلة نوعية في دعم ونمو و حماية النبات.

V-7-13-نتائج الزراعة في تربة ومياه المنطقة(2):

V-7-13-1 - بعد مرور أسبوع من الزراعة النباتات:

الصورة(V-13):نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر بعد مرور الاسبوع

الصورة(V-14): نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المستخرجة من نواة نبتة السدرة بعد مرور الاسبوع.

الصورة(V-15): نبتة شاهدة خالية من أي اضافات بعد مرور الاسبوع.

V-7-13-2-بعد مرور أسبوعين من الزراعة النباتات:

الصورة(V-16):نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر بعد مرور اسبوعين

الصورة(V-17): نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المستخرجة من نواة نبتة السدرة بعد مرور اسبوعين

الصورة(V-18): نبتة شاهدة خالية من أي اضافات بعد مرور اسبوعين

V-7-13-3-بعد مرور ثلاثة أسابيع على زراعة النباتات:

الصورة(V-19): نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية محضرة من نوى التمربعد مرور ثلاثة أسابيع

الصورة(V-20):نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية مستخرجة من نواة نبتة السدرة بعد مرور ثلاثة أسابيع

الصورة(V-21): نبتة شاهدة خالية من أي اضافات بعد مرور ثلاثة أسابيع

V-7-13-4-بعد مرور شهر من زراعة النباتات:

الصورة(V-22):نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر بعد مرور شهر

الصورة (V-23):نبتة سقيت بمحلول النقاط الكربونية المستخرجة من نواة نبتة السدرة بعد مرور شهر

الصورة(V-24): نبتة شاهدة خالية من أي إضافات بعد مرور شهر

V-7-13-5-التفسير العلمي الدقيق لنتائج الزراعة في تربة ومياه المنطقة(2):

أظهرت النتائج التجريبية لزراعة العينات في تربة و مياه المنطقة (2)تطابقا تاما في الملاحظات المسجلة وبناءا على هذا التوافق يظل التفسير العلمي والتحليل المقارن ثابتا مما يقود بالضرورة إلى نفس. الاستنتاجات العلمية السابقة وتأسيسا على ذلك يمكن القول أن كل من تربة ومياه المنطقة (1)وتربة و مياه المنطقة (2) تصنف كأوساط ملائمة لزراعة وصالحة لنمو النبات غير أن القيمة المضافة تجلت بوضوح عند تدعيم هذه الأوساط بالنقاط الكربونية النانوية واعطت نتائج هائلة في تحفيز وتطوير مؤشرات النمو دون وجود فروقات بين تلك المحضرة من نوع التمر و المستخرجة من نواة نبتة السدرة حيث لهما كفاءة عالية في المجال الزراعي.

الخلاصة العامة

ـالخلاصة العامة:

وختاما يمكننا القول اننا نجحنا في تحضير النقاط الكربونية انطلاقا من مسحوق نوى التمر بالطريقة الحرارية المائية وتطبيق هذه النقاط التي حضرت من مسحوق نوى التمر والنقاط الكربونية التي استخرجت من نواة نبتة السدرة على نبات الحلبة الذي زرع في تربة المنطقة (1) وسقي بواسطة مياهها وعلى نبات الحلبة الذي زرع في تربة المنطقة (2)وسقي بواسطة مياهها وذلك من اجل معرفة ودراسة مدى تاثير هذه النقاط الكربونية على نمو نبات الحلبة المزروع من أوساط مختلفة الأمكنة حيث أظهرت النقاط الكربونية عند تطبيقها على نبات الحلبة نتائج جيدة في كل الأوساط وهذا ما يؤكده نمو النبات بشكل جيد خاصة لون الأوراق وطول السيقان وهذا ما يدل على إمكانية هذه النقاط في مجال الزراعة لتحقيق اهداف الاستدامة لذلك نأمل مستقبلا اللجوء الى مثل هذه الصناعات النانوية الكربونية والاهتمام بها خاصة في مجال الزراعة المستدامة لما لها من مميزات كبيرة وهذا يفتح افاق لتطبيقات عملية مهمة في هذا المجال.

الافاق المستقبلية

ـ الافاق المستقبلية:

1 - الافاق بيئة:

- تحويل مخلفات نوى التمر الى مادة نانوية عالية القيمة بدلا من حرقها ورميها مما يخفض انبعاث الكربون ويعزز الاقتصاد الدائري.

- استعمال النقاط الكربونية في المجال الزراعي مع الضمان انها لا تؤثر على النبات من الناحية البيئة لغيات المواد الكيميائية في التصنيع.

- نقاط كربونية حيوية المنشأ وغير سامة فتشكل بديلا صديقا للبيئة عن نقاط الكم التقليدية المحتوية على معادن ثقليه.

