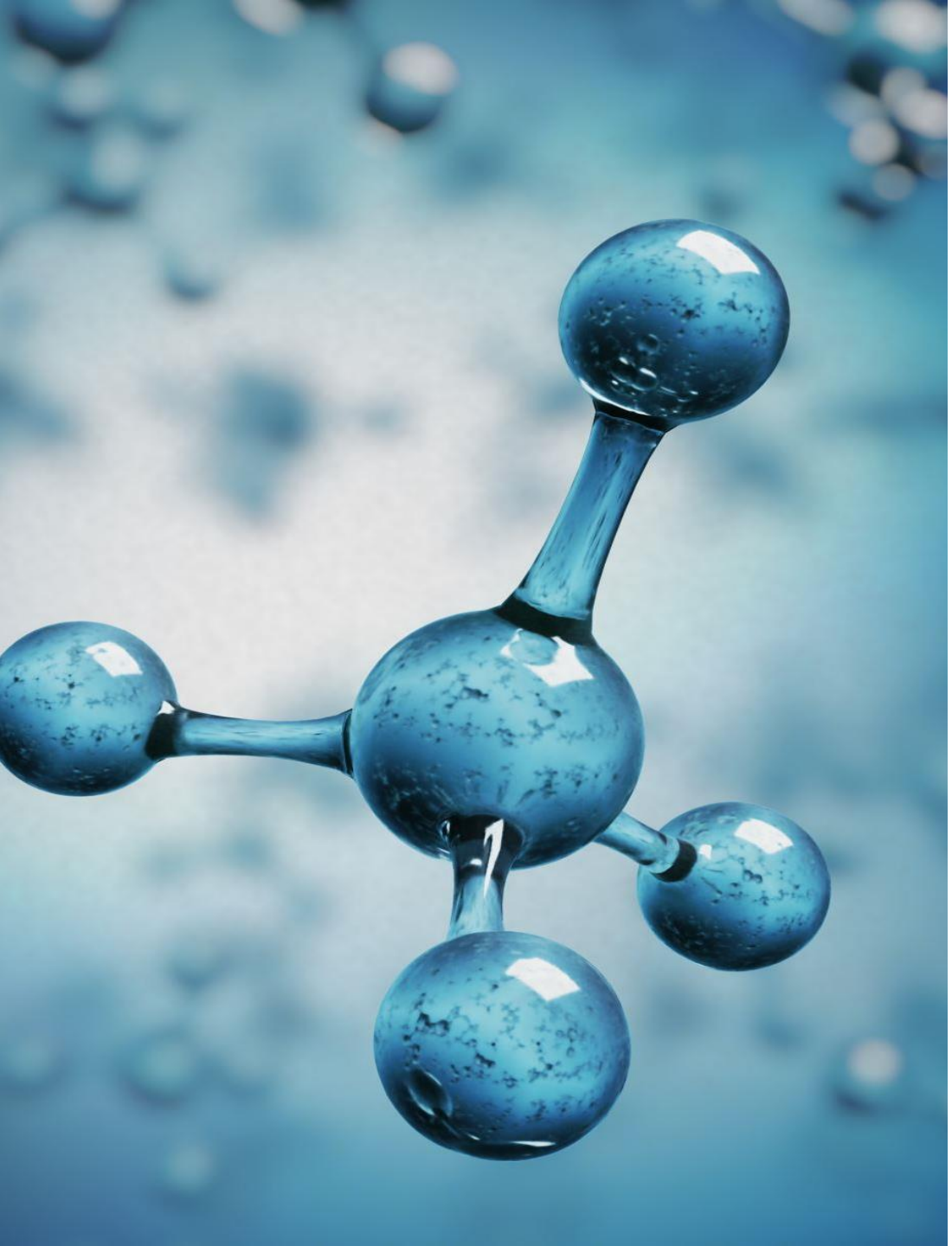


- **Nanotechnology/ B490**
- **Biology Department**
- **Science College**
- **First Semester 2021**

Third Lecture

Nonotoxicity

ماهي الاسئله التي ستجيب عنها المحاضرة

- ماهي فوائد واضرار التقنيه النانويه
- ماهو علم السموم النانويه Nanotoxicology
- ماهي الأثار السلبية للمنتجات النانوية على صحة الإنسان
- المناطق الاساسيه لدخول جسيمات النانو الى جسم الإنسان
- ماهي الأثار السلبية للمنتجات النانوية على البيئة
- السلامة المهنية في الصناعه النانوية

