الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعـــة قاصـــدي مربـــاح ورقلـــة

كليـة الرياضيـات وعلـوم المـادة

قسم الكيميـاء

مذكرة مقدمـة من أجل نيل شهادة الماستر في الكيمياء

التخصص : كيمياء المحيط

من إعداد: بعضي شيماء،خليف نريمان،غطاس ماجدة

دراسة التطبيقات البيئية للمركبات النانوية

نوقشت علنا يوم : 2022/06/05

أمام لجنة المناقشـة :

زروقي حياة	أستاذ محاضر (أ)	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	رئيساً
نجيمي محمد سعيد	أستاذ محاضر (أ)	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مناقشاً
بن علي مصطفى	أستاذ محاضر (أ)	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مؤطراً
عبد الستار جوهر	باحثة دكتوراه	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مدعوة

السنة الجامعية : 2022/2021

أَعُوذُ بِاللَّهِ مِنَ الشَّيْطَانِ الرَّجِيمِ

رَبِّ أَوْزِعْنِيٓ أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ
ٱلَّتِيٓ أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ
وَأَنْ أَعْمَلَ صَٰلِحًا تَرْضَىٰهُ
وَأَدْخِلْنِي بِرَحْمَتِكَ
فِي عِبَادِكَ ٱلصَّٰلِحِينَ

Sara Ali
خلوتهم
7lwthom.net

الإهداء 1:

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات بعد مسيرة حملت في طياتها الكثير من الصعوبات اليوم نقطف ثمرها ونرفع القبعة مودعا للسنين التي مضت وبعد طول انتظار تحقق الحلم وتخرجنا

إلى بحر الحب والحنان والنبض الساكن في عروقي وقرة عيني وسر نجاحي وبسم جراحي وأخص الله الجنة تحت قدميها فدعائك زال علي الصعاب إلى أغلى الحبايب والدتي الغالية مريم حفظها الله

إلى النور الذي أنار دربي والذي بذل جهد السنين من أجل أن أعتلي سلالم النجاح حفظك الله أينما كنت فأنت سندي وقوتي وملاذي بعد الله في هذه الحياة والدي العزيز الجموعي أطال الله في عمره

إلى نجوم سمائي المتلألئة ومن حبهم الذي يجري في عروقي ويلهج بذكراهم فؤادي إخوتي وأخواتي: نصرالدين ، هادية وزوجها ، سناء وزوجها ، محمد العيد،أحمد حسام، زهرة

وإلى الأخت الأخرى والإضافة اللطيفة للأسرة زوجة أخي رقية

إلى زينة حياتي وبركتها إلى الأيدي الصغيرة التي تطرق بابي زائرة لتدخل الأنس إلى أيامي أولادي الأحباء: "دعاء ،تميم ،عبد المعز ،حذيفة ،سجود ،الحارث ،عبد الحي ،عبد الإله"

إلى أروع من جسد الحب بكل معانيه فكان السند والعطاء وأعاد إلي ثقتي بقدرتي على التقدم أقدم له خالص الشكر لما قدمه من تشجيع زوجي المستقبلي "عبد الفتاح" وتشكراتي إلى بيتي الثاني "أهله"

إلى كل الأقارب والجيران الذين وقفو بجانبي:الجدة والأخوال والخالات والأعمام والعمات وأبنائهم

إلى روح أجدادي وجدتي وخالي رحمهم الله وأسكنهم الله فسيح جنانه

إلى صديقاتي ورفقاء الدرب الذين جمعتني بهم الحياة ومانفكوا يوما عن تقديم العون والمساعدة: إيمان ،لبنى ،إكرام ،زايخة ،جهيدة ،جهاد ،عايشة، سوسن،رجاء وكل زميلات اللواتي سرنا سويا

وإلى من شاركني في هذا البحث :"ماجدة ، نريمان"

إلى كل من قدم لي الدعم من قريب أو بعيد وخاصة الأستاذة عبد الستار جوهر

إلى من صاغوا لنا من فكرهم منارة تنير لنا مسيرة النجاح أساتذة المشوار الدراسي

أهدي هذا العمل المتواضع راجية من المولى عز وجل أن يجد القبول والنجاح

شيماء

الإهداء 2:

الحمدلله فالق الأنوار وجاعل الليل والنهار ثم الصلاة والسلام على سيدنا محمد المختار

الحمدلله وفقنا ولم نكن لنصل إليه لولا فضل الله علينا أما بعد

من دواعي الفخر والإعتزاز أن أهدي ثمرة جهدي إلى ملاكي في الحياة إلى من ألهمني الحب والحنان إلى من كان دعاؤها سر نجاحي أمي العزيزة " قمرة " حفظها الله .

إلى من سعى وشقى لأنعم بالراحة والهناء الذي لم يبخل بشئ من أجل دفعي في طريق النجاح الذي علمني أن أرتقي سلم الحياة بحكمة وصبر إلى والدي العزيز" عباس" أطال الله في عمره .

إلى القلوب الطاهرة والرقيقة ...إلى من علموني علم الحياة ...إلى ماهو أجمل من الحياة أخواني وأخواتي "عبد الرزاق، عبد الباسط ،عبد الفتاح، سلاف ، نور الهدى ".

إلى رفيقة دربي إلى صاحبة القلب الطيب .... إلى التي ترافقني دوما "عائشة ".

إلى من شاركني هذا البحث " شيماء ، ماجدة "

إلى من تذوقت معهم أجمل اللحظات .. صديقاتي في الحرم الجامعي " جهاد ، خولة ، سهام ،رقية ، نجاح ، نسرين ، أمينة ، يمنى ، مسعودة ، نور ، إيمان ، وئام ، فردوس ...."

إلى كل من يحمل لقب " خليف ، حمادة ،حميتي " ....إلى أهلى وأقاربي و جيراني

وكل من ساندني كل بإسمه .

إلى من قدم لنا يد العون وأخص بالدكر الأستادة "عبد الستار جوهر "

إلكل من علمني حرفا ولقنني علما نافعا ....." أساتذة ومعلمين الأفاضل "

إليكم جميعا أهذي عمــلي

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

نريمان

الإهداء 3:

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات لك الحمد حتى ترضى ولك الحمد بعد الرضى ولك الحمد إذا رضيت بعد مسيرة دراسية حملت في طياتها الكثير من الصعوبات والتعب وها أنا اليوم أقطف ثمرة جهدي أهدي عملي هذا إلى كل من كان خير عون لي في إنجاز هذا البحث إلى كل من حفر وغرس في العمل والإرادة.

إلى أروع من جسد الحب بكل معانيه فكان السداد والعطاء إلى الذي سعى وشقي لأنعم بالراحة و الهناء ولم يبخل بشئ من أجل دفعي إلى طريق النجاح لا أستطيع أن أقول لك شكرا فهي لا تفي إلا في نهاية الأحداث وأنا أرى نفسي دائما في البداية أدامك الله ورعاك لتكون منارة دائمة في حياتي

إلى والدي العزيز محمد

إلى نبع العطف والحنان وأجمل إبتسامة في حياتي إلى الينبوع الذي لا يمل العطاء إلى من وساندتني في صلاتها ودعائها إلى من سهرت الليالي لتنير دربي،ربما لا تتاح الفرصة دائما لأقول لك شكرا ولا أملك جرأة التعبيرعن الإمتنان والعرفان فأقدم لك الروح والقلب والعين كهدية صغي إلى أمي الغالية.فضيلة

إلى نجوم سمائي المتلألئة وسندي في الحياة إلى من شاركتهم كل حياتي إلى الذين ظفرت بهم هدية من الأقدار فعرفوا معنى الأخوه والذين رافقوني وشجعوا خطواتي عندما غلبتها الأيام.

السايح ، عثمان ، توفيق ، محمد الهادي

إخوتي الأحبه جميلة ، نعيمة ، سعيدة

أخواتي العزيزات وأزواجهم

إلى قدوتي و رفيق روحي وصديق الأيام بحلوها ومرها إلى الذي قدم لي الكثير من الصبر والأمل ،المحبه.لن أقول شكرا بل سأعيش الشكر معك دائما. زوجي الغالي محب الدين

إلى إخوة لم تلدهم أمي حليمة وإلى زوجات إخوتي سميرة، نجاة، عتيقة، شيماء .

إلى الذين وقفوا إلى جانبي كوقفة أهلي بأمنياتهم اللطيفة لي بالنجاح وتشجيعهم إلى عائلتي الثانية

إلى الطفولة التي ملئت عالمي وأبهجت جوارحي إلى زينة حياتي وبهجتها إلى الإبتسامات التي تغدق عليا الأمل

إلى براعم عائلتي

إلى الأهل والأحباب إلى جدتي حفضها الله وعمتي وأعمامي وخالاتي وأخوالي كل بعائلاتهم

إلى الأصدقاء وزملاء المشوار الدراسي: سمية، هجيرة ،نورالايمان، جهاد، شيماء ،نصيرة،مارية، صفاء...

إلى من قاسمت معهم حلوة ومرة الجهد والعناء من هذه المذكرة شيماء،نريمان.

إلى من كانت عونا وسندا لي في هذه المذكرة الأستاذة الكريمة جوهر عبد الستار.

ماجدة

شكر و عرفان

الحمد لله والشكر لله الذي وفقنا وأعاننا على هذا العمل، راجيين من المولى عز وجل أن يجعل فيه نفعا للعباد.

نتقدم بأخلص عبارات الشكر وأسمى عبارات التقدير والعرفان والإمتنان إلى الأستاذ المشرف الأستاذ المحترم: **بن علي مصطفى** على قبوله تحمل أعباء الإشراف على هذا العمل وعلى توجيهه ونصحه لنا. كما نشكره على المعاملة الطيبة التي حضينا بها من قبله، فجزاه الله عنا خير الجزاء.

كما نتوجه بالشكر إلى الأستاذة المساعدة : **عبد الستار جوهر**

و نتوجه بتحية إحترام وتقدير للأستاذة **زروقي حياة** على قبولها رئاسة اللجنة والأستاذ **نجيمي محمد السعيد** على قبوله مناقشة هذا العمل.

ولا يفوتنا أن نشكر كل من ساندنا خلال مشوارنا التعليمي من أساتذة وطلبة . وبالأخص أساتذة وطلبة قسم ثانية ماستر كيمياء المحيط دفعة 2022.

نشكر جزيل الشكر من لا يمكن للكلمات أن توفي حقهم الوالدين الكريمين حفظهم الله ورعاهم.

نشكر كل الناس الطيبين الذين لم يبخلوا علينا بدعمهم سواء ماديا أو معنويا.

الفهرس

الرقم	العنوان	الصفحة
	الإهداء	ΠI-I
	شكر وعرفان	IV
	قائمة الجداول	X
	قائمة الأشكال	XΠ
	قائمة الرموز والمختصرات	XΠI
	المقدمة العامة	2
الفصل الأول (تقنية النانو وتطبيقاته)		
	مدخل	5
1-I	تاريخ تطور تقنية النانو	5
2-I	مصطلحات في علم النانو	7
1-2-I	مصطلح النانو	7
2-2-I	المقياس النانو متري	7
3-2-I	تعريف علم النانو	8
4-2-I	تكنولوجيا النانو	8
3-I	تصنيف أجيال تقنية النانو	8
1-3-I	جيل تقنية النانو المؤثر	9
2-3-I	جيل تقنية النانو الفعالة	9
3-3-I	جيل أنظمة النانو	9
4-3-I	جيل أنظمة النانوالجزيئية	9
4-I	تطور أجيال التكنولوجيا	9
5-I	مبادئ ومميزات تقنية النانو	10
6-I	أهمية تقنية النانو	11
7-I	المواد النانوية	12
8-I	طرق الوصول إلى حجم النانو	12
1-8-I	أسلوب من أعلى إلى أسفل	12

2-8-I	أسلوب من أسفل إلى أعلى	12
9-I	أشكال المواد النانوية	13
1-9-I	الجسيمات النانوية	13
2-9-I	النقاط الكمية	14
3-9-I	الفلورين	14
4-9-I	الكرات النانوية	14
5-9-I	الأنابيب النانوية	14
6-9-I	الألياف النانوية	15
7-9-I	قضبان النانو	15
8-9-I	الأفلام(الأغشية)الرقيقة	15
9-9-I	المركبات النانوية	15
10-9-I	الأسلاك النانوية	16
10-I	خواص المواد النانوية	16
1-10-I	الخواص الميكانيكية	16
2-10-I	النشاط الكيميائي	17
3-10-I	الخواص الفيزيائية	17
4-10-I	الخواص البصرية	17
5-10-I	الخواص المغناطيسية	17
6-10-I	الخواص الكهربائية	18
7-10-I	الخواص البيولوجية	18
11-I	تصنيف أبعاد المواد	18
1-11-I	مواد نانوية أحادية البعد	18
2-11-I	مواد نانوية ثنائية البعد	18
3-11-I	مواد نانوية ثلاثية البعد	18
12-I	التحليل النوعي للمواد النانوية (تقنيات النانو)	19
13-I	أهمية المواد النانوية	20
14-I	التطبيقات الحديثة لتقنية النانو	21
1-14-I	في مجال المياه والزراعة	21
2-14-I	في مجال الغذاء	21

3-14-I	في مجال الموصلات	22
4-14-I	في مجال الأجهزة الإلكترونية	22
5-14-I	في مجال الطب	22
6-14-I	في مجال الفضاء	22
7-14-I	في مجال الطاقة	22
8-14-I	في المجال العسكري	23
الفصل الثاني (التلوث البيئي و أنواعه)		
	مدخل	25
1-П	تعريف البيئة	25
2-П	علم البيئة	25
3-П	التلوث البيئي	26
1-3-П	تعريف التلوث البيئي	26
2-3-П	التلوث البشري المنشأ	26
3-3-П	التلوث الطبيعي	27
4-П	طبيعة المواد الملوثة	27
5-П	تلوث الهواء	29
1-5-П	تعريف الهواء	29
2-5-П	تعريف تلوث الهواء	30
3-5-П	أنواع ملوثات الهواء	30
1-3-5-П	الدقائق	31
2-3-5-П	الملوثات الغازية	32
3-3-5-П	ملوثات الهواء ذات الطابع العالمي	34
4-5-П	معالجة الهواء	36
6-П	تلوث الماء	36
1-6-П	تعريف التلوث المائي	37
2-6-П	الخواص الفيزيائية والكيميائية	37
4-6-П	أقسام التلوث المائي	38
1-4-6-П	التلوث الطبيعي	38
2-4-6-П	التلوث الكيميائي	39

3-4-6-П	التلوث البيولوجي	39
4-4-6-П	التلوث الحراري	39
5-4-6-П	التلوث الإشعاعي	39
6-6-П	الملوثات الأساسية للمياه	40
1-6-6-П	الفضلات المستهلكة للأوكسجين	40
2-6-6-П	المركبات العضوية المصنعة	40
3-6-6-П	الكائنات الحية (الممرضات)	40
4-6-6-П	الأملاح	41
5-6-6-П	التلوث الحراري	41
6-6-6-П	المواد المشعة	41
7-6-6-П	المركبات العضوية المتطايرة	41
8-6-6-П	الترسبات	41
9-6-6-П	الكيميائيات الغير عضوية والمواد المعدنية	42
10-6-6-П	المغديات النباتية	42
11-6-6-П	النيترات	42
7-П	طرق معالجة تلوث المياه	42
1-7-П	الطرق الكيميائية	43
2-7-П	الطرق الفيزيائية	43
3-7-П	الطرق البيولوجية	43
8-П	تلوث التربة	44
1-8-П	تعريف التربة	44
2-8-П	تعريف تلوث التربة	44
3-8-П	تصنيف أنواع الخلل الذي يصيب التربة	44
4-8-П	أقسام مصادر تلوث التربة	45
5-8-П	ملوثات التربة	45
9-П	معالجة التربة	47
10-П	تقنية النانو والبيئة	48
1-10-П	معالجة الماء	48
2-10-П	معالجة الهواء	49

3-10-П	معالجة التربة	50
الفصل الثالث (دراسة تطبيقات المركبات النانوية في البيئة)		
دراسة معالجة المياه بإستخدام المواد النانوية		
1-1-III	الدراسة 1	53
2-1-III	الدراسة 2	55
3-1-III	الدراسة 3	58
4-1-III	الدراسة 4	61
5-1-III	الدراسة 5	65
دراسة معالجة الهواء بإستخدام المواد النانوية		
1-2-III	الدراسة 1	68
2-2-III	الدراسة 2	70
3-2-III	الدراسة 3	72
دراسة معالجة التربة بإستخدام المواد النانوية		
1-3-III	الدراسة 1	77
2-3-III	الدراسة 2	80
3-3-III	الدراسة 3	82
4-3-III	الدراسة 4	86
5-3-III	الدراسة 5	90
	الخلاصة العامة	93
	المراجع	95

قائمة الجداول

الرقم	عنوان الجدول	الصفحة
الجدول I-1	مبادئ ومميزات تقنية النانو	11
الجدول II-1	مكونات الهواء الجاف غير الملوث ونسبها الحجمية (التركيز)	30
الجدول III-1	تحليل الدراسة 1	53
الجدول III-2	نتائج أقصى قدرة لإزالة المادة الماصة	54
الجدول III-3	تحليل الدراسة 2	55
الجدول III-4	نسب الازالة لـ Cr^{6+} ، Pb^{2+} بواسطة SSB-0، SSB، nZVI و SSB-nZVI	56
الجدول III-5	تحليل الدراسة 3	58
الجدول III-6	تحليل الدراسة 4	61
الجدول III-7	تحليل الدراسة 5	65
الجدول III-8	تحليل الدراسة 1	68
الجدول III-9	تحليل الدراسة 2	70
الجدول III-10	قيم قياس النفاذية للمرشحات القطنية المعالجة والغير معالجة مع قيم R2 .	71
الجدولIII-11	تحليل الدراسة 3	72
الجدولIII-12	الخواص الفيزيائية لمحاليل الغزل المصنوعة من مادة البولي يوريثين / الأرضية النادرة (PU / RE)	73
الجدولIII-13	تحليل الدراسة 1	77
الجدولIII-14	نسب الكادميوم والرصاص و pH في عينات التربة	78
الجدولIII-15	تحليل الدراسة 2	80
الجدولIII-16	تحليل الدراسة 3	82
الجدولIII-17	توزيع Sb في جذور وبراعم *Sorghum bicolor* المزروعة ثنائية اللون في تربة ملوثة بالـ Sb ، وعوامل التركيز الأحيائي (BCF) وعوامل الانتقال (TF) لـ TiO2 NPs	84
الجدولIII-18	تحليل الدراسة 4	86
الجدولIII-19	الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة الشاهدة والتربة الملوثة بالنفايات	87

	البترولية ومجموع البكتيريا (CFUs / g of تربة)	
الجدولIII–20	الفرق في وحدات تشكيل المستعمرة (CFUs / g من التربة الجافة) بين نفايات البترول (T0) وغيرها من نفايات البترول المعالجة (T1 - T7)	88
الجدولIII–21	تحليل الدراسة 5	90

قائمة الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
الشكل I-1	أنابيب الكربون المستخدمة في أجهزة النانو	6
الشكل I-2	سلم المقياس من المتر إلى النانومتر	8
الشكل I-3	طرق الوصول حجم النانو	13
الشكل I-4	أنابيب النانو كربون	15
الشكل I-5	نموذج لأبعاد المواد النانومترية	19
الشكل III-1	الإزالة المتزامنة ل Cr^{6+} ، pd^{2+} بمواد مختلفة الشروط التجريبية	57
الشكل III-2	صور المجال الساطع TEM وأنماط حيود شعاع الإلكترون: (a) خام مسحوق و (b) ترسب الفيلم	59
الشكل III-3	صور فوتوغرافية لاختبار مبيد الجراثيم طبق بتري مع مستعمرات E. coli ATCC 25922: (a) قبل و (b) الإضاءة فوق البنفسجية (الطول الموجي 310-400 نانومتر) لمدة 60 دقيقة.	59
الشكل III-4	صور فوتوغرافية لاختبار ترطيب الماء بعد التعرض للأشعة فوق البنفسجية (365 نانومتر) لـ (a) 0 ، (b) 5 ، (c) 10 ، (d) 30 دقيقة. زوايا الترطيب المشار إليها في الجزء السفلي من كل صورة.	60
الشكل III-5	حركيات الامتزاز التجارية (جرعة 0.25 g/L) ميكانيكي كيميائي (جرعة 0.06g/L) ، مغمي سول جل (جرعة 0.1 g/L). التركيز الأولي (V) 3mg/L، الرقم الهيدروجيني 5.	63
الشكل III-6	حركيات الامتزاز والامتصاص للمغيمات التجارية و sol-gel	64
الشكل III-7	المجهر الإلكتروني لمسح الانبعاث الميداني (FE-SEM) (a) والأشعة السينية المشتتة للطاقة التحليل الطيفي (EDX) (b) صور مسحوق RE الأصلي .	73
الشكل III-8	قوة الشد لحصائر البولي يوريثان المغزولة كهربائياً بكميات مختلفة من الطاقة المتجددة.	74
الشكل III-9	سعة امتصاص المركبات العضوية المتطايرة .	75

قائمة المختصرات والرموز

الرمز	التسمية الكاملة	المعنى
BC	Biochar	فحم حيوي
BCF	Bioconcentration Facter	عامل التركيز الاحيائي
BOD	Biochemical Oxygen Demand	الطلب البيوكيميائي للأكسجين
CMC-Nzvi	CMC-stabilized nanoscale zero-valent iron	الحديد النانوي الصفري المستقر
COD	Chimical Oxygen Demend	الطلب الكيميائي للأكسجين
DDT	Dichloro-Diphényl-Trichloroéthane	ثنائي كلورو ثنائي فينيل ثلاثي كلوروالإيثان
DTPA	Diéthyléne triamine penta acétique	حمض ثنائي إيثيلين ثلاثي أمين خماسي أسيتيك
EC	Electrical Conductivity	التوصيل الكهربائي
FAO	Food and Agriculture Organisation	منظمة الأغدية والزراعة الدولية
GPS	Global Positioning System	نظام تحديد المواقع العالمية
IBM	International Business Machines	الشركة العالمية لتصنيع الآلات
IC	Circuit Integrate	الدوائر المدمجة
MBC	Magmetic Biochar	فحم حيوي مغناطيسي
$MWCNT_S$	Multi Walled Carbon Nanotube	أنابيب نانوية كربونية متعددة الجدران
$n\text{-}HAP_S$	nano-Haydroxyapatait	نانو هيدروكسيباتيت
NNI	Initiative Nanotechnology National	مبادرة النانو الوطنية
NTU	Nephlemetric turbibty unit	وحدة نفلومترية
Nzvi	nanoscale Zero Valent Iron	الثابت النانوي صفر الحديد التكافؤ
PAH_S	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons	الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات (النفثالين)
PCB_S	Polychlorinated Biphenyls	مركبات متعددة الكلور الثنائية الفينول
pH	Potential Hydrogéne	الرقم الهيدروجيني
Ppm	Partie Par million	جزء من المليون
PU/ RE	Polyurethane / Rare Earth	البولي يورثين /التربة النادرة
QF	Qfactor Fillter	عامل جودة الترشيح

الذرة الرفيعة ثنائية اللون	Sorghum bicolor	Sb
الفحم الحيوي المشتق من حمأة الصرف الصحي	Sewage Sludge-derived Biochar immobilized	SSB
الفحم الحيوي المشتق من حمأة الصرف الصحي الثابت النانوي صفر الحديد التكافؤ	Sewage Sludge-derived Biochar immobilized nanoscale Zero Valent Iron	SSB- nZVI
مجموع المواد الصلبة الذائبة	Total Dissolved Solids	TDS
المجهر الالكتروني النافذ	Transmission Electron Microscopy	TEM
عامل الانتقال	Transition Factor	TF
الهيدروكربونات البترولية	Petroleum Hydrocqrbons	TPHs
مركبات عضوية متطايرة	Volatile Organic Compounds	VOCs

المقدمة العامة

خلال السنوات القليلة الماضيةَ برَز إلى الأضواء مصطلح جديد وأصبح محط إهتمام العالم بشكل كبير، هذا المصطلح هو تقنية النانو (Nano technology) ونتج عن هذه التقنية قفزة هائلة في جميع فروع العلوم والهندسة، بالإضافة إلى تطبيقات عديدة في المجالات الطبية ،الإقتصادية،الإلكترونية والزراعية، الحيوية، البيئية والعسكرية وغيرها [1].

تعد تكنولوجيا النانو ثورة علمية هائلة لا تقل عن الثورة الصناعية التي نقلت الإنسان إلى عصر الآلات أو ثورة التكنولوجيا ونقلته إلى عصر الفضاء والاتصالات والإنترنت وتطور شامل في مختلف مجالات العلوم، فما تقدمه تكنولوجيا النانو هو القدرة على صنع كل ما يتخيله الإنسان بكلفة أقل وجودة أعلى وهذه القدرة ستكون مفتاح التقدم العلمي الذي سيغير معالم الحياة على نحو قد لا يستطيع الإنسان تصور كل أبعاده اليوم [2].

يعد مجال حماية البيئة من التحديات الكبيرة التي تواجه الإنسانية نتيجة للمشاكل البشرية التي تهدد البيئة (الهواء ،الماء ،التربة) والتي تسبب انتشار الأمراض والأوبئة والتغير في المناخ والإحتباس الحراري. و كان المجال البيئي من أبرز المجالات التطبيقية التي توليها تكنولوجيا النانو إهتماما كبيرا نظرا إلى الترابط بين صحة الإنسان والظروف البيئية التي يعيش فيها وتهدف التكنولوجيا الخضراء إلى إستخدام تكنولوجيا أقل ضررا على صحة الإنسان والبيئة وتؤدي بشكل تدريجي إلى أنظمة توليد ،تخزين وتوزيع وإستخدام نظيف وغير ملوث للبيئة وبذلك تقلل إنبعاث ثاني أكسيد الكربون بشكل كبير، وتنقذ العالم من مشكلة التغير المناخي والإحتباس الحراري.

ومن هنا تم استعراض تطبيق تكنولوجيا النانو كمجال علمي(تعريفها، تاريخها ومميزاتها) والتعرف على مختلف تطبيقاتها و خاصة في مجال حماية ومعالجة التلوث البيئي (الهواء والماء والتربة) [3].

وعليه تمت هندسة هذا البحث على النحو التالي:

الفصل الأول : يتضمن تقنية النانو وتطبيقاته وأهم تعريفاتها وأخذنا فيه نبذة تاريخية ومراحل تطور فكرة تقنية النانو .

الفصل الثاني : تم التطرق فيه إلى التلوث البيئي بصفة عامة مع ذكر أنواعه والتعرف عليها وذكر أهم مصادر التلوث لها وعلاقة تقنية النانو بالبيئة في مجال معالجة تلوث الهواء والماء والتربة .

الفصل الثالث : تطرقنا في هذا الفصل إلى دراسة تطبيقات المركبات النانوية في البيئة والتي تمثل كيفية إستخدام المواد النانوية في إكتشاف وإزالة بعض الملوثات في الهواء والماء والتربة.

في الأخير أنهينا هذا البحث بخلاصة أوجزنا فيها أهم ما تطرقنا إليه خلال هذا البحث .

أسباب إختيار الموضوع:

- تعتبر ولاية ورقلة وبالأخص صحراء الجزائر غنية بثروة المياه الجوفية ، فأي تلوث للتربة أو الهواء يؤدي إلى تلوث المياه وبالتالي الضرر لصحة الإنسان والكائنات الحية .
- يعتبر التلوث مشكلة العصر وهي ظاهرة مهمة جدا والأضرار الناتجة عنها جعلتها محط إهتمام العالم .
- حماية البيئة من أبرز التحديات التي تواجه العالم حيث أخذت إهتماما كبيرا من أجل إيجاد حلول لمعالجة هذا المشكل .
- تقنية النانو تقنية جديد أخذت إهتماما كبيرا للتطبيقات المختلفة لها ومن أهمها التطبيقات البيئية

الهدف :

يهدف هذا البحث إلى :

- التعرف على تقنية النانو وأهميتها وأهم المواد النانوية الناتجة عن هذا المجال .
- دراسة مختلف التطبيقات لتكنولوجيا النانو في المجال البيئي .
- التطرق إلى أبرز المفاهيم حول التلوث البيئي.

دراسة مدى كفاءة تقنية النانو في التطبيقات البيئة والتوقعات المستقبلية لهذه التطبيقات

الفصل الأول

تقنية النانو وتطبيقاته

مدخل:

كلمة " nano " النانو كلمة صغيرة مكونة من أربع حروف إلا أنها أثارت الشغف في الآونة الخيرة وفي حياتنا اليومية من حيث أهميتها وخصائصها المميزة، و أخذت عقل وفكر العلماء والباحثين وذلك للإكتشافات الباهرة والتطبيقات التكنولوجية المختلفة .

