

مفهوم تقنية النانو (Nanotechnology)

وتطبيقاتها في مجال الطاقة المتجددة وتقاناتها

المقدمة:

إن أصل كلمة "Nano" مشتق من الكلمة الإغريقية "Nanos" وهي تعني القزم ويقصد بها كل شيء صغير وهنا تعني المواد المتناهية في الصغر أو التكنولوجيا المجهرية الدقيقة أو تكنولوجيا المنمنمات ويعرّف النانومتر بأنه جزء من المليار من المتر، أو جزء من الألف من الميكرومتر. ولتقريب هذا التعريف إلى الواقع فإن قطر شعرة الرأس يساوي تقريباً 75000 نانومتر، كما أن حجم خلية الدم الحمراء يصل إلى 2000 نانومتر و يعتبر عالم النانو الحد الفاصل بين عالم الذرات والجزيئات وبين عالم الماكرو و يستخدم في القياسات الذرية من أجل تحديد أبعاد جزيئات المادة فيها.

وعلم النانو هو دراسة المبادئ الأساسية للجزيئات والمركبات التي لا يتجاوز قياسه الـ 100 نانومتر، فالنانو هو أدق وحدة قياس مترية معروفة حتى الآن ، ويبلغ طوله واحد من بليون من المتر، علم النانو تكنولوجيا هو علم تعديل الذرات أو الجزيئات لصنع منتجات جديدة ويطلق هذا التعبير على أي تقنية تعمل على مستوى المقاسات فائقة الصغر وهذا يعكس حجم القفزة التي تقوم بها هذه التقنية قياساً إلى التقنية الدقيقة المجهرية Microtechnology التي أنتجت الحواسيب والترانزستورات وكل المعدات الالكترونية المعروفة الآن ، تقلل تقنية النانو الأبعاد بنحو ألف مرة وبذلك تقلل المساحة بنحو مليون ضعف ويؤدي هذا إلى زيادة السرعة وتقليل استهلاك الطاقة لهذه المعدات.

كما يمكن تعريف تقنية النانو (Nanotechnology) على أنها العلم الذي يدرس إمكانية تغيير المادة على مستوى النانو (أي تحويلها الى جزيئات متناهية الصغر من شأنها أن تعزز خصائص الأشياء) وذلك لإنتاج مواد جديدة و أجهزة متطورة، وتكمن جاذبية الجزيئات النانوية في أنه يمكن أن تتم هندستها للعمل في أساليب لا يمكن للمواد المتواجدة في الطبيعة أن تقوم بها، وكذلك قدرتها على التفاعل الكيميائي في تطبيقات غير مألوفة ، ويجدر

بالذكر أن هذه التقنية تستخدم في العديد من المجالات الزراعية والبيئية والصناعية والعسكرية والتي لعبت دوراً في إحداث الثورة التكنولوجية.

تاريخ النانو:

أول من استخدم النانو تكنولوجي هم أصحاب الحضارات القديمة لكن دون معرفتهم بها، حيث نجد أن سر السيف الدمشقي الذي يتميز بالمتانة والمرونة و الذي أجريت عليه أبحاث كثيرة أظهرت نتائجها أنه مصنوع من مواد مركبة بمقياس النانومتر، كما أن قدماء المصريين كانوا يستخدمون الكحل المطحونة حبيباته إلى مستوى النانو لما له من فوائد جمالية ووقائية، وكذلك الصين والهند، وفي عهد النهضة الأوروبية تم استخدام الأصباغ في تزيين الكنائس واستخدامها في الفنون المختلفة.

أما في العصر الحديث:

أول من لفت الانتباه إليه هو العالم الأمريكي الحاصل على جائزة نوبل في الفيزياء ريتشارد فاينمان الذي تنبأ بأنه سيأتي اليوم الذي نستطيع فيه كتابة الموسوعة البريطانية كاملة على رأس دبوس وهو ما حدث جزئياً في حياته. لقد كان التطور التقني الهائل هو السمة الفريدة في القرن العشرين، وقد أجمع الخبراء على أن أهم تطور تقني في النصف الأخير من القرن العشرين هو اختراع إلكترونيات السيليكون أو الترانزيستور فقد أدى تطويرها إلى ثورة تقنية في جميع المجالات مثل الاتصالات والحاسوب والطب وغيرها فحتى عام 1950 لم يوجد سوى التلفاز الأبيض والأسود وكانت هناك فقط عشرة حواسيب في العالم أجمع ولم تكن هناك هواتف نقالة أو ساعات رقمية أو الإنترنت وخلال السنوات القليلة الفائتة برز إلى الأضواء مصطلح جديد ألقى بثقله على العالم وأصبح محط الاهتمام بشكل كبير، هذا المصطلح هو "تقنية النانو".