ماهي فوائد التقنيه النانويه

1- التطبيقات الطبيه الكشف عن الاورام السرطانيه وعلاجها من خلال الصناعات الدوائيه **($20 بليون خلال 2009 فقط للادويه السرطانيه)** ، فضلاً عن تطبيقها في تطوير علاجات داء السُكري، واستخدمت ايضا في علاج أمراض القلب والأوعية الدموية **صناعة المطهرات النانويه** المضادة للبكتيريا والميكروبات، وتتميز هذه المطهرات بفعاليتها وبعدم تأثيرها على الأسطح فهي لا تسبب التآكل ولا الصدأ

2- التطبيقات الصناعية إضافت تقنية النانو العديد لهذا المجال صناعة الطائرات والسيارات, صناعة الزجاج , صناعة النظارات الشمسية, صناعة المنتجات الرياضية, صناعة الدهانات والأصبغة.

3- التطبيقات الزراعية المبيدات النانويه لمكافحة الآفات الزراعية, الحبيبات النانوية النشطة المستخدمة في مجال تسميد وتخصيب التربة الزراعية بداخل كبسولات صغيرة من البوليمرات . يتوقع بحلول **عام 2026** أن يصل الإنتاج العالمي للجسيمات النانوية المستخدمه في هذا المجال إلى **10000 طن** ، واجمالي المبيعات إلى **50 مليار دولار**

أضرار واثار المواد النانويه والتقينه المصنعه لها

إن كل تقنية ظهرت لم تخلوا من العقبات وتقنية النانو تتحكم بإبعاد المادة عن طريق إعادة ترتيب وبناء المواد بطريقة ذرة- ذرة؛ بالتالي من الممكن الحصول على خواص جديدة غير مألوفة فكيف سيتم التحكم بها وما هو مصيرها؟

في الوقت الذي ذهب فيه الكثيرمن الباحثين والعلماء إلى تقنية النانو على انها عنصرًا رئيسيًا لا يستغنى عنه،أتجه آخرون الى معرفة الخطر الناتج من كثرة أستخدامها و معرفة الأضرار المترتبة من نواتجها على البيئة و الصحة و المجتمع .

ولأن لكل جانب حسن جانب سيء يجب أن يصحح أو يقلل من تاثيرة علينا النظر بأمر جاد نحو ما يمكن أن تسببه من أخطار وخصوصًا أننا نتعامل مع أشياء من الصغر بحيث لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة وكذلك من الضروري وضع معايير قياسية للتعامل مع نفاياتها على نحو آمن لأنها من الممكن أن تكون مجموعة جديدة من الملوثات

من اهم الاثار السلبيه لمنتجات هذه التقنيه هي السميه

علم السموم النانوية Nanotoxicology وهو العلم الذي يختص بدراسة سميه المواد النانوية وتأثيراتها على الانظمه الحيوية المختلفه ومن ضمنها الانسان

يعتبر Guenter Oberdoerster اول من صاغ مصطلح علم السموم النانوية ففي عام 2005 قدم دراسة حول تأثيرات وآليات استنشاق الجسيمات الدقيقة النانوية ومعرفة قياس الجرعات وتقيم المخاطر، أفادت دراستة انه بإمكان الجسيمات النانوية ان تخترق الرئه بالإضافة إلى التأثيرات النانوية على القلب والأوعية الدموية والجهاز العصبي المركزي فإن تواجد هذه الجسيمات دون معايير محددة ستكون مصدرلاحتمالية الأضرار في المجتمع من نواحي مختلفه والتي من اهمها صحة الانسان والبيئه المحيطة به.

الأثار السلبية على صحة الإنسان

أن ما يشكل هذا الخطر هو أن الإنسان لا يشعرأو يبدي أي مقاومة للمواد النانويه بسبب حجم المواد النانوية الذي يسمح لها بالعبور خلال مسامات الجلد ، وتستطيع الانتشار داخل الجسم بصورة أكبر وأسرع من أي مادة أخرى فالمنتوجات المصنعة بهذه التقنية من المحتمل أن تترك خلفها جسيمات عالقة في الهواء او مع دقائق الغبار بالتالي سيتم استنشاقها و تتغلغل داخل الجسم او عن طريق تناولها مباشرة في الغذاء و الشراب ولا ننسى المواد المصنعة للتجميل من كريمات و زيوت خصوصًا تلك المستخدمة للوقاية من الأشعة فوق البنفسجية أوالمضادات للتجاعيد ، والمياه التي يغسل أو يشطف بها أحواض السباحة جميعها سوف تنفذ عبر مسام الجلد وأن الجروح و الخدوش ستسهل عليها ذلك فضلًا عن مواد تنظيف الأسنان خاصة الأنواع المستخدمة للتبييض ، والتي يثير الشكوك حول إمكانية إحداثها لخدوش باللثة وتقلل من سمك الأسنان .