- مساهمة النقاط الكربونية في إضافة طرق تجميلية للبيئة.

2- الافاق اقتصادية:

- من المتوقع ان يتجاوز السوق للمجسات النانوية البيئة1.5مليار دولار بحلول 2030مع حصة محتملة 10%-15% للمجسات الخضراء.

- طرق التخليق المائية ذات درجة الحرارة المنخفضة (<200°C) تنخفض تكاليف الطاقة والمعدات بنحو 40%-60% مقارنة بنقاط الكم المعدنية

- إمكانية توليد ارصدة الكربون صغيرة نتيجة منع احتراق للمخلفات واستبقاء الكربون غير المتبلور في التربة.

3 -الافاق الصناعية:

- انتاج محاليل مغذية تزيد من كفاءة امتصاص النبات للعناصر وتسرع عملية التركيب الضوئي بفضل للخصائص البصرية للنقاط الكربونية .

- تطوير أنظمة استشعار دقيقة ومحمولة للكشف عن ملوحة التربة, مستويات الرطوبة, او تلوث المياه الجوفية بالمعادن الثقيلة وهو امر حيوي للمناطق الصحرواية والجافة.

- دمج هذه المواد في التقنيات معالجة مياه الري وتتبع جودتها.

4 -التوصيات التنفيذية :

- توقيع اتفاقيات مع مصانع التمور المحلية للحصول على النواة كمخلفات مجانية.

- استبدال أجهزة المخبر الصغيرة بمفاعلات تدفق مستمر واستخدام التصنيع بالميكروويف الصناعي لتوفير الوقت والطاقة .

- سجل بروتوكول الاستخلاص الأخضر لحماية الفكرة قبل عرضها على المستثمرين.

-اجراء تحاليل السميته النباتية لأثبات ان المنتج امن تماما على التربة والنباتات قبل تسويقه

-تجربة المنتج على مساحة زراعية مصغرة بالتنسيق مع فلاحين محلين وتوفير ارقام تثبت زيادة المحصول فالأرقام وهي لغة الاقناع السوقي.

المراجع

[1]	دبون, اكرام, سويقات, & اميمة. دراسة حول خصائص وتطبيقات النقاط الكربونية. (جامعة قاصدي مرباح ورقلة).
[2]	Kumari N. & Raja, K. Potential Application of Carbon Dots for Sustainable Agriculture: Current Challenges and Future Prospects. J. Fluoresc. 35, 13295–13315 (2025).,
[3]	-طواهر فاطمة -طواهر صبرينة- مراجعة الادب العلمي حول تحضير و تشخيص وتوصيف المواد النانوية العضوية المبنية على المركبات المعدنية جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2022
[4]	Teizer , J., Venugopal, M., Teizer , W., & Felkl, J. (2012). Nanotechnology and its impact on construction: bridging the gap between researchers and industry professionals. Journal of Construction Engineering and management, 138(5), 594-604.
[5]	Sylvia, L. (2008). Nano materials in architecture, interior architecture and design. Birkhauser Verlag AG .
[6]	N .Dasgupta, S .Ranjan, E . Lichtfouse , Environmental Nanotechnology: Environmental Chemistry for a Sustainable World, imprint by the registered company Springer Nature Switzerland AG, 2019, ISBN 978-3-319-98708-8.
[7]	Ahmeda MHS, Ahmida NHS and Ahmeida AA, Introduction to nanotechnology : definition ,terms ,occurrence and application in environment, LIMU Journal, vol 2, p 12-26.
[8]	-داليا محمد بسيوني – ثورة النانو تكنولوجي،26 اكتوبر .2014 http // Kenanonline.com /users/ ahmedKordy /posts/320181- 18:54
[9]	-أ.حميدة، محمد حمزة أحميدة، نجوى حمزة أحميدة &، عزيزة أنور أحميدة، 1420، مقدمة مبسطة عن تقنية النانو: تعريفها مصطلحاتها وتطبيقاتها وتواجدها في البيئة .12-27 .(1)2 Libyan International Medical University , Journal
[10]	.تأليف د. محمد شريف الاسكندري ، تكنولوجيا النانو، صدرت في أبريل 2010 في المجلس الوطني للثقافة والفنون والا داب - الكويت .
[11]	-د. محمد شريف الاسكندراني، تكنولوجيا النانو: من اجل غد افضل، سلسلة عالم [11] ISBN-978-99906-0-306-4 2010 المعرفة، الكويت، افريل .
[12]	- Dambature , w . t .,Z. Shebu ,M . yoroand M.Adam.2020.NamalarvieidalEFFect of Geem Symthesized Agca Bimetallic Namopartic on culex quinquefatus Mosquito.Advqmces im Biological chemistry,10:16-23 https://doi.org/10.4236/adc.2020.101002
[14]	-للحبشي ,ن. ع ,(2011)ماهي تقنية النانو؟ وزارة الثقافة والاعلام في المملكة العربية السعودية.
[15]	-علي يوسف" النانو التكنولوجي وتطبيقاته في المستقبل" الجمهورية العربية السورية وزارة التربية.
[16]	-مقالة ماهي تقنية النانو و ماإستخداماتها ؟ AmelElmagor namotechmologe
[17]	-جيدور جبارية غريسي ريم.2025 التصنيع الأخضر لنقاط الكربون من نواة السدرة جامعة قاصدي مرباح ورقلة.
[18]	– يونيو2009م نهى علوي الحبشي، ماهي تقنية النانو؟ مقدمة مختصرة بشكل دروس مبسطة، مكتبة الملك فهد الوطنية في جدة
[19]	-صندالي حدي، دراسة خصائص أشعة الليزر الناتجة عن الذرات الاصطناعية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة ، 2019م كلية الرياضيات وعلوم المادة.
[20]	-2016م فؤاد نمر الرفاعي، "مفاهيم أساسية في تقنية النانو"، العراق، جامعة ذي قار، كلية العلوم.