هذه التقنية الواعدة تبشر بقفزة هائلة في جميع فروع العلوم والهندسة، ويرى المتفائلون أنها ستلقي بظلالها على كافة مجالات الطب الحديث والاقتصاد العالمي والعلاقات الدولية وحتى الحياة اليومية للفرد

العادي فهي وبكل بساطة ستمكننا من صنع أي شيء نتخيله وذلك عن طريق صف جزيئات المادة إلى جانب بعضها البعض بشكل لا نتخيله وبأقل كلفة ممكنة، فلنتخيل حواسيب خارقة الأداء يمكن وضعها على رؤوس الأقلام والدبابيس، ولنتخيل أسطولا من روبوتات النانو الطبية والتي يمكن لنا حقنها في الدم أو ابتلاعها لعلاج الجلطات الدموية والأورام والأمراض المستعصية.

قاعدة التقنيات النانوية العلمية تتمثل في مسألتين:

❖ الأولى بناء المواد بدقة من لبنات صغيرة والحرص على مرحلة الصغر يؤدي إلى مادة خالية من الشوائب ومستوى عالي من الجودة.

❖ الثانية أن خصائص المواد قد تتغير بصورة مدهشة عندما تتجزأ إلى قطع أصغر وأصغر وخصوصاً عند الوصول إلى مقياس النانو عندها تبدأ الحبيبات النانوية في إظهار خصائص غير متوقعة وغير موجودة في خصائص المادة الأم.

- مثال الألماس ماهو إلا تحول طبيعي للفحم الحجري حيث يتماثل الفحم والألماس بالتركيب الجزيئي والذري والفارق الوحيد هو في تغير موضع الجزيئات والذرات والذي يحدث في الطبيعة عبر ملايين السنين وتحت ظروف خاصة من الحرارة والضغط و في عالم النانوتكنولوجي هذا ما يحدث بالضبط عبارة عن إعادة هيكلة للذرات والجزيئات داخل المادة

لماذا النانوتكنولوجي؟

لأن المواد في الطبيعة مكونة من ذرات، وهذه الذرات المنفردة لها خصائص طبيعية وكيميائية تحدد نوع كل عنصر من العناصر في الطبيعة، وعند اتحاد هذه الذرات لتكوين جزيئات ثم من بعدها مواد، تكون لها خصائص ميكانيكية من حيث الشدة والضعف، وخصائص كهربائية من حيث توصيل الكهرباء أو عزلها، فهناك الحديد والذهب مثلاً مكون من ذرات، وهي معادن موصلة للكهرباء وللحرارة، وهناك البلاستيك وهو على النقيض غير موصل لا للحرارة ولا للكهرباء، وما بينهما الكثير من المواد.

اكتشف العلماء أن المواد على مستوى النانوي تتكون من عدد غير كبير من الذرات من مئات إلى عشرات الألوف فقط، ووجدوا صفات عجيبة للمواد على المستوى النانوي (يحتوي سنتيمتر مكعب واحد من المواد العادية على 1/ وأمامه 23/ صفراً من الذرات) فالتى كانت موصلة أصبحت عازلة، والتى كانت عازلة أصبحت موصلة، والتى كانت ضعيفة أصبحت قوية، والتى كانت قوية أصبحت ضعيفة.

طرق تحضير مواد النانو:

1- الطرق الفيزيائية :

يتم تحضيرها ابتداءً من الحالة البخارية للمادة بتسخين المادة أو بقذفها بحزمة من الإلكترونات أو حلها حرارياً باستخدام أشعة الليزر، ثم يتم تبريد البخار من خلال صدمه بغاز محايد ليصبح أكثر إشباعاً وبعد ذلك يتم وضعه على سطح بارد بسرعة لتجنب حدوث بناء بلوري، ثم يتم تحضير مواد النانو باستخدام الموجات أو باستخدام الليزر.

