الفصل الرابع

التطبيقات العلمية لتقنية النانو
Nano-Technology Scientific Applications

لا يمكن أن تترك تقنية النانو أي مجال من المجالات الحياتية إلا وستغمره بالإبداع العلمى منقطع النظير. إن تقنية النانو أصبحت تقنية علمية تنافسية مثلما حدث في عصر الصعود إلى القمر وحينما وضعت فيه أول دولة إنساناً منها على سطح القمر. ويعتقد بل يجزم العلماء أن استخدام تقنية النانو سيغزو جميع المجالات التطبيقية مثل الصناعات الإلكترونية، والزراعية، والطبية والدوائية، وطرق الإنتاج، ومعالجة مياه الشرب والمجالات البيئية، وغيرها من المجالات التطبيقية الحياتية الأخرى (الشكل رقم ١٤).

وعلى العموم إن استخدام التقنية أو تطبيقاتها يؤدى إلى استفادة أي مجتمع، لأن قيام وغزو أي تقنية جديدة من شأنها رفعة شأن المجتمع ورقيه والنهوض به على المستوى الدولي. ولذلك فإن تطبيقات تقنية النانو يمكن أن تؤثر في كل جانب من جوانب حياة الإنسان على وجه الأرض بشكل طاغي، وأحيانا مثير للجدل، ومتنوع من زوايا ومجالات مختلفة. ويجب التنويه أن مجال الرعاية الصحية بصفه عامه والمجال الطبي بصفة خاصة، ومجال الصناعات الكيميائية، وعلوم الفضاء، والروبوتيات، والاتصالات والإلكترونيات ربما سيكون لهم الحظ الأوفر من هذه التقنية، بل

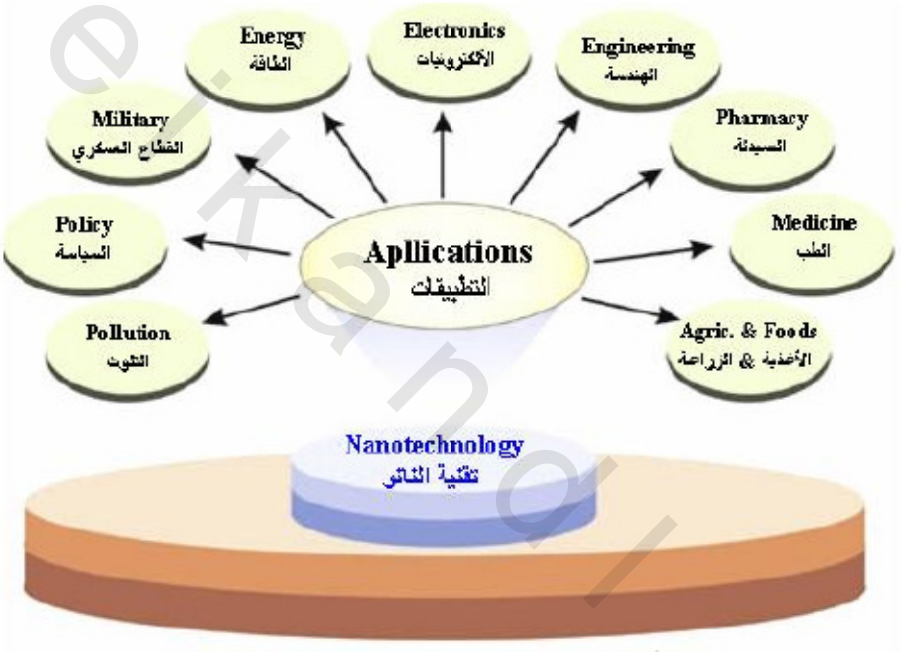
سيحصدوا نصيب الأسد من هذه التقنية في الأيام القليلة القادمة. وبشكل عام ، فإن تقنية النانو من المسلم به أن تمثل جبهة تقنية وبصمة جديدة في مجال العلم والتقنية من القرن ٢١ ، وكما نوهنا من قبل أنه من المعتقد أنها ستكون آخر الثورات العلمية في تاريخ البشر كما يعتقد العلماء.

وعلى الصعيد الدولي تعتبر كلا من الصين والولايات المتحدة من أكبر اللاعبين والمساهمين في هذه التقنية وذلك لما لهم من الأبحاث العلمية والتطبيقية المتقدمة في هذا الاتجاه. ولكن كلا منهما يحتاج إلى العمل سويا والاتفاق على تطبيقات طويلة الأمد لكي تجنى ثمار هذه التقنية في المستقبل القريب.

ولكن يبدو من الواضح أن الصين (المارد القادم) قد قطعت شوطا كبيرا مقارنة بالولايات المتحدة في مجال الأبحاث العلمية لهذه التقنية لتكون القوة العالمية الكبرى ذو القطب الواحد في مجال تقنية النانو. وهذا القطاع النانوى يتوقع له في القريب أن يساهم بنصيب الأسد من جملة الصناعات العالمية والتي يقدر لها حوالي ثلاثة تريليون دولار أمريكية. فعلى مدى السنوات الثلاث الماضية ، زاد عدد الشركات في مجال صناعة النانو في الصين إلى أكثر من ٨٠٠ شركة. وللصين بصفة خاصة ميزات فريدة عن باقي الدول الصناعية الأخرى والتي ستجعلها العملاق القادم في مجال علم أو تقنية النانو.

ومن هذه المميزات التي تتحلى بها الصين عن غيرها من المجتمع الدولي نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر انخفاض تكاليف الأيدي العاملة ، وعدم وجود حواجز بين التقنيات الجديدة ، والكمية الكبيرة التي تضخ من رؤوس الأموال الاستثمارية الأجنبية ، وانخفاض سعر العملة وانخفاض قيمة الضرائب ، ودعم الحكومة والسوق المحلية الكبيرة ، حيث يوجد أكثر من ١,٣ مليار مستهلك. كل هذه الأسباب مجتمعة تؤدي إلى ازدهار الصناعات التطبيقية في الصين ومنها صناعة النانو.

ولكي يتسنى لنا فهم تطبيقات تقنية النانو، يجب وأن نلقى المزيد من الضوء على بعض - وليس كل- أهم إنجازات تلك التقنية في المجالات العلمية التطبيقية المختلفة والتي تخدم الجوانب الحياتية.



الشكل رقم (١٤). مخطط توضيحي يبين أهم المجالات التي غزتها تقنية النانو.

(٤,١) تقنية النانو في مجالات الأغذية والزراعة

Nano-Technology in Foods and Agricultural Fields

بالرغم من أن الزراعة تحتل مركزاً متقدما في قائمة حسابات وتطبيقات استخدامات تقنية النانو إلا أن هذا المجال يعانى شح وتقزم في الأبحاث العلمية المنشورة حتى وقتنا هذا. ويعتقد العلماء أنه في العقد القادم سوف ينال مجال الأغذية

والزراعة قدر ليس بقليل من مساهمات تلك التقنية في مجال الأبحاث العلمية والتطبيقية على السواء.

وقد يرجع ذلك في الوقت الراهن إلى أسباب عديدة منها ضعف الاستثمارات في هذا المجال الحيوي، اتجاه الفكر الإنساني إلى الصناعات التي تشهد دورة رأس مال قصيرة المدى.

وكذلك عدم قبول أو الاقتناع بالكثير من الأفكار بشأن الأغذية المهندسة وراثياً Genetically Modified Foods فالمشكلة هنا ليست بالبساطة التي يتصورها البعض فالأمر يتعلق بمستقبل جميع الكائنات الحية على وجه الأرض (الشكل رقم ١٥). إذن هل يجب علينا أن نقاطع تقنية الهندسة الوراثية وتقنية النانو في هذا المجال أم نسلم أنفسنا لأقدارها؟ فالعالم يشهد احتجاجات واسعة على التعديل الوراثي للمواد الغذائية. بل بدأ الناشطون البيئيون مقارعة الأخطار المحدقة، فأنقسم العالم إلى ما بين مؤيد ومدافع ومعاد بل معارض ومنتقد ومتحفظ.

ولقد فرض الاتحاد الأوروبي سنة ١٩٩٨م حظرًا على إنتاج وبيع المنتجات المعدلة وراثياً، لكنه عاد وسمح بعدد من هذه المنتجات فسمحت من جديد بصناعة التقنية الحيوية. فحظرت دول أخرى استيراد الأغذية المعدلة وراثياً مثل المملكة العربية السعودية.

فلقد عقدت في الرياض ندوة وصدرت مجموعة من التوصيات مثل ضرورة وضع خطة وطنية لدراسة الجوانب المختلفة لتطبيقات الهندسة الوراثية في بيئة المملكة العربية السعودية وكذلك وضع ضوابط لاستيراد هذه الأغذية وإنتاجها إذا لزم الأمر وإنشاء قاعدة معلومات تختص بالأغذية المعدلة وراثياً وكذلك إنشاء بنك للأصول الوراثية النباتية حتى يتسنى جمع المصادر الوراثية للمحاصيل الزراعية ذات الأهمية بالمملكة وحفظها.

الشكل رقم (١٥). يبين ما ستؤول إليها العلوم الزراعية فى عصر تقنية النانو فى العقد القادم.

المصدر : http://www.bioagritech.com

وكل ذلك مع احترام حق المستهلك في معرفة طبيعة المنتجات الغذائية ومكوناتها إذا كانت عناصرها معالجة بالهندسة الوراثية. ومازالت بعض الدول تدرس الموضوع بتردد واستجابة، لذلك بدأت الشركات تضع ملصقات واضحة على الغذاء المعدل وراثياً على أن هذه الملصقات يجب أن توضع على كل غذاء يحتوي على واحد بالمائة أو أكثر من الكائنات المعدلة وراثياً. وأيضاً خفضت الشركات إنتاجها من البذور المعدلة وراثياً خوفا من تنامي عداء المستهلكين لها بصورة أكبر. أما الحل لحماية أنفسنا من مخاطر هذه الأغذية فلا يمكن ان نعود إلى الطبيعة كما كانت قبل اكتشاف هذه الأغذية المهندسة وراثياً، ولكن بمقدورنا أن نقف عند عددا من الأمور أهمها زيادة الوعي الغذائي عبر وسائل الإعلام بصورة مستديمة ومتوازنة ليوضح فيها السلبيات

والإيجابيات لتحسين سير الأمور، وأن نعتمد كلما أمكن في طعامنا على الأغذية الطبيعية من فواكه وخضراوات والتقليل من تناول الأغذية الصناعية كعصائر الفواكه الصناعية والأغذية المحفوظة داخل علب أو تلك التي أضيف إليها مواد حافظة وذلك تجنبا لإدخال مركبات كيماوية صناعية إلى أجسامنا قد لا يعرف تأثير استخدامها على المدى الطويل وتظهر في المستقبل.

والأمر لم ينته بعد لأن رغم أن هذا العلم مازال في طور النشأة وملامحه لم تستقر بعد وأنه يحوي الكثير من الجوانب السلبية وتحتاج إلى فترة طويلة لاكتشافها وتحديدها، ثم حصر التعديل الوراثي فيما يفيد البشرية ولا يضرها إلا أن العلم بدأ يقرع الطبول مرة أخرى بإعلان عن الثورة العلمية الجديدة والتي ستسير جنبا إلى جنب بل تفوق التقنية الحيوية التى يخشاها العالم. ترى هل سيتقبل العالم التقنية الجديدة بالرغم أنه لم يفيق بعد من ثورة التقنية الحيوية Biotechnology؟ وأصبح مكبلاً بين سنديان الأزمة الغذائية العالمية من جهة ومطرقة الحلول النانوية من جهة أخرى.

ورغم كل هذه الهواجس التى تكمن في الأذهان إلا أن هذه التقنية النانوية ماضية في طريقها بلا هوادة وبديكتاتورية عامية لا مثيل لها. ويمكن لهذه التقنية المساهمة في صنع أدوات ومواد تساعد على زيادة خصوبة التربة وذلك بإنتاج أدوات ومواد صغيرة نانوية تستخدم في الرش شبيهة بالمخصبات الزراعية Agricultural Fertilizers بمعدلات مقننة بعناية شديدة وفائقة الدقة من شأنها رفع إنتاجية المحاصيل كما وكيفا. فيقول أحد الخبراء في هذا المجال إن تلك العناصر الغذائية البالغة الصغر أو ما يسمى بعناصر النانو Nano Ingredients سيكون لها تأثير عظيم كمصدر للتصنيع الغذائي، وستغير تغييراً جذرياً في تأثير تلك المواد الغذائية على جسم الإنسان.

وهذه التغيّرات غير المتوقعة تسمى التأثيرات الكميّة Quantum Effects. وما يجعل هذه التقنية واعدة هو أن المادة الغذائية التى صنعها الله سبحانه وتعالى تبقى كما هى

دون أن تتغيّر في تركيبتها وصورتها البيولوجية الكيميائية، مثلما يحدث في تقنيات سبق أن جربها الإنسان مثل التعديل الوراثي للمحاصيل أو إنتاج زبده مصنعة تحاكي الزبد الطبيعية في القوام واللون أو هدرجة الدهون أو غيرها.

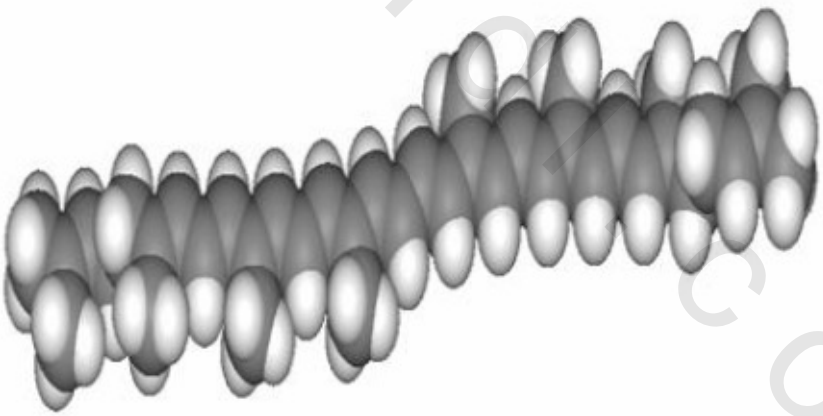
فتقنية النانو تعمل فقط على تقليل حجم المادة الغذائية ولا تعمل على تغيير المادة نفسها. وعن طريق العمل على جزيئات أصغر من المادة يمكن أن تظهر عليها خصائص جديدة مفيدة للإنسان مثل التوصيل الكهربائي، والمطاطية، وزيادة في القوة، واختلاف في اللون، وزيادة في التفاعل، وهي خصائص لا تظهر على المادة على مستوى الجزيئات الصغرى والكبرى.

وخلال السنوات القليلة الماضية استمرت معرفة الإنسان بهذه التقنية بالتنامي متزامنة مع تزايد قدرته على إيجاد استخدامات وتطبيقات للتقنية في مجال الأغذية والزراعة. ولكن هناك الآن حاجة إلى المزيد من الوقت ليصل الإنسان لمرحلة تطبيق فعلية على أرض الواقع لتلك التقنية خصوصاً على المستوى التجاري في التصنيع الغذائي. وهناك احتمال أن يكون لهذه التقنية تأثير كبير على اختيار المواد الأولية المناسبة للتصنيع، وكذلك ستغيِّر بشكل غير متوقع في مدى تأثير الأطعمة على شكل بنية الإنسان. فمثلاً، تنتج المعامل الكيميائية الألمانية (BASF) Badische Anilin- und Soda-Fabrik لايكوبين Lycopene مصنّع (نوع من أصباغ الكاروتنيدات Carotrnoids) على مستوى النانو كمادة مضافة تدخل في تصنيع عصائر الفواكه والأجبان والمرجرين (زبد صناعى) (الشكل رقم ١٦).

ومعروف أن الكاروتنيدات هي مواد مضادة للأكسدة تتحول في جسم الإنسان إلى فيتامين أ. وتذكر معامل BASF أن الجسم يمتص الكاروتنيدات المنتجة بتقنية النانو بصورة أسهل، كما أن الأطعمة التي تدخل فيها تلك الكاروتنيدات Carotrnoids المصنّعة تظل طازجة لفترة أطول (الشكل رقم ١٧).

كما تم استخدام تقنية النانو في برنامج Nutralease في قسم الكيمياء التطبيقية في الجامعة العبرية في فلسطين المحتلة، وذلك في تطوير سوائل مركبة لتنقل عناصر غذائية بحجم النانو Nanonutrients إلى خلايا الجسم.

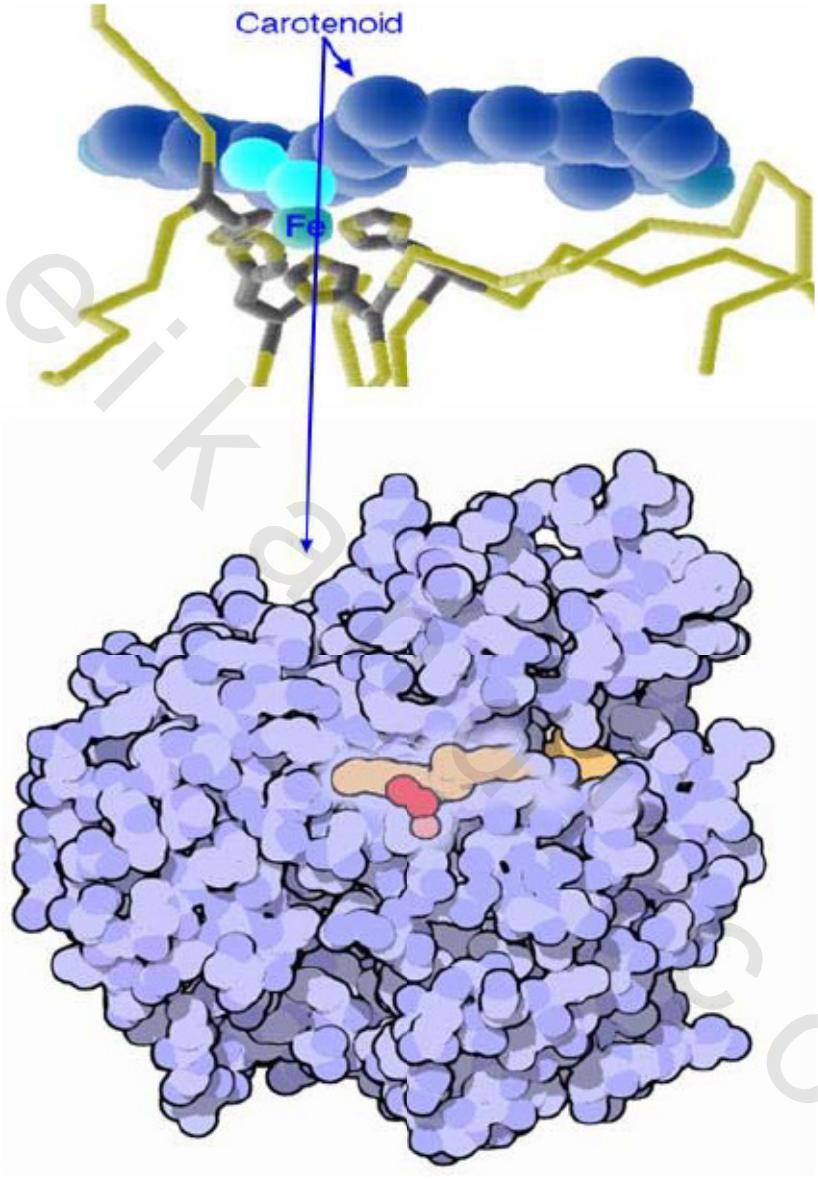
وهذه الجزيئات هي مستحلبات Emulsifiers تحتوي على عناصر غذائية مهمة مثل الكاروتينات واللوتينات والستيرولات النباتية ومساعد الإنزيم Coenzyme Q_{10} وغيرها. وهذه السوائل تؤدي إلى سهولة دخول تلك العناصر إلى مجرى الدم وسهولة الامتصاص والمرور عبر الأمعاء الدقيقة. كما يمكن استخدام تلك السوائل في تصنيع مشروبات صافية (خالية من الشوائب) محملة بتلك العناصر الغذائية المهمة التي تكفل معالجتها بتقنية النانو عدم تأثرها بالحرارة ومنها البسترة.



