www.ibtesama.com

الثقافة العلمية

طب النانو

تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها فى الطب

د. أحمد عوف محمد عبدالرحمن

FARES_MASRY
www.ibtesama.com
منتديات مجلة الإبتسامة

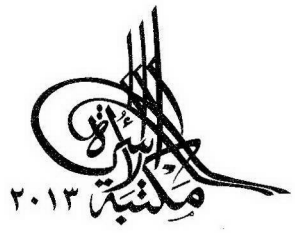
الهيئة المصرية العامة للكتاب

www.ibtesama.com Exclusive

FARES_MASRY
www.ibtesama.com
منتديات مجلة الإبتسامة

طب النانو

تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها فى الطب



المشرف العام
د. جمال التلاوى

اللجنة العليا
د. أحمد زكريا الشَّلق
د. أحمد شوقى
د. حسن طلب
أ. سامح فوزى
أ. صلاح عيسى
أ. طلعت الشايب
أ. عبلة الرويني
د. محمد بدوى مقرر
د. محمود عزب
د. مصطفى لبيب

تصميم الغلاف
وليد طاهر

الإشراف الفنى
على أبو الخير
صبرى عبد الواحد

تنفيذ
الهيئة المصرية العامة للكتاب

www.ibtesama.com Exclusive

طب النانو

تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها فى الطب

د. أحمد عوف محمد عبد الرحمن

مكتبة ٢٠١٣

www.ibtesama.com Exclusive

FARES_MASRY
www.ibtesama.com
منتديات مجلة الإبتسامة

عبد الرحمن، أحمد عوف محمد.
طب النانو: تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها فى الطب/
أحمد عوف محمد عبد الرحمن .ـ القاهرة: الهيئة المصرية
العامة للكتاب، ٢٠١٣.
١٤٠ ص، ٢٧ سم.
تدمك ٤ ـ ٣٠٠ ـ ٤٤٨ ـ ٩٧٧ ـ ٩٧٨
١ ـ النانو تكنولوجى.
٢ ـ الطب.
أ ـ العنوان.
رقم الإيداع بدار الكتب ٨٥٤٢ / ٢٠١٣
I.S.B.N 978- 977- 448-300-4
ديوى ٦٢٠,٥

www.ibtesama.com Exclusive

توطئة

مشروع له تاريخ

مشروع «القراءة للجميع» أى حلم توفير مكتبة لكل أسرة، سمعنا به أول مرة من رائدنا الكبير الراحل توفيق الحكيم.

وكان قد عبر عن ذلك فى حوار أجراه معه الكاتب الصحفى منير عامر فى مجلة «صباح الخير» مطلع ستينيات القرن الماضى، أى قبل خمسين عامًا من الآن.

كان الحكيم إذًا هو صاحب الحلم، وليس بوسع أحد آخر، أن يدعى غير ذلك.

وهو، جريًا على عادته الخلاقة فى مباشرة الأحلام، تمنى أن يأتى اليوم الذى يرى فيه جموعًا من الحمير النظيفة المطهمة، وهى تجر عربات الكارو الخشبية الصغيرة، تجوب الشوارع، وتتخذ مواقعها عند نواصى ميادين المحروسة، وباحات المدارس والجامعات، وهى محملة بالكتب الرائعة والميسورة، شأنها فى ذلك شأن مثيلاتها من حاملات الخضر وحبات الفاكهة.

ثم رحل الحكيم مكتفيا بحلمه.

وفى ثمانينيات القرن الماضى عاود شاعرنا الكبير الراحل صلاح عبد الصبور التذكير بهذا الحلم القديم، وفى التسعينيات من نفس القرن، تولى الدكتور سمير سرحان تنفيذه تحت رعاية السيدة زوجة الرئيس السابق. هكذا حظى المشروع بدعم مالى كبير، ساهمت فيه، ضمن من ساهم، جهات حكومية عدة، وخلال عقدين كاملين صدرت عنه مجموعة هائلة من الكتب، بينها مؤلفات ثمينة يجب أن نشكر كل من قاموا باختيارها، إلا أنه، للحقيقة ليس غير، حفل بكتب أخرى مراعاة لخاطر البعض، وترضية للآخر، ثم إن المشروع أنعش الكثير من متطلبات دور النشر، بل اصطنع بعضها أحيانًا.

وبعد ثورة ٢٥ يناير والتغيرات التى طرأت توقفت كل الجهات الداعمة لهذا المشروع الثقافى عن الوفاء بأى دعم كانت تحمست له عبر عقدين ماضيين، سواء كانت هذه الجهات من هنا، أم كانت من هناك.

ولم يكن أمام اللجنة إلا مضاعفة التدقيق فى كل عنوان تختار، وسيطر هاجس الإمكانات المحدودة التى أخبرتنا بها الهيئة فى كل آن.والآن لم يبق إلا أن نقول بأن هذه اللجنة كانت وضعت

www.ibtesama.com Exclusive

لنفسها معيارًا موجزًا:

جودة الكتاب أولاً، ومدى تلبيته، أولاً أيضًا، لاحتياج قارئ شغوف بأن يعرف، ويستمتع، وأن ينمى إحساسه بالبشر، وبالعالم الذى يعيش فيه.

واللجنة لم تحد عن هذا المعيار أبدًا، لم تشغل نفسها لا بكاتب، ولا بدار نشر، ولا بأى نوع من أنواع الترضية أو الإنعاش، إن لم يكن بسبب التربية الحسنة، فهو بسبب من ضيق ذات اليد.

لقد انشغلنا طيلة الوقت بهذا القارئ الذى انشغل به قديمًا، مولانا الحكيم.

لا نزعم، طبعًا، أن اختياراتنا هى الأمثل، فاختيار كتاب تظنه جيدًا يعنى أنك تركت آخر هو الأفضل دائمًا، وهى مشكلة لن يكون لها من حل أبدًا. لماذا؟

لأنه ليس هناك أكثر من الكتب الرائعة، ميراث البشرية العظيم، والباقى.

إبراهيم أصلان

www.ibtesama.com Exclusive

الإهـــــداء

إلى من غرسا فيَّ حب العلم والعمل ...

أمي .. حفظها الله ..!!

وأبي .. سدّد الله خطاه ..!!

إلى رفيقة الكفاح والمثابرة ...

زوجتي .. وفاءً وتقديرًا واعتزازًا ..!!

إلى فلذة كبدي، وروح قلبي ...

حبيبة ورحمة .. عسى الله أن يجعلهما قرة عين لي في الدنيا والآخرة ..!!

د./ أحمد عوف

www.ibtesama.com Exclusive

FARES_MASRY
www.ibtesama.com
منتديات مجلة الإبتسامة

المحتويـــات

الصفحة

مقدمة ١١

الفصل الأول: تقنية النانو .. السر والإنجاز..... ١٣

الفصل الثاني: تطبيقات تقنية النانو في الطب..... ٤٣

الفصل الثالث: تقنية النانو بين القبول والرفض ٩٩

الخاتمة ١١١

ملاحق البحث ١١٣

المراجع..... ١٣١

www.ibtesama.com Exclusive

FARES_MASRY
www.ibtesama.com
منتديات مجلة الإبتسامة

مقدمة

تحتل تقنية النانو Nanotechnology فى عصرنا الراهن مكانة مرموقة في حياة مختلف الشعوب ، ويؤثر بصورة مباشرة فى التنمية الشاملة لكل المجتمعات. فهذه التقنية الواعدة تبشر بقفزة هائلة في شتى فروع العلم ، ويرى المتفائلون أنها ستلقي بظلالها على كافة مجالات العلم الحديث والاقتصاد العالمي.

ولم يكن من المستغرب أن يحتل قطاع الطب والدواء والرعاية الصحية رأس قائمة اهتمامات وتطبيقات تقنية النانو وهي التي سخرت كل العلوم الأساسية وروضت جميع التقنيات الحديثة من أجل صحة وسعادة البشر ، وسارت بنا نحو آفاق جديدة كانت تحلم بها البشرية طوال قرون عديدة.

وتعد تقنية النانو بالكثير من التطبيقات الطبية المتعلقة بالتشخيص الدقيق والعلاج عالي الكفاءة و كذلك الكثير من التطبيقات في مجال الرعاية الصحية ، حيث أن مواجهة أكثر الأمراض فتكاً بالإنسان مثل أمراض السرطان ستكون ممكنة بإذن الله في غضون السنوات القادمة ؛ و ذلك من خلال طب النانو Nano-medicine والذي بدأت الكثير من أبحاثه و تطبيقاته التجريبية في الكثير من مراكز الأبحاث حول العالم.

وكان لتداخل تقنية النانو الحيوية مع الكيمياء الحيوية وعلم الوراثة الجينات وعلم الأحياء الجزيئي أعمق الأثر في تطور طرق التشخيص والكشف المبكر عن الأمراض والمشاكل الصحية مع معرفة الأسباب المؤدية إلى المرض معرفة دقيقة وأدى هذا بطبيعة الحال إلى تحقيق طفرة تكنولوجية كبيرة في مجال صناعة الأدوية وابتكار طرق جديدة وفعالة في عمليات توصيل الدواء إلى خلايا معينة من خلايا الجسم والإنفراد بتقديم تقنيات حديثة ومتقدمة لقهر السرطان ودحره موضعياً من دون أدنى تدخل جراحي ،فضلاً عن الابتكارات المتعلقة بموضوع هندسة زراعة الأنسجة في جسم الإنسان خاصة في مجال طب وجراحة اللثة والأسنان .

لقد أصبحت الحاجة إلى البحث العلمي في وقتنا الحاضر أشد منها في أي وقت مضى، حيث أصبح العالم في سباق محموم للوصول إلى أكبر قدر ممكن من المعرفة الدقيقة المثمرة التي تكفل الراحة والرفاهية للإنسان.

ونظراً لأهمية تقنية النانو تتسابق الأمم حسب إمكانياتها وتوجهاتها العلمية من خلال أنشطة المؤسسات العلمية والجهات الحكومية والتجارية إلى المساهمة في دعم وتطوير شتى مجالات تطبيقاتها-وخاصة المجال الطبي.

www.ibtesama.com Exclusive

وتعتبر التطبيقات الطبية لتقنية النانو هي التطبيقات الأهم لهذه التقنية من بين كل التطبيقات المتوقعة من هذه التقنية الحديثة و ذلك لارتباطها المباشر بحياة و صحة الإنسان .ولقد قام طب النانو بتحقيق خطوات رائدة تقود العالم إلى ثورة طبية شاملة تمثلت في تغيير كامل لمفاهيم طرق العلاج التقليدية وتطوير تقنيات التشخيص والكشف المبكر عن الأمراض والأورام.

إن النانو عالم نجهل عنه الكثير ، والتقنية النانوية لم تكتمل فصولها بعد. ومن هذا المنطلق علينا أن نتفكَّر ملياً وبدون استعجال حول هذه التقنية الحديثة التي دخلت حياتنا ،من كافة جوانبها وأوسع أبوابها ، ولا نهتم فقط بما تقدمه لنا من امتيازات وتطورات وإنجازات.

يهدف الفصل الأول إلى إعطاء فكرة عامة عن تقنية النانو، مفهومها وتاريخها وآليات عملها، وكذلك أجيالها وبعض مصطلحاتها.

أما الفصل الثاني فيقدم رؤية بانورامية عن تطبيقات النانو في المجالات الطبية خاصة تطبيقاتها المتمثلة في نظم إيصال الدواء إلى الأنسجة واستخدامها في التشخيص الطبي، ودورها في اكتشاف الأدوية والعقاقير العلاجية، ثم دور تقنية النانو في هندسة الأنسجة، وعلاج مر ض السكري، و إصلاح الخلايا التالفة، وتطبيقاها في مجال طب الأسنان.كما تناول باستفاضة دور تقنية النانو في علاج السرطان من خلال التشخيص المبكر لمرض السرطان، واستخدام طرق العلاج النانوية، وكذلك استهداف الخلايا السرطانية دون غيرها.

أما الفصل الثالث فيتحدث عن الآثار الصحية والأخلاقية السلبية لتقنية النانو، وهي الآثار السلبية المباشرة على صحة الإنسان وعلى البيئة.

والله أسأل التوفيق والسداد ، في الدنيا والآخرة.