2- الطرق الكيميائية:

التفاعلات في الحالة البخارية: يدخل بخار المادة المراد تحضيرها في مفاعل CVD، ثم تخرج جزيئات المادة على سطح أساس بدرجة حرارة معينة وتتفاعل مع غازات أخرى لتكوين شريط صلب على سطح الأساس.

التفاعلات في وسط سائل: يعتبر الماء أو السوائل العضوية الأكثر استخداماً، ويتم تحضير مواد النانو من خلال تغيير شروط التوازن الكيميائي فيزيائي من خلال تفاعلات الترسيب الكيميائي المزدوج أو التحليل بالماء للحصول على جزيئات كروية يمكن التحكم بأبعادها.

3- الطرق الميكانيكية:

❖ طريقة الطحن: تستخدم لإنتاج مواد نانو على شكل مسحوق حيث يتم تعريض المادة الأساسية لطاقة عالية جداً، ثم طحنها باستخدام كرات مصنوعة من الفولاذ تتحرك بشكل

اهتزازي أو كوكبي أو رأسي، ويتراوح حجم مواد نانو التي يتم تصنيعها ما بين 3 إلى 25 نانومتراً.

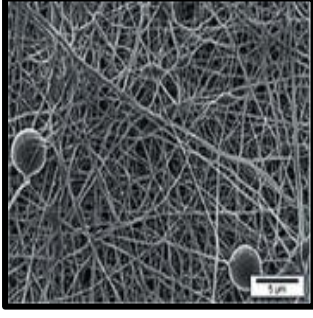
- ❖ طريقة الحك: من خلال وضع شرائح السيلكون النحيفة جداً في مواد كيميائية مثل HF، وحك شرائح السيلكون للحصول على جزيئات السيلكون على سطح الشرائح، ووضع هذه الشرائح في محلول مثل الأيزوبروبانول وبعد ذلك في جهاز الموجات فوق الصوتية لإسقاط الجزيئات داخل المحلول.
- ❖ الطريقة الإلكترونية كيميائية: من خلال وضع شريحة السيلكون في القطب الموجب وشريحة البوليكاربونات في القطب السالب في محلول كيميائي، وتعرض الشرائح إلى تيار كهربائي.
- ❖ طريقة الاستئصال الليزري: من خلال تعريض المادة إلى ليزر نبضي ذي طاقة عالية جداً، بحيث يتفاعل شعاع الليزر مع الهدف مما يؤدي إلى تطاير جزيئات المادة وتكوين البلازما التي تترسب على القاعدة وتكون أفلام رقيقة.
- ❖ طريقة السقيط: من خلال تعريض المادة إلى ضغط منخفض جداً مفرغ من الهواء وبقاعدة باردة يتم تعريضها إلى مجال مغناطيسي، مما يؤدي إلى انتزاع جزيئات المادة وترسبها في القاعدة مكونة فلماً رقيقاً.

الصناعات النانوية تنقسم إلى جزأين:

التصنيع من أعلى إلى اس – Top-Down Approach وهو المستخدم غالباً في صناعة الإلكترونيات ويمكن تشبيهه بالنحات الذي يريد نحت تمثال، فيبدأ من الصخر ويقطعه، ثم يقوم بتشكيله إلى أن ينتهي التمثال.

التصنيع من أسفل إلى أعلى: Bottom-Up Approach وهو المستخدم غالباً في صناعة الحبيبات والخيوط النانوية، وغيرها الكثير من المركبات العضوية أو الكيميائية النانوية، ويمكن تشبيهه أيضاً بتكوين الجنين في بطن الأم من خلية واحدة، إلى أن يكتمل المنتج النهائي وهو الطفل.

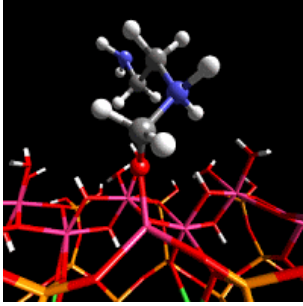
أشكال المواد النانوية: كما هو مبين في الشكل (1)



