جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل / كلية التربيه للعلوم الصرفة

المواد النانوية وتطبيقاتها في تنقية المياه

مشروع بحث مقدم إلى رئاسة كلية التربية للعلوم الصرفة قسم الفيزياء

كجزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس

من قبل الطالب

حسين علي حسين

بإشراف

د. احمد هاشم

1445هـ **2024م**

بسم الله الرحمن الرحيم

{قَالُوا سُبْحَانَكَ لا عِلْمَ لَنَا إِلاَّ مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ}

صدق الله العلي العظيم

(سورة البقرة: آية ٢٣)

الاهداء

الى .....منارة العلم النبي المصطفى ..... سِدنا محمد (ص)

الى.....من احمل اسمه بكل فخز ..... والدي العزُيز

الى.....ٌنبع الصبز والتفاؤل والامل ..... والدتي الغالِية

الى..... سندي ..... اخوتي واصدقائي

الى ..... الذُين مهدو لنا الطرق ..... اساتذتي الافاضل

شكر و عرفان

الحمد لله المحمود لنعمته والصلاة والسلام على الحجج الطاهرة، والدرر الفاخرة ،محمد (ص) .أقدم وافر الشكر والعرفان إلى أستاذي المشرف لاقتراحه موضوع البحث ولمتابعتي المستمرة طيلة مدة البحث و يسعني الى أن أدعو له بالتوفيق

الشكر الجزيل والقدر الرفيع إلى رئاسة قسم الفيزياء وخالص الشكر لاساتذتي والعاملين فيه لما أبدوه من مساعدة وعون وملاحظات قيمة لانجاز هذا البحث

ختاما الشكر والامتنان موصول إلى من ساعدني بالنصح ، والتوجيه، والدعاء ؛ وأخص بالذكر أصدقائي وزملائي في الدراسة فجزآهم الله عني خير الجزاء و التوفيق.

محتويات البحث

الموضوع	الصفحة
الفصل الاول	٦-١٨
المقدمة	٧-٨
تصنيع المواد النانوية	٩-١٢
خواص المواد النانوية	١٣
سبب اختلاف خواص الجسيمات النانوية	١٤-١٧
اهداف البحث	١٨
الفصل الثاني	١٩-٢٨
تطبيقات النانو تكنولوجي في الطب	١٩-٢١
تطبيقات النانو تكنولوجي في الصناعة	٢٢-٢٤
تطبيقات النانو تكنولوجي في المستقبل	٢٤
كيف تستخدم المواد النانوية في تنقيه المياه	٢٥-٢٨
الفصل الثالث	٢٩-٣٣
الملخص	٣٠-٣٣
المصادر	٣٤-٣٥

الفصل الأول

١-١ المقدمة :

النانومتر هو جزء من المليون من المليمتر. غالبا ما يشار إلى المواد المصممة على هذا النطاق الصغير على أنها مواد نانوية هندسية والتي يمكن أن تأخذ خصائص بصرية ومغناطيسية وكهربائية وغيرها من الخصائص الفريدة. توجد الجسيمات النانوية في الطبيعة ويمكن إنشاؤها من مجموعة متنوعة من المنتجات ، مثل الكربون أو المعادن مثل الفضة .ولها تطبيقات متعددة في مختلف المجالات وخاصة التنقية البيئية وفي مجال معالجة مياه الصرف الصحي خاصة.

وان تزايد تلوث المياه بمعدل ينذر بالخطر بشكل رئيسي من النفايات الناتجة عن أنشطة الانسان بما في ذلك النفايات المنزلية والصناعية والزراعية وتصريفها مباشرة الى المسطحات المائية .و بسبب انتشار مجموعة ضخمة من الملوثات ، تواجد الموارد المائية تهديد خطير على الرغم من استراتيجيات الادارة المستدامة للمياه في جميع أنحاء العالم.

لذلك يجب استكشاف تقنيات متقدمة بديلة لمعالجة مياه الصرف الصحي والتأكد من أن ذلك مناسب للبيئة ومنها استخدام المواد النانوية الطبيعية التي تؤثر على البيئة. من المعروف ان الظروف المحلية تختلف من منطقة الى اخرى لكن هناك عوامل مشتركة لمعالجة مياه الصرف الصحي مثل إزالة الملوثات الرئيسية من المواد الصلبة العالقة والمتطلب الحيوي على الاكسجين (BOD) والمغذيات العضوية وغير العضوية والبكتيريا القولونية وهي الهدف الرئيسي لتنقية مياه الصرف. ومع ذلك في حين توفر المواد النانوية المصممة هندسيا فوائد عظيمة فإننا لا نعرف سوى القليل جدا عن التأثيرات المحتملة على صحة الانسان والبيئة. حتى المواد المعروفة مثل الفضة على سبيل المثال قد تشكل خطرا عند تصميمها على حجم النانو. وفي هذا البحث سيتم التركيز على تقنية تصنيع النانو مواد طبيعية في مجال البيئة وخاصة التطبيقات المتعلقة بتنقية مياه الصرف الصحي(١)

تشير الإحصائيات إلى أن نحو عُشر سكان العالم (٧٨٠ مليون شخص)، لا يحصلون على مياه شرب نظيفة. ويحصد الماء الملوث بالبكتيريا و الفيروسات و الرصاص و الزرنيخ الملايين من الأرواح كل عام. ومن أجل ذلك طور الباحثون في معهد التكنولوجيا الهندي بمدراس نوعاً جديداً من الأنظمة المحمولة لتنقية المياه المعتمدة على نظم الترشيح النانوية للجسيمات متناهية الصغر. وقام العلماء بهذا العمل كمساعدة للوصول إلى الأهداف الإنمائية للألفية التي أعلنت عنها الأمم المتحدة عن طريق مضاعفة عدد الأشخاص الذين يمكنهم الحصول على مياه الشرب المأمونة باستمرار بحلول عام ٢٠١٥م.

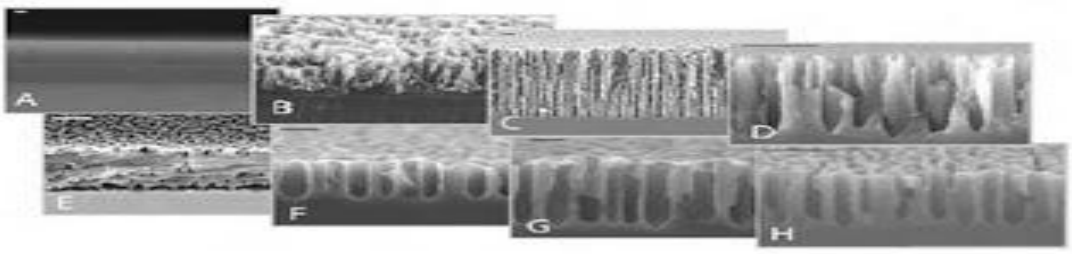
ابتكرت المجموعة البحثية من العلماء الهنود نظاماً محمولاً لتنقية المياه يرشح ١٠ لترات من المياه النظيفة في الساعة. ويزيل المرشح (الفلتر) النانوى الموجود في الجهاز الجزيئات متناهية الصغر من المعادن الثقيلة كما يزيل جميع الملوثات و المخاطر البيولوجية الناجمة عن الطحالب و الفطريات و البكتريا و الفيروسات وغيرها. قاد هذا الفريق براديب ثالابيل من المعهد الهندي للتكنولوجيا بمدراس، وكان من أهم أهداف هذا العمل هو تطوير نظام يستخدم التقنية النانوية لتنقية المياه و توفير مياه صالحة للشرب حتى لأفقر المجتمعات المحلية في الهند وغيرها من البلدان الأخرى التي تشاركها محنة تلوث المياه. (٢)

١-٢ تصنيع المواد النانوية :

١-٢-١ أولا : طريقة (top-down)