الشكل رقم (١٦). الشكل الفراغي للايكوبين Lycopene.

المصدر : http://www.nanotechnology.com

obeikandl.com



الشكل رقم (١٧). التركيب الجزيئي للكاروتنيدات Carotrnoids.

المصدر: http://www.nanotechnology.com

obeikandl.com

ومن جانب آخر ستؤثر التقنية النانوية تأثيرًا كبيرًا في حياة المستهلك، مثلما يتضح من زيادة توافر المنتجات النانوية المعروضة. ويتوقع خبراء صناعة الأغذية Food Experts أن تؤثر التقنية النانوية، بطرق شتى، تأثيرًا كبيراً في المنتجات الغذائية، سواء بشكل مباشر أم غير مباشر. ويحتوي معظم المواد الغذائية على جسيمات طبيعية يقاس حجمها بالنانومتر.

وعليه فالبروتينات الكروية الشكل يتراوح حجمها بين ١ إلى ١٠ نانومترات، وغالبية العديد من الكربوهيدرات Carbohydrates والشحوم Lubricants والدهون Lipids هي في الواقع عبارة عن مركبات عديدة الجزيئات Polymers خطية يقل سمكها عن بضعة نانومترات. وتُعد الخواص الوظيفية للعديد من المواد الخام الجديدة Raw Materials، والنجاح في تجهيز المواد الغذائية من نتائج وجود البني النانوية أو تحويرها أو توليدها أو تجميعها ذاتيًا سيكون لها أشد الأثر في التأثير على المستهلك.

ومن الأمثلة الخاصة لهذه البُني النانوية تجمعات لألياف السليولوز Cellulose Fibers في جدران الخلايا النباتية، والبُني البللورية في النشا وفي الأغذية المجهزة من النشا والتي تحدد معالم المادة وتؤثر في الفوائد الغذائية للأغذية المجهزة من النشا أثناء الهضم، والبني الليفية التي تتحكم في الذوبان، وهيكل المواد الهلامية وقوامها، والبنية النانوية والتي تتولد عند التماس بين الزيت والماء أو بين الهواء والماء وتتحكم في ثبات الرغوة Emulsification Stability والمستحلبات Emulsifiers في الأغذية. وفي الواقع إن الفهم الأفضل لطبيعة البني النانوية في الأغذية سوف يتيح انتقاء المواد الخام وتحويرها ومعالجتها على نحو أرشد.

ومن ثم فإن من المرجح أن يساعد تطبيق التقنية النانوية على إدخال تحسينات مستمرة لجودة وأمن الأغذية Food Quality and Safety وتشير دراسة دقيقة للمنتجات المتاحة أو المنتجات الجاري استحداثها إلى أن أحد مجالات النمو الرئيسية سيكون

استحداث تركيبات جديدة للإضافات الغذائية. ويتمثل الأسلوب العام في استحداث مواد حاملة Inert Ingredients أو مواد نانوية الحجم من أجل تحسين وظيفة الإضافات الغذائية.

كما أن خواص الجسيمات النانوية تجعلها أيضا جذابة فيما يخص تحسين الامتصاص والتوافر الإحيائية للمواد المغذية المضافة، مثل الفيتامينات Vitamins والمغذيات Nutrients والمعادن Minerals. ومن الأمثلة الأخرى لاستخدام التقنية النانوية في صناعة الأغذية مجال المواد الملامسة للأغذية. فالمواد النانوية التركيب متاحة بالفعل كعبوات أو أغلفة في الحاويات البلاستيكية لمنع تسرب الغاز وإطالة مدة الحفظ. ويتزايد استعمال المنتجات المعدة بالتقنية النانوية في إنتاج المواد الملامسة للأغذية والمضادة للميكروبات والتي تُتاح تجاريًا كعبوات أو كأغلفة.

وتستهدف البحوث الجارية بشأن هذه الأسطح الذكية Intelligent Surfaces استحداث أسطح يمكن أن تكتشف التلوث الجرثومي وتعمل ضد نمو الجراثيم. وهناك أيضًا أمثلة للتطبيق غير المباشر للتقنية النانوية والتي لها آثار في صناعة الأغذية. ويمكن أن تكشف الملوثات الكيميائية والإحيائية عبر أجهزة الاستشعار عن بعد Remote Sensing المهيأة نانويًا والتي لها أثر كبير في أمن الأغذية وجودتها. وبالإضافة إلى ذلك يمكن أن تترتب على استعمال المرشحات النانوية الحجم في معالجة المياه والمعالجة البيئية آثاراً قد لا تكون إيجابية بالنسبة إلى السلامة الغذائية، وخصوصًا في البلدان النامية.

ومن المتوقع أيضًا أن تتيح التطورات في تقنية التوسيم بمساعدة تقنية النانو طرقًا جديدة لتخزين معلومات التعبئة وعرضها والرجوع إليها. وهذه الأنماط المتقدمة يمكن، على سبيل المثال، أن تتيح للأفراد الحصول على المزيد من المعلومات عن منشأ أغذية معينة وسجلها وتخزينها وعن خصائصها الغذائية وعن مدى ملاءمتها للتكوين الجيني لمختلف المستهلكين ولأنماط حياتهم.

وهناك بعض الأساليب التنظيمية المتبعة في استخدام التقنية النانوية في صناعة الأغذية حيث يقوم كثير من سلطات تنظيم الأغذية في الوقت الحالي بتقييم ما إذا كانت طرقها التقليدية لتنظيم مكونات الأغذية تحقق أمن وسلامة الأغذية. ومن المرجح أن الأسلوب المتبع يختلف من بلد لآخر في هذا الصدد، ولكن من المفترض أن يتبع تقييم الجسيمات النانوية مسارات تقييم وسائل الأمن المماثلة لتلك المتبعة مع المواد الأخرى المقترح استخدامها في الأغذية أو في المواد الملامسة للأغذية.

ويجدر بالإشارة أن معظم اللجان العلمية الغذائية العالمية التي استعرضت التطبيقات الأولية للتقنية النانوية توصى بأن استفادة المستهلك من هذه التقنية قد يلزم الحصول على بيانات جديدة، وإتباع أساليب قياس جديدة لضمان التقييم السليم لأمن المنتجات التي تُستخدم فيه التقنية النانوية. فعلى سبيل المثال تمتلك بعض الجسيمات النانوية القدرة على عبور الحائل الدموي الرأسي وعلى نقل جزيئات أخرى.

ومن الضروري أن تتوافر معلومات عن التراكم الحيوى Bioaccumulation والآثار السامة المحتملة لاستنشاق و / أو ابتلاع الجسيمات النانوية المهندسة وعن آثار ذلك البعيدة الأمد في الصحة العمومية. ويمكن أيضًا أن تثير المواد النانوية الحجم مشكلات جديدة في ما يتعلق بتقدير التعرض، بما في ذلك قياس الجسيمات النانوية في الجسم وفي المصفوفات الغذائية المعقدة.

وإذا سلطنا المزيد من الضوء على الإضافات الغذائية ففي الماضي كانت غالبية نُظم إصدار الموافقة على الإضافات الغذائية لا تضع في الحسبان عمومًا الحجم الجسيمي للمادة المضافة. وفي ما يتعلق بالجسيمات النانوية من الواضح أن هذا الأمر يشكل أحد الجوانب الهامة لأن هذه الجسيمات النانوية قد تتم معالجتها داخل الجسم بطرق غير الطرق التي تُعالج بها نظائرها الكبيرة التي سبق وصدرت الموافقة عليها. ومن ثم فقد يلزم أن تكون اللوائح المستقبلية أكثر تحديدًا في ما يتعلق بتلك المسائل.

وفي عام ٢٠٠٧م أكدت لجنة الخبراء المعنية بالإضافات الغذائية المشتركة بين منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية أنه لا يعتزم تطبيق مواصفات الإضافات الغذائية ولا مشتقاتها اليومية المقبولة، والتي تم تقييمها في الأشكال الأخرى، على المواد المكونة من جسيمات نانوية.

وقد حدت هذه الاعتبارات بشركات الأغذية إلى أن تركز اهتمامها على الموافقة السابقة للطرح في الأسواق وعلى إمكانية ا لتتبع وسائر الجوانب التنظيمية ذات الصلة بإدارة المخاطر الخاصة بهذه المواد. وبالنسبة لمواد الملامسة للأغذية فهناك عناصر مختلفة للتقنية النانوية تمت الموافقة على استخدامها في المواد الملامسة للأغذية.

وتختلف الأنماط الخاصة للمواد وشروط استخدامها من بلد لآخر. ومع ذلك، فكما هو الشأن في ما يخص أي مادة جديدة من المواد الملامسة للأغذية، من المهم الوضع في الحسبان العناية لاحتمال تسرب جسيمات نانوية الحجم إلى المنتجات الغذائية، وإذا كان التعرض متوقعًا سيلزم عندئذ تقييم أمن وسلامة هذه الجسيمات في ما يتعلق بصحة الإنسان. ويلزم كذلك إجراء تقييم دقيق للعواقب البيئية ذات الصلة بالتخلص من هذه المواد في نهاية المطاف.

ولعل من أبرز فوائد تقنية النانو أيضاً القيام على تحسين الوفرة الحيوية للمواد الغذائية. وفي أحدث صيحة في هذا المجال حيث استخدمت شركة صينة تقنية النانو في معالجة جزيئات الشاي للوصول إلى جزيئات تقل عن ١٠٠نانو متر وذلك لإطلاق عناصر نباتية في الشاي في محاليل لم يكن من الممكن الوصول إليها من دون هذه التقنية. وفتح ذلك الباب لمنتجات شاي النانو Nanotea المتعددة الغنية بالسيلينيوم Selenium والتي تؤدي إلى امتصاص أو اجتذاب الأصول (الجذور) الحرّة Free Radicals التي تدمر الخلايا المسببة للسرطان، وتؤدي كذلك إلى تقليل الكولسترول Cholesterol والدهون Lipids في الدم.

كما تطبق نفس الشركة الصينية تقنية النانو للوصول إلى قهوة النانو Nanocoffee وذلك للاستفادة القصوى من الخصائص المفيدة للقهوة. وأنشأت شركة كرافت Kraft المتخصصة في الأغذية بالتعاون مع اتحاد الأقسام البحوث العلمية مشروبات نانوية مبرمجه Nanodrinks. فقريبا يمكننا شراء مشروب لا لون له ولا طعم يتضمن نانو جزيئات للون Colour والطعمTaste عندما نضعه في المكروييف على تردد معين يصبح عندنا عصير ليمون وعلى تردد آخر يصبح هو نفسه شراب التفاح، وهكذا سنرى ما يدهشنا وما يسرنا بهذه التقنية.

(٤,٢) النباتات والأشجار النانوية في تقليل الإحتباس الحرارى

Free Global Worming by Plants and Trees by Nanotechnology

في الحقيقة لسنا بحاجه لأن نقول أن العلم والتقنية في يومنا هذا يسيران بوتيرة سريعة جدا بحيث أننا لا نستطيع أحيانا اللحاق بأخبارهما الكثيرة التي تغرق الصحافة العالمية اليومية ووسائل الإعلام بفيض من الاكتشافات والابتكارات التي يأتي بعضها من عالم الخيال.

المهم أن بعض هذه الاكتشافات ستقلب حياة الإنسان رأساً على عقب لتكون أكثر جودة وعطاء للإنسان، هذا إذا سمحت البيئة المتردية للأرض بأن يحدث ذلك في المستقبل. لكن لأول مرة يبدو أن أحد هذه الاكتشافات الكثيرة يتعلق على وجه الخصوص بمعالجة البيئة المتردية هذه، ومحاولة حل مشكلة الاحتباس الحراري للأرض التي بدأت منذ الآن تسبب مشاكل وكوارث عديدة على مختلف الاصعدة.

يبدو أن العلماء توجهوا هذه المرة إلى علم جديد ليجدوا من خلاله الحل، وهو علم تقنية النانو التي لا يمكن التعامل بها إلا بواسطة المجهر الإلكتروني. فالمعروف أن الغازات المسببة للاحتباس الحراري Global Worming، مثل غاز ثاني وأكسيد

الكربون، أخذت تزداد في الآونة الأخيرة، متركّزة في مناطق معينة، لا سيما في المدن الكبرى وفوق المعامل والمصانع المنتشرة هنا وهناك.

وتقوم النباتات والأشجار عادة في محاولة تقليص حجم هذه الغازات عن طريق امتصاص ثاني أكسيد الكربون Carbon Dioxide وإحلال الأوكسجين مكانه بواسطة عملية تدعى التركيب الضوئي التي لا تجري إلا في النهار، لأنها تحتاج إلى الضوء. غير أنه تمكن أحد مختبرات الأبحاث الأميركية في التوصل إلى إنتاج أوراق نباتية صناعية بتقنية النانو Nanoleaves تقوم بعملية التمثيل الضوئي ليل نهار من دون أي عائق. أي أن العملية تكون مستمرة على مدار الساعة.

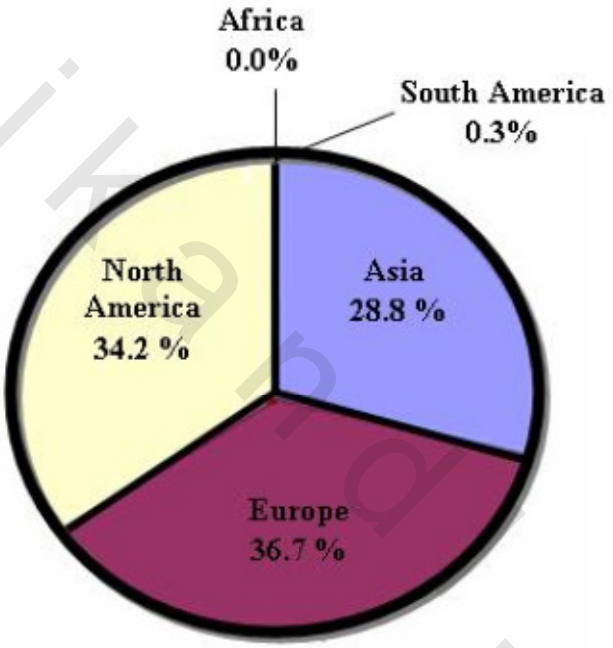
ومن دون الدخول في التفاصيل العلمية والفنية المعقدة جداً فيمكن تركيب هذه الأوراق الصناعية قرب مداخن المعامل ومحطات التكرير الصناعية التي تضخ إلى الجو كميات هائلة من الغازات المضرة بالبيئة لتعمل على امتصاص ثانى أكسيد الكربون وانطلاق الأكسجين بدلاً منه.

أن هذا الاكتشاف سيحيى الأمل في إمكانية تعديل ظاهرة البيت الزجاجي، بفضل تقنية النانو التي سهلت هذا الاكتشاف والتي تبشر بثورة هائلة على أكثر من صعيد. هذا وقد تنبأ العالم ريتشارد سمالي الحائز على جائزة نوبل Nobel Prize في تقنيات النانو أن هذه التقنية سوف تساهم في الكثير من المنتجات في مجال الزراعة والأغذية بقيمة ٢ مليار دولار وسوف تزيد إلى ٢٠ مليار دولار عام ٢٠١٠ م.

(٤,٣) تقنية النانو في مجال الطب
Nano-Technology in Medical Field

رغم الطفرة العلمية الهائلة في المجالات المختلفة لهذه التقنية الواعدة، إلا أن التطبيقات الطبية لتقنية النانو تعد من أهم التطبيقات المحسوسة والملموسة مغيبة تماما في

بعض دول العالم. فنجد أنه على سبيل المثال أن قارة أفريقيا لا تحمل براءة اختراع Patent واحد في هذا المجال الخصب حتى الآن. وعلى النقيض من ذلك تماما تفوقت أسيا وأمريكا وأوروبا في هذا المجال بدرجة تفوق الخيال نفسه (الشكل رقم ١٨).



الشكل رقم (١٨). التوزيع العالمي لتقنية النانو المتعلقة بمجال الصحة وبراءة الاختراع العالمية حسب المنطقة.

المصدر: http://www.asharqalawsat.com/leader.asp

وإن سلطنا المزيد من الضوء على المجال الطبي فنجد أنه من المحتمل الحصول على مركبات نانوية مذهلة وغاية في الدقة والتي قد تدخل إلى جسم الإنسان وترصد مواقع الأمراض وتحقن الأدوية وتأمر الخلايا بإفراز الهرمونات المناسبة في الأوقات

المناسبة وترمم الأنسجة المريضة والمتمزقة. كما يمكن لهذه المركبات الذكية أن تحقن الأنسولين داخل الخلايا بالجرعات المناسبة، أو تدخل إلى الخلايا السرطانية لتفجرها من الداخل وتدعى عندئذ بالقنابل المتناهية الصغر Nano-Bombs. أما أجهزة الاستشعار عن بعد النانوية فباستطاعتها أن تزرع في الرأس لتمكن المصاب بالشلل الرباعي Quartet Paralysis من السير وممارسة الحياة بشكل طبيعي.

وفي الحقيقة إن الفوائد الصحية والطبية لتقنيات النانو لا حصر لها اليوم وستشهد نمواً مضطرداً لا يمكن لنا وصفه، فأبحاث علاج السرطان والبحث الدقيق عن وجود خلاياه تبشر بما يحل محل كل وسائل العلاج والفحوصات الطبية المتوفرة اليوم كما سيأتي التنويه إليه لاحقاً. وكان أهم أهداف هذه التقنية في المجال الطبي هو إنتاج مركبة دقيقة تستعمل في الجراحة الروبوتية أو الخلوية أو إدخال كاميرا في دم المريض لتصوير الجزيئات المصابة، وتشخيص المرض بدقة متناهية.