I-1. تاريخ تطور تقنية النانو:

تساءل العالم الفيزيائي ريتشارد فينمان سنة 1957 ما الفائدة من الوصول إلى الصغر الدقيق وماذا سيحدث إذا تحكمنا في تحريك الذرات ؟ في محاضرته بعنوان" هناك متسع كبير في القاع"أمام الجمعية الفيزيائية الأمريكية،حيث أنه خلال هذه المحاضرة لم يشير إلى مصطلح تقنية النانو بشكل مباشر ولكنه تحدث عنها بشكل إستشراقي للمستقبل، إن اللحظة التي طرح بها هذا السؤال كانت نقطة الإنطلاق الفعلية لتقنية النانو وسنورد فيما يلي التطور التاريخي لهذه التقنية:

–1711م أستخدمت تقنية النانو بدون أن يدرك صانعوا الزجاج أهميتها في العصور الوسطى حيث إستخدموا حبيبات الذهب النانوية الغروية للتلوين وكانوا يدهنون الأخشاب كآلة الكمان التي كانت تصنعها عائلة "استرا ديفاري" والمحفوظة 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 بإسم "عفريت ماكسويل" ونتج عن هذه التجربة فكرة التحكم في الذرات والجزيئات [7,4,3].

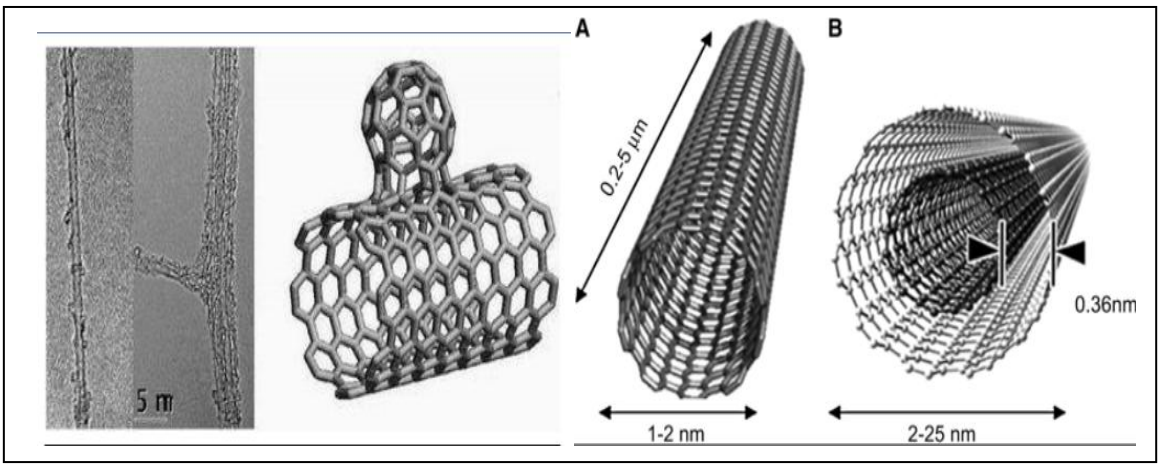
–1959 م تم إستخدام مفهوم النانو تكنولوجي من قبل "ريتشارد فينمان".

– 1974 م تم إستخدام مصطلح تقنية النانو لأول مرة وذلك ضمن بحث قدم لجامعة "طوكيو "وعرف البحث التقنية 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 "و إستطاع أن يحول الخيال إلى 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 إسم الشركة التكنولوجية (IBM) .

– 1986 م تم تأليف كتاب بعنوان "محركات التكوين لعالم الرياضيات الشهير "اريك ديكسلر" والذي يعد البداية الحقيقية لعلم تكنولوجيا النانو حيث أشار فيه إلى مبادئ وآليات تكنولوجيا النانو الجزيئية[7,4,3].

–1991 م تم اكتشاف ما يسمى بأنابيب النانو كربون على يد العالم الياباني (Someuligema) والتي كان لها دور كبير في صناعة أجهزة ومعدات النانو.



الشكل I–1 : أنابيب الكربون المستخدمة فى أجهزة النانو [4].

–1992م كتب "منير يافة " بإستخدام الذرات أصغر حرف في التاريخ (حرف "P") وبجانبه قلب كرمز حب لفلسطين (Plastin).

–2000 م أعلنت أمريكا مبادرة تقنية النانو الوطنية (Initiative Nanotechnology National "NNI") حيث جعلت تقنية النانو تقنية إستراتيجية 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 الإستخدامات 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 [7,4,3] .

I- 2- مصطلحات في علم النانو :

I-2-1. مصطلح "نانو" :

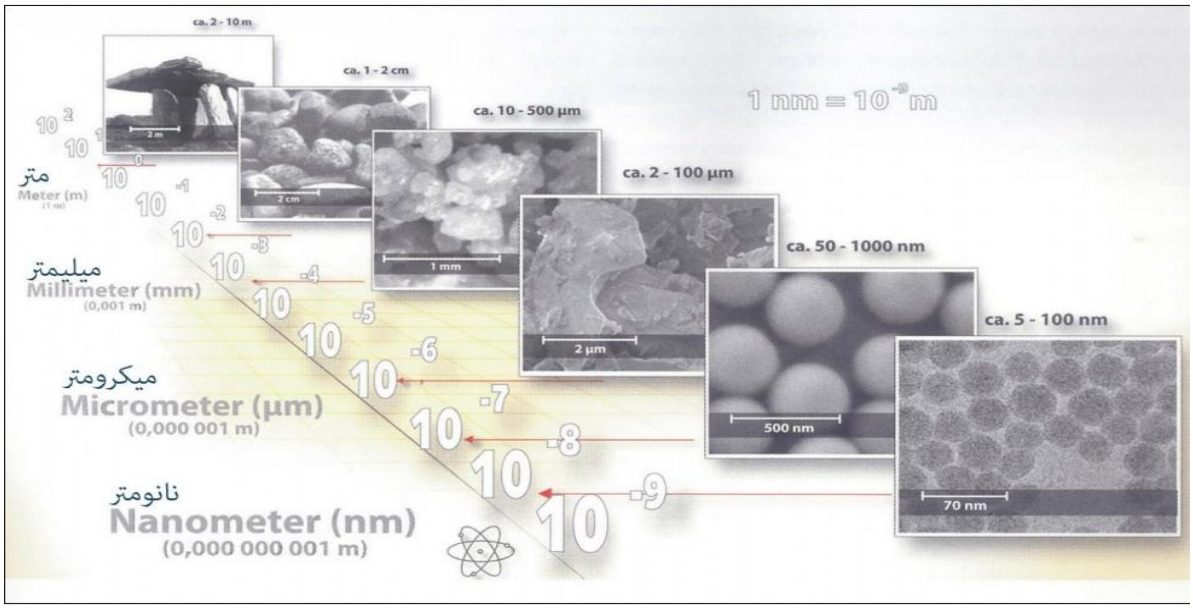
يقصد بالنانو الشيء الصغير جدا أو الدقيق بحجمه (الأشياء المتناهية في الصغر)، ظهرت كلمة "Nano" فى بداية العصر اليوناني ،حيث أنها إشتقت من الكلمة الإغريقية "Nanos" والتي تعني "القزم" ويمثل النانو جزءاً من مليار وعليه فإن النانو متر(nm) يعادل 10^{-9} m [6,5] .

وفى مجال العلوم يعنى النانو جزءا من المليار من المتر(أي جزء من الألف مليون)، أو واحد من مليون من المليمتر [8,7].

I-2-2. المقياس النانو متري:

يقصد بالنانو متر "Nanometer" هو وحدة قياس طولية كباقي وحدات القياس المعترف بها، ويختص النانو متر بقياس الأشياء الصغيرة جدا التى لا ترى إلا تحت المجهر الإلكتروني "Microscope Electron" ولا ترى بالعين المجردة [4].

ويعرف بأن وحدة قياس نانو متري تعمل على المستوى الذري و الجزيئي لقياس المواد التي تتراوح أبعادها بين (1- 100) نانومتر [9 ،13]. والغاية من وحدة قياس النانو هو إنتاج وإبتكار مواد وأجهزة نانوية أكثر كفاءة ودقة وكذلك استخدامها أيضاً في تطبيقات علمية تكنولوجية متنوعة [12].



الشكل I- 2: سلم المقياس من المتر إلى النانو متر [4]

I-2-3. تعريف علم النانو:

هو العلم الذي يعتني بدراسة وتوصيف مواد النانو وتعيين خصائصها الكيميائية، الفيزيائية والميكانيكية مع دراسة الظواهر المرتبطة الناشئة عن تصغير أحجامها، ويهتم بالتعامل مع المواد بمستواها الذري والجزيئي بمقياس لايتعدى 100 نانومتر [9،7،2].

I-2-4. تكنولوجيا النانو:

تقنية النانو أو النانو تكنولوجي أو تكنولوجيا المجهريات الدقيقة أو التقنيات متناهية الصغر وهي التقنية القادرة على تحقيق درجات عالية من الدقة في وظائف ، أحجام وأشكال المواد ومكوناتها ، مما يضمن الحصول على منتجات متميزة وفريدة توظف في التطبيقات المختلفة [10،6].

I-3. تصنيف أجيال تقنية النانو:

تعتبر تقنية إنتاج وتصميم وتطبيق للنظم والمواد المختلفة وسيلة لتحجيم وتصغير تلك المواد بحيث لا يزيد حجمها على حجم الذرة الجزئي ويتعامل مع معظم الجزيئات متناهية الصغر، أسهمت أيضا الجمعية

الأمريكية الوطنية لتقنية النانو (NNI) إسهاما كبيرا في تبسيط ذلك التقسيم وذلك لتسهيل فهم هذا العلم حيث أن التعريف الدقيق لهذه التقنية هو أن الجزئ أصغر من مائة نانومتر و ذو خصائص فريدة، تم تصنيف أجيال تقنية النانو إلى الأتي:

I-3-1. جيل تقنية النانو المؤثر (Generation nantechnology passive):

ففي هذا الجيل تم إنتاج العديد من المنتجات الفعالة المختلفة عام (2001م) منها طلاءات المواد والسيراميك عالي الجودة [4،2].

I-3-2. جيل تقنية النانو الفعالة (Generation Nanotechnology Active):

بدء العمل بها عام 2005 إذ تشمل المنتجات ذات الفاعلية الحيوية (active-Bio) ومنه الأدوية الحساسة والمنتجات الدقيقة الفيزيوكيميائية الفعالة مثل البنائيات المتكيفة ومنتجات الترانزيستور [4،2].

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

يطلق عليه أيضا نظام النانو ثلاثي الأبعاد (Nano system 3D) وتم بداء العمل بها فعليا عام 2010 وتشمل الأجهزة المتطورة الدقيقة المجمعة مثل الربوت المتقدم والبنائيات المعمارية الدقيقة المتطورة [4،2].

I-3-4. جيل أنظمة النانو الجزيئية (Generation Nano system Molecular):

يمثل هذا الجيل حالة متقدمة جدا ويحتاج إلى المزيد من البحث والتقصي فهي تناسب المتطلبات الدقيقة للإنسان مثل الأجهزة عالية المنشأ والتي تحاكي أنظمة الإنسان الحيوية وذات التصميم النووي (Atomic Design) [4،2].

I-4. تطور أجيال التكنولوجيا:

يعتبر ظهور تقنية النانو في عالم الإلكترونيات الذي يمكن تصنيف ثوراته التكنولوجية علي أساس أنها مرت بعدة أجيال شكلت أسباب العالم الحقيقي للنانو الذي عبر عن المرحلة الراهنة له وقد سبق الجيل الخامس بإسم النانو تكنولوجى العديد من الأجيال أو المراحل ومنها :

الجيل الأول: يتمثل في إستخدام المصباح الإلكتروني بما فيه الهاتف والتليفزيون [4].
الجيل الثاني: يتمثل في إكتشاف الترانزستور، وإنتشار استخداماته الواسعة [4].

الجيل الثالث: يتمثل في استخدام الدوائر المدمجة (Circuit Integrate-IC) وهي عبارة عن قطعة صغيرة جدا شكلت ما تشكله تقنيات النانو في وقتنا الحالي من قفزة مهمة في تطور وتقليل حجم الدوائر المدمجة فقد قامت باختزال حجم العديد من الأجهزة بل رفعت من كفاءتها [4].

الجيل الرابع: يتمثل في استخدام المعالجات الصغيرة (Microprocessor)التي أحدثت ثورة هائلة في مجال الإلكترونيات بإنتاج الحاسبات الشخصية (personal computer) ورقائق السيلكون التي أحدثت تقدما في العديد من المجالات العلمية والصناعية [4].

الجيل الخامس: يتمثل فيما يعرف بإسم النانو تكنولوجي وهو الجيل الحالي. حيث يمكننا القول أن هذه التقنية طبقا للتعاريف السابقة تعتبر تقنية الإنتاج والتصميم والتطبيق للمبنى والأجهزة والنظم والمواد المختلفة وذلك عن طريق تصغير تلك المواد بحيث لا يزيد حجمها عن حجم الذرة والجزيئات المتناهية[4].

I-5. مبادئ و مميزات تقنية النانو:

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

الجدول(I−1): مبادئ ومميزات تقنية النانو [4] .

المبدأ	المميزات
إمكانية التحكم بتحريك الذارت المنفردة بدقة وإعادة ترتيبها	إمكانية بناء أي مادة لأن الذرة هي وحدة بناء لكل المواد
الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة عند مقياس النانو متر تختلف عن خصائص نفس المادة عند مقياسها الطبيعي	إكتشاف خصائص مميزة للمواد يستفاد منها في الكثير من الإختراعات والمجالات التطبيقية
تعتمد تقنية النانو على مبادئ الفيزياء والكيمياء والأحياء والهندسة الكهربائية والإلكترونية	ربط العلوم وتشجيع الجميع بمختلف تخصصاتهم العلمية على الدخول في مجالها والتعامل فيما بينهم
إمكانية التحكم بالذرات المنفردة بدقة وإعادة ترتيبها في صنع الآلات والمواد وتنقيتها من الشوائب وتخليصها من العيوب	تصبح خصائص المواد والآلات أفضل فهي أصغر ،أخف ،أقوى ،أسرع ، أرخص وأقل إستهلاكا للطاقة
تعتمد تقنية النانو على الأبحاث العلمية التي تتصف بإمكانية تطبيقها في إختراعات مفيدة	تحول الخيال العلمي إلى واقع حقيقي

I-6. أهمية تقنية النانو:

- ✓ يؤكد العلماء من أنحاء العالم أن تقنية النانو ستحدث ثورة علمية جديدة في السنوات القادمة إن شاء الله ، نظرا لمبادئها المميزة وقدراتها المدهشة .
- ✓ تستخدم تطبيقاتها وإختراعاتها في شتى مجالات حياتنا : الطبية، الحيوية، الزراعية والصناعية والإلكترونية والبتروكيمائية والعسكرية .
- ✓ تتوقع مؤسسة العلوم القومية الأمريكية بأن سوق خدمات تقنيات النانو و منتجاتها ستؤثر في الإقتصاد العالمي للقرن الحالي[11].

I-7. المواد النانوية:

هي المواد ذات البعد النانومتري المحصور مابين 1 إلى 100 نانومتر[2] . وتوجد المواد النانومترية في ثلاث صور وهي أحادية ، ثنائية وثلاثية البعد. أو هي تلك الفئة من المواد الصغيرة جداً التي يتم تحضيرها معملياً، أو الموجودة بالفعل في الطبيعة، والتي تتراوح مقاييس أطوالها أو أقطار حبيباتها ما بين 1 نانومتر إلى 100 نانومتر.

وتعد جميع المواد التقليدية، مثل المواد الفلزية (المعدنية)، أشباه الموصلات، الزجاج، السيراميك والبوليمرات بمنزلة المصادر الأولية التي يتم إستخدامها للحصول على المواد النانوية [12,8,7].

I-8. طرق الوصول إلى حجم النانو:

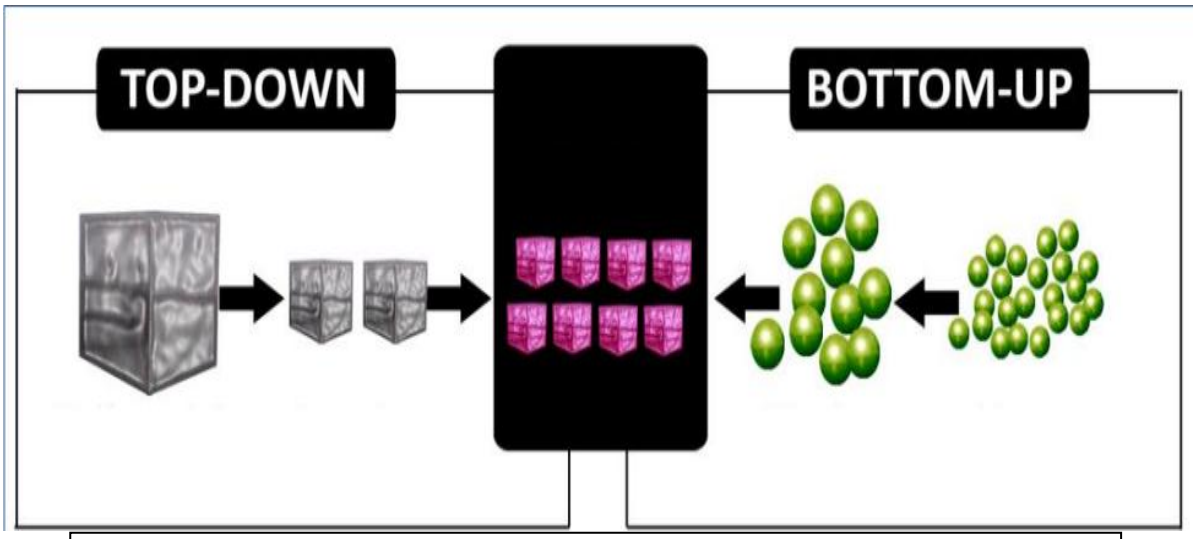
على الرغم من وجود العديد من الأدوات والطرق المُستخدمة في إنتاج وتخليق المواد النانوية بمختلف فئاتها وبدرجات متفاوتة من الجودة، السرعة والتكلفة، فإن كل هذه الطرق يمكن إدراجها تحت أسلوبين من التقنية هما :

I-8-1. أسلوب من أعلى إلى الأسفل(Approach Down-Top): و تبدأ هذه الطريقة بحجم محسوس من المادة محل الدراسة ويصغر للوصول إلى المقياس النانوي، حيث يتم تصنيع جسيمات النانو من جسيمات أكبر كما في الصناعات الإلكترونية الدقيقة [2،11،13] .

وهذا يحدث بالطرائق الفيزيائية كالطحن أو النحت أو التفتيت مثلا [5] .

I-8-2. أسلوب من الأسفل إلى الأعلى(Approach Up -Bottom): وذلك عبر هندسة بناء المواد النانوية بدءاً من أيوناتها، ويحدث هذا بالطرائق الكيميائية والحيوية [5].

حيث تبدأ هذه الطريقة بجزيئات منفردة كأصغر وحدة وتجّمع في تركيب أكبر. وغالبا ما يستخدم في ذلك الطرق الكيميائية، وتتميّز تلك بصغر حجم المادة الناتجة (نانومتر واحد)، بالإضافة إلى قلة الهدر للمادة الأصلية، والحصول على قوة ترابط بين الجسيمات النانوية الناتجة [2، 13].



الشكلI-3: الطرق الوصول إلى الحجم النانوي [4]

I-9. أشكال المواد النانوية:

تتخذ المواد النانوية أشكالاً عدة، لكل منها تركيب وخصائص ومقياس لقطرها وطولها ولكل منها إستخدامات مميزة أيضا ويمكن تصنيف المواد النانوية حسب الشكل إلى [14]:

I-9-1. الجسيمات النانوية(Nanoparticles) :

يمكن تعريف الجسيمات النانوية على أنها عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي يتراوح عددها من بضع ذرات (جزيء) إلى مليون ذرة وتكون مرتبطة مع بعضها البعض بشكل كروي تقريباً ونصف قطره أقل من 100 نانومتر، عندما يصل حجم الجسيم النانوي إلى مقياس النانو في بعد واحد فإنها تسمى البئر الكمي (well Quantum)، أما عندما يكون حجمها النانوي في بعدين فتسمى السلك الكمي (Wire Quantum)، وعندما يكون ب 3 أبعاد تسمى النقط الكمية(dots Quantum). و بالإشارة إلى أن التغيير في الأبعاد النانوية في التركيبات الثلاثة سالفة الذكر سوف يؤثر على الخصائص الإلكترونية لها، مما يؤدي إلى حدوث تغيير كبير في الخصائص الضوئية للتركيبات النانوية [2، 4، 14].

I-9-2. النقاط الكمية (Dots Quantum) :

هي عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الأبعاد يتراوح أبعاده بين 2 و10 نانومتر، وهذا يقابل 10- 50 ذرة في القطر الواحد، و 100 - 100000 ذرة في حجم النقطة الكمية الواحدة. وعندما يكون قطر النقطة الكمية يساوي 10 نانومتر فإنه يمكن صف 3 ملايين نقطة كمية بجانب بعضها البعض بطول يساوي عرض إصبع إبهام الإنسان[10 ،14].

I-9-3. الفولورين(Fullerene) :

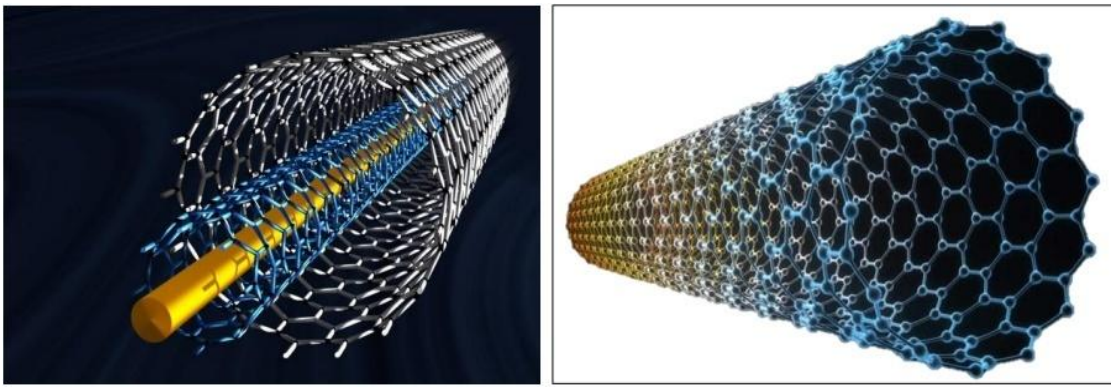
تركيب نانوي آخر غريب للكربون وهو عبارة عن جزيء مكون من 60 ذرة كربون ورمز لها بالرمز C_{60} وقد اكتشف عام 1985. إن جزيء الفولورين كروي يشبه كرة القدم المنقطة. و يحضر منذ إكتشافه حتى الآن بكميات تجارية، وقد سمي بالفولورين نسبة للمخترع والمهندس المعماري "بكمنستر فولر". وقد نشأ فرع كيمياء جديد يسمى الفولورين حيث عرف أكثر من 9000 مركب فولورين منذ عام 1997 وظهرت تطبيقات مختلفة لكل من هذه المركبات ومنها المركبات K_3C_{60} و $RbCs_2C_{60}$ التي أبدت توصيلية فائقة، كما أكتشفت أشكال أخرى منها كالفولورين المخروطي والأنبوبي والكروي [14،1].

I-9-4. الكرات النانوية (balls Nano) :

تنتمي الكرات النانوية إلى فئة الفولورينات (C_{60})، مع الإختلاف في التركيب شيئا قليلا ، ذلك لكونها متعددة القشرة وخاوية المركز. وبسبب تركيبها الذي يشبه البصل، فقد أطلق عليها العلماء إسم (Bucky)، أي البصل. وقد يصل قطرها إلى ما يزيد عن 500 نانومتر [14,10,2].

I-9-5. الأنابيب النانوية (Nano tubes):

أنابيب مجوفة يبلغ قطر كل أنبوب أقل من 100 نانو متر وقد يصل طولها ألاف النانو مترات ومن أمثلتها : أنابيب النانو كربون، أنابيب السيليكون، وأنابيب التيتانيوم، حيث يتم صنعها إنطلاقا من مواد عضوية (كربون) أو مواد غير عضوية أكاسيد الفلزات (كأكسيد المنغنيز)، تكون هذه الأنابيب مستقيمة، لولبية متعرجة ، خيزرانية أو مخروطية وغيرها، فمن خصائص ومميزات هذه الأنابيب إمتلاكها القوة، الصلابة والناقلية الكهربائية [14،10،4].



الشكل I-4: أنابيب النانو كربون [4]

I-9-6. الألياف النانوية (fibers Nano):

من أشهر الألياف النانوية الألياف المصنوعة من البوليمرات. ويكون عدد ذرات سطح الألياف كبيرا مقارنة بالعدد الكلي وهذا يكسب الألياف خواص ميكانيكية (كالشدة والصلابة ....إلخ) تؤهلها للإستخدام كمرشحات في تنقية السوائل و الغازات وفي كثير من التطبيقات الطبية العسكرية [2،10].

I-9-7. قضبان النانو (Nanorods):

تشبه أنابيب النانو إلا أنها مصمتة أقصر منها ومن أمثلتها قضبان الذهب والبلاتين [4].

I-9-8. الأفلام (الأغشية) الرقيقة (Thin Films):

هي عبارة عن طبقة رقيقة من مادة معينة يبلغ سمكها أقل من 100نانو متر، وتستخدم هذه الطبقات الرقيقة في مجال أشباه الموصلات مثل السيليكون وسبائك الذهب [4].

I-9-9. المركبات النانوية (Nanocomposites) :

هي مواد تضاف إليها مواد نانوية تكسبها خواصا مميزة إضافية. فعند إضافة أنابيب نانوية (الكربون مثلا) إلى مادة ما، تزداد خواص التوصيل الكهربائي والحراري لتلك المادة لإضافة أنابيب الكربون النانوية إليها. وقد يحدث أيضا تحسن في الخصائص الضوئية والميكانيكية (الصلابة و الشدة)

نتيجة إضافة مواد نانوية معينة إلى بعض المواد . ومن أشهر المركبات النانوية الموجودة حاليا المركبات البوليمرية [2،10،14].

I-9-10. الأسلاك النانوية (Nano wires):

هي أسلاك نانوية قد يقل قطرها عن نانومتر واحد وبأطوال مختلفة، أي نسبة طول إلى عرض تزيد عن 1000 مرة لذا فهي تلحق بالمواد ذات البعد الواحد وهي تتفوق على الأسلاك العادية التقليدية، لأن الإلكترونات فيها تكون محصورة كمياً بإتجاه جانبي واحد مما يجعلها تحتل مستويات طاقة محددة تختلف عن تلك المستويات العريضة الموجودة في المادة المحسوسة. وهذه الأسلاك غير موجودة في الطبيعة بل تحضَر في المختبر بطرق عديدة منها كالحث الكيميائي لسلك كبير أو قذف سلك كبير بواسطة جسيمات ذات طاقة عالية. وتتخذ أشكالا عديدة متعددة منها حلزونية أو متماثلة خماسية وعند تحضيرها تكون معلقة من الطرف العلوي أو مترسبة على سطح آخر. للأسلاك النانوية العديد من الإستخدامات المستقبلية كربط مكونات إلكترونية داخل دائرة صغيرة وبناء الدوائر الإلكترونية المنطقية وقد تستخدم مستقبلاً لتصنيع الكمبيوتر الرقمي [2،14] .

I-10. خواص المواد النانوية:

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

I-10-1. الخواص الميكانيكية:

تأتي هذه الخواص على رأس الخواص المستفيدة من تصغير حجم حبيبات المادة ووجود أعداد ضخمة من الذرات على أوجه سطحها الخارجي، حيث تزداد درجة صلادة المواد الفلزية وسبائكها وتزيد مقاومتها لمواجهة الإجهادات والأحمال الواقعة عليها، كما تكسب مواد السيراميك قدرة كبيرة من الصلابة وقابلية التشكيل وتحمل إجهادات لم تكن موجودة بها وهذا يعني تخليق أنواع جديدة من تلك المواد [7].