أجْمَعَ العلماء على أمكانية دخول جسيمات النانو في جسم الإنسان ، كحسابات بسيطة أن جسيم بحجم ٣٠٠ نانومتر يستطيع بكل سهولة الدخول في خلايا جسم الإنسان ، والأخطر من ذلك أن جسيمة بحجم ٧٠ نانومتر يستطيع الدخول في نواة مما يجعل حدوث التفاعل بينها وبين خلايا الجسم أحتمال كبير، مما قد يؤدي لتغير خصائصها أو تسميمها

المناطق الاساسيه لدخول جسيمات النانو الى جسم الإنسان

أن المناطق الاساسيه لدخول جسيمات النانو الى جسم الإنسان تتمثل بالرئتين والقناة الهضمية والجلد

1- نفاذ جسيمات النانو من خلال الرئتين

المنتوجات النانويه المصنعة بتقنية النانو من المحتمل أن تترك خلفها جسيمات عالقة في الهواء بالتالي سيتم استنشاقها و تتغلغل داخل الجسم ففي عام 2009 تم تحويل أكثر من 70 شخصًا الى المستشفيات يعانون مشاكل في الجهاز التنفسي على آثر أستخدامهم أحد منظفات الحمامات المعتمدة على تكنولوجيا النانو . وأن مسحوق الكربون الأسود ذو الحجم النانوي له القدرة على التداخل و التشويش على إشارات الخلية Cell signals لانه يسلك كجزء جيني على مستوى الخلية. . لقد اثبت التأثير الضار للمواد النانويه على الجهاز التنفسي وذلك من خلال معاملة القصبة الهوائية للفئران بسخام أنابيب الكاربون الأحادية الجدران ، وقد وجد أن 15% من الفئران التي تم معاملتها بأنابيب الكاربون النانوية أختنقت حتى الموت خلال 24 ساعة نتيجة تجّمع أنابيب الكاربون النانوية في ممرات القصبات الهوائية.

ويعتبر الإسبستوس من أهم الأمثلة التي ظهرت مخاطرها الصحية على الجهاز التنفسي، فخطورته تنبع من أن أليافه متناهية الصغر(3000 nm) او اقل وحين تصل إلى الجسم البشري يصعب طردها من داخله وهو ما يجعله سبب للإصابة بالعديد من أنواع السرطانات والتليف الرئوي pulmonary fibrosis