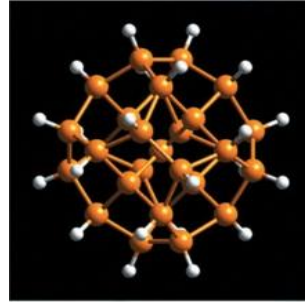
Nanofibres الألياف النانوية



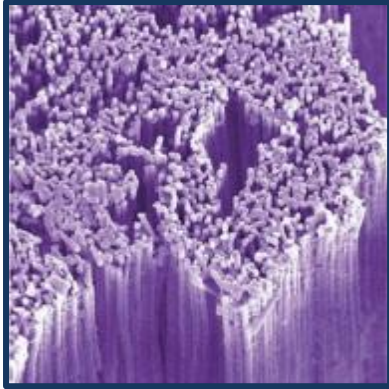
Fullerene الفولورين



Nanocomposites المركبات النانوية



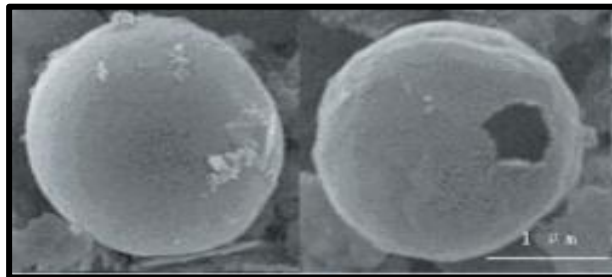
Nanoparticles الجسيمات النانوية



Nanowires الأسلاك النانوية



Nanotubes الأنابيب النانوية



Nano Balls الكرات النانوية

الشكل (1) : يبين أشكال المواد النانوية المختلفة

أهمية النانو في الطاقة والبيئة :

- 1) تعزيز تقنيات توليد الطاقة من مصادر غير تقليدية وغير قابلة للاستنفاد مثل طاقة الشمس والرياح.
- 2) تقليل استهلاك الطاقة وزيادة كفاءة إنتاجها و تكون صديقة للبيئة تساعد في حماية البيئة وتحسين الكشف عن التلوث ومعالجته.
- 3) تستخدم في تطوير منتجات استهلاكية.
- 4) زيادة فعالية الإنارة والتدفئة.
- 5) زيادة سعة التخزين الكهربائية.
- 6) إنقاص التلوث الناجم عن استخدام الطاقة.

صعوبات تواجه تقنية النانو:

- 1) صغر حجم جزيئات المادة مما يعني صعوبة التحكم فيها أو حتى إدراكها.
- 2) صعوبة التحكم في جزيئات المواد بعد إزالتها من أماكنها بهدف توجيهها إلى أماكن جديدة.
- 3) عدم القدرة على التنبؤ بنتائج تغيير الجزيئات مما قد يعني ظهور نتائج غير مرغوب فيها.

الأضرار الصحية لتقنية النانو:

- 1) تتسبب في ظهور أورام خبيثة عند الذين يتعاملون معها بشكل مباشر.
- 2) خطورة المواد المصنعة باستعمال الأنابيب النانوية على صحة الإنسان، وسهولة دخولها عبر مسام الجلد أو عن طريق الاستنشاق بسبب طابعها المجهرى، وفي حال دخلت إلى الجسم فلإنه من الصعب التخلص منها حيث لا يوجد علاج طبي لها.

استخدامات النانو:

1 في مجال الطاقة الشمسية:

تعرف هذه التكنولوجيا من قبل الباحثين بمصطلح **الضوئي الحراري الشمسي** ويطمح الباحثون إلى توسعة كبيرة لمجموع الأطوال الموجية، والتي يفترض أن تمتصها أشباه الموصلات وبالتالي تحويلها إلى طاقة كهربائية. وللوصول إلى ذلك تم تطوير بلورات ضوئية من جهة، وأنابيب كربون نانوية من جهة أخرى، وتضمن هذه الأخيرة امتصاصاً كاملاً لطيف أشعة الشمس، ويتم تحويل كل الفوتونات إلى حرارة. إن هذا الابتكار يتميز بقدرته على الاستمرار حتى عندما تحجب الشمس بالغيوم، بشرط إقترانه مع نظام تخزين للحرارة يسمح له بالعمل على مدار الساعة بفضل الانبعاثات الثانوية من البلورات الضوئية.

