

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الكيمياء



مذكرة مقدمة ضمن استكمال متطلبات نيل شهادة ماستر أكاديمي

في الكيمياء.

التخصص: كيمياء المياه

من إعداد: حفاوي فريال ، مسعودي عبير

بعنوان

التكنولوجيا النانوية ومعالجة المحيط، تطبيق الجسيمات النانوية في مجال تنقية المياه

Nanotechnology and environmental remediation
Application of nanoparticles in the environmental field.

نوقشت علنا يوم: 2020/09/29 أمام لجنة المناقشة

رئيسا	أستاذ محاضر أ-.	هادف الدراجي
مناقشا	أستاذ محاضر ب-.	زروقي حياة
مقررا	أستاذ محاضر أ-.	زنخري لويزة
مساعد مؤطر	أستاذ مساعد أ-.	شاوش خولة

السنة الجامعية: 2020 / 2019

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا
مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا
الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ

صِدْقَ اللَّهِ الْعَظِيمِ

سُورَةُ الْمَجَادِلِ

أهدي ثمرة جهدي هذه

إلى من ألهمني الحب والحنان ..إلى التي جعل الله الجنة

تحت أقدامها ..إلى من كان دعاؤها سر نجاح ..

إلى أغلى الحبايب أمي الحبيبة فاطمة الزهراء ..حفضها الله.

إلى من علمني العطاء بدون انتظار ..إلى من أعطني اسمه

بكل افتخار..والذي ضحى لنعيش ..وكافح لتتعلم ..أرجو الله أن يطيل

عمره ..أبي الغالي محمد لمين .

إلى من تحمل أعينهم ذكريات طفولتي ..إلى سندي في الحياة إخوتي

أيوب ..رياض ..عبدالحق .. شهرزاد ..ابتهال وإلى كل أهلي وأقاربي ..

إلى الذي قدر له الله أن يكون سندا لي .. وحمل لي في قلبه الاحترام والتقدير ..تقي الدين.

وإلى التي تحملت معي متاعب هذا الجهد وتقاسمت معي الشقاء إلى رفيقة دربي عبير.

إلى من لا يقوى قلبي فراقهن إلى كل صديقاتي العزيزات.

إلى كل دفعة الكيمياء سنة 2020 التي تقاسمت معها حلاوة العلم.

إلى كل من وسعه قلبي ولم يذكره لساني ولم تسعه أسطر عباراتي

إليكم جميعا أهدي عملي

فبراير

الحمد لله الذي أنار لي طريقي ووفقتني لتثمين هذه الخطوة
في مسيرتي الدراسية والصلاة والسلام على الحبيب المصطفى
وأهله ومن وفي أما بعد

اهدي ثمرة الجهد والنجاح هذه الى التي أرجو قد أكون نلت رضاها
أمي الغالية كلثوم أطال الله في عمرها

والى من ساندني وكان شمعة تضيء طريقي الى من أكن له مشاعر التقدير
والاحترام أبي الغالي قويدر أطال الله في عمره وأسأله أن يشفيه ويعافيه
الى كل أفراد عائلتي واخص بالذكر شقيقاتي ومؤسساتي ليلي مريم ومرام
الى رفيقات دربي هالة، صالحة، صبرين، فريال، عبلة، اميمة، رانيا
أسأل الله لهن التوفيق والنجاح،

الى من ساندني وكان لي خير عون وحمل لي في قلبه الحب والاحترام حسام
الى جميع طلبة ثانية ماستر كيمياء المياه والمحيط دفعة 2020

الى كل الأساتذة الذين قدموا لنا يد العون

اخص بالذكر الأستاذة زنجري لوييزة وشاوش خولة

الى كل هؤلاء اهدي هذا العمل التواضع

واسأل الله عز وجل أن يوفقنا لما فيه الخير لنا ولوطننا انه نعم المولى ونعم النصير

عبير

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
وَمَا بِكُمْ مِنْ نِعْمَةٍ فَرِيبٌ

سورة النحل- الآية 53.

نحمد الله رب العالمين... والصلاة والسلام على سيد الخلق أجمعين رسولنا محمد الأكرم وآله وصحبه الطيبين الطاهرين.

بالبدء نتقدم بالشكر الجزيل والامتنان إلى الأستاذة الفاضلة الدكتورة زنجري لويذة لاقتراحها موضوع البحث ولما قدمته لنا من دعم علمي وتشجيع طول مدة البحث ولما بذلته من جهد ومثابرة متواصلين لإعداد هذا العمل، اسأل الله أن يمد بعمرها ويرزقها الخير. كما نوجه شكرنا الجزيل للأستاذة شاوش خولة باعتبارها مشرفا مساعدا وعلى المجهودات التي بذلتها خلال مسارنا الجامعي.

فمع وضع اللمسات الأخيرة لعملنا اغتطنا الفرصة لنتوجه بهذه السطور التي تحمل في ثناياها أسمى عبارات الشكر والتقدير للجنة المناقشة ما عسانا إلا أن نقول شكرا لكم أيها الأساتذة الكرام الدكتور بلفار محمد الأخضر والدكتورة زروقي حياة لقبولكم دعوة المناقشة.

أوجه شكري الى أخي وأستاذي الدكتور حلفاوي أيوب من مختبر علوم بيولوجيا وايكولوجيا البحار في جامعة بوكيونغ بكوريا الجنوبية على المجهودات المبذولة والتوجيهات خاصة في مجال الترجمة العلمية.

أنجز هذا العمل في المخبر البيداغوجي للكيمياء العامة والكيمياء التحليلية لكلية علوم المادة بجامعة قاصدي مرباح ورقلة، نقدم الشكر الوافر والعرفان إلى كل العاملين في مختبر الكيمياء بكليتنا. ولا يسعنا إلا العرفان بالجميل والشكر لجميع أساتذة القسم لدورهم الجاد في دعم مسيرتنا العلمية طوال الخمس سنوات الماضية.

ويطيب لنا أن نتقدم بالشكر الوافر إلى كل منتسبي قسم الكيمياء وإلى جميع زملائنا طلبة تخصص كيمياء المياه والمحيط لما أبدوه من عون ومساعدة طوال مدة الدراسة راجين من المولى عز وجل أن يوفقهم وأن يجعلنا ذخرا لهذه الأمة.

لكم جميعا شكرا، شكرا ثم شكرا...

قائمة الجداول

الصفحة	عنوان الجدول	الرقم
9	الجسيمات النانوية المازة لإزالة عنصر الرصاص من المياه الملوثة	1-I
12	ملخص الدراسات القبلية	2-I
16	مبادئ ومميزات تقنية النانو	1-II
31	ملوثات المياه الشائعة ومصادر التلوث المرتبطة بها	1-III
36	المواد الكيميائية المستخدمة	1-IV
36	المذيبات المستخدمة في تحضير العينات	2-IV
40	ملخص الشروط التجريبية لمجمل التجارب المنجزة مخبريا	3-IV
60	قيم المعلمات لكل نموذج من النماذج المستخدمة في الدراسة	1-V

قائمة الأشكال

الصفحة	العنوان	الرقم
الفصل الأول		
7	كتابة اسم الشركة التكنولوجية IBM	1-I
الفصل الثاني		
15	مقياس النانو من المتر الى النانومتر	1-II
18	تجسيد ظاهرة الامتزاز	2-II
19	احد أشكال الجسيمات النانوية (كرة Bucky) وأشكال مختلفة لأنابيب النانو	3-II
20	احد أشكال الجسيمات النانوية (الأسلاك النانوية , فيتامين C)	4-II
21	أساليب إنتاج وتخليق مواد نانوية	5-II
23	تغير لون الحبيبات الذهب والفضة عند تصغير أحجام حبيباتها	6-II
24	زيادة مساحة السطح بالنسبة للحجم عند الانتقال من مادة صلبة متجانسة الى مجموعة من الجسيمات النانوية .	7-II
الفصل الرابع		
37	الأدوات المخبرية المستخدمة	1-IV
38	مخطط توضيحي للبروتوكول التجريبي المتبع	2-IV
43	احد أنواع الميكروسكوبات الماسحة الالكترونية في جامعة طوهوكو اليابانية ورسم تخطيطي للجهاز ومكوناته	3-IV
43	صورة مورفولوجية لإحدى العينات تم اختبارها بواسطة المجهر الماسح الالكتروني	4-IV
44	تجسيد تخطيطي لقانون براغ	5-IV
45	جهاز حيود الأشعة السينية D8 Advance Bruker	6-IV
45	تجسيد مبدأ عمل انعراج الأشعة السينية على المسحوق	7-IV
46	حامل العينة	8-IV
الفصل الخامس		
52	طبقات التكديس في مستوى بلوري من أجل $[(H_2O)_3FeCl_3] Cl_2$	1-V
52	مقارنة الرسم البياني للأشعة السينية للمركب باللون الأحمر والأسود المسجل المحسوب ببرنامج Mercury	2-V
53	عرض جزئيء مركب $[(H_2O)_3FeCl_3] Cl_2$ [DabcoH ₂]، مقدم مع برنامج Mercurey	3-V
53	عرض الجزئيء $[(H_2O)_3FeCl_3] Cl_2$ [C ₆ H ₁₄ N ₂]، مقدم مع برنامج Mercurey	4-V

54	احتلال الجزيئات العضوية لجميع المواقع البلورية التي تسببت في تلوث المياه.	5-V
57	تفاعل الأكسدة الانتقالي للنانو سيليلوز	6-V
57	صورة لمركب الـ DNC تحت مجهر الماسح الإلكتروني (SEM)	7-V
57	تحليل EDS للمركب DNC	8-V
59	تأثير الأس الهيدروجيني على كمية الـ GV الممتزة على سطح الـ DNC .	9-V

الرموز والمختصرات

الرمز	التسمية الكاملة	المعنى
IBM	International Business Machines	الشركة العالمية لتصنيع الآلات
STM	Scanning Tunneling Microscope	المجهر الماسح الأفقي
NNI	National Nanotechnology Initiative	مبادرة النانو الوطنية
TWW	Tannery Waste Water	مياه الصرف الصحي
MNPs	Maghemite Nano Particles	جسيمات نانوية مغناطيسية
TOC	Toxic Organic Compounds	مركبات عضوية سامة
SS	Suspended Solids	المواد الصلبة العالقة
CNTs	Carbon Nanotubes	الأنابيب النانوية الكربونية
RXD	X ray Diffraction	حيود الأشعة السينية
PMMA	Poly methyl methacrylate	بولي ميثيل ميثاكريلات
ISCD	International Society for Clinical Densitometry	الجمعية الوطنية لقياس الكثافة السريرية
GV	Gentian Violet	البنفسج البلوري
DNC	Dialdehyde Nano-Cellulose	ديالدهيد نانو سيليلوز
COD	Chemical Oxygen Demand	الطلب الكيميائي للأكسجين
COD	Crystallography Open Data base	قاعدة بيانات علم البلورات
UV	Ultra Violet radiation	الأشعة فوق البنفسجية
SEM	Scanning Electron Microscopy	المجهر الماسح الإلكتروني
SPM	Scanning Probe Microscopy	مجهر المسبار الماسح
AFM	Atomic Force Microscopy	مجهر القوة الذرية
MFM	Magnetic Force Microscopy	مجهر القوة المغناطيسية
TEM	Transmission Electron Microscopy	المجهر الإلكتروني النافذ
SDD	Shared Data Descriptor	واصف البيانات المشتركة
NMR	Nuclear Magnetic Resonance	مطيافية الرنين النووي المغناطيسي
PDF - 2	Base de donnée	قاعدة بيانات

الفهرس

الصفحة	العنوان	الرقم
I	الإهداء	
II	الإهداء	
III	شكر و عرفان	
IV	قائمة الجداول	
V	قائمة الأشكال	
VII	قائمة الرموز والمختصرات	
1	المقدمة العامة	
3	الهدف	
الجانب النظري		
الفصل الأول (دراسات قبلية)		
6	مقدمة	
6	نبذة تاريخية	1-I
8	تطور أجيال تقنية النانو	2-I
8	جيل تقنية النانو المؤثر	1-2-I
8	جيل تقنية النانو الفعالة	2-2-I
8	جيل أنظمة النانو	3-2-I
8	جيل أنظمة النانو الجزيئية	4-2-I
الفصل الثاني (عموميات حول تقنية النانو)		
15	مقدمة	
15	لفظ النانو	1-II
15	المقياس النانومتري	2-II
16	علم النانو	3-II
16	تكنولوجيا النانو	4-II
16	مبادئ ومميزات تقنية النانو	1-4-II
17	المواد النانوية	2-4-II
17	الجسيمات النانوية	3-4-II
17	الجسيمات النانوية وتأثير القياس	4-4-II

18	ظاهرة الامتزاز	5-II
18	أشكال المواد النانوية	6-II
18	الأنابيب النانوية	1-6-II
19	الجسيمات النانوية	2-6-II
19	النانو المركب	3-6-II
19	الكرات النانوية	4-6-II
20	القضبان النانوية	5-6-II
20	الأسلاك النانوية	6-6-II
20	الألياف النانوية	7-6-II
20	وسائل تخليق المواد النانوية	7-II
20	أسلوب الهبوط من أعلى لأسفل	1-7-II
21	أسلوب الصعود من أسفل لأعلى	2-7-II
21	خواص المواد النانوية	8-II
21	الخواص الميكانيكية	1-8-II
21	الخواص الكيميائية	2-8-II
22	الخواص الفيزيائية	3-8-II
22	الخواص البصرية	4-8-II
22	الخواص المغناطيسية	5-8-II
22	الخواص الكهربائية	6-8-II
22	الخواص البيولوجية	7-8-II
23	أهمية المواد النانوية	9-II
24	تصنيف أبعاد المواد النانوية	10-II
24	مواد نانوية أحادية البعد	1-10-II
24	مواد نانوية ثنائية البعد	2-10-II
24	مواد نانوية ثلاثية البعد	3-10-II
25	التطبيقات الحديثة لتقنية النانو	11-II
الفصل الثالث (عموميات حول تلوث المياه)		
28	مقدمة	
28	المياه الملوثة	1-III
28	تقسيم تلوث المياه	2-III

28	تلوث طبيعي	1-2-III
28	تلوث كيميائي	2-2-III
28	تلوث بيولوجي	3-2-III
29	تلوث حراري	4-2-III
29	مصادر تلوث المياه	3-III
29	تلوث المياه بفعل مخلفات مقذوفة في الاوساط المائية	1-3-III
29	تلوث المياه بفعل الملاحه البحرية	2-3-III
30	تلوث المياه بفعل الإشعاع النووي	3-3-III
30	تعريف الملوثات	4-III
30	أصناف الملوثات	5-III
30	ملوثات طبيعية	1-5-III
30	ملوثات صناعية	2-5-III
30	ملوثات كيميائية	3-5-III
30	ملوثات فيزيائية	4-5-III
30	ملوثات حيوية	5-5-III
32	تقنية النانو والبيئة	6-III
32	تنقية ومعالجة المياه	7-III
32	التحفيز الضوئي	1-7-III
33	الترشيح النانوي	2-7-III
33	الأكسدة الكهروكيميائية	3-7-III
33	تحليل المواد النانوية في العينات البيئية	8-III
33	التحليل النوعي	1-8-III
33	استخدام المجاهر	1-1-8-III
33	استخدام تقنية المطيافية الضوئية	2-1-8-III
34	التحليل الكمي للجسيمات النانوية	2-8-III
الجزء التجريبي		
الفصل الرابع (المواد والطرق المستخدمة)		
36	مقدمة	
36	المواد الكيميائية المستخدمة	1-IV
37	الأدوات والأجهزة المستخدمة	2-IV

39	الإعداد	3-IV
42	وسائل التوصيف	4-IV
42	طرق التحليل الطيفي المستخدمة	5-IV
42	الميكروسكوب الماسح الإلكتروني	1-5-IV
43	الأشعة السينية	2-5-IV
44	قانون براغ	1-2-5-IV
44	حيود الأشعة السينية	2-2-5-IV
45	مبدأ عمل أجهزة حيود الأشعة السينية	3-2-5-IV
46	انعراج الأشعة السينية على المسحوق	4-2-5-IV
47	برنامج High Score Plus	5-2-5-IV
47	فهرسة طيف الأشعة السينية	6-2-5-IV
الفصل الخامس دراسة بعض النتائج ومناقشتها من دراسات سابقة		
51	مقدمة	
51	المواد والأساليب	1-V
51	تحضير السائل الأيوني	2-V
51	الشبكة البلورية للسائل الأيوني	1-2-V
52	عملية إزالة الدابكو من الماء	3-V
52	توصيف الملح الناتج	1-3-V
53	وصف الهيكل	2-3-V
54	خلاصة	
56	مقدمة	
56	الأدوات والطرق المستخدمة	4-V
56	تحضير مركب ال DNC	5-V
58	دراسة ظاهرة الامتزاز الحيوي	6-V
58	تأثير وقت الاتصال	1-6-V
58	تأثير درجة الحموضة	2-6-V
60	خلاصة	
61	خلاصة عامة	
61	الآفاق المستقبلية	

لقد شهد عالمنا تطورات علمية وثقافية متعددة حتى وقتنا هذا، حيث قام الإنسان على مر السنين بتطوير أساليب للتكيف مع البيئة المحيطة به وذلك تبعاً لاحتياجاته المختلفة، فمن نهاية القرن السابع عشر إلى وقتنا الحاضر استخدمت المجتمعات مصطلح ثورة (Révolution) للتعبير عن التغيرات المتقدمة في المجتمع والمتمثلة في الابتكار والبحث العلمي والإبداع للوصول إلى تقنية العصر الحاضر. [4]

إن توفير بيئة نظيفة وآمنة يعتبر من أكبر التحديات التي تواجه البشر، فنتيجة لأنشطة الإنسان المختلفة عبر السنين في الإسكان، والصناعة، والزراعة، وحرق الوقود، والقضاء على المساحات الخضراء لحق بالبيئة دمار كبير نتج عنه جملة من المخاطر والمشاكل التي بدأت تهدد البشرية ولعل أهمها انتشار الأمراض والأوبئة وتلوث المصفوفة البيئية (الماء والهواء والتربة). [18]

من أجل ذلك سعى الإنسان لإيجاد مختلف الحلول وابتكار عدة تقنيات أسهمت بشكل كبير في الحد من هذه المخاطر، من بين جملة هذه التقنيات: "تقنية النانو" التي كانت لها بصمة بارزة لتوفير مجموعة من الحلول قليلة التكاليف والجهد والوقت لإصلاح وتنظيف ما خلفه الإنسان من أضرار على البيئة.

يعود الاهتمام بهذه التقنية وهذا العلم إلى عام 1959م بفضل العالم الفيزيائي الأمريكي "فانيمان" ثم انتقل ذلك الاهتمام إلى "أريك دكسلر" الذي ارتبطت النانو تكنولوجيا باسمه الآن أكثر من غيره من العلماء، أوضح في كتابه (Engine of Creation) أو "جهاز الخلق" الذي استخدم فيه تعبير النانومتر إلى أن لتكنولوجيا النانو قدرة تقنية لم تتحقق كل إمكاناتها في الواقع بعد، لكنها ستجعل من الممكن على العلماء تركيب وبناء المواد ذرة بذرة وجزيء بجزيء بمنتهى الدقة [13] مما يمكن من تشييد أنماط جديدة للمادة لها خصائص وصفات غير التي أوجدتها الطبيعة.

شهدت تقنية النانو قفزة هائلة في جميع فروع العلوم والهندسة فشملت تطبيقاتها بذلك جل المجالات الطبية منها والصيدلانية، والزراعية، والاقتصادية، والمعلوماتية، والالكترونية، والبيتروكيميائية، الحيوية والعسكرية، والبيئية خاصة بما يتعلق بتلوث الوسط المائي.