2- نفاذ جسيمات النانو من خلال القناة الهضمية

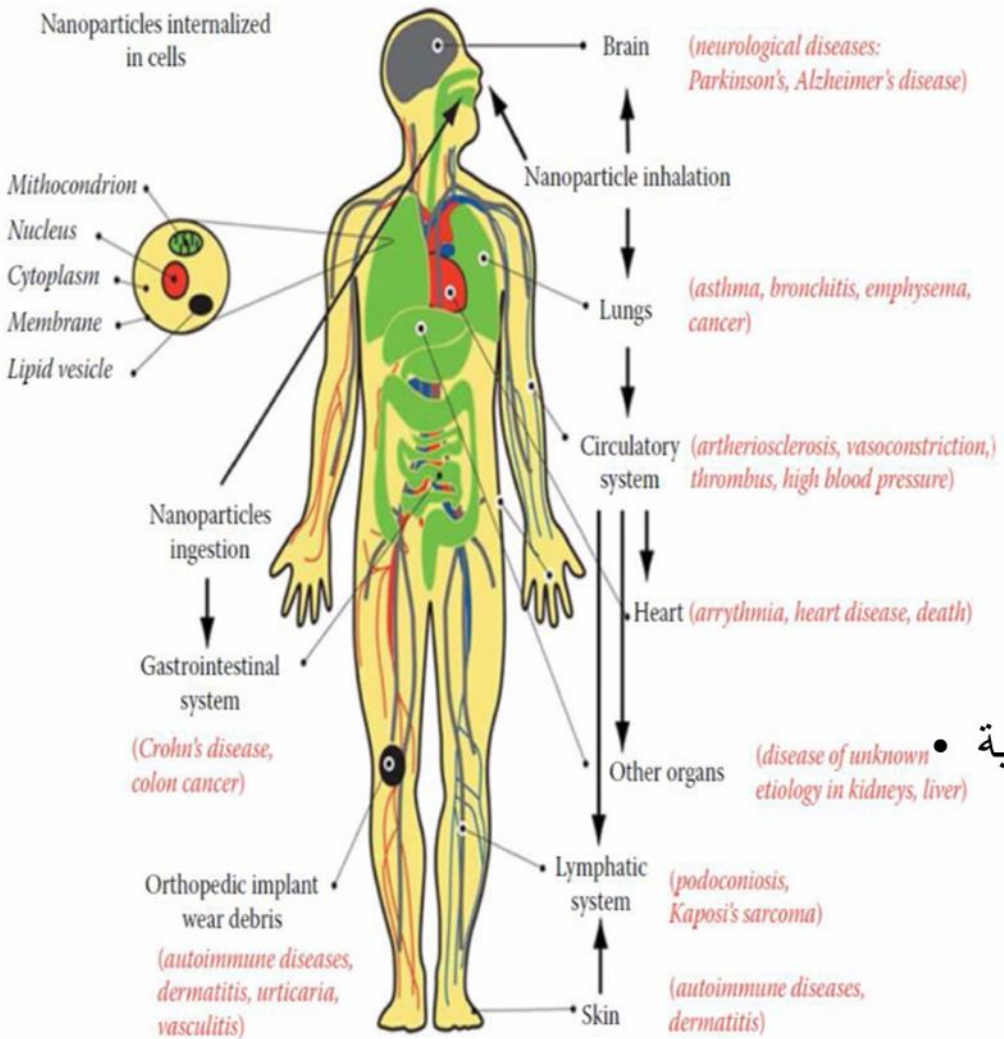
من الممكن وصول جسيمات النانو الى الجهاز الهضمي عن طريق تناولها مباشرةً في الغذاء والشراب فقد أستخدمت تقنية النانو في صناعة الأغذية ، مثل تصنيع نوع من زيت الكانولا يدعى كانولا أكتف أويل يحتوي مادة مضافة تسمى "نقاط نانوية" مصممة لنقل الفيتامينات والمعادن والمواد الكيميائية النباتية عبرالجهاز الهضمي وشاي يدعى نانو تي، ومخفوق شوكولاتة للحمية يدعى نانوسيوتيكال سليم شيك شوكلات. وهنالك عدد قليل من الدراسات حول آثار هذه المواد النانوية على جسم الأنسان. ولضمان سلامة المستهلك عند أستعمالها علينا تقييم ودراسة المخاطر المحتملة لانتقالها اذ قدمت دراسة حول سمية وهجرة المواد النانوية المستخدمة في تغليف الأغذية وأشارت الى احتمال أن يرتبط معدل هجرة المواد النانوية إلى المواد الغذائية بنسبة النانوفيل الموجودة في المواد المركبة للغلاف.

3- نفاذ جسيمات النانو من خلال الجلد

منتجات تقنية النانو شملت مواد التجميل من كريمات و زيوت خصوصًا تلك المستخدمة للوقاية من الأشعة فوق البنفسجية أوالمضادات للتجاعيد ، من الممكن أن تؤدي هذه الكريمات الى ضرر الحمض النووي لخلايا الجلد.

كذلك قدمت نتائج دراسات محدودة لمعرفة قدرة حبيبات النانو على إختراق الجلد اذ وضحت ان إختراق جسيمات النانو للجلد يعتمد على الحجم وان لها القابلية على الاختراق العميق للجلد ومع ذلك لم يستطيعوا تحديد سلوكها بعد إختراق الجلد ، مثلًا أن حبيبات أكاسيد التيتانيوم 5-20 نانومتر لها القدرة على إختراق الجلد و قد تتفاعل مع النظام المناعي. و من ناحية أخرى المياه المعالجة بتقنية النانو والتي تستخدم لغسل او شطف أحواض السباحة والتي سوف تنفذ عبر مسام الجلد وأن الجروح و الخدوش ستسهل عليها ذلك.

الى جانب تأثير المواد النانوية على الرئتين و القناة الهضمية و الجلد ، أوضحت بعض الدراسات التي أجريت على الحيوانات المختبرية أن جسيمات النانو حال دخولها الى جسم الإنسان فانها سوف تتجمع في الدماغ و خلايا الدم (نخاع العظم) والأعصاب . ومما يزيد إحتمالية الخطرهو قدرتها على تخطي حاجز دم الدماغي brain blood barrier ، فضلًا عن التسلل إلى جهاز المناعة في الجسم البشري وتخريبه.