د. أحمد عوف محمد عبد الرحمن

مصر - الوادي الجديد

٢٠١٣ م

www.ibtesama.com Exclusive

الفصل الأول

تقنية النانو.. السر والإنجاز

فرضت تقنية النانو نفسها وبقوة على المجتمع العلمي ؛ لأنها التقنية الوحيدة القادرة على دمج العلوم الأساسية ، وصهرها في بوتقة واحدة؛وقد كان لذلك أبلغ الأثر في أن ترتبط بمعاني الإبداع و الانفراد ، وأن تحمل في طياتها صفات الجودة والتميز.

ولا شك أن تقنية النانو(Nanotechnology)سوف تدفع بالبشرية نحو عالم مثير ومذهل، ومن أبرز التوقّعات المستقبلية لهذه التقنية هي إحداث سلسلة من الثورات والاكتشافات العلمية خلال العقدين القادمين وما سيرافقها من تغير هائل في الكثير من ملامح الحياة في مجالات شتى؛ولذا بدأ السباق المحموم في أبحاث وتطبيقات "النانو" على المستوى العالمي، ويُتوقّع أن تكون البحوث والتقنيات "النانوية" أكبر المشروعات العلمية في هذا القرن[1].

إن تقنية «النانو» مجال تطبيقي رحب ،شكل (١) ، يشهد تسارعاً ملحوظاً ، ويقتحم بكل قوة جميع مجالات الحياة و يدخل بصورة مباشرة أو غير مباشرة في جميع الاحتياجات البشرية[2] جدول (١) ، حتى أنك لا تستطيع ملاحقة التطورات الحاصلة، أو متابعة الابتكارات المتتالية ، أو الأبحاث الجارية، وحتى (تذهلك التقارير العلمية التي تنشرها الصحف حول تطور علم تقنية النانو نقلاً عن المعامل الجامعية والمعاهد)[3]، بل لقد أصبحت كلمة «النانو » من الكلمات الرائجة والشائعة في وسائل الإعلام، و أضحى العلماء يعتبرون التقنية النانوية من أهم وأكبر الفتوحات العلمية التي أحرزها الإنسان في العصر الحاضر؛ حيث تعقد عليها الآمال في تطوير مناحي الحياة، ومساعدة البشرية على العيش بصورة أفضل، وتحقيق حياة أجمل، وهي في سبيل ذلك تسير في خطوات متسارعة نحو آفاق واعدة، وغد مشرق[4].

---

(1) www.aljarida.com/aljarida/resources/pdfpages/aljarida/18-08– 2007/p02_secondpage.pdf

(٢) انظر ملاحق البحث.

(٣) توبى شيللي: تقنية النانو آمال ومخاطر جديدة ، ترجمة : د. عقلا الحريص ود. عبد الله الحاج، كتاب العربية، الرياض، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٠ هـ/ ٢٠٠٩ م.

(٤) مجلة عجمان للدراسات والبحوث: طب النانو .. الآفاق و المخاطر؛ منير محمد سالم ، المجلد العاشر، العدد الأول ، ص ٧٥.

www.ibtesama.com Exclusive

و إذا ألقينا نظرة سريعة على تشعب هذه التقنية ، وما تقدمه كل يوم من ابتكارات استطعنا أن نرصد في قراءة مستقبلية أن هذه التقنية تستطيع أن تغير وجه العالم ، وتصنع ما يكون أشبه بالمعجزات، فقد استطاع الباحثون«تصنيع مفاتيح كهربائية بالغة الصغر من مادة السليكون ، تستطيع الفتح والإقفال ملايين المرات في ثانية واحدة باستخدام طاقة كهربائية بالغة الضآلة[1]، وهذا الاكتشاف سوف يكون مصدر اهتمام كبير لمصنعي ذاكرة الحاسب. كذلك قاموا بتطوير آلية نانوية تمكننا من بناء سلسلة من المادة الوراثية المكونة للـ DNA "يستطيع العلماء من خلالها وعن طريق استخدام جديلة DNA تحريك جزء صغير بالغ الصغر من مكان إلى مكان آخر في البناء النانوي في المادة لتحديد طريقة عمله مسبقا". وبذلك يكون بالإمكان صنع آلة تستطيع وضع الجزيء في المكان الذي نريده ، ومن ثم ندع البناء يكتمل أوتوماتيكياً بدلاً من تبديل قطعة بقطعة أخرى واحدة بواحدة.

ومن قدرة العلماء على استخدام الأسلاك النانوية كمجسمات حيوية في التشخيص واكتشاف العديد من الأمراض في مراحلها الأولية واستخدامها كذلك كحامل للدواء أو كأداة للتصوير داخل الجسم؛ إلى الانخراط في عالم الإلكترونيات والاتصالات، وتصنيع رقائق لتخزين كم كبير من المعلومات ، والاتجاه نحو تصنيع كمبيوتر كمي أسرع في تنفيذ العمليات واستخدام كمية أقل من الطاقة.

وتَعِد التقنية النانوية بثورة في علم الغذاء[2] ، سواء على مستوى الزراعة و إنتاج الأغذية أو على مستوى حفظها و المحافظة على قيمتها الغذائية،حيث تقوم عدة شركات بتطوير مواد نانوية تؤثر على طعم و سلامة الأغذية وعلى الفوائد الصحية التي تؤمنها..!!.

على مستوى النانو، ودخلت كمادة مضافة في تصنيع عصائر الفواكه والأجبان والمارجرين وغيرها[3]. وهناك الكثير من المنتجات التي تصنع بهذه التقنية الرائعة لتنتج لنا فراولة خالية من الفطريات يمكن تخزينها لفترات طويلة، وكذلك آلة سيراميكية تحافظ على زيوت القلي دون تغير وتقليل نسبة الاستهلاك إلى النصف ، وغير ذلك من المنتجات الغذائية والصناعية الواعدة.

(١) المرجع السابق نفسه .

(2) Nanotechnology at BASF: A great future for tiny particles. At: www. Basf.com. and www.Nanotech.now.com.

(3) Nanotechnology at BASF: A great future for tiny particles. At: www. Basf.com. and www.Nanotech.now.com.

www.ibtesama.com Exclusive

وفي مجال الطاقة المتجددة، استطاعت تقنيةالنانو تطوير مواد الخلايا الشمسية لإنتاج الجيل الثالث للسليكون الكهروضوئي، والتي سوف تؤدي إلى التوسع في استغلال مصادر الطاقة المتجددة في العقد القادم[1]. وسوف تؤدي هذه التقنية إلى قيام صناعة متقدمة لاشك فيها، تهدف إلى إنتاج الجيل الثالث من الخلايا الشمسية تصل كفاءتها إلى ثلاثين أو أربعين بالمائة[2].

إن هذه التقنية الواعدة سوف تحدث ما يشبه الطفرة في جميع فروع العلم المختلفة، ويعتقد عدد من الباحثين أن هذه التقنية سوف تؤثر على حياة الناس في الخمسين سنة المقبلة، بطريقة تفوق جميع التغييرات التي حدثت خلال الخمسة قرون الماضية[3].

(1) Catchpole K.R., Polman A., Plasmonic Solar cells, Optics Express, Vol. 16, No.6, Dec.2008.

(2) Enhancing Solar-cells-with Nanoparticles, Jan. 2009 at: www.Photoniconline.com.

(3) www.Aljarida.com/Aljarida/resources/Pdfpages/Aljarida/18-08– 2007/p02_secondpage.pdf.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الأول

تقنية النانو وجذورها التاريخية

تقنية النانو لا يمكن ربطها بعصر أو بحقبة تاريخية خاصة، بل لها جذر عميق على امتداد العصور والأجيال.ففي القرن الرابع للميلاد تم تصنيع أول كاس ملكي للملك الروماني لايكورجوس مطرز بمادتي الذهب والفضة وتم الكشف عنه مؤخراً في إحدى المتاحف البيزنطية فوجد بأنه كان مصنوعاً من جسيمات نانوية من الذهب والفضة. ويتميز بظاهرة مثيرة، وتتمثل في تغير لونه وفقاً لزاوية سقوط الضوء عليه، فعندما ينفذ الضوء من هذا الإناء يأخذ اللون الوردي، وعندما ينعكس الضوء من الإناء يأخذ اللون الأخضر، وقد تم تفسير هذه الظاهرة، بعد أن تم اكتشاف جسيمات نانو ذهبية (Nano-gold)، التي كانت هي المسئولة عن التفاعل مع الضوء، ومن ثم إعادة بعثه باللونين السابقين.

وعلى الرغم من أن الجسيمات النانوية تعد اختراعاً في مجال العلم الحديث، إلا أن لها تاريخاً قدياً جداً. حيث كان الحرفيين يستخدمون الجسيمات النانوية منذ القرن التاسع الميلادي في بلاد ما بين النهرين بهدف الحصول على تأثيرٍ براقٍ لأسطح الأواني والقدور شكل (٢)[1].

و حتى في أيامنا هذه، فإن صناعة الفخار في العصور الوسطى وعصر النهضة غالباً ما يتم إكسابها بريقاً معدنياً ملوناً إما بالذهب أو النحاس. وينتج هذا البريق عن استخدام طبقةٍ معدنيةٍ على السطح الشفاف أثناء عملية التزجيج. وقد تظل طبقة البريق أو اللمعان مرئية لو كان للشريط مقاومة لأكسدة الجو وظرف المناخ الأخرى.

و يكون البريق أو اللمعان متواجداً بالطبقة نفسها، والتي تحتوى أو تشتمل على جسيمات الفضة والنحاس والمتناثرة بصورةٍ متجانسةٍ في المصفوفة الزجاجية بالخزف المصقول. وقد أنتج الحرفيون المهنيون تلك الجسيمات النانوية من خلال إضافة النحاس وأملاح الفضة وكذلك الأكاسيد المختلفة جميعها مع الخل وأكسيد الرصاص بالإضافة إلى الطين أو الصلصال، على سطح الأواني الفخارية المصقولة مسبقاً. ثم يتم وضع ذلك الجسم بعد ذلك داخل فرنٍ والذي يتم تسخينه ليصل إلى درجة حرارة ٦٠٠ درجة مؤية في جوٍ تقليصي.

(١) محمد صالح الصالحي وعبد الله صالح الضويان، مقدمة في تقنية النانو، إصدار بمناسبة انعقاد ورشة عمل أبحاث النانو في الجامعات، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية،٢٠٠٧ م.

www.ibtesama.com Exclusive

وتصبح الطبقة المصقولة ملساء بفعل حرارة التسخين، مما يؤدي إلى نزوح أيونات النحاس والفضة إلى الطبقات الخارجية من تلك الطبقة المصقولة. ويُخَفِض جو التخفيض الأيونات عائدةً إلى المعادن، والتي تتجمع بعد ذلك معاً مشكلةً الجسيمات النانوية والتي تعطي اللون والتأثيرات البصرية المقصودة.

ومن ثم فقد أظهرت أساليب التلميع أن المهنيين القدامى كانت لديهم معرفةً عمليةً أكثر تعقيداً بالمواد. كما نبع ذلك الأسلوب كذلك في العالم الإسلامي. ونتيجة أنه من المحرم على المسلمين أن يستخدموا الذهب في العروض الفنية، فقد فرض ذلك الوضع عليهم ضرورة الحاجة إلى ابتكار طريقةٍ يحصلون منها على نفس التأثير بدون استخدام الذهب الحقيقي. وكان الحل من خلال استخدام البريق أو اللمعان[1].

و كان مايكل فاراداي أول من قدم وصفاً بمعناه العلمي للخصائص والسمات البصرية للمعادن النانوية في ورقته البحثية الكلاسيكية عام ١٨٥٧م. في حين أوضح الباحث (تيرنر) في ورقةٍ بحثيةٍ أخرى أن: "من المعروف جيداً عندما يتم وضع رقائق الذهب أو الفضة على سطحٍ زجاجيٍ ثم يتم تسخينه لدرجة حرارة أقل من الحرارة الحمراء (~ ٥٠٠ درجةٍ مئويةٍ)، يحدث تغيرٌ ملحوظٌ في الخصائص، حيث يتم إتلاف استمرارية الطبقة المعدنية. وتكون النتيجة أن ينتقل الضوء الأبيض بحرية، ويتلاشى الانعكاس بصورة تلقائيةٍ نتيجةٍ لذلك، في حين تتزايد المقاومة / الكهربائية"[2].