للحد من هذا التلوث ساهمت الدراسات العلمية باستعمال بعض التقنيات والعمليات الكيميائية لإزالة الملوثات من المياه الملوثة وتنقيتها، فأبدعوا في تصنيع مواد نانوية تتميز بعدة خصائص كظاهرة الامتزاز التي تساهم بحذف الملوث الكيميائي المنحل في الماء، وذلك بتثبيتته عن طريق روابط فيزيائية أو كيميائية على سطح المادة النانوية المازة، في هذا السياق يندرج موضوع بحثنا هذا حيث نهدف من

خلاله الى تحضير مواد نانوية لتنقية المياه، ولتحقيق هذا الهدف قسم هذا البحث إلى خمس فصول مبدوء بمقدمة عامة.

الفصل الأول يتضمن الدراسات القبلية حول تقنية النانو في مجال تنقية الماء وتناولنا فيه نبذة تاريخية حول هذه التقنية وأجيالها.

الفصل الثاني تمحور حول عموميات عن تقنية النانو وبعض التعريفات لبعض المصطلحات المتداولة والبارزة في هذا المجال.

الفصل الثالث تناولنا فيه عموميات حول تلوث الماء وعلاقة تقنية النانو بالبيئة خاصة في مجال تنقية المياه الملوثة.

الفصل الرابع عرجنا فيه لذكر المواد والطرق التجريبية المتبعة لإنجاز العمل التطبيقي الذي كان مبرمجا لهذا البحث، والمتمثل في تصنيع معقدات، توصيفها وتطبيقها في تنقية الماء.

الفصل الخامس تطرقنا الى سرد مثالين مأخوذين من الدراسات الأدبية السابقة تشرح بإسهال كيف يتم استغلال المواد النانوية في نزع بعض الملوثات من المياه، المثال الأول عبارة عن معقد هجين من نفس نوع المواد التي كان يفترض أن يتم تشخيصها في الفصل الرابع، أما المثال الثاني فيمثل يتعلق بنزع مادة الـ GV من المياه بواسطة معقد الـ DNC.

في الأخير انهينا هذا البحث بخلاصة أوجزنا فيها أهم ما تطرقنا إليه خلال هذا البحث مع تقديم بعض الآفاق المستقبلية لمواصلة البحث في هذا الموضوع.

أسباب اختيار الموضوع:

لقد وقع اختيارنا لهذا الموضوع للأسباب الآتية:

- ظاهرة التلوث؛ ظاهرة مهمة جدا وأضرارها الناتجة عنها جعلتها محط اهتمام العالم.
- تزايد خطورة التلوث المائي وانتشاره في مختلف الأوساط المائية وتأثيره على الدول والمجتمعات والنظم البيئية المختلفة.
- تعرض البيئة المائية لتدهور نوعي خطير بات يشكل تهديدا مباشرا على حياة الإنسان والكائنات الأخرى ويمنعها من العيش بسلام وأمان.
- لأن تقنية النانو قامت باختزال حجم العديد من الأجهزة ورفعت من كفاءتها وعددت من وظائفها وذلك من خلال ظهور جيل جديد من المواد التطبيقية بخواص أكثر تميزا وفريدة سواء على المستوى الكيميائي أو الفيزيائي ألا وهي المواد النانوية.
- لأن موضوع البحث جديد بالنسبة لتخصصنا ولم يتم إجراء أي أبحاث سابقة من طرف طلبة كليتنا من قبل.

الهدف:

يكمن الهدف من اختيار هذا العمل في:

- التعريف بتكنولوجيا النانو ومدى أهميتها على جميع المجالات العلمية خاصة في مجال تلوث الأوساط المائية.
- تحضير مواد نانوية تتميز بعدة خصائص فيزيائية وكيميائية كظاهرة الامتزاز بهدف القضاء على الملوثات المائية.
- تحضير عينات من مواد نانوية المشتقة من تفاعل حمض الغاليك وبعض أملاح العناصر الكيميائية مثل Cu و Pb، والمركب الأميدي acitanilide بطريقة الكيمياء اللينة عند درجة حرارة الغرفة.
- كان مبرمج أن يتم تشخيص المواد المحضرة باستخدام كل من التقنيات المجهر الإلكتروني الماسح SEM، والأشعة السينية RX.
- دراسة مدى فاعلية هذه المواد النانوية المحضرة.

الجزء النظري





الفصل الأول

دراسات قباية

مقدمة:

تعد تقنية النانو ثورة في التاريخ البشري بسبب الانجازات المتواصلة في تغيير خواص المواد فلم يكن غريبا أن تشغل المادة الحيز الأكبر من تفكير الفلاسفة قبل أن تشغل عقل وفكر العلماء والباحثين وذلك لكونها تمثل العالم المادي المحسوس.

I-1 نبذة تاريخية:

تساءل العالم الفيزيائي ريتشارد فينمان سنة 1957 ما الفائدة من الوصول إلى الصغر الدقيق وماذا سيحدث إذا تحكنا في تحريك الذرات؟" في محاضراته 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 استشرافي للمستقبل، إن اللحظة التي طرح بها هذا السؤال كانت نقطة الانطلاق الفعلية لتقنية النانو وسنورد فيما يلي التطور التاريخي لهذه التقنية:

- 1711 م استخدمت تقنية النانو بدون أن يدرك صانعو الزجاج أهميتها في العصور الوسطى، حيث استخدموا حبيبات الذهب النانوية الغروية للتلوين وكانوا يدهنون الأخشاب كآلة الكمان التي كانت تصنعها عائلة "استرا ديفاري" والمحافظة على نحو مثالي حتى يومنا هذا، فقد تمت معالجة الخشب في ذلك الحين بدهانات تحتوي على جسيمات نانوية.

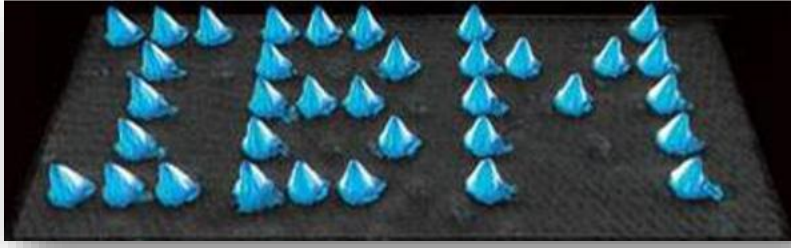
- 1867 م أجرى "جيمس ماكسويل" تجربة ذهنية تعرف باسم "عفريت ماكسويل" ونتج عن هذه التجربة فكرة التحكم في الذرات والجزيئات.

- 1959 م تم استخدام مفهوم النانو تكنولوجي من قبل "ريتشارد فينمان".

- 1974 م تم استخدام مصطلح تقنية النانو لأول مرة وذلك ضمن بحث قدم لجامعة "طوكيو" وعرف البحث التقني بأنها العملية المستخدمة في التجهيز وفصل ودمج المواد بواسطة ذرة واحدة أو جزيء واحد.

- 1976 م تمكن العالم العربي "منير يافة" من الإجابة على تساؤل "ريتشارد" واستطاع أن يحول الخيال الى واقع حقيقي، حيث قام بتأسيس شركة متخصصة لصناعة أجهزة النانو واستخداماتها المتناهية الصغر.

- 1981 م تم اختراع المجهر النفقي الماسح والذي تمكن من التعامل وبشكل مباشر مع الذرات والجزيئات وتصويرها كما تم بواسطته كتابة اسم الشركة التكنولوجية (IBM).



الشكل I-1: كتابة اسم الشركة التكنولوجية (IBM) بتحريك الذرات الفردية لعنصر الزينون على

شريحة من النيكل عن طريق المجهر النفقي الماسح (STM). [2]

- 1986 م تم تأليف كتاب بعنوان "محركات التكوين" لعالم الرياضيات الشهير "اريك ديكسلر" والذي يعد البداية الحقيقية لعلم تكنولوجيا النانو، حيث أشار فيه الى مبادئ واليات تكنولوجيا النانو الجزيئية.
- 1991 م تم اكتشاف ما يسمى بأنابيب النانو كربون على يد العالم الياباني "سوميوليجيما" (Someuligema) والتي كان لها دور كبير في صناعة أجهزة ومعدات النانو.
- 1992 م كتب "منير يافة" باستخدام الذرات اصغر حرف في التاريخ (حرف "P" وبجانبه قلب) كرمز حب لفلسطين (Plastin).
- 2000 م أعلنت أمريكا مبادرة تقنية النانو الوطنية (National Nanotechnology Initiative "NNI") حيث جعلت تقنية النانو تقنية استراتيجية وطنية وفتحت مجال الدعم الحكومي الكبير لهذه التقنية في جميع المجالات الصناعية والعلمية والجامعية.
- 2002 م قامت اليابان بإنشاء مركز متخصص للباحثين في تقنية النانو وذلك بتوفير جميع الأجهزة المتخصصة ودعم الباحثين وتشجيعهم وتبادل المعلومات فيما بينهم.
- 2003 م ظهرت أسرار هذه التقنية والتحكم بعالم مواد النانو.
- 2004 م 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. [4][11][18]

2-I تطور أجيال تقنية النانو:

لقد أسهمت الجمعية الأمريكية الوطنية لتقنية النانو (NNI.National Nutrition Institute) إسهاما كبيرا لتسهيل فهم هذا العلم [4]، وذلك من خلال تبسيط وتقسيم أجيال هذه التقنية الى:

1-2-I جيل تقنية النانو المؤثر (Passive Nanotehnology Generation):

وهذا يتضمن الإنتاج الأول للعديد من المنتجات المختلفة والتي تم البدء فيها منذ 2001، مثل ملطفات الجو والمنتجات المتطايرة والقلويدات والمعادن والسيراميك عالي التقنية. [4][31]

2-2-I جيل تقنية النانو الفعالة (Active Nanotechnology Generation):

وهذه بدء العمل بها عام 2005 إذ تشمل المنتجات ذات الفاعلية الحيوية (Bio-active) ومنه الأدوية الحساسة والمنتجات الدقيقة الكيميوفيزيائية الفعالة. [4][31]

3-2-I جيل أنظمة النانو (Systems of Nanotechnology Generation):

ويطلق عليها أيضا نظام النانو ثلاثي الأبعاد (3D Nanosystem) وتم اعتماد البدء بها فعليا عام 2010، وتشمل الأجهزة المتطورة الدقيقة المجهزة مثل الروبوت الطبي المتقدم للعمليات الجراحية الدقيقة والبنائيات المعمارية الدقيقة المتطورة. [4][31]

4-2-I جيل أنظمة النانو الجزيئية (Molecular Nanosystem Generation):

يمثل هذا الجيل حالة متقدمة جدا ويحتاج الى المزيد من البحث والتقصي فهي تناسب المتطلبات الدقيقة للإنسان مثل الأجهزة التي تحاكي أنظمة الإنسان الحيوية ذات التصميم النووي [4][31]. (Atomic Design).

لقد تواصلت استخدامات المواد النانوية وأدرجت في تطبيق إزالة الملوثات من المياه الملوثة. سنسرد فيما يلي بعض الدراسات القبلية في هذا الميدان:

عام 2006 تم رصد حوالي (45-57) مليون شخص في بنغلاديش معرضون لتلوث المياه المستخدمة للشرب بعنصر الزرنيخ الخطير (As)، ولتنقية هذه المياه الغير صالحة للشرب من هذا العنصر السام تم استخدام جسيمات حديد نانوية كمادة مازة مغناطيسية، حيث يبلغ قياس مساماتها اقل من 10 نانومتر ومساحة سطح حوالي $113 \text{ m}^2/\text{g}$ ، فأظهرت النتائج قدرة امتزاز عالية خلال المعالجة كالاتي: 3.25 mg/g ، 9.64 ، 32.11 ، 23.16 .

ولإزالة عنصر اليورانيوم (U) من المياه الموجهة للاستهلاك، تم استخدام الهيماتيت (Fe_2O_3) والحيثيت ($\text{FeO}(\text{OH})$)، والمغنيتيت (Fe_3O_4)، فوجد أن أكاسيد الحديد النانوية بشكل عام تمتز اليورانيوم (U) عند درجة الحموضة $\text{PH}=7$ ، إذ أن كل مول من أكسيد الحديد النانوي يمتص حوالي 0.125 mol من اليورانيوم (U).

ولإزالة الرصاص (Pb) من المياه الغير صالحة للشرب تم استخدام عدة جسيمات نانوية مازة في عدة تجارب فكانت النتائج كالاتي [5]:

جدول I-1: الجسيمات النانوية المازة لإزالة عنصر الرصاص من المياه الملوثة.

الجسيمات النانوية المازة	$\text{Qmax Pb}^{+2} (\text{mg/g})$
جسيمات الحديد النانوية	2.1
جسيمات أكسيد الألمنيوم النانوية Al_2O_3	16.9
النانو سيليلوز وأكسيد الحديد النانوي	21.9
المركبات النانوية للشيتوزان المغناطيسي	32.3

عام 2017 قام I.B.Tsagaantseteg وزملائه بإجراء دراسة تتلخص في إزالة الكروم الكلي (TCr) من مياه الصرف الصحي (TWW) بواسطة الجسيمات النانوية للمغنيتيت (Fe_3O_4)، حيث تم تحقيق أقصى كفاءة لإزالة الكروم الكلي (TCr) من مياه الصرف الصحي (TWW) حوالي 96.7 % كان ذلك في الشروط المثلى للتجربة في درجة حموضة PH=2 وجرعة المادة المازة 0.5 g/l والتركيز الأولي للـ (TCr) في (TWW) هو 33.2 mg/l خلال 40min في درجة حرارة الغرفة، ولوحظ أيضا أن العلاج بأكسيد الحديد النانوي المغناطيسي (Fe_3O_4) يمكن أن يكون واعد للحد من الملوثات الأخرى في (TWW) لان لها كفاءة لإزالة المعلمات الفيزيائية والكيميائية الرئيسية (COD,SS,TCr). [6].

نجح مؤخرا فريق بحثي مصري يضم باحثين من جامعتي عين الشمس والإسكندرية في إنتاج تركيبية تتكون من السيليكا والسالسيليك (NSiSa) والسكسنيك (NSiSu) على شكل بودرة وذلك بمزج ميكانيكي بمساعدة الفرن وتم اختيار فاعلية هذه التركيبية في ثلاث عينات من المياه (الشرب، المالحة، الصرف الصناعي) تحت تأثير زمن التسخين، حيث تم التوصل الى انه كلما زاد زمن التسخين كلما كانت قدرة المركبات على الامتزاز عالية وكان زمن التسخين الأمثل هو 25s، كما تم التوصل لان كل 1g من المركب المحضر عند زمن حرارة 25s في الميكرويف كافي لامتزاز $1200 \mu \text{ mol}$ من الزئبق (As) و $3400 \mu \text{ mol}$ من الكاديوم (Cd) و $1400 \mu \text{ mol}$ من الرصاص (Pb) ويشدد الفريق على أن هذه المركبات لا تتأثر فاعليتها في الامتزاز باختلاف نوعية المياه سواء مياه مالحة أو عذبة أو مياه الصرف الصناعي.

في ذات السياق قبل سبعة أعوام تمكن فريق بحثي سعودي من مدينة "الملك عبد العزيز" للعلوم والتكنولوجيا في المملكة العربية السعودية من تعديل جزيئات السيليكا بواسطة مواد كيميائية خاصة وإنتاج جزيئات نانوية متجانسة الشكل وثبتت أن لها خواص جاذبة للزئبق (As) حيث أظهرت هذه التقنية قدرة كبيرة على استخلاص عنصر الزئبق (As) إذ كشفت النتائج أن نسبة 97% من الزئبق الموجودة في عينات الماء قد تم استخلاصها. [7].

عام 2007 قام Muataz Ali Atieh وزملاءه بإجراء دراسة تتمثل في إمكانية جعل الأنابيب الكربونية المشبعة بأكاسيد الحديد الخام ($CNTs, Fe_3O_4$) تعمل كمتزازات لإزالة السيلينيوم (Se) من مياه الصرف الصحي، حيث تم تحقيق إجمالي إزالة 100% من السيلينيوم (Se) من هذه المياه عند استخدام 25mg من ($CNTs$) مشبعة ب 20g من جزيئات (Fe_3O_4) النانوية عند PH=6 وسرعة تحريك 150 دورة في الدقيقة خلال 6 ساعات، كما تم استخدام نموذج "لانغموير" و"فرانديش" لدراسة طبيعة امتزاز السيلينيوم (Se) على سطح الأنابيب الكربونية المشبعة بجزيئات الحديد النانوية ($CNTs, Fe_3O_4$).

[8]

عام 2017 قام Nicola Verdon وزملاءه بعرض ومناقشة الاختبارات التجريبية لإزالة الكروم السداسي التكافؤ من المياه الجوفية الملوثة في وجود النترات بواسطة جزيئات الحديد الصفري بمقياس النانو، حيث تمت دراسة تأثير النترات في عملية الامتزاز فأظهرت النتائج أن النترات لها تأثير سلبي على امتزاز الكروم السداسي على الرغم من أن اختزال الكروم السداسي أدى لتحسن طفيف عند تركيز منخفض من النترات، ذلك بسبب التأثير التنافسي في التفاعل مع جزيئات الحديد الصفري النانوي، فتم التحقق من أن هذا الأخير فعال كعامل اختزال للكروم السداسي والنترات أو كلاهما، أين سجل امتزاز الكروم السداسي 97% بعد 60 دقيقة من العلاج، في حين تم تسجيل انخفاض امتزاز النترات 43,3% بعد 120 دقيقة من العلاج، أثبتت الدراسة أن جزيئات الحديد الصفري النانوية عامل سريع وفعال في التقليل من أيونات الكروم السداسي التكافؤ لكن فعاليتها تعتمد بشدة على خصائص الوسط الخارجي وخصائص الجسيمات النانوية والتعايش بين الأنواع المؤكسدة الأخرى.[9]


عام 2018 قام Nicola Verdon وزملاءه بإجراء تجربة تتمثل في استخدام جزيئات الحديد النانوية في معالجة أكسدة فنتون غير متجانسة لإزالة الملوثات من مياه الصرف الصحي، حيث تم استخدام جزيئات الحديد الصفري النانوية كمحفز في أكسدة فنتون، فكانت أكثر كفاءة وسرعة من الأكسدة التقليدية غير المتجانسة مع ضمان إزالة (Cr·COD·TOC) والفينولات، وكانت كفاءة التحلل 70.17، 73.27، 87.98%، وإنتاج الحديد الصفري المحتوى في الحماة في هذه العمليات المدمجة كان قريب من ذلك الذي تم قياسه في العملية التقليدية للأكسدة.[10]

وقد تم تلخيص التجارب السابقة في الجدول التالي:

الجدول II-1: ملخص الدراسات القبلية.