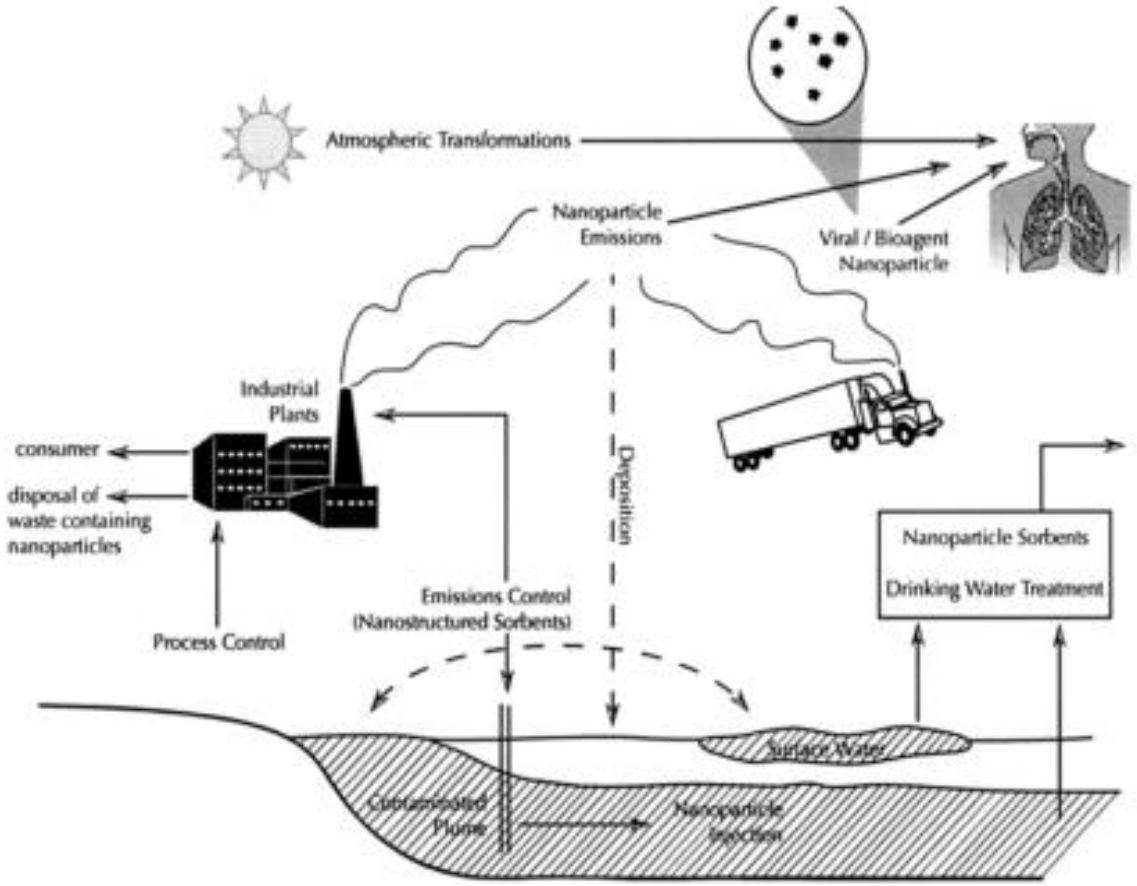
- صورة توضح مسالك جسم الإنسان ، وطرق تعرضها للجسيمات النانوية

الآثار السلبية على البيئة

أن تسارع الإنجازات العلمية في مجال الصناعة النانوية يؤدي بشكل من الاشكال الى ضرر البيئة بكل جوانبها الحية واللاحية، فالصناعات بصورة عامة تترك خلفها مخلفات غير معالجة كالعناصرالثقيلة السامة، مثل الرصاص والزئبق والزرنيخ ومركباتهم بالتالي فإن لتقنية النانو مخلفاتها الصناعية الخاصة بها مثل أي تقنية أخرى . وعند تدهور حالة البيئة بسبب التلوث الصناعي من ناحية الغلاف الجوي والتربة والمياه فأن ذلك ستؤثر سلبًا على الإنسان والحيوان والنبات فضلاً عن تأثر الإحياء المجهرية، فجميع الكائنات الحية لها إرتباط وثيق مع البيئة فهي تعتبر المحيط الأساسي لتواجده فإذا أحتوت البيئة على مخلفات نانوية ستؤدي إلى إضرار مستقبلية ومن الممكن أن تكون ملوثات بيئية غير قابلة للتحلل.