I-10-2. 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 لكي تؤدي الدور الأهم في الحد من التلوث البيئي، كما تعد خلايا الوقود إحدى التطبيقات قليلة التكلفة للمحفزات النانوية وأحد أهم مصادر الطاقة الجديدة والنظيفة [7].

I-10-3. الخواص الفيزيائية:

تتأثر قيم درجات إنصهار المادة بتصغير أبعاد حبيباتها، فدرجة إنصهار الذهب في حجمه الطبيعي التي تصل الى 1064 درجة حرارية تقل إلى 500 درجة بعد تصغير حبيباته إلى نحو 35.1 نانومتر [7].

I-10-4. الخواص البصرية:

من المدهش أن لون الذهب الطبيعي (الأصفر الذهبي) يتغير إلى لون شفاف عند تصغير حبيباته الى 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، الحاسبات والهاتف النقال الحديث [7].

I-10-5. الخواص المغناطيسية:

كلما صغرت أحجام حبيبات المواد وتضاعف وجود الذرات على أسطحها الخارجية كلما ازدادت قوة وفاعلية قدراتها المغناطيسية ، مما يمكننا من إستخدامها في المولدات الكهربائية الضخمة ومحركات السفن وصناعة أجهزة التحليل فائقة الدقة والتصوير بالرنين المغناطيسي [7].

I-10-6. الخواص الكهربائية:

يؤدي تصغير أحجام حبيبات المواد إلى أقل من 100 نانومتر إلى زيادة قدرتها الفائقة على توصيل التيار الكهربائي، ما يمكننا من إستخدام هذه المواد في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الإلكترونية [7].

I-10-7. الخواص البيولوجية:

تحسين التلاؤم والتوافق البيولوجي،زيادة قدرة النفاذية والإختراق للموانع والحواجز البيولوجية التي تعوق وصول الأدوية والعقاقير العلاجية للجزء المصاب [7].

I-11. تصنيف أبعاد المواد النانوية:

يمكن القول أن جميع المواد التقليدية مثل الفلزات وسبائكها، أشباه الموصلات، الزجاج، السيراميك والبوليمرات تعد بمنزلة الخامات الأولية المستخدمة في تخليق مواد ذات أبعاد نانوية مختلفة، أين يتم

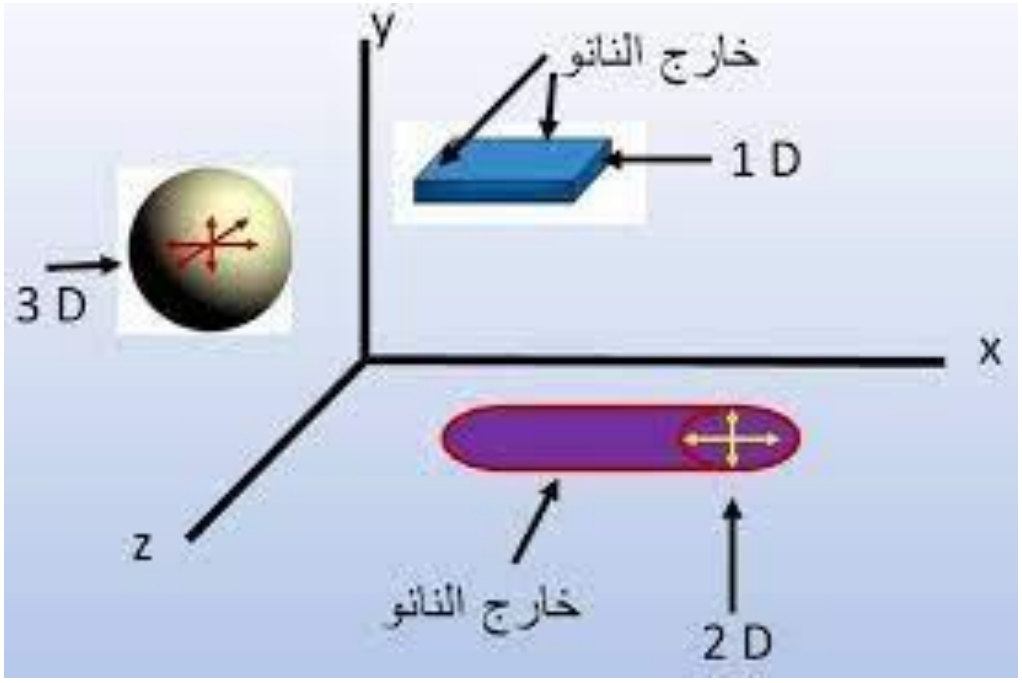
تصنيف هذه المواد طبقا لأبعادها إلى:

I-11-1. مواد نانوية أحادية البعد(Dimensional One): وهي جميع المواد التي يقل أحد مقاييس أبعادها عن 100 نانومتر، وسميت هذه الفئة بمواد النانو أحادية الأبعاد (أي التي لها بعد نانوي واحد فقط)، حيث لا يشترط أن يتميز بعداها الآخران بمقاييس نانوية، من أمثلة هذه المواد الرقائق أو الأغشية (Layers Thin) مثل التي تستخدم في طلاء أسطح المنتجات الفلزية لحمايتها من التآكل والصدأ [7،4].

I-11-2. مواد نانوية ثنائية البعد (Dimensional Tow): يندرج تحت هذه الفئة جميع المواد النانوية التي يقل مقياس بعدين من أبعادها عن 100نانومتر، وتعد أنابيب النانو(Tubes Nano) كأنابيب النانو كربون وألياف النانو وكذلك أسلاك النانو (Wires Nano) نماذج مهمة لتلك الفئة من المواد، أين تعمل أنابيب الكربون كمواد داعمة ومقوية لقوالب الفلزات لرفع قيم صلادتها وتحسين خواصها [7،4].

I-11-3. مواد نانوية ثلاثية البعد (Dimensional Three): هي التي تمثل المواد النانوية التي يقل قياس أبعادها الثلاثة عن 100نانومتر (كحبيبات النانو والمواد السيراميكية فائقة النعومة)، حيث تتصدر

هذه الفئة من المواد قائمة الإنتاج العالمي من مواد النانو نظرا لتعدد إستخداماتها، حيث تدخل أكاسيد الفلزات و أكاسيد السيليكون(SiO_2) ، أكاسيد التيتانيوم (TiO_2) ، أكاسيد الألمنيوم (Al_2O_3) وكذلك أكاسيد الحديد (Fe_2O_3) في قطاع صناعة الإلكترونات ومواد البناء لتحل بذلك محل المواد التقليدية[4، 7].



الشكل I-5: نموذج لأبعاد المواد النانوية.

I-12. التحليل النوعي للمواد النانوية (تقنيات النانو):

❖ **إستخدام المجاهر:** لقد استُخِدمت عدة مجاهر للتعرف على جسيمات النانو، بالإضافة إلى تحريكها وتصويرها وغير ذلك من العمليات .ومن أمثلة هذه المجاهر: المجاهر الضوئية والإلكترونية، ومنها المجهر الإلكتروني الماسح (Microscope Electron Screening), والمجهر النفقي الماسح (Microscope Tunneling Scanning) ومجهر القوة الذرية (Microscopy Force Atomic)[11، 13].

❖ **إستخدام تقنية المطيافية الضوئية** : لقد أستُخدمت عدة تقنيات ضوئية في التحليل النوعي للجسيمات والمواد النانوية، ومن أهم هذه التقنيات: مطيافية الرنين النووي المغناطيسي، التي أستُخدمت لتحديد التركيب الثلاثي الأبعاد للعينات؛ ومطيافية الأشعة السينية، التي تعطي معلومات عن التركيب البلوري للطبقات السطحية والطبقات المطلية للجسيمات النانوية ومطيافية رامان، 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 أستُخدمت عدة تقنيات وطرق لفصل وتعيين خصائص الجسيمات النانوية. واشتملت هذه الطرق على طريقة الطرد المركزي، والترشيح، والفصل التجزيئي بإستخدام الأغشية، قياسات السطح والشحنة، قياسات المساحة السطحية والتحليل الوزني الحراري [11].

❖ **التحليل الكمي للجسيمات النانوية :** هناك بعض المعوقات والتحديات التي تواجه التحليل الكمي للجسيمات النانوية، أهمها عملية أخذ العينات وتحضيرها للتحليل، حيث إن هاتين العمليتين تؤديان إلى تغيير حالة إنتشار الجسيمات النانوية. كما أن وجود الجسيمات النانوية الطبيعية والمواد العضوية في العينة يؤدي إلى صعوبة إجراء التحليل الكمي، بالإضافة إلى إحتمالية إدمصاص الجسيمات النانوية العضوية وغير العضوية على جدر 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 (Surfactants) أو إستخدام جهاز باعث للإهتزازات أو الذبذبات، يساعد على تحرر الجسيمات النانوية المطلوبة، كذلك تستخدم أجهزة الطرد المركزي لفصل التجمعات النانوية، هذا بالإضافة لطرق الكروماتوجرافيا، التي تعرف بالترشيح الهلامي، والكروماتوجرافيا الهيدروديناميكية، وفصل التدفق الحقلي، بالإضافة إلى الفصل الكهربائي الشعري [11] .

I-13. أهمية المواد النانوية :

تعتمد تقنية النانو على مواد نانوية يزداد الإهتمام 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 الإختلاف في الخواص إلى سببين أساسيين هما:

- مساحة السطح
- تأثير الكم

لتوضيح أهمية مساحة السطح في المواد النانوية نتخيل مكعب طول ضلعه 1cm يكون حجم المكعب $1cm^3$ والمساحة الكلية لأوجه المكعب هي $6cm^2$ وعند تقسيم هذا المكعب لجزئيين فإن مساحة أسطحه سوف تساوي $8cm^2$ مع بقاء حجمه ثابتا، تخيل ماذا يحدث لو تم تقسيم المكعب لمليون جزء فإن 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 لإمتلاكها 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 [7،4] .

I-14. التطبيقات الحديثة لتقنية النانو :

تعرف بأنها التطبيقات العملية الحياتية الناتجة عن تقنية النانو التي تأخذ أبعاد الذرات والجزيئات بعين الإعتبار وتحاكي العلاقة بين هذه الأجسام المتناهية في الصغر ونحاول أن نغير في هذه العلاقة للحصول على مواد بمواصفات أخرى أكثر نفعا وفائدة، ذلك باستخدام معدات و آلات و روبوتات من نفس مقاييس هذه الذرات، قد اقتصرت في هذه الدراسة على المجالات الكبرى للتطبيقات الخاصة بالنانو على سبيل المثال: تطبيقات في مجال الطب، تطبيقات في مجال الزراعة، تطبيقات في مجالات الطاقة تطبيقات في مجال الأغذية، تطبيقات في مجال تحلية المياه... وغيرها [12].

I-14-1. في مجال المياه والزراعة:

في عملية تحلية ومعالجة مياه البحار تم استبدال تقنية التناضح العكسي بأغشية من أنابيب كربونية نانوية، فلوحظ أن تكلفة هذه العملية قد انخفضت الى 75٪، كما تم استخدام الجسيمات النانوية لمراقبة جودة التربة [7] .

I-14-2. في مجال الغذاء:

تم تطوير مساحيق غذائية نانوية تضاف للغذاء لتحسين خواصه ومذاقه ولونه دون ضرر على صحة الإنسان [12] .

I-14-3. في مجال المواصلات:

حيث تم تصنيع محركات من المواد النانوية تتميز بالصلابة والمقاومة للتآكل وتتلاءم تلقائيا مع العوامل الخارجية [7].

I-14-4. في مجال الأجهزة الإلكترونية:

مثل تصنيع أقراص صلبة صغيرة ذات سعات تخزينية كبيرة [7]، من ثلاجات، غسالات، مكيفات ومنقيات مياه فلترات والأدوات الرياضية من مضارب وكرات تنس وكرات الغولف وكرات البولينج والدراجات الهوائية، وفي مجال الملابس تم نسج جزيئات الفضة النانوية في الملابس القطنية وفي الجوارب والأحذية والخوذات حيث أن جزيئات الفضة تقتل البكتيريا والفطريات [12].

I-14-5. في مجال الطب:

تم إستخدام تكنولوجيا النانو في الكشف السريع والدقيق عن الفيروسات وتوسيع الأوعية وتحسين وتعزيز النشاط المضاد للبكتيريا المكون للألياف النسيجية، كما تحدثت الدراسات عن موضوعات الإستجابة المناعية وأدوية النانو التي يمكن إستخدامها للكشف عن الأمراض في مراحل مبكرة [7] .

I-14-6. في مجال الفضاء:

حيث تم صنع صواريخ من البلاستيك المحتوى على جسيمات نانوية أرخص وأسهل من الهياكل المعدنية حيث تتحمل بروده الفضاء وحرارة الإحتكاك بغلاف الأرض [12].

I-14-7. في مجال الطاقة:

وذلك بإختراع الخلايا الشمسية بحبيبات السيليكون والتي تتميز بزيادة إنتاج الطاقة الكهربائية، إطالة عمر الخلية وتقليل الحرارة فيها، تصنيع مواد عالية التوصيل الحراري ومقاومة الإشعاع وتحويل الوقود الغازي لوقود سائل [12] .

I-14-8. في المجال العسكري:

مثل صناعة الزيوت لسلاح الجو الذي يمكن تحمل الحرارة دون أن يحرق وكذلك صناعة أسلحة تطلق أشعة كهرومغناطيسية لتشويش الرادارات، صناعة الدروع والواقيات والغبار الذكي الذي يكشف المواد الكيميائية وفي مجال الصناعة تم تطوير بلاستيك تغليف مقاوم للخدش في النظارات والشاشات وكذلك صناعة الإسمنت ،أما في مجال المواد الكيميائية تم صناعة طلاءات تمنع الصدأ وكريمات تحجب الأشعة فوق البنفسجية ويبقى البرهم شفافا [12].

الفصل الثاني

التلوث وأنواعه

مدخل:

إن البيئة هي الجو أو المكان الذي يحيط بالإنسان بما فيه من مواد حية وغير حية وكائنات وغير ذلك وهذا لكي تستمر حياة الإنسان باستقرارها التام، يجب على الإنسان أن يحافظ على المكان الذي يعيش فيه ويمارس فيه أساليب حياته المختلفة وأن يحافظ على البيئة بما فيها من غابات وصحار وأشجار وبحار وبحيرات وأنهار وغير ذلك، هذا السعي وراء حماية البيئة إنما هو في النهاية سعي وراء إستمرار الحياة البشرية على هذه الأرض.

II-1. تعريف البيئة:

تعريف البيئة في التشريع الجزائري : عرفت البيئة بموجب المادة 4 من القانون رقم 03-10 المتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة بأنها" : البيئة : تتكون من الموارد الطبيعية اللاحيوية والحيوية كالهواء والجو والماء والأرض وباطن الأرض والنبات والحيوان ، بما في ذلك التراث الوراثي ، وأشكال التفاعل بين هذه الموارد، وكذا الأماكن والمناظر والمعالم الطبيعي[41].

II-2. علم البيئة:

هو العلم المعني بالدراسة العلمية لعلاقة الإنسان ببيئته المادية المحيطة به والعلاقات بين الكائنات الحية جميعها كالنباتات ،الحيوانات وإيجاد الروابط الحيوية فيما بينها وبين البيئة المحيطة بها والتي تؤثر على توزيعها وتوفرها في الطبيعة، كما يُقدم علم البيئة مجموعة من المعلومات حول فوائد النظم البيئية وكيفية الحصول على بيئة صحية للأجيال في المستقبل من خلال إستخدام الموارد الطبيعية بطريقة غير مؤذية للبيئة، تتكون البيئة المحيطة للكائن الحي من: عوامل حية مثل الكائنات الحية الأخرى التي تتشارك معاً في نفس المواطن وعوامل غير حية أو ما تُسمى بالخصائص الفيزيائية كالمناخ والجيولوجيا [16].

II-3. التلوث البيئي

II-3-1. تعريف التلوث البيئي:

هو أي تغير فيزيائي أو كيميائي أو بيولوجي مميز يؤدي إلى تأثير ضار على الهواء والماء ويضر بصحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى. وهو عبارة عن وجود مواد ملوثة بتركيزات مختلفة تكون ضارة بالكائنات الحية والتربة والماء والهواء، تكون من مصادر طبيعية وغير طبيعية وتلحق ضررا بالبيئة [17].

كما أن التلوث البيئي يطلق على عملية الإخلال بالتوازن الطبيعي للبيئة والذي يؤثر على حياة الكائنات الحية .

II-3-2. التلوث البشري المنشأ Man-made pollution أو Anthropogenic:

ينتج هذا التلوث من فعل الإنسان ونشاطه ويجد مصدره في أنشطة الإنسان الصناعية والترفيهية وغيرها وفي استخداماته المتزايدة لمظاهر التقنية الحديثة ومبتكراتها المختلفة من المؤكد أن الأنشطة الصناعية مسؤولة تماماً عن حدوث مشكلة التلوث في العصر الحاضر وبلوغها هذه الدرجة الخطيرة التي تهدد الحياة وبقاء الإنسان على سطح الأرض، من أهم مصادر التلوث الصناعي: صناعة التعدين والبلاستيك والبتروكيماويات والبناء ووسائط النقل والمبيدات الحشرية والحروب وغازات التبريد وعوادم السيارات ومداخن المصانع.

تعتمد شدة التلوث الصناعي على عدة عوامل ومنها: المنطقة التي تنبعث منها أو تُصرف فيها الملوثات الصناعية، الفترة الزمنية للتلوث، درجة تركيز المواد الملوثة، الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للمواد الملوثة، القابلية للتحلل والاستيعاب في الوسط البيئي الذي تُوضع فيه، درجة السمية بالنسبة للإنسان والكائنات الحية الأخرى. كما تقسم الملوثات الصناعية إلى ثلاثة أنواع:

- ملوثات صلبة وهي تلك الملوثات الناجمة عن العديد من الصناعات كالأتربة الناتجة عن صناعة الإسمنت مثلاً.
- ملوثات سائلة كمحاليل المواد الكيماوية التي تقذف بها المصانع في المجاري المائية.
- ملوثات غازية كالغازات والأدخنة الضارة المتصاعدة من مداخن المصانع ومصافي تكرير النفط [19].

II-3-3. التلوث الطبيعي :

يقصد بالتلوث الطبيعي أن الإنسان ليس له أي دخل فيها. هو التلوث الذي يعود مصدره إلى الظواهر الطبيعية التي تحدث من وقت لآخر كالبراكين، الصواعق، العواصف التي قد تحمل معها كميات هائلة من الرمال والأتربة فتتلف المزروعات والمحاصيل، يصعب مراقبة هذا النوع من التلوث أو التنبؤ به والسيطرة عليه تماماً، وهذا التلوث موجود منذ القدم دون أن يشكل ظاهرة مقلقة للإنسان [19] .

II-4. طبيعة المواد الملوثة:

تتواجد المواد الملوثة بكثرة . فقد تكون أية مادة مصنعة من قبل الإنسان مادة ملوثة في بعض الأحيان. وقد تكون بعض المواد التي تعتبر ضرورية لحياة الكائنات الحية كالحديد، النحاس والزنك على سبيل المثال لكنها قد تكون ذات سمية عالية عند وجودها بكميات و تراكيز عالية. ومن أجل دراسة هذه المواد الملوثة وإمكانية التعرف عليها،والتي تصنف كما يلي [18] :

أولا: حسب خصائصها الطبيعية: وهي ثلاثة أنواع رئيسية:

- **ذات الطبيعة الفيزيائية:** هي ظواهر فيزيائية مادية مثل بعض الجسيمات الإشعاعية أو غير مادية كالأمواج الكهرومغناطيسية إن هذه المواد الملوثة تتداخل مع الخصائص الفيزيائية لعناصر البيئة الحية أو غير الحية. ومن أكثر الملوثات الفيزيائية شيوعاً في البيئة هي الإشعاع، الأمواج الكهرومغناطيسية الحرارة، الضوء، الضوضاء والإهتزازات المختلفة [20] .
- **ذات الطبيعة الكيميائية:** تشمل عددا واسعاً جداً من المواد الملوثة والأكثر إنتشارا في البيئة. وتتزايد أعدادها على مر الزمن عند ظهور مركبات كيميائية جديدة مصنعة من قبل الإنسان على سبيل المثال. وتتباين تأثيراتها بدرجة كبيرة ولفترات زمنية مختلفة. وعند تواجدها بتراكيز عالية فإنها سوف تعمل على تغيير الخصائص الكيميائية أو الفيزيائية للبيئة كظهور الأملاح في المياه. كما أنها قد تؤثر في البيئة حتى في تراكيز قليلة كما هو الحال في المعادن الثقيلة أو بقايا المبيدات والتي قد تظهر أثرا بيولوجياً في الكائنات الحية التي تتعرض إليها و ومن بينها الإنسان [18] .
- **المواد الملوثة البيولوجية :** يمكن في بعض الحالات أن تكون الكائنات الحية كمواد ملوثة في البيئة وعلى سبيل المثال تلك الكائنات المسببة للأمراض سواء للإنسان أم الحيوان أم النبات كما هو الحال في

بعض أنواع البكتيريا والفطريات والطفيليات. كما أن الحيوانات النافقة (الميتة) يمكن أن تسبب مشاكل بيئية وصحية عديدة وبالتالي تتحول هذه الأحياء إلى ملوثات بيئية خاصة عندما تترك هذه الحيوانات النافقة دون دفن أو رميها في المصادر المائية الطبيعية بخاصة تلك التي يستعملها الانسان بوصفها مصدرا لمياه الدرب كالأنهار والبحيرات[20].

ثانيا: حسب تركيبها الكيميائي: يمكن تقسيمها إلى نوعين رئيسيين هما:

- **مواد عضوية:** تشمل المواد التى تكون غنية بالكلور مثل بعض المبيدات الحشرية كالكلوردين والأدلين DDT كما أن هناك مواد عضوية غنية بالفسفور مثل البراثيوم والملاثيون وأخرى غنية بالمعادن.
- **مواد غير عضوية:** قد تكون على هيئة أيونات كالأيونات الموجبة مثل الزنك ZN^{+} والنحاس Cu^{+} والحديد Fe^{+++} أو اليابسة مثل النترات NO^{3-} والفوسفات. PO^{4-} أو تكون غير أيونية مثل المعادن الثقيلة كالزئبق والرصاص والكارميوم والزرنيخ [18].

ثالثا: حسب درجة تحللها: تمثل نوعين هما:

- **قابلة للتحلل:** هي المواد التي يمكن تحللها أو تكسيرها في البيئية من قبل المحللات Decomposer كالبكتيريا والفطريات. وتكون عادة أقل خطورة في تلوث البيئة. علماً بأن تأثيرها السلبي يزول حال تحللها كاملاً من قبل الكائنات الدقيقة .
- **غير قابلة للتحلل:** هي تلك المواد الكيماوية والصناعية ذات التأثير التراكمي في البيئة التي يمكن تحللها مثل المبيدات الحشرات ومبيدات الفطريات ومواد البلاستيك والنايلون والبولي أثلين وبعض المنظفات[18] .

ربعا: درجة سميتها : تعد بعض المواد الملوثة مواد سمية للكائنات الحية. ويقصد بالمواد السمية أنها تلك التي تسبب شللا لحركة الكائنات الحية وتثبط نموها وتؤدي إلى موتها وذلك من خلال تأثيرها المباشر والفعال على إيقاف وعرقلة الفعاليات الأيضية وتتفاوت المواد السمية في تأثيرها على وفق تراكيبها الكيميائية وتركيزها المؤثر. ومن الأنواع الرئيسية من الملوثات السمية كما يأتي:

- **المعادن:** كالرصاص، النيكل، الزنك، النحاس، الزئبق وغيرها من المعادن الثقيلة التي يكون مصدرها على الأغلب من العمليات الصناعية والزراعية.
- **المركبات العضوية** : كالمبيدات العضوية المكورة والمركبات المتعددة الكلور ثنائية الفينول (PCBs) والهيدروكربونات الأليفاتية المكلورة وبعض المذيبات والهيدروكربونات النفطية والمركبات الأروماتيكية المتعددة النوى وثنائية بيزودايوكسين المتكلور والمركبات المعدنية العضوية والفينولات والفورمالديهايد. علمًا بأن مصادر هذه المواد مختلفة كالفضلات الصناعية والزراعية والمخلفات المنزلية.
- **الغازات:** كالكلور والأمونيا وأول أوكسيد الكربون .
- **الأيونات السالبة:** مثل أيونات السيانيد و الفلور والكبريتيد و الكبريدات .
- **الحوامض والقلويات** : مثل حامض الكبريتيد وهيدروكسيد الصوديوم [18] .

II-5. تلوث الهواء

يعد الهواء من أساسيات الحياة فانقطاعه لدقائق معدودة يعد كافي لهلاك الإنسان لذا أصبح موضوع تلوث الهواء في مقدمة الموضوعات.

II-5-1. تعريف الهواء:

يمثل الهواء من أهم العناصر المكونة للبيئة ويمثل دعامة من دعائم الحياة بل بدونه تستحيل الحياة على الإطلاق [20] ، حيث يتكون الهواء من مجموعة من الغازات :

الجدول(II-1): مكونات الهواء الجاف غير الملوث ونسبها الحجمية (التركيز) [18] .

الغاز	الرمز الكيميائي	النسبة المئوية (التركيز)
النتروجين	N_2	78.09
الأوكسجين	O_2	20.49
الاروكون	Ar	0.93
ثاني اكسيد الكربون	CO_2	0.032
النيون	Ne	18ppm
الهليوم	He	5.2ppm
الميثان	CH_4	1.3ppm
الكريتون	Kr	1ppm
الهيدروجين	H_2	0.5ppm
أحادي أكسيد النتروجين	N_2O	0.25ppm
أحادي اكسيد الكربون	CO	0.1ppm
الأوزون	O_3	0.02ppm
ثاني اكسيد الكبريت	SO_2	0.001ppm
ثاني اكسيد النتروجين	NO_2	0.001 ppm

II-5-2. تعريف تلوث الهواء:

يعرف تلوث الهواء بأنه تواجد شوائب في الهواء سواء وجدت طبيعيه أو بفعل الإنسان وبكميات ولفترات تكفي لقلق راحته أو للإضرار بالصحة العامة أو في حياة الإنسان والحيوان والنبات والممتلكات أو تكفي للتداخل مع الإستمتاع المريح والمناسب للحياة.

يتلوث الهواء عندما تتواجد فيه مادة أو أكثر أو عندما يحدث تغير هام في نسب الغازات المكونة له وتؤدي هذه التغيرات إلى تأثيرات ضارة مباشرة أو غير مباشرة للكائنات الحية و المواد غير الحية المكونة للنظام البيئي وتجعل لظروف العيش غير ملائمة أو تسبب خسائر مادية [21] .

II-5-3. أنواع الملوثات في الهواء:

يمكن تقسيم الملوثات في الهواء إلى مجموعتين رئيسيتين هما الدقائق العالقة و الملوثات الغازية [18].

II-5-3-1. الدقائق:

يقصد بالدقائق المواد المنتشرة كافة سواء كانت دقائق صلبة أو قطيرات سائلة عالقة في الهواء. وتشمل الدقائق الكبيرة كلاً من الرمال ،الرماد المتطاير ،الغبار والسخام في حين تشمل الدقائق الصغيرة كلا من الدخان ،الضباب والهباء الجوي. وتشكل الدقائق مجموعة واسعة من ملوثات الهواء وتكون معلقة في الهواء. تتنوع أشكالها وتركيبها الكيميائي وتأثيراتها السمية أو الصحية فضلا عن إعتماد حركتها وبقائها في الهواء. وكذلك العمق التي تدخله في الجهاز التنفسي على قطر الدقيقة أو القطيرة العالقة وهذه الدقائق لايشترط فيها أن تكون قابلة للملاحظة أو الرؤيا بالعين المجردة. فهي قد تكون ألياف متناهية الدقة أوقطيرات ضبابية ، بكتيريا، فيروسات ، حبيبات لقاح الأزهار، غبار صناعي أو طبيعي وغيرها[18]. إن غالبية الدقائق ذات منشأ طبيعي مثل الدقائق الترابية و الرملية المتطايرة من الأراضي الجرداء والصحاري. أما المصادر غير طبيعية فتشمل عمليات حرق الوقود في الصناعة وإنتاج الطاقة.