طبيعة المياه	المواد النانوية المستخدمة في المعالجة	الملوث المستهدف	النتائج
	جزيئات المغنيتيت النانوية (Fe_3O_4)	عنصر الكروم السداسي (Cr)	تم تحقيق إزالة الكروم من هذا الوسط حوالي 97.7% خلال 40 دقيقة وذلك في درجة حموضة $PH=2$ وجرعة المادة الماصة 0.5 g/l وتركيز الأولي للكروم 33.2 mg/l
مياه الصرف الصحي	أنابيب كربونية نانوية مشبعة بأكسيد الحديد النانوي (CNTs, Fe_2O_3)	عنصر السيلينيوم (Se)	تم تحقيق إزالة 100% من السيلينيوم خلال سرعة تحريك 150 دورة في الدقيقة خلال 6 ساعات ذلك عند استخدام 25mg من الأنابيب الكربونية النانوية المشبعة ب 20g من جزيئات الحديد النانوية عند $PH=6$
	جسيمات الحديد النانوية	المعلمات الفيزيائية والكيميائية (COD,SS,TOC,Cr)	تم تحقيق إزالة هذه الملوثات بالنسب الآتية 70.17%، 73.26%، 87.98%
مياه الصرف الصناعي ومياه الشرب	تركيبة السيليكا المتكونة من السالسيليك (NSiSa) الساكسينيك (NSiSu)	عنصر الزئبق عنصر الكاديوم عنصر الرصاص	تم التوصل الى أن كل 1g من المركب المحضر كافي لامتزاز $1200\text{ }\mu\text{mol}$ من الزئبق و $3400\text{ }\mu\text{mol}$ من الكاديوم و $1400\text{ }\mu\text{mol}$ من الرصاص ذلك عند زمن حرارة 25s
المياه العادمة	جزيئات السيليكا المعدلة بواسطة مواد كيميائية خاصة تنتج جزيئات نانوية	عنصر الزرنيخ (As)	كشفت النتائج أن جزيئات السيليكا المعدلة لها خواص جاذبة للزئبق إذ لوحظ أن 97% من عنصر الزئبق قد تم استخلاصه من هذه المياه

		متجانسة الشكل	
2.1mg/g	عنصر الرصاص (Pb)	جزيئات الحديد النانوية	
16.9mg/g		جزيئات اكسيد الألمنيوم النانوية	
21.5mg/g		نانو سيليلوز واكسيد الحديد النانوي	
32.3mg/g		المركبات النانوية للشيتوزان المغناطيسي	
أظهرت النتائج قدرة امتزاز عالية خلال المعالجة كالاتي mg/g 32.11،23.16،9.64،3.25	عنصر الزرنيخ (As)	جزيئات الحديد النانوية	
وجد أن أكاسيد الحديد النانوية تمتص اليورانيوم في درجة حموضة من 5 الى 9 حيث أن كل 1mol من أكسيد الحديد النانوي يمتص حوالي 0.125mol من اليورانيوم	عنصر اليورانيوم (U)	أكاسيد الحديد النانوية	المياه الموجهة للاستهلاك
تم تسجيل قدرة امتزاز الكروم السداسي 97% بعد 60 دقيقة من العلاج	عنصر الكروم السداسي (Cr)	جزيئات الحديد الصفري	المياه الجوفية



الفصل الثاني

عموميّات حول

تقنية النانو

مقدمة

نانو (Nano)، كلمة صغيرة مكونة من أربع حروف تزايد الشغف بها في الآونة الأخيرة بعد أن أشرقت في سماء حياتنا اليومية منذ بداية هذا القرن، وقد أدت الاكتشافات الباهرة والتطبيقات التكنولوجية المختلفة والانجازات المتعلقة بالنانو الى سطوع نجمها يوماً بعد يوم وسنة بعد سنة.

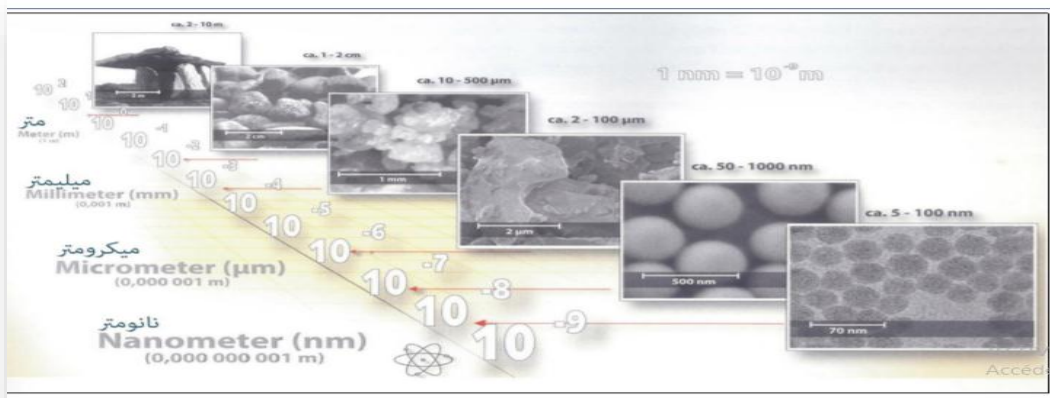
1-II لفظ النانو:

يقصد بالنانو الشيء الصغير جداً أو الدقيق بحجمه (الأشياء المتناهية في الصغر) [4]، وهي كلمة مأخوذة من اللغة اليونانية القديمة وتعني القزم (nanos) [11][12][13]، وهو جزء من مليار (ألف مليون) جزء من المتر.

2-II المقياس النانومتري:

وحدة قياس تعمل على المستوى الذري أو الجزيئي [14]، يكمن اختصاصها في قياس الأشياء الصغيرة جداً التي لا يمكن رؤيتها إلا تحت المجهر الإلكتروني (Electron Microscope)، وهو غالباً ما يكون من أبعاد الذرة [4] يرمز له ب (nm) وهو أدق وحدة تستخدم في قياس الطول، حيث أن كل 1 متر يساوي 10^{-9} نانومتر. [12][15][16]

تستخدم هذه الوحدة أيضاً لوصف أطوال الموجة في المجال المرئي الذي يتراوح بين (310-700) نانومتر، وكذلك في قياس الجزيئات والالكترونات في النواة الصغيرة جداً [4]، وكمثال على ذلك فان قطر شعرة الرأس العادية تبلغ ما بين 50 ألف الى حوالي ألف نانومتر. [14]



الشكل 1-II: مقياس النانو من المتر الى النانومتر [4].

II-3 تعريف علم النانو:

هو العلم الذي يدرس ويهتم بالتعامل مع المواد بمستواها الذري والجزيئي بمقياس لا يتعدى 100 نانومتر [16]، كما يهتم بتصنيف هذه الجزيئات والذرات ودراسة خصائصها المميزة لمواد النانو ودراسة الظواهر المرتبطة بتصغير حجمها بهدف تفسيرها، فيعتبر علم النانو علم القرن 21 لأنه أدى إلى كشف أسرار هذه المواد وتفاعلاتها وسبب امتلاكها لخصائص ومواصفات مختلفة، وغني عن البيان أن تصغير أحجام ومقاييس المواد إلى مستوى النانومتر ليس هدفاً في حد ذاته بل هو فلسفة علمية راقية وانقلاب نوعي وعلمي على كلاسيكيات وثوابت النظريات الفيزيائية والكيميائية. [11][4][13][17]

II-4 تكنولوجيا النانو:

تقنية النانو أو النانو تكنولوجي أو تكنولوجيا المنمنمات (المجهرات الدقيقة) أو التقنيات المتناهية الصغر، هي تقنية تتعامل مع الذرات والجزيئات المنفردة والمكونة للمواد والتي تهتم بتصميم وتصنيع مواد نانوية [4] والتحكم في بنيتها الداخلية وذلك عن طريق إعادة ترتيب الذرات والجزيئات وهيكلتها، مما يضمن الحصول على منتجات متميزة وفريدة توظف في التطبيقات المختلفة. [11][18][13][17]

II-4-1 مبادئ ومميزات تقنية النانو:

هناك العديد من المبادئ التي تتميز بها تقنية النانو عن التقنيات المعروفة لدينا وهي سبب اهتمام العلماء بالوصول إلى هذا الحجم النانوي، والجدول أسفله يوضح أهم هذه المبادئ ومميزاتها وكذلك الهدف منها: [4]

الجدول II-1: مبادئ ومميزات تقنية النانو.

الميزة	المبدأ
إمكانية بناء أي مادة لان الذرة هي وحدة البناء لكل المواد	إمكانية التحكم بتحريك الذرات منفردة بدقة وإعادة ترتيبها
اكتشاف خصائص مميزة للمواد يستفاد منها في الكثير من الاختراعات والمجالات التطبيقية	الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة عند مقياس النانو متر تختلف عن خصائص نفس المادة عند مقياسها الطبيعي
ربط العلوم وتشجيع الجميع بجميع مختلف تخصصاتهم العلمية على الدخول في مجالها والتعامل فيما بينهم	تعتمد تقنية النانو على مبادئ الفيزياء والكيمياء والأحياء والهندسة الكهربائية والإلكترونية

<p>تصبح خصائص المواد والآلات أفضل فهي اصغر واخف وأقوى وأسرع وارخص واقل استهلاكاً للطاقة</p>	<p>إمكانية التحكم بالذرات منفردة بدقة وإعادة ترتيبها في صنع الآلات والمواد وتنقيتها من الشوائب وتخليصها من العيوب</p>
<p>تحول الخيال العلمي الى واقع حقيقي</p>	<p>تعتمد تقنية النانو على الأبحاث العلمية التي تتصف بإمكانية تطبيقها في اختراعات مفيدة</p>

II-4-2 المواد النانوية:

هي تلك الفئة المتميزة من المواد المتقدمة والصغيرة جداً التي يتم تحضيرها مخبرياً أو تلك الموجودة في الطبيعة بالفعل والتي تتراوح مقاييس أبعاد حبيباتها الداخلية بين 1-100 نانومتر، فقد أدى تصغير أحجام ومقاييس هذه المواد إلى جعلها تسلك سلوكيات مغايرة للمواد التقليدية كبيرة الحجم التي تزيد أبعادها عن 100 نانو، حيث تجعل بها صفات وخصال شديدة التميز لا توجد مجتمعة في تلك المواد التقليدية .

تعد جميع هذه الأخيرة مثل المواد الفلزية (المعدنية) أشباه الموصلات، الزجاج، السيراميك والبوليمرات بمثابة المصادر الأولية التي تستخدم للحصول على المواد النانوية. [11][14][13]

II-4-3 الجسيمات النانوية:

عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي يتراوح عددها من بضع ذرات (أو جزيئات) إلى مليون ذرة مرتبطة بعضها ببعض بشكل كروي تقريباً له نصف قطر أقل من 100 نانومتر، إن جسيماً واحداً نانويًا نصف قطره نانومتر واحد سوف يحتوي على 25 ذرة أغلبها على سطح الجسيم. [15]

II-4-4 الجسيمات النانوية وتأثير القياس:

إن تواجد المواد في قياس النانو يكسبها مميزات وخصائص مختلفة وفريدة من نوعها عن خصائص المواد في القياس التقليدي أهمها زيادة المساحة السطحية ونشاطية سطح الجسم. فالمعروف أن تصغير حجم جسم ما يؤدي إلى ميله للتأثر بسلوك الوحدات الأساسية المكونة لذلك الجسم (الذرات الجزيئات)، مما يؤدي لظهور خصائص مختلفة عن خصائص الأجسام ذات القياس التقليدي مثل التغير في الفيزيائية كدرجة الانصهار وخصائص النوعية كثابت العزل بالإضافة إلى تغيرات في سرعة التفاعلات وغيرها.

تسمى التغيرات في الخصائص الناتجة "تأثير القياس" (size effect)، ويرجع السبب في ذلك إلى تغير ارتباط الذرات والجزيئات المكونة لتلك الأجسام حيث أن تواجد هذه الأخيرة على السطح يجعلها

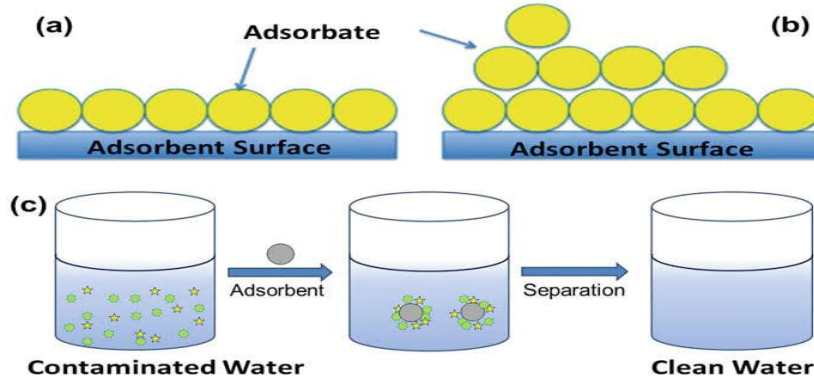
نشطة جدا مما يسهل ارتباطها بمواد أخرى كما تكسبها خصائص حدوث عملية الامتزاز على أسطحها الداخلية.[15]

5-II ظاهرة الامتزاز (adsorption):

هي ظاهرة كيميائية تصف تجمع مادة بشكل جزيئات أو ذرات أو أيونات على سطح مادة أخرى تسمى المادة التي تعاني الامتزاز على السطح بالمادة الممتزة (Adsorbate)، كما يدعى السطح الذي يتم عليه الامتزاز بالسطح الماز (Adsorbent).[3].

قد يقتصر الامتزاز على تكوين طبقة جزيئية واحدة على السطح الماز وتدعى عندئذ بالامتزاز الأحادي الجزيئية (Unimolecular Adsorption)، وقد يشمل الامتزاز أحيانا على تكوين عدة طبقات جزيئية على السطح الماز فتسمى العملية عندئذ بالامتزاز متعدد الجزيئات.

يصحب الامتزاز عادة نقصان في الطاقة الحرة للسطح الماز ΔG° كما يرافقه نقص في الانتروبي ΔS° وتناقص المحتوى الحراري ΔH° في وقت واحد لان الجزيئات التي تعاني الامتزاز تصبح مقيدة بسبب ارتباطها بذرات السطح بذلك تفقد بعض من درجات الحرية قياسا بالحالة التي كانت عليها قبل الامتزاز.[38].



الشكل 2-II: تجسيد ظاهرة الامتزاز.

6-II أشكال المواد النانوية:

تتخذ المواد النانوية أشكالا عدة لكل منها تركيب وخصائص ومقياس لقطرها وطولها ولكل منها استخدامات مميزة أيضا، حيث يمكن تصنيفها من حيث شكلها الى:

1-6-II الأنابيب النانوية (Nano Tubes):

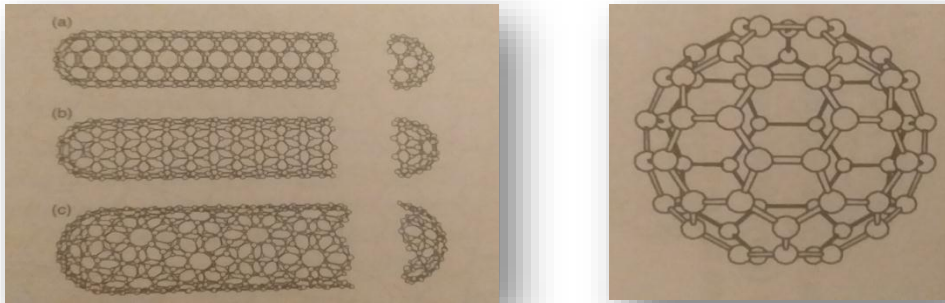
عبارة عن شرائح تطوى بشكل اسطواني وغالبا ما تكون نهاية الأنبوب مفتوحة والأخرى مغلقة بشكل نصف دائرة، يتم صنعها انطلاقا من مواد عضوية (كربون) أو مواد غير عضوية (أكاسيد الفلزات، كأكسيد الفناديوم والمنغنيز)، يتراوح قطرها بين

1 و100 نانومتر وطولها يصل الى حوالي 100 ميكرومتر، تكون هذه الأنابيب مستقيمة، لولبية متعرجة خيزرانية أو مخروطية وغيرها، فمن خصائص ومميزات هذه الأنابيب امتلاكها القوة والصلابة والناقلية الكهربائية. [4][19][17]

II-6-2 الجسيمات النانوية (Nano Particles): هي عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي يتراوح عددها من بضع ذرات الى مليون ذرة، تكون مرتبطة معا في شكل كروي تقريبا ونصف قطرها اقل من 100 نانومتر، عندما يصل حجم الجسيم النانوي الى مقياس النانو في بعد واحد فإنها تسمى البئر الكمي (Quantum Well)، أما إذا كان حجمها النانوي في بعدين فتسمى السلك الكمي (Quantum Wire)، وعندما يكون ب 3 أبعاد تسمى النقط الكمية (Quantum Dots)، ولابد هنا من الإشارة الى أن التغيير في الأبعاد النانوية السالفة الذكر سوف يؤثر على الخصائص الالكترونية لها مما يؤدي الى حدوث تغيير كبير في الخصائص الضوئية للتركيبات النانوية. [4]

II-6-3 النانو المركب (Nano Composites): عبارة عن مواد يضاف إليها جسيمات نانوية خلال تصنيعها ونتيجة لذلك فان المادة النانوية تبدي تحسنا كبيرا في خصائصها، فعلى سبيل المثال يؤدي إضافة أنابيب الكربون النانوية الى تغيير خصائص التوصيل الكهربائي والحراري للمادة. [4][19]

II-6-4 الكرات النانوية (Nano Balls): عبارة عن مواد نانوية كروية من فئة الفلورينات، وتكون متعددة القشرة وخاوية المركز ولا يوجد فجوات على سطحها، من أهمها الفلورين (C_{60}) الذي يحوي 60 ذرة كربون مرتبة على شكل كرة قدم تحتوي 12 شكلا خماسيا و20 شكلا سداسيا ولذلك تسمى أيضا بكرة Bucky. [17][19]



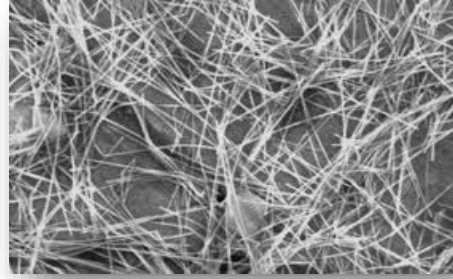
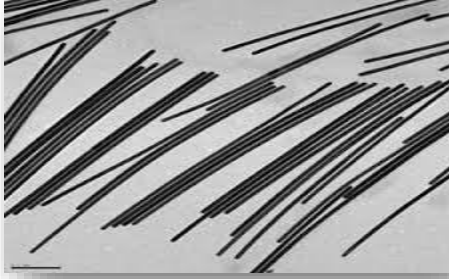
الشكل II-3: الصورة على اليمين تمثل احد أشكال الجسيمات النانوية عبارة عن كرة Bucky وأما

على اليسار فتمثل أشكال مختلفة لأنابيب النانو. [17]

II-6-5 القضبان النانوية (Nano Rods): وهي بنى نانوية شكلها يشبه العصي الطويلة أو الأوتاد مع قطر في مقياس النانو (1-100 نانومتر). [19]

II-6-6 الأسلاك النانوية (Nano Wires): عبارة عن قضبان نانوية ناقلة للكهرباء وهي أسلاك بقطر يقل عن 1 نانومتر وبأطوال مختلفة أي بنسبة طول الى عرض تزيد عن 1000 مرة، ولذلك فهي تتبع بالمواد ذات البعد الواحد (1D). [19].