والواقع أن العالم الألماني Feynman الحاصل على جائزة نوبل كان أول من طرح سؤالا عما يمكن أن يحدث في حالة سيطرة الإنسان على الذرة الواحدة وتحريكها بحرية وسهولة. هذا وسوف نلقي الضوء على استخدام تقنية النانو في مجال المضادات الحيوية وكذلك الكواشف الحيوية وعلاج بعض الأمراض الشائعة.

(٤,٣,١) المضادات الحيوية النانوية Nano-Biothics

إنه لمن المعروف أن المضادّ الحيويّ Antibiotic أو التضّاد الحيوي هو مركّب أو دواء ينتج من بعض الفطريات Fungi أو الكائنات الأخرى أو يصنّع كيميائيًا، ويقتل البكتيريا Bacteria أو يساهم في تقليص نموّها، وليس له أيّ تأثير على الفيروسات أو الفطريّات (أشكال ١٩، ٢٠). ورغم أن مفهوم المضاداتّ الحيويّة لم ينشأ إلا في القرن العشرين إلا أنّ استخدامها قد بدأ في الصين منذ أكثر من ٢٥٠٠ سنة، وكثيرٍ من الحضارات القديمة كالحضارة الفرعونية والحضارة الإغريقية استعملت النباتات في علاج الكثير من الأمراض والعدوى دون التنبّه إلى المادّة الفعالة داخل النباتات.

وفي ألمانيا عام ١٩٠٩م طوّر العالم Paul Ehrlich مضادًا حيويًا ضعيف المدى هو Salvarsan واستخدم آنذاك في علاج السيلان الذي كان منتشرًا بكثرة في تلك الفترة. وكان الاكتشاف الحقيقيّ للمضادّات الحيويّة في إنجلترا عام ١٩٢٨م بواسطة ألكسندر فلمنج Alexander Fleming حيث اكتشف البينسلين.

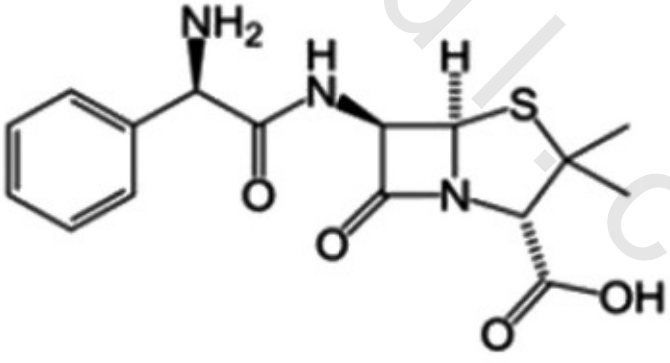
وبعد عشرة أعوام قام Ernst Chain & Howard Florey بتحضير نوع نقى من البنسلين. وحصل الثلاثة على جائزة نوبل في الطب عام ١٩٤٥. وعلى نهج مسيرة التقدم وفي هذا الإطار وفي ظل تقنية النانو قام معهد Foresight Nanotech Institute باستحداث عوامل حفازة نانوية Nano-Catalysis والذي يسمح باستخدام الأنزيمات Enzymes القادرة على أنتاج مواد كالأحماض Acids والتي تكفل سرعة حدوث تفاعلات كيميائية لازمة لاستمرار الخلايا حية, كذلك استخدام ما يسمى DNA Chip رقاقة الحمض النووي منقوص الأوكسجين التي تسمح بدراسة المورثات (الجينات).

ويتوقع المراقبون أن تؤدي هذه التقنية الجديدة إلى ثورة غير مسبوقة للتصدي للكائنات الدقيقة حيث يعتمد تقنية المضاد الحيوي النانوى Nano-Biothics وهو البديل الجديد Antibiotics على الثقب الميكانيكي للخلايا المصابة بالجراثيم أو الفيروسات.

فالمضاد الحيوي المتناهي الصغر أو النانوى Nano-Biotics هو ببتيد حلقي ذاتي التجمع Cyclic Peptides، ومُصنع صناعياً. وهى مركبات لديها القدرة على التعرف على البكتريا وحتى الفيروسات ومن ثم القيام بالقضاء عليها دون التعرض لأي خلية أخرى مما يجعل هذه المركبات عالية التخصص بالإضافة إلى عدم وجود آثار جانبية Side Effects مطلقا. ومن الممكن له أن يتجمع هذا المضاد النانوى على هيئة أنابيب Nano-Tubes أو دبابيس نانوية متناهية في الصغر. ووصف العلماء كيف يقتل هذا البيبتيد الحلقى النانوى البكتريا العنقودية المقاومة للأدوية المسببة للعدوى لدى الفئران.

الشكل رقم (١٩). هل ستصبح المضادات الحيوية التقليدية صرحاً من الماضي فى متاحف العلوم الطبية.

المصدر: http://www.phrma.org



الشكل رقم (٢٠). الأميبسلين وهو أحد المضادات الحيوية المعروفة والمستخدمة حتى الآن.

المصدر: http://www.phrma.org

obeikandl.com

فعند دخول ملايين من هذه الأنابيب اللزجة والمكونة من الببتيدات الحلقية داخل الجدر الهلامية للبكتريا فإنها تنجذب كيميائياً إلى بعضها البعض، وتجمع نفسها إلى أنابيب طويلة متنامية ومتجمعة ذاتياً Synthetic, Self-Assembling Peptide Nanotubes، حيث تقوم بثقب الغشاء الخلوي.

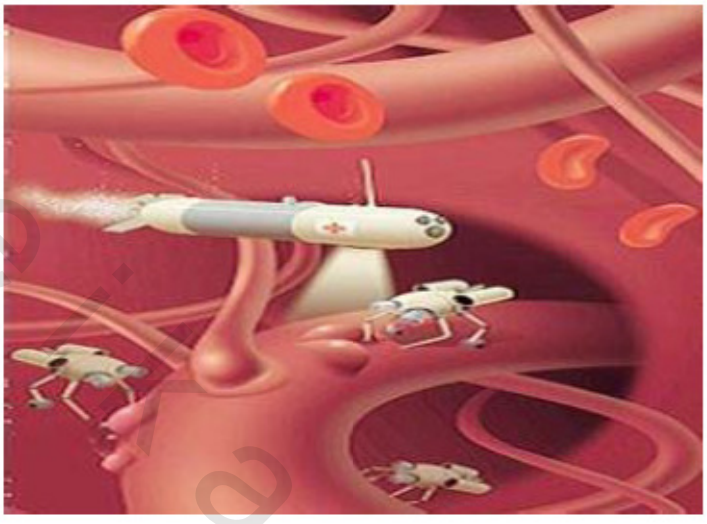
وتعمل مجموعات الأنابيب المتجاورة هذه على فتح مسام أكبر في جدار الخلية البكتيرية. وخلال دقائق معدودة تموت الخلية البكتيرية نتيجة لتشتيت الجهد الكهربائي الخارجي لغشائها. وهذا ما ينهي حياة الخلية عملياً وقد أظهرت هذه التقنية نجاحاً ملحوظاً في القضاء على كل من الجراثيم العنقودية الذهبية وعصيات القيح الأزرق وغيرها من المسببات المرضية Pathogens. وأكد الباحثون في تقرير نشرته دورية Nature العلمية أن البكتيريا لم تتعرف على ذلك التركيب الجديد المصنع من قبل. وعلى هذا نرى أن مبدأ Nano-Biotics و Nano-Tubes يختلف تماماً عن طريقة عمل المضادات الحيوية والمطهرات الكيماوية التقليدية، وبذلك يصعب على هذه الكائنات أن تطور مناعة ذاتية Auto Immunity أو مقاومة Resistance.

ويتوقع أن تبدأ مثل هذه التجارب على البشر بعد حوالي ٢ – ٣ سنوات من الآن. ونجاح هذه الطريقة يوفر وبحسب منظمة الصحة العالمية مبلغ عشرة بلايين دولار سنوياً وهي تكلفة معالجة الإصابات الناجمة عن العدوى بالبكتريا المقاومة للمضادات الحيوية. كما أظهرت هذه التقنية نجاحاً ملحوظاً في القضاء على مجموعة كبيرة من الأنواع البكتيرية الفتاكة الأخرى، مثل *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa* and *Enterococcus faecalis*، ويتوقع العلماء أن تثبت هذه التقنية نجاحاً كبيرًا في مكافحة الفطريات والعديد من الأنواع الأخرى من الميكروبات الممرضة. ويؤكد بعض المتخصصين على أن هذا النوع الجديد من المواد المضادة للميكروبات يمثّل صنفا جديدا من الأسلحة الجزيئية الذكية. ولكن يجب أن يتم إنتاجها بطريقة اقتصادية بعد التأكد من فعاليتها، وعدم وجود أية آثار جانبية لها على البشر والحيوانات.

وأيضا سوف يتم صنع إنسان آلي من مادة حيوية نانوية (Robot (Biomaterial بتقنية النانو حيث يتم إدخاله إلى دم الإنسان ليقوم بوظيفة ما. والوظائف المقترحة هنا هي تشخيص الأمراض وعلاجها عبر التقنية المتناهية في الصغر عبر الحقن داخل الأوردة ليسبح داخل الدم ويقوم بفحص منطقة معينة في الجسم أو نسيج معين. وجديرا بالذكر أنه يتم التحكم في هذا الروبوت من الخارج. ومن جانب آخر يستطيع هذا الإنسان الآلي أن يقوم بالتقاط صور عالية الجودة ليتم تحليل هذه الصور خارجياً بعد عملية التشخيص، ثم يتم إرسال المعلومات لهذا الإنسان الآلي والتي تتضمن الأوامر والتي قد تحوى أمراً له بتدمير خلايا بعينها كأن تكون خلايا سرطانية مثلا (الشكل رقم ٢٢، ٢١).

الشكل رقم (٢١). إنسان آلي نانوى يدمر خلية سرطانية.

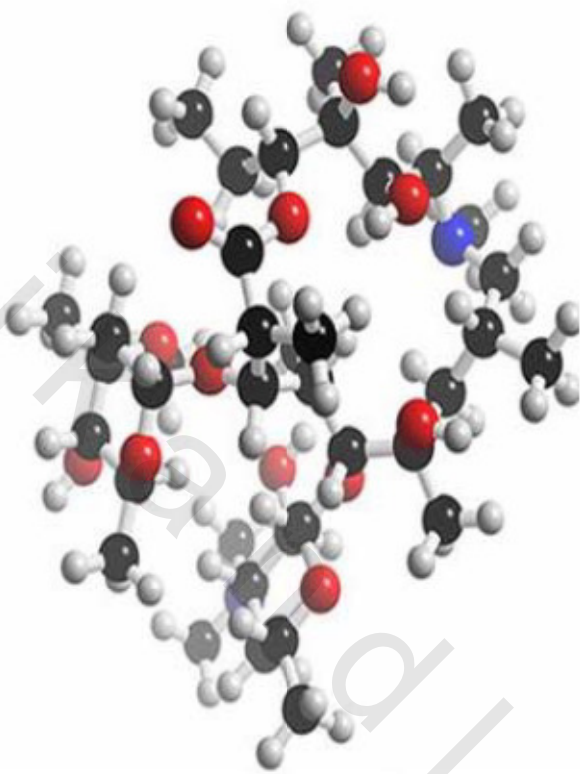
المصدر : Jonathan and Turberfield (2007).



الشكل رقم (٢٢). إنسان آلي يشخص ويعالج الخلل ويحقن Drugs داخل الجسم.

المصدر : http://www.bionanotechnology.com

وبعد عملية التشخيص يمكننا إرسال روبوت آخر محملاً بأحد العقاقير المناسبة والتي يقوم بحقنها داخل النسيج الهدف أو الخلايا المستهدفة. وبعد أن يقوم هذا الروبوت بإنهاء مهمته يتحلل ويصبح مادة ذائبة يتم إخراجها بسهولة من الجسم البشرى. وعلى نهج ما سبق ذكره فإنه تم تحسين كفاءة بعض العقاقير مثل عقار Azithromycin وهو العقار المعروف تجاريا باسم Zithromax (الشكل رقم ٢٣) وهذا العقار يتوفر بصورة كبسولات تحوى بداخلها حبيبات العقار كما تتوفر في صورة معلق Suspension (شراب) ويقوم الجسم بامتصاص حوالي ٥٩٪ من الكمية المعطاة وعند القيام بتقطيع حبيبات هذا العقار لتصبح حجم حبيباته بحجم صغير داخل إطار مقياس النانو فإن معدل امتصاص الجسم لهذا العقار يصل إلى ٩٩,٥٪. وبالتالي ستقل التكاليف الإنتاجية وستزيد الكفاءة والفاعلية.



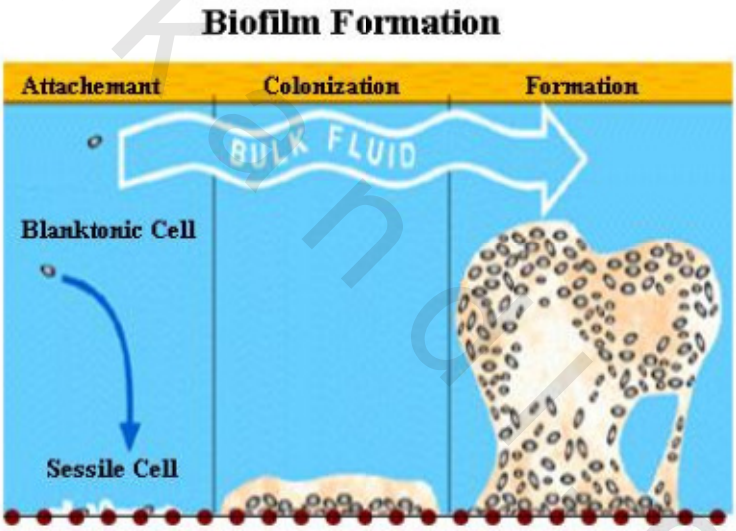
الشكل رقم (٢٣). التركيب الفراغي للمضاد الحيوي Azithromycin.

(٤,٤) دور مضادات الميكروبات الفضية المتناهية الصغر

The Role of Antimicrobial Silver Nanotechnology

لسنوات عديدة، أعتقد العلماء أن كثيراً من العدوى والأمراض مصدرها الرئيسي هو البكتيريا البسيطة التكوين وحيدة الخلية، والمستقلة في معيشتها كغيرها من الكائنات الحية. ولكن تغيرت هذه الحقائق العلمية بعدما أكتشف أن بعضا من البكتيريا يعيش في تناغم واتصال دائم بل تجمع يحكمه نظام وتركيبة اجتماعية محددة المعالم

كخلية النحل. لذلك كان ولابد من التفكير في طريقة التخلص من هذه التجمعات العتيدة والعنيدة في مقاومتها (الشكل رقم ٢٤). إلا أن نجح فريق من العلماء والباحثين في الآونة الأخيرة في التوصل لاكتشاف تركيب كيميائي متناهي في الصغر من الفضة Nano-antimicrobial Silver له القدرة الفائقة على تثبيط Inhibition وتكوين Formation التجمع الحيوي للبكتيريا أو ما يسمى بالتجمع الحيوي Biofilm خصوصاً على الأجهزة الطبية والتى قد تكون مصدراً لعدوى الإنسان مرة أخرى (الشكل رقم ٢٥).

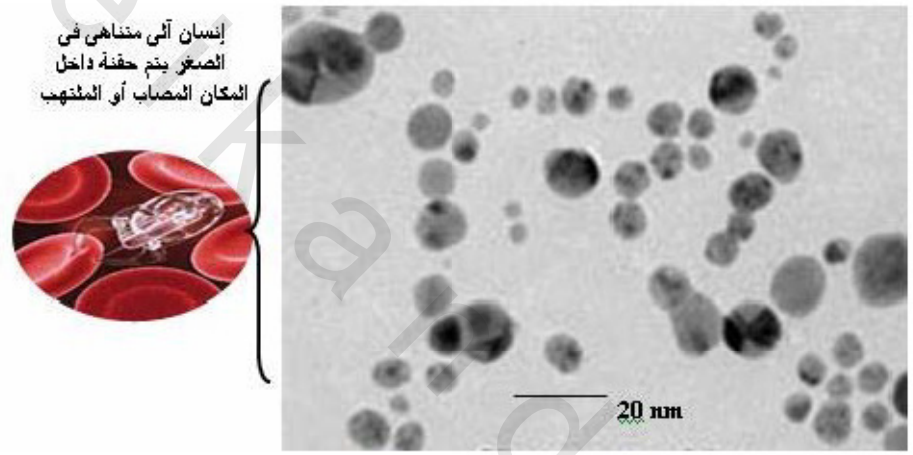


الشكل رقم (٢٤). مراحل تكوين التجمع الحيوى Biofilm للخلايا البكتيرية.

المصدر : http://www.bionewsonline.com

وجدير بالذكر أن هذا النوع من التجمع الحيوي يطلق عليه بالتجمعات الحرة أو العائمة Free Floating or Planktonic State والذي يعيش على مبدأ الاتصال بين الأفراد بطريقة بدائية عبر تكوين Biofilm وهو نوع من السكريات المتعددة. في الحقيقة إن سبب

قدرة هذه البكتيريا على التجمع والتقيد بموقع معين ومميز لبناء هياكل وقائية Protective Skeletons ، والاتصال عن طريق إشارات كيميائية تمكنها من استخدام قوتها العددية واتخاذ إجراءات منسقة لتحقيق التوازن في تحقيق الدفاعات الذاتية الطبيعية للكائن لها ضد أى خطر خارجى يهدد كيانها ومعيشتها.



الشكل رقم (٢٥). مضادات الميكروبات الفضية المتناهية الصغر.

المصدر : http://www.bionanotechnology.com

وعلاوة على ذلك فإن تكوين هذا التجمع Biofilm يحمي هذه الكائنات الحية من الاستراتيجيات العلاجية الموجهة من الخارج، وكذلك تبدى مقاومة شرسة لها. وتم استغلال هذا الاكتشاف في صنع بعض العقاقير النانوية والقادرة على الفتك وقتل هذه البكتريا. كما ظهر على نهج ذلك ما يسمى بتقنية المعلقات النانوية Nano Suspensions وهى تحويل المواد الغير ذائبة إلى مواد معلقة داخل محلول وذلك من خلال تحويلها إلى جزيئات نانوية Nano Particles ويستخدم في ذلك جهازا يسمى Nano Septic

Production Unit، وأيضا من خلال تقنية النانو سيتمكن علماء الطب من مواجهة أي فيروس مباشرة وتحديد مكانه واستهدافه فقط دون الإضرار بما حوله من كائنات دقيقة أو مكونات حيوية، كما يمكن معالجة أمراض العيون والقرنية والشبكية بل ومعالجة العمى، ومعالجة الشفرات النووية بجسم الإنسان وتعديلها أيضا ومن ثم القضاء على الأمراض المتوارثة (الوراثية).