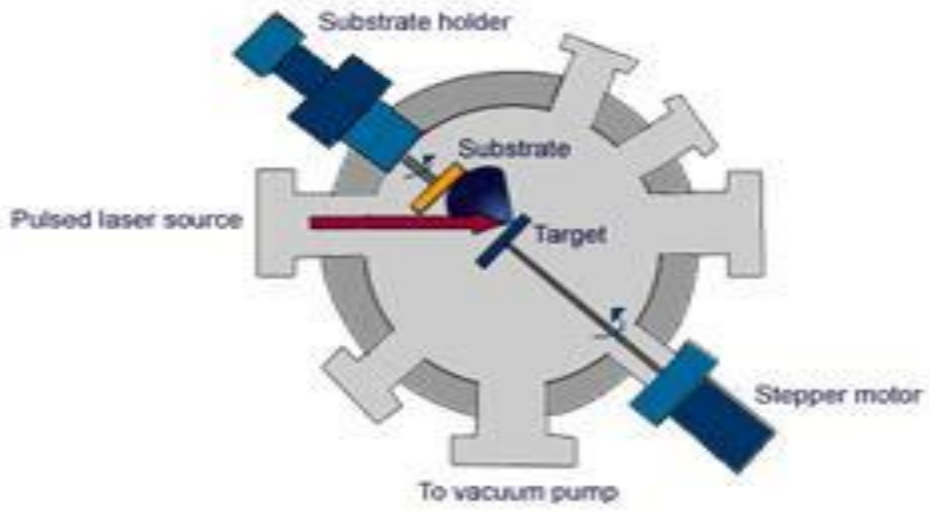
١ -طريقة الطحن milling: وهى طريقة ميكانيكية تنتج مواد نانوية على شكل مسحوق (بودر) حيث يتم وضع المادة تحت طاقة عالية جدا وطحنها عن طريق كرات مصنوعة من الفولاذ تتحرك إما بشكل كوكبي أو إهتزازي أو رأسي كما في الشكل التالي

٢ - **طريقة الحك أو الحفر (etching)** : وهذه الطريقة استخدمها البروفيسور منير نايفة لإنتاج جزيئات السيليكون النانوية وتكون إما بطرق كيميائية أو بطرق إلكتروكيميائية فالطريقة الكيميائية يتم أخذ شرائح سيليكون ذات سمك نحيف جدا ووضعها في مواد كيميائية مثل HF (ومواد أخرى) الذي يقوم بحك شرائح السيليكون ثم تخرج جزيئات السيليكون فتكون على السطح ثم توضع هذه الشرائح في أي محلول تريد مثل التيترا هيدروفوران أو الميثانول أو ..... بعد وضعها في المحلول الذي تريده تقوم بوضعها في جهاز الموجات فوق الصوتية لكي تسقط جزيئات السيليكون في المحلول وتتعلق في المحلول(٣)

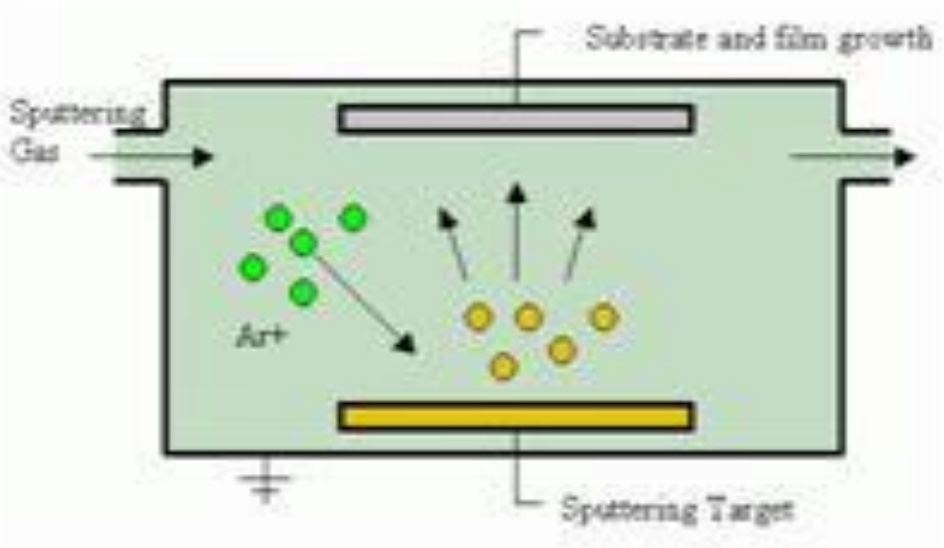


٣ – **الطريقة الإلكتروكيميائية :** حيث يتم وضع شريحة السيليكون في القطب الموجب وشريحة بوليكاربونات في القطب السالب وتعريضها لتيار كهربائي ويكون هذا بعد وضعها في محلول كيميائي مكون من مواد كيميائية تساعد على الحك الذي بدورة يخرج جزيئات السيليكون النانوية كما في الشكل التالي

٤ – **طريقة الاستئصال الليزري :** يتم استخدام ليزر نبضي ذو طاقة عالية مركز على هدف صلب وموضوع في غرفة مفرغة من الهواء فيتفاعل شعاع الليزر مع الهدف فتتطاير الجزيئات مكونة بلازما وتترسب على القاعدة وتتكون أفلام رقيقة كما في الشكل التالي



٥ – **طريقة التنفيل (Sputtering) :** وتستخدم في صنع الأفلام الرقيقة حيث توضع المادة تحت ضغط منخفض جدا مفرغ من الهواء وبقاعدة باردة معرضة لمجال مغناطيسي كل هذه العوامل تؤدي إلى ان الجزيئات تنتزع من المادة (أو تنفل) لتترسب في القاعدة لتكون فيلم رقيق ولا بد من وضع غاز لكي يمنع التكتلات وهذا الشكل يوضح ذلك(٤)



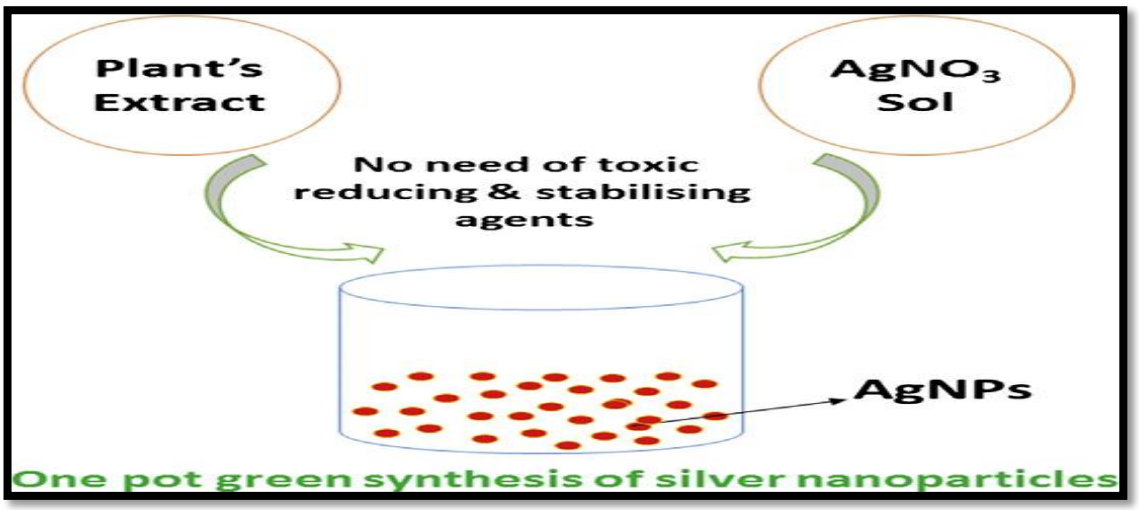
١-٢-٢ ثانيا : طريقة (Bottom-up)

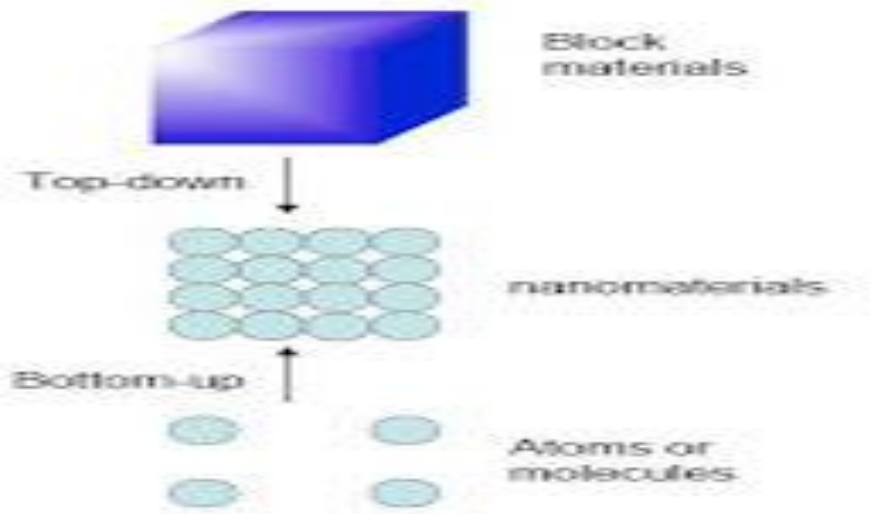
الطرق المستخدمة لذلك :