ومن أهم الدقائق الرئيسية :

- **الرمال:** هي الدقائق الصلبة العالقة في الهواء والتي يزيد قطرها عن 500 ميكرون .
- **الغبار الطبيعي:** هي الدقائق الصلبة في الهواء التي يتراوح قطرها بين 25–200 ميكرون وهي أكثر أنواع الدقائق في الهواء شيوعا وإنتشارا .
- **الدخان:** هو عبارة عن المواد الدقيقة الناتجة من عمليات الحرق المختلفة والتي تطلق الدقائق لا يزيد قطرها عن 2 ميكرون ويشكل الكربون غالبيتها العظمى.
- **الهباء الجوي:** هي الدقائق الصلبة والسائلة العالقة في الهواء والتي يقل قطرها بصورة عامة عن ميكرون واحد .
- **الضباب:** ويشمل كلا من القطيرات السائلة والعالقة في الهواء والتي تصل أقطارها إلى 100ميكرون أحيانا أما دقائقه التي تزيد أقطارها عن 10 ميكرون فتدعى .
- **السخام:** يتمثل بجزيئات الكربون المتناهية الدقة والتي تتجمع بصورة سلاسل طويلة
- **الغبار الصناعي:** يصدر من نشاط الصناعات المختلفة مثل صناعة الإسمنت والجبس والأجر وعند تقطيع أحجار المرمر في إنتاج قطع البناء وتقطيع جدوع الأشجار في إنتاج الخشب وغيرها مما يتسبب عنه تطاير كميات كبيرة من جسيمات دقيقة في الهواء .

- **حبوب اللقاح:** هي جسيمات تنطلق من النباتات الزهرية وتمتاز دقائقها بكبر حجمها وقد يتعرض بعض السكان إلى أعراض حالات من الحساسية الجلدية أوتورم العينين أو رشح الأنف [18].

II-5-2.3. الملوثات الغازية :

- **الهيدروكربونات:** هي مركبات عضوية غازية أو سائلة أو صلبة وتتألف أساسا من عدد من ذرات الكربون والهيدروجين بأشكال وأنواع متعددة جدا ولا تعد الهيدروكربونات مواد ملوثة خطيرة بذاتها باستثناء الأنواع اللآروماتية منها غير أن خطورتها تكمن في تفاعلاتها اللاحقة مع الملوثات الأخرى وبوجود أشعة الشمس والأكسجين والمواد الأخرى. ويحتوي الهواء بصورة طبيعية في الأجواء الريفية مايقارب من1- 1.5 جزء بالمليون من الميثان وأقل من 0.1 جزء بالمليون من الهيدروكربونات الأخرى [18] .
- **غاز أحادي أكسيد الكربون:** ينتج هذا الغاز من إتحاد الكربون بالأكسجين عند الإحتراق الأول إحتراقا غير تام أو تحت ظروف معينة ومصدر الكربون في هذه الحالات هو الوقود النفطي أو الفحم بأنواعه أو الغاز الطبيعي والتي تعد من الأنواع الرئيسية لمصادر الطاقة على وجه الأرض وتعرف بالوقود الأحفوري. يعد هذا الغاز من أكبر الملوثات لأجواء المدن حيث تعمل المصادر الطبيعية على إنتاج تركيز أساس منه يقدر بحوالي جزء 1 بالمليون ويكون السبب في إنبعاثه ناشئا من الإحتراق الغير كامل للهيدروكربونات [18] .
- **غاز ثنائي أكسيد الكربون:** ينتج الإنسان كميات كبيرة من هذا الغاز خلال عمليات إحتراق المواد العضوية كالورق والحطب والفحم والبترول والغاز الطبيعي [22]. ومع ذلك لايعد هذا الغاز من المواد الملوثة للجو. كما أنه من أحد المكونات الطبيعية العادية للهواء. ولكنه في حالة زيادة تراكيزه بما يفوق معدله الطبيعي (0.03% حجما من الهواء) تؤدي إلى إرتفاع درجات حرارة الفضاء المحيط بالأرض خلال مايعرف بتأثير البيت الزجاجي Green house effect، حيث تنعكس الحرارة المنبعثة من الأرض (المنعكسة عن سطح الأرض) وتنحصر في الأجواء بسبب غاز ثنائي أكسيد الكربون [15] .

وتصدر الإشارة الى أن الإسراف في إستخدام الوقود وقطع الغابات أو التقليل من المساحات الخضراء تساهم في إرتفاع نسبة غاز ثنائي أكسيد الكربون في الجو والذي قد يؤدي إلى إرتفاع درجة حرارة الأرض وهو ما يعرف بالإحتباس الحراري [22] .

- **أكاسيد النيتروجين:** إن من أهم الغازات النيتروجينية الملوثة للهواء هي غاز أكسيد النتريك أو أحادي أكسيد النيتروجين NO وغاز ثنائي أكسيد النيتروجين NO_2. وفي ظروف درجات الحرارة العالية (تفوق 1100 درجة مئوية) يتم إنبعاث هذين الغازين خلال عملية الإحتراق وإتحاد الغازين الكسجين والنتروجين، فيتحد النتروجين الجوي مع الأوكسجين ليكونا على الأكثر أكسيد النتريك NO مع قدر صغير من ثنائي أكسيد النتروجين NO_2 . أما الأشكال الأخرى من أكاسد النتروجين ليس لها أية أهمية بيئية ولعل من أهمها هو غاز أكسيد النتروز الذي كان يستخدم في الجراحة كغاز بوصفه غازا مخدرا قبل تطور المركبات المخدرة الحديثة، وكان يعرف باسم " الغاز المضحك " نظرا لشكل الشخص المتعرض له الذي يبدو كما لو كان يضحك. بينما في حقيقة الأمر فإن الغاز يسبب تقلص عضلات الفكين فيبدو الشخص في تلك الهيئة. كما أن هناك أشكالا أخرى من الأكاسيد الأقل أهمية مثل ثلاثي أكسيد النتروجين N_2O_3 ورباعي أكسيد النتروجين N_2O_4 وخماسي أكسيد النتروجين N_2O_5 [18].

باعتبار أن مصدر الغازين (NO، NO_2) من عملية إحتراق المركبات العضوية وأيضا من عوادم السيارات والشاحنات وبعض المنشآت الصناعية ويكون مع بخار الماء في الجو حمضا قويا وحمض النتريك ويسبب الأمطار الحمضية. وعند وصوله مع بقية أكاسيد النيتروجين إلى طبقات الجو العليا (طبقة الأوزون) يحدث كثيرا من الضرر لهذه الطبقة [22].

وتقدر الكميات المنبعثة سنويا من المصادر الإحتراقية بحوالي 48 مليون طن سنويا .

- **أكاسيد الكبريت** : إن التلوث بأكسيد الكبريت من أكثر مشاكل تلوث الهواء خطورة على البيئة وخاصة الإنسان . تضم هذه الأكاسيد كلا من غاز ثنائي أكسيد الكبريت SO_2 بالدرجة الرئيسية وغاز ثلاثي أكسيد الكبريت SO_3 بدرجة أدنى .

غاز ثنائي أكسيد الكبريت من الغازات ذات رائحة حادة وينتج القسم الأكبر منه عند إحتراق أنواع الوقود الأحفوري حيث يحتوي على الكبريت الذي يتأكسد إلى SO_2 ويتأكسد هذا الغاز متحولا إلى ثالث أكسيد الكبريت الذي عند ذوبانه بالماء يتحول إلى حامض الكبريتيك H_2SO_4 حيث يساهم هذا الغاز الحامض بتكوين الأمطار الحمضية التي تتساقط مسببة الأضرار الجسمية للنباتات والتربة والمياه خاصة عند تواجد النقص في كربونات الكالسيوم .

يدخل غاز ثاني أكسيد الكبريت في تكوين الضباب الدخاني وهو الملوث الرئيسي المسؤول عن الوفيات حوالي 4 آلاف شخص في كارثة وقعت في مدينة لندن عام 1952 م. فضلا عن تأثيراته على المكونات المادية غير الحية في البيئة وعلى النباتات والحيوانات. كما يمكن أن يتفاعل مع الأكسجين الجوي ليكون ثلاثي أكسيد الكبريت الذي يميل بشدة للذوبان في مياه الأمطار وتكون الأمطار الحامضية [18، 22] .

- **غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S:** غاز عديم اللون وسام جدا وتبلغ درجة سميته بنفس سمية غاز السيانيد تقريبا. وله رائحة نفاذة وكريهة تشبه رائحة البيض الفاسد. ويمكن للإنسان أن يتحسس بهذه الرائحة في تراكيز ضئيلة جدا ولا تتجاوز 0.0005 جزء من المليون .

حيث ينبعث من مصادر طبيعية مثل ثوران البراكين التي تنطلق منها كميات لابأس بها فضلا عن كميات أكبر منه ناتجة من تحلل المواد العضوية ذات الأصل النباتي والحيواني خاصة في البيئات الرطبة والمائية وتحت تأثير البكتيريا اللاهوائية التي تهاجم الكبريتات وتحولها بعملية إختزال إلى كبريتيد ويمكن أن تحدث نفس عملية التحلل هذه في مواقع طمر النفايات تحت الارض، بما يكون السبب في ظهور هذا الغاز بشكل ذائب في المياه الجوفية. وبمعنى آخر تسبب في تلوث هذه المياه. كما ينبعث الغاز كذلك في مواقع طبيعية وعيون كبريتية لاسيما الساخنة منها ومن أحواض تصفية مياه المجاري بسبب عملية تفسخ الفضلات العضوية البروتينية . وينتج أيضا من خلال الأنشطة الصناعية مثل عمليات الدباغة بسبب إستخدام بعض المركبات الكيميائية والتي تسبب في إنبعاثه. كما إن عمليات تصفية النفط الحاوي على تراكيز عالية من الكبريت قد ينبعث منها هذا الغاز [22] .

II-5-3.3ملوثات الهواء ذات الطابع العالمي:

لابد من الذكر أن الهواء متحرك وعند حركته لايمكن تحديده جغرافيا في دولة واحدة حيث أن الغلاف الجوي للكرة الأرضية يعد مشتركا عالميا تقوده حركة الكتل الهوائية المتغيرة دائما. فالملوثات الغازية والملوثات الإشعاعية يمكن أن تنتقل من منطقة إلى أخرى. ويمكن التطرق إلى بعض الأمثلة على ما يلوث الهواء ويؤثر في مناطق جغرافية عديدة قد تصل الى كل الكرة الأرضية ومنها :

- **الاحتباس الحراري** : لا يختلف عن ظاهرة البيت الزجاجي، فهو يتعلق بزيادة تركيز غاز ثنائي أكسيد الكربون CO_2 في الغلاف الجوي . وكما ذكر مسبقا أن هذا الغاز غير سام للكائنات الحية ونسبته في

الهواء بحدود 300 جزء من المليون في الهواء الجاف وغير الملوث، كما هو الحال في المناطق البعيدة عن الأنشطة البشرية . وكما هو مسجل في العالم فإن تركيز هذا الغاز هو في زيادة مستمرة رغم ان هذه الزيادة هي ضئيلة وليس لها تاثير صحي على الإنسان أو الأحياء . لكن خطر هذه الزيادة في كونها ستؤدي إلى الإقلال من إنتشار الحرارة في جو الكرة الأرضية الإلى الفضاء الخارجي بفعل تأثير البيت الزجاجي ممايسبب إرتفاع معدلات درجات الحرارة على سطح المعمورة . علما بأن هناك غازات أخرى في الغلاف الجوي منها بخار الماء وغازات الميثان وأكسيد النيتروز ومركبات الكلوروفوروكربونات. أي أن هذه الغازات لها القدرة على الحبس الحراري و تفوق قدرتها في ذلك قدرة غاز ثنائي أكسيد الكربون بالأف المرات بخاصة مركبات الكلوروفلوروكربونات، علما بأن هذه الغازات والمواد ليست المشكلة كما هو الحال في غاز ثنائي أكسيد الكربون وذلك بسبب إنخفاض تركيزها في الغلاف الجوي وقلة مصادرها على سطح الأرض. تسع دول العالم في تقليص مجموع الإنبعاث العالمي لغاز ثنائي أكسيد الكربون وإستخدام التقنيات النظيفه بيئيا وتحسين إدارة الغابات والمساحات الخضراء والحفاظ عليها [18] .

- **طبقة الاوزون في الغلاف الجوي:** غاز الاوزون O_3 أحد المكونات الطبيعية للهواء إذ تبلغ نسبته الحجمية 0.02 جزء من المليون، لذا فهو يعد من الغازات النادرة فعلا تتجاوز كلته الكلية في كامل الغلاف الجوي عن 200 مليون طن. وله القابلية على إمتصاص الأطياف الموجية الأقصر من 300 نانومتر في الأشعة الشمسية. كما أن 90% من هذا الغاز يتواجد في طبقة الستراتوسفير، وأعلى تركيز له في هذه الطبقة يوجد على إرتفاع 10–50 كم فوق سطح الأرض. رغم تركيز غاز الأوزون الضئيل لكنه يعد كافيا و ضروريا لحماية الحياة على سطح الأرض. حيث أن للغاز القابلية على إمتصاص الأشعة فوق البنفسجية ذات الأطوال الموجية التي تتراوح ما بين 280 –320 نانو متر. وإن تناقص غاز الأوزون سيؤدي إلى زيادة شفافية الغلاف الجوي تجاه الأشعة فوق البنفسجية للأطفال أعلاه مما يترتب عليه تأثيرات سلبية على الحياة على سطح الكرة الأرضية بما يشمل الإنسان كذلك.

حيث أن تناقص تركيز غاز الأوزون يهدد الدول القريبة من قطبي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي لذا فإن زيادة دخول الأشعة فوق البنفسجية ستتركز عليها حيث إن ذلك يسبب مسار الأشعة الشمسية التي يكون في أقصاها فوق منطقة القطبين وبذلك فإن التفاعلات الكيميائية الضوئية التي تحطم غاز الأوزون تكون في أقصى معدلاتها في القطبين .لذا فإن سكان تلك المناطق من ذوي البشرة البيضاء سيتضررون بسبب حساسية بشرتهم بخاصة عند ممارستهم السباحة والإستجمام عند السواحل البحرية [18] .

- **التلوث الإشعاعي:** يعد الإشعاع ظاهرة طبيعية يحيط بالإنسان في كل مكان في حياتيه اليومية. وقد أدى نشاط الإنسان إلى زيادة تراكيزه في بعض المواقع أو بسبب حوادث عرضية أو مشاكل صناعية معينة أو سوء الإدارة مما تؤدي إلى حالات تلوث خطيرة . ويعرف التلوث الإشعاعي أنه إنبعاث إشعاعات خطيرة نتيجة حوادث تحصل في المفاعلات النووية أو من النفايات المشعة أو أي مصدر يستعمل في الإشعاع بجرعات ضاره تعمل على تدمير خلايا الكائن الحي بشكل مباشر عند التعرض للإشعاع بشكل مباشر أو غير مباشر خلال تركيزها في الهواء أو الماء أو التربة أو الغذاء [18] .
- **التدخين** : يحتوي دخان نبات التبغ على أكثر من 3800 مادة كيميائية سامة ومنها أول أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين وحامض الكربونيك وكربون ورق السجائر وبعض الأحماض مثل حامض النيتريك وحامض الخليك وحامض الفورميك [18] .

II-4-5. معالجة الهواء:

تطرقنا في أعلاه إلى أهم ملوثات الهواء، حيث أنه لايمكن إزالة هذه الملوثات كليا وإنما يمكن التقليل منها فتتم هذه المعالجة كالتالي

- اللجوء إلى استخدام مصادر الطاقة المتجددة.
- تفعيل مبدأ المباني الخضراء من خلال اللجوء إلى إنشاء مبانٍ صديقة للبيئة وفعالة بحيث تقلل من استخدام الطاقة [42].
- تحويل الوسائل العامة والخاصة إلى مركبات تعمل بالكهرباء [43].

II-6. تلوث الماء

يعد الماء عصب الحياة إذ بدونه لا توجد حياة فله أهمية بالغة في حياة الإنسان وبقية الكائنات الحية وهو أكثر المركبات وفرة في جسم الكائن الحي ويمكن تلخيص بعض مجالات إستخدام المياه من قبل الإنسان في النواحي الآتية:

- يستخدم ثلثا الماء المجهز للأغراض المنزلية المختلفة، أما الثلث الآخر فيتم إستهلاكه في الصناعة والمرافق التجارية.

- تستخدم المياه لأغراض التبريد أو توليد البخار وفي تصنيع المواد وتصريف الفضلات.
- يستخدم الماء في توليد الطاقة الكهربائية.
- يستخدم الماء في الصناعات الغذائية وفي تربية الحيوانات والإنتاج الزراعي .
- يستخدم لأغراض الترفيه والمتعة كالإستحمام ومختلف أشكال الرياضة المائية [18].

II-6-1. تعريف التلوث المائي :

يعرف بأنه أي تغير في الخواص الكيميائية أو الفيزيائية أو البيولوجية تجعل الماء ضارا بالإنسان أو بالأحياء المائية. وهو عبارة أيضا عن إختلاط الماء بمواد ملوثة مثل مياه المجاري أو الزيوت أو الفلزات أو المواد الكيميائية السامة أو غيرها ويعتبر من الموضوعات المهمة لدراستها من قبل العلماء والمختصون بمجال التلوث [17،18].

II-6-2. الخواص الفيزيائية والكيميائية :

- **التوصيل الكهربائي:** يعتمد التوصيل الكهربائي للمياه على الأملاح المذابة به حيث يتناسب طرديا مع هذه الأملاح ويعبر عليه بكمية المايكروسيمنس Microsimens، الحرارة تؤثر على التوصيل الكهربائي وتعديله يكون مطلوبا قبل تحديد قيمته .
- **الملوحة** : تعود ملوحة المياه إلى وجود الأيونات كالكربونات والكبريتات والكلوريدات وغيرها وتحتوي المياه العذبة اليسرة على كميات من أيونات البوتاسيوم والمغنيزيوم التي يمكن قياسها في حين تحتوي مياه البحار والمحيطات على درجات ثابتة تقريبا من الملوحة تقدر بين 15.35 جزء بالألف وقد تصل إلى 40 جزء بالألف أو أكثر في المناطق عالية التبخر، ولملوحة المياه علاقة مباشرة بالتنظيم الأزموزي لخلايا الكائن الحي [18].
- **الأكسجين المذاب :** يعد الأكسجين المذاب من بين العوامل الكيميائية الحرجة في التأثير على البيئة المائية حيث أن الأحياء المائية(باستثناء الكائنات اللاهوائية) تحتاج لهذا الغاز الحيوي لأجل تنفسها وتتحكم درجتا الحرارة والملوحة فضلا عن الضغط في تركيز التشبع بالأكسجين حيث تزداد تراكيز الإذابة والإشباع بانخفاض درجات الحرارة.

- **الأس الهيدروجيني pH:** تتراوح قيم الأس الهيدروجيني للمياه الطبيعية بصورة عامة مابين 5-9 وأغلبها مابين6.5-8.5 في المياه العذبة ويبلغ الأس الهيدروجيني لمياه الأمطار الطبيعية غير الملوثة 6.8 وليس 7 كما هو متوقع وذلك بسبب ذوبان كميات من غاز ثنائي أكسيد الكربون الموجود طبيعيا في الجو [18].
- **اللون :** تعد المياه النقية عديمة اللون وعكسه يعد ملوثا بمواد ملونة ذائبة وقد يرجع اللون إلى ذوبان المواد العضوية الناتجة عن تحلل الأحياء المائية وتعرف بالدبال، كما أن مركبات الحديد والمغنيز والنحاس وغيرها قد تسبب تلون المياه فضلا عن المواد الملونة .
- **العكارة :** تتمثل في وجود عوالق من الطين والغرين مما يسبب في عكارة المياه و عرقلة وصول الطاقة الضوئية إلى أبعاد معينة من عمود المياه، مما يؤدي إلى تثبيط عملية البناء الضوئي وتقليل الإنتاجية البيولوجية في ذلك المسطح المائي، تكون الكدرة أكثر في المياه الجارية كالأنهار وذلك بسبب تيار المياه مقارنة بالمياه الساكنة كالبحيرات، ويمكن قياسها بوحدة العكارة النفلومترية والتي يجب أن تكون قيمتها أقل من 1وحدة نفلومترية(NTU) وعندما تزيد عن 5 وحدات نفلومترية في مياه الشرب تجعله مرفوضا للاستهلاك البشري[18].
- **كبريتيد الهيدروجين H_2S:** تحتوي بعض المسطحات المائية في طبقاتها القاعدية المتميزة من هذا الغاز كما في بعض البحيرات والبرك ومصبات الأنهار، ينتج عن هذا الغاز بالطبقات التحتية الغنية بالمواد العضوية المتحللة وتؤدي زيادته إلى تدمير أشكال الحياة باستثناء البكتيريا اللاهوائية ويعد وجود غاز كبريتيد الهيدروجين أحد أدلة التلوث العضوي .
- **المواد ذات النشاط الإشعاعي:** وهذه المواد كذلك تدعى بالنويدات المشعة Radio -nucleides وتعد خطرة على الصحة العامة والأحياء الأخرى عموما وقد تتلوث المصادر المائية بهذه المواد بسبب خلل في المنظومات الحاوية على مثل هذه المواد المشعة مثل المفاعلات النووية ومحطات توليد الطاقة الكهرونووية وبعض المؤسسات العلاجية باستخدام الإشعاع [18].

II-6-3 أقسام التلوث المائي :

II-6-3-1. التلوث الطبيعي:

هو التلوث الذي يغير خصائص الماء الطبيعية ويجعله غير مستساغ للإستعمال الإنساني لتغير لونه ومذاقه وإكتسابه الرائحة الكريهة [23].

II-6-3-2. التلوث الكيميائي:

وينتج هذا التلوث من كثرة العمليات الصناعية أو الزراعيةبالقرب من المسطحات المائية، مما يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية المختلفة إليها. وتعد كثيرةٌ الأملاح

المعدنية والأحماض والأسمدة والمبيدات من نواتج هذه العمليات التي تؤدي تسربها في الماء إلى التلوث، وتغير صفاته [17].

II-6-3-3. التلوث البيولوجي:

يعتبر التلوث البيولوجي أو الحيوي من أقدم صور التلوث التي عرفها الإنسان وينشأ هذا التلوث البحري نتيجة وجود كائنات حية مرئية وغير مرئية، نباتية أو حيوانية كالبكتيريا والفطريات في الوسط البحري [24] .

II-6-3-4. التلوث الحراري:

هو تلوث النفايات الصناعية تعمل مصانع الحديد والورق ومحطات الكهرباء والمفاعلات النووية وغيرها على إستعمال المياه في عمليات تبريد هذه المصانع ثم تقوم بصرف المياه الساخنة في مياه البرك والأنهار والبحيرات مما يؤدي إلى إرتفاع درجة حرارة المياه حيث تتعرض الأحياء الموجودة فيها إلى الخطر [23] .

II-6-3-5. التلوث الإشعاعي:

ومصدر هذا التلوث يكون غالبا عن طريق التسرب الإشعاعي من المفاعلات النووية وفي الغالب لا يُحدث هذا التلوث أي تغيير في صفات الماء الطبيعية مما يجعله أكثر الأنواع خطورة حيث تمتصه الكائنات الموجودة في هذه المياه وتتراكم فيه ثم تنتقل إلى الإنسان أثناء تناول هذه الأحياء، فتحدث فيه العديد من التأثيرات الخطيرة منها الخلل والتحولات التي تحدث في الجينات الوراثية [17].

II-6-5. الملوثات الأساسية للمياه:

II-6-5-1. الفضلات المستهلكة للأكسجين :

هي مواد تتأكسد في الماء مستهلكة الأكسجين الموجود مما يسبب إنخفاض كمية الأكسجين الذائب في الماء و يؤثر هذا على جودة المياه وصلاحيتها للإستهلاك، هذه الفضلات هي فضلات عضوية قابلة للتحلل وتتواجد عادة في الصرف الصحي والصرف الصناعي و هناك عدة مؤشرات لقياس كمية الفضلات المستهلكة للفضلات في الماء (COD) هو مؤشر على كمية الأكسجين التي يتم إستهلاكها لأكسدة كمية معينة من المواد الكيميائية بالكامل (BOD) هو مؤشر لكمية الأكسجين التي يتم إستهلاكها بواسطة الكائنات الدقيقة لأكسدة كمية من المواد العضوية في الماء [17].

II-6-5-2- المركبات العضوية المصنعة :

تشمل المبيدات والمنظفات والكيميائيات الصناعية التركيبية الأخرى معظمها سام للإنسان وللأحياء المائية المختلفة، بالنسبة للمبيدات فهي مجموعة واسعة المركبات العضوية وتضم مجموعتين هما مبيدات الحشرات ومبيدات الأدغال، أما بخصوص الكيميائيات الصناعية التركيبية الأخرى فإنها تشمل على قائمة من المواد الخطرة التي يصعب تحللها طبيعيا [18].

II-6-5-3 . الكائنات الحية(الممرضات) :

هي ميكروبات أو كائنات دقيقة تسبب الأمراض وهي تنمو كالإنسان وتتكاثر في المياه الملوثة بالصرف الصحي يمكن تقسيمها إلى :

- مياه ممرضة : حاملة للأمراض كالتيفوئيد والكوليرا وتنتقل الأمراض بالشرب أو الإستحمام .
- مياه حاملة للمرض: محتوية على كائنات تسبب أمراض كديدان البلهارسيا وهي تنتقل بالتلامس كالإستحمام .
- مياه النظافة الشخصية: وهى تسبب أمراض الجلد وأمراض العين كالرمد وهي تحدث بسبب قلة المياه المستخدمة للنظافة الشخصية [17] .

II-6-5-4. الأملاح :

الماء بشكل طبيعي يقوم بتجميع الأملاح والمواد الذائبة فيه أثناء مروره عبر التربة والصخور إلى البحر، ملوحة المياه يتم قياسها باستخدام (Total Dissolved Solids) و الملوحة المناسبة لمياه الشرب TDS= 500mg/ l [17].

II-6-5-5- التلوث الحراري :

حالة تسليم الحرارة الزائدة في المسطحات المائية من مصادر مختلفة وهذا يؤدي إلى خفض كميات الأكسجين المذابة في المسطح المائي مما يؤثر على مختلف أشكال الحياة في المياه ويتميز بتأثيره الموقعي مقارنة بالملوثات الأخرى [18] .

II-6-5-6- المواد المشعة :

تصل المواد المشعة إلى المياه القادمة من القشرة الأرضية بصورة مباشرة حيث توجد بشكل طبيعي منتشرة في البيئة دون تدخل الإنسان غير أن هناك العديد من المواد المشعة من صنع فعاليات الإنسان كعمليات تعدين خامات المواد المشعة وإستعمالاتها في إنتاج الأسلحة النووية أو الطاقة الكهربائية [18] .

II-6-5-7. المركبات العضوية المتطايرة:

وهي مواد كيميائية تنتج من العمليات الصناعية وتتواجد عادة في المياه الجوفية فقط بتركيز عالي لأنها تتطاير عند ملامستها للهواء الجوي وبالتالي فتركيزها في المياه السطحية منخفض جدا وأفضل طريقة للتخلص منها هو بتعريض المياه الجوفية للهواء الجوي لفترة معينة تساعد على التخلص من كامل تركيز المواد المتطايرة بها. والمواد المتطايرة هي مواد سامة وتسبب السرطان عند تناولها بتركيز عالي في الماء ومن أكثرها سمية فنيل كلورايد (Vinyl chloride) [17].

II-6-5-8. الترسبات :

تشمل حبيبات التربة والحبيبات الرملية والمعدنية التي تنجرف من اليابسة لتترسب في قاع الأنهار والبرك والبحيرات وغيرها ، تعمل على إخماد الحياة في القاع فتضر كثيرا حياة الحيوانات القاعية

كالمرجان والديدان وغيرها كما أنها تعمل على ملئ الخزانات وطمر قيعان الموانئ والشواطئ ، للترسبات آثار سلبية تكون عالقة في المياه فهي تقلل نفاذية الضوء مما تؤثر سلبا على عملية البناء الضوئي للهائمات النباتية في عمود الماء [18].

II-6-5-9. الكيميائيات غير العضوية والمواد المعدنية:

تشمل الحوامض والقواعد واللاعضوية والمعادن الثقيلة وغيرها من المواد المتدفقة من تصاريف مياه المناجم والمصانع والمعامل [18].

II-6-5-10. المغديات النباتية :

هي العناصر المغدية الأساسية للنباتات والتي تتصرف من الأراضي الزراعية المخصبة والمواد المتدفقة من المصانع ومحطات معالجة مياه المجاري [18].