تتركز الجسيمات النانوية في الأوساط البيئية والتي تشمل :

1. الهواء
2. الماء
3. التربة



رسم تخطيطي يوضح الجسيمات النانوية في البيئة

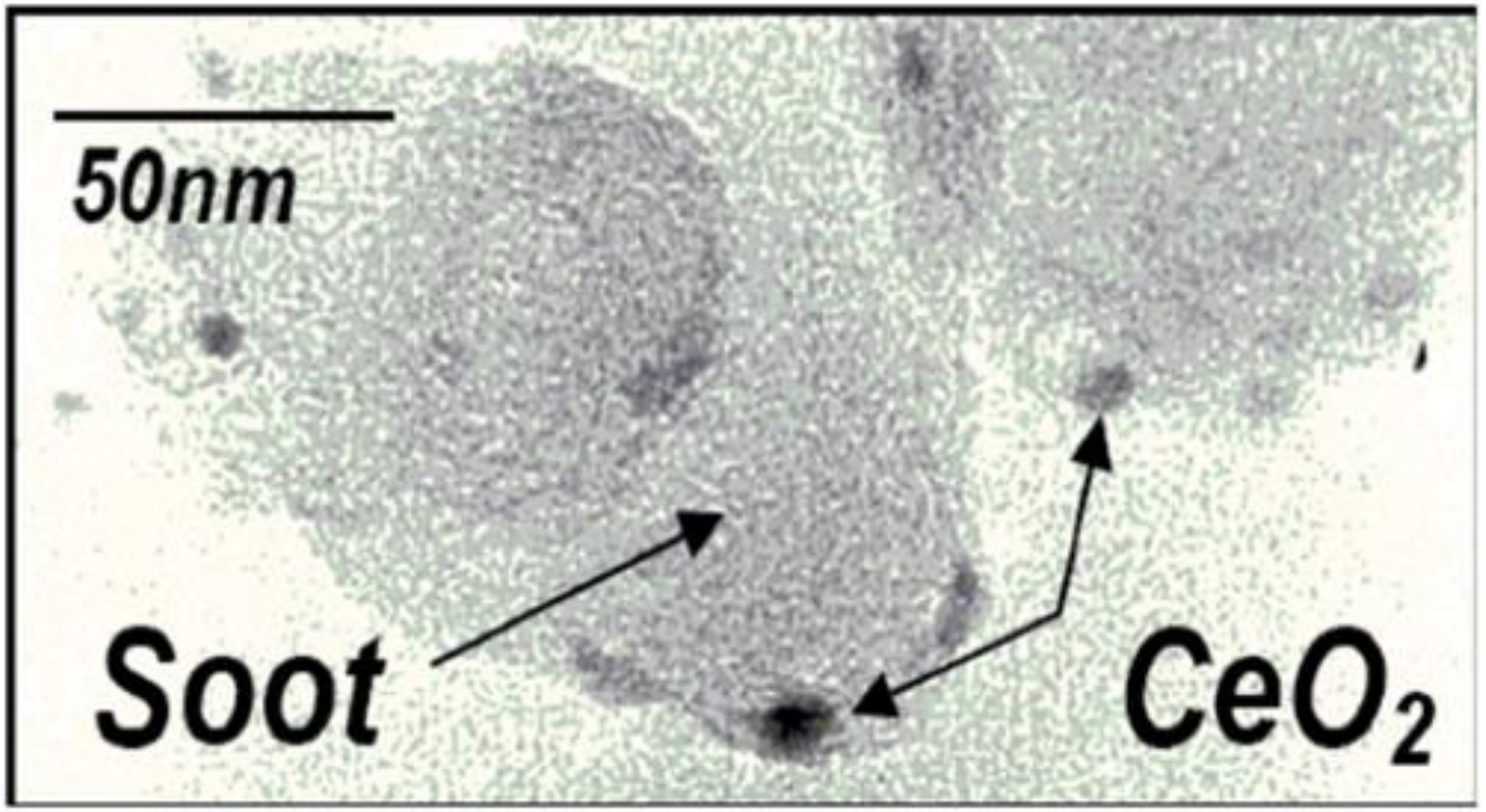
1- تلوث الهواء بالجسيمات النانويه

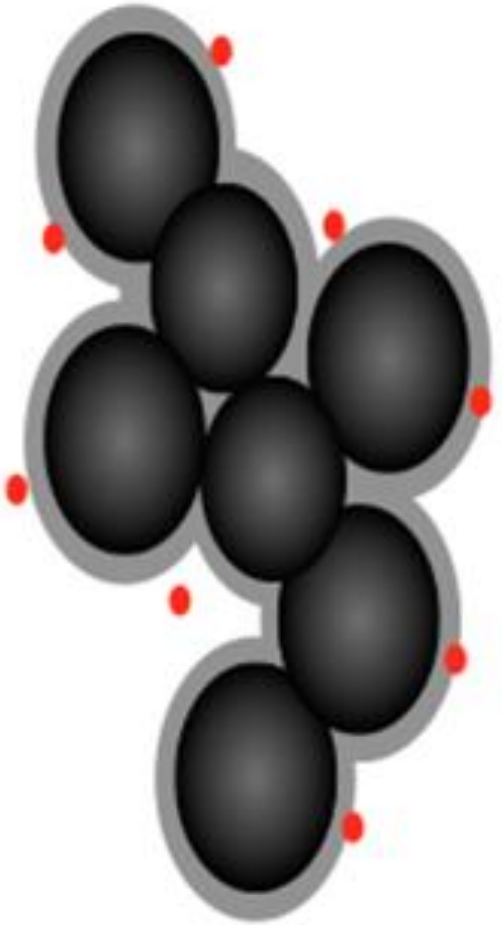
تنوعت مصادر الانبعاثات في البيئة ، بسبب التطبيق المتزايد للجسيمات النانوية من الناحية الكمية وكذلك من حيث تنوع المنتجات ، لكن مصادر الدقائق النانوية في الهواء تتحدد من خلال العمليات التكنولوجية، أوالعمليات الطبيعية مثل أنفجار البراكين والحرائق. أن ما يجعل الجسيمات النانوية ملوثًا للهواء هو إمكانية ان تتواجد فيه ، بسبب صغر حجمها وخفة وزنها.

أن واحدة من جسيمات النانو التي تطلق في الغلاف الجوي عن طريق المركبات التي على الطرق وتساهم في أرتفاع درجة حرارة الأرض هي **جسيمات النانو الديزل** ،لأنها تمتص الضوء وتعرض صحة الإنسان للخطر.فالجسيمات الأولية هي الجسيمات فائقة الدقة التي تطلق مباشرةً من المصدر، والجسيمات الثانوية " متقلبة" قد تتشكل في الغلاف الجوي عن طريق العمليات الكيميائية الضوئية ومن الشروط الواجبة لإنتاجها هي درجة التنوي nucleation ودرجة الحرارة ووقت الإقامة ومعدل التخفيف ونسبة التخفيف وتركيز جزيئات الكربون.ان انبعاثات السيارات تساهم بنسبة تصل إلى 90 ٪ من مجموع التلوث في الطرق المزدحمة. وبالتالي فإن الهواء في مثل هذه البيئات يحتوي على عشرات الآلاف من هذه الجزيئات. يستنشق سكان المدن بشكل عام حوالي 10 إلى 80 مليار جسيم نانوي كل ساعة على طرق مزدحمة.