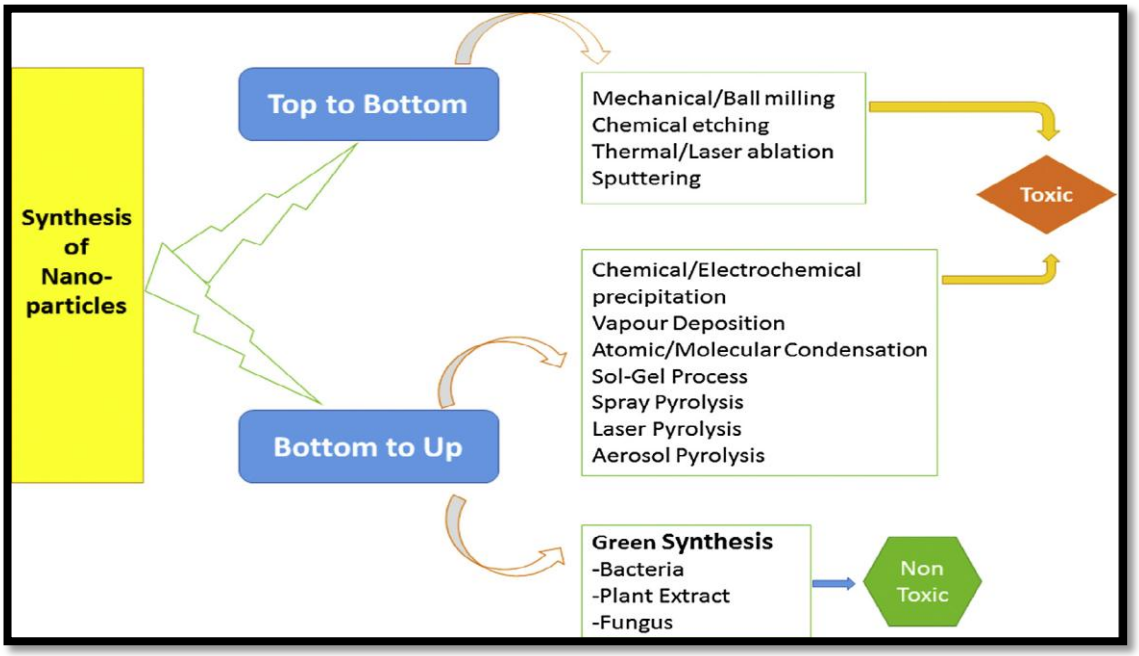
١ – طريقة السول – جل (sol-gel) وهى تمر بطورين طور السائل (sol) ثم بعد فترة تتبخر المادة لتتحول إلى طور الجل (gel) ولذلك سميت هذه الطريقة طريقه السول – جل

٢ – طريقة Aerosol وهذه نفس طريقة السول جل إلا أنها تبدأ بطور الغاز وتنتهي بطور السائل .

٣ – طريقه (CVD) أختصارا الي Chemical vapour deposition (٥)




Block materials
Top-down
nanomaterials
Bottom-up
Atoms or molecules


Synthesis of Nano-particles
Top to Bottom
Bottom to Up
Mechanical/Ball milling
Chemical etching
Thermal/Laser ablation
Sputtering
Toxic
Chemical/Electrochemical precipitation
Vapour Deposition
Atomic/Molecular Condensation
Sol-Gel Process
Spray Pyrolysis
Laser Pyrolysis
Aerosol Pyrolysis
Green Synthesis
-Bacteria
-Plant Extract
-Fungus
Non Toxic

١-٣ خواص المواد النانوية : يمكن القول أن المواد النانوية هي تلك الفئة المتميزة من المواد المتقدمة التي يمكن إنتاجها بحيث تتراوح مقاييس أبعادها أو أبعاد حبيباتها الداخلية بين ١ نانومتر و ١٠٠ نانومتر وقد أدى صغر هذه المواد أن تختلف صفاتها عن المواد الاكبر حجما أكبر من ١٠٠ نانومتر وتعد هذه المواد هي مواد البناء للقرن الحادي والعشرين وركن مهم من أركان تكنولوجيات هذا القرن. وتتنوع المواد النانوية من حيث المصدر وتختلف باختلاف نسبها كأن تكون موادّ عضوية أو غير عضوية مصنعة (مخلقة) او طبيعية

خواص المواد النانوية:

١-الخواص الميكانيكية: ترتفع قيم الصلابة للمواد الفلزية وسبائكها وكذلك تزيد مقاومتها لمواجهة إجهادات الاحمال المختلفة الواقعة عليها وذلك من خلال تصغير مقاييس حبيبات المادة والتحكم في ترتيب ذراتها، فمثالً إذا قمنا بتصغير حبيبات المواد السيراميكية إلى إكسابها المزيد من المتانة وهي صفة ال توجد في مواد السيراميك العادية

٢-درجة الانصهار: تتأثر قيم درجات حرارة انصهار المادة بتصغير أبعاد مقاييس حبيباتها فمثالً درجة انصهار الذهب هي ١٠٦٤ درجة مئوية واذا قمنا بإنقاص أقطار حبيبات الذهب، فإن درجة الانصهار تنقص حوالي ٥٠٠ درجة مئوية.

٣-الخواص المغناطيسية :تعتمد قوة المغناطيس اعتمادا كلياً على مقياس أبعاد حبيبات المادة المصنوع منها المغناطيس، وكلما صغر حجم الجسيمات النانوية وتزايدت مساحة أسطحها الخارجية ووجود الذرات على تلك الاسطح كلما زادت قوة المغناطيس وشدته.

٤-الخواص الكهربائية: إن صغر أحجام حبيبات المواد النانوية يؤثر إيجاباً على خواصها الكهربائية حيث تزداد قدرة المواد على توصيل التيار الكهربائي، حيث تستخدم المواد النانوية في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الالكترونية في الاجهزة الحديثة وهي ذات مواصفات تقنية عالية

٥-الخواص الكيميائية: إذا كانت الجسيمات النانوية متجانسة وبنفس الحجم فإن تفاعلها يزداد(٦).

١-٤ سبب اختلاف خواص الجسيمات النانوية :

١-حجم الجسيمات: إن خصائص المواد كالتوصيل واللون لا تتغير بتغير الحجم إلا عندما يصل حجمها إلى مقياس النانومتر فإن خصائصها تتغير مثالً السليكون بالحجم الطبيعي يعتبر مادة معتمة لا تشع، أما عندما يكون بحجم ١ نانومتر يشع بالأزرق وعندما يكون بحجم ٣ نانومتر يشع باللون الاحمر .

٢-شكل الجسيمات : تعتمد خصائص الجسيم النانوي على الشكل الذي يكون كروياً أو أنبوبياً أو سداسياً أو غيرها من الاشكال .

٣-تركيب الجسيمات : أي ما نوع الذات أو الجزيئات التي يتركب منها الجسيم النانوي وما عددها .

٤-درجة التجمع : بعض الجسيمات النانوية تكون الجزيئات أو الذرات فيها متباعدة والبعض الاخر تكون جزيئاتها أو ذراتها متكتلة ملاصقة لبعضها البعض واختلاف درجة تجمع الجزيئات من جسيم لاخر يسبب تغير الخصائص .