II-6-5-11. النيترات:

هي مواد كيميائية من أشهرها الفسفور والنيتروجين تساعد على نمو الكائنات الحية، خطرها في الماء وبدايتها كملوثات عندما تزيد عن حدها الطبيعي فتبدأ النباتات المائية بالتغذية عليها بشكل كبير مما يؤدي إلى نموها وإنتشارها بسرعة كبيرة في الماء يفوق قدرة وطاقة المياه على توفير الأكسجين اللازم للعمليات الحيوية مما يسبب هبوط حاد في كمية الأكسجين الموجودة بالماء يؤدي هذا إلى موت الكائنات المائية الموجودة وموت النباتات أيضا و تحللهم الطبيعي وإنخفاض الأكسجين أكثر يسبب إستهلاك الأكسجين المتبقي وعملية زيادة كمية النترات في المياه تسمى (NUTRIPHICATION) [17].

II-7. طرق معالجة تلوث المياه:

معالجة النفايات الصناعية السائلة، نظرًا لعدم تجانس تركيبها، ستؤدي دائًما إلى تصميم سلسلة معالجة تضمن القضاء على الملوثات المختلفة في مراحل متتالية.

تتمثل الخطوة الأولى في القضاء على الملوثات الغير قابلة للذوبان عن طريق المعالجة المسبقة (الغربلة، إزالة الحصى، إزالة الزيت، وما إلى ذلك) أو المعالجة الفيزيائية أو الفيزيائية الكيميائية التي تضمن

الفصل بين السائل و الصلب، تنقسم تقنيات مكافحة التلوث الأكثر إستخداماً في المرحلة الثانية في صناعات النسيج إلى ثلاث فئات تصنف كالتالي:

II-1.7.الطرق الكيميائية: وتشمل إستخدام: الأكسدة الكيميائية (بيروكسيد الهيدروجينH_2O_2 والكلور Cl_2 و الأوزون O_3)، التبادل الأيوني، طريقة التعقيد [25].

II-2.7.الطرق الفيزيائية: تشمل هذه الطرق عدة أنواع وهي:

- **الإمتزاز :** فقد إكتسب أهمية كبيرة وهذا يعزى إلى فعاليته العالية في إزالة الملوثات وكلفته الاقتصادية الواطئة، ويتأثر الإمتزاز بالكثير من الخواص الفيزيائية والكيميائية.
- **الترسيب** : تستعمل لفصل المواد الصلبة عن محاليلها السائلة، في هذه الحالة غالبا ما يتم المزج بين الطرق الكيميائية والبيولوجية لمعالجة محاليل الأصباغ، لإنتاج جزيئات حاوية على الصبغةومن عيوب هذه الطريقة هو إنتاج الطين بكميات عالية [25].
- **التعويم** :التقنية المستعملة لفصل الرغوة ويتم ذلك عن طريق إضافة سطح أيوني فعال شحنته معاكسة لشحنة الأيون المراد فصله من المحلول عن طريق مجرى سلس من فقاعات الغاز.
- **التخثر** :يحدث بسبب تأثير كهربائي على سطح القطب أو عن طريق تغير الدالة الحامضية أو إضافة مخثر.
- **الفصل الغشائي:** فعال في إزالة الملوثات من المياه الملوثة وتنتج سوائل عالية الجودة عند إستعمالها للمعالجة [25].

II-7. 3.**الطرق البيولوجية:** المعالجة البيولوجية هي تحطيم المواد العضوية بواسطة الكائنات الدقيقة تحت الظروف الهوائية أو اللاهوائية و يمكن دمجهما معاً، وقد ثبت أن البكتيريا والخمائر قادرة على إزالة الألوان من محاليل الأصباغ النسيجية، وكذلك وجد أيضا أنواعا قليلة من الطحالب تستطيع تحطيم أصباغ الآزو والإستفادة منها كمصدر وحيد للكربون وبالنسبة إلى الفطريات وخصوصا الفطر الأبيض وجد أنه قادر على إزالة أصباغ الآزو، لذلك أصبحت معالجة الأصباغ بالفطريات بديلا اقتصاديا ومن التقنيات المعالجة حاليا [25].

II-8. تلوث التربة:

تعد التربة من إحدى العوامل المهمة الأساسية لنمو الكائنات الحية وإنتشارها فالنباتات تمد جذورها في التربة فتحصل على الماء والعناصر الغذائية .

II-8-1. تعريف التربة :

تعرف التربة على أنها جسم طبيعي يتكون من مواد صلبة (معادن ومواد عضوية) ، سوائل وغازات تتواجد على سطح الأرض، تشغل حيز وتتميز بما يلي: أفاق أو طبقات يمكن تمييزها عن المادة الأولية كنتيجة إضافات، خسائر إنتقالات و تحولات للطاقة والمادة أو القدرة على دعم النباتات المتجذرة في بيئة طبيعية [26].

تنشأ التربة من تفتت الصخور ويشارك في تكوينها الماء والهواء الأحياء المختلفة. والتربة هي تلك الطبقة السطحية من القشرة الأرضية التي تكونت خلال عملية تفتت الصخور إلى جزيئات صغيرة تشمل كلا من جزيئات الرمل والغرين والطين [18].

II-8-2. تعريف تلوث التربة :

هو خلل ذو طبيعة فيزيائية أو كيمائية أو حيوية للتربة. مصدره طبيعة نشاط إنساني يؤدي إلى كسر حالة الإتزان القائم بين مكونات التربة [27].

II-8-3. تصنيف أنواع الخلل الذي يصيب التربة :

- **الخلل الفيزيائي:** هدم بناء التربة، إزالة المواد الغروية، تكوين أفق أو طبقة غير نفادة للجدور أو صرف الماء الزائد، إنجراف وإزالة كتلة، وجود عناصر المشعة، تشويه طبوغرافية التربة .....الخ [27].
- **خلل كيميائي:** تغير الرقم الهيدروجيني (pH) بشكل متطرف، نقص عناصر غذائية، إرتفاع التوصيل الكهربائي (EC) وتكوين مواد سامة، تجوية كيميائية لمعادن الطين وهدم تركيبها، وجود معادن ثقيلة و نقص الأكسجين .....الخ [27] .

- **الخلل الحيوي:** إنخفاض أعداد حيوانات التربة، وجود مسببات مرضية، إنخفاض المحتوى من المادة العضوية ومفترسات حيوانات التربة، وجود مواد نباتية ملوثة بالمبيدات والمواد السامة، وجود مواد غير قابلة للتحلل كالمواد البلاستيكية .....الخ [27] .

II-8-4. أقسام مصادر تلوث التربة :

أولا: التلوث المباشر

- الأنشطة الزراعية كالحراثة وإستخدام الأسمدة والمبيدات والري .....الخ .
- الأنشطة المدنية كرمي الفضلات والنفايات ومخلفات المجاري ورمي الأنقاض ومخلفات البناء ...الخ .
- الأنشطة الصناعية كحفر آبار النفط والمناجم والمقالع ورمي الفضلات والمخلفات الصناعية المختلفة.

إضافة إلي الظواهر الطبيعية كالبراكين والزلازل وإنسياب مياه الينابيع المعدنية وغيرها من الظواهر الطبيعية الأخرى [27].

ثانيا: تلوث غير مباشر

وذلك من خلال إنتقال الملوثات من مصادرها الطبيعية والصناعية والزراعية والمدنية إلى التربة .

- الغلاف الجوي بفعل التيار الهوائي والرياح كالغازات السامة والدخان والدقائق المحملة بالمواد الكيميائية المختلفة والنظائر المشعة أو المسببات المرضية والمواد المختلفة الأخرى التي يطلق عليها بذلك ملوثات الهواء والتي يمكن أن تلوث التربة .
- عبر الماء بفعل التيارات المائية لمجاري مياه الأنهار وبالتصعيد الشعري أو الفيض أو الري كالأملاح والمواد الكيميائية والمبيدات ودور الأدغال والمبيدات المرضية وغيرها من الملوثات الأخرى التي يطلق عليها بذلك ملوثات الماء التي يمكن أن تصل إلى التربة [27].

II-8-5. ملوتات التربة

أولا: الكيميائيات الزراعية: وتشمل مجموعتين رئيسيتين وهما:

- **الأسمدة الكيميائية:** إن الإستخدام الخاطئ للأسمدة الكيمائية وبكميات كبيرة قد أثر سلبا في خصوبة التربة . فقد وجد أن معظم الأسمدة النيتروجينية على سبيل المثال لها تأثير في زيادة حموضة التربة في حين أن الأسمدة الفسفورية و البوتاسيوم لا تترك أثرا على حموضة التربة وقاعديتها . وإن الإفراط في إستخدام هذه الأسمدة يؤدي إلى الإخلال بالتوازن الطبيعي لإحياء التربة المختلفة فقد يؤدي إلى موت جذور النباتات أو موت الحيوانات كالحشرات [18،26].
- **المبيدات** : قد أشارت الإحصائيات الصادرة عن منظمة الأغذية والزراعة الدولية FAO إلى وجود أكثر من 1000 مادة كيميائية تستعمل لإبادة الآفات الزراعية والتي تشمل مبيدات فطرية وحشرية وأدغال وغيرها . وتمتاز هذه المواد بخاصية التراكم في جزيئات التربة مما يؤدي إلى موت أو إنقراض عدد كبير من الأحياء كالطيور وحيوانات أخرى. فضلا عن تراكمها في السلسلة الغذائية للكائنات الحية [18].

حيث تشمل المبيدات على مجموعة متنوعة من المركبات العضوية منها: (ليندين lindane وأيزوبروتورون isoproturon ، أترازين atrazine) والتي بدورها قد تحتوي على معادن ثقيلة على سبيل المثال : النحاس (Cu) والزئبق (Hg) والزرنيخ (As) [26].

ثانيا: الفضلات المنزلية والصناعية:

من خلال أنشطة الإنسان المختلفة بما يشمل ذلك في المجمعات السكنية والصناعية والتجارية .يلاحظ أن التربة تصلها فضلات متنوعة أغلبها مواد قابلة على التحلل. وهناك فضلات صناعية خطرة بيولوجيا أو كيميائيا أو إشعاعية يتوجب التخلص منها بأسلوب سليم بيئيا [1][4].

ثالثا: الأمطار الحمضية:

تعمل الأمطار الحمضية على زيادة الحموضة في التربة مما يؤثر في حياة أحياء التربة ويلحق الضرر في خصوبتها وتؤدي إلى موت جذور النباتات. كما يمكن أن تحتوي هذه الأمطار عند تسربها في جوف التربة على عناصر ذائبة خطرة وسامة مثل المعادن الثقيلة كالرصاص والزئبق والنحاس [18].

رابعا: المعادن الثقيلة:

يقصد بالمعادن الثقيلة كافة المعادن التي تزيد كثافتها عن $5g/cm^3$ وما يقل عنها تدعى بالمعادن الخفيفة. وتؤدي بعض هذه المعادن دوراً مهماً في حياة الأحياء وفعاليتها البيولوجية المختلفة [18].

ومن أهم المعادن التى تعد خطرة في تلوث التربة:

- **الزئبق:** يعد هذا المعدن من المعادن التي تعامل معها الإنسان منذ فجر التاريخ ويعد هذا المعدن السائل الوحيد وله درجة إنصهار 39° ودرجة غليان 357° وله قابلية تطاير أعلى من جميع المعادن الأخرى، كما أنه من أحسن الموصلات الكهربائية. للمعدن القدرة على تذويب معادن أخرى. كما أن هذا المعدن وجميع مركباته يعد ساماً للأحياء [18، 26].
- **الكادميوم:** مصادر الكادميوم هو من مياه صرف منجم الرصاص والزنك حيث يتواجد مع خامات الرصاص وخامات الزنك، التي تلوث مياه الري لحقول الرز على سبيل المثال . ويدخل الكادميوم في العديد من الصناعات الضرورية مثل صناعات الطلاء الكهربائي والمواد البلاستيكية والأصباغ والسبائك والبطاريات النيكل وكادميوم وغيرها. لا يمتلك الكادميوم أية أهمية للأنظمة الحية على الإطلاق [18،26].
- **الرصاص:** يعد الرصاص من العناصر ذات الوجود الطبيعي في القشرة الأرضية ويبلغ معدل تركيزه حوالي 16mg/kgمن التربة. ويوجد في الطبيعة على شكل خامات معدنية وهي كبريتيد الرصاص PbS كما يوجد بأشكال أخرى أيضا مثل خامات كربونات وكرومات وكبريتات الرصاص. وتعد هذه الخامات من المصادر الطبيعية الملوثة للبيئة بالرصاص.

أما من الناحية الصناعية فإنه يدخل في العديد من الصناعات كالأصباغ وحروف المطابع القديمة والإطلاقات النارية والقذائف الصغيرة والكبيرة والبطاريات وأسلاك لحام المعادن. كما أنه يضاف إلى البنزين لتحسين إشتعاله وذلك على شكل مركب رابع إثيلات الرصاص [18،26].

II-9. معالجة التربة :

* **المعالجة الطبيعية:** غسيل التربة، تبخير المواد الكيميائية المتطايرة، الفصل بالجاذبية.

* **المعالجة الحرارية:** التبخر والحرق.

* **المعالجة الكيميائية** : تعديل درجة التفاعل، الإختزال/الأكسدة، التثبيط بواسطة المعالجة الكيميائية تكوين مركبات غير قابلة للذوبان .

* **المعالجة الحيوية:** ويستخدم لهذا الغرض البكتريا والفطريات. إن إختيار عملية الإستصلاح تعتمد على نوعية الملوثات وكمياتها [17].

II-10. تقنية النانو و البيئة:

إن التقدم الذي شهدته تقنية النانو حفز منظمة الأمم المتحدة إلى 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 و بتكاليف منخفضة جدا ومن المتوقع أن تساهم هذه التقنية في تحقيق التقدم في مجالات كثيرة مثل : المجال الطبي والصناعي ،الزراعي ،الغذائي و البيئي و فيما يلي سيتم ذكر بعض الأمثلة لتقنية النانو في المجال البيئي .لقد تم البدء في إستخدام تقنية النانو من أجل إيجاد حلول لمشاكل التلوث البيئي أو على الأقل تخفيضها فقد إستخدمت هذه التقنية لتطوير طرق جديدة لمعالجة (الماء والهواء والتربة) إنتاج مصادر طاقة نظيفة و حل مشاكل أخرى من المشاكل البيئية [1،3].

II-10-1. معالجة الماء:

إن إستخدام تقنية النانو في تطوير طرق وتقنيات المعالجة التقليدية للمياه (التي تشتمل على المعالجة الكيميائية وتحلية المياه والمعالجة بالأشعة فوق البنفسجية وغيرها من طرق التنقية)، سيؤدي إلي رفع كفاءة هذه التقنيات وهذا بدوره سيؤدي إلى تقليل التلوث وتوفير المياه الصالحة للشرب. لقد بُدئ فعليًّا في إستخدام تقنية النانو لمعالجة المياه (ماء الشرب ومياه الصرف الصحي والمياه الجوفية)، تم ذلك بثلاث آليات تشمل ما يلي [1]:

❖ **التحفيز الضوئي :** يعتبر إستخدام المواد المحفزة النانوية لمعالجة المياه أكثر كفاءة من إستخدام مواد محفزة ضخمة وذلك لأن المواد النانوية تتميز بمساحة سطحية كبيرة لتحتك بالمواد المتفاعلة. وتتضمن طريقةُ التحفيزِ الضوئيِّ تفاعلات منشطة بضوء الشمس لتدمير الملوثات والكائنات الحية ويتم ذلك باستخدام مادة نشطة ضوئيًّا، مثل الجسيمات النانوية لثاني أكسيد التيتانيوم (TiO_2)، وهي مادة شفافة أظهرت فاعلية فائقة للقضاء على البكتيريا Clostridium perfringens المقاومة للكلور. وتعتبر هذه العملية إقتصادية ولا تنتج عنها مواد جانبية، حيث يستطيع أي إنسان وضع المياه الملوثة في زجاجات، وتنقَّى المياه فيها بمجرد تعريضها للشمس [1].

❖ **الترشيح النانوي:** إن تقنية النانو ساعدت على إنتاج أغشية ذات ثقوب صغيرة جدًّا (قد تصل إلى 1 نانومتر)، تستطيع أن تحتجز المواد العضوية (مثل جزيئات المبيدات) وتسمح لجزئيات الماء فقط بالمرور خلالها. ولقد إستخدمت مرشحات من سليكات الألومونيوم النانوية لتنقية المياه من الشوائب والميكروبات دون الحاجة إلى إستخدام مطهرات كيميائية أو مرسبات للأوساخ. يمكن أيضا أن تتم عملية الترشيح باستخدام عدة أغشية مرتبة في طبقات، حيث تعمل كل طبقة على إحتجاز نوع معين من المواد الملوثة الموجودة في الماء.وفي هذا الصدد تم إنتاج غشاء من أكسيد الحديد الخزفي المعروف باسم ferroxane، الذي يستخدم لإزالة الملوثات والمخلفات العضوية من الماء. وتم إنتاج أغشية أنابيب الكربون النانوية ومسام الخزف النانوية لأكسيد الألمونيوم، التي يمكن تغييرُ سمكها وحجم مسامها وقابليتها للنفاذ، لحجز ومنع مرور العوالق والفطريات، الفيروسات و المواد الضارة بمصادر المياه العذبة كالبحيرات والأنهار [1].

❖ **الأكسدة الكهروكيميائية:** في هذه الآلية تحدث عملية أكسدة على سطح من أنابيب الكربون النانوية عند جهد معين، خاص بالمادة المراد أكسدتها [1].

II-10-2. معالجة الهواء

❖ **إكتشاف تلوث الهواء:** يعتبر تلوث الهواء بالغازات والعناصر السامة، التي تكون في معظم الأحيان غير مرئية وغير محسوسة من أخطر أنواع التلوث البيئي. وبهذا الصدد قدمت تقنية النانو اجهزة ذات حساسية عالية جدًّا تسمى مجسات النانو. إن هذه المجسات تستطيع إكتشاف أي تلوث في الهواء بدقة متناهية، تصل إلى حد إكتشاف بضع الجزيئات من الأبخرة أو الغازات الملوثة. وتعتمد فكرة عمل

المجسات النانوية على إستخدام أنابيب الكربون النانوية أو جسيمات البلاديوم النانوية أو أسلاك أكسيد الزنك النانوية، حيث تتغير الخواص الكهربائية، كالمقاومة والسعة الكهربائية لهذه المجسات، عند إمتصاصها لجزيئات الغاز الملوث [1].

❖ **التحفيز الضوئي للهواء:** إستخدمت طريقة التحفيز الضوئي في وجود الجسيمات النانوية لثاني أكسيد التيتانيوم لتنقية الهواء الجوي، فقد وجد أن بعض الملوثات، مثل أكاسيد النيتروجين، ترتبط بجسيمات ثاني أكسيد التيتانيوم، لهذا تم طلاء المباني بطبقة من ثاني أكسيد التيتانيوم الشفاف، الذي يمتص ضوء الشمس، محولا أكاسيد النتروجين إلى حمض النيتريك، الذي يغسل بمياه الأمطار [1،7] .

II-3-10. معالجة التربة (في مجال الزراعة) :

الغرض من الزراعة الدقيقة هو زيادة المخرجات (غلة المحاصيل) وتقليل المدخلات (الأسمدة و المبيدات الحشرية والنباتية) من خلال مراقبة المتغيرات المناخية وإتخاذ بعض الإجراءات المستهدفة وتستخدم فيها أجهزة الإحساس والمراقبة النانونية حيث توزع في الحقول الزراعية وتراقب حالات التربة الأسمدة، الكيميائيات، الآفات، الملوثات وإستخدام المياه وتقيس حالة المناخ المحلي، تربط بنظام GPS لمعرفة إن كانت المحاصيل تنمو بأكبر كفاءة وتحديد طبيعة ومكان المشكلة ثم يتم معالجتها، كل هذا سيؤدي إلى إنتاج زراعي كبير بتكلفة قليلة ويؤدي إلى تقليل الفضلات الزراعية وتلوث البيئة [15] .

لتعيين أنابيب الكربون النانوية في المياه السطحية كما إستُخدمت عدة تقنيات وطرق لفصل وتعيين خصائص الجسيمات النانوية. وإشتملت هذه الطرق على طريقة الطرد المركزي، الترشيح، الفصل التجزيئي باستخدام الأغشية وقياسات السطح والشحنة وقياسات المساحة السطحية والتحليل الوزني الحراري[1].

الفصل الثالث

دراسة تطبيقات المركبات النانوية في البيئة

دراسات معالجة المياه

باستخدام المواد النانوية

III-1-1. الدراسة 1 [28]

الجدول III-1: تحليل الدراسة 1

العنوان	Synhesis of Silver and Copper Nanoparticles from Plants and Application as Adsorbents for Naphthalene decontamination
المؤلف	Sana Abbas , Saima Nasreen, Adeela Haroon, Muhammad Aqeel Ashraf .
المجلة	Saudi Journal of Biological Sciences.
ملخص الدراسة	في هذه الدراسة تم استخدام ثلاثة نباتات مختلفة مثل *Aloe barbedensis* و *Azadirachta indica* و *Coriandrum sativum* التي يسهل زراعتها ومتوفرة أيضًا في كل مكان. باستخدام النباتات المذكورة أعلاه ، تم تصنيع نوعين من النانو هما (Ag-NPs) و (Cu-NPs) وذالك من أجل اتخاذها كمواد ماصة بيولوجية لتطهير النفثالين من الوسط المائي.
المركبات النانوية المستخدمة	جسيمات الفضة النانوية (Ag-NPs) وجسيمات النحاس النانوية (Cu-NPs).
نوع الملوثات المستهدفة	الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات (النفثالين).
طرق تطبيق المركبات النانوية ضد الملوثات	شرح مبسط لطرق التطبيق تجربة بدلالة وقت الإتصال، تجربة بدلالة كمية المواد الماصة الحيوية ، تجربة بدلالة تركيز الممتز .
النتائج	جسيمات النحاس (cu-Ai) لديها قدرة إمتصاص أكبر من الجسيمات الأخرى وذلك بسبب مساحة السطح الكبيرة والحد الأقصى المتاح تعمل مواقع الامتزاز كممتزات فعالة من خلال إعطاء الحد الأقصى كفاءة إزالة الملوثات .

مناقشة النتائج :

ركزت الدراسة الحالية على التوليف الاخضر الذي يعتبر إقتصادي للمعادن يتم استخدام الجسيمات النانوية (جسيمات الفضة النانوية (Ag-NPs) وجسيمات النحاس النانوية (Cu-NPs)) باستخدام المستخلصات النباتية (*Aloe barbedensis* و *Azadirachta indica* و *Coriandrum sativum*) من أجل اتخادها كمواد ماصة بيولوجية لإزالة الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات (النفثالين) من الوسط المائي .

تم تعيين الرموز النانوية المعدنية المركبة المدرجة أدناه:

1. جزيئات الفضة النانوية من *Aloe barbedensis* (Ag-Ab).
2. جزيئات الفضة النانوية من *Azadirachta indica* (Ag-Ai).
3. جزيئات النحاس النانوية من *Azadirachta indica* (Cu-Ai).
4. جزيئات النحاس النانوية من *Coriandrum sativum* (Cu-Cs).

تم إجراء تجارب دفعية مختلفة للتحقق من كفاءة هذه التركيبات الجسيمات النانوية باستخدام النفثالين (PAHs) كمنطقة إزالة (تجربة الدفعات في متغيرات وقت الاتصال(دفعة كوظيفة وقت الاتصال، دفعة كدالة الجرعة للمواد الماصة الحيوية ، دفعة كدالة تركيز الممتز)) .

حيث كانت النتائج أن جسيمات النحاس النانوية التي يتم تصنيعها من *Azadirachta indica* لديها قدرة امتصاص أكبر من الجسيمات النانوية التي يتم تصنيعها من *Coriandrum sativum* . والسبب وراء ذلك هو جزيئات النحاس النانوية من ال (*Azadirachta indica*) له مساحة أكبر متاح لامتصاص السطح ويظهر إزالة جيدة الطاقة بالمقارنة مع جميع الجسيمات النانوية الأخرى المصنعة من مصادر نباتية أخرى (*Aloe barbedensis*، *Coriandrum sativum*). (النتائج موضحة في الجدول)

الجدولIII-2: نتائج أقصى قدرة لإزالة المادة الماصة .

المادة الماصة	Cu-Ai	Cu-Cs	Ag-Ai	Ag-Ab
أقصى قدرة للإزالة%	98.07	82.43	89.71	86

III-1-2: الدراسة 2 [29]

الجدولIII- 3: تحليل الدراسة 2

العنوان	Insights into the simultaneous removal of Cr6+ and Pb2+ by a novel sewage sludge-derived biochar immobilized nanoscale zero valent iron: Coexistence effect and mechanism
المؤلف	Zeng-Hui Diao, Jian-Jun Du, Dan Jiang, Ling-Jun Kong, Wen- Yi Huo, Cui-Mei Liu, Qi-Hang Wu, Xiang-Rong Xu.
المجلة	Science of the Total Environment.
ملخص الدراسة	في هذه الدراسة تمت الإزالة المتزامنة لـ Cr^{6+} و Pb^{2+} بواسطة الفحم الحيوي المشتق من حمأة الصرف الصحي و تم فحص الحديد الصفري التكافؤ النانوي الثابت (SSB-nZVI) بشكل منهجي.
المركبات النانوية المستخدمة	nanoscale zero valent iron
نوع الملوثات المستهدفة	Cr^{6+} و Pb^{2+} .
طرق تطبيق المركبات النانوية ضد الملوثات	عن طريق الإمتزاز والإختزال .
النتائج	تتم إزالة Cr^{6+}أو Pb^{2+} بواسطة SSB-0 أو SSB بتطبيق عملية الإمتزاز الفردية حيث كانت الإزالة بنسبة 90٪ و 82 ٪ ل Cr^{6+} و Pb^{2+} بواسطة SSB-nZVI بسبب الجمع من عمليات الإمتزاز والإختزال.

مناقشة النتائج :

ركزت الدراسة أعلاه على إزالة Cr^{6+} و Pb^{2+} بواسطة الحديد الصفري النانوي الثابت (SSB-0 ، SSB، starch+ SSB ،nZVI ،SSB-nZVI) المشتقة من حمأة مياه الصرف الصحي (محطة معالجة مياه الصرف الصحي تقع في الصين) .

1. إزالة محسّنة لـ Cr^{6+} و / أو Pb^{2+} باستخدام SSB-nZVI :

يبين الجدول 4 نسب الازالة لCr^{6+} ، Pb^{2+} بواسطة SSB-0، SSB ،nZVI و SSB-nZVI .

الجدولIII-4: نسب الإزالة لCr^{6+} ، Pb^{2+} بواسطة SSB-0، SSB ،nZVI و SSB-nZVI .

/	SSB-0	SSB	starch+SSB	nZVI	SSB-nzvi
Cr^{6+}	%17	%30	ازالة محسنة ملحوظة	%89.7	%98.8
Pb^{2+}	%23	%40	/	%82	%91

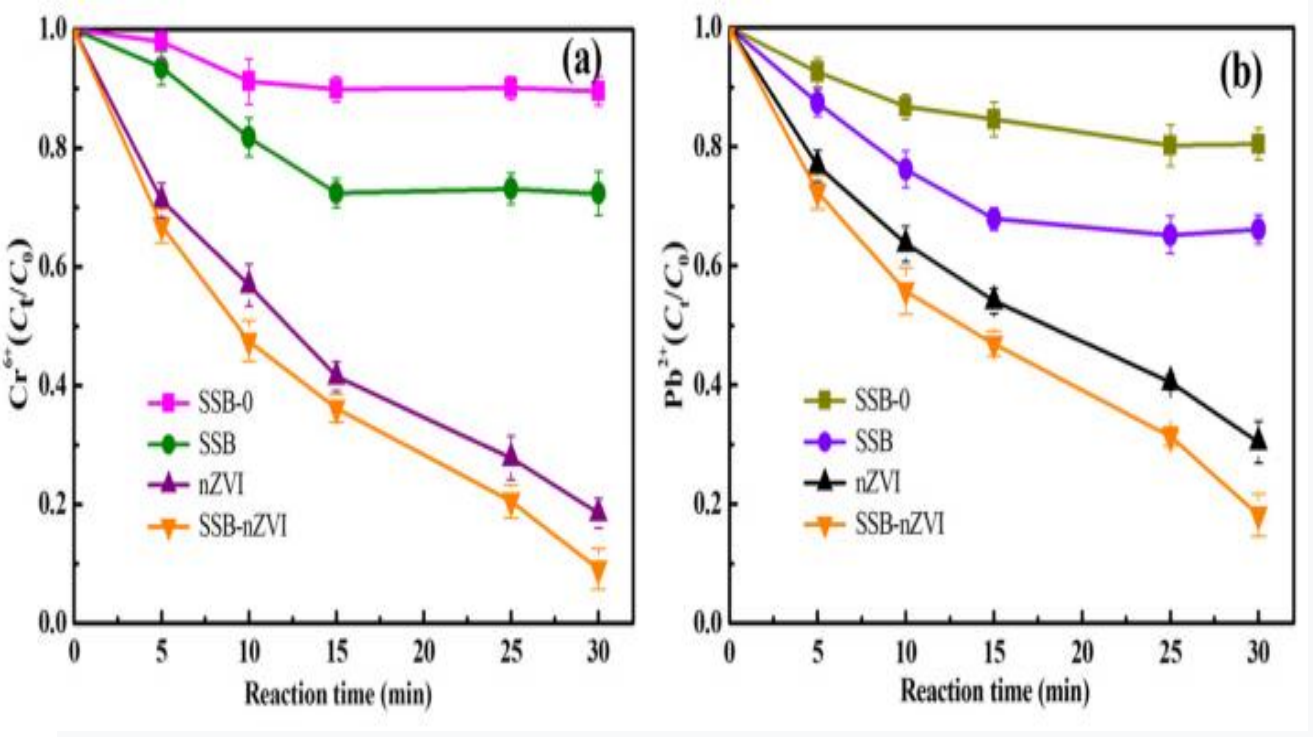
تتم إزالة Cr^{6+}أو Pb^{2+} بواسطة SSB-0 أو SSB بسبب عملية الإمتزاز الفردية، في حين أن إزالة Cr^{6+} أو Pb^{2+} بواسطة SSB-nZVI قد يكون بسبب الجمع من عمليات الإمتزاز والإختزال.