يتم تطبيق تقنية النانوتكنولوجي في مجال الطاقة الشمسية عن طريق دمج جزيئات النانو في لوحات السيليكون من خلال طبقة رقيقة للخلايا الشمسية، وتستخدم في ذلك اسطوانات مجوفة - أنابيب النانو وهي عبارة عن (الفوليرينات، الفضة، وكلوريد الكاديوم، وثاني أكسيد التيتانيوم) وذلك لزيادة كفاءة الألواح الشمسية في امتصاص موجات مختلفة من الضوء وهذا ما يميزها عن غيرها من ألواح الشمس الاعتيادية. تبين أنه عند وضع غشاء رقيق للغاية من دقائق السيليكون المجهرية في داخل الخلايا الشمسية السيليكونية تزداد الطاقة التحويلية لتلك الخلايا بشكل كبير يزيد عن 60% على نطاق الأشعة فوق البنفسجية وتصل إلى 10% على نطاق الضوء المرئي. هذه الخلايا الجديدة والمتطورة للغاية والتي تستخدم فيها تقنية النانو يتم إنتاجها عبر عدد من المراحل، ففي البداية يتم الحصول على دقائق السيليكون النقية، ثم تحوّل إلى جزيئات نانوية صغيرة جداً، وتغمر في الكحول الأيزوبروبيلي من أجل توزيعها وتفريقها بشكل متجانس، ثم يتم وضعها على سطح الخلية الشمسية، وبعد تبخر الكحول الأيزوبروبيلي يبقى على سطح الخلايا غشاء رقيق جداً من جزيئات السيليكون النانوية المترابطة بشكل دقيق. والعيب هنا يكمن في استخدام السيليكون أنه لا زال مكلفاً وصعب التصنيع، كما أن معظم المواد المماثلة للسيليكون ستنضب في خلال السنوات القادمة، و إن عملية تحويل الرمال إلى سيليكون هي عملية مكلفة جداً فبعد الحصول على الرمال لابد من القيام بعمليات عديدة معقدة في حجرة نظيفة وألا تعود المادة إلى حالة أكسدة مرة أخرى، كما أن خصائص السيليكون قد تتلف إذا تعرض إلى الحرارة والرطوبة.

لكن التطبيق الأكثر وعوداً لتكنولوجيا النانو هو تخفيض تكلفة التصنيع، حيث اكتشفت طريقة لإنتاج خلايا شمسية بلاستيكية Plastic Solarcells (الشكل 2) رخيصة والتي يمكن أن تغطي تقريباً على أي سطح، كما أن الفعالية التي تحققها هذه الخلايا الشمسية البلاستيكية الجديدة هي فقط حوالي 17%، وتستفيد هذه الخلايا الشمسية البلاستيكية الجديدة من قضبان نانوية دقيقة مشتتة داخل بوليمير (هو مركب جزئي مرتفع مكون من وحدات جزئية مكررة، قد تكون هذه المواد عضوية أو لا عضوية أو عضوية معدنية وقد تكون طبيعية أو اصطناعية في أصلها والبوليمرات النانوية تم تشتيتها وتجزئتها على جسيماتها النانوية وقد يكون لها شكل مختلف على شكل صفائح مسطحة ، ألياف، أو حتى كروية الشكل)، تتصرف هذه القضبان النانوية كأسلاك لأنها عندما تمتص ضوء بطول موجي محدد تقوم بتوليد إلكترونات، تتدفق هذه الإلكترونات عبر قضبان النانو حتى تصل إلى الكترود من الألمنيوم حيث تجتمع لتشكيل تيار وتستخدم ككهرباء. هذا النوع من الخلايا ذو تكلفة تصنيعية أقل من الخلايا التقليدية لسببين رئيسيين:

❖ هذه الخلايا البلاستيكية ليست مصنوعة من السيليكون والذي يمكن أن يكون غالي الثمن.

❖ تصنيع هذه الخلايا لا يحتاج معدات غالية الثمن كغرف نظيفة وحجرات تخلية

كالخلايا الشمسية السيليكونية التقليدية.



الشكل (2) يوضح الخلايا الشمسية البلاستيكية Plastic Solarcells

النوافذ الشمسية التي تعمل بتكنولوجيا النانو

- يعكف كثير من العلماء على تحويل النوافذ العادية إلى مولدات للطاقة الشمسية وقد تحقق ذلك بدمج تكنولوجيا النانو بالخلايا الضوئية.
- أمضى علماء في مركز "نانو ساينس" في لوزان بسويسرا سنوات لإنتاج "أسلاك نانوية بلورية" وهي أنابيب صغيرة للغاية التي يساوي عشرة آلاف منها سمك شعرة من رأس الإنسان.
- تعتمد الفكرة على أن الأسلاك النانوية البلورية تحدث صدى في الضوء المار حولها وهو ما يجعلها أصغر من طول موجة الضوء وهو ما ينجم عنه تركيزات من كثافة الضوء.
- والطاقة المنتجة في هذه الحالة أعلى من الطاقة التي تنتجها الألواح الشمسية التقليدية كما أن صف "أسلاك النانو" يكون صغيرا لدرجة أنه يتعذر رؤيته عندما يوضع على زجاج النوافذ.