٥-التوزيع : قد يكون توزيع الجزيئات أو الذرات داخل الجسيم منتظماً أو غير منتظم وقد يكون مستقرا او غير مستقرا فمثلا جزيئات السيلكون متوزعة بانتظام في المحلول فيشع المحلول كلهً لكن بعد تركها لعدة أيام يصبح توزيعها غير منتظم وتنزل للقاع فلا يعد المحلول يشع بالكامل

٦-الحصر الكمي: فبعض المواد تكون محصورة ببعدين فتكون حركة الالكترونات باتجاه واحد , وبعد المواد تكون محصورة في بعد واحد فتكون حركة الالكترونات في اتجاهين.(٧)

١-٥ أصناف المواد النانوية :

تتخذ المواد النانوية أصنافا عدة ، لكل منها تركيب وخصائص ومقياس لقطرها وطولها ، ولكل منها استخدامات مميزة أيضا ، ويمكن تصنيف المواد النانوية الى(٨):

١.النقاط الكمية : هي عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الابعاد يتراوح بعدة بين ٢ و١٠ نانومتر، وهذا يقابل ١٠ –٥٠ ذرة في القطر الواحد، و ١٠٠ –١٠٠٠٠٠ ذرة في حجم النقطة الكمية الواحدة .وعندما يكون قطر النقطة الكمية يساوي ١٠ نانومتر فإنه إذا رصفنا ٣ ملايين نقطة كمية بجانب بعضها البعض نحصل على طول يساوي عرض إصبع إبهام الانسان

٢. الفولورين: تركيب نانوي غريب آخر للكربون وهو عبارة عن جزيء مكون من ٦٠ ذرة كربون ويرمز لها بالرمز, C60 وقد اكتشف عام ١٩٨٥ .إن جزيء الفولورين كروي يشبه كرة القدم

المنقطة كما في الشكل أدناه. وهو يحضر منذ اكتشافه وحتى الان بكميات تجارية، وقد سمي بالفولورين نسبة للمخترع والمهندس المعماري "بكمنستر فولر" وقد نشأ فرع كيمياء جديد يسمى الفولورين حيث عرف أكثر من ٩٠٠٠ مركب فولورين منذ عام ١٩٩٧ وظهرت تطبيقات مختلفة لكل من هذه المركبات ومنها المركباتK3C60 و RbCs2C60 التي ابدت توصيلية فائقة، كما اكتشفت أشكال أخرى منها كالفولورين المخروطي والانبوبي والكروي.

٣ .الكرات النانوية : من أهمها كرات الكربون النانوية التي تنتمي إلى فئة الفولورينات من مادة C60ولكنها تختلف بالتركيب حيث أنها متعددة القشرة، كما أنها خاوية المركز. والكرات النانوية لا يوجد عنها قليلاً على سطحها فجوات وبسبب أنا تركيبها يشبه البصل فقد سماها العلماء (البصل) وقد يصل قطر الكرة الواحدة إلى٥٠٠ نانومتر أو أكثر.

٤.الجسيمات النانوية :على الرغم من أن كلمة الجسيمات النانوية(حديثة الاستخدام) إلا ان هذه الجسيمات كانت موجودة في المواد المصنعة أو الطبيعية منذ قديم الزمان .ويمكن 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 ١٠٠ نانومتر .عندما يصل حجم الجسيم النانوي إلى مقياس النانو في بعد واحد فإنها تسمى البئر الكمي (Quantum well) اما عندما يكون حجمها النانوي في بعدين فتسمى السلك الكمي (Quantum wire) وعندما يكون ب ٣ أبعاد تسمى النقط الكمية

(Quantum dots) ولابد هنا من الاشارة إلى أن التغيير في الابعاد النانوية في التركيبات الثالثة السالفة الذكر سوف يؤثر على الخصائص الالكترونية لها، مما يؤدي إلى حدوث تغيير كبير في الخصائص الضوئية للتركيبات النانوية .لقد أمكن حديثاً تصنيع جسيمات نانوية من الفلزات والعوازل وأشباه الموصلات والتركيبات المهجنة (مثل الجسيمات النانوية المغلفة) وكذلك تصنيع نماذج لجسيمات نانوية ذات طبيعة شبة صلبة وتعتبر جسيمات النحاس النانوية (أقل من ٥٠ نانومتر) ذات صلابة عالية وغير قابلة للطرق والسحب على عكس جسيمات النحاس العادية حيث يمكن ثنيها وطرقها وسحبها (٨)

٥.الانابيب النانوية : هي عبارة عن شرائح تطوى بشكل اسطواني، وغالباً تكون نهاية الانبوب مفتوحة والاخرى مغلقة بشكل نصف دائرة. تصنع من مواد عضوية (كربون) أو مواد غير عضوية (أكاسيد الفلزات كأسيد الفناديوم والمنجنيز) تتمتع هذه الانابيب بالقوة والصلابة والناقلية الكهربائية، ولكن أكاسيد الفلزات تكون أثقل وأضعف من أنابيب الكربون .ويتراوح قطر الانبوب النانوي بين ١ نانومتر و ١٠٠ نانومتر وطولها يبلغ ١٠٠ ميكرومتر ليشكل سلك نانوي

للانابيب النانوية عدة أشكال، فقد تكون مستقيمة، لولبية، متعرجة، خيزرانية، أو مخروطية وغير ذلك

٦. الالياف النانوية: لاقت هذه المواد اهتماماً كبيرا لاهميتها الصناعية. وتتخذ عدة أشكال كالالياف السداسية والحلزونية والالياف الشبيهة بحبة القمح تتميز الالياف النانوية بأن مساحة سطحها إلى حجمها كبيرة حيث أن عدد ذرات السطح كبيرة بالنسبة للعدد الكلي، وهذا ما يكسبها خواص ميكانيكية مميزة كالصلابة وقوة الشد وغيرها، ولكنها تعاني من صعوبة التحكم باستمراريتها واستقامتها وتراصفها .تستخدم هذه الالياف في الطب وزراعة الاعضاء كالمفاصل والتئام الجروح ونقل الادوية في الجسم، كما تستخدم في المجالات العسكرية كالتقليل من مقاومة الهواء.(٩)

٧.المركبات النانوية (Nanocomposites:) هي عبارة عن مواد يضاف إليها جسيمات نانوية خلال تصنيع تلك المواد، ونتيجة لذلك فإن المادة النانوية تبدي تحسناً كبيرا في خصائصها فعلى سبيل المثال يؤدي إضافة أنابيب الكربون النانوية إلى تغيير خصائص التوصيلية الكهربية والحرارية للمادة. وقد يؤدي إضافة أنواع أخرى من الجسيمات النانوية إلى تحسين الخصائص الضوئية وخصائص العزل الكهربائي وكذلك الخصائص الميكانيكية مثل الصلابة والقوة. يجب أن تكون النسبة المئوية الحجمية النانوية المضافة منخفضة جدا (في حدود ٠.٥% إلى ٥%)وذلك بسبب أن النسبة بين المساحة السطحية إلى الحجم للجسيمات النانوية تكون عالية (٩).

٨.الاسلاك النانوية : هي أسلاك نانوية قد يقل قطرها عن نانومتر واحد وبأطوال مختلفة، أي نسبة طول إلى عرض تزيد عن ١٠٠٠ مرة، لذا فهي تلحق بالمواد ذات البعد الواحد وهي تتفوق على الاسلاك العادية التقليدية لان الالكترونات فيها تكون محصورة كمياً باتجاه جانبي واحد مما يجعلها تحتل مستويات طاقة محددة تختلف عن تلك المستويات العريضة الموجودة في المادة المحسوسة .وهذه الاسلاك غير موجودة في الطبيعة بل تحضر في المختبر بطرق عديدة منها الكحت 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.للاسلاك النانوية العديد من الاستخدامات المستقبلية كربط مكونات الكترونية داخل دائرة صغيرة وبناء الدوائر الالكترونية المنطقية وقد تستخدم مستقبلا لتصنيع الكمبيوتر الرقمي (١٠) .

أهداف البحث:

١-التعرف على تقنية النانو

٢-التعرف على خواص المواد النانوية

٣-التعرف على أشكال المواد النانوية .

٤-التعرف على تطبيقات النانو تكنولوجي في الوقت الحاضر والاستفادة من خواصها في تطبيقات مستقبلية مميزة.

٥-التعرف على كيفية استخدام المواد النانوية في تنقية المياة

الفصل الثاني

٢-١ تطبيقات المواد النانوية

٢-١-١ تطبيقات النانو تكنولوجي في الطب

ساهم تطور تقنية النانو على تغيير القواعد الطبية المتبعة في منع الامراض وتشخيصها وعلاجها وأصبحنا نعيش عصر التقنية الطبية النانوية، فمثالً تقدم تقنية النانو طرقاً جديدة لحاملات الدواء داخل الجسم (حاملات نانوية ذات أحجام تصل لمقياس النانو) تكون قادرة على استهداف خلايا مختلفة في الجسم. ويمكن بواسطة هذه التقنية تصوير خلايا الجسم بسهولة كما لو أننا نأخذ لها صور عادية، كذلك يمكن التحكم بتلك الخلايا وتشكيلها بأشكال مختلفة .إضافة إلى استخدام الليبوزوم النانوية المصنعة كأنظمة توصيل للعقارات المضادة للسرطان واللقاحات، كما تستخدم جسيمات الذهب النانوية في أجهزة الاختبار المنزلي للكشف عن الحمل(١١).