جزء صغير منCr^{6+} قد يكون ممزوجا بـ Fe^{2+} و Al^{3+} وCa^{2+} و Mg^{2+} على سطح SSB-0 أو SSB عبر عمليات الترسيب المشترك وعمليات تعقيد المجال الداخلي. ومع ذلك ، فإن مجموعات الكربوكسيل والهيدروكسيل الوفيرة على سطح SSB-0 أو SSB قد يكون سببا في التعقيد Pb^{2+}بالإضافة إلى بعض المكونات غير العضوية النشطة مثل الكربونات، الفوسفات والسيليكات، مما يؤدي إلى كمية كبيرة نسبيًا من Pb^{2+}الامتزاز. في حالة nZVI أو SSB-nZVI .

تم تقليل Cr6 + قبل الإزالة المتزامنة لـ Cr^{6+}و Pb^{2+}، لوحظ أن ما يقرب من 10 و 27 و 82 و 91٪ من ازالة Cr^{6+} بواسطة SSB-0 و SSB و nZVI و SSB-nZVI على التوالي ، بينما كانت القيم المقابلة لـ Pb^{2+} حوالي 20 و 34 و 71 و 82٪ على التوالي (الشكل 1) وجد أيضًا أن اختزال Cr^{6+} كان قبلPb^{2+} بالمقارنة مع الإزالة الفردية لـ Cr^{6+}أو Pb^{2+}، كان هناك انخفاض طفيف لوحظ من حالة الإزالة المتزامنة. قد يكون هذا بسبب المنافسة بين Cr^{6+}و Pb^{2+}لكل من عمليتي الامتزاز والاختزال. لا

يؤدي وجود بنية مسامية إلى تحسين المواقع الأكثر نشاطًا لامتصاص Cr^{6+} و Pb^{2+}و الاختزال ، ولكن يمكن أيضًا تشتيت جسيمات nZVI بشكل فعال ، مما يؤدي إلى عمليات الإزالة الفعالة لـ Cr^{6+}و Pb^{2+} بواسطة SSB-nZVI.

وفي الوقت نفسه ، كانت المعدلات الحركية من SSB-nZVI أسرع لتلك الموجودة فيSSB . إضافة إلى ذلك فقد تبين بوضوح أن البيئة الحمضية انتقل إلى الإزالة بواسطة SSB-nZVI.



الشكل III-1: الإزالة المتزامنة لـ Cr^{6+} و Pb^{2+}بمواد مختلفة. الشروط التجريبية: $[Cr^{6+}]_0$=30mg L^{-1} ، $[Pb^{2+}]_0$ = 1.5 mg L^{-1}،$[SSB]_0$ =1.5 g L^{-1} ،$[SSB-0]_0$ =1.5 g L^{-1} ،$[nZVI]_0$ =0.3 g L^{-1} ،$[SSB-nZVI]_0$ =1.5gL^{-1} ،pH= 4.

- لوحظ اختلاف واضح بشكل ملحوظ في إزالة Pb^{2+} في نطاق الأس الهيدروجيني من 2 إلى 8. علاوة على ذلك ، فإن كلا من كفاءة الإزالة من Cr^{6+} و Pb^{2+} انخفض مع زيادة نسبة التركيز في (Pb^{2+} / Cr^{6+}) .

III-1-3. الدراسة 3 [30]

الجدولIII-5. تحليل الدراسة 3

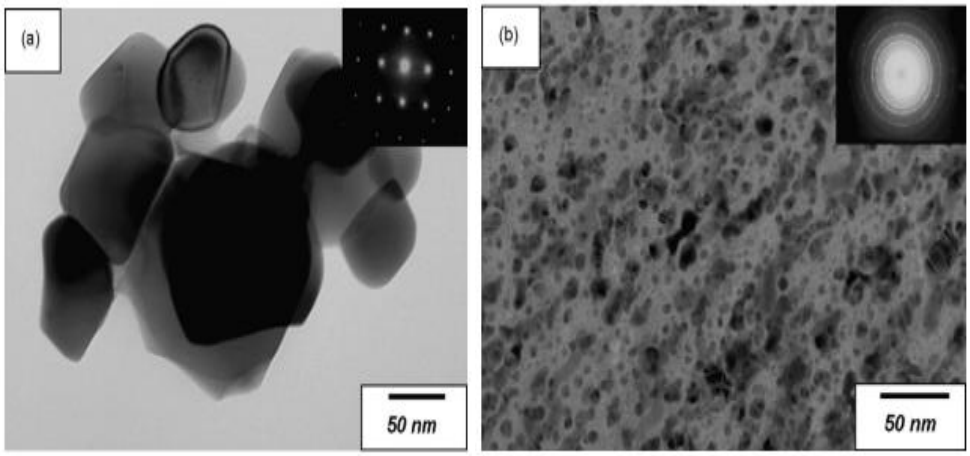
العنوان	Photocatalytic TiO2 thin films by aerosol-deposition: From micron-sized particles to nano-grained thin film at room temperature
المؤلف	Jungho Ryuu, Dong-Soo Park, Byung-Dong Hahn, Jong-Jin Choi, Woon-Ha Yoon, Kun-Young Kim, Hui-Suk Yun
المجلة	Applied Catalysis B: Environmental.
ملخص الدراسة	تمت في هذه الدراسة ترسيب الهباء الجوي بأغشية TiO_2 الرقيق المحفز ضوئيا في درجة حرارة الغرفة.
المركبات النانوية المستخدمة	أغشية TiO_2 الرقيقة المحفزة ضوئيًا.
نوع الملوثات المستهدفة	الهباء الجوي.
طرق تطبيق المركبات النانوية ضد الملوثات	الترسيب.
النتائج	أظهر فيلم TiO_2 أداء تحفيزيًا ضوئيًا ممتازًا من حيث التدهور العضوي، وتطهير مسببات الأمراض، و ملوثات محبة الماء.

مناقشة النتائج :

تم استخدام في هذه الدراسة مسحوق خام TiO2 (TA-540 ، 2.41 mm ~ d50 ، ونقاوة 98.6%) تم قياس الماء بواسطة فيلم TiO2 AD لتحديد قدرات الفيلم التحفيز الضوئي. محلول Mp كان مخفف بالماء غير متأين بنسبة حجم 1: 100. تم وضع أفلام TiO2 و 300 ml من محلول MB في إناء مغطى بطبق بيركس بيتري ومضاء عند أ بمسافة 20 cm مع 1 Kw ، معدن عالي الضغط للأشعة فوق البنفسجية (Fe) مصباح يعمل في الطول الموجي الرئيسي 365 نانومتر.

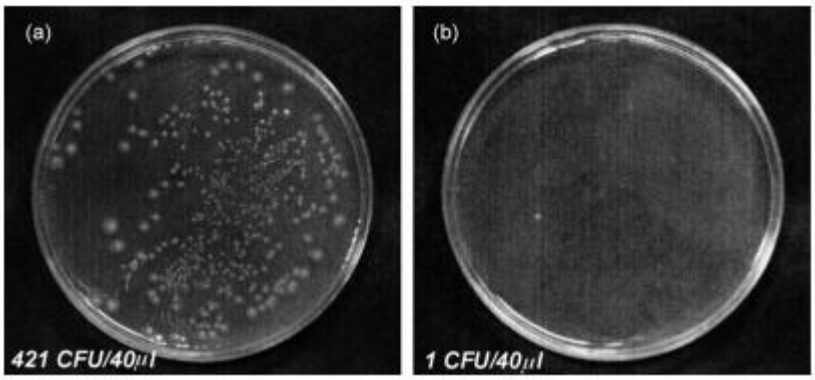
بشكل عام ، تعمل زيادة مساحة السطح المتاحة على التحسين تحميل الملوثات العضوية على سطح محفز TiO_2 الضوئي. لذلك ، TiO_2 بحجم نانو ، مسامي الجسيمات أو الأغشية التي لها سطح خشن

مما يعطي مساحة سطح عالية ، لديها أداء ضوئي أفضل.أظهر المسحوق وفيلم TiO_2 المترسب فرقًا واضحًا في شروط أحجام البلورات ، كما هو مبين في(الشكل 2).



الشكل III-2: صور المجال الساطع TEM وأنماط حيود شعاع الإلكترون: (a) مسحوق خام و (b) ترسب الفيلم

تم تقييم تأثير مبيد الجراثيم ضوئيًا لـ AD TiO_2 فيلم مع الإشريكية القولونية. كان معدل تثبيط الإشريكية القولونية المختبرة كما هو تصل إلى 99.8٪ بعد 60 دقيقة من الإضاءة.. الفروق بين الجرثومة قبل وبعد شوهد اختبار جليدي في صور اختبار طبق بتري ، مثل تظهر البقع البيضاء في طبق بتري في (الشكل 3).

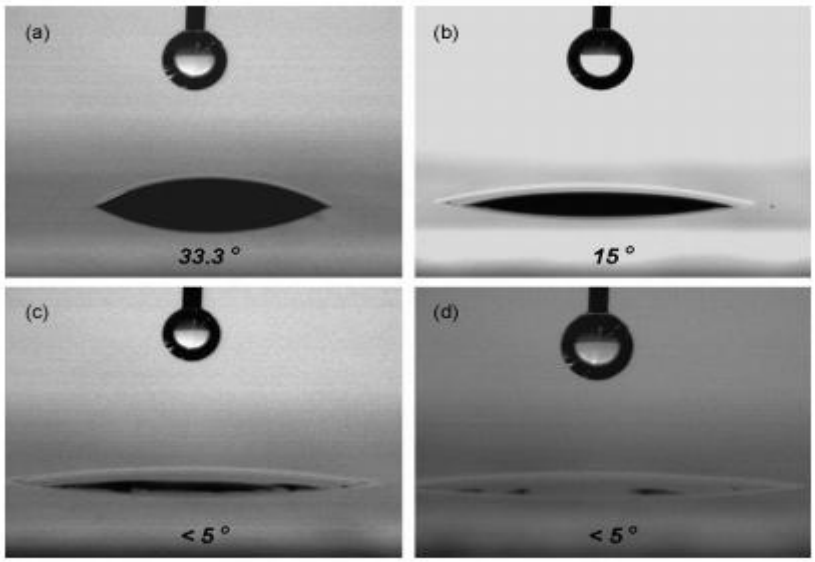


الشكل III-3: صور فوتوغرافية لاختبار مبيد الجراثيم طبق بتري مع مستعمرات E. coli ATCC 25922:

(a) قبل و (b) الإضاءة فوق البنفسجية (الطول الموجي 310-400 نانومتر) لمدة 60 دقيقة .

الشكل 4 يظهر مظهر العينات بسطح مبلل بها قطرات الماء (نتائج اختبار قابلية البلل). النتائج أظهر الاستجابة السريعة للغاية للصورة المستحثة السلوك المحب للماء لأغشية AD TiO_2. كانت زاوية الاتصال

لفيلم TiO_2 في البداية حوالي 33° ، ثم انخفض إلى 15° بعد 5 دقائق من التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية وانخفض إلى أقل من 5°، الذي كان الحد الأدنى لنظام القياس لدينا ، بعد 10 دقائق من الأشعة فوق البنفسجية.



الشكل III-4: صور فوتوغرافية لاختبار ترطيب الماء بعد التعرض للأشعة فوق البنفسجية (365 نانومتر) لـ (a) 0 ، (b) 5 ، (c) 10 ، (d) 30 دقيقة. زوايا الترطيب المشار إليها في الجزء السفلي من كل صورة.

II-1-4 . الدراسة 4 [31]

الجدول III-6. تحليل الدراسة 4

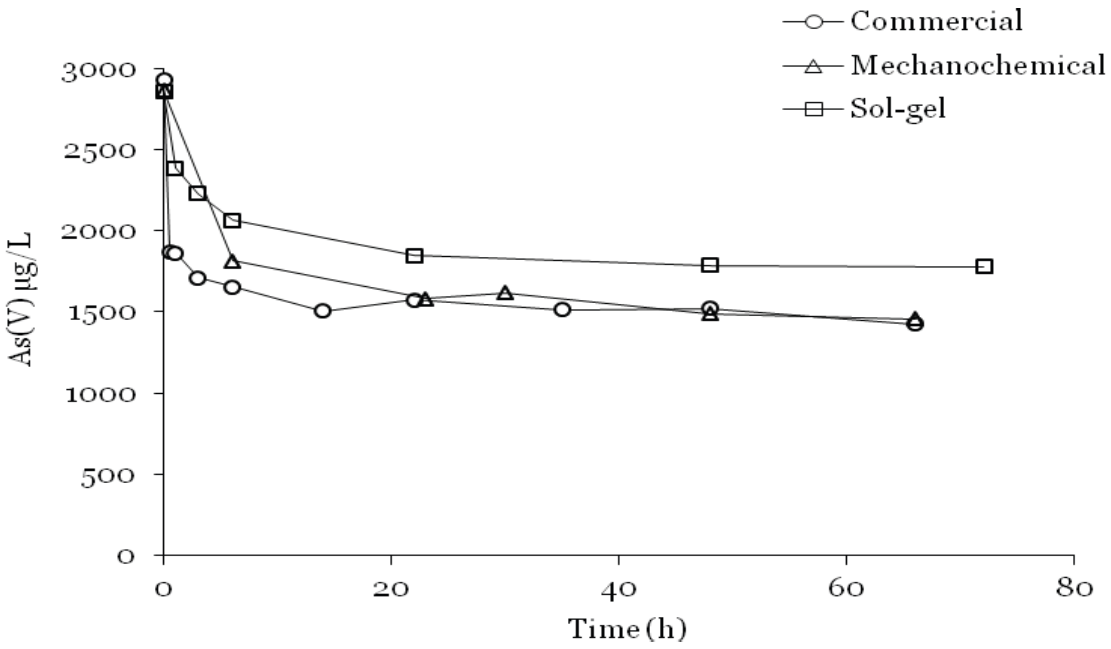
العنوان	Arsenate removal from water by adsorption with magnetic nanoparticles (γ-Fe_2O_3)
المؤلف	Tanja Tuutijarvi
المجلة	DOCTORAL DISSERTATIONS 37/2013.
ملخص الدراسة	في هذه الدراسة تم إعداد الجسيمات النانوية المغناطيسية وتوصيفها نوعيا و الخصائص الفيزيائية ودراسة حركية الإمتصاص والإمتزاز والتحقق في خصائص إمتصاص الزرنيخ وتحديد آلية الإمتزاز. تم استخدام جزيئات Fe_2O_3 من ثلاث مصادر مختلفة : • المشتراة من Sigma Aldrich . • مصنعة بالطريقة الميكانيكية الكيميائية . • مصنعة بطريقة sol-gel .
المركبات النانوية المستخدمة	• جزيئات Fe_2O_3 النانوية.
نوع الملوثات المستهدفة	الزرنيخات.
طرق تطبيق المركبات النانوية ضد الملوثات	طريقة الإمتصاص والإمتزاز.
النتائج	• Fe_2O_3 المصنعة بطريقة sol-gel الأحسن في حركية الإمتصاص. • Fe_2O_3 المشتراة من SigmaAldrich الأعلى كفاءة في آلية الإمتزاز.

مناقشة النتائج :

تم الحصول على جزيئات Fe_2O_3 النانوية من ثلاثة مصادر مختلفة: الصهارة التجارية المشتراة من SigmaAldrich ، المصنعة بالطريقة الميكانيكية الكيميائية والمصنعة بطريقة sol-gel (أولا تصنيع أكسيد الحديد الأسود(Fe_3O_4) ، ثانيًا تأكسده إلى ($y\text{-}Fe_2O_3$)) وهو هدف البحث الرئيسي تمت دراسة الآخرين كمرجع، من أجل اتخاذها كمواد ماصة وممتزة لإزالة الزرنيخات من الوسط المائي .

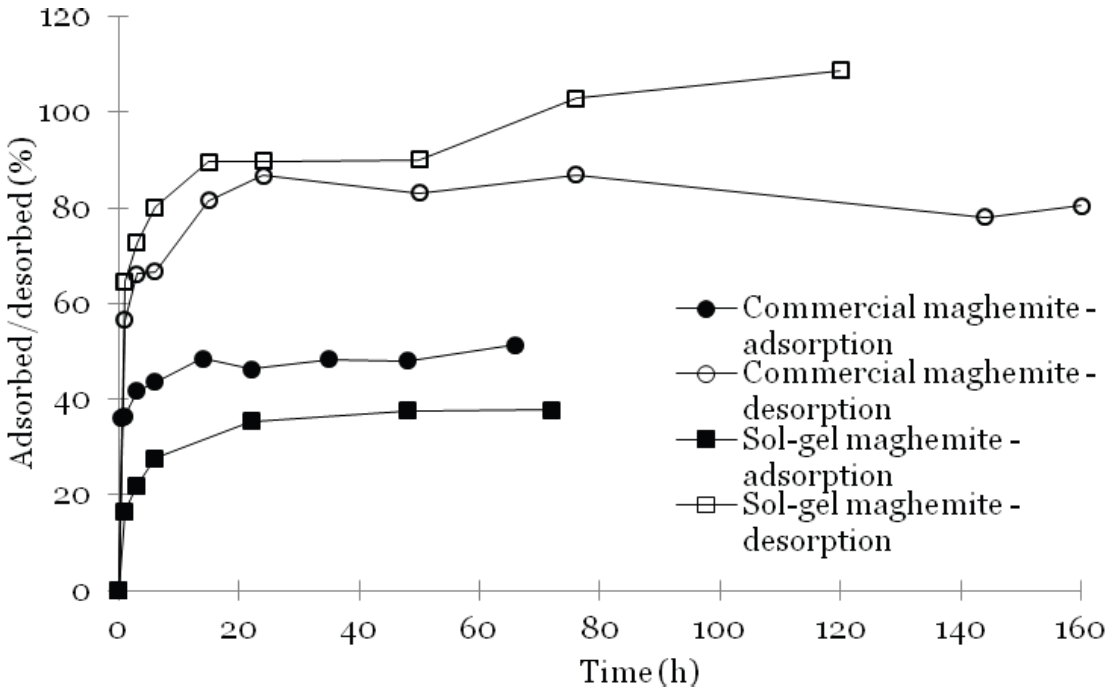
تم إجراء التجارب بطريقتي الإمتصاص والإمتزاز للتحقق من كفاءة الجسيمات النانوية باستخدام الزرنيخات.

- ✓ **حركية الإمتزاز:** تمت حركيات الإمتزاز لثلاث مجموعات مغناطيسية مختلفة وتم الوصول إلى التوازن لمختلف المجموعات في نفس الوقت حوالي 30–50 ساعة. يكون تفاعل الإمتزاز سريعًا في البداية ، ثم يتناقص المعدل تدريجيًا في 30 دقيقة ، حوالي 70٪ ، 80٪ ، 90٪ من امتصاص الزرنيخ بالمواد المغناطيسية الكيميائية الميكانيكية ، sol-gel والتجارية على التوالي. عادة ما يتم تفسير التفاعل السريع على أنه عملية الإنتشار الخارجية ، في حين توجد عدة تفسيرات محتملة لمرحلة التفاعل البطيء: تكوين مركب السطح الداخلي ، الإنتشار من كثف في المسام الممتز أو تفاعل هطول الأمطار.



الشكل III-5: حركيات الامتزاز التجارية (جرعة 0.25 g/L) ، ميكانيكي كيميائي (جرعة 0.06 g/L) مغمي sol-gel (جرعة 0.1 g/L) التركيز الأولي (V) 3 mg/L، الرقم الهيدروجيني 5.

- ✓ **<u>حركية الإمتصاص</u>:** تمت دراسة حركيات الإمتصاص باستخدام 0.1 M هيدروكسيد الصوديوم في أوقات تلامس مختلفة، ثم اختيار هيدروكسيد الصوديوم لمحلول الإمتصاص بين القلويات التالية للمحاليل: Na_2CO_3 و Na_2HPO_4 و $NaHCO_3$ و NaAc نظرًا لأفضل أداءها تمت دراستها باستخدام sol-gel و المجلة التجارية. حيث وجد أن إمتصاص الزرنيخ سريع في البداية ثم يتناقص تدريجيًا، وصل المغناطيس التوازن خلال 24 إلى 50 ساعة بكفاءة إمتصاص 80–90٪ تقريبا تم إمتصاص 60٪ من الزرنيخات بالمواد المغناطيسية التجارية و 65٪ بواسطة sol-gel في ساعة واحدة.



الشكل III-6: حركيات الامتزاز والامتصاص للمغيمات التجارية و sol-gel.

III-1-5. الدراسة 5 [32]

الجدولIII-7: تحليل الدراسة 5

العنوان	Single and Competitive Adsorption Behaviors of Cu^{2+}, Pb^{2+} and Zn^{2+} on the Biochar and Magnetic Biochar of Pomelo Peel in Aqueous Solution
المؤلف	Qianlan Wu and al
المجلة	Water 2021, 13,868. https://doi.org/10.3390/ w13060868
طريقة الدراسة	في هذه الدراسة تم استخدام قشر البوميلو (الليمون الكبير) لإعداد الفحم الحيوي (BC) والفحم الحيوي المغناطيسي (MBC) في درجات حرارة مختلفة، بعد ذلك تم توصيف الخواص الفيزيائية والكيميائية للفحم الحيوي وتم دراسة خصائص إمتزاز Cu^{+2} و Pb^{+2} و Zn^{+2} على الفحم الحيوي في الأنظمة المعدنية الفردية والثنائية والثلاثية.
المركبات النانوية المستخدمة	Magnetic Biochar (MBC)، Biochar (BC)
نوع الملوثات المستهدفة	المعادن الثقيلة Cu^{+2} , Pb^{+2} , Zn^{+2}
طرق تطبيق المركبات النانوية ضد الملوثات	حركية الإمتزاز الفردي والتنافسي تحت أنظمة أحادية ومتعددة المعادن.
النتائج	استخدام MBC(500 C) لإزالة أيونات المعادن الثقيلة في مياه الصرف الصحي التي يكون فيها الملوثات المعدنية الرئيسية هي Pb^{+2} .

مناقشة النتائج :

نرى أن قدرة إمتصاص Pb^{+2} على BC500 و MBC500 في أنظمة أحادية وثلاثية المعادن كان أعلى من Cu^{+2} و Zn^{+2} . متساوي درجة الحرارة لإمتصاص المعدن الفردي والثلاثي تم تصنيفCu^{+2} وZn^{+2} كنوع L-2. ثم تغيير درجة حرارة إمتصاص Pb^{+2} من النوع L-2 (نظام أحادي المعدن) إلى النوع

L-1 (نظام معدني ثلاثي) ، مما يشير إلى أن قدرة إمتصاص Pb^{+2} يمكن زيادتها في الأنظمة المعدنية الثلاثية .

أظهر إمتصاص أيونات المعادن على MBC500 نفس الاتجاهات كما في BC 500 انخفضت قدرة إمتصاص Cu^{+2} ، Pb^{+2} و Zn^{+2} من $mmol\ g^{-1}$ (45.96 إلى31.53) (31.4٪) ، $mmol\ g^{-1}$ (64.81 إلى 48.74) (24.8٪) ، و $mmol\ g^{-}$ (42.55 إلى 10.26) (75.9٪) على التوالي. فكانت هذه النتائج أن ترتيب الإمتصاص التنافسي لأيونات المعادن الثقيلة الثلاثة كان $Pb^{+2} > Cu^{+2} > Zn^{+2}$. في الواقع كمية الأيونات الممتصة على سطح الفحم الحيوي ليست مرتبطة فقط بخصائص الممتزات ولكن أيضًا بعوامل أخرى أنصاف أقطار أيونات المعادن الثلاثة تتبع الترتيب $Pb^{+2} < Cu^{+2} < Zn^{+2}$ ، مما يدل على ذلك أنه يمكن لـPb^{+2} تبادل الأيونات بسهولة على سطح الفحم الحيوي.

جاذبية السطح الكهروستاتيكي هي آلية إمتصاص مهمة للأيونات المعدنية على الفحم الحيوي وأيونات المعادن بها يمكن بسهولة إمتصاص كهروسلبية أقوى على سطح الفحم الحيوي. ترتيب الكهروسلبية لأيونات المعادن المدروسة هو Zn^{+2} (1.65) > Cu^{+2} (1.90) > Pb^{+2} (2.33) وهذا يشير إلى أن Pb^{+2} لديه ميزة تنافسية أكبر في الإمتزاز ، يزداد تقارب إمتصاص المعادن مع زيادة ثابت التحلل المائي لأيونات المعادن الثقيلة ويقل الإمتزاز النوعي للمواد الماصة للأيونات. ترتيب التحلل المائي لثوابت أيونات المعادن المدروسة هي Zn^{+2} (10^{-9}) > Cu^{+2} (10^{-8}) > Pb^{+2} ($10^{-7.71}$) وهو يتوافق مع قدرة إمتصاص المعادن، كما أظهرت دراسة سابقة أن أيونات المعادن ذات الأقطار الأيونية الأصغر تتمتع بمعدلات إمتصاص أعلى.

في هذه الدراسة ، كان لدى MBC500 قدرة إمتصاص أكبر قليلاً لـ Pb^{+2} من BC500 في النظام المعدني الثلاثي وكان من السهل فصله عن المحلول ، مما يشير إلى ذلك أنه يتم استخدام MBC500 لإزالة أيونات المعادن في البيئة المائية ، وخاصة بالنسبة لمياه الصرف الصحي التي يكون فيها الملوث المعدني الرئيسي هو Pb^{+2} .

دراسات معالجة الهواء

باستخدام المواد النانوية

III-2-1. الدراسة 1 [33]

الجدولIII-8. تحليل الدراسة 1

العنوان	Synthesis of hybrid carbon nanotube structures coated with Sophora flavescens nanoparticles and their application to antimicrobial air filtration
المؤلف	Gi Byoung Hwang and al
المجلة	Journal of Aerosol Science
ملخص الدراسة	في هذه الدراسة تم طلاء الهياكل النانوية الهجينة للأنابيب النانوية الكربونية متعددة الجدران (MWCNTs) بمنتج طبيعي مضاد للميكروبات (NP) تم تصنيع الجسيمات النانوية باستخدام نظام رش كهربائي مزدوج الرأس (THES). المغلفة ثم تم استخدام الجسيمات النانوية في مرشحات الهواء المضادة للميكروبات لزيادة مضادات الميكروبات نجاعة.
المركبات النانوية المستخدمة	الأنابيب النانوية الكربونية والجسيمات النانوية Sophora flavescens .
نوع الملوثات المستهدفة	مضادات الميكروبات .
طرق تطبيق المركبات النانوية ضد الملوثات	الترشيح
النتائج	كفاءة الترشيح كانت المرشحات المطلية بـ NP / MWCNT أعلى من تلك الخاصة بالجسيمات النانوية البكر المغلفة أو مرشحات مطلية بـ MWCNTs (أنابيب النانوية الكربونية متعددة الجدران).

مناقشة النتائج :

تم استخدام THES لإعداد الجسيمات النانوية الهجينة NP / MWCNT. يتكون الإجراء من خطوتين: رش كهربائي مزدوج ، أنواع القطرات التي يتبعها التحكم في تبخر الإيثانول وتجلط الجزيئات الناتجة عن تصادمات كولومبيك بين NPs و MWCNTs المشحونة بشكل معاكس.