ومن الشعوب الأولى التي استخدمت هذه التقنية دون أن تدرك ماهيتها هم العرب حيث كانت السيوف الدمشقية شكل (٣) التي استخدمت مابين عام ٩٠٠ - ١٧٥٠م، وعرف عن تلك السيوف حدتها ومتانتها وكذلك قوتها، وعرف عنها أنها تقطع السيوف الأوروبية بل وحتى الصخور،وامتازت أيضاً بالنقش على نصلها ، حيث تم الكشف عن هذا السر العجيب للسيف الدمشقي من قبل إحدى البعثات الألمانية، فقد تبين أثناء تحليل لقطعة منه وجود لأثار أنابيب متناهية الصغر من الكربون. واليوم صارت تلك الأنابيب متناهية الصغر المصنوعة من الكربون قمة تقنية النانو أو علم المواد متناهية الصغر[3].

(1) Philip S. Rawson (1984). Ceramics. University of Pennsylvania Press. ISBN 0812211561.

(2) Faraday, Michael (1857). "Experimental relations of gold (and other metals) to light". Phil. Trans. Roy. Soc. London 147: 145–181. doi:10.1098/rstl.1857.0011.

(٣) مجلة العلوم: (الترجمة العربية لمجلة سَاينتفيك أمريكان Scientific American) تصدر شهرياً في دولة الكويت عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي ، المجلد (١٧)، أغسطس/ سبتمبر ٢٠٠١ م،" سرّ السيوف الدمشقية: D.J.فيرهوفن "،ص ١٥.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الثاني

تطور تقنية النانو

قبل ظهور النانو كانت تقنية الميكرو هي المستخدمة في الأنظمة التقنية، مثل الشرائح الإلكترونية، حيث تتراوح أحجامها في المدى من الميكرومتر إلى الميليمتر، والميكرومتر هو مقياس طولي يساوي جزء من المليون من المتر أو يقابل ١/ ١٠ من حجم قطرة من الرذاذ او الضباب، ويستخدم الميكرومتر لقياس الأطوال الموجية للأشعة تحت الحمراء.

وقد استخدمت الأجهزة الميكروية في عدد كبير من الصناعات مثل طابعات الحبر النفاثة، ومجسات الضغط لقياس ضغط الهواء في إطارات السيارات وقياس ضغط الدم، القافلات الضوئية المستخدمة في الاتصالات وإرسال المعلومات.

ومن المواد المستخدمة في تصنع الأجهزة الميكروية هي مادة السيلكون حيث تعتبر العصب الرئيس لصناعة الدوائر الإلكترونية المتكاملة، وهذه المادة تعطي عمرا طويلاً للأجهزة وتعمل لمدة تتجاوز البليون والترليون دوره بدون عطب.

ويمكن كذلك استخدام البوليمرات لتصنيع الأجهزة الميكروية حيث مكن تصنيعها بإحجام كبيرة وذات خصائص مختلفة.

وأخيراً تستخدم الفلزات في تصنيع الأجهزة المكروية حيث تعطي درجة عالية من الاعتمادية ومن الأمثلة على الفلزات المستخدمة الذهب، النيكل، الألمونيوم، الكروميوم، والفضة.

واليوم تأتي تقنية النانو لتحل بديلاً عن الميكرو حيث يمكن تصنيع الأجهزة الكهروميكانيكية والإلكترونية النانوية، وتقليل حجم جميع تلك الأجهزة المستخدمة بمقدار ألف مـرة عن حجم أجهزة الميكرو مما يؤدي إلى تغيير خصائص تلك الأجهزة إلى الأفضل.

لقد أصبحت كلمة «النانو » من الكلمات الرائجة والشائعة في وسائل الإعلام ، وأضحى العلماء يعتبرون التقنية النانوية من أهم وأكبر الفتوحات العلمية التي أحرزها الإنسان في العصر الحاضر؛ حيث تعقد عليها الآمال في تطوير مناحي الحياة، ومساعدة البشرية على العيش بصورة أفضل،خاصة أنها جعلت من التعامل مع عالم الذرات وجسيمات النانو أمراً ممكناً من الناحية العملية والتطبيقية.

www.ibtesama.com Exclusive

وفي العصر الحاضر ظهرت بعض البحوث التي صنعت مسيرة هذه التقنية، وجعلتها تقنية المستقبل، وتعتبر محاضرة عالم الفيزياء الشهير ريتشارد فيمان Richard (Feynman) إلى الجمعية الفيزيائية الأمريكية في ٢٩/ ١٢/ ١٩٥٩ م هي البداية الأولى لظهور تقنية النانو، عندما تحدث عن إمكانية التحكم في إعادة ترتيب الجزيئات و الذرات في المادة في مقياس معين إلى مقياس صغر ثم إلى مقياس أصغر فأصغر، وبذلك نستطيع بناء الآلات، و إجراء عمليات نستطيع من خلالها إنتاج أجسام على مستوى الجزيئات. وقد توقع أن يكون للبحوث حول خصائص المادة عند مستويات النانو دوراً أساسياً في تغيير الحياة الإنسانية.و لم يشر فيمان إلى «تقنية النانو » بشكل مباشر، ولكنه تحدث وبشكل استشرافي عن مستقبل التقنية البشرية، وعن ملامح وفلسفة هذه التقنية ومبادئها الأساسية؛حيث أوضح أن البشر مع تقدم العلوم سيتمكنون من تصنيع آلات دقيقة تمكنهم من تصنيع آلات بمقياس النانو-(Nano (scale machines)[1].

وقبل هذه المحاضرة، وبالرغم من وجود أبحاث قليلة على مواد بمستوي النانو وإن كانت لم تسمى بهذا الاسم، فقد تمكن أهلير من تسجيل مشاهداته للسيلكون الأسفنجي (Porous silicon) عام ١٩٥٦م، وبعد ذلك بعدة سنوات تم الحصول على أشعاع مرئي من هذه المادة لأول مرة عام ١٩٩٠ حيث زاد الاهتمام بها بعد ذلك.

وفي عام ١٩٦٩ اقترح ليو ايساكي تصنيع تركيبات شبه موصلة بأحجام النانو، وكذلك تصنيع شبيكات شبه موصلة مفرطة الصغر، وقد أمكن في السبعينات التنبؤ بالخصائص التركيبية للفلزات النانوية كوجود أعداد سحرية عن طريق دراسات طيف الكتلة (mass spectroscopy) حيث تعتمد الخصائص على أبعاد العينة غير المتبلورة.

كما أمكن تصنيع أول بئر كمي (quantum well) في بعدين في نفس الفترة بسماكة ذرية أحادية تلاها بعد ذلك تصنيع النقاط الكمية (quantum dots) ببعد صفري والتي نضجت مع تطبيقاتها هذه الأيام.

وقد ظهر مسمى تقنية النانو عام ١٩٧٩ عبر تعريف البروفيسور نوريو تانيقوشي في ورقته العلمية المنشورة في مؤتمر الجمعية اليابانية للهندسة الدقيقة حيث

(1) http://www.makphys.com/vb3/showthread.php

www.ibtesama.com Exclusive

قال (أن تقنية النانو ترتكز على عمليات فصل، اندماج، وإعادة تشكيل المواد بواسطة ذرة واحدة أو جزيء)، وفي نفس الفترة ظهرت مفاهيم علمية عديدة تداولتها الأوساط العلمية حول التحريك اليدوي لذرات بعض الفلزات عند مستوي النانو، ومفهوم النقاط الكمية، وإمكانية وجود أوعية صغيرة جداً تستطيع تقييد إلكترون أو أكثر.

وفي عام ١٩٩١ م اكتشف العالم الياباني « سوميو لجيما » أنابيب الكربون النانوية، ثم ظهرت البلورات النانوية شبه الموصلة، وأدَّت الأبحاث أيضاً إلى زيادة سرعة ظهور جسيمات نانوية لأكاسيد المعادن. وفي عام ١٩٩٣ تمكن العالم دونالد بثيون من شركةIBM لتكنولوجيا الحاسبات في الولايات المتحدة الأمريكية من رصد نانوتيوب مكونة من طبقة واحدة(single-wall) ، ويبلغ قطر الأنبوب الواحد منها ١٢ نانومتر، ثم انطلق العلماء بعد ذلك في مجال النانوتيوب، حتى استطاع فريق من العلماء الصينيين حديثاً من رصد أصغر نانوتيوب في العالم الذي يصل قطره إلى ٠,٥ نانومتر فقط، مع العلم أن أقل قطر لأصغر شيء نظريًّا هو ٠,٤ نانومتر

وفي عام ١٩٩٥م تمكن العالم الكيميائي منجي باوندي من تحضير حبيبات من أشباه الموصلات الكادميوم/ الكبريت ذات قطر ٣- ٤ نانومتر.

وفي عام ٢٠٠٠ م تمكن العالم الفيزيائي العربي منير نايفة[1] من تصنيع عائلة من حبيبات السليكون أصغرها ذات قطر ١ نانو وتتكون من ٢٩ ذرة سليكون، هذه الحبيبات عند تعريضها لضوء فوق بنفسجي فإنها تعطي ألواناً مختلفة حسب قطرها.

وفي عام ٢٠٠٠م أعلنت أمريكا (مبادرة تقنية النانو الوطنية) NNI، والتي جعلت تقنية النانو تقنية إستراتيجية وطنية وفتحت مجال الدعم الحكومي الكبير لهذه التقنية في جميع المجالات الصناعية والعلمية والجامعية. وتلا ذلك قيام اليابان عام ٢٠٠٢ م بإنشاء مركز متخصص للباحثين في تقنية النانو وذلك بتوفير جميع الأجهزة المتخصصة ودعم الباحثين وتشجيعهم وتبادل المعلومات فيما بينهم[2].

وفي عام ٢٠٠٣م تم معرفة أسرار هذه التقنية والتحكم بعالم المواد النانوية.

(١) منير نايفة : عالم ذرة فلسطيني ولد في ديسيمبر ١٩٤٥م بقرية شويكة بجوار طولكرم.

(٢) محمد صالح الصالحي وعبد الله صالح الضويان، مقدمة في تقنية النانو، مرجع سابق ، ص ٢٦-٣٥.

www.ibtesama.com Exclusive

وفي عام ٢٠٠٤م بدأت مرحلة التطبيقات الصناعية لهذه التقنية ، حيث استخدمت المواد النانوية في صناعة المطاط الماليزي وكانت النتائج مذهلة فقد قفزت الخصائص الميكانيكية للمطاط من ١٢ إلى ٢٠ ضعفاً بإضافة أجزاء بسيطة من المواد النانوية.

وفي ٢٠٠٨م، منح الرئيس الأميركي جورج بوش «قلادة العلوم الوطنية الأميركية» للعالم الدكتور مصطفى السيد[١] في حفلة خاصة في البيت الأبيض ، فكان أول عالِم عربي يحصل على هذا الوسام. وفي هذه الحفلة، تلي بيانٌ تكريمي جاء فيه: «يمنح الوسام الأعلى للعلوم في الولايات المتحدة إلى العالِم الأميركي مصطفى السيد تقديراً لمساهماته في التعرّف إلى الخصائص الإلكترونية والبصرية للمواد النانوية، وتطبيق هذا في الطب النانوي واستخدامه لهذه التقنية في علاج مرض السرطان بواسطة مركبات الذهب الدقيقة».

ومن وجهة النظر الفيزيائية الالكترونية تعتبر تقنية النانو هي الجيل الخامس الذي ظهر في عالم الإلكترونيات الذي يمكن تصنيف ثوراته التكنولوجية على أساس أنها مرت بعدة أجيال شكلت أسباب الورود الحقيقي للنانو الذي عبر عن المرحلة الراهنة لها :

الجيل الأول: المصباح الإلكتروني(Lamp) بما فيه التلفزيون.

الجيل الثاني: استخدام الترانزستور ، وانتشار تطبيقاته الواسعة.

الجيل الثالث: الدارات التكاملية (Integrate circuit) وقد شكّلت ما تشكله تقنيات النانو في وقتنا الحالي من قفزة هامة، فقد قامت باختزال حجم العديد من الأجهزة بل رفعت من كفاءتها وعددت من وظائفها.

الجيل الرابع: المعالجات الدقيقة (Microprocessors) التي أحدثت ثورة هائلة بإنتاج الحاسوب الشخصي والرقائق الحاسوبية السليكونية.