الكشف عن الامراض: إن الاسلاك النانوية تستخدم كمجسات حيوية نانوية وذلك لحساسيتها العالية وحجمها الصغيرجدا حيث يتم طلاء هذه الاسلاك بأجسام مضادة مصنعة بحيث أنها تلتصق فقط بالجسيمات الحيوية(DNA) أو البروتينات، أو الجسيمات البيولوجية الاخرى في الجسم، ولا تلتصق بغيرها من الجزيئات، وعندما ترتبط هذه البروتينات أو غيرها بالاسلاك النانوية المطلية فسوف تتغير توصيليتها،وبذلك يمكن استخدام هذا المجس الحيوي النانوي في اكتشاف عدد كبير من الامراض في مراحلها الاولية، وذلك بإدخال أعداد كبيرة من الاسلاك النانوية داخل الجسم يتم طلائها بأجسام مضادة مختلفة، تمثل مجسات مختلفة(١١)

في علاج السرطان:تستخدم الاغلفة النانوية المطلية بالذهب لتدمير الخلايا السرطانية، ويبلغ طول هذه الاغلفة النانوية حوالي ١٢٠ نانومتر وهي أصغر من حجم خلية السرطان حوالي 170مرة، وعندما تحقن هذه الاغلفة النانوية داخل الجسم فإنها تلتصق تلقائياً بالخلايا

السرطانية، ومن ثم يتم تعريض تلك الخلايا لاشعة ليزر تحت الحمراء فتعمل بدورها على تسخين الذهب ورفع درجة حرارته مما يؤدي إلى احتراق تلك الخلايا وموتها. وتمتاز هذه الطريقة بالدقة والموضوعية نظرا لصغر الاغلفة النانوية بالنسبة للخلايا وتركزها بالخلايا المريضة فقط مما يجعل الخلايا السليمة بعيدة عن الخطر وعن الاثار الجانبية لتلك الطريقة (١٢).

في مجال الادوية والعقاقير: أدخل حاليا مصطلح جديد إلى علم الطب هو النانو بيوتك وهو البديل الجديد للمضادات الحيوية. ففي جامعة (هانج بانج) في سيؤول استطاع الباحثون إدخال نانو الفضة إلى المضادات الحيوية، ومن المعروف أن الفضة قادرة على قتل ٦٥٠ جرثومة ميكروبية دون أن تؤذى جسم الانسان .وهذه التقنية سوف تحل الكثير من مشاكل البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية التي أحدثت طفرات تحول تأثير المضاد الحيوي على هذه البكتيريا. حيث يقوم النانو بيوتك بثقب الجدار الخلوي البكتيري أو الخلايا المصابة بالفيروس مما يسمح للماء بالدخول إلى داخل الخلايا فتقتل (١٣).

في مجال العمليات الجراحية:قامت شركة (كورفس) بصناعة روبوت صغير بحجم النانومتر يستخدم كمساعد للاطباء في العمليات الجراحية الحرجة والخطرة، حيث يستطيع الطبيب التحكم في الروبوت بواسطة جهاز خاص مما يساعد في إنجاز العملية بكفاءة عالية وبدقة متناهية ,وبالطبع فهي أفضل من الطرق التقليدية للعمليات الجراحية وأقل خطًرا ، فهنا يستخدم الطبيب عصاة تحكم تمكنه من التحكم بذراع الروبوت الذي يحمل الاجهزة الدقيقة وكاميرا مصغرة و ذلك ليحول التحركات الكبيرة إلى تحركات صغيرة وهذا يتيح مزيدا من الدقة الجراحية .وذكرت صحيفة نانو ليترز أنه تم تصنيع نسيج طبي شفاف من البروتين ال يزيد سمكه عن عشر المليمتر يستخدم لتغطية الجروح وتعقيمها وتسريع التئامها ثم يذوب ويختفي بنفسه.(١٣)

٢-١-٢ تطبيقات النانو تكنولوجي في مجال الصناعة (١٤)

١-صناعة الطائرات والسيارات: تقدم تقنية النانو الكثير لتحسين الصناعة في هذا المجال، فهي تدخل على سبيل المثال في صناعة الابواب والمقاعد والدعامات، ومن أهم مميزات القطع المحسنة أنها صلبة وذات مرونة عالية بالاضافة إلى أنها تتميز بخفة الوزن. وبالنسبة للقطع المحسنة المستخدمة في صناعة الاجزاء الداخلية أنها تقلل من استهلاك الوقود. كما أنها ستساعد في صنع محركات نفاثة تتميز بهدوئها وأدائها العال

٢-صناعة الزجاج: تدخل تقنية النانو في تحسين الزجاج بشكل عام وتحسين زجاج النوافذ بشكل خاص حيث يصبح عالي الشفافية وذلك باستخدام نوع معين من جسيمات النانو في صناعة من الزجاج يعرف ب "الزجاج النشط"، حيث أن هذه الجسيمات تتفاعل مع الاشعة فوق البنفسجية فتهتز مما يزيل الرواسب والاوساخ والغبار الملتصق بالسيارات كما أنها تتميز بأنها تشكل سطحاً قابلا نظيف للماء مما يجعل تنظيفها أمراً سهلا لدرجة أنه أطلق عليه اسم "زجاج التنضيف الذاتي."

٣-صناعة النظارات الشمسية: قامت شركة sunglasses للنظارات الشمسية بتصنيع طلاء بلاستيكي مقاوم للخدش والانعكاس وأنتجت نظارات النانو ذات الخصائص المميزة، كما أنها تعتبر مقبولة السعر نظرً لصغر الكمية المطلوبة من جسيمات النانو في تصنيعها.

٤-صناعة المنتجات الرياضية: تستخدم تقنية النانو في هذا المجال بشكل عام لهدفين، أولا لتقوية الادوات الرياضية، وثانياً لاكسابها المرونة والخفة، حيث أن بعض جسيمات النانو أقوى 100مرة من المعدن الصلب وأخف منه ب ٦ مرات. ومن هذه المنتجات التي تم تحسينها : مضارب الهوكي، مضارب البيسبول، مضارب وكرات التنس، كرات الغولف.

٥-صناعة الدهانات والاصبغة: حيث تتميز هذه الدهانات بأن لها القدرة على مقاومة الخدش والتآكل والتفتت مما يجعلها مناسبة لطلاء السفن والمراكب

٦-التطبيقات الصحية: أهمها سوائل النانو المضادة للبكتيريا والمكروبات المسؤولة عن الكثير من الامراض. وتتميز هذه المطهرات بعدم تأثيرها على الاسطح فهي لا تسبب التآكل ولا الصدأ.

٧-صناعة الشاشات: تتميز هذه الشاشات المحسنة عن طريق تقنية النانو بأنها توفر كثير من الطاقة التي تستهلك في تشغيلها، كما أنها تتميز بوضوح ودقة عالية. وبالنسبة لحجمها فهي تتميز بقلة سماكتها وخفة وزنها.

٨-مادة تضاف إلى البلاستيك والسيراميك والمعادن: وتعمل هذه المادة على جعل هذه المواد قوية كالفولاذ وخفيفة كالعظام وستكون لها استعمالات كثيرة خصوصاً في هيكل الطائرات والاجنحة، فهي مضادة للجليد ومقاومة للحرارة حتى ٩٠٠ درجة مئوية (١٥).

٩-صناعة الثلاجات: بالرغم من أن الحرارة المنخفضة في الثلاجات تقلل تكاثر البكتيريا إلا أنها لا تمنعها، لذا قامت شركة سامسونج للالكترونيات بتبطين الثلاجات بطبقة مجهرية من محلول نانو الفضة، لمنع البكتيريا من عملية التمثيل الضوئي والتنفس. وبالتالي موتها. مما يجعل هذه الثلاجات تحافظ على الطعام داخلها صالحاً لفترة أطول من الثلاجات العادية

١٠-صناعة الغسالات: أيضاً قامت شركة سامسونج للالكترونيات بتجهيز غسالات بنظام التنظيف بالفضة، الذي يعتمد على التحليل الكهربائي لجزيئات الفضة، فتقوم بتعقيم الملابس وحمايتها من البكتريا والفطريات بنسبة ٩٩.٩ % لمدة ٣٠ يوم.