II-6-7 الألياف النانوية (Nano Fibers): وهي بنى نانوية بشكل ألياف بقطر اقل من 100 نانومتر ولها أشكال سداسية أو حلزونية من أهم خصائصها أن نسبة سطحها الى حجمها كبيرة جدا. [19]



الشكل II-4: الصورة على اليمين تمثل احد أشكال الجسيمات النانوية عبارة عن الأسلاك النانوية

والتي على اليسار تمثل الفيتامين (C) في شكل قضبان نانوية. [20][21]

II-7 وسائل إنتاج وتخليق المواد النانوية:

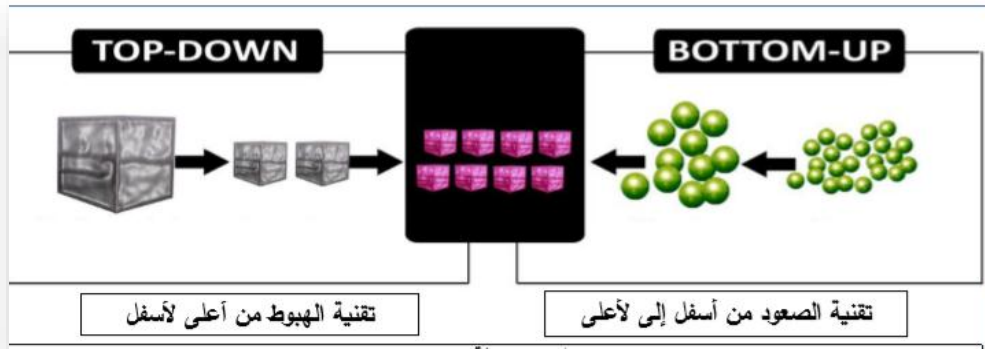
على الرغم من وجود العديد من الأدوات والطرق المستخدمة في إنتاج وتخليق المواد النانوية بمختلف فئاتها ودرجات متفاوتة من الجودة والسرعة والتكلفة فان كل هذه الطرق يمكن إدراجها تحت اثنين من الأساليب التقنية، موضحتان كالتالي:

II-7-1 أسلوب الهبوط من أعلى لأسفل (Top-Down Approach): تبدأ هذه الطريقة بحجم

محسوس من المادة ويصغر شيئاً فشيئاً الى غاية الوصول الى المقياس النانوي، ومن بين التقنيات المستخدمة في ذلك الحفز الضوئي (Photolithography)، القطع، الحفز الكيميائي والطحن والحت [4]، والاستئصال الليزري، وقد استخدمت هذه التقنيات للحصول على مركبات الكترونية مجهرية كشرائح الكمبيوتر وغيرها، حيث أن اصغر حجم أمكن الوصول إليه في حدود 100 نانومتر، ولا يزال البحث مستمرا ومتواصلا للحصول على أحجام اصغر من ذلك. [19]

II-7-2 أسلوب الصعود من أسفل لأعلى (Bottom-up Approach): تبدأ هذه الطريقة بالتجميع الذاتي لجزيئات أو ذرات منفردة كأصغر وحدة، أين تتميز هذه الأخيرة بصغر حجم المادة الناتجة (1نانومتر) بالإضافة الى قلة الهدر للمادة الأصلية والحصول على قوة ترابط بين الجسيمات النانوية الناتجة، فتجمع بعد ذلك في تركيب اكبر فاكبر وغالبا ما يستخدم في ذلك الطرق الكيميائية مثل (Selvo Thermal, Hydro Thermal, Sol-Gel). [19]

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



الشكل II-5: أساليب إنتاج وتخليق المواد النانوية. [4]

II-8- خواص المواد النانوية:

سوف نلقي الضوء في هذا الجزء على أمثلة من الخواص المختلفة للمواد النانوية ونواحي انفرادها بسمات وخصال لم تكن معروفة من قبل:

II-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 وسبائكها 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. [11]

II-8-2 النشاط 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 لان تؤدي الدور الأهم في الحد من التلوث البيئي، كما تعد خلايا الوقود إحدى التطبيقات قليلة التكلفة للمحفزات النانوية وأحد أهم مصادر الطاقة الجديدة والنظيفة.[11]

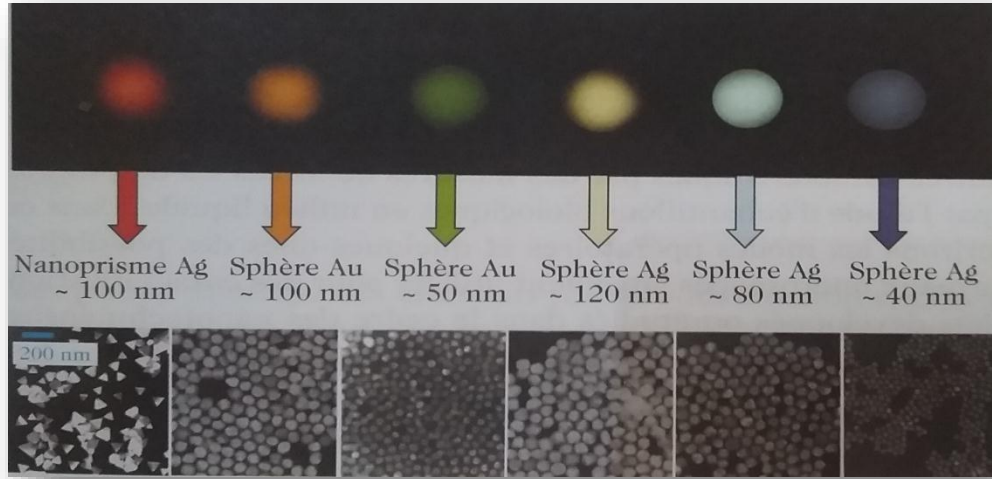
II-8-3 الخواص الفيزيائية: تتأثر قيم درجات انصهار المادة بتصغير أبعاد حبيباتها، فدرجة انصهار الذهب في حجمه الطبيعي التي تصل الى 1064 درجة حرارية تقل الى 500 درجة بعد تصغير حبيباته الى نحو 1.35 نانومتر.[11]

II-8-4 الخواص البصرية: من المدهش أن لون الذهب الطبيعي (الأصفر الذهبي) يتغير الى لون شفاف عند تصغير حبيباته الى أقل من 20 نانومتر، كما تتحول ألوانه من الأخضر الى 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.[11]

II-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.[11]

II-8-6 الخواص الكهربائية: يؤدي تصغير أحجام حبيبات المواد الى أقل من 100 نانومتر الى زيادة قدراتها على توصيل التيار الكهربائي، ما يمكننا من استخدام هذه المواد في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الالكترونية.[11]

II-8-7 الخواص البيولوجية: تؤدي هذه الخاصية الى زيادة قدرة المواد النانوية على نفاذ واختراق الموانع والحواجز البيولوجية وتحسين التلاؤم والتوافق البيولوجي، مما يسهل وصول الأدوية والعقاقير العلاجية للجزء المصاب عبر الأغشية والأوعية.[11]



الشكل II-6: تغير لون حبيبات الذهب والفضة عند تصغير أحجام حبيباتها. [2]

9-II أهمية المواد النانوية:

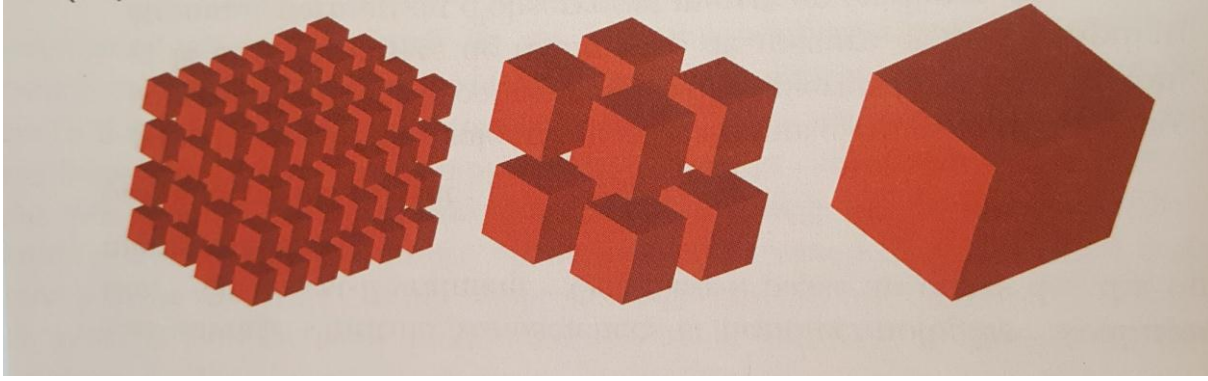
تعتمد تقنية النانو على مواد نانوية يزداد الاهتمام بها لخواصها المميزة والجديدة حيث أن المادة عندما تكون في حجم أقل من 100 نانومتر تظهر لها خواص جديدة ومخالفة في كثير من الأحيان لخواصها المعروفة في صورتها الطبيعية، ويعود هذا الاختلاف في الخواص الى سببين أساسيين هما:

- مساحة السطح.
- تأثير الكم.

لتوضيح أهمية مساحة السطح في المواد النانوية، لنخيل مكعب طول ضلعه 1cm يكون حجم المكعب 1cm^3 والمساحة الكلية لأوجه المكعب هي 6cm^2 وعند تقسيم هذا المكعب لجزئين فان مساحة أسطحه سوف تساوي 8cm^2 مع بقاء حجمه ثابتاً، وتخيل ماذا يحدث لو تم تقسيم المكعب لمليون جزء فان مساحة أسطح جميع المكعبات الصغيرة سوف تكون هائلة بالنسبة لحجمه وهذا يعني أن الذرات التي أصبحت على سطح المادة أكثر كلما قسمت المادة لأجزاء أدق، وهذا يعمل على زيادة تفاعل المادة وتصبح ذات نشاط كيميائي أعلى فذرات سطح أي مادة هي المسؤولة عن التفاعلات الكيميائية مع الذرات الأخرى لامتلاكها إلكترونات غير مقيدة داخل المادة وهذا ما يفسر فعالية ونشاط أي مادة نانوية عن حالتها العادية وكذا تغير خواصها الكهربائية والمغناطيسية والحرارية والميكانيكية... .

أما بالنسبة لتأثير الكم يظهر بوضوح أن هذه المواد لم تعد تخضع لقوانين الفيزياء الكلاسيكية لأبعادها الصغيرة التي تقترب من الأبعاد الذرية لذا فإنها تخضع لقوانين فيزياء الكم والذي ينعكس على

خواصها. [11]



الشكل II-7: زيادة مساحة السطح بالنسبة للحجم عند الانتقال من مادة صلبة متجانسة الى مجموعة من الجسيمات النانوية. [2]

II-10 تصنيف أبعاد المواد النانوية:

يمكن القول أن جميع المواد التقليدية مثل الفلزات وسبائكها وأشباه الموصلات والزجاج والسيراميك والبوليمرات تعد بمنزلة الخامات الأولية المستخدمة في تخليق مواد ذات أبعاد نانوية مختلفة [11]، أين يتم تصنيف هذه المواد طبقاً لأبعادها الى:

II-10-1 مواد نانوية أحادية البعد (One Dimensional): وهي جميع المواد التي يقل احد مقاييس أبعادها عن 100 نانومتر، حيث لا يشترط أن يتميز بعدها الآخران بمقاييس نانوية، من أمثلة هذه المواد الرقائق أو الأغشية (Thin Layers) مثل التي تستخدم في طلاء أسطح المنتجات الفلزية لحمايتها من التآكل والصدأ. [4][11]

II-10-2 مواد نانوية ثنائية البعد (Two Dimensional): يندرج تحت هذه الفئة جميع المواد النانوية التي يقل مقياس بعدين من أبعادها عن 100 نانومتر، وتعد أنابيب النانو (Nano Tubes) كأنايب النانو كربون وألياف النانو وكذلك أسلاك النانو (Nano Wires) نماذج مهمة لتلك الفئة من المواد، أين تعمل أنابيب الكربون كمواد داعمة ومقوية لقوالب الفلزات لرفع قيم صلابتها وتحسين خواصها. [4][11]

II-10-3 مواد نانوية ثلاثية البعد (Three Dimensional): هي التي تمثل المواد النانوية التي يقل قياس أبعادها الثلاثة عن 100 نانومتر (كحبيبات النانو والمواد السيراميكية فائقة النعومة)، حيث تنصدر هذه الفئة من المواد قائمة الإنتاج العالمي من مواد النانو نظراً لتعدد استخداماتها، حيث تدخل أكاسيد الفلزات وأكاسيد السيليكون (SiO_2)، أكاسيد التيتانيوم (TiO_2)، أكاسيد الألمنيوم

(Al₂O₃) وكذلك أكاسيد الحديد (Fe₂O₃) في قطاع صناعة الالكترونيات ومواد البناء لتحل بذلك محل المواد التقليدية. [4][11]

11-II التطبيقات الحديثة لتقنية النانو:

- في مجال معالجة المياه؛ في عملية تحلية ومعالجة مياه البحار تم استبدال تقنية التناضح العكسي بأغشية من أنابيب كربونية نانوية، ف لوحظ أن تكلفة هذه العملية قد انخفضت الى 75٪. [11]
- في مجال الفضاء؛ حيث تم صنع صواريخ من البلاستيك المحتوي على جسيمات نانوية اخص وأسهل من الهياكل المعدنية، تتحمل هذه الأخيرة برودة الفضاء وحرارة الاحتكاك بالغلاف الجوي للأرض. [14]
- في مجال الطاقة؛ وذلك باختراع الخلايا الشمسية بحبيبات السيلكون والتي تتميز بزيادة إنتاج الطاقة الكهربائية وإطالة عمر الخلية وتقليل الحرارة فيها وتصنيع مواد عالية التوصيل الحراري وتحويل الوقود الغازي الى وقود سائل. [14]
- في مجال الموصلات؛ حيث تم تصنيع محركات من المواد النانوية تتميز بالصلابة والمقاومة للتآكل وتلائم تلقائيا مع العوامل الخارجية. [11]
- في مجال الأجهزة الالكترونية؛ مثل تصنيع أقراص صلبة صغيرة ذات سعات تخزينية كبيرة. [11]
- في المجال العسكري؛ مثل صناعة زيوت للسلاح الجوي الذي تمكنه من تحمل الحرارة دون أن يحترق، وكذلك صناعة أسلحة تطلق أشعة كهرومغناطيسية لتشويش الرادارات. [14]
- في مجال الطب؛ تم استخدام تكنولوجيا النانو في الكشف السريع والدقيق عن الفيروسات وتوسيع الأوعية وتحسين وتعزيز النشاط المضاد للبكتيريا. [19][11]
- في مجال التجارة؛ إنتاج كريمات واقية من أشعة الشمس المصنوعة من أكسيد الزنك الذي يصبح شفاف بمقياس النانو ويحمي من الأشعة فوق البنفسجية (UV)، كرات تنس مصنوعة من (CNTs) قوية بشكل كبير ولها ضعف عمر كرات التنس العادية، فيتامينات على شكل رذاذ تمتص مباشرة من الجلد وهي أسرع وأكثر انتظاما من المأخوذة عن طريق الفم، ملابس ضد البقع والتجاعيد أضيفت لأقمشتها الملايين من الأنابيب النانوية لخلق وسادة هوائية غير مرئية فوق القماش تمنع امتصاص البقع وتعمل على إبقاء النسيج مفردا. [19]

بالرغم من التطبيقات الواسعة لتقنية النانو التي تشمل جميع نواحي الحياة إلا أن هناك اهتماما كبيرا في البحث عن إمكانية حدوث آثار جانبية لاستخدام هذه التقنية على حياة الإنسان والوسط المحيط به، إن الجسيمات النانوية نتيجة لصغرها الشديد يمكن أن تنفذ بسهولة من خلال الجلد والرئتين والأجهزة المعوية للإنسان بدون معرفة تأثيرها على الصحة البشرية.[19]

لا توجد حاليا تجارب وبحوث كثيرة حول مخاطر هذه التقنية إلا بعض الأبحاث القليلة على فئران التجارب وعلى العموم لابد للعاملين في مجال تقنية النانو أن يتخذوا كافة الاحتياطات اللازمة لتفادي استنشاق المواد النانوية بجميع أنواعها أو ملامستها لجسم الإنسان.



الفصل الثالث
عموميات حول
تلوث المياه

مقدمة

تلوث المياه من المشاكل الخطيرة جدا والتي تؤثر على جودة الحياة على الأرض، إذ تجعلها أكثر صعوبة وخطرا خصوصا أن المياه هي عصب الحياة الرئيسي للإنسان والحيوان والنبات وذلك لقوله تعالى في محكم تنزيله: "وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون"، ففي وجود المياه تنتشر مظاهر الحياة لهذا فان تلوثها يعني القضاء على هذه الأخيرة والإنذار بكارثة حقيقية لا تحمد عقباه، خصوصا في الوقت الحاضر الذي أصبحت فيه هذه المشكلة ظاهرة عالمية منتشرة في معظم مناطق العالم.

III-1 المياه الملوثة:

هو أي تغير فيزيائي أو كيميائي في نوعية المياه، يكون إما بطريقة مباشرة أو غير مباشرة حيث يؤثر هذا التغير سلبا على الكائنات الحية. [33] ومن صور هذا التلوث:

- استنزاف كميات كبيرة من الأكسجين الذائب في مختلف مصادر المياه، ما يؤدي الى تناقص أعداد الأحياء المائية فيها.
- زيادة نسبة المواد الكيميائية في المياه يجعلها سامة للأحياء.
- ارتفاع عدد المجمعيات البكتيرية والطفيليات والأحياء الدقيقة ونموها في المياه ما يقلل من قيمتها كمصدر للاستهلاك البشري. [32]

III-2 تقسيم تلوث الماء:

III-2-1 التلوث الطبيعي: تلوث ينتج عن تغير الخصائص الطبيعية للماء ويجعله غير مستساغ للاستعمال البشري وذلك نتيجة لتغير لونه ومذاقه واكتسابه رائحة كريهة. [32]

III-2-2 التلوث الكيميائي: تلوث يصبح فيه الماء ساما نتيجة لتواجد مواد كيميائية خطيرة كمركبات الرصاص، والزرنيق، والزرنيخ، والمبيدات الحشرية. [32]

III-2-3 التلوث البيولوجي: يمثل هذا النوع من التلوث تواجد ميكروبات أو طفيليات في الماء أو وجود أحياء نباتية كالتحالب بأعداد كبيرة تؤدي الى تغير طبيعة المياه ونوعيتها وتؤثر في سلامة استخدامها. [32]

III-2-4 التلوث الحراري: هو التلوث بالنفايات الصناعية، حيث تعمل مصانع الحديد والصلب، والورق ومحطات الكهرباء، والمفاعلات النووية وغيرها على استخدام المياه في عمليات التبريد، وتسريح المياه الساخنة الناتجة عن هذه العمليات في مياه البرك والأنهار والبحيرات، ما يؤدي الى ارتفاع درجة حرارتها الذي يؤثر سلبا على الأحياء التي تعيش بها. [32]

III-3-3 مصادر تلوث المياه:

III-3-3-1 تلوث المياه بفعل المخلفات المقذوفة في الأوساط المائية:

- **التلوث بالمخلفات الصناعية:** هي تلك الفضلات الناتجة عن مختلف عمليات التصنيع، والتي يتم صرفها مباشرة في مجاري الأنهار الطبيعية أو في البحار وحتى سطح الأرض، ما يؤدي الى تسلسلها لطبقات المياه الجوفية، تحتوي هذه الفضلات على مكونات كيميائية ضارة مثل الكبريت والزنك، والنحاس، والزئبق، قد تكون هذه الأخيرة سائلة قوامها مزيج معقد من عدد كبير من المواد الضارة ومستويات عالية من المواد السامة (كالامونيا، السيانيد والفينول)، وقد تكون ذات قوام صلب لاسيما التي ترتبط بالتعدين واستغلال المناجم.
- **التلوث بالمخلفات المنزلية:** هي في مجمله إما نفايات صلبة أو عبارة عن قمامة منزلية فردية أو جماعية أو عبارة عن نفايات سائلة في شكل مياه صرف صحي أو ما يعرف بمياه المجاري عادة ما تحتوي على نسب سامة من الرصاص، الكاديوم، الزنك، مواد عضوية، منغنيز، نيكل، زئبق.
- **التلوث بمخلفات الصرف الزراعي:** وهي المياه الزائدة عن حاجة النبات، هذه المياه تتلوث بصورة أخطر أثناء تحميلها بالأسمدة الكيميائية والمبيدات الحشرية خاصة عند استخدامها بصورة مفرطة حيث ينتج عن ذلك زيادة تركيز مركبات النيتروجين، الفوسفات، والبوتاسيوم في مياه الري ما يؤدي بدوره الى إلحاق الضرر بالأحياء المائية والإنسان والحيوان.