	-تأليف د. محمد شريف الاسكندري، تكنولوجيا النانو، صدرت في أبريل2010و في المجلس الوطني للثقافة والفنون و الأداب - الكويت
[21]	-2015-.أ.د. محمود محمد سليم صالح، تقنية النانو و عصر علمي جديد، مكتبة الملك فهد الوطنية، في الرياض
[22]	- -رحاب-فايز احمد سيد , - ،مجلة اعلم ،العدد الحادي عشر، الاتحاد العربي للمكتبات والمعلومات بالتعاون مع مكتبة الملك عبد العزيز بالرياض .
[23]	. محمود، محمد سليم صالح،1435ه/2015م تقنية النانو وعصر علمي جديد2م، مكتبة الملك العزيز للعلوم التقنية.
[24]	-طه كمال، عبد الله محمد ،احمد ، إبراهيم البدري، واخرون أغسطس ، 2015، ماهية تقنية النانو ،بحث تكميلي لنيل درجة العلوم. بكاليورس والفيزياء ،كلية قسم الفيزياء، جامعة السودان للعلوم و التكنولوجيا ،السودان.
[25]	-عبد الله،احمد عبد الله حسب الله،2017م،تاثير تطبيقات تقنية النانو على المواد المستخدمة في الواجهات الخارجية للمباني، رسالة مقدمة الى كلية الهندسة، جامعة القهرة ،مصر. شيماء، عبد الستار شحاته مهران ،تقنية النانو واثرها على منتج الأثاث ، مجلة .العمارة ، كلية التربية، جامعة حلون ، مصر.
[26]	-د. مجد الدين العلي، تقنية النانو: عالم الاشياء الصغيرة جدا ذات الخواص الفريدة، مجلة البعث حجم ،36 العدد،11 .2014
[27]	. محمد الشريف الاسكندراني، "تكنولوجيا النانو ـ من اجل غد أفضل"، عالم المعرفة، .2010 .2010/006 .
[28]	-نهى علوي أبو بكر الحبشي ،"ما هي تقنية النانو"، وزارة الثقافة و العالم في المملكة العربية السعودية 2011 . 2707 / 1430
[29]	- محمود محمد سليم صالح، "تقنية النانو وعصر علمي جديد"، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية،2015. 1432/9007.
[30]	-عبد الله احمد عبد الله، تطبيقات تقنية النانو: تأثير تطبيقات تقنية النانو على المواد المستخدمة في الواجهات الخارجية للمباني، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، مصر2010.
[31]	د. مرقت رشاد احمد و ا. أيمن جابر حسونة، التطبيقات البيئية الخضراء لتكنولوجيا النانو في المستقبل، المؤتمر الدولي السابع للاتحاد العربي للتنمية المستدامة للبيئة، جامعة عين شمس القسيم، السعودية، 20-19 نوفمبر2017.
[32]	-هلور سارة، "تحضير ودراسة الخصائص الفيزيائية للأنابيب النانو مترية ألاكسيد التيتانيوم" علوم المواد جامعة قسنطينة،2013 .
[33]	-صدئ، عبد الخالق حسن الياسري، 2013/1435 تقنية النانو في الإنشاء والاستدامة مواد صغيرة لبناء الكبير.
[34]	..Xu, X., Ray, R., Gu, Y., Ploehn , H. J., Gearheart , L., Raker, K., & Scrivens, W. A (2004) Electrophoretic analysis and purification of fluorescent single-walled carbon nanotube fragments. Journal of the American Chemical Society, 126(40), 12736-12737
[35]	Cayuela, A., Soriano, M. L., Carrillo-Carrión, C., & Valcárcel, M. (2016). Semiconductor and carbon-based fluorescent nanodots: the need for consistency. Chemical Communications52(7), ,1311-1326
[36]	Himaja, A. L., Karthik, P. S., & Singh, S. P. (2015). Carbon dots: the newest member of the .carbon nanomaterials family. The Chemical Record, 15(3), 595-615