الجيل الخامس: المنمنمات (الجزئيات المتناهية في الصغر)، والتقنية المجهرية الدقيقة، (Nanotechnology)، وهو الجيل الحالي[٢].

(١) مصطفى السيد: عالم كيمياء مصري ، ولد عام ١٩٣٣ م في مدينة أبوكبير بمحافظة الشرقية، ويعتبر أول مصري وعربي يحصل على قلادة العلوم الوطنية الأمريكية التي تعتبر أعلى وسام أمريكي في العلوم لإنجازاته في مجال النانو تكنولوجي وتطبيقه لهذه التكنولوجيا باستخدام مركبات الذهب الدقيقة في علاج مرض السرطان .

(٢) محمد صالح الصالحي وعبد الله صالح الضويان، مقدمة في تقنية النانو، مرجع سابق ، ص ٢٦-٣٥.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الثالث

منشأ مصطلح تقنية النانو

يعود منشأ مصطلح تقنية النانو[1] إلى العالم الياباني نوريو تانيجوشي Norio Taniguchi في جامعة طوكيو، الذي أطلق هذه التسمية في العام ١٩٧٤م على عمليات هندسة المواد الدقيقة في المستوى النانو متري[2]، حيث عرَّفها بأنها: «عبارة عن مجموعة من عمليات الفصل والتكوين والدمج للمواد على مستوي الذرات أو الجزيئات»[3]. وذكر أن هذه التقنية أطلقت على بحث جديد في أحد أقسام الهندسة في الجامعة لفصل أو ربط أو تغيير المادة بمقدار ذرة أو جزيئة واحدة ، ولم يكن استخدام هذا المصطلح لدلالة على تقنية مستقلة.

بعد ذلك جاءت محاولة وضع تعريف شامل لتقنية النانو ، على أنها «التقنية التي تعطينا القدرة على التحكم المباشر في المواد والأجهزة التي أبعادها تقل عن١٠٠ نانومتر وذلك بتصنيعها وبمراقبتها وقياس ودراسة خصائصها »، كالماء مثلاً ، يبلغ قطر جزيئته حوالي ١ نانومتر ، في حين يبلغ قطر كُرية دم حمراء بشرية حوالي ٧٠٠٠ نانومتر ، ويبلغ قطر الشعرة الواحدة من شعر الإنسان حوالي ١٠٠٠٠ نانومتر شكل (٤) ، وهذا التعريف هو الأكثر شمولاً والأكثر قبولاً في الأوساط العلمية. وكلمة النانو تكنولوجي تستخدم أيضاً بمعنى أنها تقنية المواد المتناهية في الصغر أو التقنية المجهرية الدقيقة أو تقنية المنمنمات[4].

وفي عام ١٩٨٦م بدأ أول استخدام لمصطلح "تقنية النانو" Nanotechnology في الأوساط العلمية بعد عدد من المحاضرات،وظهور بعض الكتب التي صدرت في هذا الميدان، خاصة بعد نشر Eric Drexler كتابه الشهير بعنوان "محركات الإنشاء: عصر تقنية النانو القادم"، حيث أخذ بعد ذلك التاريخ هذا المصطلح بعداً آخر ؛ ليشمل إلى جانب التعامل الصناعي مع الذرات والجزيئات جميع أبعاد الإنتاج العلمي

---

(١) جون فانستون و هنري إيلوت:

Nanotechnology: A Technology Forecast, Texas State Technical College, April 2003.

(٢) اللجنة الفرعية للتقنيات الهندسية و العلمية المتناهية الصغر:

The National Nanotechnology Initiative: Strategic Plan, National Science and Technology Council, December 2004.

(3) WWW. Kheper.net/ topics/nanotech/nanotech-histoey.htm

(4) http://www.makphys.com/vb3/showthread.php

www.ibtesama.com Exclusive

النظري والتجريبي للجسيمات ذات الأبعاد الدقيقة والتي تتراوح أبعادها من ١ , ٠ نانومتر (الأبعاد الذرية) إلى ١٠٠ نانومتر.

ثم جاء اختراع المجهر النفقي الماسح Scanning Tunneling (Microscopy, STM) شكل (٥) من قبل شركة IBM بواسطة العالمان جيرد بينج وهينريك روهر ، وهو جهاز يقوم بتصوير الأجسام بحجم النانو،حيث زادت البحوث المتعلقة بتصنيع ودراسة التركيبات النانوية للعديد من المواد. بعد ذلك بسنوات استطاع العالم الفيزيائي إيجلر من تحريك الذرات باستخدام جهاز الميكروسكوب النفقي الماسح، مما فتح مجالاً جديداً لإمكانية تجميع الذرات المفردة مع بعضها. وفي نفس الوقت تم اكتشاف الفلورينات بواسطة هارولد كرونو، ريتشارد سمالي وروبرت كيرل، وهي عبارة عن جزيئات تتكون من ٦٠ ذرة كربون تتجمع على شكل كرة، وقد حصلوا على جائزة نوبل في الكيمياء ١٩٩٦ م[١].

من جهة أخرى ، تلعب تأثيرات ميكانيكا الكمّ دوراً أكبرَ مع تقلص حجم المادة إلى عشرات النانو مترات أو أقل ، مما يفضي إلى تغير الخصائص الضوئية والمغناطيسية والكهربائية للمادة. فعلى سبيل المثال لا الحصر يمكن ملاحظة أن تغير نسبة مساحة السطح إلى الحجم لجسيمات السيليكون، أدى إلى امتصاص هذه الجسيمات الضوء في مجال الطيف فوق البنفسجي ، بل والقدرة على الإشعاع في مجال الضوء المرئي. و تجدر الإشارة إلى وجود تأثيرات أخرى ، قد تؤثر على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة ، مثل توترها السطحي أو لزوجتها ، عند الحد الأعلى من مدى الأبعاد النانوية.

لذا ، تهدف تقنية النانو إلى استثمار هذه التأثيرات المرتبطة بالأبعاد النانوية للمادة لتكوين نظم وأجهزة وبُنى ذات خصائص ووظائف جديدة مفيدة تبعا لهذه الأبعاد والأحجام الجديدة.

وحتى وقت قريب كانت تقنية النانو وتطبيقاتها مجرد فلسفة و فرضيات ، وكانت بعيدة عن الواقع التطبيقي والعلمي ، وخلال العشرين سنة الماضية استطاعت الأجهزة والتقنيات الحديثة أن تجعل من التعامل مع عالم الذرات وجسيمات النانو أمراً ممكناً من الناحية العملية.

(١) مجلة عجمان للدراسات والبحوث: طب النانو .. الآفاق و المخاطر؛ منير محمد سالم ، مرجع سابق.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الرابع

خصائص المواد النانوية وتطبيقاتها

تعتبر جميع المواد التقليدية بمثابة الخامات الأولية المستخدمة في تخليق المواد النانوية ، ولكن تتميز المواد النانوية بخواص فيزيائية وكيمائية وميكانيكية فريدة عن المواد التقليدية[1]، وذلك بسبب اتساع مساحة السطح الخارجي للمواد النانوية والتي تعد أهم خاصية لها، وفيما يلي بعض خواص المواد النانوية :

• **الخواص الميكانيكية:** تأتي الخواص الميكانيكية على رأس الخواص المستفيدة من تصغير حجم حبيبات المادة ووجود أعداد ضخمة من الذرات على أوجه سطحها الخارجي، حيث ترتفع درجة صلادة المواد الفلزية وسبائكها، وتزيد مقاومتها لمواجهة الأحمال الواقعة عليها.

• **النشاط الكيمائي** : حيث تعمل كمحفزات تتفاعل بقوة مع الغازات السامة، مما يرشحها لأن تؤدي الدور الأهم في الحد من التلوث البيئي.

• **الخواص الفيزيائية:** تتأثر درجة انصهار المادة بتصغير أبعاد حبيباتها، فدرجة انصهار الذهب في حجمه الطبيعي التي تصل إلى ١٠٦٤ درجة حرارة، تقل إلى ٥٠٠ درجة بعد تصغير حبيباته إلى نحو ١,٣٥ نانومتر .

• **الخواص البصرية:** وهذه الخاصية تمكننا من صناعة شاشات عالية الدقة فائقة التباين ونقاء الألوان، مثل شاشات التلفاز والحاسبات والتليفون النقال الحديثة.

• **الخواص المغناطيسية:** كلما صغرت حبيبات المواد وتضاعف وجود الذرات على أسطحها الخارجية، كلما ازدادت قوة وفاعلية قدرتها المغناطيسية.

• **الخواص الكهربية:** يؤدي تصغر أحجام حبيبات المواد إلى أقل من ١٠٠ نانومتر إلى تزايد قدرتها على توصيل التيار الكهربي.

• **الخواص البيولوجية:** زيادة قدرة المواد النانوية على النفاذ واختراق الموانع والحواجز البيولوجية، وتحسين التلاؤم والتوافق البيولوجي، مما يسهل وصول العقاقير العلاجية و الأغذية إلى خلايا معينة[2].

---

(1) M. Al Hoshan, «Novel nanoarray structures formed by template based approach: characterization and electrochemistry» PhD Thesis,Minnesota University, (2007).

(٢) اللجنة الفرعية للتقنيات الهندسية و العلمية المتناهية الصغر:

The National Nanotechnology Initiative: Strategic Plan, National Science and Technology Council, December 2004.

www.ibtesama.com Exclusive

هذا ، ويعتمد أساس عمل تقنية النانو على إعادة ترتيب الذرات لتصنيع جزيئات جديدة ذات مواصفات جديدة محددة ومخطط لها. و أفضل مثال على ذلك أن حجر الألماس والفحم كلاهما مصنوعان من الكربون ، غير أن ترتيب الذرات في جزيء الألماس يختلف عن ترتيب الذرات في جزيئة الفحم ..!!

يجب أن يتم تحقيق ثلاث خطوات لإنتاج بضائع بتقنية النانو:

١- يجب على العلماء أن يكونوا قادرين على معالجة الذرات المفردة.

٢- تطوير آلات نانوية مجهرية تدعى: "المجمعات assemblers" يمكن أن تبرمج لمعالجة الذرات و الجزيئات عند الرغبة.

٣- القدرة على خلق مجمعات كافية لبناء سلم استهلاكية نانوية و تسمى تلك الآلات: "المستنسخات replicators" و تبرمج لبناء مجمعات أكثر و يجب أن تعمل المجمعات و المستنسخات يدًا بيد لبناء منتجات بشكل آلي.

و يتم التصنيع بواسطة طريقتين : الصعودية (buttom- up) و النزولية (top-down) و حاليًا تقنيات أعقد من ذلك .

ومن الطموحات في هذا المجال تصنيع جزيئات ترتب نفسها ذاتياً ، تماماً كما تفعل بعض الإنزيمات الطبيعية التي تعرف الكيفية والمكان اللذين تؤثر فيهما ، ويأمل العلماء الحصول على مصنعات حيوية تشبه الطبيعية في عملها وهيكلها الجزيئي[1].

ويمكن تصنيع المواد النانوية على عدة أشكال وذلك بناء على الاستخدام المقرر لهذه المواد، ومن أهم هذه الأشكال ما يلي :

١- النقاط الكمية Quantum dots :

عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الأبعاد يتراوح إبعاده بين ٢ إلى ١٠ نانومتر، وهذا يقابل ١٠ إلى ٥٠ ذرة في القطر الواحد أو تقريباً ١٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠ ذرة في حجم النقطة الكمية الواحدة. وتقوم النقطة الكمية بتقييد إلكترونات شريط التوصيل وثقوب شريط التكافؤ.

كما تبدى النقاط الكمية طبقاً طاقياً مكمما متقطعا وتكون الدوال الموجية المقابلة متمركزة داخل النقطة الكمية.

(1) http://www.makphys.com/vb3/showthread.php.

www.ibtesama.com Exclusive

وعندما يكون قطر النقطة الكمية يساوي ١٠ نانومتر فإنه يمكن رصف ٣ ملايين نقطة كمية بجانب بعضها البعض بطول يساوي عرض إصبع إبـهام الإنسان[١].

٢- الفولورين Fullerene :

تركيب نانوي غريب آخر للكربون وهو عبارة عن جزئ مكون من ٦٠ ذرة من ذرات الكربون ويرمز له بالرمز C60، وقد اكتشف عام ١٩٨٥م.