III-3-3-2 تلوث المياه بفعل الملاححة البحرية:

- **تلوث المياه بالنفط:** يحدث هذا النوع من التلوث إما بسبب كوارث بحرية تتعرض لها السفن وناقلات البترول أو كنتيجة اصطدامهم ببعض، فيتسرب النفط الى مياه البحار والمحيطات، أو بسبب مصانع تكرير النفط المقامة على ضفاف الأنهار أو سواحل البحار.
- **تلوث بفعل التجارة البحرية:** يحدث كنتيجة لتسرب الزيوت والمواد الكيميائية والعضوية التي أصبحت الأوساط المائية غير قابلة لاستيعابها.

III-3-3-3 تلوث البيئة المائية بالإشعاع النووي:

- يحدث هذا النوع من التلوث عن طريق إدخال عناصر مشعة غريبة عن المكونات الفيزيائية والكيميائية لعنصر الماء نتيجة للتجارب النووية المقامة في أعماق البحار والمحيطات أو من خلال الغبار المشع الذي تحمله الرياح الى المسطحات المائية. [34]

III-4 تعريف الملوثات:

هي المواد أو الميكروبات التي تلحق الضرر بالإنسان وتسبب له الأمراض، تكون هذه الملوثات مواد دخيلة على البيئة أو مواد طبيعية لكنها تجاوزت المستويات المقبولة. [32]

III-5 أصناف الملوثات:

III-5-1 ملوثات طبيعية: هي الملوثات التي ليس للإنسان يد في إحداثها، مثل الغازات والأبخرة المتصاعدة من البراكين أو تأثير الانفجارات الشمسية على اضطرابات الطقس أو احتراق الغابات بشكل طبيعي نتيجة لارتفاع درجات الحرارة أو انتشار حبوب اللقاح في الجو.

III-5-2 ملوثات صناعية: هي الملوثات التي استحدثها الإنسان من خلال نشاطه الصناعي كالغازات والأبخرة والمواد الصلبة التي تنتج من مداخن المصانع وعوادم السيارات.

III-5-3 ملوثات كيميائية: تلك المواد الكيميائية التي يتعامل معها الإنسان كالمبيدات بأنواعها المختلفة (حشرية، فطرية، نباتية) والمنظفات الصناعية والمعقمات الكيماوية ونواتج الصناعات البترولية وصناعات الغزل والنسيج والحديد والصلب والأسمدة... .

III-5-4 ملوثات فيزيائية: وهي تلك المتمثلة في الضوضاء والإشعاعات الذرية والتلوث الحراري الناتج عن استخدام كميات كبيرة من المياه للتبريد في محطات توليد الطاقة ثم إعادتها إلى الأوساط المائية.

III-5-5 ملوثات حيوية: تتمثل في جملة الكائنات الحية المنتشرة بشكل كبير في البيئات المختلفة، تشمل هذه الكائنات الحية البكتيريا، والفطريات، والفيروسات وغيرها. [3]

الجدول III-1: ملوثات المياه الشائعة ومصادر التلوث المرتبطة بها. [1]

نوع الملوث	مصدر التلوث
نترات، امونيوم، مبيدات حشرية، كائنات حية برازية	النشاط الزراعي
فينول خماسي الكلور، هيدروكربونات اروماتية	الصناعة الخشبية
هيدروكربونات هلوجينية متنوعة، فينول، زرنين	صناعة المبيدات الحشرية

مدايع جلدية	هيدروكربونات هالوجينية، فينول
أحوال المجاري المائية	نترات، هيدروكربونات هالوجينية متنوعة، رصاص، زنك
استخراج الغاز والنفط	الملوحة (كلور الصوديوم)، هيدروكربونات اروماتية
أعمال الطلاء	رابع كلوريد الايثيلين، هيدروكربونات هالوجينية وأخرى اروماتية، معادن
الصناعات المعدنية	ثالث كلوريد الايثيلين، رابع كلوريد الايثيلين، الهيدروكربونات الهالوجينية، المعادن الثقيلة، الفينولات، السيانيد
النفائات الصلبة	امونيوم، كلوريد الصوديوم، معادن ثقيلة
محطات التزود بالبنزين وأماكن إصلاح السيارات	البنزين، الهيدروكربونات اروماتية وهالوجينية، فينولات
التنظيف الجاف	ثالث كلويد الايثيلين ورابع كلوريد الايثيلين
تعدين الفحم	الحموضة، معادن ثقيلة متنوعة، كبريتات

6-III تقنية النانو و البيئة:

إن التقدم الذي شهدته تقنية النانو حفز منظمة الامم المتحدة الى الإهتمام بها و رصد خطة للإستفادة من تطبيقاتها في مختلف مجالاتها، فقد مكنت هذه التقنية من إمتلاك الإمكانية لزيادة كفاءة إستهلاك الطاقة و المساعدة في تنظيف البيئة و المحافظة عليها، كما أسهمت في إيجاد الحلول للعديد من المشاكل الصحية، كما أن تقنية النانو قادرة على زيادة الإنتاج الصناعي بشكل هائل وبتكاليف

منخفضة جدا ومن المتوقع أن تساهم هذه التقنية في تحقيق تقدم في مجالات كثيرة مثل: مجال الطبي والصناعي والزراعي والغذائي والبيئي، وفيما يلي سيتم ذكر بعض الأمثلة لتقنية النانو في المجال البيئي. [15][16]

لقد تم البدء في استخدام تقنية النانو من أجل إيجاد حلول لمشاكل تلوث البيئي أو على الأقل تخفيضها، فقد استخدمت هذه التقنية لتطوير طرق جديدة لمعالجة مياه الشرب و إكتشاف تلوث الهواء و إنتاج مصادر طاقة نظيفة وحل مشاكل اخرى من المشاكل البيئية.

7-III تنقية ومعالجة المياه:

إن استخدام تقنية النانو في تطوير طرق المعالجة التقليدية للمياه (تشمل المعالجة الكيميائية وتحلية المياه والمعالجة بالأشعة فوق البنفسجية وغيرها) [22]، يؤدي الى رفع كفاءة هذه التقنيات، مما يؤدي بدوره الى تقليل التلوث و توفير مياه صالحة لشرب، فلقد بدء فعليا في استخدام هذه التقنية حيث شمل ذلك ثلاث آليات كما يلي:

1-7-III التحفيز الضوئي (Photocatalysis):

يعتبر استخدام المواد المحفزة النانوية لمعالجة المياه أكثر كفاءة وفاعلية من استخدام مواد محفزة ضخمة، وذلك لتمييزها بمساحة سطحية أكبر لتحتك بالمواد المتفاعلة، وتتضمن طريقة التحفيز الضوئي تفاعلات منشطة بضوء الشمس لتدمير الملوثات والكائنات الحية، أين يتم ذلك باستخدام مادة نشطة ضوئيا مثل جسيمات نانوية لثاني أكسيد التيتانيوم (TiO_2)، وهي عبارة عن مادة شفافة أظهرت فاعلية فائقة للقضاء على بكتيريا (*Clostridium Perfringens*) المقاومة للكلور، تعتبر هذه العملية إقتصادية ولا تنتج عنها مواد جانبية، كما تستخدم هذه الطريقة لتنقية الهواء الجوي باستخدام جسيمات ثاني أكسيد التيتانيوم النانوية من خلال طلي المباني بطبقة من ثاني أكسيد التيتانيوم الشفاف الذي يمتص ضوء الشمس محولا بذلك أكاسيد النيتروجين الى حمض النتريك الذي يغسل بمياه الأمطار. [15][22]

2-7-III الترشيح النانوي (Nano-Filtration):

ساهمت تقنية النانو في إنتاج أغشية تحتوي ثقب صغيرة جدا (قد تصل الى 1 نانومتر) تستطيع حجز المواد العضوية كجزيئات المبيدات تسمح فقط بمرور جزيئات الماء، أين استخدمت أيضا مرشحات من سيليكات الالومينيوم النانوية لتنقية المياه من الشوائب و الميكروبات دون الحاجة الى

إستخدام مطهرات كيميائية أو مرسبات الأوساخ، ويمكن أيضا أن تتم عملية الترشيح بإستخدام عدة أغشية مرتبة في طبقات أين تعمل كل طبقة على حجز نوع محدد من الملوثات.

لقد تم في هذا الصدد إنتاج غشاء من أكسيد الحديد الخزفي المعروف بإسم (ferroxane) الذي يزيل المخلفات العضوية، وتم إنتاج أغشية أنابيب الكربون النانوية ومسام الخزف النانوية لأكسيد الألمنيوم التي يمكن تغيير سمكها وحجم مسامها وقابليتها للنفاذ لحجز ومنع مرور العوالق والفطريات والطفيليات والفيروسات ...، بمصادر المياه العذبة. [15]

III-7-3 الأكسدة الكهروكيميائية (Electrochemical Oxidation):

في هذه الآلية تحدث عملية أكسدة على سطح من أنابيب الكربون النانوية عند جهد معين خاصة بالمادة المراد أكسدتها. [15]

III-8 تحليل المواد النانوية في العينات البيئية:

من أجل إجراء مختلف التحليلات للجسيمات النانوية في مختلف الأوساط يتوجب على العاملين تعيين تركيب وتركيز ودراسة سلوك وسمية هذه الجسيمات وتحديد مدى تأثيرها الضار على البيئة، إن صعوبة الحصول على تحليل كمي ذي حساسية عالية أدى الى إستخدام تقنية فصل مرتبطة بتقنية قياس آلية [15]، وسنورد فيما يلي أهم التحاليل والتقنيات المستخدمة لتعيين الجسيمات النانوية:

III-8-1 التحليل النوعي:

1- إستخدام المجاهر: تقوم هذه الأخيرة بالتعرف على الجسيمات النانوية بالإضافة الى تحريكها وتصويرها وغير ذلك من العمليات منها: المجاهر الضوئية والإلكترونية (SEM، SPM TEM، STM، AFM، MFMI). [11]

2- إستخدام تقنية المطيافية الضوئية: لقد إستخدمت عدة تقنيات ضوئية في التحليل النوعي للجسيمات والمواد النانوية ومن أهم هذه التقنيات: مطيافية "الرنين النووي المغناطيسي" (NMR spectroscopy) التي تم إستخدامها لتحديد التركيب ثلاثي الأبعاد للعينات، ومطيافية "الأشعة السينية" (RX) التي تعطي معلومات عن الطبقات المطلية للجسيمات النانوية والتركيب البلوري للطبقات السطحية، ومطيافية "رامان" (Ramanspectroscopy) التي تعتبر التقنية المناسبة لتحديد الخصائص التركيبية للجسيمات النانوية. وقد تم دمج وربط عدة تقنيات ضوئية ببعضها لتعيين أنابيب الكربون النانوية في المياه السطحية، كما إستخدمت عدة تقنيات وطرق لفصل وتعيين خصائص الجسيمات النانوية واشتملت هذه الطرق على طريقة الطرد

المركزي والترشيح والفصل التجزيئي باستخدام الاغشية وقياسات السطح والشحن وقياسات المساحة السطحية والتحليل اللوني الحراري.[15]

III-8-2 التحليل الكمي للجسيمات النانوية:

هناك بعض الحواجز والتحديات التي تواجه التحليل الكمي للجسيمات النانوية أهمها عملية أخذ العينات وتحضيرها للتحليل، حيث أن هاتين العمليتين تؤديان الى تغيير حالة إنتشار الجسيمات النانوية كما أن وجود الجسيمات النانوية الطبيعية والمواد العضوية في العينة يؤدي الى صعوبة إجراء التحليل الكمي، بالإضافة الى ذلك إحصائية إدمصاص الجسيمات النانوية العضوية والغير عضوية على جذور أوعية العينة، ويعتبر تحليل الجسيمات النانوية في التربة عملية صعبة نتيجة لوجود كميات كبيرة من الجسيمات الطبيعية ذات القياس المشابه للجسيمات النانوية المراد تحليلها.

إن إستخدام المواد المساعدة على الإنتشار (Surfactant) أو إستخدام جهاز باعث للإهتزازات او الذبذبات يساعد على تحرر الجسيمات النانوية المطلوبة، كذلك تستخدم أجهزة الطرد المركزي لفصل التجمعات النانوية هذا بالإضافة للطرق الكروماتوغرافية كالتريشيع الهلامي والكروماتوغرافيا الهيدروديناميكية وفصل التدفق الحقلي.[15]

الفصل الرابع المواد والطرف التجريبية

مقدمة:

خلال هذا الفصل سوف نقوم بسرد المتفاعلات والأدوات المخبرية ثم نصف التقنية (RX) التي تم استخدامها في المثال الأول الذي تم دراسته في الفصل الخامس. سمحت لهم هذه التقنية بملاحظة وتوصيف المواد المدروسة وتفسير الخطوط الرئيسية التي تم استخدامها حتى تمكنوا من تفسير النتائج والتحليل الشكلي للمادة، وتحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمواد النانوية.

1-IV المواد الكيميائية المستعملة:

في بحثنا هذا استخدمنا المواد الكيميائية المرتبة في الجدول أدناه كل حسب كتلته المولية والشركة المصنعة، ولقد استعملت هذه المواد بالشكل المتحصل عليه من مصادرها التجارية.

الجدول 1-IV: المواد الكيميائية المستخدمة (متفاعلات).

الشركة المصنعة	الكتلة المولية M(g/mol)	المادة الكيميائية
MERCK	188.14	C ₇ H ₆ O ₅
MERCK	135.16	C ₈ H ₉ NO
PANREAC	203.31	MgCl ₂
MERCK	278.10	PbCl ₂
ALDRICH	270.3	FeCl ₃
MERCK	315.136	ZnCl ₂
MERCK	208.233	BaCl ₂
MERCK	63.01	HNO ₃

بالإضافة إلى ذلك المذيبات التالية تم استعمالها في تحضير المركبات، وتتلخص خصائصها

الفيزيائية والكيميائية في الجدول التالي:

الجدول 2-IV: المذيبات المستخدمة في تحضير العينات.

المذيب	الإيثانول	الماء
درجة الغليان	78C°	100C°
الكثافة عند 25 C° (Kg/m ³)	0.78	999.97
الكتلة المولية (g/mol)	46	18.01
الصيغة الإجمالية	C ₂ H ₅ OH	H ₂ O

2-IV الأدوات والأجهزة المستخدمة:

بغية تحضير العينات وإجراء القياسات التحليلية الطيفية والتعرف على بعض الخواص الفيزيائية

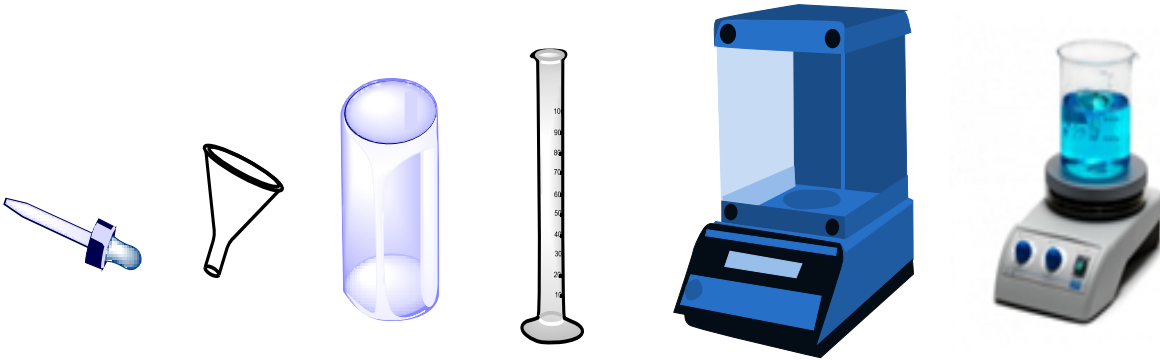
استعملنا الأدوات والأجهزة الآتية:

1-2-IV الأدوات:

- مجموعة من البياشر + أنبوب مدرج.
- ملعقة مخبرية.
- زجاجة ساعة.
- ورق ترشيح.
- قضيب مغناطيسي .

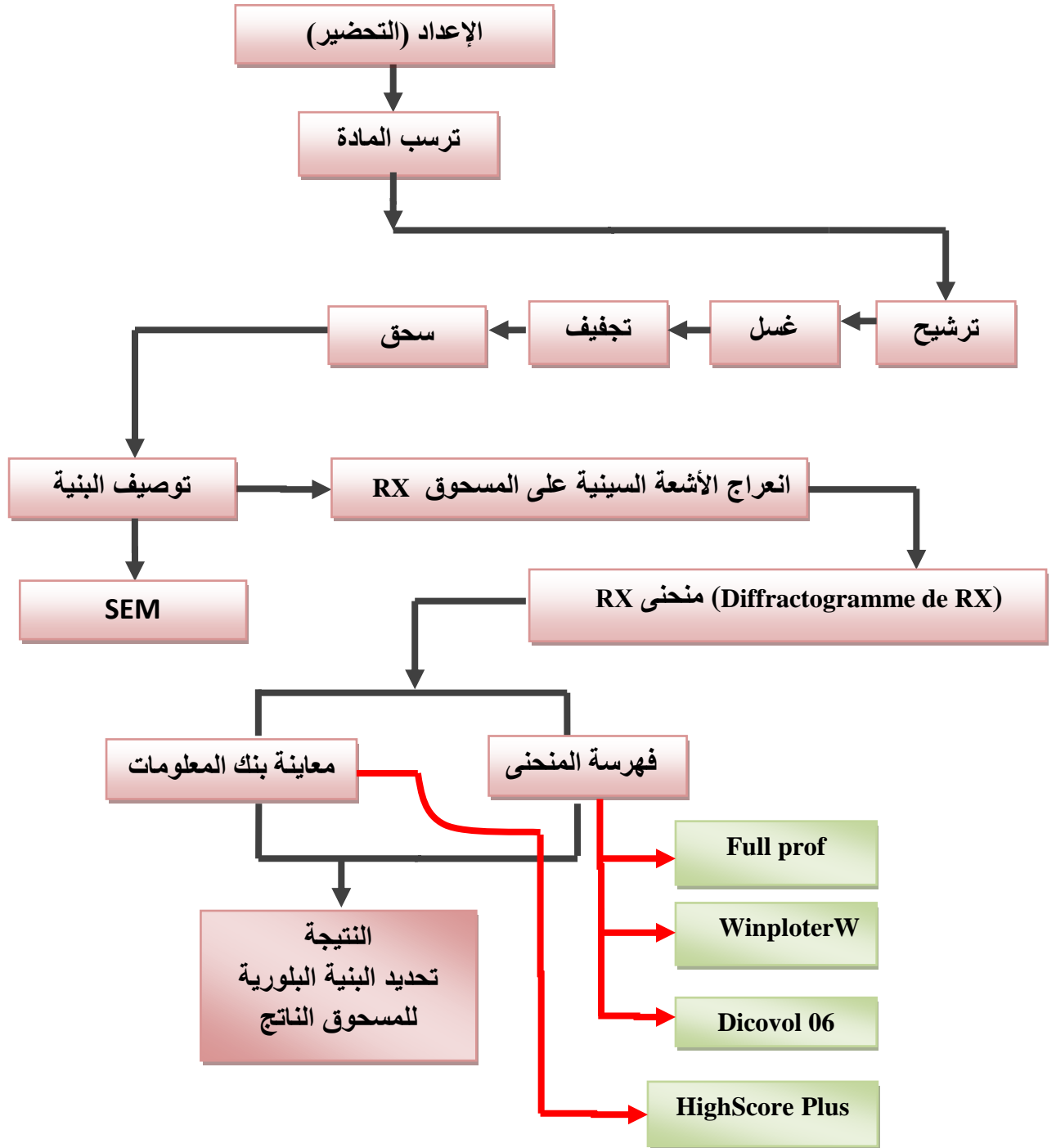
2-2-IV الأجهزة:

- ميزان حساس + جهاز رج مغناطيسي.
- PH-mètre.
- جهاز قياس الأشعة السينية.