تم ترسيب الجسيمات النانوية NP و MWCNT و NP / MWCNT المصنعة بشكل مستمر على المرشحات بمعدل 10 L /mim. لكل مرشح يحتوي على حجم متطابق من الجسيمات النانوية ، تم تعديل وقت الترسيب اعتمادًا على العدد و حجم الجسيمات وكفاءة الترشيح. نظرًا لأن الجسيمات النانوية NP و MWCNT و NP / MWCNT لها أحجام مختلفة والكثافة ، وتحديد كمية الجسيمات المودعة بالحجم بدلاً من العدد أو تركيز الكتلة كانت تعتبر أكثر ملاءمة. كفاءات ترسيب الجسيمات لمرشح التحكم ضد NP و MWCNT و NP / MWCNT كانت الجسيمات النانوية 92 و 95 و 94 ٪ على التوالي

من خلال النتائج تبين أن سطح المرشح البكر أملسًا وواضحًا ، بينما كانت الأسطح المغلفة بـ NP و MWCNT كانت الجسيمات النانوية غير متساوية نسبيًا. بالمقارنة مع طلاءات MWCNT ، ترسبت الطلاءات NP بشكل موحد على سطح المرشح. على عكس ذالك المرشحات المطلية بـ NP / MWCNT فإنها تشكل التشبعات على السطح وأن هيكل الترسيب زاد من مساحة سطح التلامس بين مادة مضادة للميكروبات والبكتيريا. قبل إجراء هذه الدراسة ، تم جمع عينات مرشح مع انخفاض ضغط متماثل بسرعة 8cm/s لمنع النتائج الخاطئة من اختلافات التصفية وحدها.

تم اختبار كفاءات الترشيح للفلاتر المغلفة NP و MWCNT و NP / MWCNT البكر باستخدام S (الغبار الجوي) حيث أثبت النتائج أن المرشحات المطلية بـ NP / MWCNT تتمتع بأعلى كفاءة ترشيح .

III-2-2. الدراسة 2 [34]

الجدول III-9. تحليل الدراسة 2

العنوان	Performance of silver, zinc, and iron nanoparticles-doped cotton f ilters against airborne E. coli to minimize bioaerosol exposure
المؤلف	Attarad Ali and al
المجلة	Air Quality, Atmosphere & Health .
ملخص الدراسة	تمت دراسة أداء المرشحات القطنية المغطاة بالجسيمات النانوية Ag و Zn و Fe ، (AgCt ، ZnCt، FeCt) كمرشحات مبيدات بيولوجية للهباء الحيوي لتقييم نشاط المبيدات الحيوية لمرشحات المركبات النانوية والمقارنة كل مادة من مواد الترشيح بالتجميع على مرشح التحكم قطني غير مبلور .
المركبات النانوية المستخدمة	قطن مشبع بالجسيمات النانوية (الفضة والزنك و الحديد).(AgCt ، ZnCt، FeCt)
نوع الملوثات المستهدفة	الإشريكية القولونية تم استخدام (E. coli) Escherichia coli)) كميكروب إختبار لهذه الدراسة .
طرق تطبيق المركبات النانوية ضد الملوثات	الترشيح .
النتائج	أفضل مرشح من بين المرشحات القطنية هي المغطاة باجسيمات النانوية Ag (AgCt) .

مناقشة النتائج:

1- تخليق القطن المشبع بالمركبات النانوية :

تم إستخدام 3 أقطان مشبعة بالمركبات النانوية، تم تشكيل الأقطان المشبعة الليفية والمركبة متناهية الصغر كمرشحات مسطحة بطريقة سهلة الدفع. تم إدخال مادة العينة التي تم وزنها مسبقًا والمقطوعة بشكل دائري والتي تلائم حامل العينة بين كتلتين فولاذيتين مستوية وناعمة وزنها 50kg للمبيت.

تم إجراء توصيف لمرشحات AgCt و ZnCt و FeCt ، بما في ذلك التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء وحيود الأشعة السينية والمسح المجهري الإلكتروني. تم استخدام معادلة دارسية للحصول على قيم نفاذية (k1) للقطن ووسائط الترشيح متناهية الصغر.

-عامل جودة المرشح (QF) ، معيار مفيد لمقارنة المرشحات ، بناءً على كفاءة الإزالة المادية للإختبار تم حساب المرشحات وفقًا لـ

$$QF = \frac{-\ln p}{\Delta p}$$

حيث p هو إختراق الجسيمات.

الجدولIII-10: قيم قياس النفاذية للمرشحات القطنية المعالجة والغير معالجة.

المرشحات القطنية	غير معالج	AgCt	FeCt	ZnCt
نسبة النفاذية	$3.38\times10^{-11}m^2$	$3.46\times10^{-11}m^2$	$2.06\times10^{-11}m^2$	$1.86\times10^{-11}m^2$

ومن خلال النتائج أثبت أن مرشح الفضة النانوية أعلى كفاءة ثم يليه مرشح الزنك وفي الأخير مرشح الحديد على الرغم من أن مرشح FeCt أظهر نشاطًا مضادًا للميكروبات أقل نسبيًا مقارنةً بـ AgCt و ZnCt ، إلا أنه لم يفقده كفاءة إزالة البكتيريا فيزيائيا .

III-2-3. الدراسة 3 [35]

الجدول III-11: تحليل الدراسة 3

العنوان	Fabrication of Functional Polyurethane/Rare Earth Nanocomposite Membranes by Electrospinning and Its VOCs Absorption Capacity from Air
المؤلف	Jun Cong Ge and Nag Jung Choi
المجلة	Division of Mechanical Design Engineering, Chonbuk National University.
ملخص الدراسة	في هذه الدراسة تم تصنيع مادة البولي يوريثين / التربة النادرة (PU / RE) الأغشية الليفية النانوية المركبة عن طريق الغزل الكهربائي بهدف إزالة المركبات العضوية المتطايرة من الهواء.
المركبات النانوية المستخدمة	الأغشية الليفية النانوية المركبة (بولي يوريتين) .
نوع الملوثات المستهدفة	المركبات العضوية المتطايرة من الهواء
طرق تطبيق المركبات النانوية ضد الملوثات	الإمتصاص
النتائج	تحقق هذا العمل من أن الأغشية الليفية النانوية PU / RE تتمتع بقدرة إمتصاص عالية للمركبات العضوية المتطايرة .

مناقشة النتائج :

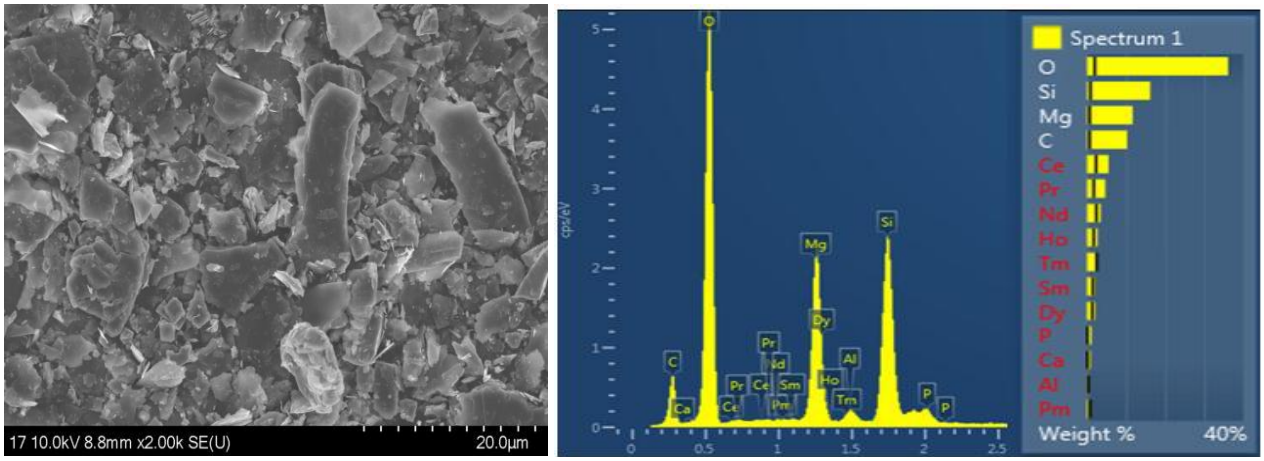
لقد اظهرت النتائج زيادت اللزوجة والتوصيل ومساحة السطح المحددة بزيادة كمية مسحوق الطاقة المتجددة في محلول الغزل. ومع ذلك ، زاد قطر الألياف من 489 نانومتر إلى 524 نانومتر ثم انخفض من 524 نانومتر إلى 356 نانومتر عندما وصل المحتوى النسبي لمسحوق RE 50 ٪. وبو Nanofiber

تحتوي على ٪ w 50 من مسحوق RE كان أصغر قطر والذي كان 356 نانومتر. أدت الموصلية العالية لمحلول الغزلms/m 0.315 إلى تأثير غزل كهربائي أفضل.

الجدولIII−12: الخواص الفيزيائية لمحاليل الغزل المصنوعة من مادة البولي يوريثين / الأرضية النادرة (PU / RE)

Spinning Solutions (PU/RE)	Viscosity (cps)	Conductivity (ms/m)	Fiber Diameter (nm)		BET Surface Area (m2 /g)
			Distribution	Mean	
PU	379.0	0.172 227	227–877	489	6.853
PU/RE-10	439.0	0.183	357–966	513	7.147
PU/RE-30	464.2	0.191	262–871	524	7.729
PU/RE-50	504.6	0.315	179–591	356	11.207

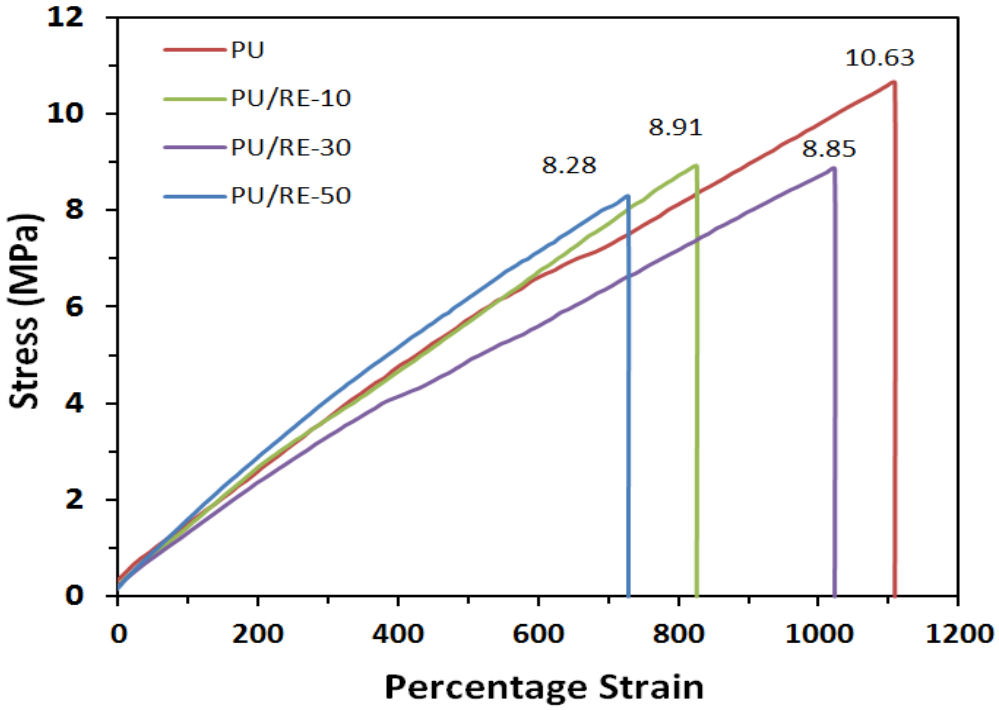
يمكن أن نرى من (الشكل 7) أن مسحوق RE الأصلي له أشكال غير منتظمة للغاية وأحجام مختلفة.زادت NPs مع زيادة تركيز مسحوق RE. بالإضافة إلى بعض الجسيمات يوجد تكتل في الشكل ثلاثي الأبعاد لأن التركيزات الأعلى من مسحوق الطاقة المتجددة لا يمكن أن تكون كاملة مشتتة في حل الغزل .



الشكل III-7 : المجهر الإلكتروني لمسح الانبعاث الميداني (FE-SEM) (a) والأشعة السينية المشتتة للطاقة التحليل الطيفي (EDX) (b) صور مسحوق RE الأصلي .

- تم اختبار تركيزات أخرى من حلول الغزل (PU / RE-55 , PU / RE و PU / RE-60) باستخدام نفس شروط الغزل الكهربائي. في هذه الحالات ، انسداد فوهة الغزل الكهربائي كانت خطيرة للغاية ، ولا يمكن تصنيع الأغشية الليفية النانوية المركبة PU / RE عندما تمت إضافة تركيز أعلى من RE في محلول PU.

- زادت أقطار الألياف بشكل طفيف حيث زادت كمية مسحوق RE من 0 إلى 30 ٪ ، ثم أظهرت انخفاضًا ملحوظًا عندما كانت الكمية النسبية لمسحوق RE 50٪. تمتلك PU / RE-50 أصغر متوسط قطرها 356 نانومتر. قد يكون السبب المحتمل لهذا بسبب الموصلية العالية لـ PU / RE-50 .
- تُظهر أغشية الترشيح الليفية النانوية كفاءة امتصاص المركبات العضوية المتطايرة الفعالة وكذلك جيدة الخصائص الميكانيكية . يتم عرض الخواص الميكانيكية للأغشية الليفية النانوية PU / RE في الشكل8 .



الشكل III-8: قوة الشد لحصائر البولي يوريثان المغزولة كهربائياً بكميات مختلفة من الطاقة المتجددة.

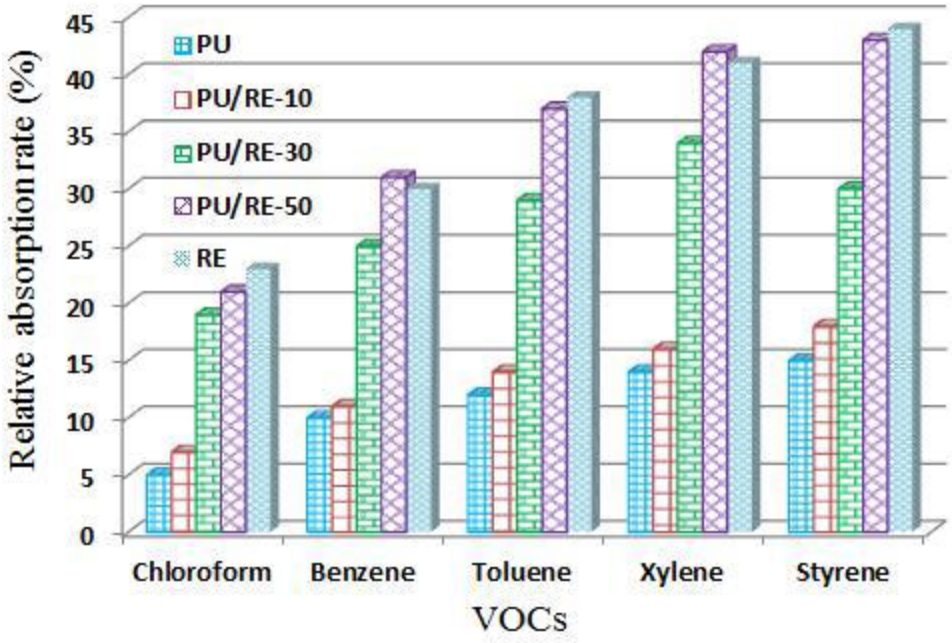
- تم اختبار قوة الشد كل من الأغشية الليفية النانوية المركبة PU / RE خمس مرات للحصول على متوسط القيمة. كما هو مبين في (الشكل 8) ، قوة الشد للأغشية الليفية النانوية PU / REانخفض تدريجياً مع زيادة كمية مسحوق RE من 10.63 Mp إلى8.28 Mp. الشد كانت قوة الغشاء الليفي النانوي PU الأصلي 10.63 Mp. قد يكون التفسير هو أن إضافة مسحوق RE إلى محلول PU الغزل أدى إلى اضطراب طفيف في الألياف وكذلك تدمير الانتظام الليفي أثناء الغزل الكهربائي ومع ذلك ، في حين أن هذه الاضطرابات والجزيئات المتكتلة يمكن أن تقلل من قوة الشد للأغشية الليفية النانوية المركبة PU / RE الألياف النانوية المركبة PU / RE لا يزال من الممكن استخدام الأغشية بالكامل كمرشح للهواء لأن قوة شدها أعلى من 8.28 Mp.

لوحظ أن الغشاء الليفي النانوي PU النقي له قدرة امتصاص ضعيفة للمركبات العضوية المتطايرة (حوالي 10٪) ، بينما يتمتع مسحوق الطاقة المتجددة النقي بقدرة امتصاص أفضل للمركبات العضوية

المتطايرة مقارنةً بألياف البولي يوريثان النانوية النقية غشاء. ومع ذلك ، فإن مسحوق الطاقة المتجددة سيحد من قابليته للاستخدام، تم غزل ألياف PU المدمجة بالكهرباء قبل امتصاص المركبات العضوية المتطايرة. زادت قدرة امتصاص المركبات العضوية المتطايرة للأغشية الليفية النانوية المركبة PU / RE مع زيادة كمية مسحوق RE في ألياف PU.

مسحوق الطاقة المتجددة لديه أعلى قدرة امتصاص المركبات العضوية المتطايرة. بالإضافة إلى ذلك ، فإن القدرة الاستيعابية لألياف النانو من البولي يوريثان تحتوي على 50 ٪. زاد مسحوق RE بنسبة 320٪ ، 210٪ 208٪ و 187٪ مقارنة مع الغشاء الليفي النانوي PU النقي أثناء امتصاص الستايرين والزيلين ،التولوين والبنزين والكلوروفورم ، على التوالي. قد يكون هذا بسبب انخفاض قطر الألياف في PU / RE الألياف المركبة مع زيادة كمية مسحوق RE مما أدى إلى زيادة مساحة السطح من الألياف المركبة ، مما ينتج عنه قدرة امتصاص فيزيائية عالية.

مساحة سطح BET الأعلى من الألياف النانوية PU التي تحتوي على 50 ٪ مسحوق RE أكبر ب 1.64 مرة من الألياف النانوية PU النقية ، قدرة الامتصاص للأغشية الليفية النانوية المركبة PU / RE هي الأقوى بالنسبة لامتصاص الستيرين مقارنة بالمركبات العضوية المتطايرة الأخرى. (الشكل 9).



الشكل III-9 : سعة امتصاص المركبات العضوية المتطايرة

دراسات معالجة التربة

باستخدام المواد النانوية

III-3-1. الدراسة 1 [36]

الجدولIII-13. تحليل الدراسة 1

العنوان	Simultaneous immobilization of cadmium and lead in contaminated soils by hybrid bio nanocomposites of fungal hyphae and nano-hydroxyapatites
المؤلف	Zhihui Yang ,and al
المجلة	Article in Environmental Science and Pollution Research.
ملخص الدراسة	في هذه الدراسة تم تثبيط الكادميوم والرصاص بواسطة المركبات النانوية الحيوية المهجنة لخيوط الفطريات (ANHP و PCHP) و نانو هيدروكسيباتيت(n-HAPs) والمقارنة فيما بينها لأعلى كفاءة في التثبيت .
المركبات النانوية المستخدمة	المركبات النانوية الحيوية المهجنة لخيوط الفطريات (ANHP و PCHP)، و نانو هيدروكسيباتيت (n-HAPs).
نوع الملوثات المستهدفة	الكادميوم والرصاص .
عمق أخد عينة التربة	تم جمع العينات من الطبقة السطحية (20-0 cm) لحقول الأرز المختلفة في مقاطعة هونان بالصين .
طرق تطبيق المركبات النانوية ضد الملوثات	الإستخلاص و الترشيح
النتائج	ANHP الخيوط الفطرية أكثر كفاءة في تثبيط الكادميوم والرصاص من n-HAPs و الخيوط الفطرية PCHP .

مناقشة النتائج :

تم اختيار ثلاث عينات مختلفة من تربة الأرز (S1، S2، S3) تستخدم لاستكشاف تأثير حالة التلوث على الكادميوم و الرصاص.

-تم تحضير الخيوط الفطرية بتربية سلالة *Aspergillus niger* في وسط سائل بطاطس دكستروز (ANHP). وبالمثل *Penicillium Chrysogenum F1* تمت تربيته في وسط LB المعدل $25g\,L^{-1}$ مرق لوريا-بيرتاني ،$90g\,L^{-1}$ جلوكوز ، $NaNO3\ 3g\,L^{-1}$) (PCHP).

-كانت عينات التربة حمضية وملوثة بشدة بواسطة الكادميوم والرصاص النتائج موضحة في الجدول أدناه .

الجدولIII-14 : يوضح نسب الكادميوم والرصاص و PH في عينات التربة.

pH	($mg\,kg^{-1}$) Pd	($mg\,kg^{-1}$) Cd	/
6.5 إلى 7.5	2548	34.99	S1
6.5 إلى 7.5	6120	97.45	S2
أقل من 6.5	4834	137.13	S3

للتحقيق في فعالية ANHP و PCHP ،n-HAPs لتثبيت الكادميوم والرصاص في التربة الملوثة تم استخراج الكادميوم والرصاص من التربة بواسطة DTPA عن طريق المركبات النانوية الحيوية.

أظهر النتائج تجميد Cd و Pb القابل للاستخراج DTPA في التربة الملوثة بواسطة ANHP، PCHP و n-HAPs. كانت كفاءات تجميد في الترتيب التالي:

n-HAP <PCHP <ANHP. أشارت نتائج المقارنة إلى أن التثبيت باستخدام ANHP كان متفوقًا بشكل كبير على PCHP. الأداء المتفوق لشل الحركة Cd و Pb يعود الفضل ل ANHP بشكل رئيسي إلى الجانب الأعلى نسبة ، البنية الأكثر بروزًا ، والحمل الأكبر في الكمية .

الحبيبات الفطرية من *Aspergillus niger* أكبر وأسرع من *Penicillium Chrysogenum F1*

كشفت فحوصات المقارنة أن المركبات الحيوية الهجينة ANHP كانت متفوقة على PCHP من التربة الملوثة من الكادميوم والرصاص. لذلك تم تطبيق ANHP لمزيد من تجارب الشلل للتربة الثلاثة المختلفة (S1 و S2 و S3) ذات أنواع مختلفة حالات تلوث الكادميوم والرصاصANHP. كان أكثر كفاءة من n-HAPs والخيوط الفطرية لـ تجميد DTPA المستخلص من الكادميوم والرصاص بغض النظر حالات التلوث الخاصة بهم.

كانت فعالية تجميد الكادميوم القابل للاستخراج DTPA في التربة المعالجة بواسطة ANHP أعلى من أن من الرصاص القابل للاستخراج DTPA .

III-3-2. الدراسة 2 [37]

الجدول III-15:تحليل الدراسة 2

العنوان	In situ remediation of hexavalent chromium contaminated soil by CMC-stabilized nanoscale zero-valent iron composited with biochar
المؤلف	Runyuan Zhang, and al
المجلة	Water science and technology 77/6 2018
ملخص الدراسة	في هذه الدراسة أجريت التجارب في الهواء الطلق وفي ظروف طبيعية ، تم معالجة التربة الملوثة بالكروم السداسي بواسطة الحديد الصفري النانوي المستقر ((CMC-nZVI، BC (biochar)) .
المركبات النانوية المستخدمة	nanoscale zero-valent iron
نوع الملوثات المستهدفة	الكروم سداسي التكافؤ .
عمق أخذ عينة التربة	جميع عينات التربة من 0 إلى 20 cm في الأراضي المزروعة بالخضروات في قرية من الصين . (تربة الأرض الحمراء) وهي خالية من الكروم .
طرق تطبيق المركبات النانوية ضد الملوثات	الترشيح .
النتائج	أظهرت النتائج أن CMC-nZVI و CMC-nZVI / BC المستخدمة كمواد معالجة تمكن من تحسين معدل معالجة التربة الملوثة بالكروم .

مناقشة النتائج :

قبل الاستخدام تم نزع الحجارة والجذور وكائنات التربة من التربة ثم غربلة التربة بمعيار mm 2.00. تم تحضير التربة المشبعة بالكروم (VI) باستخدام إجراء التدفق: تم أولاً خلط كتلة معروفة من التربة

المجففة بالهواء بمحلول يحتوي على Cr (VI) 800 mg/L و 0.002 M $CaCl_2$ بنسبة تربة إلى محلول(kg/L) 1: 1 ثم احتفظ بها تحت التحريك الكهربائي لمدة 24 ساعة.

تم تقسيم جميع العينات في هذه الدراسة إلى ثلاث مجموعات من أجل مقارنة تأثير المعالجة على التربة الملوثة بالكروم (VI) بين المواد المعدلة المختلفة و مناقشة التغييرات في تأثير العلاج مع مختلف جرعة المواد المعدلة ووقت العلاج. تم خلط CMC-nZVI مع التربة الملوثة بالكروم (VI) بشكل موحد بنسبةg/kg 1 ،g/kg 2.5 ،g/kg 5 ، على التوالي ، المسمى (S1-1، S1-2، S1-3). تم تصنيف BC كـ S2: كان BC مختلطة مع 1 kg كروم (VI) – ملوثة بشكل موحد في التربة نسبة g/kg 10 ، g/kg 25 g/kg 50 ، على التوالي المسمى (S2-1، S2-2، S2-3). المجموعة الثالثة من المواد المعدلة تم تصنيف CMC-nZVI / BC كـ S3: كان CMC-nZVI / BC مختلطة مع 1 kg كروم (VI) – ملوثة بشكل موحد في التربة نسبة 1 g / 10 g/kg ،2.5 g / 25 g/kg ، 5 g / 50 g/kg على التوالي المسمى (S3-1، S3-2، S3-3) .

وجد أن حجم حبيبات الجسيمات النانوية من 20 إلى 40 نانومتر ولها شكل موحد. إن حجم nZVI المستقر كان أكبر نسبيًا، مع توزيع بالحجم من 80 إلى 120 نانومتر والجسيمات النانوية موزعة بشكل موحد بدلاً من توزيعها على شكل سلسلة ، مما يشير إلى أن CMC يمكن أن تمنع بشكل فعال تجميع الجسيمات النانوية nZVI.

III-3-3. الدراسة 3 [38]

الجدول III-16 :تحليل الدراسة 3

العنوان	Co-application of biochar and titanium dioxide nanoparticles to promote remediation of antimony from soil by Sorghum bicolor: metal uptake and plant response
المؤلف	Ali Daryabeigi Zand, and al.
المجلة	Heliyon.
ملخص الدراسة	كان الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم جدوى المعالجة النباتية للتربة الملوثة بـ Sb بمساعدة التطبيق المشترك TiO_2 NPs و BC.
المركبات النانوية المستخدمة	ثاني أكسيد التيتانيوم . الجسيمات النانوية biochar .
نوع الملوثات المستهدفة	معالجة الأنتيمون من التربة و إمتصاص المعادن واستجابة النبات .
عمق أخذ عينة التربة	تم جمع التربة من عمق 25-5cm من منطقة غير ملوثة في الجزء الجنوبي من محافظة طهران ، إيران .
طرق تطبيق المركبات النانوية ضد الملوثات	الإمتصاص و الإمتزاز . والتأثير في نمو النباتات .
النتائج	قدمت نتائج هذه الدراسة تقنية جديدة واعدة من خلال التطبيق المشترك لـ TiO_2 NPs و BC في المعالجة النباتية للتربة الملوثة بـ Sb. يمكن أن يؤدي التطبيق المشترك لـ TiO_2 NPs و BC إلى تقليل الكميات المطلوبة من TiO_2 NPs من أجل المعالجة النباتية الناجحة للتربة الملوثة بالمعادن الثقيلة.

مناقشة النتائج :

تمت غربلة عينات التربة التي تم جمعها من خلال شبكة 2mm استبعاد الحصى والحطام الكبير ثم تجفيف الهواء (22-25 درجة مئوية) لأسبوع واحد. تم خلط التربة التي تم نخلها جيدًا يدويًا قبل إضافة Sb إلى تربة.

كان *Sorghum bicolor* الطازجة مع عدم وجود خلفية التلوث يقطع في البداية إلى شرائح خشبية بطول 5-10 سم ثم يُجفف في الفرن لمدة 48 ساعة. تم استخدام *Sorghum bicolor* لأشجار البايك كمواد وسيطة تحضير biochar.