(٤,٥) تقنية النانو في الأنظمة الإحيائية
Nano-Technology in Biological Systems

ووفقًا للتصورات العلمية المتقدمة، فإنه يطلق أحيانًا على تقنية النانو تقنية التصنيع الذرى والجزيئي Atomic and Molecular Manufacturing أو تقنية النانو الجزئية Molecular Nanotechnology حيث يمكن تشبيه عملية التجزيء ثم التشييد النانوني Construction بما يجري داخل الجسم البشري من تحطيم للجزيئات المركبة القادمة من الطعام بواسطة إنزيمات وعمليات هضم، ثم تحويلها إلى جزيئات دقيقة جدًا تستخدم كمصدر للطاقة أو كوحدات بناء داخل الجسم. وما يهمنا هنا هو جذب الانتباه إلى استفادة تقنية النانو كثورة كبرى مستوحاة من ثورة علم التحكم الآلي Cybernetics. ومحاكاة هذا النموذج التقني الحركي للنماذج الحيوية الموجودة داخل الجسم. ويعد هذا المجال من أهم المجالات الخصبة والتي يطمح إليه الكثير من الباحثين والعلماء لإيجاد تقنيات نانوية وتسخيرها لخدمة البشرية ولتخفيف المعاناة للكثيرين. ورغم أن هذا المجال مازال وليد وحديث هذا القرن إلا أن العلماء تمكنوا من غزوه بل تمكنوا أيضاً من اكتشاف الكثير من دهاليز هذا المجال الحيوى.

ومن جانب آخر فإن الآلة الحيوية النانوية Bionanomachines تعد من أهم التقنيات المميزة لتقنية النانو والتى تساهم وبطريقة مباشرة في الجسيمات والمضادات النانوية Nano-Biotics و Nano-Particles وغيرها من الوسائل الطبية والإحيائية. وتتكون

هذه الآلة الحيوية من تداخل الخلايا البكتيرية الخضرية Vegetative Bacterial Cells الكاملة أو بعض منتجاتها كالإنزيمات Enzymes والأجسام المضادة Antibodiesبأداة إلكترونية لإنتاج إشارة قابلة للقياس. وللإشارات الإلكترونية العديد من النوعيات القابلة للقياس مثل الكثافة والخصائص الطيفية، كما أن الطاقةً قابلة للقياس أيضا من خلال عدد من الوحدات الإلكترونية المتحرّكة مثل الكواشف الحيوية Biosensors وهي مكون أو جهاز كشف حيوي. وهذا يماثل بالضبط ما يحدث في مخ الإنسان حيث تستعمل الإشارات الضوئية والإلكترونية للسيطرة على وظائف الجسم المختلفة.

وينتج عن هذا الكاشف الحيوي التفاعل بين المادة الحيوية ومادة التفاعل المراد قياسها تغيراً يتحول إلي نبضة أو إشارة إلكترونية أو كهربائية بواسطة محول مناسب للطاقة. وتصمم أجهزة الكواشف الحيوية Biosensors للإحساس بالتغير والاستجابة له، ويتم تضخيم الإشارة الكهربية في جهاز الإحساس الحيوي لتعطي شيئاً يمكن قراءته علي شاشة رقمية أو طابعة، وهناك العديد من أنواع التغيرات التي تحدث فقد تكون عبارة عن انطلاق حرارة أو ضوء أو تغير في قيمة الرقم الهيدروجيني pH أو في الكتلة أو إنتاج مركب كيميائي جديد. وللكواشف الحيوية أشكال متعددة وأحجام تستعمل عادة لمراقبة التغير في الظروف البيئية.

ونستطيع باستخدام هذه الكواشف الحيوية Biosensors اكتشاف وقياس تجمعّات بكتيرية معيّنة والمواد الكيماوية الخطرة أو قياس مستويات الحموضة وباختصار نحن نستطيع الآن استعمال البكتيريا للكشف عن البكتيريا في نفس الوقت.

(٤,٥,١) المجسات أوالكواشف الحيوية النانوية Nanobiosensors

لعل الحقيقة التي لا يعرفها كثير من الناس أن النسبة الأعظم من الميكروبات لا تسبّب مرضاً (مع أن بعضها ممرض) ولا يجب التعامل معها علي أنها عدو ليس له من فرصة للنجاة إلا الموت. فالميكروبات دخلت بكثافة وخاصةً في السنوات الآخيرة في الكثير من الصناعات وخاصةً الصناعات الغذائية والطبية والزراعية والصيدلانية

ومعالجة تلوث المياه والتربة وإنتاج الطاقة، كما أنها تستخدم كمجسات أو مجسات أو كواشف حيوية Biosensors تحت مظلة تقنية النانو أو بمعني آخر إنها تستخدم كأجهزة نانوية داخل الخلية Bionanomachines.

وإن جزمنا أن عالم الميكروبات عالم واسع ومتنوع ويكاد يحتل كل جزء من حياتنا علي سطح الأرض، فتتواجد الميكروبات في أعمق أعماق المحيطات والبحار وأعلي أعالي الجبال وهي توجد في المناطق الحارة فبعضها يعيش بالقرب من فوهات البراكين حيث درجة الحرارة العالية. كما نجدها في جميع أنواع الغذاء الذي نأكله، الفراش الذي ننام عليه، الماء الذي نشربه والهواء الذي نستنشقه، بالإضافة إلي أنها توجد في التربة وعلى النبات وفي أجهزة الهضم للإنسان والحيوان. وبل ترافق الميكروبات الإنسان والحيوان والنبات رفقة أبدية حتي بعد الموت. لذلك فيجب أن نستفيد كلياً وجزئياً من هذا التواجد في خدمة ورفاهية الإنسان.

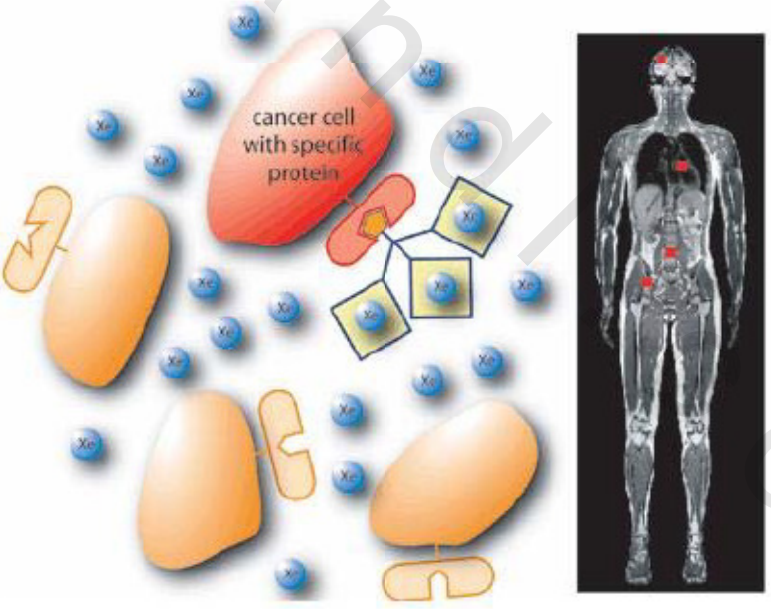
(٤,٥,٢) تركيب المجسات أو الكواشف الحيوية النانوية Boinanosensors Srtucture

تتكون الكواشف الحيوية النانوية من ميكروب مثبت علي غشاء ما (مثل أغشية النيتروسليلوز Nitrocellulose Membranes وغيرها) والذي يثبت بدوره علي جهاز الكتروكيميائي. فمثلاً من هذه الكواشف الحيوية أنواعاً لرصد الأنشطة التنفسية Respiration Sensors لقياس التغييرات الحيوية الحادثة بالزيادة نتيجة عمليات التنفس والتي تزيد نتيجة زيادة استهلاك عنصر الأوكسجين في البيئات المحيطة.

والميكروبات المستخدمة في هذا الكاشف هى ميكروبات هوائية التنفس (لا تعيش إلا في وجود عنصر الأوكسجين) حيث تغمس إلكترودات الأوكسجين Oxygenated Electrodes المثبت عليها الغشاء المحمل بالميكروب الكاشف في محلول مشبع بالأوكسجين يضاف إليه عينة من المادة المراد قياس تركيزها فتنشط الميكروبات المحملة علي الكاشف لتتغذي علي هذه المادة وبالتالي تستهلك جزء من الأوكسجين المحيط بها الذي يمكن قياسه وتحديد العلاقة بين الأوكسجين المستهلك وتركيز المادة المختبرة.

وهناك أنواعاً تستخدم لرصد النشاطات الإيضية Metabolism Bionanosensors ويقصد بالأنشطة الايضية هنا قياس التغيرات الحيوية الناتجة عن عمليتي البناء والهدم في الميكروبات نتيجة وجود مادة ما في الوسط المحيط بها ومن هذه التغيرات الحيوية خروج الهيدروجين والأمونيا وثاني أكسيد الكربون أو الأحماض العضوية من الخلايا الميكروبية للوسط المحيط بها ومن خلال قياس تركيز هذه النواتج الحيوية يمكن قياس تركيز المواد المراد إختبارها.

وجدير بالذكر أن هناك أنواعا أخرى مثل الكواشف الحيوية الضوئية Photo-Nanobiosensors والتي تعتمد علي قياس الكثافة الضوئية المنبعثة من بعض الميكروبات وخصوصاً البكتيريا المضيئة وغيرها من البكتيريا المنتجة للضوء (الشكل رقم ٢٦).



الشكل رقم (٢٦). دور المجسات أو الكواشف الحيوية النانوية فى تشخيص وعلاج بعض الأمراض بجسم الإنسان.

المصدر : http://www.bionanotechnology.com

obeikandl.com

وفي الحقيقة يعتمد حجم الكثافات الضوئية المنبعثة من هذه الأنواع البكتيرية علي التأثيرات الخارجية المحيطة بهذه البكتيريا من تباين في البيئات المغذية وظروف النمو كدرجة الحرارة والرطوبة والحموضة وغير ذلك الأمر الذي يسهل إيجاد علاقة يمكن قياسها بين حجم الكثافات الضوئية المنبعثة من هذه الأنواع البكتيرية والتعرض لمواد محددة يراد قياسها.

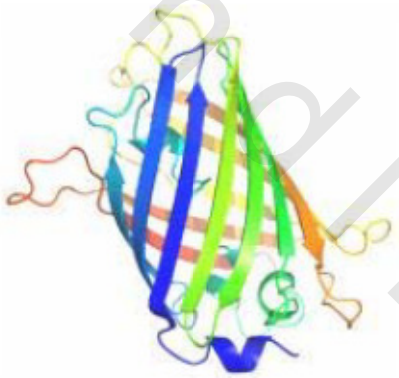
وترجع آلية انبعاث الضوء من هذه الميكروبات إلي قدرتها علي إنتاج إنزيم معين لم يتم التوصل إليه بعد لإنتاج الضوء. ويتأثر خروج هذا الإنزيم بالظروف البيئية المحيطة بالميكروب وطبقاً لذلك فإن العناصر المغذية لهذه الميكروبات مثل الجلوكوز Glucose والأحماض الامينية Amino Acids ومثبطات نموها مثل المواد العضوية السامة والمعادن الثقيلة فيمكن قياسها. ويعتبر قياس الضوء الخارج من هذه الميكروبات أكثر حساسية من الكواشف الحيوية ألآخري مجتمعة. وتعتبر المجموعة التشخيصية ميكروتوكس Microtox من أشهر وأكثر المجاميع التشخيصية علي المستوي التجاري التي تستخدم الميكروبات الضوئية كأداة لقياس درجة سمية عينة ما.

ورغم نجاح هذا الإنجاز في هذا المجال إلا أنه مع كثرة استخدامه ظهرت بعض العيوب مثل إحتياجة لمحاليل منظمة Buffer Solutions خاصة وعدم إعطاء قراءات ثابتة عند إعادة التجارب علي نفس العينة عدة مرات، كما أنه لا يصلح للاستخدام في المتابعة الفورية المستمرة بالإضافة إلي أن الميكروب المستخدم فيه لا يمثل العشائر الميكروبية الموجودة في أماكن ذات ظروف بيئية قاسية.

ولتلافي عيوب هذا الإختبار، قام علماء الهندسة الوراثية والنانوية وكذلك علماء التقنية الحيوية بتصميم مجسات أو مجسات أو كواشف حيوية ميكروبية منتجة للضوء أكثر ثباتاً وقدرة علي المعيشة في الظروف البيئية الصعبة، ومن هذه الكواشف المهندسة وراثياً الكواشف الحيوية الضوئية المتخصصة وتحمل هذه الكواشف نوعيين

من المورثات (الجينات)، النوع الأول عبارة عن جينات مسئولة عن إنتاج ضوء معين تتأثر شدته تبعا لتركيز المادة المقاسة وتسمي بجينات (موروثات) المراسل Reporter Genes والنوع الثاني من المورثات (الجينات) عبارة عن جينات تشغيل Promoter Genes متخصصة لا تعمل إلا في وجود المادة المحفزة لها، وتزداد الكثافة الضوئية هنا حسب زيادة تركيز المادة التي يقدرها المصمم الكاشف.

وفي بعض الأنواع الميكروبية التي تعمل في ظروف نقص الأوكسجين Anaerobic (ميكروبات لا هوائية) تستبدل المورثات (الجينات) الخاصة بإنتاج الضوء بجينات خاصة بإنتاج Green Fluorescent Protein (GFP) والذي يعطي ضوءاً أخضر يمكن قياسه دون الحاجة لوجود الأوكسجين في البيئة المحيطة (الشكل رقم ٢٧).



الشكل رقم (٢٧). البروتين الأخضر الفلوريسينتي (GFP).

المصدر : http://www.jareed.com

وهناك مجسات أو مجسات أو كواشف حيوية ضوئية غير متخصصة وتحمل هذه الكواشف نوعين من المورثات (الجينات) أيضاً، النوع الأول هو جينات المراسل والنوع

الثاني من المورثات (الجينات) عبارة عن جينات تشغيل غير متخصصة تعمل في وجود أي مادة فهي تنتج بروتين متخصص في أي وقت ما وبصفة مستمرة. وتصلح هذه الكواشف عادة في الكشف عن درجة سمية مركب أو عينة أو وسط بيئي ما وذلك عن طريق قدرة هذا المركب علي قتل جزء أو كل الميكروبات المختبرة وبالتالي تقل كمية الضوء المنبعثة نتيجة نقص عدد الخلايا ويعتبر هذا الإختبار هو البديل الأمثل للمنتج التجاري ميكروتوكس.

وعند التحدث عن أول تطبيقات الكواشف الحيوية النانوية يجدر الإشارة إلي أن لمرض السكر الذي يصيب عدد كبير من البشر في كل أنحاء العالم الفضل في نشوء فرعين هامين من العلوم كان وسيكون لهما تأثيراً حيوياً كبيراً علي النهضة والتطور المتلاحق الذي تعيشه البشرية الآن وهما علم الهندسة الوراثية Genetic Engineering الذي كان أول منتجاته التي دخلت مجال التسويق هو هرمون الأنسولين Insulin Hormone البشري الذي أُنتج في بكتيريا *E. coli* المهندسة وراثياً في بداية الثمانينات من القرن الماضي، والعلم الثاني هو علم الكواشف الحيوية Biosensors ففي عام ١٩٣٠م وفي الولايات المتحدة الأمريكية وحدها مات حوالى ١٠٪ من الناس بسبب مرض السكّر. وكان يشكل هذا المرض مشكلة عالمية في ذلك الوقت. وكان من نتائج البحوث العلمية التي أجريت علي مرضي السكر وجود الاضطرابات الأيضية Metabolism في جسم الإنسان نتيجة لزيادة تركيز الجلوكوز Glucose في الدمّ.

وفي عام ١٩٢١م استطاع العالم هاربيرت إكتشاف هرمون الأنسولين الذي يُفرز من البنكرياس، ويقوم بضبط تركيز الجلوكوز Glucose Concentration في الدم. ولكن وُجد أنه إذا كان البنكرياس غير قادر على إنتاج وإفراز هرمون الأنسولين بكمية كافية لإتمام عملية ضبط مستوي السكر فإن تركيز الجلوكوز Glucose في الدمّ يزداد مسبباً مرض السكّر. بعد ذلك أمكن إنتاج هذا الهرمون وإعطائه لمرضي السكر عن طريق

الحقن كطريقة للمعالجة. لكن ولضمان نجاح المعالجة بالأنسولين ظهرت حاجة كلاً من الأطباء والمرضي إلى وسيلة مراقبة مستمرة لتركيز السكر في الدم بغرض التدخل والسيطرة على المرض في الوقت المناسب. ولذا في عام ١٩٦٢م استطاع العالم الأمريكي ليلند كلارك تطوّير أول كاشف حيوي لمراقبة تركيز الجلوكوز Glucose في الدم بشكل مستمر ويعتبر هذا المنتج أحد أهم المنتجات التجارية الناجحة علي مستوي العالم كله.

ومن المتوقع حدوثه قريباً زرع هذا الكاشف الحيوي النانوى في الأوعية الدموية في جلد المريض عبر الكواشف الحيوية أو الآلة الحيوية Bionanosensors or Bionanomachine مما يمكنهم من رصد احتياجاته من الأنسولين بشكل أدق، فإذا تم توصيل هذه الأداة بمضخة دقيقة يمكن إطلاق الأنسولين منها بشكل تلقائي عند الحاجة إليه، وهذا في الواقع يمثل إمداد المريض ببنكرياس تلقائي، وهذا التحكم الدقيق سيقلل بدون شك من الأعراض الجانبية لمرض السكر كالتأثير علي العين وإتلاف الكلى التي يعاني منها بعض مرضي السكر نتيجة حدوث إرتفاع وإنخفاض غير دقيقة لتركيز الأنسولين والذي يحصل عليه المرضى عن طريق الحقن.