2 في مجال طاقة الرياح :

تستخدم الطاقة الحركية الناتجة من الرياح في توليد الطاقة الكهربائية عن طريق تحوّل الهوائية طاقة الرياح إلى طاقة ميكانيكية، والتي بدورها تتحول إلى طاقة كهربائية تستطيع تشغيل الأجهزة وتوصل إلى المنازل. ساهمت تقنية النانو تكنولوجي في طاقة الرياح في تصنيع تقويينات رياح متقدمة جداً الشكل (3) قابلة للتعديل وسريعة التركيب لدرجة أن توربين رياح واحد معدل بهذه التقنية أكثر قوة مما كان يعادله منذ عقدين سابقين، كما أدت لإنشاء مزارع رياح تنتج طاقة تعادل محطات الطاقة التقليدية. وقد تم ربط هذه التقنية بمحطات الرياح من خلال استبدال الألياف الزجاجية أو الألمنيوم المستخدمة في ريشة التوربين المولد للطاقة الكهربائية بأنابيب الكربون النانوية، وهي عبارة عن أسطوانات مصنوعة من ذرات الكربون سمكها أرق بعشرة آلاف من الشعر البشري، وهي لها خصائص كهربائية فريدة من نوعها.

كما ساهمت تلك التقنية في التغلب على المعوقات المتعلقة بالاحتكاك في التوربينات، بمعالجتها من خلال تشحيم المراوح بمواد متناهية في الصغر مضادة للماء لتفادي الظروف المناخية الصعبة كالجليد والرطوبة، كما استخدمت أجهزة استشعار للتنبيه عن أعطال نظام التوربينات.



الشكل (3) يوضح التوربينات الهوائية المتقدمة في انتاج الطاقة الشمسية

3- طاقة الهيدروجين:

يشهد العالم بسبب التطور التكنولوجي المتسارع ولادة مصدر جديد للطاقة سيعيد صياغة شكل الحضارة الإنسانية على وجه الأرض وهو توليد الطاقة من الهيدروجين الذي سيصبح الوقود الأبدى الذي لا ينفذ عبر العصور، وهو عنصر لا ينتج عن إحترقة أي ة انبعاثات ضارة بالبيئة. بيد أن التطور التكنولوجي حسن من معدل الاحتراق من خلال تصميم محفزات خاصة ذات مساحة سطحية أعظم، فقد قام العلماء عام 2005 بجامعة تورنتو بتطوير جزيئية نانوية قابلة للرش على السطح تحول في التو واللحظة إلى مجمع للطاقة الشمسية. وتعد استخدام أنظمة الطاقة النانوية أكثر صداقة للبيئة إذ تمثل إحدى نماذج الطاقة الصديقة للبيئة في استخدام خلية وقود تشتعل بواسطة الهيدروجين، والتي تنتج بصورة مثالية من الطاقات المتجددة، ولعل أفضل مادة نانوية مستخدمة بخلية الوقود تتمثل في المحفز المكون من جزيئات المعادن النبيلة (مثل الهيليوم والنيون.... وغيرها) المدعومة بالكربون ذات قياسات 1-5 نانومتر، وتحتوي المواد المناسبة لتخزين الهيدروجين على عدد ضخم من المسام النانوية الصغيرة، ومن ثم يتم الاستفادة من العديد من المواد النانوية ومنها الأنابيب النانوية. كما قد تساهم تقنية النانو في زيادة تقليص الملوثات المنبعثة من محرك الاحتراق من خلال استخدام مرشحات المسام النانوية، والتي تستطيع تنقية وتنظيف العوادم ميكانيكياً من خلال المحولات المحفزة والقائمة على جزيئات المعادن النبيلة

النانوية أو من خلال المغلفات المحفزة على جدران الاسطوانة، والجزيئات النانوية المحفزة والتي تستخدم كذلك كإضافات للوقود.