لا يوجد حاليًا أي لوائح لجودة الهواء في أي جزء من العالم للتحكم في التعرض للجسيمات النانوية لأسباب عديدة فعلى سبيل المثال ما زال المستوى الآمن لتعرض الجسيمات النانوية موضع خلاف هناك أيضًا نقص في تقنيات القياس القياسية أو الأدوات لهذه الجسيمات.

Diesel nanoparticles جسيمات الديزل النانويه





2- تلوث الماء بالجسيمات النانويه

مما يزيد احتمال التلوث المائي بتقنية النانو هو إلقاء المنتجات والنفايات الصناعية في المجاري المائية، وان انبعاثات الجسيمات النانوية تكون إما مباشرة إلى البيئة أو بشكل غير مباشر عبر نظام تقني مثل محطات معالجة مياه الصرف الصحي أو مدافن النفايات أن من أسباب صعوبة تحديد تأثير منتجات تقنية النانو على المياه هو أن الجسيمات النانوية المصنعة تميل الى التجمع و الاستقرار مثل الغرويات وهي تشمل المواد العضوية Si ، و Al، Mn، Feكالمواد الدبالية والمواد غير العضوية مثل اكاسيد

فالغرويات الطبيعية تتفاعل مع الجسيمات النانوية وهذا سيؤثر على سلوك الخصائص الفيزيائية والكيميائية لجسيمات النانو في البيئة المائية والتي تتأثر بدرجة الحرارة والتي تؤدي الى تجمع الجسيمات النانوية في المياه سواء كانت بحار او محيطات ، كذلك الحال في المياه العذبة ، اذ من الممكن أن تتجمع عند التفاوت بين التيارات الباردة والحارة أو يمكن إعادة تدويرها بواسطة الكائنات الحية، بالتالي فإنها ستشكل خطرعلى الأنواع التي تتغذى من الأماكن السطحية للمياه او تنقل عن طريق الهواء الجوي للطيور والثدييات البحرية.