إن جزئ الفولورين كروي المظهر ويشبه تماماً كرة القدم التي تحتوي على ١٢ شكلاً خماسياً و٢٠ شكلاً سداسياً.

ومنذ اكتشاف كيفية تصنيع الفولورين عام ١٩٩٠م وهو يحضر بكميات تجارية. كما أمكن الحصول على جزئيات بعدد مختلف من ذرات الكربون مثل C36 وC48 وC70 إلا إن العلماء أبدوا اهتماما خاصا بالجزئي C60.

لقد سمى هذا التركيب بالفولورين نسبة للمخترع والمهندس المعماري بكمنستر فولر (R. Buckminster Fuller).

وهكذا فقد نشأ فرع جديد يسمى كيمياء الفولورين حيث عرف أكثر من ٩٠٠٠ مركب فولورين منذ عام ١٩٩٧م، وظهرت تطبيقات مختلفة لكل من هذه المركبات، ومنها المركبات K3C60 وRbcs2C60 وC60-CHBr3 التي أبدت توصيلية فائقة (superconductivity).كما امتشقت أشكال أخرى منها كالفولورين المخروطي والأنبوبي إضافة إلى الكروي.

٣- الكرات النانوية: Nanoballs :

من أهمها كرات الكربون النانوية والتي تنتهي إلى فئة الفولورينات، من مادة C60، لكنها تختلف عنها قليلاً بالتركيب حيث أنـها متعددة القشرة.

كما أنـها خاوية المركز، على خلاف الجسيمات النانوية، بينما لا يوجد على السطح فجوات كما هي الحال في الأنابيب النانوية متعددة الغلاف.

وبسبب أن تركيبها بشبه البصل فقد سماها العلماء (البصل) Bucky وقد يصل قطر الكرات النانوية إلى ٥٠٠ نانومتر أو أكثر.

(١) محمد صالح الصالحي وعبد الله صالح الضويان، مقدمة في تقنية النانو، مرجع سابق ، ص ٢٦-٣٥.

www.ibtesama.com Exclusive

٤ - الجسيمات النانوية : Nanoparticles

على الرغم من أن كلمة (الجسميات النانوية) شكل (٦) حديثة الاستخدام إلا أن هذه الجسيمات كانت موجودة في المواد المصنعة أو الطبيعة منذ زمن قديم.

فعلى سبيل المثال، تبدو أحياناً بعض الألوان الجميلة من نوافذ الزجاج الصدئة وذلك بسبب وجود مجموعات عنقودية صغيرة جداً من الأكاسيد الفلزية في الزجاج حيث يصل حجمها قريباً من الطول الموحى للضوء.

وبالتالي فإن الجسيمات ذات الأحجام المختلفة تقوم بتشتيت أطوال موجبة مختلفة من الضوء مما ينتج عنه ظهور ألوان مختلفة من الزجاج.

يمكن تعريف الجسيمات النانوية على أنـها عبارة عن تجمع ذري أو جزئي ميكروسوبي يتراوح عددها من بضع ذرات (جزئي) إلى مليون ذرة، مرتبطة ببعضها بشكل كروي تقريباً بنصف قطر أقل من ١٠٠ نانومتر.

عندما يصل حجم الجسيمات النانوية إلى مقياس النانو في بعد واحد فإنـها تسمى البئر الكمي (quantum well)، أما عندما يكون حجمها النانوي في بعدين فتسمي السلك الكمي (quantum wire)، وعندما تكون هذه الجسيمات بحجم النانو في ثلاثة أبعاد فإنـها تعرف بالنقاط الكمية (quantum dots).

ولابد من الإشارة هنا إلى أن التغير في الأبعاد النانوية في التركيبات الثلاثة السالفة الذكر سوف يؤثر على الخصائص الإلكترونية لها، مما يؤدي إلى حدوث تغيير كبير في الخصائص الضوئية للتركيبات النانوية.

تكتسب الجسيمات النانوية أهمية علمية حيث أنـها تقع بين التركيب الحجمي الكبير للمادة وبين التركيب الذري والجزئي ، وبينما تكون الخصائص الفيزيائية للمادة الحجمية ثابتة بغض النظر عن حجمها ، فإن تلك الخصائص للمادة عندما تصل إلى مقياس النانو سوف تتغير وبالتالي تعتمد على حجمها..!!

ويلاحظ كذلك أن النسبة المئوية للذرات السطحية للمادة تصبح ذات أهمية بالغة عندما يقترب حجم المادة من مقياس النانو، بينما عندما تكون المادة الحجمية أكبر من ١ ميكرومتر فإن النسبة المئوية للذرات عند سطحها ستكون صغيرة جداً بالنسبة للعدد الكلي للذرات في المادة.

www.ibtesama.com Exclusive

ومن الخصائص الأخرى للجسيمات النانوية هو إمكانية تعلقها داخل سائل أو محلول بدون أن تطفئ أو تنغمر وذلك لأن التفاعل بين سطح الجسيمات والسائل يكون قوياً بحيث يتغلب على فرق الكثافة بينهما لقد أمكن حديثا تصنيع جسيمات نانوية من الفلزات والعوازل وأشباه الموصلات والتركيبات المهجنة (مثل الجسيمات النانوية المغلقة) وكذلك تصنيع نماذج لجسيمات نانوية ذات طبيعة شبه – صلبة وهي الليبوزومات.

ومن الصور الأخرى للجسيمات النانوية هي النقاط الكمية شبه الموصلة والبلورات النانوية.وتعتبر جسيمات النحاس النانوية التي يصل حجمها إلى أقل من ٥٠ نانومتر ذات صلابة عالية وغير قابلة للطرق أو السحب وذلك عكس ما يحدث لمادة النحاس العادية حيث يمكن ثنيها وطرقها وسحبها بسهولة[١].

٥-الأنابيب النانوية : Nanotubes :

تصنع الأنابيب النانوية – أحياناً – من مواد غير عضوية مثل أكاسيد الفلزات (أكسيد الفاناديوم، أكسيد المنجنيز)، وهي شبيهة من ناحية تركيبها بأنابيب الكربون النانوية ، ولكنها أثقل منها وليست بنفس القوة مثل أنابيب الكربون .

وتعد أنابيب الكربون النانوية شكل (٧) التي اكتشفت عام ١٩٩١م أكثر أهمية نظراً لتركيبها المتماثل وخصائصها المثيرة واستخداماتها الواسعة في التطبيقات الصناعية، والعلمية، وفي الأجهزة الإلكترونية الدقيقة، والأجهزة الطبية الحيوية.

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

كما أن لهذه الأنابيب خصائص غير اعتيادية من حيث القوة والصلابة والتوصيلية الكهربائية وغيرها. وللكربون النانوي أشكالاً أخرى مثل الكرات النانوية والألياف النانوية. ويتم إنتاج أنابيب الكربون النانوية بعدة تقنيات منها، التفريغ القوسي، الكحت الليزري، الترسيب بواسطة أول أكسيد الكربون ذي الضغط العالي، والترسيب بواسطة البخار الكيميائي[٢].

(١) محمد صالح الصالحي وعبد الله صالح الضويان، مقدمة في تقنية النانو، مرجع سابق ، ص ٢٦-٣٥.

(٢) المرجع السابق نفسه ، ص ٢٦-٣٥.

www.ibtesama.com Exclusive

٦- ألياف النانوية Nanofibres :

لاقت الألياف النانوية اهتماماً كبيراً مؤخراً لتطبيقاتـها الصناعية. وقد اكتشف العديد من أشكالها كالألياف السداسية والحلزونية والألياف الشبيهة بحبة القمح (Coen-shaped).

إن الجزء الجانبي لليف النانوى اللوليحي أو الأنبوبي له شكل سداسي مثلاً، وليس أسطوانياً ومن أشهر الألياف النانوية تلك المصنوعة من ذرات البوليمرات.

إن نسبة مساحة السطح إلى الحجم كبيرة في حالة الألياف النانوية، كما للأنابيب النانوية،حيث أن عدد ذرات السطح كبير مقارناً بالعدد الكلي، وهذا يكسب تلك الألياف خواص ميكانيكية مميزة كالصلابة وقوة الشد وغيرها مما يؤهلها بلا منافس لاستخدامها كمرشحات في تنقية السوائل أو الغازات، وفي الطب الحيوي وزراعة الأعضاء كالمفاصل ونقل الأدوية في الجسم وفي التطبيقات العسكرية كتقليل مقاومة الهواء إلى آخره من التطبيقات لا سيما بعد تطوير طرق التحضير.

هناك أكثر من طريقة لتحضير الألياف البوليمرية، من أشهرها التدوير الكهربي (electrospinning) ولا زالت تواجه العديد من الصعوبات للتحكم بخصائص الألياف الناتجة كاستمراري واستقامتها وتراصفها كما في الشكل.

٧-الأسلاك النانوية : Nanowires :

هي أسلاك بقطر قد يقل عن نانومتر واحد وبأطوال مختلفة أي بنسبة طول إلى عرض تزيد عن ١٠٠٠ مرة.

لذا فهي تلحق بالمواد ذات البعد الواحد، وكما هو متوقع ن فهي تفوق على الأسلاك التقليدية (ثلاثية الأبعاد)، وذلك بسبب أن الإلكترونات تكون محصورة كميا باتجاه جانبي واحد مما يجعلها تحتل مستويات طاقة محددة تختلف عن تلك المستويات العريضة الموجودة في المادة الحجمية.

لذا فتطبيقاتـها الإلكترونية المتوقعة كثيرة جداً مما سيقود إلى الحساسات الحيوية الجزئية النانوية وللأسلاك النانوية عدة أشكال فقد تكون حلزونية (Spiral) أو تكون متماثلة خماسية الشكل وقد تكون الأسلاك النانوية عند تحضيرها في المختبر على شكل أسلاك متعلقة من طرفها العلوي أو تكون مترسبة على سطح أخر.

www.ibtesama.com Exclusive

ومن الطرق المستخدمة لإنتاج الأسلاك المتعلقة عمل كحت كميائي لسلك كبير أو قذف سلك كبير بواسطة جسيمات ذات طاقة عالية[1].

٨- المركبات النانوية : Nanocomposites

هي عبارة عن مواد يضاف إليها جسيمات نانوية خلال تصنيع تلك المواد ونتيجة لذلك فإن المادة النانوية تبدي تحسناً كبيراً في خصائصها.

فعلى سبيل المثال، يؤدي إضافة أنابيب الكربون النانوية إلى تغيير خصائص التوصيلية الكهربائية والحرارية للمادة.

وقد يؤدي إضافة أنواع آخري من الجسيمات النانوية إلى تحسين الخصائص الضوئية وخصائص العزل الكهربي وكذلك الخصائص الميكانيكية مثل الصلابة والقوة.

يجب أن تكون النسبة المئوية الحجمية للجسيمات النانوية المضافة منخفضة جداً (في حدود ٥ , ٠٪ إلى ٥٪) وذلك بسبب أن النسبة بين المساحة السطحية إلى الحجم للجسيمات النانوية تكون عالية تجرى البحوث حالياً للحصول على مركبات نانوية جديدة ذات خصائص تختلف عن المركبات الأصلية. ومن المركبات النانوية المعروفة الآن هي المركبات البوليمرية النانوية.

(١) محمد صالح الصالحي وعبد الله صالح الضويان، مقدمة في تقنية النانو، مرجع سابق ، ص ٢٦-٣٥.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الخامس

مفاهيم أساسية في تقنية النانو

أولاً: مفهوم « النانو »:

كأنما هي كلمة سرّ سحريّة، تبدو البادئة "نانو" ، مشتقة من النانومتر، ويذكر البعض أن كلمة نانو Nano في أصلها هي كلمة إغريقية مشتقة من الأصل (Nanos) وتعنى القزم dwarf ، وتستخدم في العلوم للدلالة على جزء من البليون من شيء معني مثل الكتلة والمسافة[1]. وتستعمل كلمة النانو للتعبير عن الجزء من المليار من وحدة القياس ، وهو ما يعادل طول خمس ذرات إذا وضعت الواحدة تلو الأخرى ، ويمثل ذلك واحداً على مائة ألف من قطر شعرة الإنسان[2].