١١-منقيات مياه (فلترات): يتميز فلتر الاستحمام ١٠٠٠ -AQ باحتوائه على٣ طبقات هي :نانو الكربون ونانو الفضة ونانو النحاس والزنك، وتعمل هذه الطبقات الوسيطة الثالث على تنقية المياه من الكلور والبكتيريا والمعادن الثقيلة وباقي الملوثات المضرة بالشعر والجلد.(١٦)

٢-١-٣ تطبيقات النانو تكنولوجي في المستقبل(١٧) :

كما رأينا فإن خواص المواد النانوية متميزة ورائعة وبالاستفادة من هذه الخواص يمكننا الوصول الى تطبيقات أكثر خدمة للبشرية وأكثر تسريعاً وتسهيلا لحياتنا اليوم منها:

صناعة الملابس :يجري العمل على تصنيع ملابس ستكون مقاومة للبقع والسوائل، وستحمي منة أضرار الاشعة فوق البنفسجية كما أنها ستكون قادرة على توفير الاتصال بالانترنت، واعادة شحن الاجهزة، ومراقبة الحالة الصحية لمرتديها كما قامت شركة لونار ديزاين بتصميم نموذج لجاكيت مستقبلي يتحول إلى أي شكل وأي لون يريده المشتري كما توجد محاولات لصنع ملابس تقيس النبض والتنفس وبيانات صحية وتنظف نفسها من الاوساخ والروائح.

في مجال الزراعة:قد تستخدم معدات نانوية لزيادة خصوبة التربة وزيادة الانتاج الزراعي، مثل الزيوليتات ذات المسامات النانوية لاطلاق جرعات فعالة من الماء والمواد المخصبة للزرع وجرعات من الغذاء والدواء للمواشي

وفي المجال العسكري : يقوم بعض الخبراء بتطوير دبور آلي بمحرك نانوي يصور أهدافاً استخبارية ويطلق النار ويتسلل إلى العدو ويشوش أجهزة الاتصال. كما يستخدم الجيش الامريكي ألياف نانوية لتطوير زي قتالي يسمح بدخول الهواء ويمنع دخول الغازت السامة

٢-٢ كيف تستخدم المواد النانوية في تنقيه المياه :

إن كثيرا من التركيبات والاجهزة والانظمة التي خلقها الله في الطبيعة تعمل في الحيز النانويً، وقد استفاد العلماء من تقليدها واستخدامها، فأوارق اللوتس المركبة نانونيا والتي تخلق أسطح طاردة للمياه قد تم الاستفادة منها في إنتاج الملابس المضادة للاوساخ. وآخرون يحاولون تقليد قوة ومرونة خيوط العنكبوت المقواة ببلورات نانونية، وكذلك فإن أجسامنا وأجسام الحيوانات تستخدم مواد وأجهزة وأنظمة نانونية طبيعية مثل البروتين والاغشية محرك البروتينات والقنوات الايونية و (Mitochondria) التي تخلق من الجزيئات الفردية عن طريق التجميع الذاتي وفي الحقيقة فإن كثيرا من الوظائف المهمة والاجهزة والمكونات الحية تعمل في الحيز النانوي، فمثال بروتين الهيموجلوبين الذي يحمل الاكسجين خلال الجسم ويبلغ قطره 2.5 م ن. DNA يبلغ قطره 5 ن م والمواد النانونية حولنا في الطبيعة كثيرة، فنواتج الانشطة الفوتو كيميائية والبركانية ودخان الحريق والسيارات والمنتجات الناتجة عن الاحتراق كلها تركيبات نانونية(١٨)

يعد الترشيح النانوي عملية ترشيح غشائي membrane filtration حديثة نسبياً غالباً ما كانت تستخدم مع مياه إجمالي المواد المذابة dissolved total solids المنخفضة ومنها المياه السطحية water surface والمياه الجوفية groundwater العذبة بهدف فصل وازلة الايونات متعددة التكافؤ من عناصر ثقيلة مثل الحديد والمنجنيز الزائدة عن الحد . وكذلك إزالة مواد عالقة ببعض المنتجات العضوية الطبيعية والمواد العضوية الاصطناعية (١٨)

كما تتزايد نطاق استخدام الترشيح النانوي في تطبيقات الصناعات الغذائية ومنها منتجات الالبان dairy وعملية نزع المعدنيات الايونات أحادية التكافؤ demineralisation طبقا لتعريف الترشيح النانوي فهو يختص باستخدام أغشية خاصه ذات مسام في حدود ٢ نانومتر . وهذا ما تختلف فيه مع أنواع أخرى من أغشية ترشيح تستخدم في ترشيح مستدق و مرشح الميكرون بغرض فصل مواد ذائبة من محلول فهذه يتبع فيها طريقة التناضح العكسي التي تستخدم في تحلية مياه البحر أي فصل الملح الذائب من الماء، فيصبح ماء عذبا. وتستخدم طريقة التناضح العكسي أو الازموزي العكسي ضغوطا عالية تصل على نحو ٦٠ ضغط جوي .أما طريقة الترشيح النانوي فهي تتم بمرشحات دقيقة وعند ضغوط صغيرة . وتحدد الصفات الحرارية واستقرار مواد أغشيتها طرق استخدامها، ولهذا فهي تطبق في الغالب على المياه. يمثل الترشيح

النانوي تقنية ببين الترشيح المستدق و التناضح العكسي osmosis reverse ،حيثً يكون سعة المسام نحو ٢ بحد فصل يسمى حد نانومتر . كما تقدر أغشية المرشح النانوي عادة بحد فصل يسمى حد الوزن الجزيئي off–cut weight molecular من حجم المسامة الواحدة الصغيرة. ويقدر بأقل منً حد الوزن الجزيئي عادة ١٠٠ وحدات كتلة ذرية . وتستخدم وحدة دالتون للتعبير عنها حيث أن الكتلة "دالتون" تمثل كتلة بروتون واحد أو كتلة نيوترون واحد ، يصل الضغط المستخدم في الترشيح النانوي نحو ٣ ميجاباسكال. وهو ضغط أقل بكثير من الضغوط المستخدمة في التناضح العكسي. وهذا يخفض من يقلل من تكلفة المعالجة بصورةٍ واضحة على الرغم منٍ ذلك، فإن أغشية الترشيح النانوي ما زالت عرضةً للتحجيم أي تزايد الترسب وتكوين كيك الترشيح مما يبطىء عملية الترشيح والافساد أي تكون النمو الفطري والتعفن .ولهذا يستخدم مع تلك الاغشية ما يسمى مضادات التحجيم scalants–anti ومضادات التعفن (١٩)

حيث لجأ الباحثون إلى إضافة المغذيات إلى تلك المياه وهنا يجب ذكر أن توفير طرق الترشيح النانوي بالدول النامية بهدف زيادة مواردها من المياه النظيفة الصالحة مقارنةً بأنظمة معالجة المياه التقليدية. على الرغم من للشرب لهو بالطريقة الرخيصة الغير مكلفةٍ على الرغم من ذلك، تبقى مجموعةً من القضايا ومنها كدى قدرة تلك الدول النامية على دمج مثل تلك التقنيات الحديثة مع اقتصادها بدون محاولة الاعتماد على مساعدة اجنبية (١٩)

اكتشاف مسببات الامراض الميكروبية للمياه الصحية الصالحة للشرب إحدى أولويات الحياة الصحية السليمة و ان العديد من حالات الوفاة والامراض ناجمة عن تلك المياه الملوثة من العالم وخاصة الذينٍ يعانون من مشكلات في الجهاز المناعي. ومع تغير علم الاوبئة الناجمة عن الامراض الملوثة، معديةٍ والتي تنتشر من خلاله فقد تنامت المخاوف العالمية العامة حول عودة ظهور أوبئةٍ التفاعل المعقد مع العوامل الاجتماعية والاقتصادية والتطورية النهائية والبيئية كذلك. ومن ثم يعد أحد التحديات القائمة والهامة في المجال هو ذلك الاكتشاف السريع والدقيق والحساس لمسببات الامراض الناجمة عن استخدامات المياه الملوثة(٢٠)

تنقية المياه العادمة بعد ١٥ دقيقة من اضافة المادة النانوية

نتائج جدول ١ توضح ان المادة النانوية ازالت ٧٨.٣٤ % من المالح و ٧.٣٧ %من التوصيلية الكهربائية و٧٧.٣٧ %من المادة الذائبة الكمية . بينما الدالة الحامضية لم تتغيركثيرا وزادت قيمة الاوكسجين الذائب بنسبة٩١.١٠٣ .%لكن زادت العكورة وبنسبة ٢٨.٩٣%.