الشكل 1-IV: الأدوات المخبرية المستخدمة.

ويخلص المخطط التالي العملية من بداية تحضيرها الى تشخيصها:



الشكل 2-IV: مخطط البروتوكول التجريبي المتبع.

3-IV الإعداد:

في هذا العمل تم تحضير عينات المواد النانوية انطلاقاً من مواد كيميائية تجارية والمذكورة أعلاه، لتليها عملية التشخيص وفق المخطط (الشكل 2-IV). أين تم تنفيذ هذه التفاعلات بتقنية الكيمياء اللينة عن طريق إجراء التفاعلات في المحاليل بدرجات حرارة تتراوح من 25-80 درجة مئوية. يعتمد تحضير العينات عند درجة حرارة المخبر على إذابة كل متفاعل على حدا في حجم معين من المذيب باستعمال الرج المغناطيسي، ولتسهيل عملية ذوبان الحمض تم تسخين المحلول في درجة حرارة 50C° تقريباً، ثم سكب المحلول المعدني على المحلول الحمضي مع الرج قطرة بقطرة، ثم إضافة المحلول الأميني مع مواصلة الرج قطرة بقطرة، وتتم هذه العملية فوق جهاز الرج المغناطيسي. ترك بعدها المحلول حتى يتشكل الراسب ثم يرشح باستعمال ورق الترشيح، أكثر التفاصيل موضحة في البروتوكول التجريبي مع تكرار العملية مرتين بتغيير النسب المولية والمتفاعلات. سمح هذا البروتوكول بالحصول على المساحيق الموضحة في الجدول 3-IV وفي مايلي عرض مفصل لطريقة تحضير العينة الأولى بحيث تم تحضير بقية العينات بنفس البروتوكول التجريبي مع التغيير في معلمات التفاعل.

التجربة (1): قمنا في البداية بتحضير المحاليل التالية:

- 0.20331g من MgCl₂ في 5ml من الماء المقطر.
- 0.18814g من Gallic Acid في 5ml من الايثانول.
- 0.13516g من Acetanilide في 5ml من الايثانول.

نضع داخل بيشر محلول Gallic Acid فوق جهاز الرج المغناطيسي ونضيف له محلول MgCl₂ قطرة بقطرة، ثم نضيف محلول Acetanilide ونتركه الى أن تمتزج المحاليل الثلاثة معا.




التجربة (2): نتبع نفس الخطوات السابقة لكن بتغيير حجم المذيب من 5ml الى 10ml.

التجربة (3): في هذه الخطوة قمنا بإضافة 0.18814g من مسحوق Gallic Acid الى 10ml من الايثانول وسط بيشر فوق جهاز الرج المغناطيسي الى أن تتم عملية الذوبان، ثم قمنا بإضافة 0.20331g من مسحوق MgCl₂ الى المحلول السابق الى غاية الذوبان أيضاً. ثم إضافة 0.13516g من Acetanilide الى المحلول ونستمر في عملية الرج الى غاية الذوبان الكلي للمسحوق. تركنا المحاليل الثلاث سابقة الذكر الى غاية تشكل راسب ثم ترشح بعد ذلك.

نعيد نفس التجارب السابقة بنفس الخطوات مع المعادن التالية: $PbCl_2$ ، $BaCl_2$ ، $ZnCl_2$ ، $FeCl_3$ أين تم تلخيصها في الجدول التالي.

الجدول 3-IV: ملخص الشروط التجريبية لمجمل التجارب المنجزة مخبريا.

الملاحظة	نتائج التفاعل	حجم (ml)	المذيب	الوزن (g)	المتفاعلات	التجربة
تشكل بلورات		10	ايتانول	0.18814	Gallic Acid	رقم (1)
			ايتانول	0.13516	Acetanilide	
			ماء مقطر	0.208233	$BaCl_2$	
تشكل بلورات		5	ايتانول	0.18814	Gallic Acid	رقم (2)
			ايتانول	0.13516	Acetanilid	
			ماء مقطر	0.208233	$BaCl_2$	
تشكل بلورات		10	ايتانول	0.18814	Gallic Acid	رقم (3)
				0.13516	Acetanilide	
				0.208233	$BaCl_2$	
تشكل هلام		10	ايتانول	0.18814	Gallic Acid	رقم (1)
				0.13516	Acetanilide	
				0.136315	$ZnCl_2$	
تكل هلام		5	ايتانول	0.18814	Gallic Acid	رقم (2)
				0.13516	Acetanilide	
				0.136315	$ZnCl_2$	
تشكل هلام		10	ايتانول	0.18814	Gallic Acid	رقم (3)
				0.13516	Acetanilide	
				0.136315	$ZnCl_2$	
عدم تشكل اي راسب		10	ايتانول	0.18814	Gallic Acid	رقم (1)
			ايتانول	0.13516	Acetanilide	
			ماء مقطر	0.278	$PbCl_2$	
عدم تشكل راسب		5	ايتانول	0.18814	Gallic Acid	رقم (2)
			ايتانول	0.13516	Acetanilide	
			ماء مقطر	0.278	$PbCl_2$	

تشكل بلورات		10	ايتانول	0.18814	Gallic Acid	رقم (3)
				0.13516	Acetanilide	
				0.278	PbCl ₂	
عدم تشكل راسب		10	ايتانول	0.18814	Gallic Acid	رقم (1)
				0.13516	Acetanilide	
				0.20331	MgCl ₂	
عدم تشكل راسب		5	ايتانول	0.18814	Gallic Acid	رقم (2)
				0.13516	Acetanilide	
				0.20331	MgCl ₂	
عدم تشكل راسب		10	ايتانول	0.18814	Gallic Acid	رقم (3)
				0.13516	Acetanilide	
				0.20331	MgCl ₂	
تشكل بلورات		10	ايتانول	0.18814	Gallic Acid	رقم (1)
				0.13516	Acetanilide	
				0.270	FeCl ₃	
تشكل بلورات		5	ايتانول	0.18814	Gallic Acid	رقم (2)
				0.13516	Acetanilide	
				0.270	FeCl ₃	
عدم تشكل راسب		10	ايتانول	0.18814	Gallic Acid	رقم (3)
				0.13516	Acetanilide	
				0.270	FeCl ₃	

من بين الأهداف التي كانت مسطرة، أن يتم التشخيص الفيزيوكيميائي لإحدى العينات على الأقل من أجل التعرف على بنيتها البلورية، وبالتالي استنتاج خصائص هذه البنية، و خاصة مدى تواجد المسامات في المركب بغرض ضمان تحقيق حدوث ظاهرة الامتزاز بين المعقد المحظر مخبريا والملوث.

وبالرغم من عدم تمكننا من استكمال هذا البحث مثل ما كان مسطرا (التشخيص)، إلا أننا سوف نقوم بعرض أهم التقنيات التي تقوم بتوصيف هذه المركبات.

4-IV وسائل التوصيف:

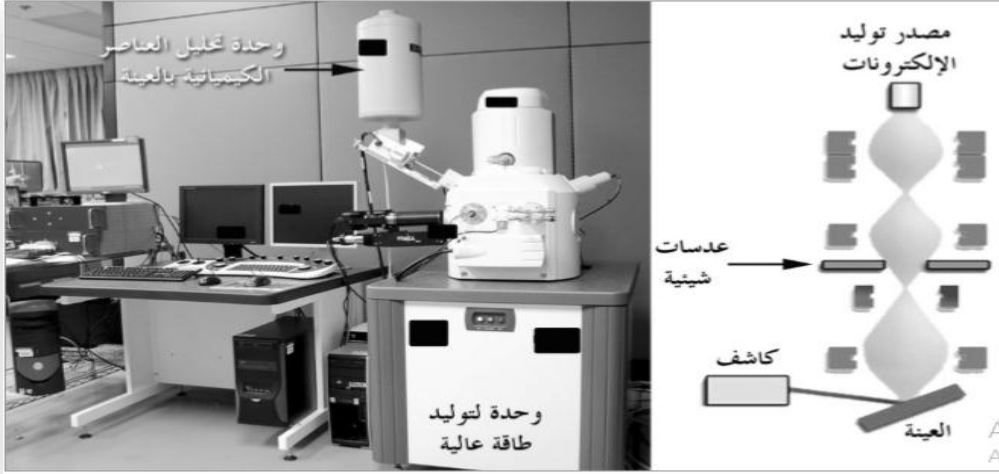
يقصد بوسائل التوصيف هنا تلك الأدوات والتقنيات التي يتم توظيفها في اختبار المواد النانوية المنتجة من أجل تعيين خواصها واكتشاف السمات الجديدة التي تتمتع بها، وليس ثم شك فان ضرورة تمتع المشتغلين والباحثين بمجال تكنولوجيا النانو بمهارات فائقة في استخدام وتشغيل تلك الأجهزة أن تكون لديهم الخلفية العلمية القوية التي تؤهلهم لتحليل وتفسير مخرجات نتائجها هو أحد العناصر الأساسية التي يجب توافرها في العلماء العاملين في هذا المجال.

ورجوعا الى مقاييس أبعاد المواد النانوية التي تتراوح بين 1 و 100 نانومتر، فلنا أن نتوقع مدى الجهد الكبير الذي بذله علماء النانو في إيجاد طرق مستحدثة أو تطوير طرق سابقة من أجل التعامل مع تلك الأجسام متدنية الحجم وتعيين خواصها بعناية بالغة ودقة كبيرة[11]، ومن ثم فلا بد من وسيلة تمكننا من رؤية الجسيمات الصغيرة جدا رؤية مباشرة تمكن الباحث من الحكم عليها وتحديد خواص بنيتها التركيبية.

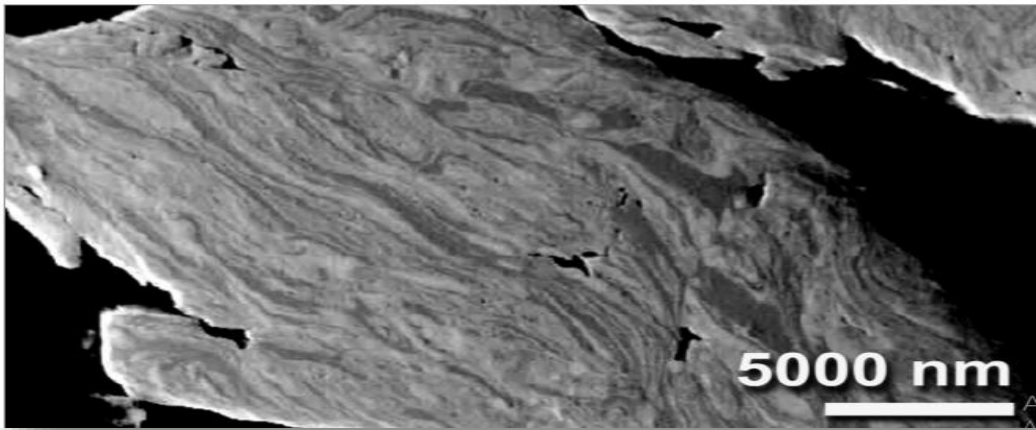
لقد كان لطرق التحليل الطيفي فضلا في دفع عجلة العلوم خطوات إلى الأمام[23] كونها تسمح لنا بجمع معلومات هامة ودقيقة حول بنية المواد وتراكيبها، بحيث تعتمد هذه الأخيرة على استجابة المواد بعد إثارتها بواسطة منبع إثارة، يقذف بحزمة إشعاعية.

5-IV طرق التحليل الطيفي المستخدمة:**1-5-IV الميكروسكوب الماسح الإلكتروني:**

يستخدم الميكروسكوب الماسح الإلكتروني (SEM) في تحليل وتعيين خواص أسطح العينات السميكة أو الرقيقة في المادة ومعرفة شكلها والقيام بتحديد مقاييس أبعادها الخارجية، ويتيح هذا الميكروسكوب قوة تكبير تتراوح عادة بين 10 مرات ونصف مليون مرة وفقا لنوع الجهاز المستخدم ودقته وخبرة المستخدم لهذا الجهاز، ومن خلال بعض الإضافات يتمكن هذا الميكروسكوب من تحديد العناصر الداخلية في تركيب العينة ونسبتها بدقة جيدة .



الشكل 3-IV: صورة فوتوغرافية لأحد أنواع الميكروسكوبات الماسحة الالكترونية في جامعة طوهوكو اليابانية وبجانباها رسم تخطيطي للجهاز ومكوناته. [11]



الشكل 4-IV: صورة مورفولوجية لإحدى العينات تم اختبارها بواسطة المجهر الماسح الالكتروني. [11]

2-5-IV الأشعة السينية:

منذ أن اكتشف رونتجن الأشعة السينية سنة 1895، أصبحت هذه المنطقة من الطيف الكهرومغناطيسي مصدر إسهام وإغناء في معرفة التركيب الذري، لقد تطور العمل في هذا المجال بشكل واسع وكبير حتى ازدادت طرق استخدام الأشعة السينية في أكثر من مجال، فالأشعة السينية عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية ذات طول موجي مساوي للمسافة بين الذرات في البلورات، تلعب الذرات دور مركز تبعثر للأشعة السينية. [24]

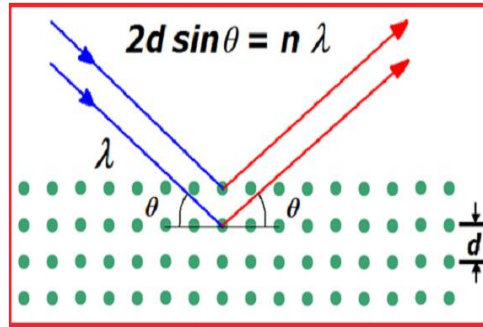
1-2-5-IV قانون براغ: (ميدكل فيزيك)

في عام 1913 تمكن وليام لورانس براغ من وضع الشروط الهندسية لحيود حزمة وحيدة الطول الموجي من الأشعة السينية، وتحديد البنية البلورية لبعض الجزيئات وذلك اعتمادا على فرضية أن الذرات في الجزيئة تتوزع بشكل منتظم ضمن الشبكة البلورية على شكل مستويات متوازية يفصل بينهما مسافة ثابتة تدعى بالبعد الشبكي البلوري (d)، ولاحظ أنه عندما تسقط حزمة من الأشعة السينية على إحدا الذرات في أي من المستويات البلورية فإنها تعاني من ظاهرة الانعراج وذلك اعتمادا على نظرية التداخل للأمواج وتوصل إلى معادلة سميت باسمه (شرط براغ في الانعراج) [25]، وتعطى بالشكل التالي:

$$2d \times \sin \theta = n \times \lambda$$

بحيث:

d: المسافة الفاصلة بين مستويين بلوريين متتالين (البعد الشبكي البلوري).
n: عدد صحيح يمثل ترتيب المستوى البلوري حيث $n = 1, 2, 3, \dots$



الشكل 5-IV: تجسيد تخطيطي لقانون براغ [25].

2-2-5-IV حيود الأشعة السينية:

إن الغاية من استخدام تقنية حيود الأشعة السينية هو دراسة البنية الدقيقة للمادة ومعرفة التركيب البلوري لها، حيث يعتبر انعراج الأشعة السينية الطريقة الأنجع في تحديد بنية الأجسام المتبلورة. إن المادة عبارة عن جسيم متعدد البلورات مكونة من عدد كبير من الحبيبات كل منها يسمى بالبلورة الأحادية، فهو عبارة عن تراص منتظم من الذرات يمكن وصف هذا التراص بمجموعة من المستويات البلورية معرفة بمسافات شبكية (d_{hkl}) . [26]

3-2-5-IV الجهاز المستخدم:

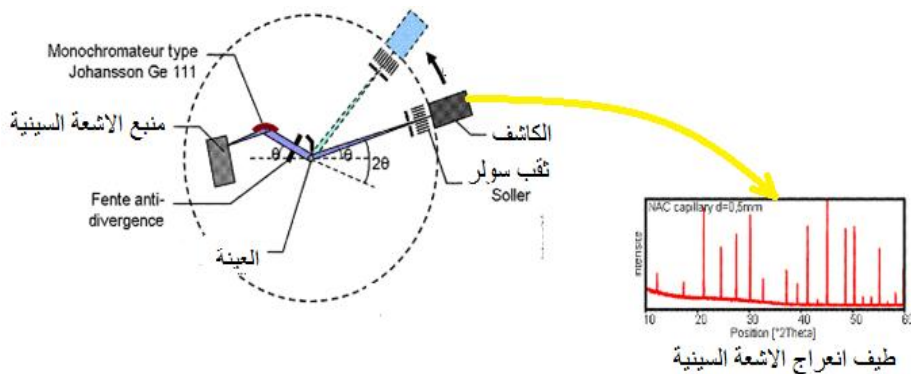
في المثال الأول من الفصل الخامس، تم تسجيل طيف انعراج الأشعة السينية على المسحوق بالنسبة للعينة $[DabcoH_2][(H_2O)_3FeCl_3]Cl_2$ باستخدام جهاز انعراج الأشعة السينية من النوع D8 Advence Bruker الذي يسمح بتسجيل أطياف على عينات مسحوقية، مع دقة ممتازة، ضرورية لتحديد البنية البلورية وتفتيتها. جهز هذا الجهاز بمهبط من النحاس ($\lambda = 1.542 \text{ \AA}$) ورأس قونيومتر 2θ ، وهو يعمل في وضع تكون فيه العينة في حركة دوارة.



الشكل 6-IV: جهاز حيود الأشعة السينية D8 Advence Bruker . [27]

4-2-5-IV مبدأ عمل أجهزة حيود الأشعة السينية (RX):

يتم قذف المادة بواسطة حزمة أشعة سينية أحادية الطول الموجي، متوازية وذات طول موجي معروف ينتجها مهبط نحاسي، يتم وضع العينة في مركز جزء من الجهاز دوار بالإضافة إلى دورانه حول محور عمودي على مستواها، كل الحزم الواردة التي تتعرج من البنية البلورية للمادة تحقق قانون براغ [27]. كما يوضح الشكل (7-IV):



الشكل 7-IV: تجسيد مبدأ عمل انعراج الأشعة السينية على المسحوق. [27]

5-2-5-IV انعراج الأشعة السينية على المسحوق:

تحضير العينة:

تستخدم في هذه الطريقة أشعة سينية أحادية الطاقة ذات طول موجي واحد تسلط على المادة البلورية بعد سحقها لتكون في شكل حبيبات صغيرة ووضعتها فوق حامل عينة مصنوع من مادة الـ PMMA كما هو موضح في الشكل 8-IV، يتم تلميس السطح بواسطة صفيحة زجاجية.

يعرف المسحوق في علم البلورات كعينة متعددة البلورات، تتكون بحكم التعريف من عدد كبير من البلورات الموجهة عشوائياً نحو بعضها البعض [28]. بينما أحادي البلورة تتكون من بلورة مفردة. البلورة عبارة عن جسيم متجانس لها تركيب كيميائي، تكون تحت ظروف مناسبة من الضغط ودرجة الحرارة ويحدها خارجياً أسطح تسمى أوجه بلورية تعكس الترتيب الذري المنتظم.