ثانياً: تكنولوجيا النانو:

توجد حالياً عشرات التعاريف المختلفة لما هي عليه التقنية النانوية[3] أو يمكن أن تكون : ومن المهم أن ندرك أنه لم يتم الاتفاق على أي تعريف بعينه. و التعاريف سياسية وأخلاقية أيضاً – حيث يمكنها أن تحدد ما الذي يثير اهتمام الناس ، أو ما الذي يقلقهم ، وما الذي يتجاهلونه أو يتحرونه. ويعتبر وجود العديد من التعاريف مؤشراً جيداً على أن التقنية النانوية (شأنها شأن العلوم الناشئة الأخرى مثل التقنية البيولوجية) قد تسبب الخلط بين فئات البحوث النظرية والتطبيقية، والبحوث التي يمولها القطاع العام والقطاع الخاص. ومن شأن شتى الخلفيات التخصصية والمؤسسات العلمية الوطنية أن تطرح هواجس وأفكاراً مختلفة للتأثير على ما ستكون عليه التقنية النانوية".

ويصف مطبوع اليونسكو بهذا الصدد خمسة تعاريف على الأقل قيد الاستعمال حالياً ويلاحظ أن "مختلف المجموعات تعرف التقنية النانوية تعريفاً مختلفاً، وذلك رهناً بما ينتظرون منها تحقيقه ... وتتفاوت هذه التعاريف أيضاً بتفاوت مصالح الدول والجهات الاجتماعية الفاعلة المهتمة بالتقنية النانوية ..."[4].

---

(1) www.kfupm.edu.sa/dsr/research/arabicnewsletter/newsletter1.pdf

(٢) صفات سلامة: النانوتكنولوجي (مقدمة في فهم علم النانوتكنولوجي)، الدار العربية للعلوم، بيروت،٢٠٠٩ م.

(3) The Ethics and Politics of Nanotechnology (UNESCO, 2006)
http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001459/145951e.pdf

(4) Borm PJA, Robbins D, Haubold S, Kuhlbusch T, Fissan H, Donaldson K, Schins R, Stone V, Kreyling W, Lademann J, Krutmann J, Warheit D, Oberdörster E: The potential risks of nanomaterials: a review carried out for ECETOC. Part Fibre Toxicol. 2006, 3:1-35

www.ibtesama.com Exclusive

ويعرف العلم النانوي بأنه دراسة ظواهر المواد ذات الأحجام الذرية والجزيئية، والجزئيات الكبيرة الممكن رؤيتها بالعين المجردة وتداولها، حيث تختلف خصائصها وطريقة تداولها اختلافاً كبيراً عن المواد الأكبر حجماً.

وتعرف التكنولوجيا النانوية بأنها تصميم البنى و الجهائز والنظم وتوصيفها وإنتاجها وتطبيقها بالتحكم في الشكل والحجم النانومتريين. وتعرف بأنها تداول أو ضبط أو موضعة أو قياس أو صوغ أو تصنيع مواد حجمها أقل من ١٠٠ نانومتر .وتعرّف أيضاً بأنها التعامل مع الأجهزة الفعالة القائمة على استخدام وحدات فرعية ذات خصائص محددة تعتمد على الحجم وتميّز بها الوحدات الفرعية أو الإفرادية جملة منها[1].

ثالثاً:المواد النانوية:

المواد التي تتألف من مكوّن واحد أو أكثر له بُعدٌ واحد على الأقل يبلغ ما يتراوح بين ١ و١٠٠ نانومتر وتحتوي على جسيمات نانوية، وألياف نانوية وأنابيب نانوية، ومواد مركبة وسطوح بنى نانوية. وتشمل هذه المواد الجسيمات النانوية كمجموعة فرعية من المواد النانوية التي تعرّف حالياً بتوافق الآراء على أنها جسيمات أحادية يبلغ قطرها <١٠٠ نانومتر. ويمكن أن تكون كتل الجسيمات النانوية أكبر من ١٠٠ نانومتر من حيث قطرها لكنها ستكون جزءاً من النقاش الدائر لأنها قد تتفكك على قوى ميكانيكية ضعيفة أو في المذيبات. وتشكل الألياف النانوية صنفاً فرعياً من الجسيمات النانوية (بما فيها الأنابيب النانوية) التي يبلغ قطرها <١٠٠ نانومتر لكن بعدها (المحوري) الثالث يمكن أن يكون أكبر من ذلك بكثير[2].

رابعاً: الأدوات النانوية:

الأدوات والتقنيات المستعملة في تخليق المواد النانوية، وتداول الذرات وصنع بنى الجهائز - والأهم من ذلك بكثير - قياس وتوصيف المواد و الجهائز ذات الحجم النانوي.

خامساً: الجهائز النانوية:

هي جهائز نانوية الحجم، تعتبر حالياً ذات أهمية في مجال الإلكترونيات الميكرونية والإلكترونيات البصرية، وكذلك عند وجيهة الالتقاء مع التقنية البيولوجية حيث

(1) Schmidt G, Decker M, Ernst H, Fuchs H, Grunwald W, Grunwald A et al. Small dimensions and material properties. Europaische Akademie Graue Reihe. A definiton of nanotechnology; 134; 2003.

(2) Meyer M, Kuusi O: Nanotechnology: Generalizations in an Interdisciplinary Field of Science and Technology (2002), Vol., No.2 (2004), pp. International Journal for Philosophy of Chemistry; 2002, 10: 153-168.

www.ibtesama.com Exclusive

يكون الهدف محاكاة عمل النظم البيولوجية من قبيل المحركات الخلوية. ويعتبر هذا الميدان الأخير ميداناً ينحو نحو المستقبل أكثر من أي ميدان آخر، ويثير أكبر قدر من ردود الفعل لدى الجمهور[1].

سادساً: طب النانو:

لم يجد مصطلح طب النانو Nanomedicine صعوبة في أن يحتل مكاناً مهماً وبارزاً في قائمة المصطلحات الطبية والدوائية وأن يتردد في كل المؤتمرات الطبية والدوريات العالمية المهتمة بالعقاقير الطبية والرعاية الصحية ،وإذا ما أردنا أن تضع تعريفاً دقيقاً ومحدداً لهذا المصطلح فسوف نعرفه بأنه مجموعة من التقنيات الطبية الحديثة تحت مظلة تقنية النانو لتشمل كل ما يتعلق بالمحالات الطبية المختلفة الرامية إلى تحسين صحة الإنسان والحفاظ على سلامته[2].

وتتنوع أساليب طب النانو من الاستخدام الطبي للمواد النانوية إلى أجهزة الاستشعار الحيوية للإلكترونيات النانوية وكذلك التطبيقات المستقبلية لتقنية النانو الجزيئية. وتتضمن مشكلات الطب النانوي الحالية عملية فهم القضايا المرتبطة بعلم السموم والتأثيرات البيئية للمواد النانوية.

و يهدف الطب النانوي إلى التوصل إلى مجموعةٍ قيِّمةٍ من الأدوات البحثية بالإضافة إلى الأجهزة المفيدة في العيادات العلاجية في المستقبل القريب[3]. وتتوقع مبادرة التقنية النانوية القومية أن يتم التوصل إلى تطبيقاتٍ تجاريةٍ جديدةٍ في مجال توصيل الدواء والتي قد تشتمل على أنظمةٍ متقدمةٍ لتوصيل الدواء ، بالإضافة إلى علاجاتٍ جديدةٍ وكذلك التصوير الداخلي[4]. كما أن واجهات التفاعل العصبية الإلكترونية والمحسات الأخرى المرتبطة بالإلكترونيات النانوية تمثل هدفاً نشيطاً آخر للبحث في ذلك المجال. ويؤمن المجال التنبؤي لتقنية النانو الجزيئية أن آلات إصلاح الخلية قد يكون لها القدرة على إحداث ثورةٍ في مجال الطب والأدوية كذلك.

(1) The Royal Society and the Royal Academy of Engineering: Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties; 2004

(2) Freitas RA Jr. (2005). "What is Nanomedicine?". Nanomedicine: Nanotech. Biol. Med. 1 (1): 2–9. doi:10.1016/j.nano.2004.11.003. PMID 17292052.

(3) Wagner V, Dullaart A, Bock AK, Zweck A. (2006). "The emerging nanomedicine landscape". Nat Biotechnol. 24 (10): 1211–1217. doi:10.1038/nbt1006-1211. PMID 17033654

(4) Nanotechnology in Medicine and the Biosciences, by Coombs RRH, Robinson DW. 1996, ISBN 2-88449-080-9

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث السادس

رواد تقنية النانو في العصر الحديث

تلك قائمة بأبرز رواد تقنية النانو في العصر الحديث :

• **عالم الرياضيات ريتشارد فاينمان:**

أول من قام بالتفكير في تقنية النانو في عصرنا الحالي، يقول أ.د. المهندس محمد شريف الإسكندراني: ((لعل من الإنصاف أن نرجع الفضل في التفكير بأهمية تقنية النانو إلى عالم الفيزياء الأمريكي الشهير (Richard Feynman) الذي عمل في أبحاث تطوير القنبلة الذرية في الأربعينيات من القرن الماضي، والحائز على جائزة نوبل في عام ١٩٥٩م وقد قدم للعالم من خلال إحدى محاضراته، تنبؤه لحدوث ثورة في التكنولوجيا، وطفرة في تخليق مواد جديدة يتحكم الإنسان في ترتيب ذراتها لتصنيع أجهزة متناهية في الصغر لا تتعدى أحجامها حجم خلية بكتيرية أو فيروس، لكنها قادرة على تنفيذ الأعمال الدقيقة جدًا)). ويضيف أ.د. الإسكندراني ، أنه لم يكن من السهل لهذه التقنية الحديثة أن يبزغ فجرها في يوم وليلة، بل استغرق الأمر أكثر من اثنين وعشرين عامًا قضاها علماء العالم في معاملهم في جد ومشقة ، ليبرهنوا صحة تلك الفرضيات والتي أضحت حقيقة وواقعًا ملموسًا.

• **الباحث الياباني نوريو تانيغوشي:**

هو أول من قام بإدخال مصطلح التقنية النانوية ، وذلك في عام ١٩٧٤م، عندما حاول بهذا المصطلح التعبير عن وسائل و طرق تصنيع وعمليات تشغيل عناصر ميكانيكية وكهربائية بدقة عالية.

• **المخترعان العالمان جيرد بينج و هينريك روهر :**

قاما سنة١٩٨١م، باختراع المجهر النفقي الماسح "STM " ، حيث ساعد هذا الاختراع على ازدياد البحوث المتعلقة بتصنيع ودراسة التركيبات النانوية للعديد من المواد. وقد حصل العالمان على جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٨٦م على اختراعهما.

• **عالم الرياضيات إريك دريكسلر:**

يعتبر هو المؤسس الفعلي لهذا العلم ، حينما ألّف كتابا اسمه محركات التكوين Engines of Creation والذي اعتبر البداية الحقيقية لعلم النانو.

www.ibtesama.com Exclusive

• **الدكتور منير نايفة:**

عالم ذرة فلسطيني ولد في ديسيمبر ١٩٤٥م بقرية شويكة بجوار طولكرم ، تمكن من الإجابة على استفهام هام طرحه عالم الفيزياء الشهير "ريتشارد فاينمان" في عام ١٩٥٩، عندما تساءل: ماذا سيحدث لو استطاع الإنسان التحكم في حركة ومسار الذرة، ونجح في إعادة ترتيب مواضعها داخل المركبات الكيميائية، عندما نجح في تحريك الذرات منفردة ذرة ذرة.

يعمل على تأسيس فرع جديد في علم الكيمياء يدعى "كيمياء الذرة المنفردة" الذي يمهد بدوره لطفرة طبية سوف تسهم في علاج العديد من الأمراض التي وقف العلم عاجزاً أمامها سنوات طويلة؛ حيث يتيح هذا الإنجاز بناء أجهزة ومعدات مجهرية لا يزيد حجمها عن عدة ذرات بما يمكنها من الولوج في جسم الإنسان، والسير داخل الشرايين والوصول إلى أعضائه الداخلية.

له ما يزيد عن ١٣٠ مقالاً وبحثاً علمياً، وشارك مع آخرين في إعداد وتأليف العديد من الكتب عن علوم الليزر والكهربية والمغناطيسية. كما وردت الإشارة إلى اسم نايفة في العديد من موسوعات العلماء والمشاهير، وكان من أبرزها موسوعة "بريتنيكا" الشهيرة، وموسوعة "ماجروهيل"، وقائمة رجال ونساء العلم الأمريكيين.