Chai, Y., Feng, Y., Zhang, K., & LL J. (2022). Preparation of fluorescent carbon dots composites and their potential applications in biomedicine and drug delivery-A review. Pharmaceutics, 14(11), .2482 .	[37]
Zuo, J, Jiang, T., Zhao, X, Xiong X., Xiao, S., & Zhu, Z. (2015) Preparation and application of fluorescent carbon dots. Journal of Nanomaterials, 2015(1), 787862	[38]
Xia, C., Zhu, S, Feng, T., Yang, M. & Yang, B. (2019). Evolution and synthesis of carbon dots: .from carbon dots to carbonized polymer dots. Advanced Science, 6(23), 1901316	[39]
Ge, G., LL L. Wang, D., Chen, M, Zeng, Z., Xiong, W... & Guo, C. (2021). Carbon dots: synthesis, properties and biomedical applications. Joumal of Materials Chemistry B, 9(33), 6553-6575.	[40]
Ozyurt, D., Al Kobaisi, M., Hocking, R. K., & Fox, B. (2023). Properties, synthesis, and applications of carbon dots: A review. Carbon Trends, 12, 100276	[41]
LZ, Wang, L., LI, Y, Feng, Y., & Feng, W (2019). Frontiers in carbon dots, design, properties and .applications. Materials Chemistry Frontiers, 3(12), 2571-2601	[42]
Singh, V. N. (Ed.). (2021). Chemical Methods for Processing Nanomaterials. Boca Raton, FL, .USA; CRC Press	[43]
Zhang, Z., Qu, D, An, L., Wang, X. Y., & Sun, Z. C. (2021) Preparation, luminescence mechanism and application of fluorescent carbon dots. Chin. J. Lumin, 42(8), 1125-1140	[44]
Chen, W., Hu, C., Yang, Y., Cui, J., & Liu, Y. (2016). Rapid synthesis of carbon dots by .hydrothermal treatment of lignin. Materials, 9(3), 184	[45]
Wang, Q., Zhang, S., Ge, H., Tian, G., Cao, N., & Li, Y. (2015). A fluorescent turn-off/on method based on carbon dots as fluorescent probes for the sensitive determination of and .pyrophosphate in an aqueous solution. Sensors and Actuators B: Chemical, 207, 25-33	[46]
Hu, Q., Gong, X., Liu, L., & Choi, M. M. (2017). Characterization and analytical separation of fluorescent carbon nanodots. Journal of Nanomaterials, 2017	[47]
,Jorns, M., & Pappas, D. (2021). A review of fluorescent carbon dots, their synthesis physical and chemical characteristics, and applications. Nanomaterials, 11(6), 1448	[48]
Hu, Y., Yang, J., Tian, J., Jia, L., & Yu, J. S. (2014). Waste frying oil as a precursor for one-step ,synthesis of sulfur-doped carbon dots with pH-sensitive photoluminescence. Carbon 782-775 ,77	[49]
Kazemifard, N., Ensafi, A. A., & Rezaei, B. (2020). Green synthesized carbon dots embedded in silica molecularly imprinted polymers, characterization and application as a rapid and selective 125812 -,310 fluorimetric sensor for determination of thiabendazole in juices. Food Chemistry	[50]
Jiang, C., Wu, H., Song, X., Ma, X., Wang, J., & Tan, M. (2014). Presence of photoluminescent carbon dots in Nescafe® original instant coffee: applications to .bioimaging Talanta, 127, 68-74	[51]
Saraswat, V., & Yadav, M. (2020). Carbon dots as green corrosion inhibitor for mild steel .in HCl solution. ChemistrySelect, 5(25), 7347-7357	[52]
.Mewada, A., Pandey, S., Shinde, S., Mishra, N., Oza, G., Thakur, M., ... & Sharon, M Green synthesis of biocompatible carbon dots using aqueous extract of Trapa bispinosa .(2013) peel. Materials Science and Engineering: C, 33(5), 2914-2917	[53]
Atchudan, R., Edison, T. N. J. I., Perumal, S., Vinodh, R., & Lee, Y. R. (2018). In-situ @green synthesis of nitrogen-doped carbon dots for bioimaging and TiO2 nanoparticles nitrogen-doped carbon composite for photocatalytic degradation of organic pollutants. Journal of Alloys and Compounds, 766, 12-24.	[54]