ومن جانب آخر من المعروف أن المادة الوراثية تتكون من أربعة حروف هجائية تدل عليها وهى Adenine (A), Thymine (T), Gunine (G) , Cytosine (C) ومعرفة لها كأي لغة حية يتعامل بها الجنس البشري. وكما تقول الحكمة أن المرء مخبئ تحت لسانه فإذا تكلم عرف، أصبح الآن معرفة تتابع هذه الحروف هو البصمة الوراثية التي تميز كل كائن حي عن الآخر، وبين الأنواع المختلفة ، بل كل شخص عن غيره داخل كل نوع. ولمعرفة وفك شفرات التتابع الوراثي للإنسان فيما عرف بمشروع الجينوم (المورث) البشري أستغرق ذلك عدة سنوات أنفقت خلالها أموال طائلة. لذلك تقوم الآن معامل عديدة في العالم بتطوير طرق جديدة لقراءة تتابع المادة الوراثية للكائنات

الحية باستخدام الكواشف الحيوية لتعطي سرعة عالية ودقة فائقة وأسعار منافسة بما يماثل تحديد وتعيين فصيلة الدم عند الإنسان أو اختبار الحمل عند السيدات وما شابه ذلك من التحاليل السريعة والبسيطة الرخيصة الثمن باستخدام الكواشف الحيوية الميكروبية أنه يمكن إستخدامها لمرات عديدة على عكس اختبارات المناعة أو الإنزيمات التي تستخدم لمرة واحدة فقط.

إذن يعتبر المجال الطبي الآن من أكثر المجالات استخداماً للكواشف الحيوية وهي مفيدة خاصةً في التشخيص الاكلينيكي. فاستخدام الكواشف الحيوية يقلل من المخاطر والأخطاء الناتجة عن عملية التشخيص كما يقلل أيضاً من التكلفة. وما إن يتم بناء هذه الكواشف علي نطاق واسع، فسوف تتيح للممارس العام اختبار مرضاه في عيادته بدلاً من اللجوء إلي معامل المستشفيات مما يوفر المال ويجنب المريض الحاجة لمعاودة المستشفي عدة مرات للحصول علي نتائج التحاليل والتشخيص كما أنه يمكن بدء العلاج بشكل أسرع.

كما أن لاستخدام الكواشف الحيوية مميزات أخري مثل صعوبة حدوث أخطاء في عملية التداول لعينة المريض أو فقدها أو تلوثها وهذا بالطبع سيكون مفيداً في الكشف عن العقاقير لدي الرياضيين، حيث توجد محافظ للكواشف الحيوية الآن تستخدمها الشرطة والأطباء للكشف عن كميات صغيرة من العقاقير. كما تجدر الإشارة هنا إلي مدي ما يمكن أن يضيفه علم الكواشف الحيوية النانوية للبشرية وخاصة في المجال الطبي.

ويتوقع العلماء أنه في القريب سنجد كاشف حيوي يوضع علي طرف الأصبع وبحجم رأس الدبوس وربما أصغر من ذلك ليعطي دلالات عن حالة الجسم العامة مثل درجة الحرارة، ضغط الدم، مستوي الأوكسجين في الدم والحالة العصبية والمزاجية للإنسان.

وسيتم ذلك عن طريق استقبال إشارات الكترونية منبعثة من هذا الكاشف الحيوي علي جهاز حاسب آلي صغير بحجم كف اليد موضوع أمام الطبيب المعالج علي مكتبه أو مع المريض نفسه في منزله ليعطي النتائج المطلوبة في ثوان معدودة ودون الحاجة لأجراء تحاليل باهظة الثمن وليست بالدقة الكافية. وهذه ليست مجرد أفكار أو شطحات علماء في معاملهم بل دخلت في حيز التنفيذ الفعلي وأستطاع أحد العلماء تصميم شريحة رقيقة من السليكون توضع على الجلد لتعطي قراءة فورية لدرجة حرارة الجسم وتقوم بعض المعامل الاخري بتطوير هذا الكاشف الحيوي ليقيس أيضاً مستوي تركيز الأوكسجين في الدم عن طريق رصد درجة التغير في لون الدم الأحمر نتيجة ارتفاع أو انخفاض مستوي الأوكسجين في الدم، ليس هذا فحسب بل أنه أمكن أيضاً إنتاج مجسات أو مجسات أو كواشف حيوية للكشف عن السرطانات وتمييز الحميد منها عن الخبيث وما زال التطوير والتحديث مستمراً.

(٤,٥,٣) الكشف المبكر للأمراض Diseases Early Detection

أن طرق الكشف الحالية والتقليدية للكشف عن الأمراض تحتاج إلى خطوات متعددة ولا تعطي بيانات في نفس الوقت ولها حساسية محدودة. وباستخدام تقنية النانو يمكن بكل سهولة ويسر الكشف الدقيق والسريع على الأمراض مثل السرطان أو الاكتشاف الدقيق والسريع أيضاً للتعرض للكيماويات أو الأجسام الإحيائية الخطرة. ويعتبر الكشف عن البصمة الجزيئيةMolecular Fingerprints للمرض، أو جود السموم أو الجسيمات الدقيقة في الطعام، وكذلك التلوث البيئي من أهم استخدامات تقنية النانو. لذلك فتقنية النانو لديها إمكانية اكتشاف الأمراض والملوثات في مراحلها الأولى. ويمكن القول أن تلك التقنية يمكن أن تساهم في الكثير من المهام الآتية:

- يمكن من خلال رقاقة الحمض النووى المنقوص الأكسجين DNA وباستخدام تقنية النانو على حمل مجموعة الموروثات (الجينات) على حامل خامل لتستخدم في

التحليل، ويتبع ذلك استخدام أجهزة إحساس ومتابعة لتشخيص الأمراض. كما سيكون لهذه الرقائق النانوية الدور الأكبر والبارز بمساعدة Nanochips وعبر التكامل مع الدوائر الإلكترونية بما يسمى تقنية المعمل على رقاقة Lap on a Chip مما يقلل تكلفة الأجهزة الطبية والرفع من كفاءة وسرعة أدائها بالإضافة لسهولة نقلها وتواجدها داخل غرفة العمليات. وستصبح هذه الأجهزة النانوية متكاملة ولها عدة استخدامات مثل الكشف المبكر عن الأمراض والمواد الحيوية والكيماوية.

- استخدام تقنية النانو في الكشف عن الأمراض بواسطة Bio-Barcode Assay وهو للكشف عن البروتين المتعلق بالمرض أو DNA في عينات النسيج Tissue ويستخدم جزيئات الذهب النانوية في هذا الصدد كما سيتم التطرق إليه.
- استخدم تقنية Bio-Barcode Assay للكشف السريع وتتبع مستويات من السرطانات المختلفة بواسطة Multiple Bio-Markers وذلك للكشف عن علامات مميزة لبروتينات دالة على السرطان.

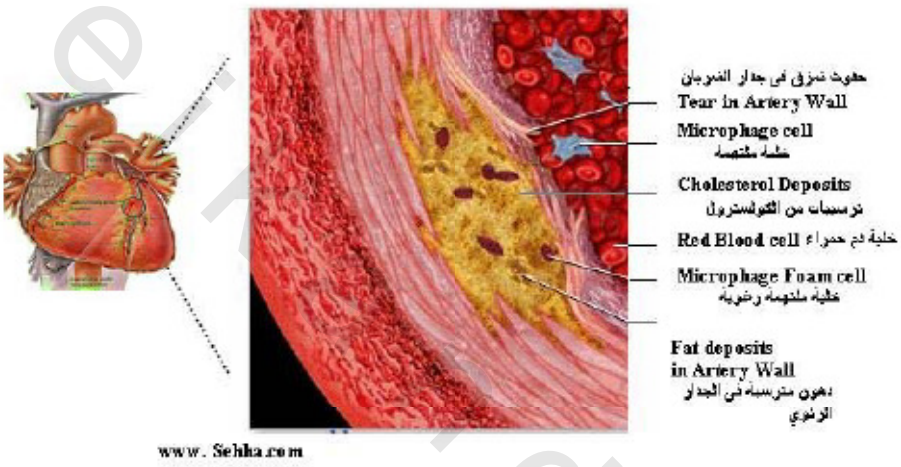
(٤,٥,٤) علاج تصلب وانسداد الشرايين باستخدام تقنية النانو

Nano-Technology Treatment of Arteriosclerosis and Atherosclerosis

إن مما لا شك فيه أن أبحاث تقنية النانو ستغير الكثير من الأساليب والطرق العلمية المختلفة في كثير من المجالات. ومن أهم الأبحاث الطبية الجارية في العالم الآن بناء أوعية دموية جديدة بجسم الإنسان لتقوم بعمل الأوعية المتصلبة بالدورة الدموية وبالتالي ضمان تغذية الأنسجة الحيوية بالدم وعدم تعريضها للتلف عند انسداد الشرايين المغذية لها.

وقد تمكن العالم الأمريكي من أصل مصري الدكتور شاكر موسي رئيس مركز بحوث التطوير الصيدلي بكليتي طب وصيدلة ألبني بنيويورك بقيادة فريقاً علمياً للتوصل لمواد منشطة Active Nanomaterial نانوية لتكوين أوعية دموية جديدة

واستكمال نضوجها والحيلولة دون اضمحلالها كما يحدث لها طبيعيا بالجسم مما سيمثل ثورة مستقبلية في علاج تصلب وانسداد الشرايين وخلال عام ٢٠٠٩م ستجري الأبحاث على الإنسان بعد نجاحها في حيوانات التجارب (الشكل رقم ٢٨).



الشكل رقم (٢٨). مقطع عرضى فى شريان متمزق.

المصدر: Kukowska et al., (2005)

وكما هو معروف من الناحية الطبية أنه في حالات الإصابة بمرض السكر والضغط وزيادة الدهون تتعرض الأوعية الدموية للتصلب والانسداد ويضعف تغذية القلب والمخ والأطراف وعند انقطاع التغذية الدموية تموت الأنسجة فتحدث مشكلات كبيرة في الجسم. وفي السنوات الأخيرة حاول العلماء إعادة تغذية هذه الأنسجة المحرومة من الدم. لذا بدأت الأبحاث العالمية التركيز علي تنشيط تكوين أوعية دموية جديدة تكون قادرة علي الاستمرار لتكون بديلة وتقوم بضخ الدم للأنسجة التي يحاجه إليه.

ولكن كانت المشكلة أن الأوعية الجديدة التى تنشأ من الأوعية الرئيسية لمدة أيام محدودة ثم تختفي فكان لابد من إجراء أبحاث لمحاولة منع اختفاء هذه الأوعية مع تنشيط ظهورها. وبدأت التجارب السابقة في جامعة هارفارد الأمريكية باستخدام مادة منشطة طبيعية في الجسم هي هرمون Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) أو باستخدام جين لتنشيط هذه المواد. ولم تنجح هذه الأبحاث آنذاك لأن الأوعية الدموية تتكون ذاتيا وتختفي وبالتالي لا تواصل عملها.

وركزت الأبحاث علي زيادة نضوج الأوعية الدموية الفرعية دون تعرضها للزوال فتم اكتشاف مادة جديدة في الوريد والشريان لم يعلن عن أسمها وهي من الأحماض السكرية حاملة لشحنة سالبة علي يد فريق بحثى وتعمل علي نضوج الأوعية الدموية الجديدة ومنع اختفاؤها. لأن هناك عملية مستمرة للبناء والهدم في الجسم وهذا سبب فشل أبحاث هارفارد Harvard Medical School. ولكن قابلت الفريق صعوبات في استخدام المادة عند اكتشافها لأنه عند استعداد المريض للإصابة بالسرطان تزيد هذه المادة من الإسراع بالمرض. وكان الحل في استخدام تقنية النانو بتحميله المادة على مادة نانوية Nanomaterial ثم زرعها بالحقن في المكان نفسه موضعيا مما يساعد علي نضوج الأوعية الدموية واستمرارها ويجري حاليا تحميل هرمون الغدة الدرقية علي سطح نانوى وفي الداخل يتم تحميل الحامض السكري. فالأول ينشط ظهور الأوعية الدموية الفرعية والثاني يعمل علي تثبيتها.

وأظهرت التجارب الأولية على الحيوانات نجاحا مبهراً وتم عرض الأبحاث في مؤتمرات دولية بأوروبا وأمريكا. وقريبا ستبدأ التجارب الحقيقية على المتبرعين وتأتي أهمية استخدام النانو في هذا المجال في أنه يتم حقن العلاج مرة واحدة أو مرات محدودة على فترات متباعدة فيكون حلاً جذرياً لمرضي الشرايين خاصة مرضي السكر. وأضاف أنه باستخدام هذا الأسلوب في القلب عند حدوث أزمات قلبية ووضع تقنية النانو

محملاً بالمواد المنشطة فإنها تساعد علي تكوين أوعية دموية جديدة ثابتة وتفتح طرق جديدة لتغذية القلب ويتوقع أن يكون العلاج مستقبلا بهذا الأسلوب رخيصا بل وسيؤثر علي شركات الأدوية في العالم لأن تناول الدواء سيكون مرة واحدة وهناك مواد جديدة تم اكتشافها لتحميلها مع تقنية النانو في مجال الأوعية الدموية.

(٤,٥,٥) تقنيةالنانو وعلاج مرض السرطان Nano-Technolgy and Cancer Treatment

وهو توجه هام في التقنية النانوية Nano-Technolog، وإعتمادا على أن دقائق الذهب والفضة يتمتعان بخصائص ضوئية لإمتصاهما للضوء سطحيا وتشتيته، دفعت العالم المصري الدكتور مصطفى السيد وفريقه عام ٢٠٠٨م إلى تطبيقها في مجال الطب وتحديداً سرطان الجلد.

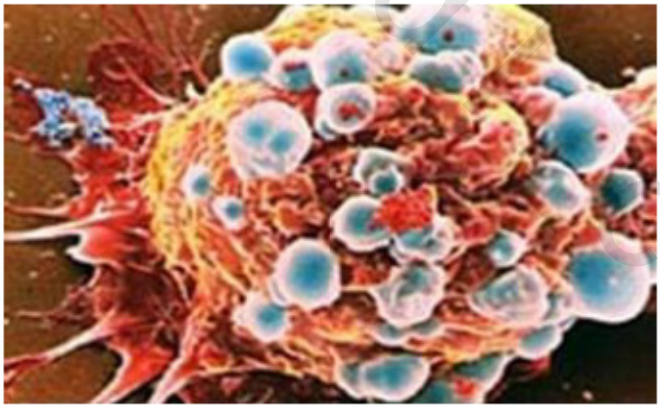
وتستخدم كذلك الأغلفة النانوية المطلية بالذهب لتدمير الخلايا السرطانية (أشكال ٣٠، ٢٩). ويبلغ طول هذه الأغلفة النانوية حوالي ١٢٠ نانومتر وهذا أصغر من حجم خلية السرطان بمقدار ١٧٠ مرة. وقد انصبت الدراسة والبحث من الناحية التشخيصية على سرطان الجلد Skin Cancer، حيث وجد أن باستخدام قضبان ذهب أو فضة فائقة الدقة والصغر Nanorods أو دقائق الذهب أو الفضة الكروية Spherical Gold or Silver Nano-Particles والتي تلتصق بالخلايا السرطانية الخبيثة، بينما لا تمس الخلايا السليمة في الجسم بسوء.

وعند تعريض تلك الخلايا لأشعة الليزر Laser Rays المرئي والمنخفضة الطاقة على هذه الدقائق والتي تعمل على تسخين الذهب ورفع حرارته مما يودى إلى احتراق الخلايا حتى موتها. وتمتاز هذه الطريقة بالدقة والموضعية في تطبيقها كما أشرنا سالفاً، وبعيدة كل البعد عن الآثار الجانبية.

وتعد هذه الآلية هى الأولى من نوعها كما أشار العالم المصرى الكبير الدكتور مصطفى السيد (الحاصل على أعلى وسام أمريكي في العلوم، والذي تسلمه من الرئيس

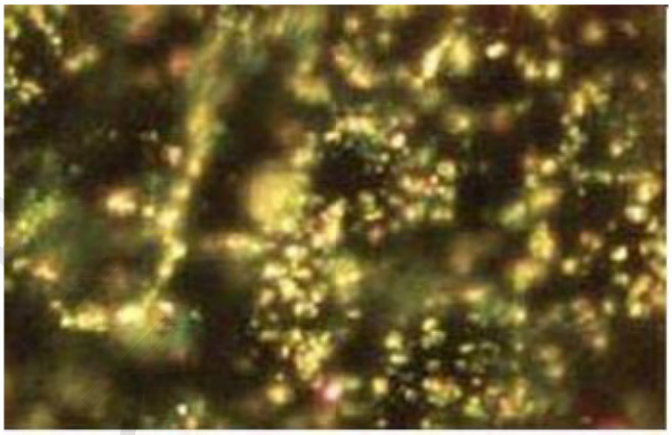
الأمريكي جورج بوش عام ٢٠٠٨م لنجاح تجاربه في هذا المجال). ويمكن وبجسيمات نانوية أخرى تحديد موقع الخلايا السرطانية وذلك بحقن جسيمات سلينيد الكادميون النانوية (النقاط الكمية) داخل الجسم، فتتجمع الخلايا السرطانية بشكل تلقائي، وفي حالة تعريض المنطقة المستهدفة لضوء فوق بنفسجي Ultraviolet Radiation (UV) فإن الجسيمات تضيء مما يساعد في تحديد موقع الخلايا الخبيثة وإزالتها بدقة شكل.

وهذه الخصائص والآلية الفريدة من نوعها لا سيما المحسنة منها فيما يتعلق بامتصاص الضوء وجد أنها تتحول لحرارة بعد أن تلتصق بالخلايا الخبيثة السرطانية وحدها. وقد استغل هذا فيما يعرف باسم العلاج الضوئي الحراري الانتقائي Selective Photothermal Therapy. ويمكن لهذه التقنية رصد أي ورم بالجلد، وتتجمع دقائق الذهب النانوية لتشكل طبقة مضيئة على جسم الخلية المريضة وحدها عند الرصد تحت المجهر، بينما لا ترى الخلايا السليمة فتبدو مثل كوكبة مضيئة وسط مجال معتم.



الشكل رقم (٢٩). تجمع دقائق الذهب النانوية لتشكيل طبقة مضيئة على جسم الخلية المريضة.

المصدر: Kukowska et al., (2005)



الشكل رقم (٣٠). تظهر الخلايا السرطانية مضيئة بفعل التصاقها بالذهب.

المصدر: http://www.nanoprobes.com

وللوصول إلى هدف إنهاء الموت والمعاناة من السرطان مع عام ٢٠١٥م يستخدم المعهد الوطني للسرطان بالولايات المتحدة الأمريكية قوة تقنية النانو لتغيير الطريقة التي يشخص، يصور ويعالج بها السرطان عن طريق الوسائل الآتية:

- الوقاية والتحكم في مرض السرطان

وتستخدم عادة طريقة تفصيل الأعمال Bottom-Up عند استخدام المواد الدقيقة للأغراض الطبية، فأغلب الخلايا الحيوانية يتراوح قطرها ما بين ١٠-٢٠ ألف نانومتر، ويتم تصنيع الأجهزة الحيوية الدقيقة (النانوية) أو المتناهية الصغر Nano-Devices الدقيقة بأحجام أقل من ١٠٠ نانومتر الذي يمكنها من التعامل مع الحمض النووي منقوص الأكسجين DNA والبروتينات، الأمر الذي يؤدي إلى كشف الأمراض سواءً في الخلايا الصغيرة جداً أو عينات الأنسجة المختبرية. فتقلص بهذا الاختبارات

الاجتهادية على الخلايا الحية في الجسم. ويمكن ووفقاً لهذه التقنية النانوية الوصول إلى الوسائل العلاجية الآتية:

١- تطوير أجهزة نانوية تستطيع إيصال أداة للوقاية من مرض السرطان.