• **الدكتور مصطفى السيد:**

حصل على جائزة الملك فيصل العالمية للعلوم عام ١٩٩٠م والعديد من الجوائز الأكاديمية العلمية من مؤسسات العلوم الأمريكية المختلفة، ومنح زمالة أكاديمية علوم وفنون السينما الأمريكية، وعضوية الجمعية الأمريكية لعلوم الطبيعة، والجمعية الأمريكية لتقدم العلوم، وأكاديمية العالم الثالث للعلوم. تركزت أبحاث الدكتور مصطفى السيد حول استخدام تقنية النانو في مجال الطب، وبخاصة في أبحاث السرطان.

• **الدكتور سامي بن سعيد بن علي حبيب:**

مدير مركز التميز البحثي في تقنية النانو بجامعة الملك عبدالعزيز ، و أحد رواد تقنية النانو الأوائل بالمملكة العربية السعودية ، استطاع أن ينقل أفكاره عن هندسة الطيران إلى علم النانو ، وكانت بداية اهتمامه بتقنيات النانو عام ١٩٩٨م من خلال أبحاثه عن المواد المركبة لاستخدامات منشآت الطائرات و المركبات الطائرة، و قد قام بالكثير من الأبحاث في هذا المجال، منها أبحاث في الأنابيب الكربونية النانوية .

www.ibtesama.com Exclusive

له عدد من الدراسات و المقالات عن طبيعة تقنية النانو وتطورها و التحديات التي ستواجه تقنيات النانو، و أيضاً له ورقة علمية عن تقنيات النانو للعالم النامي ، وأخرى عن تطبيقات تقنيات النانو في مجال الطب. وهو مؤسس الجمعية السعودية لتقنيات النانو وحالياً هو المدير المؤسس لمركز التقنيات متناهية الصغر (النانو) بجامعة الملك عبد العزيز.

FARES_MASRY
www.ibtesama.com
منتديات مجلة الإبتسامة

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث السابع

بعض مصطلحات تقنية النانو[1]

تلك قائمة بأهم المصطلحات[2] الخاصة و المرتبطة بتقنية النانو:

١- ميكروسكوب القوة الذرية AFM :

هو عبارة عن مجهر يعطي معلومات عن تضاريس سطح المادة بدقة تصل إلى المستوى الذري . حيث تعمل مجساته على مسح تضاريس المواد بدقة متناهية عن طريق حساب أي مقاومة يتعرض لها المجس.

٢- جهاز الاستشعار البيولوجي Nano-biosensors

هو جهاز استشعار متقدم يستخدم للكشف عن البكتيريا و الغازات والهرمونات و بدقة تصل لحد اكتشاف بضعة جزيئات و يدخل في تركيبة مواد عضوية

٣- كرات بوكي Buckyball

هي جزيئات كروية من الكربون و تتكون عادة من ٦٠ ذرة كربون على شكل كرة القدم حيث تترتب ذرات الكربون بشكل سداسي

٤- طريقة البناء Bottom up

هي طريقة بناء المواد بوضع الذرة بجانب الذرة الأخرى أو الجزيء بجانب الجزيء الأخر حتى تتكون مركبات وهياكل عضوية وغير عضوية مكونة من عدة ذرات وجزيئات

٥- أنابيب النانو الكربونية Carbon nanotubes

هي أنابيب كربونية أسطوانية الشكل ورقيقة للغاية. يكون قطرها بمقدار النانو. و هي عبارة عن رقائق من الجرافيت ملفوفة على شكل أنبوب أسطواني وهذه الأنابيب تتميز بخصائص استثنائية الكترونية وحرارية و مكانيكية وتركيبية مما يجعلها أخف من الألومونيوم وأقوى بخمسة أضعاف من الحديد الصلب ، وهناك نوعان من أنابيب النانو الكربونية، أنابيب النانو الكربونية وحيدة الجدار أي ذات طبقة وحيدة ، والنوع الاخر أنابيب النانو الكربونية متعددة الجدر.

---

(١) المصدر : المركز السعودي لتقنية النانو.

(٢) و هي قائمة أولية ستكون خاضعة بإذن الله للتجديد و الإضافة ، وقد تم ترتيبها حسب ترتيب الحروف الإنجليزية.

www.ibtesama.com Exclusive

٦- الحفاز Catalyst

هو مادة تعمل على زيادة معدل التفاعل الكيميائي من خلال الحد والتقليل من الطاقة الفعالة ، ولا تتغير هذه المادة بالتفاعل ، و الحفاز يعمل على توفير سطح ملائم للتفاعل من خلال إتاحة الفرصة لمزيد من الجسيمات للاصطدام مع بعضها البعض.

٧- الرقاقة الالكترونية (المعالج الدقيق) Chips

الرقائق الالكترونية (المعروفة أيضاً باسم المشغلات أو المعالجات الدقيقة) عبارة عن قطعة إلكترونية صغيرة تحتوي على رقائق صغيرة من أشباه الموصلات السيلكون والتي صنعت لأداء الوظائف الإلكترونية في الدوائر المتكاملة.

٨- المركب composites

هو مادة مركبة من مادتين أو أكثر تختلف خواصها عن المواد المكونه لها. وتكون أحد مكونات هذا المركب مقواة بالمادة الأخرى حيث تعمل هذه الخاصية على تحسين خصائص مواد المركب بشكل عام وعادة تكون المادة الأساسية في طور السائل أما مواد التقوية عادة ما تكون جسيمات أو ألياف ، و الأسمنت المقوى بقضبان الفولاذ من الأمثلة الأولية للمركبات.

٩- المجهر الإلكتروني Electron Microscopy

هو عبارة عن مجهر يستخدم حزمة من الالكترونات بدلاً من الضوء المستخدم في المجاهر التقليدية، ويتميز بقوة تكبير عالية تفوق أفضل المجاهر البصرية بأكثر من مئة مرة

١٠- الجزيء Molecule

هو عبارة عن مجموعة ذرات مرتبطة معا بروابط كيميائية.

١١- تقنية النانو البيولوجية Nanobiotechnology

هي استخدام تقنية النانو في بناء أجهزة تمكن من دراسة النظم البيولوجية.

١٢- نانوبوت Nanobot

هو عبارة عن روبورت ذو أبعاد بحجم النانو وتكون أما ميكانيكية أو كهروميكانيكية.

www.ibtesama.com Exclusive

١٣- مركبات النانو Nanocomposites

هي مركبات تتكون عادة من أثنين او اكثر من المواد وتكون أحد مركباتها ذات أبعاد أقل من ١٠٠ نانومتر.

١٤- بلورات النانو Nanocrystals

هي مواد صلبة صغيرة بلورية وتكون بها المسافة متساوية بين كل ذرة وأخرى أو جزئ وأخر. بلورات النانو لها تطبيقات كثيرة وهامه منها الإلكترونيات البصرية حيث لها القدرة على تغيير الطول الموجي للضوء. ولها تطبيقات أخرى في الخلايا الشمسية وغيرها.

١٥- نانومتر Nanometer

هو عبارة عن واحد من المليار من المتر.

١٦- جسيمات النانو Nanoparticles

هي الجسيمات التي تقل أبعادها أو أحد أبعادها عن ١٠٠ نانومتر.

١٧- مقياس النانو Nanoscale

هو مقياس يستخدم لحساب وقياس أبعاد تتراوح من ١ , ٠ الى ١٠٠ نانومتر.

١٨- علم النانو Nanoscience

هو العلم الذي يتعامل مع المواد في مستواها الذري والجزيئي بمقياس لا يزيد عن ١٠٠ نانومتر، و هو أيضا علم يهتم باكتشاف ودراسة الخصائص المميزة لمواد النانو.

١٩- تقنية النانو Nanotechnology

التقنية التي تعطينا القدرة على التحكم المباشر في المواد و الأجهزة التي أبعادها تقل عن ١٠٠ نانومتر و ذلك بتصنيعها و بمراقبتها و قياس و دراسة خصائصها.

٢٠- صدفات النانو Nanoshells

هي جسيمات في أبعاد النانو لها عبارة عن قشرة أو طبقة معدنية رقيقة تحيط بكرة مصنوعة من مادة شبة موصلة، لها القدرة على امتصاص أو تشتيت الضوء في جميع أطواله الموجية.

www.ibtesama.com Exclusive

٢١- تراكيب النانو Nanostructure

هي تراكيب وهياكل بنيت من مواد النانو.

٢٢- أنابيب النانو Nanotubes

هي أنابيب في مقياس النانو من أمثلتها أنابيب النانو الكربونية، وهي عبارة عن أنابيب أسطوانية من ذرات الكربون ذات بعد واحد مرتبة بشكل سداسي أو خماسي ولها خصائص فيزيائية مميزة جداً.

٢٣- أسلاك النانو Nanowires

هي أسلاك متناهية الصغر في أبعاد النانو لها تركيب ذو بعد واحد وتتميز بخصائص كهربائية و ضوئية مذهلة، وتعتبر أسلاك النانو البنية الأساسية التي سوف تستخدم في بناء أجهزة النانو.

٢٤- النقاط الكمية Quantum dots

تصنع النقاط الكمية من مواد موصلة أو من مواد شبة موصلة وتكاد تكون صفرية الأبعاد ولها شكل بلوري. وللنقاط الكمية خصائص كهربائية مميزة جداً تمكنها من تخزين الإلكترونات وتحويل لون الضوء ، حيث تعمل على امتصاص اللون الأبيض وإعادة انبعاثه خلال نانوثانية بلون مميز، لها تطبيقات كثيرة في مجال الكمبيوتر والطب والهندسة.

٢٥- التصنيع الدقيق Nanofabrication

يشير إلى تصميم وتصنيع أجهزة بأبعاد النانو

٢٦- طباعة النانو NanoLithography

هو أي عمل من حفر أو كتابة أو طباعة في نطاق مقياس النانو، ويعد الميكروسكوب النفقي الماسح (STM) وميكروسكوب القوة الذرية (AFM) من الأدوات التي يمكن بها الحفر والكتابة والطباعة على سطح ذو أبعاد ذرية

٢٧- البئر الكمي Quantum well

هو مفهوم يستخدم لتفسير سلوك النطاقات النانوية المقيدة وخاصة توزيع الطاقات الميكانيكية المكماة.

٢٨- الأسلاك الكمية Quantum wires

هو مصطلح آخر لأسلاك النانو.

www.ibtesama.com Exclusive

٢٩- البايت الكمي Quantum bit

هي أصغر وحدة معلوماتية تستخدم في الحوسبة الكمية.

٣٠- المجهر الالكتروني الماسح SEM

هو تقنية تصورية تعمل عن طريق تسليط حزمة من الإلكترونات للمنطقة المراد دراستها حيث يتم التفاعل بين الالكترونات و ذرات السطح مولده ثلاثة أنواع من الأشعة ، الإلكترونات المتشتتة من الخلف و الالكترونات الثانوية و أشعة أكس.

٣١- مجهر المجس الماسح SPM

تحتوي هذه الأنواع من المجاهر على مجس يعمل على تجميع معلومات السطح وذلك عن طريق التفاعل بين المجس وتضاريس السطح المراد دراسته ، ويندرج تحت هذا النوع مجهر التأثير النفقي الماسح STM و مجهر القوة الذرية AFM

٣٢- مجهر التأثير النفقي الماسح STM

يعمل عن طريق الحصول على صور للذرات الموجودة على السطح بواسطة مجس ماسح.

٣٣- التجمع الذاتي Self-Assembly

هي عبارة عن ظاهرة طبيعية لتجمع الجزيئات أو الذرات في نظم وتراكيب معقدة ، كما هو الحال مع أنابيب النانو الكربونية.

٣٤ - طريقة التصغير Top down

وفيها يتم استخدام طرق مختلفة مثل التكسير أو النحت أو الإذابة للمواد الكبيرة و ذلك لتقليل حجمها و الوصل الى مواد ذات أحجام في مستوى أبعاد النانو.

٣٥- التوليف Synthesis

هو مصطلح يستخدم لوصف طريقة تحضير و تشكل مركبات أكثر تعقيدا باستخدام مكونات بسيطة.