–Synthesis, Characterization, and Applications in Health Care—An Updated Review (2018-2021) .Nanomaterials, 11(10), 2525 .	[55]
Mansuriya, B. D., & Altintas, Z. (2021). Carbon Dots: Classification, Properties	[56]
Kong, W., Wu, H., Ye, Z., Li, R., Xu, T., & Zhang, B. (2014). Optical properties of pHsensitive carbon-dots with different modifications. Journal of luminescence, 148, 238-242	[57]
C. M., Estrada-Flores, M., & Villagarcía-Chávez, E. (2021). Synthesis of blue emissive carbonquantum dots from Hibiscus Sabdariffa flower: Surface functionalization analysis by FT-IR spectroscopy. Materialia , 19, 101182	[58]
Mehta, V. N., Jha, S., Singhal, R. K., & Kailasa, S. K. (2014). Preparation of multicolor emitting carbon dots for HeLa cell imaging. New Journal of Chemistry, 38(12), 6152-6160	[59]
Zheng, X. T., Ananthanarayanan, A., Luo, K. Q., & Chen, P. (2015). Glowing graphene quantum dots and carbon dots: properties, syntheses, and biological applications. small, 11(14), .1620-1636	[60]
Elugoke, S. E., Uwaya, G. E. Quadri, T. W, & Ebenso, E. E (2024), Carbon quantum dots: basics, properties, and fundamentals. In Carbon Dots: Recent Developments and Future Perspectives (pp. 3-42). American Chemical Society	[61]
Carbonaro, C. M., Corpino, R., Salis, M., Mocci, F., Thakkar, S. V., Olla, C., & Rico, P. C. (2019). On the emission properties of carbon dots: reviewing data and discussing models. C. 5(4), 60 .	[62]
Liu, M. (2020). Optical properties of carbon dots: a review. Nano architectonics, 1-12	[63]
Jelinek, R., & Jelinek, R. (2017). Characterization and physical properties of carbon-dots. Carbon Quantum Dots: Synthesis, Properties and Applications, 29-46 .	[64]
Sagbas, S., & Sahiner, N. (2019) Carbon dots preparation, properties, and application. In Nanocarbon and its Composites (pp. 651-676). Woodhead Publishing	[65]
Manioudakis, J., Victoria, F., Thompson, C. A., Brown, L., Movsurn, M., Lucifero, R., & Naccache, R. (2019). Effects of nitrogen-doping on the photophysical properties of carbon dots. Journal of Materials Chemistry C, 7(4), 853-862 .	[66]
Zhou, Y., Zhang, W, & Leblanc, R. M. (2022). Structure-property-activity relationships in carbon dots. The Journal of Physical Chemistry B, 126(51), 10777-10796	[67]
Jelinek, R. (2016). Carbon quantum dots: synthesis, properties and applications. Springer	[68]
Song, Y., Shi, W., Chen, W., Li, X., & Ma, H. (2012). Fluorescent carbon nanodots conjugated with folic acid for distinguishing folate-receptor-positive cancer cells from normal cells. Journal of Materials Chemistry, 22(25), 12568-12573	[69]
Chen, J., Wang, Q., Zhou, J., Deng, W., Yu, Q., Cao, X., & Xu, X. (2017). Porphyra polysaccharide-derived carbon dots for non-viral co-delivery of different gene combinations and .neuronal differentiation of ectodermal mesenchymal stem cells. Nanoscale, 9(30), 10820-10831	[70]
Gao, N., Yang, W., Nie, H., Gong, Y., Jing, J., Gao, L., & Zhang, X. (2017). Turn-on theranostic fluorescent nanoprobe by electrostatic self-assembly of carbon dots with doxorubicin for targeted	[71]