3- تلوث التربة بالجسيمات النانويه

تتركز نواتج مخلفات الصناعه في التربة ، سواء كانت تصدر بشكل مباشر أو غير مباشر (مثل الترسب الجوي او النفايات) ، ولأن التربة تمثل المنفذ الرئيسي للزراعة ، بالتالي فإن نواتج المخلفات ستصل الى جميع حلقات السلسلة الغذائية . ان المواد العضوية ، والطين ، وأكاسيد الحديد ، والمعادن الأخرى تلعب دورًا كبيرًا في العمليات الكيميائية الحيوية فهي تمثل المصادر الطبيعية (غرواني التربة) في النظم البيئية الأرضية ، لذلك فإن أندماج الجسيمات النانوية المصنعة مع الجسيمات الطبيعية يؤدي تغير خواصها وستؤثر في التربة ، ومن العوامل المهمة لالتصاق الجسيمات النانوية ونقلها في التربة هي الحجم و الامتصاصية بالنسبة للجسيمات النانوية ، اما بالنسبة للتربة فهي تعتمد على المسامية والتوصيل الهيدروليكي وتدرج المياه الجوفية وسرعة التدفق والخصائص الجيوكيميائية (مثل الأكسجين المذاب ، ودرجة الحموضة ، والقوة الأيونية ، وتركيزات النترات ، النتريت ، وكبريتات) .كذلك تم استخدام الجسيمات النانوية كعوامل مضادة للميكروبات ضد البكتيريا المسببة للأمراض النباتية ، لكن هذا الاستخدام له أضرار على المجتمع المايكروبي في التربة التي تلعب أدوارًا مفيدة في البيئة مثل تكاثر البكتيريا المثبتة للنتروجين أن تراكم و تفكك الجسميات النانوية الدقيقة أدت الى تغير عدة عوامل في التربه والنباتات الأمر الذي ظهر بصوره تسمم على النباتات وبدرجات مختلفه.

السلامة المهنية في الصناعه النانوية

نظرًا إلى أن تقنية النانو هي اكتشاف حديث فإن الآثار الصحية وسلامة التعرض لهذه المواد النانوية ومستويات التعرض التي قد تكون مقبولة لم تُفهم بالكامل بعد. تُجرى حاليًا أبحاث حول التعامل مع المواد النانوية وطورت إرشادات لبعض المواد النانوية. كما هو الحال مع أي تقنية جديدة فمن المتوقع أن يحدث التعرض الأولي بين العاملين الذين يقومون بإجراء البحوث في المختبرات والمنشآت التجريبية لذلك من المهم أن يعملوا بأسلوب يقي صحتهم وسلامتهم وضعت إرشادات للتحكم بالمخاطر وهي فعالة في تقليل التعرض إلى الحد الأمن بما في ذلك استبدال المواد التي تشكل خطرًا بمواد نانوية أكثر أمانًا والتحكم الهندسي في اماكن انتاجها مثل التهوية المناسبة ومعدات الوقاية الشخصية كملاذ أخير. بالنسبة لبعض المواد فقد طورت حدود التعرض الوظيفي لتحديد الحد الأقصى للتركيز الأمن للمواد النانوية المحمولة جوًا وأُمكن تقييم التعرض باستخدام طرق أخذ عينات النظافة الصناعية القياسية. يمكن أن يساعد برنامج مراقبة الصحة في مكان العمل على حماية العمال من مخاطر هذه الصناعة ومنتجاتها.

أن إجمالية مخاطر النانوممكن أن تتلخص بالتالي :

١_قضايا صحية تأثيرات المواد النانوية على حيوية الجسم البشري.

٢_قضايا بيئية تأثيرات المواد النانوية على البيئة.

٣_قضايا إجتماعية التأثيرات الناجمة عن إمكانية استخدام الأجهزة النانوية على الشؤون السياسية و التفاعل البشري.

٤_المخاطر الخاصة المصاحبة للرؤية المتوقعة لتقنية النانو الجزيئية.