تاثير المادة النانوية على تنقية المياه العادمة بعد ١٥ دقيقة من اختبار الجر ة (٢١)

Parameter	primery parameter	after adding	reoval percentage %
salinity (mmols/cm)	2.3	1.5	34.78
EC (mmols/cm)	4.35	2.71	37.70
TDS (mg /l)	2.78	1.73	37.77
PH	7.98	8.2	2.76
O2 (mg/l)	1.79	3.65	103.91
NTU(turbidity)	26.8	51.8	93.28

تنقية المياه العادمة بعد ٣٠ دقيقة من اضافة المادة النانوية

نتائج جدول٢ توضح ان المادة النانوية ازالت ٠٩.٥٦ % من المالح و ٠٦.٦٥ %من التوصيلية الكهربائية و ٣٨.٧٣ %من المادة الذائبة الكمية . بينما الدالة الحامضية لم تتغيركثيرا وزادت قيمة الاوكسجين الذائب بنسبة ٢٦.١٠٧ .%قلت العكورة وبنسبة ٠٩.٣٢ %.

جدول ٢ تاثير المادة النانوية عمى تنقية المياه العادمة بعد ٣٠ دقيقة من اختبار الجرة(٢١)

Parameter	primery parameter	after adding	reoval percentage %
salinity (mmols/cm)	2.3	1.01	56.09
EC (mmols/cm)	4.35	1.52	65.06
TDS (mg /l)	2.78	0.74	73.38
PH	7.98	7.08	11.28-
O2 (mg/l)	1.79	3.71	107.26
NTU(turbidity)	26.8	18.2	32.09

تنقية المياه العادمة بعد ٤٥ دقيقة من اضافة المادة النانوية

نتائج جدول ٣ توضح ان المادة النانوية ازالت ٨٧.٦٠ % من المالح و ٦٣.٧٥ %من التوصيلية الكهربائية و ٨٢.٧٤ %من المادة الذائبة الكمية . بينما الدالة الحامضية قلت بنسبة 78.13 % الا انها ظلت ضمن المتعادل وزادت قيمة الاوكسجين الذائب بنسبة ٥٥.١١٩ %. قلت العكورة وبنسبة ٦٦.٤٣ %.جدول ٣ تاثير المادة النانوية عمى تنقية المياه العادمة بعد ٤٥ دقيقة من اختبار الجرة (٢٢)

parameter	primery parameter	after adding	reoval percentage %
salinity (mmols/cm)	2.3	0.9	60.87
EC (mmols/cm)	4.35	1.06	75.63
TDS (mg /l)	2.78	0.7	74.82
PH	7.98	7.07	13.78-
O2 (mg/l)	1.79	3.93	119.55
NTU(turbidity)	26.8	15.1	43.66-

تنقية المياه العادمة بعد ٦٠ دقيقة من اضافة المادة النانوية

نتائج جدول ٤ توضح ان المادة النانوية ازالت ٦١.٨٢ % من المالح و ٤٦.٨٠ %من التوصيلية الكهربائية و ٥٨.٨٠ %من المادة الذائبة الكمية . بينما الدالة الحامضية قلت بنسبة 14.4 % الا انها ظلت ضمن المتعادل وزادت قيمة الاوكسجين الذائب بنسبة ٧٩.١٢١ .%قلت العكورة وبنسبة ٨٠.٥٢ %. جدول ٤ تاثير المادة النانوية على تنقية المياه العادمة بعد ٦٠ دقيقة من اختبار الجرة (٢٢)

parameter	primery parameter	after adding	reoval percentage %
salinity (mmols/cm)	2.3	0.4	82.61
EC (mmols/cm)	4.35	0.85	80.46
TDS (mg /l)	2.78	0.54	80.58
PH	7.98	7.65	4.14-
O2 (mg/l)	1.79	3.97	121.79
NTU(turbidity)	26.8	12.65	52.80

الفصل الثالث

١-المواد النانوية وطرق تصنيعها ومن اهم طرق تصنيعها طريقتين

طريقة (top–down) والتي تتضمن طريقة الطحن milling و طريقة الحك أو الحفر (etching) و الطريقة الإلكتروكيميائية و طريقة الاستئصال الليزري و طريقة التتفيل (Sputtering) والطريقة الثانية هي طريقة (Bottom–up) ومن اهم الطرق المستخدمة طريقة السول – جل (sol–gel) وهى تمر بطورين طور السائل (sol) ثم بعد فترة تتبخر المادة لتتحول إلى طور الجل (gel) ولذلك سميت هذه الطريقة طريقه السول – جل والطريقة الثانية هي طريقة Aerosol وهذه نفس طريقة السول جل إلا أنها تبدأ بطور الغاز وتنتهي بطور السائل وثالثا طريقه (CVD) أختصارا الي Chemical vapour deposition

٢–خواص المواد النانوية : يمكن القول أن المواد النانوية هي تلك الفئة المتميزة من المواد المتقدمة التي يمكن إنتاجها بحيث تتراوح مقاييس أبعادها أو أبعاد حبيباتها الداخلية بين ١ نانومتر و ١٠٠ نانومتر وقد أدى صغر هذه المواد أن تختلف صفاتها عن المواد الاكبر حجما أكبر من ١٠٠ نانومتر

ومن اهم خواص المواد النانوية هي: الخواص الميكانيكية ودرجة الانصهار والخواص المغناطيسية والخواص الكهربائية والخواص الكيميائية

٣-اما سبب اختلاف خواص الجسيمات النانوية فيعزى الى حجم الجسيمات ، شكل الجسيمات ، تركيب الجسيمات ، درجة التجمع، التوزيع، الحصر الكمي

٤-اصناف المواد النانوية : تتخذ المواد النانوية أصنافا عدة ، لكل منها تركيب وخصائص ومقياس لقطرها وطولها ، ولكل منها استخدامات مميزة أيضا ، ويمكن تصنيف المواد النانوية الى

النقاط الكمية – الفولورين – الكرات النانوية – الجسيمات النانوية – الانابيب النانوية –

الالياف النانوية – المركبات النانوية – الاسلاك النانوية

٥–من اهم تطبيقات المواد النانوية – تطبيقات النانو تكنولوجي في الطب ساهم تطور تقنية النانو على تغيير القواعد الطبية المتبعة في منع الامراض وتشخيصها وعلاجها وأصبحنا نعيش عصر التقنية الطبية النانوية، فمثالً تقدم تقنية النانو طرقاً جديدة لحاملات الدواء داخل الجسم (حاملات نانوية ذات أحجام تصل لمقياس النانو) تكون قادرة على استهداف خلايا مختلفة في الجسم. ويمكن بواسطة هذه التقنية تصوير خلايا الجسم بسهولة كما لو أننا نأخذ لها صور عادية، الكشف عن الامراض: إن الاسلاك النانوية تستخدم كمجسات حيوية نانوية وذلك لحساسيتها العالية وحجمها الصغيرجدا حيث يتم طلاء هذه الاسلاك بأجسام مضادة مصنعة بحيث أنها تلتصق فقط بالجسيمات الحيوية(DNA) أو البروتينات، أو الجسيمات البيولوجية الاخرى في الجسم، ولا تلتصق بغيرها من الجزيئات، وعندما ترتبط هذه البروتينات أو غيرها بالاسلاك النانوية المطلية فسوف تتغير توصيليتها

في علاج السرطان :تستخدم الاغلفة النانوية المطلية بالذهب لتدمير الخلايا السرطانية، ويبلغ طول هذه الاغلفة النانوية حوالي ١٢٠ نانومتر وهي أصغر من حجم خلية السرطان حوالي 170مرة، وعندما تحقن هذه الاغلفة النانوية داخل الجسم فإنها تلتصق تلقائياً بالخلايا السرطانية، ومن ثم يتم تعريض تلك الخلايا لاشعة ليزر تحت الحمراء فتعمل بدورها على تسخين الذهب ورفع درجة حرارته مما يؤدي إلى احتراق تلك الخلايا وموتها.