4- في مجال التلوث:

أحد الأساليب التي يمكن من خلالها للتطور في التكنولوجيا النانوية أن يفيد البيئة هو عبر أجهزة الكشف الأقل ثمنًا والأكثر حساسيةً - في بعض الحالات أكثر حساسيةً بألاف أو ملايين المرات من الاجهزة الحالية ، فعلى سبيل المثال يمكن لمجسمات التكنولوجيا النانوية الجديدة التي تستند على البروتينات أن تكشف الزئبق بتركيزات تقارب جزءاً من 10-15% أو واحد من الكوادرليون ، وهو ما كان مستحيلًا في السابق .

وتعمل أجهزة مراقبة كثيرة جديدة مبنية على أساس التكنولوجيا النانوية في المواقع وبالزمن الحقيقي، وتقيس بشكل متزامن طيفاً واسعاً من الملوثات والعوامل السمية، ويسمح الكشف السريع بالاستجابة السريعة، وبالتالي بتقليل الضرر وتخفيض تكاليف المعالجة.

يمكن أن تساعد التكنولوجيا النانوية أيضاً بتقليل أو منع التلوث والانبعاثات السمية عند المصدر ، إذ تظهر الحفازات المبنية بطريقة نانوية والمستندة إلى أوكسيدات المعادن أو الجزيئات النانوية للمعادن وعوداً بتقليل الانبعاثات الصناعية وتلك المتأتية من المركبات فمثلاً: هناك مجموعة من الجزيئات النانوية لمعادن ثمينة تمتلك القدرة على أكسدة أول أكسيد الكربون السام Co في عوادم المركبات لتحوّله إلى ثاني أكسيد الكربون CO_2 الأقل ضرراً.

وعلى المستوى النانوي ، تظهر جزيئات متنوعة قدرات مثيرة للإعجاب على معالجة الملوثات، فالجزيئات النانوية لثاني أكسيد التيتانيوم (TiO_2) تمتص الطاقة من الضوء، ومن ثم تقوم بأكسدة الجزيئات العضوية القريبة، ويتم استغلال هذه الخاصية في التحفيز الضوئي لصنع طلاء يقوم بجذب وأكسدة الملوثات كالانبعاثات الناجمة عن المركبات والصناعة.

ويمكن استغلال هذه الخصائص لصنع أسطح تنظف نفسها بنفسها مثلاً: زجاج أو جدار قادر على تنظيف نفسه وبإمكانه حبس جزيئات تلوث الهواء، يتم تطوير مواد نانوية جديدة

بإمكانها الارتباط مع الملوثات ومن ثم يتم مسحها تماماً كما يقوم المرء بمسح الماء المسكوب عن طريق إسفنجة.

وهناك عدة مواد مبنية بطريقة نانوية لها القدرة على تنظيف المياه والمياه الجوفية، وتتوافر الآن مواد نانوية مسامية تقوم بترشيح العوامل الممرضة ومواد أخرى غير مرحب بها بشكل تجاري، ويقترح العلماء أن يتم معالجة تلوث المياه الجوفية باستعمال الجزيئات النانوية للحديد المغناطيسي في إزالة الزرنيخ من مياه الشرب .

الخلاصة:

يتم إنتاج معظم التكنولوجيا الجديدة دون تفحص كامل لآثارها بعيدة المدى في بيئة العالم، لكن يمكن لتكنولوجيا النانو أن تشكل مخاطر محتملة تتطلب تقييماً دقيقاً ومع أن كمياتها ستكون أقل، إلا أن حجم الجزيئات الصغيرة يمكنها أن تدخل في الجلد أو عبر السائل الدموي الدماغ. وفي الوقت الحالي لا يكاد يعرف شيء عن الكيفية التي يمكن أن تتصرف المواد النانوية بها في بيئات مختلفة، بما يتضمن فيما لو كانت ستبقى ثابتة نسبياً أو إنها ستتغير بطرق يمكن أن تغير من آثارها المتوقعة. إن الدول النامية تعاني من تخلف تكنولوجي على المستويين الكمي والكيفي، فعلى المستوى الكمي تتسم بفشل في استغلال الموارد الطبيعية والبشرية المتاحة، مما يؤدي لتخلف وجمود الجهاز الإنتاجي وانخفاض مستوى الدخل القومي وعدم العدالة في توزيع الدخل، أما على المستوى الكيفي فهي تعاني من تأخر المستويات الفكرية والثقافية، وضعف القدرة على الإبداع والابتكار، وانحطاط مستوى وكفاءة الأداء الاقتصادي والاعتماد على الغير في كل شيء.