لتحضير TiO_2 NPs ، تمت إضافة 50 ml $TiCl_4$ ببطء إلى 200 ml من DW في حمام جليدي ويتم التقليب لمدة 30 دقيقة باستخدام محرض مغناطيسي للحصول على خليط متجانس.

1. إنبات S. bicolor في التربة الملوثة بـ Sb المعالجة بـ TiO_2 NPs، BC وجمعها: تمت مراقبة ظهور شتلة S. bicolor في معاملات مختلفة خلال التجربة. تم العثور على S. bicolor لتكون متسامحة نبات ذو معدل إنبات مرتفع في جميع المعالجات .

2 .المعالجة النباتية لـ Sb من التربة تحت تأثير TiO_2 NPs، BC و مزيجهم: في هذه الدراسة، تم استخدام TiO_2 NPs و biochar بشكل فردي وفي تركيبة لتعزيز امتصاص Sb والانتقال في S. bicolor أو تعزيز تجميد Sb في الجذور من S. bicolor. من المعروف أن استخراج النبات هو الآلية الرئيسية التي يتم بواسطتها المعادن (الفراغ) تم علاجه في التربة أثناء عملية المعالجة النباتية. يعرض الجدول 2 توزيع Sb في جذور النباتات ويطلق النار في علاجات مختلفة.

الجدول III–17: توزيع Sb في جذور وبراعم *Sorghum bicolor* المزروعة ثنائية اللون في تربة ملوثة بالـ Sb ، وعوامل التركيز الأحيائي (BCF) وعوامل الانتقال (TF) لـ TiO2 NPs ، علاجات BC و TiO2 NPs þ BC بعد 80 يومًا. يتم تقديم الانحرافات المعيارية لثلاث مكررات. الوسائل التي لا تشارك حرفًا تختلف اختلافًا كبيرًا في p = 0.05 (متوسط ± SD ؛ n = 3).

BC (%)	TiO_2 NPs (mg/kg)	تركيز Sb **(mg/kg)**		عوامل الامتصاص والانتقال	
		الجذر	الساق	**BCF**	**TF**
0	0	38.03± 8.51 cdef	75.12± 10.85cd	1.33± 0.10cd	2.05 ± 0.52a
	100	45.75± 9.33abcd	95.63± 14.15bc	1.41± 0.07c	2.11± 0.15a
	250	51.89± 8.58ab	128.64± 9.61 a	1.78 ± 0.07ab	2.54 ± 0.53a
	500	56.8± 6.14a	138.21± 29.41 a	1.91 ± 0.11 a	2.42 ± 0.29a
2.5	0	27.01 ± 7.31 fgh	53.87 ± 13.61 de	1.01 0.09e	2.02± 0.27a
	100	41.08± 7.68bcde	84.02± 23.62c	1.31± 0.17cd	2.16± 0.97a
	250	47.56 ± 11.22abcd	119.26±21.02ab	1.67 ± 0.16b	2.54± 0.23a
	500	49.78 ± 5.18abc	122.83± 19.41 ab	1.8± 0.08ab	2.50± 0.61 a
5	0	16.56± 6.78h	29.45 ± 8.43e	0.59± 0.06f	1.83± 0.21 a
	100	20.92 ± 4.58gh	44.26 ± 5.33e	0.74± 0.09f	2.15± 0.22a
	250	31.19± 5.06efg	75.83±16.43cd	1.07± 0.08e	2.51± 0.78a
	500	35.98± 7.86def	88.07± 11.24c	1.16± 0.07de	2.53 ± 0.60a

3. قدرة التراكم لـ Sb : القدرة التراكمية لـ Sb من S. bicolor لا تعتمد فقط على Sb التركيز في أعضاء النبات ولكنه يعتمد أيضًا على الكتلة الحيوية النباتية الجافة.

4. محتوى الكلوروفيل: وجد أن تراكم TiO_2 NPs و Sb فيS. bicolor ثنائي اللون تسبب في تغيرات فسيولوجية. تم استخدام Chl a و Chl b كمؤشر حيوي لقدرة التمثيل الضوئي لل S. bicolor في معالجات مختلفة.إضافةTiO_2 NPs (100–500 **mg/kg**) إلى التربة الملوثة بـ Sb تم تغيير محتويات Chl a و Chl b بشكل طفيف في هذه الدراسة. تطبيق TiO_2 قد تزيد NP من مستوى ونشاط RuBisCO activase وهو عبارة عن ملف إنزيم مشارك في دورة كالفين والذي من خلاله تقوم النباتات بإصلاح ثاني أكسيد

الكربون. زيادة مستوى ونشاط RuBisCO activase يمكن أن يعزز معدل التمثيل الضوئي. من ناحية أخرى ، تمزق في محتوى الكلوروفيل عند مستويات أعلى من TiO_2 NPs نظرًا لتأثيرها الضار تم الإبلاغ عن التأثيرات على العوامل البيوكيميائية ، مثل بيروكسيد الدهون في أغشية التمثيل الضوئي.

III-3-4 الدراسة 4 [39]

الجدول III-18. تحليل الدراسة 4

العنوان	Comparative Analysis of Microbial Consortiums and Nanoparticles for Rehabilitating Petroleum Waste Contaminated Soils
المؤلف	Shehla Sattar, and al
المجلة	Molecules .
ملخص الدراسة	تطبيق المعالجة الحيوية بالنانو وهي تقنية صديقة للبيئة للتغلب على الوضع الكارثي في التربة بسبب تلوث النفايات البترولية. و تقييم كفاءة اتحاد البكتيريا المهينة للنفط وجسيمات الفضة النانوية (AgNPs) مع أو بدون سماد لمعالجة التربة التي تم جمعها من حقول النفط الملوثة بالنفايات البترولية.
المركبات النانوية المستخدمة	وجسيمات الفضة النانوية (AgNPs) .
نوع الملوثات المستهدفة	النفايات البترولية (الهيدروكربونات البترولية (TPHs))
عمق أخذ عينة التربة	تم جمع عينات التربة من المنطقة المحيطة القريبة حقل النفط .
طرق تطبيق المركبات النانوية ضد الملوثات	معالجة مخبرية (كفاءة تحطيم الهيدروكربونات البترولية).
النتائج	إن الأسمدة وحدها أو بالاشتراك مع AgNPs فإنه يبطئ من معدل تدهور TPHs خلال فترة قصيرة.

مناقشة النتائج:

تم تحليل التربة الملوثة بالنفايات البترولية والتربة الضابطة لمعرفة درجة الحموضة ، نسيج التربة المادة العضوية، النيتروجين الكلي، والفوسفور الكلي ....إلخ.

لدراسة دور المجموعة البكتيرية، AgNPs، والأسمدة في تحلل الهيدروكربونات البترولية الكلية، أجريت تجربة معملية. تمت معالجة التربة الملوثة بالنفايات البترولية باستخدام مجموعة من AgNPs والأسمدة وحدها ثم معًا.

يوضح الجدول الموالي الفرق في الخصائص الفيزيائية والكيميائية بين تربة التحكم والتربة الملوثة بالنفايات البترولية .

الجدولIII-19: الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة الشاهدة والتربة الملوثة بالنفايات البترولية ومجموع البكتيريا (CFUs / g of تربة).

أنواع التربة	الشاهدة	الملوثة بالمخلفات البترولية (يضاف 50٪ إلى التربة)
الزيت الخام المستخرج (mg per g)	لا شيء	404
مستحلب الماء والنفايات (ملجم لكل جرام)	لا شيء	96
Ph	8.98	8.38
EC (dS cm^{-1})	57.1	63.1
النسيج	التربة طينية خصبة.	طمي رملي
اللون (Hue-value / chroma)	YR−7/67.5−أصفر محمر	Y-2.5 / 15 أسود
نترات – نيتروجين (mg/kg))	2.671	2.671
مجموع الفوسفور (mg/kg))	0.85	0.85
المواد العضوية (٪)	0.969	0.969
مجموع السكان البكتيريين (CFU / غرام من التربة)	2 × 106	285 × 104

وقد لوحظ في هذه الدراسة أن إضافة الأسمدة تزيد من معدل التحلل إلى 36٪ من إجمالي الهيدروكربونات البترولية في نهاية فترة الحضانة (الجدول 20).

كان مصدر النيتروجين الكافي متاحًا لتقوم الميكروبات بتحليل الهيدروكربونات البترولية في نهاية فترة الحضانة.

تظهر نتائج الدراسة الحالية أن AgNPs وحدها بتركيز mg/kg 1.5 لم تسرع من التدهور من إجمالي الهيدروكربونات البترولية. وبالتالي ، لم يلاحظ أي زيادة ملحوظة في عدد البكتيريا في مثل هذه التربة (الجدول 20). وجدوا أن AgNPs لا يبدو أنها تؤثر على قدرة الميكروبات لتحلل الزيت. أن العدد الإجمالي للبكتيريا كان أقل مع AgNPs مقارنة بالتربة الخالية من AgNPs. خلصت دراستهم إلى أن AgNPs تمنع العدد الإجمالي للبكتيريا في التربة الملوثة بالهيدروكربونات البترولية .

الجدولIII–20: الفرق في وحدات تشكيل المستعمرة (CFUs / g من التربة الجافة) بين نفايات البترول (T0) وغيرها من نفايات البترول المعالجة (T1 - T7) في 5 و 20 و 60 و 240 يومًا من الحضانة.

العلاجات		CFUs / غرام من التربة الجافة للفرن			
		أيام الحضانة			
		5	20	60	240
T0	النفايات البترولية فقط	2.3 ×104	2.4 × 104	2.9 × 104	3.1 × 104
T1	مخلفات بترولية + سماد	2.3 ×104	2.4 × 104	2.9 × 106	3.1 × 106
T2	المخلفات البترولية + جسيمات النانو	2.4 ×104	2.4 × 104	2.8 × 104	3.0 × 104
T3	النفايات البترولية + كونسورتيوم	2.3 ×104	2.6 × 106	2.9 × 106	3.1 × 106
T4	مخلفات بترولية + سماد + جسيمات نانو	2.3 ×104	2.6 × 106	2.9 × 106	3.1 × 106
T5	مخلفات بترولية + سماد + كونسورتيوم	2.3 ×104	2.6 × 106	3.2 × 106	3.1 × 106
T6	نفايات بترولية + جسيمات نانو + كونسورتيوم	2.3 ×104	2.6 × 106	2.9 × 106	3.1 × 106
T7	مخلفات بترولية + سماد + كونسورتيوم + جسيمات نانو	2.3 × 103	3.4 × 106	3.44 × 106	3.60 × 106

كما تظهر هذه الدراسة أن إضافة الأسمدة وحدها تسبب إختفاء أي منها الهيدروكربونات قصيرة السلسلة في فترة الحضانة (60–240 يومًا). نتروجين والفوسفور من العناصر الغذائية الأساسية اللازمة

للإمتصاص الميكروبي للهيدروكربونات. متطلبات النيتروجين والفوسفور في النفايات البترولية الملوثة تعتمد التربة على مدى التلوث ونوعه.

أظهرت نتائج الدراسة أن AgNPs ليس لها تأثير ضار على الاتحاد. الكونسورتيوم بالاشتراك مع AgNPs إزالة ما يقرب من 50 ٪ من إجمالي الهيدروكربونات في اليوم 20 من الحضانة .هذا يشير إلى أن الكونسورتيوم الذي تم إعداده في هذه الدراسة كان مناسبًا لمعالجة الهيدروكربونات البترولية في التربة الملوثة بالنفايات البترولية. هذا في ارتباط مع زيادة 100 ضعف في وحدات تشكيل المستعمرات.

III-3-5.الدراسة 5 [40]

الجدول III-21: تحليل الدراسة 5

العنوان	A porous biochar supported nanoscale zero-valent iron highly e_cient for the remediation of cadmium and lead contaminated soil.
المؤلف	Wei Qian
المجلة	Research Article
ملخص الدراسة	في هذه الدراسة تم استخدام ثلاثة معالجات لإزالة المعادن الثقيلة (الكادميوم (Cd) و الرصاص (Pb)) ومعالجة التربة هي : • BC الفحم الحيوي • nZVI النانو صفر التكافؤ للحديد • BC-nZVI فحم حيوي مسامي مدعوم بمقياس النانو صفر التكافؤ للحديد
المركبات النانوية المستخدمة	nZVI , BC , BC-nZVI
نوع الملوثات المستهدفة	الكادميوم (Cd) / الرصاص (Pb)
عمق أخذ عينة التربة	تم جمع على عمق 0-20 سم من تربة المزرعة.
طرق تطبيق المركبات النانوية ضد الملوثات	تجميد الكادميوم(Cd) بواسطة BC-nZVI هو الإمتصاص والترسيب ، بينما كان تثبيت الرصاص (Pb) هو الإمتزاز ، الإختزال والتساقط.
النتائج	BC-nZVI هو تعديل فعال لشل حركة الكادميوم والرصاص في التربة وتقليل التوافر البيولوجي المرتبط بهما مخاطر التعرض.

مناقشة النتائج :

تمت معالجة التربة بتجميد الكادميوم وتثبيت حركة الرصاص بواسطة ثلاث طرق BC، nZVI، BC-nZVI من أجل نزع هذه المعادن الثقيلة. كانت كفاءة تثبيت Cd أو Pb تعتمد بشكل كبير على التعديلات المختلفة ووقت رد الفعل. في غضون 16 ساعة زادت كفاءة تثبيت Cd أو Pb مع زيادة وقت التفاعل، بالنسبة لـ Cd، تم الحصول على ما يقرب من 34 ٪ من تثبيته باستخدام BC ، والذي قد يكون تعقيدًا للمجموعات الوظيفية المحتوية على الأكسجين فيBC . لوحظ زيادة طفيفة في تجميد الكادميوم من عملية nZVI وكانت 49.21 ٪ ، مما يشير إلى أن nZVI أظهر أفضل أداء على تجميد Cd منBC . في الواقع ، قد يكون أكسيد الحديد والهيدروكسيد يتم تشكيله على nZVI والتي كانت مواتية لشل حركة Cd . من الواضح و بالمقارنة مع BC و nZVI ، أظهرت BC-nZVI أعلى كفاءة تجميد Cd (86.49٪). لقد تبين بوضوح أنه تم الحصول بنجاح على أداء في تثبيت Cd بواسطة BC-nZVI.

لوحظ اتجاه مشابه في تجميد الرصاص ، تم الحصول على حوالي 30(و 44 و 80)٪ من تجميد الرصاص في عمليات BC و nZVI و BC-nZVI على التوالي ،أيضًا تم الحصول على أعلى كفاءة تجميد من قبل BC–nZVI .

الخلاصة العامة

الخلاصة العامة

يهدف هذا العمل إلى دراسة تطبيقات المركبات النانوية في البيئة (معالجة (الماء ،الهواء والتربة)) وذلك من أجل معرفة مدى تقدم تقنية النانو في التطبيقات البيئة. فمن خلال مجموعة من الأبحاث المدروسة تمكنا من معرفة أن مهارة الإنسان وقدرته على ابتكار مواد نانوية تؤدي إلى حماية البيئة من خلال المحاور التالية:

- ✓ **إنتاج مواد نانوية متقدمة:**

من خلال الدراسات السابقة ننكر البعض منها: جسيمات الفضة النانوية، جسيمات النحاس النانوية، الحديد الصفر التكافؤ، جزيئات Fe_2O_3 النانوية، الأنابيب النانوية الكربونية، جسيمات الزنك النانوية، نانو هيدروكسيباتيت، مركبات نانوية حيوية مهجنة لخيوط الفطريات.....الخ

- ✓ **تطوير وتحديث الطرق المستخدمة حاليا في إزالة الملوثات:**

وكانت من بين هذه الطرق: الإمتزاز (الفردي والتنافسي)، الإختزال، الترسيب ، الترشيح والإمتصاص، إستخلاص....الخ

- ✓ **تنظيف البيئة وتخليصها من تراكمات الملوثات البيئية:**

ومن أهم الملوثات المستهدفة من خلال هذه التطبيقات هي: الهيدروكربونات عطرية متعددة الحلقات ، الكروم، الرصاص والكادميوم، الهباء الجوي، المعادن الثقيلة ، المركبات العضوية المتطايرة في الهواء، النفايات البترولية.

ومما سبق يمكن استنتاج تطبيقات النانو البيئية:

1/ تقنية النانو ومعالجة المياه: يتم استخدامها في تحلية المياه بواسطة تصنيع ألياف النانو، يمكن للنانو تكنولوجي أن تستخدم في إزالة التلوث البيئي حيث يمكن للآلات المجهرية إزالة الكيماويات السامة من مياه الصرف.

ودخلت تكنولوجيا النانو في إنتاج عدد من المرشحات التي تستخدم في تنقية مياه الشرب الملوثة حيث تقوم بتصفية المياه من البكتيريا والعناصر الفلزية الثقيلة .عملية الترشيح الفائق من أشهر طرق الترشيح حيث تقوم بفصل العوالق التي تتراوح مقاييسها بين 2,5 نانومتر إلى 10 نانو مترات

2/ تقنية النانو واكتشاف تلوث الهواء: يتم ذالك باستخدام كواشف ذات حساسية عالية وتدعى بكواشف النانو وتستطيع اكتشاف أي تلوث في الهواء حتى لو كان بتراكيز ضئيلة.

3/ تقنية النانو والبيئة الزراعية (التربة): أظهرت الدراسات حول الموضوع أن استخدام المواد النانوية أدى إلى تحسين جودة البيئة الزراعية وساعدت على اكتشاف المواقع الملوثة ومعالجتها.

وأخيرا كحوصلة يمكن أن نوجه الجهود العلمية ومراكز الأبحاث لاستثمار مخرجات الأبحاث المتعلقة بالتكنولوجيا النانوية وتصميم مناهج دراسية عن تكنولوجيا النانو ومن ثم توسيع قاعدة استخدامها في المجال البيئي.

قائمة المراجع العربية

[2] رحاب فايز أحمد سيد،"تكنولوجيا النانو في مجال المعلومات والاتصالات:الفرص والتحديات"، مجلة علمية محكمة يصدرها الاتحاد العربي للمكتبات والمعلومات بالتعاون مع مكتبة الملك عبد العزيز العامة بالرياض، اعلم، العدد11، اكتوبر 2012 م .

[4] عبد الله احمد عبد الله،" تطبيقات تقنية النانو: تأثير تطبيقات تقنية النانو على المواد المستخدمة في الواجهات الخارجية للمباني"، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 2017.

[5] ميساء توفيق علوش، "التخليق الحيوي للجسيمات النانوية وتطبيقاتها في مجال مكافحة الآفات الزراعية: دارسة مرجعية" قسم الكيمياء الحيوية والأحياء الدقيقة، كلية الصيدلة، جامعة البعث، حمص سورية، البريد الإلكتروني2020 ، 280_267 -

[6] محمد بن عتيق الدوسري، "التقنية متناهية الصغر (النانو)"، الامن والحياة، العدد 307 ربيع الاول 1433، 358 .

[7] محمد شريف الاسكندراني، "تكنولوجيا النانو: من اجل غد افضل"، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 2010، 2010/006 .

[9] فؤاد نمر الرفاعي، " مفاهيم اساسية في تقنية النانو"، العراق –جامعة ذي قار– كلية العلوم، 2016.

[10] محمود محمد سليم صالح، "تقنية النانو وعصر علمي جديد"، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية KACST الرياض، 2015م ،1433/9007.

[11] نهى علوي ابو بكر الحبشي، "ماهي تقنية النانو؟ : مقدمة مختصرة بشكل دوروس مبسطة"، جدة 2011م ،1430/2707.

[12] عطاء حسن درويش و هاله حميد أبو عمر، " مستوى المعرفة بتطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلبة كليات التربية تخصص علوم في جامعات غزة واتجاهاتهم نحوها" مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية، حجم 26، رقم 1، 2018، 3152_2410.

[14] أشكال المواد النانونية، "معهد المالك عبد الله لتقنية النانو"،https://nano.ksu.edu.sa/ar/nanotech-shapes .

[15] احمد مدحت اسلام، "التلوث مشكلة العصر"سلسة كتب ثقافية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والادب، عالم المعرفة، 1990 ،152.

[16] هديل البكري ، "بحث عن علم البيئة "، 26 اكتوبر 2021 . https://mawdoo3.com ،13 أفريل2022.

[18] حسين السعدي ، "علم البيئة "، دار اليازوري،جويلية 2002.

[19] تلوث . https://ar.wikipedia.org ،13 أفريل 2022.

[20] محمد حسان عوض ، حسن احمد شحاته ،"البيئة .. ومشكلات التلوث "،الطبعة الاولى 2017 2016/25086.

[21] إياد شوقي البنا ، "مستوى الوعي بمخاطر التلوث البيئي لدى معلمي المرحلة الاساسية في قطاع غزة" ، مذكرة ماجستير ، قسم المناهج وطرق التدريس ، 2011 م –1432 هـ.

[22] علي عبد الفتاح ، "الاعلام البيئي "، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع ، 2019.

[23] محمد عبد الناصر الزرقة،" تلوث المياه في محافظتي الشمال والوسطى وتأثيراتها على صحة الإنسان" ،شهادة الماجستير،قسم الجغرافيا ، 2010.

[24] طارق ابراهيم الدسوقي عطية ، "النظام القانوني في حماية البيئة في ضوء التشريعات العربية والمقارنة " ،الإسكندرية ،دار الجامعة الجديدة للنشر ،2014.

[26] فاضل الجميلي ، سلوى هادي احمد ،" تلوث التربة والمياه " ، رقم الايداع في دار الكتب والوثائق ببغداد 677 سنة 2018 .

[27] فاضل احمد شهاب ،" فريد مجيد عيد" ، تلوث التربة ،دار اليازوري 2008.

[41] القانون رقم 03–10 المؤرخ في 19 جويلية 2003 يتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة ، ج ر 43 . والذي بموجب المادة 113 منه تم إلغاء أحكام القانون رقم 83–03 المؤرخ في 5 فيفري 1983 والمتعلق بحماية البيئة.

قائمة المراجع باللغة الاجنبية :

[1] 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.

[3] Merfat Rashad Ahmed Mohamed, Ayman Jaber Hassouna, "Green environmental applications of nanotechnology in the future ", Université Ain Shams, Arabie Saoudite, 19-20 novembre 2017

[8] "nanomatériaux, nanoparticules"santé et sécurité au travailùlk,inrs. www.inrs.fr/risques/nanomateriaux .2020.

[13] "nanotechnologies:Principles, Applications,Implications and Hands-on Activities A compendium for educators" 2013،24957.

[17] Abdala Karen M.A Dawagreh "Environnemental Pollution", 2019..

[25] mr abbas m," valorisation du noyau d'abricot dans la depolltion des eaux" , these de doctorat, universite m'hamed bougara boumerdes,2015.

[28] Sana Abbas, Saima Nasreen, Adeela Haroon, Muhammad Aqeel Ashraf, "Synhesis of Silver and Copper Nanoparticles from Plants and Application as Adsorbents for Naphthalene decontamination" , Saudi Journal of Biological Sciences , 30 September 2019 .

[29] Zeng-Hui Diao, Jian-Jun Du, Dan Jiang, Ling-Jun Kong, Wen-Yi Huo, Cui-Mei Liu, Qi-Hang Wu, Xiang-Rong Xu, "Insights into the simultaneous removal of Cr6+ and Pb2+ by a novel sewage sludge-derived biochar immobilized nanoscale zero valent iron: Coexistence effect and mechanism", Science of the Total Environment , 25 February 2018 .

[30]JunghoRyu, Dong-SooPark, Byung-DongHahn, Jong-JinChoi,Woon-Ha Yoon, Kun-Young Kim, Hui-Suk Yun," Photocatalytic TiO2 thin films by aerosol-deposition: From micron-sized particles to nano-grained thin film at room temperature" , Applied Catalysis B: Environmental , 25 August 2007 .

[31] Tanja Tuutijarvi, "Arsenate removal from water by adsorption with magnetic nanoparticles (γ-Fe_2O_3)", doctoral dissertations 37/2013 , 12 April 2012.

[32] Qianlan Wu, Shuzhen Dong, Lijun Wang and Xiaoyun Li, "Single and Competitive Adsorption Behaviors of Cu2+, Pb2+ and Zn2+ on the Biochar and Magnetic Biochar of Pomelo Peel in Aqueous Solution", Water 2021, 13,868. https://doi.org/10.3390/ w13060868 , 20 February 2021 .

[33] Gi Byoung Hwang, Kyoung Mi Sim, Gwi-Nam Bae, Jae Hee Jung," Synthesis of hybrid carbon nanotube structures coated with Sophora flavescens nanoparticles and their application to antimicrobial air filtration" , Journal of Aerosol Science , 11 August 2014 .

[34] Attarad Ali , Maohua Pan , Trevor B. Tilly , Muhammad Zia , Chang Yu Wu , "Performance of silver, zinc, and iron nanoparticles-doped cotton filters against airborne E. coli to minimize bioaerosol exposure", Air Quality, Atmosphere & Health , 9 May 2018 .

[35] Jun Cong Ge, Nag Jung Choi, "Fabrication of Functional Polyurethane/Rare Earth Nanocomposite Membranes by Electrospinning and Its VOCs Absorption Capacity from Air" , Division of Mechanical Design Engineering, Chonbuk National University , 30 December 2016 .

[36] Zhihui Yang , Lifen Liang , Weichun Yang , Wei Shi , Yunping Tong , Liyuan Chai , Shikang Gao , Qi Liao , "Simultaneous immobilization of cadmium and lead in contaminated soils by hybrid bio nanocomposites of fungal hyphae and nano-hydroxyapatites", Article in Environmental Science and Pollution Research, 10 O ctober 2017 .

[37] Runyuan Zhang, Nuanqin Zhang and Zhanqiang Fang," In situ remediation of hexavalent chromium contaminated soil by CMC-stabilized nanoscale zero-valent iron composited with biochar", Water science and technology 77/6 2018 , 2018 .

[38] Ali Daryabeigi Zand, Alireza Mikaeili Tabrizi, Azar Vaezi Heir.," Co-application of biochar and titanium dioxide nanoparticles to promote remediation of antimony from soil by Sorghum bicolor: metal uptake and plant response", Heliyon , 26 May 2020 .

[39] Shehla Sattar, Samina Siddiqui, Asim Shahzad, Asghari Bano, Muhammad Naeem, Rahib Hussain, Naeem Khan , Basit Latief Jan and Humaira Yasmin, "Comparative Analysis of Microbial Consortiums and Nanoparticles for Rehabilitating Petroleum Waste Contaminated Soils" , Molecules , 16 December 2021 .

[40] Wei Qian , "A porous biochar supported nanoscale zero-valent iron highly e_cient for the remediation of cadmium and lead contaminated soil" , Research Articl , 16 March 2021

[42] How to improve air quality?", www.solarimpulse.com, Retrieved 31-3-2020. Edited.

[43]"New solutions to air pollution challenges in the UK", www.imperial.ac.uk, Retrieved1-4-2020.Edited.

الملخص :

يهدف هذا العمل إلى المساهمة في دراسة تطبيقات النانو في البيئة وذلك لتعزيز الإستدامة البيئية من خلال إبراز مهارات الانسان في ابتكار مواد نانوية تؤدي إلى حماية البيئة من خلال محاور أساسية :

- ✓ إنتاج مواد نانوية متقدمة وفعالة.
- ✓ تطوير وتحديث الطرق المستخدمة في إزالة الملوثات.
- ✓ تنظيف البيئة من تراكمات الملوثات البيئية.

الكلمات المفتاحية: تقنية النانو – تطبيقات النانو – المعالجة البيئية.

This work aims to contribute to the study of nano-applications in the environment in order to enhance environmental sustainability by highlighting human skills in creating nanomaterials that protect the environment through basic axes:

- ✓ Production of advanced and efficient nanomaterials.
- ✓ Developing and updating the methods used to remove pollutants.
- ✓ Clean the environment from the accumulation of environmental pollutants.

Keywords: nanotechnology - nano applications - environmental treatment.

Ce travail vise à contribuer à l'étude des nano-applications dans l'environnement afin d'améliorer la durabilité environnementale en mettant en évidence les compétences humaines dans la création de nanomatériaux qui protègent l'environnement à travers des axes fondamentaux :

- ✓ Production de nanomatériaux avancés et efficaces.
- ✓ Développer et mettre à jour les méthodes utilisées pour éliminer les polluants.
- ✓ Nettoyer l'environnement de l'accumulation de polluants environnementaux.

Mots clés : nanotechnologies - nano applications - traitement environnemental.