٢- تصميم لقاحات متعددة المكونات ومضادة للسرطان مستخدمة موصلات ناقلات نانوية Nano Scale Delivery Vehicles .

- الكشف المبكر لمرض السرطان

وتستخدم هنا الأسلاك النانوية كمجسات حيوية Bionanosensors وذلك لحساسيتها العالية وصغر حجمها النانوى، حيث يتم طلاء هذه الأسلاك النانوية بأجسام مضادة مصنعة بحيث تلتصق فقط بالجزيئات الحيوية مثل الحمض النووى منقوص الأكسجين DNA ، أو البروتينات، أو الجسيمات الحيوية الأخرى الموجودة داخل الجسم، وليس غيرها من الجسيمات الأخرى. وعندما ترتبط هذه البروتينات أو غيرها من الأجسام النانوية المطلية فسوف تتغير توصيليتها. وبذلك يمكن استخدام هذا المجس الحيوي النانوى في اكتشاف عدد كبير من الأمراض في مراحلها الأولية، وذلك بإدخال أعداد كبيرة من الأسلاك النانوية داخل الجسم وتطلى بأجسام مضادة مختلفة، تمثل مجسات مختلفة. ويمكن إيجاز ذلك في الخطوات الآتية:

١- يمكن الكشف المبكر للأمراض السرطانية عبر المجسات الحيوية Bionanosensors الجزيئية والتي تستطيع اكتشاف العلامات الدالة على وجود السرطان.

٢- تطوير مجموعة من المجسات الذكية للتحليل المجهري للعلامات الدالة على السرطان.

- التشخيص بالصورة

ويتأتى ذلك من خلال النقاط الآتية:

١- تصميم أدوات ذكية قابلة للحقن والتوجيه لتحسين رؤية السرطان على مستوى الخلية الواحدة.

٢- هندسة أجهزة نانوية قادرة لمعرفة التعددية الإحيائية والتطويرية لخلايا السرطان المتعددة التي تكون الورم في الفرد.

- المعالجة متعددة الوظائف

وذلك من خلال العمل على:

١- تطوير الأجهزة النانوية التي تجمع بين الوظائف التشخيصية والعلاجية.

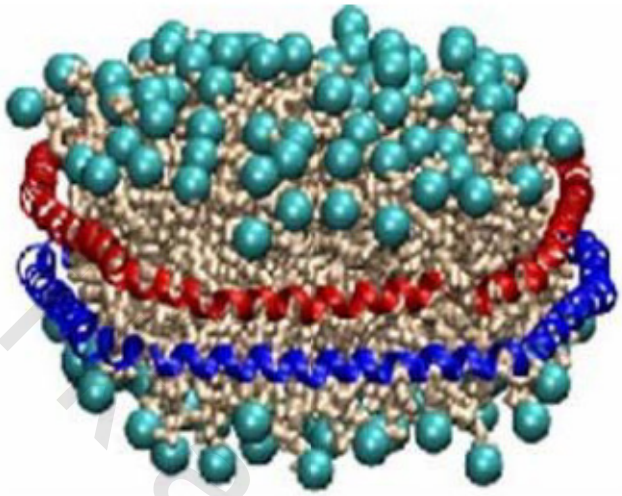
٢- عمل أجهزة علاجية ذكية تستطيع التحكم في إعطاء العلاج وتراقب تأثيره في نفس الوقت.

- تحسين حياة مرضى السرطان.

وهنا تصمم أجهزة نانوية تستطيع توصيل الدواء بكفاءة عالية لعلاج الحالات التي تحدث مع الوقت كنتيجة المعالجة من السرطان كالألم، فقد الشهية، الاكتئاب وصعوبة التنفس.

(٤,٥,٦) الخلايا النانوية وماء الحياة Nano-Technology Cells and Water of Life

يمثل الماء عصب الحياة لكل الكائنات الحية، يشكل ثلثي وزن جسم الإنسان، وتتألف بلازما الدم من حوالي ٩٠٪ ماء بينما تشكل الماء نسبة ٢٢٪ في العظام. إن الطبيعة المائية الحيوية للماء تجعلها مفيدة للصحة العامة. ويعتبر الماء مذيب طبيعي للعديد من العناصر مثل الفيتامينات، والمعادن، والمعادن الثقيلة، والمواد المشعة. والماء الحيوي يؤدي إلى تحسين أنسجة الدم، ويحسن عمل الكبد، ويحسن دخول المغذيات من قبل الجسم. ويفقد الجسم والفواكه والخضار كميات من الماء بشكل تدريجي من التراكيب الجزيئية الحيوية مع التقدم في السن، ويمكن باستعمال القرص الحيوي Bio Disc (الشكل رقم ٣١) لإعادة إحياء الماء إلى المستوى الجزيئي لإنتاج الطاقة.



الشكل رقم (٣١). القرص الحيوي المتناهي الصغر.

المصدر : http://www.bionanotechnology.com

والماء مادة منتجة للطاقة الطبيعية حيث تؤدي هذه الطاقة بشكل خاص إلى تجديد التركيب الجزيئي في السوائل، وهذا يجعل أي سائل له الصفات المائية بدرجة أكثر، طعمه أفضل، ويدوم حيوياً لمدة أطول. ويمكن تشبيه هذه البنية الجزيئية Molecular Structure المتجددة بتلك الموجودة في مياه الينابيع الطبيعية الصحية.

إن الفكرة العامة لبناء قرص حيوى في محيط حيوى تستند إلى التردد الإيقاعي لأشعة بيتا (ß) بعكس عقارب الساعة وكأنواع الطاقة الأخرى يمكنه أن يؤثر على الأجسام. وكمثال لذلك يمكن للحقل المغناطيسي أن يؤثر على الأجسام المعدنية ويمكن لأشعة أكس X rays أن تؤثر على شريط الفيلم. كذلك يمكن للقرص الحيوي بتردده المحدد وبحركة دورانية أن يحسن صفات السوائل.

وتعتمد الفكرة في أن القرص الحيوي المتواجد في الجسم الزجاجي يحتوى على ١٣ معدن مذاب داخله بتقنيات نانوية إذابة حرارية عالية، ومركبة معاً في المستوى الجزيئي النانوي Molecular Nano، وذلك باستخدام طرق إذابة حرارية متنوعة. وتعد مشاركة المعادن وطرق الإذابة ينتج عنها تحولاً تحفيزياً في الطاقة مما يؤدى هذا إلى حدوث تجاوب ترددي لجزيئات المعدن الطبيعي يدوم طويلاً، ويمكنه الانتقال إلى أي سائل مجدداً تركيبه الجزيئي الطبيعي. ولكل حبيبة معدنية من هذه المعادن المذابة بتقنية النانو شكلها وحجمها. فعندما ترتبط ذرات هذه المعادن بعضها ببعض عن طريق التحول المساعد المنشط يتم توليد الطنين الدورانى. وهناك أبحاث متزايدة حول هذه الظاهرة حيث أن ٧٠٪ من أجسامنا تتركب من الماء ومن المهم تغذية أجسامنا بالماء ذو الطاقة.

ومن جانب أخر يمكن لهذا القرص الحيوي أن يلعب دوراً هاما في التغلب على الاضطرابات أثناء النوم والتي تحدث لعدة أسباب، ومن هذه الأسباب ما ينجم عن الدخان المضبّب الكهربائي Electrical-Smog. وهذه المثيرات تشبه ترددات الجوال الخلوي، التي تنبعث من الكابلات الكهربائية الموجودة في الجدران والأسقف. ومن خلال وضع هذا القرص في مركز السرير (منتصف المسافة بين الرأس والقدمين) فإن الطنين المنبعث عن القرص الحيوى يخمد تأثير الدخان المضبّب الكهربائي Electrical-Smog على الجسم. أيضاً يمكن التخلص من الألم الذي ينجم عن لالتهابات عن طريق تناول الماء المفعل الذي يخلص الجسم من السموم و يقل التورم والألم.

ومما سبق يمكن القول أن الحديث عن تطبيقات التقنية الطبية قد تتهم إنها شيء من الخيال العلمي Scientific Fiction، وإن كان في حقيقة الأمر واقعاً ملموساً. وما ذاك إلا لأن هذه التطبيقات تفتح آمالاً للبشرية غاية في الروعة والجاذبية. وهذا غيض من فيض التطبيقات الواعدة والواقعية لتقنية النانو في مجال الحياة الطبية والصحية ويبقى المستقبل مملوء بالمفاجآت السارة إن شاء الله.

(٤,٦) تقنية النانو في مجال الحاسبات والالكترونيات

Nano-Technology and Computational and Electronical Field

مع النمو المتطور والمتزايد في تقنية الحاسبات تزداد الحاجة إلى وجود تقنيات جديدة من شأنها المضي قدماً في هذا التطور الخيالي الذي نحظى به في هذا القرن والملقب بقرن ثورة الاتصالات والمعلوماتية. ومما لا شك فيه أن عدم القدرة على إيصال المعلومات في الدوائر الكهربائيّة هي أحد أكبر «الاختناقات المروريّة» التي يمرّ فيها مصممو الدوائر الكهربائيةّ.

كما أن من المشاكل التي تواجه مصمّمي الدوائر الكهربائيّة، زيادة الناتج الحراريّ بسبب ازدياد مرور الإلكترونات في الدوائر الكهربائيّة، الأمر الذي قد يؤدّي إلى «احتراق» الدائرة بكاملها إن لم يتمّ تبريدها بشكل مدروس. وأحد أكبر المشاكل التي تشلّ تطوّر المعالجات والذاكرة في الحاسب الآليّ هي ظاهرة انتقال الإلكترونات من مسارها إلى مسار آخر عند تقليص حجم الدائرة الكهربائيّة.

وعلى هذا النهج قد استطاعت شركة IBM عبر تقنية النانو من إيجاد طريقة لاستخدام طرق التصنيع التجاريّ المستخدمة الآن في صنع أنظمة تحكّم في مجموعات من أسلاك صغيرة نانوية. وهذا التطوّر الذي تأمل الشركة أن يؤدي إلى إيجاد شرائح ذاكرة للحاسب الآليّ ذات كثافة تبلغ أربعة أضعاف الكثافة الحاليّة. ومع أنّ كثافة الذاكرة تزداد الآن، إلا أنّها تزداد بمقدار ثابت (خطّيّ)، وهذه التقنيّة الجديدة ستسمح بالقفز تقنيًا إلى الأمام بعشرات السنين في لحظة واحدة، وستقلّص من تكاليف التصنيع بشكل كبير جدًا.

لقد تمكنت هذه التقنية من إيجاد نمط لنظام تحكّم يتكوّن من ثلاثة عناصر، يوضع أحدها على نهاية مجموعة من الأسلاك المتوازية ويقوم بإمداد الإلكترونيات، والعنصران المتبقيان يوضعان على جانبي المجموعة، ويقومان معا بتكوين مجالات كهربائيّة عبر مجموعة الأسلاك انتقائيًا، ويمكنهما إيقاف التيّار في كلّ الأسلاك، عدا

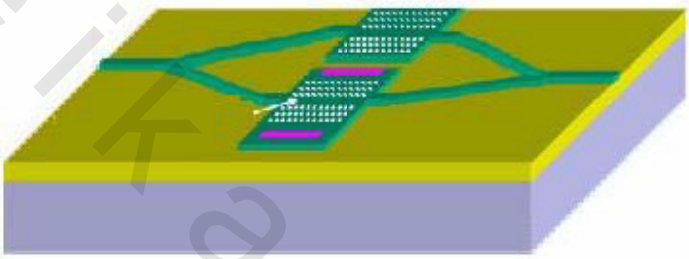
سلك واحد مختار. ومجموعة الأسلاك التي استطاعت شركة IBM استخدامها إلى الآن تتكوّن من أربعة أسلاك، ولكنّ المبدأ نفسه يمكن تطبيقه على ثمانية أسلاك. ووجود القدرة على انتقاء سلك معيّن تعني أنّه من الممكن إيجاد عناوين محدّدة للإشارات الكهربائيّة وهو العنصر المهمّ جدّا والرئيسيّ في تصميم وعمل الذاكرة العشوائيّة Random Access Memory (RAM).

وقد استطاع الباحثون بإبطاء وتخزين ومعالجة الضوء Slowing, Storing and Processing Light والاقتراب أكثر من حلم استبدال الكهرباء بالضوء في إيصال سيل المعلومات بين أجزاء الدوائر.

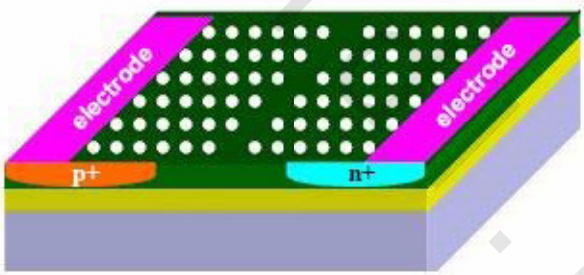
وهذا الأمر سيؤدّي إلى تطوّرات جذريّة في أداء الحاسب الآلي وكلّ الأنظمة الإلكترونيّة الأخرى والاستغناء تماماً عن الأسلاك في الحاسب الآلي. فلقد استطاع الباحثون إبطاء سرعة الضوء إلى واحد على ٣٠٠ من سرعته المعتادة عن طريق تمريره في قنوات من السليكون المصنّع بعناية بالغة، موجه عبر موجات الكريستال الفوتوني Photonic Crystal Waveguide (PCW) وهي شريحة رقيقة من السليكون ذي نقاط بمجموعات من الثقوب تكسر أو تغيّر من مسار الضوء المار بها وتتميز باحتوائها على معامل انحراف للضوء عال بسبب وجود أنماط من مجموعات الثقوب فيها (الشكل رقم ٣٢). فكلّما ازداد معامل الانحراف، قلّت سرعة الضوء الخارج منها.

وبزيادة حرارة موجّهات موجات الكريستال الفوتونيّ عن طريق تمرير تيّار كهربائيّ فيها، يتمّ تغيير معامل الانحراف، الأمر الذي يغيّر من سرعة الضوء الخارج من الثقوب، باستخدام قدرة كهربائيّة قليلة جدّا. ويسمح هذا التصميم للقنوات بتغيير سرعة الضوء عن طريق تمرير تيّار كهربائيّ لموجّه الموجات. ولكي يتمّ كلّ ما تمّ ذكره، يجب أن تدعم المكوّنات هذه تحكّما كاملا بإشارات الضوء، وأن تكون تكلفة تصنيع آليّة هذا التحكّم زهيدة الثمن وحجمها صغيراً. ويجدر بالذكر أنّ الكثير من الباحثين في

السابق استطاعوا إبطاء سرعة الضوء في ظروف مخبريّة، ولكنّ تحكّمهم في سرعة الضوء على شرائح سليكونيّة باستخدام وسائل تصنيعيّة تعتمد على تقنية النانو هو سابقة جديدة. وحجم هذا الجهاز الذي استطاع العلماء تصنيعه صغير جدّا، ويمكن استخدام المواد شبه الموصلة فيه.



(A)



الشكل رقم (٣٢). موجات الكريستال الفوتوني Photonic Crystal Waveguide.

المصدر : Jiang at al., (2002)

والمواد التي تُستخدم عادة في تصنيع الدوائر الكهربائيّة والقدرة على التحكّم بسرعة الضوء أو إبطائه في هذه الحالة تجعل بالإمكان لهذه التقنية أن تصنع الدوائر الضوئيّة Optical Circuits في غاية الصغر من حيث الحجم. لذلك فالتقنيّات المستخدمة

اليوم تعتمد تقنية تتراوح ما بين ٤٥-٩٠ نانو متر في التصميم، ولكنّ المصمّمين يواجهون ظاهرة انتقال الإلكترونات من مسار ما إلى آخر بسبب التنافر الكهربائيّ بينها وبين إلكترونات أخرى قريبة. أن هذه الظاهرة لم تكن موجودة من قبل لأنّ التقنيات المستخدمة حينها كانت تستخدم مسارات إلكترونيّة أكثر عرضا من المسارات المستخدمة الآن. ولكنّ نتائج أبحاث شركة IBM لن تحلّ هذه المشاكل فقط، بل ستتجاوزها لتنعدم من أساسها، إذ ستتغيّر قوانين الفيزياء في الدوائر لتصبح تعتمد على نظريّات وقوانين الضوء، لتنعدم الآثار الحراريّة لمرور الإلكترونات في الأسلاك والدوائر الكهربائيّة، ولينعدم التنافر الإلكترونيّ. وسيصبح الضوء هو أساس توصيل المعلومات بين مكوّنات الحاسب الآليّ.

ووسط هذه الأجواء سيهبط عملاق الحاسب الآلى Hewlett Packard's Computer قريبا إلى السوق وهو مصنع من رقيقات يدخل في صنعها الكترونات نانوية قادرة على حفظ المعلومات أكثر بآلاف المرات من الذاكرة الموجودة حاليا (الشكل رقم ٣٣). وقد تمكن باحثون في جامعة Columbia وجامعة New Orelanz من جمع جزيئين غير قابلين للاجتماع إلى بللور ثلاثي الأبعاد.

وبذلك تم اختراع ماده غير موجودة في الطبيعة تسمى ملغنسيوم مع خصائص مولده للضوء مصنوعة من نانو وأوكسيد الحديد محاطا برصاص السيليناید. وهذا هو نصف موصل للحرارة قادر على توليد الضوء. وهذه الميزة الخاصة لها استعمالات كثيرة في مجالات الطاقة والبطاريات. وقد أوردت مجلة Economist مؤخرا أن الكلام بدأ عن ماده جديدة مصنوعة من جزيئات النانو تدعى قسم "Quasam" تضاف إلى البلاستيك والسيراميك والمعادن فتصبح قويه كالفولاذ خفيفة كالعظام وستكون لها استعمالات كثيرة خصوصا في هيكل الطائرات والأجنحة، فهي مضادة للجليد ومقاومه للحرارة حتى ٩٠٠ درجه مئوية.