في مجال الادوية والعقاقير: أدخل حاليا مصطلح جديد إلى علم الطب هو النانو بيوتك وهو البديل الجديد للمضادات الحيوية. ففي جامعة (هانج بانج) في سيؤول استطاع الباحثون إدخال نانو الفضة إلى المضادات الحيوية

في مجال العمليات الجراحية :قامت شركة (كورفس) بصناعة روبوت صغير بحجم النانومتر يستخدم كمساعد للاطباء في العمليات الجراحية الحرجة والخطرة، حيث يستطيع الطبيب التحكم في الروبوت بواسطة جهاز خاص

٦-اما تطبيقات النانو تكنولوجي في مجال الصناعة - فااستخدمت في تطبيقات عديدة منها صناعة الطائرات والسيارات : تقدم تقنية النانو الكثير لتحسين الصناعة في هذا المجال، فهي تدخل على سبيل المثال في صناعة الابواب والمقاعد والدعامات وغيرها - صناعة الزجاج: تدخل تقنية النانو في تحسين الزجاج بشكل عام وتحسين زجاج النوافذ بشكل خاص حيث يصبح عالي الشفافية - صناعة النظارات الشمسية: قامت شركة sunglasses للنظارات الشمسية بتصنيع طلاء بلاستيكي مقاوم للخدش والانعكاس وأنتجت نظارات النانو ذات الخصائص المميزة-صناعة المنتجات الرياضية: تستخدم تقنية النانو في هذا المجال بشكل عام لهدفين، أولا لتقوية الادوات الرياضية، وثانياً لاكسابها المرونة والخفة - صناعة الدهانات والاصبغة: حيث تتميز هذه الدهانات بأن لها القدرة على مقاومة الخدش والتآكل والتفتت مما يجعلها مناسبة لطلاء السفن والمراكب - التطبيقات الصحية: أهمها سوائل النانو المضادة للبكتيريا والمكروبات المسؤولة عن الكثير من الامراض- صناعة الشاشات: تتميز هذه الشاشات المحسنة عن طريق تقنية النانو - مادة تضاف إلى البلاستيك والسيراميك والمعادن: وتعمل هذه المادة على جعل هذه المواد قوية كالفولاذ وخفيفة كالعظام وستكون لها استعمالات كثيرة

- صناعة الثلاجات: قامت شركة سامسونج للالكترونيات بتبطين الثلاجات بطبقة مجهرية من محلول نانو الفضة، لمنع البكتيريا من عملية التمثيل الضوئي والتنفس. وبالتالي موتها.

-صناعة الغسالات: أيضاً قامت شركة سامسونج للالكترونيات بتجهيز غسالات بنظام التنظيف بالفضة، الذي يعتمد على التحليل الكهربائي لجزيئات الفضة - **منقيات مياه (فلترات):** يتميز فلتر الاستحمام ١٠٠٠ -AQ باحتوائه على٣ طبقات هي :نانو الكربون ونانو الفضة ونانو النحاس والزنك،

٧-ومن اهم تطبيقات النانو تكنولوجي في المستقبل هي - صناعة الملابس : يجري العمل على تصنيع ملابس ستكون مقاومة للبقع والسوائل، وستحمي منة أضرار الاشعة فوق البنفسجية كما أنها ستكون قادرة على توفير الاتصال بالانترنت - اما في مجال الزراعة:قد تستخدم معدات نانوية لزيادة خصوبة التربة وزيادة الانتاج الزراعي، مثل الزيوليتات ذات المسامات النانوية - وفي المجال العسكري : يقوم بعض الخبراء بتطوير دبور آلي بمحرك نانوي يصور أهدافاً استخبارية ويطلق النار ويتسلل إلى العدو ويشوش أجهزة الاتصال. كما يستخدم الجيش الامريكي ألياف نانوية لتطوير زي قتالي يسمح بدخول الهواء ويمنع دخول الغازت السامة

٨-استخدمت المواد النانوية في تنقيه المياه - يعد اكتشاف مسببات الامراض الميكروبية للمياه الصحية الصالحة للشرب إحدى أولويات الحياة الصحية السليمة و ان العديد من حالات الوفاة والامراض ناجمة عن تلك المياه الملوثة من العالم وخاصة الذينٍ يعانون من مشكلات في الجهاز المناعي. ومع تغير علم الاوبئة الناجمة عن الامراض الملوثة، معديةٍ والتي تنتشر من خلاله فقد تنامت المخاوف العالمية العامة حول عودة ظهور أوبئةٍ التفاعل المعقد مع العوامل الاجتماعية والاقتصادية والتطورية النهائية والبيئية كذلك. ومن ثم يعد أحد التحديات القائمة والهامة في المجال هو ذلك الاكتشاف السريع والدقيق والحساس لمسببات الامراض الناجمة عن استخدامات المياه الملوثة

المصادر:

١- Raymond D. Letterman (ed.)(1999). "Water Quality and Treatment." 5th Ed. (New York: American Water Works Association and McGrawHill.) photosynthetic organisms," Journal of Nanoparticle Research, vol. 14, no. 6, p. 883, 2012.

٢- Anabaena sp.," Journal of Nanoparticle Research, vol. 16, no. 4, p. 2370, 2014.

٣- L. Wanga, C. Zhangb, F. G. Gilles, and M. G. Pan, "Algae decorated TiO2/Ag hybrid nanofiber membrane with enhanced photocatalytic activity for Cr(VI) removal under visible light," Chemical Engineering Journal, vol. 314, pp. 622–630, 2017.

٤- E. Eroglu, V. Agarwal, M. Bradshaw et al., "Nitrate removal from liquid effluents using microalgae immobilized on chitosan nanofiber mats," Green Chemistry, vol. 14, no. 10, p. 2392, 2012.

٥- N. O. S. Keskin, A. Celebioglu, T. Uyar, and T. Tekinay, "Microalgae immobilized by nanofibrous web for removal of reactive dyes from wastewater," Industrial and Engineering Chemistry Research, vol. 54, no. 21, pp. 5802–5809, 2015.

٦- كتاب ما هي تقنية النانو (مقدمة مختصرة بشكل دروس مبسطة) لنهى علوي الحبشي- ١٤٣٢ه – ٢١١١ م وزارة الثقافة والاعلام في المملكة العربية السعودية.

٧- L. M. R¨osken, S. K¨orsten, C. B. Fischer, A. Sch¨onleber, S. van Smaalen et al., "Time-dependent growth of crystalline Au0- nanoparticles in cyanobacteria as self-reproducing bioreactors: 1. Anabaena sp.," Journal of Nanoparticle Research, vol. 16, no. 4, p. 2370, 2014.

٨- T. Luangpipat, I. R. Beattie, Y. Chisti, and R. G. Haverkamp, Journal of Nanoparticle Research, vol. 13, no. 12, pp. 6439– 6445, 2011.

٩- S. A. Dahoumane, E. K. Wujcik, and C. Jeffryes, "Noble metal, oxide and chalcogenide-based nanomaterials from scalable phototrophic culture systems," Enzyme and Microbial Technology, vol. 95, pp. 13–27, 2016.

١٠- L. M. R¨osken, S. K¨orsten, C. B. Fischer, A. Sch¨onleber, S. van Smaalen et al., "Time-dependent growth of crystalline Au0- nanoparticles in cyanobacteria as self-reproducing bioreactors: 1. Anabaena sp.," Journal of Nanoparticle Research, vol. 16, no. 4, p. 2370, 2014.

١١- كتاب تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل تأليف أ.د. محمد شريف الاسكندراني 2101م.

١٢- عطّية البردي، ٢١١٦ ،مجلة الفيْزاء العصرّية " دروس من الطبيعة فَي النانو تكنولوجَي" العدد السادس، ص36-24.

١٣- C. Kittel,(1996), Introduction to Solid State Physics, 7th ed., John Weily &Sons, Inc., New York

١٤- M. Sherif El-Eskandarany,(2019) Journal of Nanoparticles, Vol.2 pp14-22.

١٥- - K. Boer, ed.,(2001), Semiconductor Physics, Vols.1 and 2, Wiley, New York,

١٦- B. Ding and Y. Si, Electrospun Nanofibers for Energy and Environmental Applications, 2011, https://www.researchgate. net/publication/288712326_Electrospun_Nanofibers_ for _ Energy_and_Environmental_Applications.

١٧- E. Eroglu, V. Agarwal, M. Bradshaw et al., “Nitrate removal from liquid effluents using microalgae immobilized on chitosan nanofiber mats,” Green Chemistry, vol. 14, no. 10, p. 2682, 2012.

١٨- J. Gao, H. Gu, and B. Xu, “Multifunctional magnetic nanoparticles: design, synthesis, and biomedical applications,” Accounts of Chemical Research, vol. 42, no. 8, pp. 1097–1107, 2009.

١٩- M. Anjum, R. Miandad, M. Waqas, F. Gehany, and M. A. Barakat, “Remediation of wastewater using various nanomaterials,” Arabian Journal of Chemistry, 2016, in Press.

٢٠: R. L. jones,(2014), Soft Machines: Nanotechnology and Life. Oxford, UK

٢١- Au JT, Craig G, Longo V, Zanzonico P, Mason M, Fong Y, Allen PJ. Gold nanoparticles provide bright long-lasting vascular contrast for CT imaging. American Journal of Roentgenology. 2013;200:1347-51

٢٢- Cohen ML. Nanotubes, Nanoscience and Nanotechnology. Materials science and engineering C. 2001;15:1-11.