cancer cell imaging, in vivo hyaluronidase analysis, and targeted drug delivery. Biosensors and Bioelectronics, 96, 300-307	
Sagbas, S., & Sahiner, N. (2019). Carbon dots: preparation, properties, and application. In Nanocarbon and its Composites (pp. 651-676). Woodhead Publishing	[72]
Wang, Z., Xu, C., Lu, Y., Chen, X., Yuan, H., Wei, G., ... & Chen, J. (2017). Fluorescence sensor array based on amino acid derived carbon dots for pattern-based detection of toxic metal ions. Sensors and Actuators B: Chemical, 241, 1324-1330 .	[73]
Tang, J., Kong, B., Wu, H., Xu, M., Wang, Y., Wang, Y.,... & Zheng, G. (2013). Carbon nanodots featuring efficient FRET for real-time monitoring of drug delivery and two-photon imaging. Advanced materials, 25(45), 6569-6574	[74]
Xu, Y., Li, Y. H., Wang, Y., Cui, J. L., Yin, X. B., He, X. W., & Zhang, Y. K. (2014), 13 C-engineered carbon quantum dots for in vivo magnetic resonance and fluorescence dual-response. Analyst, 139(20), 5134-5139 .	[75]
Sun, C., Xu, Q., Xie, Y., Ling, Y., Jiao, J., Zhu, H., ... & Zhou, D. (2017). High-efficient one-pot synthesis of carbon quantum dots decorating Bi2M006 nanosheets heterostructure with enhanced visible-light photocatalytic properties. Journal of Alloys and Compounds, 723, 333	[76]
Chala, M. E., & Bouziga, Z. E. (2021). Estimation de la teneur en glucides, protéines, lipides et phénols des noyaux de certaines variétés de palmier dattier (Phoenix Dactylifera.l) [Mémoire de Master inédit]. Université Mohamed Khider de Biskra.	[77]
بولاد، رماز الأمين بابكر، ومحمد ريم محمد الحسن أحمد. (2014) تحليل المكونات الكيميائية بالحلبة بحث تكميلي غير منشور لنيل درجة البكالوريوس في المختبرات العلمية. جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.	[78]
وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري. (د.ت.). زراعة الحلبة الممارسات الزراعية الكاملة في زراعة وإنتاج نبات الحلبة واستخداماته الجمهورية التونسية مسترجع من: https://www.agro-lib.site	[79]
Kumari, N., & Raja, K. (2025). Potential application of carbon dots for sustainable agriculture: Current challenges and future prospects. Journal of Fluorescence, 35, 13295-13315	[80]

المخلص

المخلص:

تم في هذه الدراسة تحضير نقاط كربونية انطلاقا من مسحوق نوى التمر بطريقة الحرارية المائية الامنة بيئيا وتطبيق هذه النقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر والنقاط الكربونية من نواة نبتة السدرة على نبات الحلبة الذي زرع في تربة حاسي مسعود وسقي بواسطة مياهها وعلى النبات الحلبة الذي زرع في تربة جامعة قاصدي مرباح كلية الرياضيات وعلوم المادة بورقلة وذلك من اجل معرفة ودراسة مدى تاثير هذه النقاط الكربونية المحضرة مختلفة المصدر على نمو نبات الحلبة الذي زرع في أوساط مختلفة كما تم التأكد من الخصائص البصرية باستخدام تقنيات متقدمة تشمل التحليل الطيفي لأشعة تحت الحمراء والتحليل الطيفي الاشعة المرئية وفوق البنفسجية .كما أظهرت النقاط الكربونية سواء كانت المحضرة من نوى التمر او المحضرة من نواة نبتة السدرة تحسين في نمو نبات الحلبة التي سقيت بمحلول النقاط الكربونية بالإضافة الى تحسين من مظهرها الخارجي من الساق والأوراق الناتج عن تعزيز عملية التركيب الضوئي الذي قامت به النقاط الكربونية بعد اضافتها الى نبات الحلبة وبتالي توضح الدارسة الامكانية الهائلة للنقاط الكربونية المحضرة من نوى التمر خاصة في مجال الزراعة الفلاحية المستدامة مع التأكيد على الحاجة للمزيد من الأبحاث العلمية لتحقيق الاستفادة القصوى هذه المواد الواعدة.

الكلمات المفتاحية: النقاط الكربونية .نواة نبتة السدرة .نوى نبتة التمر. الطريقة الحرارية المائية. الزراعة المستدامة.

Abstract:

In this study, carbon dots were prepared from date kernel powder using an environmentally safe hydrothermal method. These carbon dots prepared from date kernels and carbon dots from the kernel of the jujube plant were applied to the fenugreek plant that was grown in the soil of Hassi Messaoud and irrigated with its water, and to the fenugreek plant that was grown in the soil of Kasdi Merbah University, Faculty of Mathematics and Materials Sciences, Ouargla, in order to know and study the extent of the effect of these prepared carbon dots from different sources on the growth of the fenugreek plant that was grown in different media. The optical properties were also confirmed using advanced techniques including infrared spectroscopy, visible spectroscopy, and ultraviolet spectroscopy. Carbon dots, whether prepared from date pits or from the kernel of the jujube tree, showed an improvement in the growth of the fenugreek plant that was watered with the carbon dot solution, in addition to an improvement in its external appearance of the stem and leaves resulting from the enhancement of the photosynthesis process carried out by the carbon dots after they were added to the fenugreek plant. Thus, the study demonstratesthe enormous potential of carbon dots prepared from the kernel of the jujube tree, especially in the field of sustainable agricultural farming, while emphasizing the need for more scientific research to achieve maximum benefit from these promising materials