ومن جانب آخر تتوافر أجهزة تتجاوب مع محيطها في حياتنا العادية، مثل اللمبات التي تتجاوب مع الصوت أو الضوء المحيط بها، والمسجلات التي لا تسجل إلا عندما يصدر صوت بقربها، والحاسب الآلي الذي لا يشتغل إلا بصوت صاحبه وغيرها. وفي المقابل، فإن ما يهتم به الأبحاث الآن هو الأجهزة الفائقة الدقة، التي تصنع بتقنية النانو. وافترضت إحدى الدراسات إمكان اللجوء إلى مواد عضوية في صناعة شرائح السيليكون، لكي تحل محل التوصيلات التي تنهض بأمرها راهناً الأسلاك الدقيقة.وإذا تحقق ذلك، ينفتح المجال أمام إدخال أنسجة (مثل الخلايا العصبية) تملك القدرة على التفكير، لتصبح جزءاً من شريحة الحاسب الآلى.

الشكل رقم (٣٣). عملاق الحاسب الآلي القادم Hewlett Packard's Computer.

المصدر : http://www.compternanohope.com

ومن الواضح أن إدماج تلك الأنسجة مع الرقائق الإلكترونية أمر يحتاج إلى تقنيات علم تقنية النانو Nano-Technology. وتضيف تلك الدراسة أن هذه المواد العضوية تستطيع أن تُشكّل خطوطاً تنقل المعلومات في مثل سرعة الضوء.

(٤,٧) تقنية النانو والطاقة المتجددة
Renewable Energy and Nano-Technology

تعد الطاقة هي الصناعة الأكثر تطلباً لرؤوس الأموال في العالم، وهي كناية عن شبكة معقدة ومتكافلة مؤسساتية وتنظيمية ومالية تعتمد على أكثر من قرن كامل من الدعم والحماية الإلزاميين. أدى تضافر عدة عوامل، مثل الضغط الذي يمارسه النمو المتواصل لسكان العالم والنمو الاقتصادي على الإمدادات التقليدية للوقود الحفري والهواجس بشأن الاحتباس الحراري العالمي World Global Worming والازدياد الحاد في سعر النفط، كذلك الأزمة المالية الحالية إلى جعل تطوير مصادر بديلة للطاقة أمراً يزداد أهميته يوماً بعد يوم. وتوفر الأبحاث الأميركية الحالية في تقنية النانو Nano-Technology دلائل مثيرة للاهتمام يمكن أن تُحدث ثورة في مجال استخراج الطاقة من مصادر نظيفة ومتجددة، وعلى الأخص الشمسية منها.

ولكن يمكن أن تكون ثورة الطاقة النانوية سريعة، فقد حلت السيارة محل الحيوانات (الخيل، البغال، الجمال....إلخ) كوسيلة للنقل، بينما انتشر النظام المركزي لمد التيار الكهربائي عبر الولايات المتحدة خلال أقل من ٤٠ سنة.

وسيتعين على التحوّل القادم أن يكون معادلاً في نطاقه للتغير التقني الجذري الذي حفزته الطاقة في الدول الصناعية على امتداد المائة عام الأخيرة. وقد كانت تلك فترة شهدت انتقالاً من استعمال الدواليب المائية في الصناعة، ومن الحطب والكيروسين للاستعمال المنزلي، ومن وسائل النقل التي تجرها الأحصنة إلى الكهرباء شبه الشاملة، وهيمنة الفحم في إنتاج الكهرباء، والملايين من العربات العاملة بالغاز

والديزل، والتنقل بالطائرات النفاثة، وفي نهاية المطاف إلى الرقائق الإلكترونية المصغرة والاقتصاد الرقمي.

لقد استطاع العلماء في جامعة هارفرد Harvard تطوير خلايا شمسية من أسلاك نانوية يبلغ قطرها ٣٠٠ نانومتر فقط. إن الخلية الشمسية تملك نواة من السليكون البللوري وعدة طبقات متمركزة من السليكون ذات خصائص الكترونية مختلفة. وتؤدي كل طبقة نفس الوظيفة التي تؤديها الطبقات شبه الموصلة في الخلايا الشمسية التقليدية عندما تمتص الضوء وتلتقط الالكترونات لتوليد الكهرباء.

وفي حين انه قد يتم استخدام هذه الخلايا الشمسية المجهرية في بداية الأمر لتزويد أجهزة نانوية أخرى بالطاقة، ربما أصبح من الممكن ربطها معاً بإعداد كبيرة فيما بعد لتحل محل اللوحات الشمسية المستخدمة اليوم. غير أن العقبات التي تقف في طريق تسويق هذه التقنية لا تزال على أرض الواقع.

ويتعين على العلماء تطوير طرق لإنتاج هذه الأسلاك النانوية الشمسية بكميات أكبر مما هي الحال اليوم، وتحسين مستوى فعاليتها (أقل من خُمس إنتاج الألواح الشمسية التقليدية) في تحويل أشعة الشمس إلى كهرباء. بالإضافة إلى أن الخلايا الشمسية المنتجة للطاقة تتكون من خلايا مصنوعة من مادة السليكون المرتفع في السعر بالإضافة إلى أنة صعب في التشكيل كما أننا نحتاج إلى مساحة كبيرة منة بغرض إنتاج كمية كافية من الطاقة الشمسية ظهرت بعض البوليمرات Polymers التى يمكن استخدامها في لاستغلال الطاقة الشمسية بتكلفة أقل ولا تحتاج إلى حيز كبير.

(٤,٨) تقنية النانو والتلوث البيئى
Nano-Technology and Environmental Pollution

يعتبر تلوث البيئة من المشكلات الهامة التي تواجه الإنسان في العصر الحديث وقد بدأت هذه المشكلة بدخول الإنسان عصر الصناعة والتعدين وفي المجتمعات

الصناعية التي تعتمد علي الآلة بصورة مكثفة أو التي تعتمد علي الصناعات الكيماوية والتعدينية بصفة عامة وأحدث التلوث نتيجة انطلاق الغازات والنفايات بالإضافة للكثير من المركبات الكيمائية التي استحدثها الإنسان والتي لم تكن موجودة طبيعياً في البيئة مثل المنظفات الصناعية والمبيدات بأنواعها المختلفة والمخصبات الزراعية وأنواع البلاستيك واللدائن الصناعية.

ومما يزيد من خطر التلوث البيئي أنه لا يقتصر علي موقع دون آخر ويرجع ذلك إلي أن الغلاف الحيوي الذي تعيش فيه جميع الكائنات الحية يرتبط ببغضه ارتباطا وثيقاً وأن التلوث الذي يحدث في بلد ما قد يؤدي إلي ظهور التلوث في بلدان أخرى قد تكون مجاورة أو بعيدة آلاف الأميال وليس أدل علي ذلك من حادث انفجار المفاعل النووي في تشير نوبل داخل أوكرانيا الذي أدي إلي إحداث تلوث إشعال على مدي واسع جداً غطي معظم بلدان أوربا ووصل حتى حدود تركيا.

أيضاً تلوث الجو بالغازات الحمضية أو تلوث مياه الأنهار والمحيطات الذي يحدث ما قد تمتد أثاره إلي بلدان أخري مجاورة أو بعيدة في صورة مياه ملوثة أو أمطار حمضية أو غير ذلك من صور التلوث، ومما يزيد من خطر التلوث أيضا سلوك هذه الملوثات في البيئات المختلفة وعلاقتها ببعضها البعض فالملوثات لا توجد منفردة بذاتها ولا تنحصر في موقع ثابت بل تنتشر خلال الوسط الذي تتواجد فيه وتنتقل من وسط بيئي إلي وسط بيئي أخر أي أن الملوثات لا تحدها حدود بل تنتشر في أنحاء البيئة المحيطة. ويعتمد انتشارها على ظروف البيئة المحيطة بمنطقة التلوث وطبيعة الملوثات من حيث خصائصها الكيمائية والفيزيائية منفردة ومجتمعة. وقد تعطي هذه الملوثات مجتمعة تأثيراً سيئاً علي الكائنات الحية أكبر كثير عما يمكن أن يحدث من مجموع تأثيراتها منفردة.

وتزداد مشكلة التلوث في هذه الحالة تعقيداً خاصة إذا علمنا أن الملوثات تتفاعل مع بعضها البعض أو تتحطم بعضها تحت الظروف الطبيعية أو الحيوية للبيئة المحيطة

منتجة آلافاً من الملوثات ذات التركيب الكيماوي ذو خصائص فيزيائية مختلفة عن الملوثات الأصلية وقد تكون هذه الملوثات الجديدة أشد خطورة علي البيئة من الملوثات الأصلية التي تولدت عنها. وتنحصر أهم المشكلات البيئية في ثلاث مشكلات هي تلوثها وتدهورها واختلال توازنها. ولكل مشكلة من هذه المشكلات الثلاث تكلفتها الاقتصادية الخاصة بها التي تؤثر على حياة الإنسان في صور مباشرة وغير مباشرة. فمثلاً يؤدي تلوث البيئة الذي ينقسم بدوره إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي تلوث الهواء وتلوث المياه وتلوث التربة، إلى الأمراض التي تصيب الإنسان والحيوان والنبات معا، مما يشكل تكلفة اقتصادية غير مباشرة.

فالأمراض الناتجة من أي من أنواع التلوث الثلاث، وخاصة تلوث الهواء والمياه، تحتاج للدواء مما يزيد من تكلفة العلاج بالنسبة للفرد والمجتمع خاصة وأن أغلب تلك الأمراض هي من الأمراض المستعصية كالسرطان وأمراض الرئتين والقلب التي تحتاج لأغلى أنواع العلاجات سواءً كانت أدوية أو عمليات جراحية. وقد تزداد التكلفة الاقتصادية للتلوث في حالة الوفاة الناجمة مباشرة عن أحد الأمراض المرتبطة بتلوث البيئة سواءً تلوث الهواء أو الماء أو التربة.

والأخطر من كل ذلك فإن تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكربون وغيره من الغازات عمل على تآكل طبقة الأوزون واحتباس الحرارة في محيط الغلاف الجوي للأرض فيما يسمى بظاهرة الاحتباس الحراري مما أدى إلى ارتفاع متزايد في درجات حرارة الأرض. وإذا استمر هذا التزايد في درجات حرارة الأرض فإنه سوف يؤدي إلى ذوبان كثبان الجليد المتراكمة عبر ملايين السنين في القطبين الشمالي والجنوبي مما سيتسبب في فيضان البحار والمحيطات وغرق الجزر والمدن الساحلية نتيجة لارتفاع منسوب الماء فيها. علماً بأن بعض الدول الكبيرة كإندونيسيا واليابان والفلبين عبارة عن جزر، وأن أهم مدن العالم وأكبرها وأكثرها اكتظاظاً بالسكان عبارة عن مدن

ساحلية، أما أمراض تلوث الهواء والماء التي تصيب الحيوانات الأليفة، والتي تشكل جزءاً هاماً في حياة الإنسان الاقتصادية في جانبي الاستهلاك والإنتاج، فهي أيضاً ذات تكلفة اقتصادية سواءً كانت هذه التكلفة متمثلة في علاج هذه الأمراض أو خسائر ناتجة عن وفاة الحيوانات بسببها، وقس على ذلك تلوث التربة الذي يقلل إنتاج النباتات التي يتغذى عليها الإنسان مما يقلل غذاؤه و/أو ينقل إليه بعض الأمراض جراء تلوث النباتات التي يستهلكها بالمبيدات الحشرية وغيرها.

وبالنسبة للتكلفة الاقتصادية لتدهور البيئة فهي تتمثل في انخفاض إنتاجيتها. فمن أهم مظاهر تدهور البيئة، الجفاف والتصحر الذي يقلل الإنتاج الزراعي وخاصة في المناطق التي تعتمد على الأمطار في زراعة محاصيلها الزراعي. أما بالنسبة لاختلال توازن البيئة وهو الذي ينتج عن انخفاض أعداد، أو انقراض بعض الكائنات الحية مما يؤثر على السلسلة الغذائية، ويؤدي بالتالي إلى انخفاض الإنتاج الحيواني والنباتي. وحتى إن كانت تلك الكائنات الحية التي إنقرضت أو في طريقها إلى الانقراض من الحيوانات المتوحشة، فهي لها وظيفتها التي تؤديها في السلسلة الغذائية. لذلك فالطرق التقليدية لحل هذه الآثار الناتجة عن هذه الملوثات أصبحت لا تجدى في ظل الثورات العلمية الحالية.

ولعل تقنية النانو شدت انتباه الرأي العام العالمي في تأثيرها الجذري على الصناعة، والتقنية، والتنمية الاجتماعية والاقتصادية، وصحة البشر، والبيئة. ورغم أن لتقنية النانو إمكانية لتحقيق منافع بيئية Environmental Benefits، فإن التنبؤ بالتأثير البيئي للاستخدام الواسع النطاق لتلك التقنية أصعب بكثير بسبب التفاعلات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية المعقدة التي قد تحدث في إطار ظروف الحياة الواقعية. ويتطلب ذلك تسخير الكثير من الفرص الجديدة للتنمية الاجتماعية والاقتصادية في الأجلين القصير والطويل مع وجود نهج متوازن في استخدام تلك التقنية من شأنه العمل على تعظيم المنافع البيئية بينما يدني المخاطر على السواء.

يهدف مهندسون وعلماء تقنية النانو Nanotechnologist and Nanoscientists إلى تطوير أجزاء من محركات السيارات بالاعتماد على تقنية النانو بحيث تكون مضادة للحرارة لا تتأثر بمقدار وزمن عملها. هذا وبالقدر الذي يجعلها قادرة على إعادة أنشاء نفسها بشكل تلقائي وبالتالي العمل دون توقف أو تلف سنوات أكثر الأمر الذي يعزز استخدامها في صناعة محركات المركبات الفضائية والتي لا تعمل على تلويث الهواء. لقد أحدثت تقنية النانو تقدم هائل في تقنية الإنتاج النظيف ممثلة في تخفيض النفايات الصناعية Industrial Wastes ومن ثم التخلص من التلوث الصناعي وتحسين كفاءة استخدام الموارد الاقتصادية المتاحة . كذلك العمل على أنتاج منتجات بلاستيكية وزيتية نانوية مقاومة للحرارة.

وسوف تطور بعض الشركات من صنع البلاستيك المهجن Hyperplastic بإضافة مواد مصنعة عن طريق تقنية نانوية لمواد تمتد من زيت المحركات النفاثة وحتى ألواح الدوائر الكهربائية في القوارب وأحواض حمامات السباحة. كذلك تقوم كلاً من شركتي DuPont بصناعة ألياف توصل الكهرباء وتستخدم في صناعة الثياب الذي يتشكل لونها وفقا لطلب مرتديها وNanophase Technology التي تقوم ببيع جسيمات مثل أكسيد الزنك مصنعة باستخدام تقنية النانو لصناعة شتى المنتجات من التغليف الصناعي إلى مستحضرات التجميل Cosmetics والغير مضرة بالبيئة. كما أن السيارات ستعمل ببطاريات أقل حجما لتبدو وكأنها بدون بطارية، وسوف تحل الطاقة الشمسية محل البترول خلال العقود المقبلة ولكن الأمر يتوقف على إمكانية القدرة على تخزين الأشعة.

وإذا سلطنا الضوء على دور تقنية النانو في إزالة التلوث من المياه فيجب الوضع في الاعتبار أولاً أن مياه الشرب في العديد من أنحاء العالم ملوثة بمواد سامة بما فيها المعادن مثل الزرنيخ، ولا تتطلب إزالة هذه الملوثات من الماء معدات متطورة جداً وحسب بل وأيضاً مصدر طاقة ثابت لتشغيل هذه المعدات. وقد يكون كلاهما غير

متوفر بصورة كافية في معظم بلدان العالم النامي. ويدرس العلماء في جامعة رايس دراسة مستخدمين فيها بللورات نانوية من المغناطيس، أو حجر المغناطيس، وهو مركب من الحديد والأكسجين قادر على امتصاص الزرنيخ. فعندما تضاف بللورات المغناطيس النانوية هذه إلى محلول من المياه الملوثة بالزرنيخ، تتحد مع الزرنيخ. ومن ثم يقوم مغنطيس بسيط بدفع البللورات النانوية المكسوة بالزرنيخ إلى أسفل المحلول حيث يمكن استخراجها منه لاحقاً. وتكمن الفائدة التي تتميز بها هذه التقنية في كونها تعمل بواسطة مغنطيس عادي، من النوع الذي يستخدم كل يوم، في حين أن الجزيئات الكبيرة من المغناطيس، تتطلب مغنطيسات أقوى بكثير. وتوفر هذه البحوث مقاربة بسيطة جديدة لتأمين مياه شرب نقية لسكان المناطق النائية.

ويمكن لتقنية النانو لعب دوراً مفيداً وهاما في المحافظة على البيئة كما يلى:

١- زيادة إمكانية الكشف والمشاهدة على عناصر التلوث في المياه مبكراً.

٢- التحسس الدقيق وبالزمن الحقيقي لمعظم المكونات بوقت واحد وبتركيز منخفض تكراريا وفي بيئة ذات أوساط مضادة.

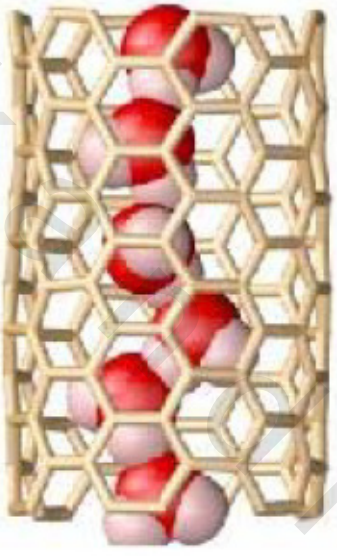
٣- تنظيف الأنهار الملوثة من الجزيئات الملوثة والتي تكون موادها الأصلية ذات درجة عالية من السمية ضمن البيئة التي يكون من الصعب معالجتها.

تقليل التكاليف المستثمرة وإيجاد حلول فعالة سريعة وخاصة لمعالجة الملوثات.

ويركز كثير من العلماء جهدهم على تطوير أنابيب النانو Nano Tubes وهي أجسام أنبوبية وتتكوّن من جزيئات كربون متناهية في الصغر (الشكل رقم ٣٤). تتمتع تلك الأنابيب بقوة تفوق قوة الفولاذ مئة مرة، وتستطيع نقل الحرارة والكهرباء أفضل من النحاس.

وتستغل هذه الأنابيب في مجال شرائح الحاسب الآلي ويمكن أن تشكل أساساً لدوائر إلكترونية جديدة في الحاسب الآلي، وثمة علماء يقترحون أن تستخدم في الجهاز

العصبي الإلكتروني في الإنسان الآلي (روبوت). ولعل الأمر الذي قد يحدث انقلاباً مذهلاً، يتمثل في استعمال أنابيب النانو في صنع أقفاص متناهية الصغر تستطيع الإمساك بالذرات وهذا إعجاز تقنى لا مثيل له. وعندها ينفتح باب هائل الاتساع، مثل إطلاق تلك الأقفاص للامساك بالكربون في الهواء والتخلص من التلوث الهوائى.