الشكل 8-IV: حامل العينة. [29]

والهدف من سحق المادة هو أن تكون سطوح البلورات الصغيرة للحبيبات موزعة توزيعاً عشوائياً في كل الاتجاهات وتكون المستويات الذرية المتوازية التي تتباعد بمسافة قدرها (d) والتي تسقط عليها الأشعة بحيث تكون الزاوية بينها والحزمة هي (θ) تكون عاكسة للأشعة في الاتجاه الذي يحدث التداخل البناء ويحقق قانون براغ. تصدر الأشعة المنعكسة من حبيبات المسحوق في أشكال مخروطية متحدة المركز تحيط بمركز الأشعة الساقطة وتعادل زاوية فتحة المخروط (2θ)، وهذه الزاوية يمكن قياسها وبما أن الطول الموجي يمكن تعينه فيكون ممكناً إيجاد المسافة بين المستويات الذرية العاكسة ودراسة التركيب لبلوري للمادة، وتعتبر هذه أكثر الطرق ملائمة عندما لا يكون الحصول على بلورة واحدة من المادة ممكناً.

تم تسجيل طيف في النطاق الزاوي θ من 5 إلى 45 درج بخطوة مقدارها 0.02 درجة وزمن العد 300 ثانية لكل خطوة في درجة حرارة الغرفة. تتم معالجة هذه البيانات باستخدام برنامج Score Plus High، الذي يتم من خلاله الوصول إلى قواعد البيانات، وتوصيف المركب، من أجل التحديد البنية البلورية المعروفة. للعينات خلال مقارنتها بالأطياف الموجودة في قواعد البيانات بـ (COD، ICSD، PDF-2، ...)

مواد جديدة تتميز بطريقة المسحوق أو البلورة المفردة في طبيعة العينة وذلك بعد عملية فهرسة الطيف حتى يتسنى للباحث التأكد من مدى مصداقية النتائج. تم حساب طيف حيود الأشعة السينية النظرية ووصف البنية باستخدام كل من برنامجين 3.8 Mercury و Diamond 04.


6-2-5-IV برنامج High Score Plus:

لقد تم استخدام برنامج High Score Plus لمعالجة بيانات انعراج الأشعة السينية الخاصة بالعينات المدروسة، وهو واحد من بين العديد من برامج الحاسوبية التي تعالج هذه البيانات اعتماداً على قواعد بيانات تحوي معلومات عديدة عن مختلف التراكيب البلورية، بإمكان برنامج High Score Plus المطابقة بين المعطيات المقدمة له من مخطط انعراج الأشعة السينية على العينة المدروسة وتلك التي لديه من قواعد البيانات، ومعطيات التراكيب البلورية الأكثر تطابقاً. [30]

7-2-5-IV فهرسة طيف الأشعة السينية:

هي إحدى الطرائق التي يمكن استعمالها لاستخلاص المعلومات وتحديد الوسائط الخطية والزاوية لخلية الوحدة وهي تساعد في تفسير نموذج طيف حيود الأشعة السينية وذلك من خلال استعمال برمجيات معدة لذلك.

تم فهرسة طيف الحيود لعينة باستعمال برنامج (Fullprof) للفهرسة (Winploter) الذي يقوم بالنقاط الذروات وإجراء الحسابات اللازمة لعملية الفهرسة، مدخلات البرنامج عبارة عن البيانات المتحصل عليها من جهاز حيود الأشعة السينية على كل المدى الزاوي المفحوص، والذي يعتمد على تحليلات ريتقيلد لتصفية البنية البلورية والحصول على بيانات أكثر دقة لأبعاد الخلية الأساسية.



الفصل الخامس
دراسة بعض النتائج
ومناقشتها
من دراسات سابقة

إن عدم تمكننا من إجراء تشخيص للمركبات التي تم تحضيرها في جائحة كورونا جعلنا نلجأ الى
توظيف دراسات سابقة والبحث عن امثلة قريبة من عملنا وعرضها كنتائج ومناقشات حيث وقع اختيارنا
على موضوعين: الأول تم فيه دراسة ظاهرة تنقية المياه الملوثة بمادة الداكوا، والثاني ملوثة بمادة
ال GV.



دراسة إزالة ملوث عضوي من المياه باستخدام مادة نانوية

مقدمة

في الوقت الحاضر عرف استخدام مواد ذات البنى النانوية تقدما ملحوظا في مجال الامتزاز ومن بين أفضل المميزات المعروفة: (الكربون المنشط، سيليك، الالومينا، الطين،...).

وفي حالة مركبات الكلوروفيرات يكون الحديد على شكل ايونات مستقرة في المحاليل الحمضية مثل: $[Fe(III)(H_2O)_2Cl_4]$ ، $[Fe(III)Cl_4]$ ، $[Fe(III)Cl_5(H_2O)_2]^{-2}$ ، $[Fe(III)Cl_6]^{-3}$ ، $[Fe(III)_2Cl_9]^{-3}$

تستخدم هذه الأخيرة لازالة مادة الـ DABCO (1,4-Diazabicyclo[2,2,2]octane) الذائب في الماء وذلك بتشكيل الملح العضوي $([C_6H_{14}N_2][(H_2O)_3FeCl_3]Cl_2)$ كمركب هجين يتكون نتيجة لأكسدة (Fe(II)) بواسطة الأوكسجين الجوي في وسط حمضي باستخدام الماء المقطر كمذيب، يكون تكوين هذا الملح أكثر ملائمة في درجة حرارة الغرفة حيث تتجاوز مدة تشكل هذا المركب أسبوعين. [36]

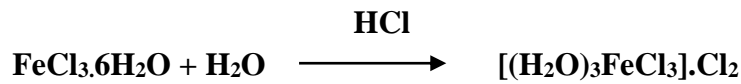
1-V المواد والأساليب:

تم استخدام المواد الكيميائية التالية: $[FeCl_3 \cdot 6H_2O]$ ، DABCO / الماء المقطر، وحمض HCl الـ

2-V تحضير السائل الأيوني $[(H_2O)_3FeCl_3]Cl_2$:

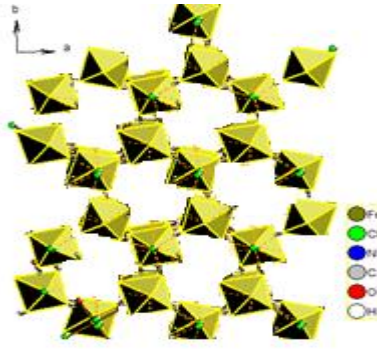
تم الحصول على السائل الأيوني أصفر اللون $[(H_2O)_3FeCl_3]Cl_2$ في درجة حرارة الغرفة، بتفاعل بين خليط مكون من سداسي هيدرات كلوريد الحديد وحمض الهيدروكلوريك الذائب في الماء، في النسب المولية 1/1 جميعها مخففة في 10 مل من الماء المقطر فوصلت إلى الرقم الهيدروجيني PH=3 بعد إضافة بضع قطرات من حمض الهيدروكلوريك.

يوضح التفاعل الكيميائي التالي تكوين السائل الأيوني:



1-2-V الشبكة البلورية للسائل الأيوني:

حسب ما هو وارد في الأعمال السابقة [36] فإن الشبكة البلورية للسائل الأيوني المتحصل عليه تحتوي على تجايف على طول أحد المحور البلوري كما هو موضح في الشكل 1-V.



الشكل 1-V: طبقات التكديس في مستوى بلوري من أجل $[(H_2O)_3FeCl_3] Cl_2$.

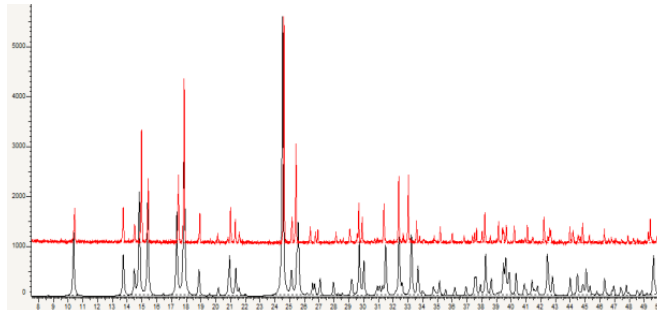
3-V عملية إزالة الدابكو من الماء $[C_6H_{14}N_2] [(H_2O)_3FeCl_3] Cl_2$:

تحضير الوسط الملوث: يتم تحضير الوسط الملوث من خلال إذابة 0.041g من $(C_6H_{14}N_2)$ في 10ml من الماء المقطر.

إزالة الدابكو من الماء : تم نزع الدابكو من الماء عن طريق إجراء تفاعل بين السائل الأيوني المحضر سابق و المحلول الملوث بجزيئات الدابكو وفقا للبروتوكول التجريبي التالي :في درجة حرارة الغرفة تفاعل 5ml من السائل الأيوني $[(H_2O)_3FeCl_3] Cl_2$ مع المحلول الذي تم الحصول عليه عن طريق ذوبان 0.041g من $(C_6H_{14}N_2)$ في 10ml من الماء المقطر. بعد أسبوع واحد تشكلت بلورات شفافة صفراء اللون في المحلول الأيوني الأصفر، تم عزل هذه البلورات وتجفيفها، تم الحصول بعدها على ملح الدابكو ذو الصيغة التالية $[(C_6H_{14}N_2)][(H_2O)_3FeCl_3]Cl_2$.

1-3-V توصيف الملح الناتج $[C_6H_{14}N_2] [(H_2O)_3FeCl_3]Cl_2$:

تم تأكيد التركيب البلوري لـ $[C_6H_{14}N_2] [(H_2O)_3FeCl_3]Cl_2$ عن طريق حيود الأشعة السينية على مسحوق. يوضح الشكل 1-V أنماط حيود مسحوق الأشعة السينية المسجلة والمحسوبة للمركب $[(C_6H_{14}N_2)][(H_2O)_3FeCl_3]Cl_2$.

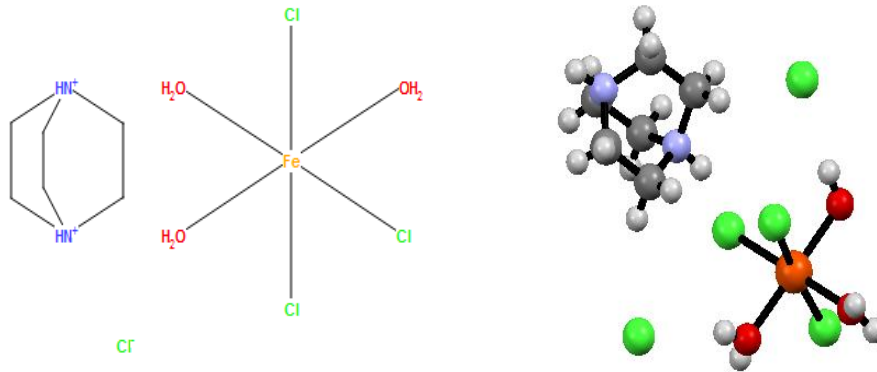


الشكل 2-V: مقارنة الرسم البياني للأشعة السينية لمركب $[DabcoH_2][(H_2O)_3FeCl_3]Cl_2$ باللون

الأحمر والأسود المسجل المحسوب ببرنامج Mercury.

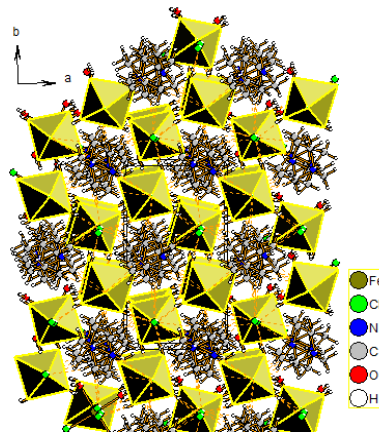
2-3-V وصف الهيكل:

بنية هذا الملح كما وصفها SI Troyanov 1999 تحتوي على الكاتيونات من دابكو وجزيئات محايدة من $[\text{Fe(III)(H}_2\text{O)}_3\text{Cl}_3]$ وأنيونات الكلوريد، والتي تكافئ الشحنة الزائدة للوحدة $[\text{DabcoH}_2][(\text{H}_2\text{O)}_3\text{FeCl}_3]\text{Cl}_2$ (الشكل 3-V)، تشكل هذه المجموعة كيانات معزولة مرتبطة بروابط هيدروجينية.



الشكل 4-V: عرض الجزيء $[\text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_2][(\text{H}_2\text{O)}_3\text{FeCl}_3]\text{Cl}_2$ ، مقدم مع برنامج Mercury.

في هذا الهيكل، ترتبط ذرة الحديد بثلاث ذرات كلور طرفية في نفس ترتيب الطول تقريباً وثلاث جزيئات من الماء.



الشكل 5-V: يوضح الشكل احتلال الجزيئات العضوية لجميع المواقع البلورية التي تسببت في تلوث المياه.

أظهر تشكل هذا الملح وجود المركب العضوي في تجاويف المادة، تحتل هذه المركبات العضوية مواقع بلورية محددة، هذا يؤدي إلى استنفاد المادة العضوية في الوسط المائي.

أخيراً، نوكد أن السائل الأيوني الذي تم إعداده قد تم استخدامه في القضاء على ملوثات مائية متوسطة بأنواع عضوية.

خلاصة:

يحتوي التركيب الكريستالي لهذا الملح على تجايف تتكون من السائل الأيوني في حين أن كيانات دابكو البروتونية تستوعب الشحنة السالبة للسائل الأيوني، هذه الكيانات تجري في التجايف، لذلك يتم تطهير الوسط من الملوث دابكو.



**دراسة إزالة ملوث ال GV
من المياه الملوثة
باستعمال مادة ال DNC**

مقدمة:

قد تؤدي الصبغة المتواجدة في مجاري المياه الى سمية بيئية خطيرة وتترك إحيائي محتمل، تعتبر صبغة البلور البنفسجي (ميثيل روزانيلين) صبغة كاتيونية اصطناعية يمكنها أن تتفاعل مع أسطح سالبة الشحنة من أغشية الخلايا وتخرقها وتتركز في السيتوبلازم في كثير من أوراق النبات، من خصائصها أنها غير قابلة للتحلل وتستمر لفترات طويلة في البيئة، ولنزعها من المياه العادمة طبقت عدة طرق فيزيوكيميائية وبيولوجية إلا إن هذه الأخيرة كانت عالية التكلفة لذا لجئو خلال هذا العمل لتطبيق ظاهرة الامتزاز ذات التكلفة الأقل والأبسط .

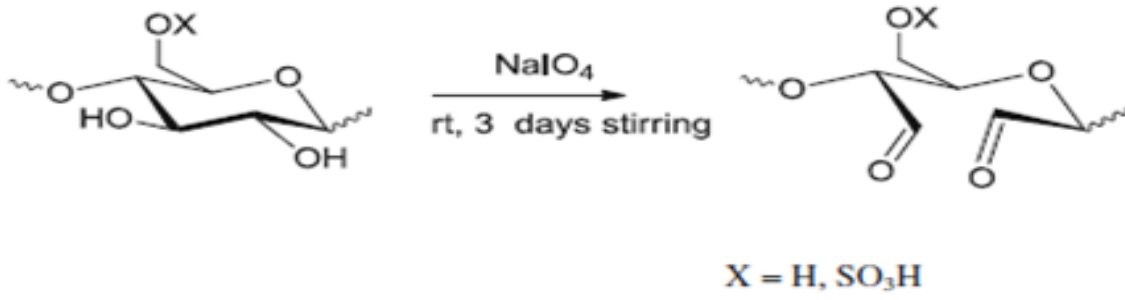
لقد تم خلال هذه الدراسة نزع البنفسج البلوري (GV) من مياه ملوثة محضرة مخبريا بواسطة 2,3-Dialdehyde Nanocellulose (DNC) المؤكسد عن طريق ظاهرة الامتزاز، تم اختيار مركب (DNC) كمادة مازة لل (GV) لتوفره بكثرة في المنتجات الثانوية لنخيل التمر في جنوب صحراء الجزائر. لتحليل نتائج ظاهرة الامتزاز المدروسة تم فحص تأثير درجة الحموضة PH والوقت ودرجة الحرارة والتراكيز المختلفة لل GV عليها. [37]

4-V الأدوات والطرق المستخدمة:

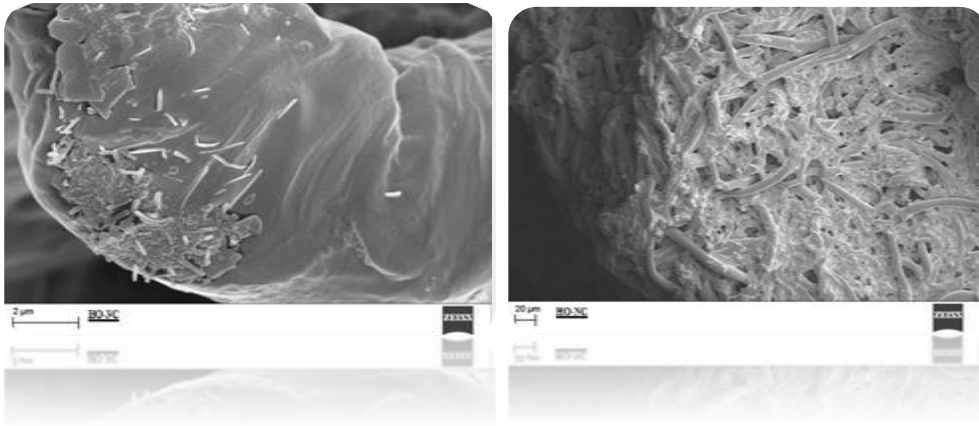
تم خلال هذا العمل استخدام جهاز الUVvis لتحليل العينات عند طول موجة 586nm والمعايرة القياسية لتقييم درجة الحموضة بواسطة جهاز الHanna، بالإضافة الى استخدام جهاز الرج المغناطيسي لأجل إثارة العينات.

5-V تحضير مركب الDNC (2,3- Dialdehyde Nanocellulose):

تم جمع المنتجات الثانوية لنخيل التمر من ورقلة (الجزائر) ووضعها داخل أكياس بلاستيكية نظيفة ليتم غسلها بالماء المقطر ثم توضع بشكل مسطح على طاولة نظيفة حتى تجف ويتم طحنها فيما بعد. يتم استخلاص مركب السيليلوز بإضافة 50% إيثانول + 50% أسيتون، ثم يعالج بعدها ب75% من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) تبعت هذه العملية أكسدة الناتج في محلول (NaIO₄) 4% في الظلام عند PH=4 لمدة 3 أيام، في الأخير تم غسله بالماء المقطر لينتج المركب المراد الحصول عليه. يمثل الشكل V-6 معادلة التفاعل التي بواسطتها تشكلت مادة السيليلوز، بينما الشكل V-7 عبارة عن الصورة التي تم التقاطها للمادة الناتجة بواسطة جهاز SEM في حين التحليل الطيفي لهذه المادة تم تمثيله في الشكل V-8.



الشكل 6-V: تفاعل الأوكسدة الانتقالي للنانو سيليلوز.



الشكل 7-V: صورة لمركب الـ DNC تحت المجهر الماسح الإلكتروني (SEM).



الشكل 8-V: التحليل الطيفي لمركب الـ DNC.

للحصول على التركيز المطلوب للمادة الممتازة من أجل دراسة ظاهرة الامتزاز تم التخفيف التدريجي لمحلول البنفسج البلوري (GV) بالماء المقطر مع إضافة محلول $NaOH$ $0.1 M$ مع الحفاظ على درجة الحموضة PH.