Keywords: Carbon dots, Jujube kernel, Date palm kernel, Hydrothermal method, Sustainable agriculture.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

عنوان المشروع:

تطبيقات نقاط الكربون

مشروع لنيل شهادة مؤسسة ناشئة في اطار القرار الوزاري1275

الاسم التجاري:

CARBON DOTS

حول فريق الاشراف وفريق العمل

1 - فريق الاشراف:

فريق الاشراف	التخصص
المشرف الرئيسي: دقموش مسعودة	كيمياء
المشرف المساعد: جدة عبير	كيمياء

2- فريق العمل:

فريق العمل	التخصص	الكلية
رئيس المشروع: عوامر هبة	ثانية ماستر كيمياء تحليلية	الرياضيات وعلوم مادة
عضو في المشروع: غزال وفاء	ثانية ماستر كيمياء تحليلية	الرياضيات وعلوم مادة

ـفكرة المشروع (حل المقترح):

يعتمد المشروع على استغلال نوى التمر كمخلفات زراعية وفيرة وتحويلها عن طريق المعالجة الكيميائية والحرارية الى نقاط كربونية (مواد نانوية صديقة للبيئة) المشروع يعالج مشاكل تراكم المخلفات الزراعية ,و الحاجة الى تقنيات حديثة لتحفيز نمو النباتات وزيادة كفاءة الامتصاص الماء. النقاط الكربونية المذابة في الماء تمتلك خاصية امتصاص الضوء مما يزيد من عملية التركيب الضوئي وبالتالي نمو النبات في وقت اقصر وبشكل افضل مما يقلل استهلاك المياه ويحسن جودة المحاصيل.

ـ القيم المقترحة:

استدامة بيئة

- **تحويل نوى تمر الى منتج عالي القيمة التكنولوجية**

كفاءة زراعية

- **تعزيز قدرة النبات على امتصاص العناصر الغذائية ومقاومة الاجهاد البيئي**

توفير التكاليف

- **تقديم بديل رخيص الثمن مقارنة بالاسمدة الكيميائية والمواد النانوية المستهلكة**

ـ فريق العمل:

ـ يشمل المشروع التعاون بين:

-اهداف المشروع:

1-انتاج نقاط كربونية بخصائص بصرية وكيميائية متميزة من مصادر طبيعية.

2-تطوير محلول سقي فعال يساهم في تسريع نمو النباتات وتقليل الهدرالمائي.

3- تقليل الاعتماد على الاسمدة الكيميائية الضارة بالتربة والمياه الجوفية.

-عرض القطاع السوقي :

السوق المستهدفة تشمل:

1. قطاع الزراعة الذكية والمستدامة.
2. مخابر تحاليل بيئية والمياه.
3. شركات معالجة وتحلية المياه.
4. منظمات المراقبة الصحية والبيئية.

-قياس شدة المنافسة:

-المنافس المباشرين:

- شركات تصنيع المجسات الكيميائية المعقدة والملكفة.

-المنافسين غير المباشرين:

1. مختبرات التحليل البيئي التي تستخدم طرق تقليدية.

-نقاط القوة :

-مبيعات المنتجات.

-مبيعات الخدمات.

-مبيعات التوريد.

-التكاليف الأعياد:

-معدات التحليل والإنتاج.

-الرواتب والمواد الاستهلاكية.

-تكاليف التعبئة والتسويق.

الإيرادات المتوقعة:

-بيع المجسات النانوية.

-عقود توريد في المجال الزراعي.

-خدمات التحليل والاستشارات.

الجوانب الابتكارية للمشروع:

التصنيع الاخضر بالكامل

- **يعتمد المشروع على استخدام نواة التمر كمصدر طبيعي وبيئي لتحضير نقاط كربونية نانوية دون استخدام مذ بيات او مواد كيميائية سامة.**

الوظيفة المزدوجة

- **الابتكار يمكن في عدم الاكتفاء بالسقي فقطبل استخدام النقاط الكربونية كمجسمات داخل نظام الري لامتكلاكها خصائص فريدة تساعد على نمو النبات وتحسين ظروف نموها.**

تثمين المخلفات

- **تحويل نوى التمر من مخلفات زراعية صلبة الى مواد النانوية ذات قيمة مضافة عالية.ممايدعم مبادئ الاقتصاد الدائري**

تحسين الخصائص الحيوية

- **تعمل النقاط الكربونية كمضادات اكسدة طبيعية ممايساعد النبات في مقاومة الظروف البيئية الصعبة**

نقل تقنيات النانو الى تطبيقات واقعية

- **يربط المشروع بين البحث الاكاديمي وتطبيقات السوق مما ايضمن قابليلة التوسع التجاري**

النموذج الاولي:

تم تصنيع النموذج الاولي في مخبر الكيمياء التحليلية باستخدام طريقة التحليل الحراري المائي لنوى التمر وتم تشخيص النقاط باستخدام تحليل FTIR- UV-ViS و أثبتت النتائج كفاءة هذه النقاط في الزراعة تسريع نمو النبات من خلال الخصائص التي تمتلكها هذه النقاط.