الشكل رقم (٣٤). من أشكال الأنابيب الكربونية Nano Tubes.

المصدر : Zhu et al., (2002)

وصنع أنواع من أقفاص أنابيب النانو تستطيع الإمساك بالطاقة، ما يتيح مثلاً الاحتفاظ بطاقة الشمس والهواء وحتى تحرك الصخور في باطن الأرض، ضمن بطاريات فائقة القوة واستخدامها بديلاً لطاقة الوقود الاحفوري، وكذلك صنع أقفاص تستطيع تخليص المياه من المواد التي تلوّثها وغيرها.

(٤,٨,١) القضاء على التلوث الميكروبي باستخدام تقنية النانو

Elimination of Microbial Contamination by Nano-Technology

أن باستخدام تقنية النانو سوف يتم الكشف السريع عن الميكروبات دون الحاجة لإجراء الطرق التقليدية، وسيمكن علم النانو في مجال التلوث البيئي من إزالة البكتيريا الممرضة Pathogenic Bacteria من مصادر المياه ومنتجات الغذاء، ونظراً لزيادة الطلب على المياه بمقدار ١٠٪ عام ٢٠٢٥م. هذا وسوف يتضاعف استهلاك الماء عالميا كل ٢٠ سنة طبقاً للإحصاءات العالمية، وذلك نظرا لتضاعف معدل الزيادة السكانية حسب إحصاءات الأمم المتحدة حيث يفتقر حاليا ١,٣ بليون شخص في العالم للحصول على ماء آمن للشرب. وإذا كانت الحروب في هذا القرن من أجل النفط فإنها ستكون من أجل الماء في القرن القادم وأن الحرب القادمة (في المنطقة العربية) ستكون على المياه.

ونظراً لوجود العوامل الممرضة من بكتيريا Bacteria، وفطريات Fungi، وأوليات Protozoa، وفيروسات Virusws، والتي تؤثر سلباً على صحة الإنسان وتلوث مصادر المياه تقدر منظمة الصحة العالمية أن ثلث سكان العالم يعانون من أمراض سببها مياه الشرب الملوثة ويموت حوالي ٣ مليون شخص كل عام من ميكروبات تولد في مياه الشرب، ومنهم ٢ مليون طفل من أصل الرقم المذكور. ونظراً للحاجة الماسة والعاجلة للكشف المبكر عن تلوث المياه، لذلك فلابد من وجود نظام إنذار مبكر متكامل يمكن أن يكون أداة هامة لضمان تطور تقنيات واستراتيجيات للتجميع والتكامل والتحليل ونقل المعطيات والمعلومات للإنذار الآتي والسريع لتلوث المياه المحتملة (بشكل طبيعي أو مقصود) وللقيام بأفعال تقليل أثرها على الصحة العامة.

كما أعلنت جامعة كورنيل الأميركية أنه بفضل تقنية النانو Nano-Technology تم التوصل إلى صنع شجرة اصطناعية تنقّي التربة وتساهم في حل الأزمة البيئية. وهذه الشجرة تم صنعها من ألياف نانوية، ومع ذلك تستطيع أداء مهام الشجر العادي،

خصوصاً امتصاص المياه والمواد من التربة ورشحها خارجا عبر عملية النتح (الامتصاص السالب). ولربما حملت هذه الشجرة الاصطناعية الأولى بشارة بإمكان استنباتها في مناطق من الصحراء تخزن المياه في أعماقها بحيث يصعب استخراجها بالحفر. وفي المقابل من الممكن مدّ جذور هذه الشجرة إلى تلك المياه الغائرة، بحيث ترتفع تلقائياً فتصل إلى الأوراق، وتنشر طراوتها في الجو. ويبدو أن لحظة تحقيق الحلم العلمي بزراعة اصطناعية قد حانت بفضل تقنية النانو.

بالإضافة لذلك صرح البروفسور Ibraham Strock الأستاذ بنفس الجامعة التوصّل إلى صنع شجرة اصطناعية تتكون من «ورقتين» بحجم اليد، تتكوّن أليافها بصورة أساسية من لدائن مرنة قادرة على امتصاص الماء ورشحه، تشبه إلى حدّ ما المواد المستعملة في صنع الأنواع المتطورة من العدسات اللاصقة. وتمثل هذه الخطوة الأهم والأبرز في تطويع تلك اللدائن في أغشية رقيقة تُمرّر الماء دخولاً وخروجاً، كما تستطيع شفط الماء من الأسفل إلى الأعلى، فيصل إلى أطراف أغصانها. واللافت للنظر أن البروفيسور Ibraham Strock استخدم تقنية النانو Nano-Technology لصنع أنابيب دقيقة تشبه الأوعية التي تحمل النسخ الطبيعي إلى الشجر.

وبيّن ستروك الأستاذ بنفس الجامعة أن نجاح شجرته يبرهن أن امتصاص ورشح الشجر طبيعياً للماء ، ويشكّل عملية فيزيائية بحتة، لا تتدخل فيها أي عملية حيوية، ولا تحتاج إلى الطاقة. وفي المعنى العلمي البحت، يعتبر صنع أنابيب تستطيع رفع المياه عالياً ولمسافات طويلة من دون استهلاك الطاقة، إنجازاً علمياً كبيراً، بل أنها المرة الأولى التي استطاع العلماء تحقيق هذا الأمر. وأوضحت الجامعة أن الشجر الاصطناعي يمكنه أن يقدم حلولاً لمسائل تتعلق بنقل السخونة، مثل تدوير المياه في المباني الضخمة للتبريد، ما يخفض استهلاك الطاقة والوقود الذي يستخدم في رفع الماء وتدويره. كذلك بيّنت الدراسات أنه من المستطاع استعمال الأنابيب النانوية التي صنعها البروفيسور في تبريد الحاسبات الآلية، ما يساهم في تبديد السخونة الزائدة في

الحاسب الآلي الذي يُبرد بواسطة مراوح صغيرة. ويأمل العلماء أن تكون هذه الشجرة بداية حلّ يساهم في التغلّب على المشاكل البيئية التي يتخبط فيها العالم حالياً وتتمثل في ارتفاع حرارة الأرض والتلوث والتصحّر.

(٤,٩) تقنية النانو في المجال العسكري والسياسي والفضائي
Nano-Technology in Military, Policy and Space Fields

إن جيوش المستقبل ستغزو الدول دون أن يراها أحد أو ترصدها عيون. فالطائرات الأميركية الشبح التي اختبرت لأول مرة في قصف العراق العام ١٩٩١م والتي لا يراها الرادار تعتمد على فكرة وضع جزيئات نانو اقرب ما تكون للورق الشفاف تمتص الموجات الكهرومغناطيسية التي تبثها الرادارات فتختفي من الشاشة بينما هي تمر فوق الهدف مباشرة. وروسيا ليست بعيدة عن هذا المجال، فقد تمكنت من إنتاج رادار بحجم كف اليد يستطيع التعامل مع طائرات الشبح.

كما وضعت موسكو خطة لضرب الأقمار الاصطناعية التي تعتمد عليها الطائرات الأميركية الشبح في توجيه صواريخها ضد الأهداف الأرضية. ومن جانب آخر ستكون الطائرات الحربية في حجم البعوض ولن تفلح المضادات في اصطيادها، فضلا عن أن أجهزة الرادار لن تراها بالأساس. أما الملابس العسكرية فعلاوة على أنها مصنوعة من أقمشة مقاومة للرصاص فإنها أيضا مزودة بالقدرة على التنكر والتخفي والتحاكى مع المكان سواء أكان صحراويا أم غيره. كما أنها مزودة بخلايا صناعية دقيقة دمجت في نسيج قماشها تعمل على التدفئة وقت البرد والتبريد حال الشعور بالحر.

هذا وسوف يتم تصنيع عدداً من طائرات الشبح التي لا ترصدها أجهزة الرادار وهذا أمرا مدهشا لأن جيوش المستقبل سوف تتخفى عن طريق ملابس يتم طلاؤها بمواد معينة لا يمكن أن ترى بالعين المجردة، كما أن الطائرات الحربية سيتم تصغيرها لتكون مثل البعوض ومن ثم نستخدم في التجسس والقتال.

وأيضاً إن ملابس الجنود لن تقي فقط من الرصاص بل ستعمل على تدفئة الجسم وتبريده بحسب الرغبة، وفضلا عن كونها لن تكون سميكة بل ستصنع من أقمشة تبدو عادية، لكنها أيضا لن تتسخ ولن تتأثر ببقع الزيت أو النيران. وتحدث العلماء طويلاً عن جراثيم آلية تهاجم الخصم. وتقضي هذه الطريقة بأن يحضّر جيش من الجراثيم، على هيئة آلات متناهية الصغر، يوجَّه هدف معين، فتتسرب من ممرات الهواء التي لا يمكن الإحساس بها عبر أجهزة الحاسب الآلي الذي يسيطر على إدارة العمليات العسكرية، فتدمره أو تسيطر عليه.

أما من ناحية الجانب السياسي لتقنية النانو Nano-Technology in Policy قد لا يصعب تصوّر سبب الاهتمامين العلمي والسياسي بتقنية النانو Nano-Technology ؛ إذ تعد تلك التقنية بإعطاء الإنسان التحكّم الأقصى بالمادة. وإذا استطاع البشر الإمساك بالذرّات والجزيئات، وهي اللبنات الأساسية التي تتألف منها الأشياء كلها، يصبح في الإمكان صنع أي شيء من أي شيء وبأي حجم. ويمكن صنع مواد لا تخطر في البال، مثل صنع بورسلان أشد قوة من التيتانيوم Titanium الذي تُصنع منه الأقمار الاصطناعية، أو صنع غواصات ومركبات فضاء بحجم لا يزيد عن ظفر الإصبع. وقد تناقلت وسائل الإعلام في وقت مضى خبراً عن صنع ورق أشد متانة من الحديد، وذلك من منجزات تقنية النانو Nano-Technology. وما زال أمر هذا العلم في بداياته.

أما بالنسبة لتقنية النانو وغزو الفضاء Nano-Technology in Space فإذا نظرنا إلى برامج غزو الفضاء الطموحة لوجدنا الكثير من المصاعب التي ستحول دون انتشار البشر في النظام الشمسي. ويعتقد أن المجال الأبرز في حقل غزو الفضاء سيكون ذلك المتعلق بصناعة المواد، حيث يؤمل الحصول على مواد ذات خصائص فريدة تستطيع أن تشكل درعاً فعالاً للإشعاعات الخطيرة التي يحفل بها الفضاء الخارجي. وهذه الإشعاعات مصدرها إما الشمس أو النجوم أو مصادر الطاقة المنتشرة في الفضاء.

لذلك، فإن مركبات الفضاء في المستقبل ستبنى من مواد قادرة على حماية رواد الفضاء من هذه الإشعاعات، أثناء التنقل أو السفر بين الكواكب. وستلعب علوم النانو دوراً كبيراً في الحفاظ على صحة رواد الفضاء من الناحية الطبية والذين سيحتاجون إلى تطبيقات جديدة للحفاظ على صحتهم وهم على بعد ملايين الأميال من كوكبهم الام.

ومن جانب آخر لقد ظل وزن وقود الصاروخ اللازم لرفع حمولة إلى مدار الأرض، أو إلى مكان أبعد من ذلك، يحكم بشكل أساسي عملية الطيران في الفضاء منذ انبثاق عصر الفضاء قبل نصف قرن. ومن هنا بدأ التفكير في تطبيقات مختلفة لعلوم النانو في مجال بناء المصعد الفضائي Space Elevator، إضافة إلى بناء محطات فضائية أو فنادق فضائية مستقبلية. وللوهلة الأولى، تبدو فكرة "مصعد الفضاء"، أو جهاز يستطيع فعلياً رفع حمولة إلى مسافة ٣٥ ألف كيلومتر في الفضاء عبر مطوّل أو كابل يمتد من سطح الأرض إلى قمر صناعي يدور في مدار ثابت، وكأنها من عالم الخيال، أو الروايات العلمية الخيالية أكثر مما تنتمي إلى العلم الحقيقي. فالصعوبات التقنية التي تواجه إنشاء مثل هذا المصعد الفضائي ستكون هائلة، وليس أقلها الحاجة إلى صنع كابل بالغ المتانة بهذا الطول الكبير والقوة العظيمة. ولربما انطوت تقنية النانو Nano-Technology على المفتاح لتحويل هذا المفهوم إلى حقيقة. ويعكف البحث العلمي حالياً على دراسة إمكانية استخدام أنابيب الكربون النانوية في بناء تلك الهياكل.

والأنابيب الكربونية هي أشرطة صغيرة جدا من رقائق من الجرافيت طويت إلى أنابيب بأقطار بالغة في الدقة نانومترية وذات أطوال تصل إلى مئات الميكرومترات. وتستخدم الأنابيب المتناهية الصغر في تصنيع العناصر الهيكلية في الجسور والبنايات والأبراج والكابلات، وتستخدم كذلك كمادّة لجعل المركبات ذات وزن خفيف يتلاءم مع معظم الظروف التشغيلية، ويمكن استخدامه في صدامات أو مخفّفات الصدمات العالية، ويستخدم كذلك في التقصّي الكيميائي والحقن المسامية باستخدام الأنابيب

ذات النهايات اللامحدودة. يزيد قطرها عن بضع نانومترات لكن طولها يبلغ عدة ألاف من النانومتر لبناء هذا الكابل. ولأن ذرات الكربون التي يتشكل منها الأنبوب النانوي تمارس ضغطاً قويا للغاية على بعضها البعض، فإن الأنبوب النانوي يكون أقوى من الفولاذ بمائة مرة. وتبقى هناك طبعاً، صعوبات هندسية وعلمية هائلة لإنشاء أي كابل كهذا من الأنابيب النانوية، لكن التقدم يتواصل.

وجدير بالذكر أنه وقبل سنتين تمكن فريق علمي من صنع كبسولة يمكن تناولها عن طريق الفم تضم مختبر صغير للتحاليل البيولوجية قد ابتلعه رائد فضاء أثناء رحلته إلى محطة الفضاء الدولية التي استمرت أسبوعين بهدف قياس أثر انعدام الجاذبية والعيش في الفضاء الكوني على جسم الإنسان.

وإذا عدنا مرة أخرى إلى أهمية إدارة الأوضاع الصحية لرواد الفضاء Astronauts and Health Care Management فيمكن لرواد الفضاء في رحلاتهم الطويلة استخدام تقنية النانو لمواجهة الأوضاع المناخية ذات الإشعاعات المرتفعة وتصنيع أجهزة رقابة طبية ومعدات للعلاج، والمساعدة في خفض أو التغلب على الضغوط والتوترات الناشئة عن رحلات الفضاء الطويلة. ويمكن تحقيق ذلك بطريقتين:

الأولى: هي تصنيع المواد النانو التي يمكن استخدامها للتغلب على اختراق الأشعة الكونية للسفن.

الثانية: هي المجسات النانوية لتحديد مستويات الأشعة. وجدير بالذكر أن ميزانية البحث في مجال تقنية النانو في وكالة الفضاء الأمريكية تساوي ٥٠ مليون دولار سنوياً، كما رصدت المملكة العربية السعودية العام الماضي ٣٥ مليون دولار لمختبرات تقنية النانو في ثلاث جامعات بالمملكة العربية السعودية.

وجديراً بالذكر أن ما نشهده في ظلّ اكتشافات وطفرة صناعة الأجهزة الدقيقة باستخدام تقنية النانو أصبح الأمر مثيرًا على الصعيد العلمي والعالمي. وعلى وجه العموم

لا يمكن أبدا تخيل هذا الكم من التطبيقات العلمية البحثية التي يمكن أن ينعشها هذا العلم و يبعث فيها حياة النهوض والازدهار والأمثلة التالية إنما تضرب من باب السرد السريع لمثل هذه التطبيقات حيث أن مجال البحث لا يتعلق بدراسة هذه التطبيقات بشيء من التفصيل وإنما فقط أردنا إسقاط الضوء على أهمية هذا العلم لمجتمع البحث العلمي المعني بهذه الأطروحات، فلنتطرق مثلا إلى الإسقاطات العلمية التالية:

١- يجب الوضع في الاعتبار أن صناعة تقنية النانو سوف تلقى بطفرة على أغلب القوانين الحالية، فمثلاً على سبيل المثال نجد أن قانون مور More Law، الذي يوجّه مسارات كثيرة في صناعة الحاسب الآلي، نجد أن قوة الشرائح الالكترونية تتضاعف كل ١٨ شهراً بفضل تصغير المُكوّنات الدقيقة والأسلاك الموصلة في الرقاقة. فإذا قدِّر للعلماء أن ينجحوا مع المواد العضوية، ويستخدموها لتمرير الالكترونات، فقد يسير التضاعف في قوة الرقاقات الالكترونية بسرعة أكبر مما توقّع هذا القانون.

٢- تلقى الأبعاد المثيرة لتقنية النانو بظلها أيضاً على تطبيقات تقنية النانو الحيوية حيث يعمل بعض العلماء في وادي السيليكون، على محاكاة الجهاز العصبي للإنسان في الأجهزة الذكية، بما فيها الروبوت. ويتوقع بعضهم تكوين بدائل للأعصاب وأنسجة الرأس، لتوضع في أجهزة الحاسب الآلي والرجال الآليين. وفي المقابل، يمكن صنع ألياف متطورة لتحل محل الأعصاب في الإنسان، كما يسعى البعض إلى تدعيم عمل الرأس البشري بأنواع متطورة من الرقاقات الالكترونية.

٣- يستحيل منع انتشار تقنية النانو من ناحية التطبيق العلمي في مختلف دول العالم. ويُرجع العلماء علم تقنية النانو إلى أواخر الخمسينات حين خرجت الأفكار السريالية من بعض المختبرات، وما لبثت أن تلاشت، وظهر يومها علماء كثيرون سخروا من فكرة التحكم بعمليات بسيطة في جسم الإنسان أو حتى إدارتها. وعلى رغم كل الانتقادات اقتنع الرئيس الأميركي بيل كلينتون بتقديم ٤٩٥ مليون دولار

لتمويل الأبحاث في إطار ما عرف باسم مبادرة تقنية النانو القومية National Nano-Technology Initiative. كما قدمت الإدارة الجمهورية للرئيس جورج بوش الأبن مبالغ مماثلة لتلك المبادرة.

٤- في حال تمكّن العلماء من تصغير الأجهزة إلى حدود فائقة الصغر، باستخدام تقنية النانو، فقد يصل الأمر إلى استخدامات مثيرة، مثل أجهزة قياس صغيرة جداً تدخل في عروقنا لتسافر فيها وتشخص كل ما تراه، ثم ترسل تقاريرها إلى الحاسب الآلي يثبت على الجسم من الخارج.

obeikandl.com