6-V دراسة ظاهرة الامتزاز الحيوي:

تم تطبيق عملية الدفعات لإجراء تجارب الامتزاز. حيث تم وضع 1g من مادة الـDNC في قوارير ارلن ماير ذات سعة 100ml تحتوي على محلول البنفسج البلوري (GV)، ثم تم رج الخليط 100 دورة في الدقيقة عند 20°C، 30°C، 40°C، أين تراوح وقت الاتصال من 0 الى 70 دقيقة. تم ترشيح الخليط باستخدام ورق وبيتمان رقم 40.

أجريت التجربة في الدفعة الثانية بإضافة 1g من DNC الى 100ml من محلول البنفسج البلوري ثم تم رج الخليط 100 دورة في الدقيقة لمدة 20 دقيقة عند درجة حموضة PH=8. تم تحديد كمية البنفسج البلوري الممتزة في حالة الاتزان وفق القانون الآتي:

$$Q_e = (C_0 - C_e) \times V / m$$

حيث:

m : كتلة المادة الممتزة (g)، V : حجم المحلول (l)، C_e: تركيز التوازن في المحلول (mg/l).

C₀: التركيز الأولي للـGV (mg/l)، Q_e: كمية الـGV الممتزة عند التوازن (mg/g).

كما تم تحديد مردود امتزاز الـGV على الـDNC وفق القانون الآتي:

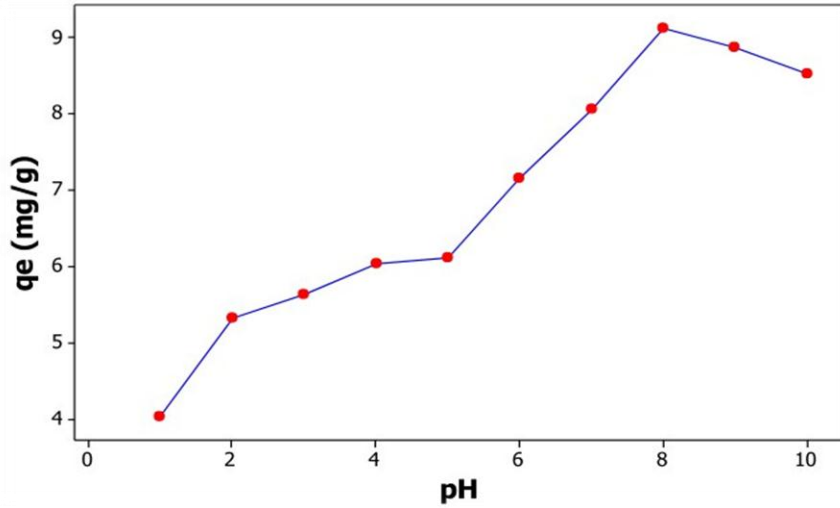
$$R(\%) = (C_0 - C_e) \times 100 / C_0$$

6-V-1 تأثير وقت الاتصال:

أظهرت النتائج أن 20 دقيقة كانت كافية لامتزاز الـGV على الـDNC عند التوازن، حيث ازداد هذا الامتزاز بشكل خطي أي انه كان سريع وفوري وذلك راجع لتراكم الـGV على الـDNC.

6-V-2 تأثير درجة الحموضة:

أظهرت النتائج انه عندما يزداد الرقم الهيدروجيني من PH=1 الى PH=10 يزداد امتزاز الـGV من 4.02mg/g الى 8.52mg/g، حيث لوحظ أن هذا الامتزاز يصل الى ذروته عند PH=8. تتخفف قدرة الامتزاز بشكل طفيف في نطاق الأس الهيدروجيني من 8 الى 10.



الشكل 9-7: تأثير الأس الهيدروجيني على كمية الـGV الممتزة على سطح الـDNC.

من أجل الحصول على المعلومات الكافية حول ظاهرة امتزاز الـGV على الـDNC تم استخدام أربع نماذج الأكثر شيوعاً Langmuir، Frundlish، Temkin، Dubinin-Radushkevich حيث يمكن الحصول على معادلات هذه النماذج بالشكل الخطي الآتي:

Langmuir : $C_e/q_e = 1/K_L \times q_{max} + C_e/q_{max}$
 $RL = 1/(1+k_L C_0)$

q_e : قدرة الامتزاز عند التوازن (mg/g).

q_{max} : هي أقصى سعة للامتزاز (mg/g).

K_L : ثابت التوازن لانقموير مرتبط بتقارب مواقع الربط وطاقة الامتزاز.

C_e : تركيز المحلول عند الاتزان (mg/l).

RL : معامل الفصل (حيث $RL < 1$ امتزاز موجب، $RL > 1$ امتزاز سالب، $RL = 1$ امتزاز خطي).

C_0 : التركيز الأولي (mg/l).

Frundlish : $\text{Log}(q_e) = \text{Log}(K_f) + 1/n \cdot \text{Log}(C_e)$

K_f : ثابت فراندلش (mg/g).

$1/n$: شدة الامتزاز.

Dubinin-R : $\text{Ln}(q_e) = \text{Ln}(q_{max}) - \beta \epsilon^2$

q_e : مقدار امتزاز الـGV على الـDNC عند التوازن (mg/g).

q_{max} : أقصى سعة للامتزاز (mg/g).

β : ثابت متعلق بطاقة الامتزاز ($\text{mol}^2 \text{kJ}^{-2}$).

Temkin : $q_e = K_1 \text{Ln}(C_e) + K_2$

K_1 و K_2 : ثوابت متساوي الحرارة لـ Temkin.

		Langmiur isotherm constants			Freundlich isotherm constants		
T°C	q _{max} (mg/g)	K _L	R _L	R ² (%)	K _F	n	R ² (%)
20	11,71	1.072	8,15	97,99	6,82	2,04	85,71
30	12.03	1,277	6,86	97,96	7,12	2.33	87.02
40	12.05	1,332	6,38	97,97	7.23	2,74	83,21
		Temkin isotherm constants			D-R isotherm constants		
T°C		K1	K2	R ² (%)	q _{m,D-R}	E (KJ/mol)	R ² (%)
20		1.02	5,84	88.01	9,32	6,75	92,5
30		0,911	6,21	85,82	9,41	6,27	93,7
40		0,899	6,44	85,34	9,39	6,29	94.0

الجدول 1-V: قيم المعلمات لكل نموذج من النماذج المستخدمة في الدراسة.

من اجل دراسة حركية امتزاز ال GV على ال DNC تم استخدام نموذجين حركيين موضحين كالآتي:

- النموذج الحركي من الدرجة (1):

$$\text{Log}(q_e - q_t) = \log(q_e) - K_1 \times t / 2.303$$

- النموذج الحركي من الدرجة (2):

$$t/q_t = 1/K_2 q_e^2 + 1/q_e \cdot t$$

كما تم تطبيق نموذج حساب المعدل الأولي للانتشار داخل الجسيمات:

$$q_t = K_p \cdot t^{1/2}$$

حيث: K_p هو ثابت معدل الانتشار داخل الجسيمات ($\text{mg/g} \cdot \text{min}^{1/2}$).

الخلاصة:

تم خلال هذا العمل إجراء دراسات حركية وديناميكية حرارية لامتزاز GV في محلول مائي على DNC، كما نوقشت أيضا مدى ملائمة معادلات من الدرجة 1 و 2 والنموذج الحركي للانتشار داخل الجسيمات لامتزاز GV على DNC، حيث يمكن وصف امتزاز GV بواسطة نموذج الانتشار داخل الجسيمات خلال 17 د.

اتفق النموذج الحركي من الدرجة الثانية مع السلوك الديناميكي لامتزاز ال GV على DNC

للتراكيزات الأولية المختلفة من GV.

نستخلص من هذا البحث أن DNC مادة مازة لإزالة GV من مياه الصرف.

الخلاصة العامة:

تزداد مشكلة تلوث المياه في جميع أنحاء العالم مما تتسبب في وفاة 1400 شخص سنويا، على الرغم من ضخ حجم هذه المشكلة إلا أن التكنولوجيا والعلوم سارعت في إيجاد حلول للحد من هذه الظاهرة، من بين جملة هذه الحلول وبعيدا عن المعالجة التقليدية للمياه الملوثة استخدمت في هذا الصدد تقنية النانو الحديثة التي اختصرت جميع مراحل المعالجة التقليدية في القضاء على الملوثات، وذلك عن طريق تصنيع مواد وجسيمات نانوية تعمل على القضاء على هذه الأخيرة وجعل المياه أكثر صلاحية للاستهلاك.

الأفاق المستقبلية:

من خلال بحثنا هذا ونظرا للظروف التي مررنا بها حاولنا أن نقدم أول خطواتنا للولوج الى عالم تصنيع المواد النانوية والبحث في خصائصها كونها مواد واعدة للمستقبل، حيث تطرقنا للتعريف بأهم خصائص ومزايا هذه المواد ودورها في معالجة مشكل تلوث البيئة خاصة فيما يخص موضوع معالجة المياه الملوثة.

نأمل في المستقبل القريب خوض ميدان تصنيع مواد جديدة ثم تحديد منافعها وتفاذي آثارها السلبية والمواصلة فيما تبقى من بحثنا هذا وإجراء تجارب أكثر دقة ووضوح لأجل إيجاد حلول لمشكلة تلوث المياه.

قائمة المراجع

المراجع باللغة العربية:

- [3] محمد مجدي عبد الله واصل، كيمياء الحفز والسطوح، الطبعة الأولى، مصر: دار النشر للجامعات، 2004.
- [4] عبد الله احمد عبد الله، تطبيقات تقنية النانو: تأثير تطبيقات تقنية النانو على المواد المستخدمة في الواجهات الخارجية للمباني، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، مصر 2017 .
- [11] د.محمد شريف الاسكندراني، تكنولوجيا النانو: من اجل غد افضل، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، ISBN-978-99906-0-306-4, افريل 2010.
- [13] د.احمد توفيق حجازي، تكنولوجيا النانو: الثورة التكنولوجية الجديدة، دار كنوز المعرفة، عمان الاردن، ماي 2011، ISBN-978-74-180-8
- [16] داليا محمد بسيوني – ثورة النانو تكنولوجي، 26 اكتوبر 2014.
- [http // Kenanonline.com /users/ahmedKordy/posts/320181- 18:54](http://Kenanonline.com/users/ahmedKordy/posts/320181-18:54)
- [18] 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 القسم، السعودية، 19-20 نوفمبر 2017 .
- [19] د.مجد الدين العلي، تقنية النانو: عالم الاشياء الصغيرة جدا ذات الخواص الفريدة، مجلة البعث، حجم 36، العدد11، 2014.
- [23] ن. محمادي، تحديد تركيب الأصناف اللونية الرئيسية لرمل كثبان منطقة ورقلة، وتحديد سبب تلونها باستخدام الطرق الطيفية، أطروحة دكتوراه، كلية الرياضيات وعلوم المادة، جامعة قاصدي مرياح، ورقلة، 2017.
- [24] س. بضيف، دراسة التركيب الجزيئي لرمال كثبان منطقة ورقلة باستخدام مطيافية الامتصاص ماتحت الحمراء و حيود الأشعة السينية، مذكرة ماستر أكاديمي كشف وبصريات إلكترونية، جامعة قاصدي مرياح، ورقلة، 2012.
- [26] س. بضيف، تحديد التركيب الجزيئي للأصناف الحبيبية المختلفة لرمل كثبان منطقة ورقلة وحساب تركيز الكوارتز فيها باستخدام التقنيات الطيفية، أطروحة دكتوراه مطيافية المواد، جامعة قاصدي مرياح ورقلة، 2016.

- [30] م.ع. مشري وإسماعيل شيحي، دراسة التركيب الذري لرمال كثبان منطقة ورقلة بإستخدام مطيافيات XRF و MEB و EDX و AAN، حوليات العلوم والتكنولوجيا 4(2):69-79، كلية الرياضيات وعلوم المادة، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2012.
- [32] محمد عبد الناصر الزرقعة، تلوث المياه في محافظتي الشمال والوسطى وتأثيرها على صحة الانسان، مذكرة ماجيستر، الجامعة الاسلامية غزة، عمادة الدراسات العليا، كلية الاداب، قسم الجغرافيا، 2010.
- [33] نوار جليل هاشم، مشكلة تلوث المياه في العراق وآفاقها المستقبلية، مجلة المستنصرية للدراسات العربية والدولية، حجم 17، 2005، ص 170-187 .
- [34] خرموش اسمهان، الحماية القانونية للمياه والأوساط المائية من التلوث، جامعة سطيف محمد لمين دباغين، كلية الحقوق والعلوم السياسية قسم الحقوق، 2015.
- [35] الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، مراقبة البيئة والتلوث، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، المملكة العربية السعودية، 2007.
- [38] أ.احمد كاظم الحسناوي، زهراء اسماعيل حسن، التخلص من ملوثات المياه بواسطة ظاهرة الامتزاز، جامعة القادسية، العراق، 2017.

قائمة المراجع

المراجع باللغة الأجنبية:

- [1](www.worldbank.org/gwmate) , Stephen Foster, Héctor Garduño, Karin Kemper, Albert Tuinhof, Marcella Nanni, Charles Dumars, Protecting groundwater quality defining strategy and setting priorities, 2006-2002.
- [2]Jean Michel, Marcel Lahmani, Dupas Haerberlin, Patris Hesto, Nanosciences et nanotechnologies Evolution ou revolution?,Imprime en France par SEPEC a Peronnas N° d edition : 70118354_01,Depot legal : avril 2014 .
- [5] Mini Namdeo, Magnetite Nanoparticles as Effective Adsorbent for Water Purification-A Review, Advances in Recycling and Waste Management, July 20, 2017 .
- [6] B. Lkhagvadulam, B. Tsagaantsetseg, D. Tergel, and S. Chuluunkhuyag, Removal of Chromium from a Tannery Wastewater by Using a Maghemite Nanoparticles, International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 8, No. 10, October 2017
- [7] www.scientificamerican.com › news
- [8] Omer Y. Bakather, Ahmad Kayvani Fard, Ihsanullah, Majeda Khraisheh, Mustafa S. Nasser, and Muataz Ali Atieh , Enhanced Adsorption of Selenium Ions from Aqueous Solution Using Iron Oxide Impregnated Carbon Nano tubes , Bioinorganic Chemistry and Applications Volume 2017, 7 May 2017.
- [9] Giorgio Vilardi, Luca Di Palma, Nicola Verdon, The influence of nitrate on the reduction of hexavalent chromium by zerovalent iron nanoparticles in polluted wastewater, Article in Desalination and water treatment , August 2017 .
- [10] Giorgio Vilardi, Luca Di Palma, Nicola Verdone, On the critical use of zero valent iron nanoparticles and Fenton processes for the treatment of tannery wastewater, Journal of Water Process Engineering, Sapienza University of Rome, Dept. of Chemical Engineering Materials Environment, Via Eudossiana 18, 00184 Rome, Italy.
- [12]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.
- [14] D.Ata Hassen Darwish and Halla Hamid, Students knowledge in nanotechnology application in college of education at Gaza universities and their attitudes tow-ards them, IUG Journal of Educational and Psychology Sciences, vol 26N01, ISSN2410-3152, 2018.
- [15] Ahmeda MHS, Ahmida NHS and Ahmeida AA, Introduction to nanotechnology :definition,terms,occurrence and application in environment, LIMU Journal, vol 2, p 12-26, 2017.
- Jean-Marie Lehn, Les Nanotechnologies, imprimé en France, CHIRAT-42540 Saint-just-la-pendue, janvier 2014, ISBN 978-2-10-070609-9
- [20] <http://www.eenewsanalog.com> ,12/08/2020, 14:55
- [21] <http://www.materialstoday.com>., 12/08/2020, 15:05
- [22]Boehm F, Nanotechnology in environmental application, Report NAN039A, BCC Research, Wellesley, MA.2006, <http://www.bccresearch.com/report/NAN039A.html>.
- [25] File:///D:/93-mediccal-physics.pdf (the X-rays).

قائمة المراجع

- [27] S.Cohen and S.G.Cohen, preparation and reaction of derivatives of squaric acid alkoxy, hydroxy, and aminocyclobutenedions, J.Am.Chem,88,1533-1536. 1966
- [28] Juan Rodríguez-Carvajal, Introduction to the Program FULLPROF: Refinement of Crystal and Magnetic Structures from Powder and Single Crystal Data, Laboratoire Léon Brillouin (CEA-CNRS), CEA/Saclay, 91191 Gif sur Yvette Cedex, France.
- [29] Touati Kenza, caractérisation par spectroscopies IR des complexes de cuivre II ,de cérium III, et de lanthane III .université de Bejaïa .
- W.Fatima, les generation du nano-technologique, site[31]
web :www...net/vb/t36952.html#.XrnifkQzbiU, 2013-03-21, 11 :28 AM
- [36]Louiza Zenkhri, Synthèse.Structure cristalline et réactivité de nouveaux matériaux inorganiques poreux, Université Kasdi Merbah-Ooargla, 03/2018.
- [37]M.Gouamid, A.Benmenine, Kinetic and Thermodynamic of Gentian Violet Removal by 2,3- Dialdehyde Nanocellulose, Biochemical Technology Society, 10(2), 28 March 2019.

المخلص

من خلال هذا العمل تم التعرف على تقنية النانو والمواد النانوية وأثرها على مختلف مجالات الحياة خاصة في مجال تنقية ومعالجة المياه الملوثة، أين كانت لها بصمة بارزة في حذف الملوثات من الوسط المائي الملوث من خلال ظاهرة الامتزاز، كما تم ذكر أهم خصائصها ومميزاتها وتطبيقاتها في هذا المجال، أين تطرقنا أيضا لذكر مثالين يندرجان تحت موضوع بحثنا هذا. المثال الأول يتمثل في إزالة الملوث الكيميائي DABCO من المياه الملوثة مخبريا بواسطة السائل الأيوني للكلوروفيرات، والمثال الثاني يتمثل في دراسة حركية وديناميكية لامتزاز الـ GV على سطح الـ DNC المحضران مخبريا.

الكلمات المفتاحية: تقنية النانو، المواد المهجنة، البنية البلورية، الامتزاز، تلوث المياه

Résumé

Par ce travail, nous présenté la définition de la nanotechnologie et les nanomatériaux et leur impact sur divers domaines d'application, notamment dans le domaine de la purification et du traitement des eaux polluées, où ils avaient une empreinte sur le plan d'élimination des polluants du milieu pollué de l'eau par le phénomène d'adsorption. Nous avons également mentionné deux exemples qui relèvent de ce thème de notre recherche tiré de la littérature. Le premier exemple concerne l'élimination du contaminant chimique DABCO de l'eau contaminée en laboratoire par le liquide ionique de chloroferate, et le deuxième exemple est l'étude de la cinétique et de la dynamique de l'adsorption de GV sur la surface de DNC préparée.

Mots clés: nanotechnologie, matériaux hybrides, structure cristalline, adsorption, pollution de l'eau

Abstract

Through this work, we presented the definition of nanotechnology and nanomaterials and their impact on various fields of application, particularly in the field of purification and treatment of polluted water, where they had an imprint on the elimination plan. Pollutants of the water polluted environment by the adsorption phenomenon. We have also mentioned two examples that fall within this theme of our research from the literature. The first example concerns the removal of the chemical contaminant DABCO from water contaminated in the laboratory by the ionic chloroferate liquid, and the second example is the study of the kinetics and dynamics of the adsorption of GV on the surface of DNC prepared.

Keywords: nanotechnology, hybrid materials, crystal structure, adsorption, water pollution