الصورة : نموذج الاولي الذي تم تصنيعه.

ـخطة الإنتاج:

التحضير والتصنيع

- تحضير مسحوق نوى التمر
- تحضير محلول(نوى التمر+ماء مقطر)
- استخدام جهاز الالوتوكلاف لتصنيع النقاط الكربونية
- التجفيف والتخزين

التوصيف والاختبار

- تحليل الخصائص الفيزيائية والكيميائية(FTIR-UV-ViS)
- تطبيق محلول النقاط الكربونية على النبات بعد الزراعة وبعد النمو
- تسجيل الملاحظات والفرقات بين النبات الذي سقي بمحلول النقاط الكربونية (من نوى التمر ومن نبات السدرة) والغير مضاف له نقاط الكربونية.

التغليف والتسويق التجاري

- تعبئة العينات في عبواة (قوارير)
- تجهيز كتبيات بيانات
- عرض المنتج على الشركاء المحتملين في السوق

التصنيع الموسع

تكرار العملية بشكل نصف صناعي .

التوزيع المستهدف للمخابر والصناعات

الجدول الزمني لتحقيق المشروع:

المهمة	الفترة الزمنية	الهدف المرحلي	النتائج المتوقعة	ملاحظة
تحضير مسحوق نوى التمر والمستخلص.	اسبوع	تحضير مادة أولية طبيعية	مستخلص نوى التمر	يتطلب دقة في التحقيق
التخليق بالنظام الحراري المائي	يومين	انتاج نقاط الكربونية	محلول كربوني نانوي	درجة الحرارة 200°C
تشخيص العينات	يوم	تحليل (FTIR,UV-ViS)	طيف بصري وتحليل كيميائي	يتعاون مع مخبر CRAPC
الاختبار التطبيقي	20يوم	استعمال محلول النقاط الكربونية كمحلول سقي للنبات	-نمو سريع للنبات اورق خضراء غير ذبلة	تأثير محلول النقاط الكربونية المصنعة يختلف من نبات الى اخر حسب نوعية التربة والماء المستعمل في السقي

-نموذج العمل التجاري:

رمز المشروع:2025304035

-الشركاء الرئيسيون:	-الأنشطة الرئيسة:	-القيمة المقترحة:	-العلاقة مع العملاء :	الشرائح المستهدفة:
-مخابر جامعية ومراكز تحليل مثل(CRAPC) -هيئات بيئية وصحية. -شركات زراعية وفلاحية ومؤسسات الابتكار.	-تحضير مسحوق التمر ثم تحضير مستخلصه. -تخليق نقاط الكربونية وتحليل خصائصها -تطوير مجسات وتغليف المنتجات. - ادارة توزيع والتسويق.	-السعر300دينار جزائري. -الأداء: فعالية في تأثيره على النبات الأخضر من ناحية تسريع نموه وشكله خارجي.	-تواصل رقمي دائم (بريد-منصة-تطبيق). -ندوات وورش تعريفية وتدريبية. -دعم فني واستشارات ميدانية.	-مخابر تحليل المياه والبيئية. -قطاع الزراعة الذكية والمستدامة. منظمات المراقبة الصحية والبيئية. -قطاع الفلاحة بكل فروعه.
	-الموارد الأساسية: -الموارد البشرية. -الموارد المالية. -الموارد الفكرية.		-قنوات التوصيل: -موقع الكتروني وصفحات وسائل التوصل الاجتماعي . -شركات مع شركات توزيع بيئية وصحية. -المعارض العلمية والبيئية المتخصصة.	

-هيكل التكاليف:	-مصادر الدخل:
-جهاز اتوكلاف 6 0000.000 دج -المواد الاستهلاكية(نوى التمر – ماء مقطر- أدوات مخبرية): 1000 -اجمالي الميزانية التقديرية 00. 70000دينار جزائري.	-بيع منتج نانوي بيئي غير ضار. -توريد مستخلص من نقاط كربونية القطاع الزراعي والفلاحي. -تقديم منتج يقدم خدمات كبيرة للفلاحين والمزارعين.