٣٦- طرق التوليف Synthesis methods

يوصف البروتوكول المستخدم لتركيب و إنشاء مواد جديدة.

www.ibtesama.com Exclusive

٣٧- المجهر الإلكتروني النفاذي TEM

أحد أنواع المجاهر الإلكترونية و فيه تستخدم حزمة من الإلكترونات ذات الطاقة العالية لدراسة التركيب الدقيق للعينات و ذلك عن طريق الإلكترونات النافذة من خلال العينة المدروسة.

٣٨- تحليل أشعة أكس X-ray analysis

تحليل أشعة أكس عبارة عن تطبيق من تطبيقات أشعة أكس للتميز بين العناصر الثقيلة من الخفيفة ، و يستخدم كذلك في تحديد و معرفة العناصر الموجودة بالمادة.

٣٩- حيود أشعة أكس X-ray diffraction

عبارة عن تشتت أشعة أكس من العينات البلورية و الذي يعطي أنماط تداخل معينة يمكن من خلالها دراسة التراكيب الدقيقة لهذه البلورات.

www.ibtesama.com Exclusive

الفصل الثاني

تطبيقات تقنية النانو في الطب

يعتبر «طب النانو» أحد أهم المجالات التطبيقية لتقنية النانو ، بل و أعظمها على الإطلاق ، يرجع ذلك لارتباطها المباشر بحياة وصحة الإنسان ، فقد ساعد التطور الحديث في تقنيات النانو على تغيير القواعد الطبية المتبعة في منع الأمراض وتشخيصها وعلاجها شكل (٨) ، و أصبحنا نعيش عصر التقنية الطبية النانوية ، حيث تقدم تقنية النانو على سبيل المثال ، طرقاً جديدة لحاملات الدواء داخل جسم الإنسان ، تكون قادرة على استهداف خلايا مختلفة في الجسم،وكذلك مواجهة أكثر الأمراض فتكاً بالإنسان مثل أمراض السرطان ، والذي بدأت الكثير من أبحاث النانو وتطبيقاته التجريبية في الكثير من مراكز الأبحاث حول العالم[1]. أما أجهزة الاستشعار النانوية فباستطاعتها أن تزرع في الدماغ لتمكن المصاب بالشلل الرباعي من الحركة والسير[2].

ومن الواضح أن هذه التقنية قد غيَّرت من النظرة التقليدية في طرق المعالجة للأمراض،وفتحت آمالاً عريضة لعلاج الكثير من الأمراض ، وهو ما جعل الباحثين يرون أن طب النانو هو طب المستقبل ؛ ولهذا السبب تتسابق الدول وتتجه بصورة واضحة للأخذ بزمام هذه التقنية ؛ نظراً لتطبيقاتها الطبية الواعدة ذات المردود الاقتصادي الكبير[3].

جدير بالذكر ، أنه خلال السنوات القليلة الماضية ، ونتيجة للتقدم السريع والمتقن في مجال بحوث تقنية النانو تم تحقيق طفرات مثيرة تمثلت في ابتكار أنواع متقدمة من أجهزة التوصيف تم توظيفها من أجل فهم وتحليل بنية وتركيب الحامض النووي DNA للإنسان والفيروسات على حد سواء. وأدى هذا بطبيعة الحال إلى معرفة سلوك الأمراض والفيروسات وميكانيكية حركتها وتنقلاتها داخل الجسم ومعرفة الطرق والحيل التي تسلكها لمهاجمة خلاياه، وذلك على مستوى النانومتر الواحد (جزء من مليار جزء من المتر)[1].

(1) David H Geho, Clinton D Jones, Emanuel F Petricoin and Lance A Liotta. Nanoparticles: Potential biomare harvesters. Current opinion in Chemical Biology. 2006.

د. خالد قاسم: جدوي استخدام تكنولوجيا النانو في تطوير القاعدة التكنولوجية الصناعية العربية،المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين، والبنك الإسلامي للتنمية، الرباط، المغرب، ٢٠٠٦ م.

(3) http://www.hazemsakeek.com.

مجلة العربي ، مجلة شهرية ثقافية عربية كويتية مصورة. تصدرها وزارة الإعلام الكويتية ، طب النانو: سيمفونية القرن لقهر المرض والسرطان : محمد الإسكندراني، العدد ٦١٥ ، أكتوبر ٢٠١٠م.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الأول

تقنية النانو وإيصال الدواء إلى الأنسجة

حينما يفكر العلماء في مستقبل الدواء فإنهم يتخيلون شكلاً مغايراً تماماً عما ألفوه من أشكال الدواء التقليدية التي نعرفها ونستخدمها في حياتنا اليومية. ولعل ذلك يرجع إلى الوتيرة المتسارعة للتقدم العلمي في العديد من المجالات الجديدة التي ستؤثر بالضرورة على الدواء المستقبلي. وتعد تقنية النانو أحد أهم المجالات العلمية التي يعول عليها العلماء إحداث طفرات دوائية تغير من مفهوم التداوي والعلاج لكثير من الأمراض. وقد بدأت بوادر طب النانو في الظهور كأمل جديد ومستمر نحو صحة أفضل وحياة أطول لبني البشر.

ويعتبر توصيل الدواء (Delivery Drug) إلى الأنسجة أحد أولويات البحث في مجال طب النانو، حيث يعتمد على تصنيع مواد نانوية دقيقة تعمل على تحسين التوافر الحيوي للدواء (Bioavailability) ويعني ذلك تواجد جزيئات الدواء في المكان المستهدف من الجسم ، حيث تعمل بأقصى فاعلية، وبالتالي ينخفض معدل استهلاك الدواء ، والتقليل من أعراضه الجانبية ، وكذلك التكلفة الإجمالية للعلاج. ولهذا سيكون من أهم واجبات طب النانو تصنيع أدوية جديدة ذات نفع أكثر وفائدة أكبر وتأثيرات جانبية أقل. ويتوقع علماء الصحة أن تصبح تقنية النانو جزءاً أصيلاً من الممارسة الطبية اليومية ، ولاسيما في مجال توصيل الدواء إلى الأجزاء المصابة[1].

وتأخذ طرق إيصال الدواء أهمية طبية في كونها تؤثر بشكل كبير في علاج المرض بطريقة فعالة وبتأثيرات جانبية بسيطة قدر الإمكان على جسم المريض ، ولهذه الطرق المختلفة سلبياتها ومشكلاتها التي تعيق معالجة المرض وتقلل من فرص نجاح العلاج، وتؤدي إلى تأثيرات جانبية، فيصعب التحكم في إيصال العلاج إلى مكان محدد من الجسم لعدة أسباب منفردة أو مجتمعة[2]، أهمها : عدم قدرة الدواء على اختراق حاجز حيوي (مثل الدماغ)، وصعوبة الوصول إلى مكان العضو أو النسيج داخل الجسم،وارتفاع سمية الدواء ، وزيادة آثاره السلبية ، مثل العلاج الكيميائي في حالة أورام السرطان، فقد ثبت أن له تأثيراً سلبياً على الأنسجة السليمة المجاورة. ولذ يعول كثير من العلماء والعاملين في أبحاث طرق إيصال العلاج على أن تساهم تقنيات

1) Nalwa. H. S., Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology, Stevenson Ranch, American scientific Publishers, 2003.

2) Nathaniel G. Portneyl and Mihrimah Ozkan. Nano-oncology: drug delivery, imaging and sensing. Analytical and Bioanalytical Chemistry.2006; 384: 620-630.

www.ibtesama.com Exclusive

النانو في تحسين هذه الطرق والتخلص من بعض التأثيرات الجانبية المرافقة للطرق الحالية المستخدمة في العلاج[1].

ومن المعلوم أن علم الأدوية (Pharmacology) من العلوم التي تحتاج لدقة عالية ؛ لارتباطها ارتباطاً مباشراً بصحة الإنسان ، فوصول كمية كبيرة من الدواء إلى أعضاء الجسم الغير مصابة تقلل من فعالية الدواء وتؤدي إلى حدوث آثار جانبية غير مرغوب فيها، فعلى سبيل المثال نجد أن الوسائل التقليدية لمعالجة مرض السرطان كالعلاج الكيميائي والإشعاعي تؤدي إلى آثار جانبية كبيرة مع انخفاض فعاليتها في معالجة هذا المرض[2]، وعليه فإن من المهم أن يتم إيصال الأدوية المضادة للسرطان إلى الأجزاء المصابة بدقة متناهية جداً للحصول على أقصى فائدة ممكنه من الدواء.

إن استخدام الجسيمات متناهية الصغر في الأنظمة الحيوية يشكل فرصة كبيرة للتطبيقات الطبية، شكل (٩) حيث يساهم صغر حجمها في تخطيها للحواجز الحيوية، ويمكن الاستفادة من هذه الخصائص على مستوى مقياس النانو في تحسين علاج الأمراض، وذلك بأن يتم ربط الدواء بهذه الجسيمات، أو استخدام هذه الجسيمات كحامل (Carrier) يحمل الدواء داخله لينطلق عند وصوله إلى المكان المحدد ، ومن ثم يتخلص الجسم منه عند تحقق العلاج واستجابة العضو أو النسيج المصاب للعلاج[3].

وقد أظهرت الأبحاث المنشورة حديثاً إمكانية حمل وتوجيه العلاج إلى مناطق محددة من جسم الإنسان ، والتحكم في جرعات العلاج على فترات زمنية مختلفة ، والقدرة على تتبع استجابة العضو أو النسيج المصاب للعلاج أثناء فترة العلاج بمضاعفات جانبية أقل، مما يشكل فرصة كبيرة لتحسين طرق إيصال العلاج باستخدام تقنية النانو. ويعد الوصول إلى الجسيمات متناهية الصغر وتغير خصائصها عند هذا الحجم ميزة كبيرة يعطيها القدرة على الحركة والانتقال خلال الشعيرات والأغشية الحيوية ، وبالتالي القدرة على إيصال الدواء داخل الأنسجة الحيوية[4].

(1) Rajni Sinha, Gloria J. Kim, Shuming Nie and Dong M. Shin. Nanotechnology in cancer therapeutics bioconjugated nanoparticles for drug delivery. Molecular Cancer Therapeutics.2006.

(2) Mauro Ferrari: Cancer Nanotechnology: Opportunities and Challenges. Nature Reviews/Cancer. 2005.

(3) Samul A. Wickline and Gregory M. Lanza.Nanotechnology for Molecular Imaging and Targeted Therapy. Circulation. 2003.

(4) Salata OV. Applications of nanoparticles in biology and medicine. Journal of Nanobiotechnology.2004.

www.ibtesama.com Exclusive

تتعدد الأبحاث المتعلقة بطرق إيصال الدواء المبنية على تقنيات النانو ، حيث يعتمد بعضها على أنابيب ذات مقياس صغير جداً لها القدرة على الحركة ، ويمكن توجيهها إلى المنطقة المراد علاجها ، والبعض الآخر يعتمد على أنظمة ذكية ذات حجم صغير جداً يمكن زراعتها داخل الجسم ولها القدرة على التحكم في جرعات الدواء والوقت المناسب لإيصاله. ويمكن التطرق إلى بعض طرق الإيصال، مع ملاحظة أن بعضها ما زال في مرحلة البحث والتطوير، والبعض الآخر انتقل إلى مرحلة التجارب على الحيوانات للتأكد من فعاليتها أثناء تجربتها على أنظمة حيوية مختلفة[1].

ويمكن لتقنية النانو أن تقدم حلول توصيل الدواء الجديدة في المجالات التالية[2]:

١. تغليف الدواء (Drug Coating):

إحدى الأنواع الأساسية من أنظمة توصيل الأدوية هي المواد التي تغلف الأدوية لحمايتها خلال انتقالها في الجسم، وتشمل مواد تغليف الأدوية الجسيمات الشحمية والبوليمرات (مثل البولي لاكتيد Polylactide – PLA و اللاكتيد المشترك مع الجليكوليد PLGA التي تستخدم الجزئيات الدقيقة)، وتشكل المواد الكبسولات حول الأدوية،وتسمح بتحرير الدواء في الوقت المناسب، حيث إن الدواء يتسرب عبر مادة التغليف، والأدوية يمكن أيضاً أن تتحرر عند تحلل مادة المحفظة أو تتآكل في الجسم عندما تنتج مواد التغليف من الجزيئات النانومترية في مجال الحجم ١- ١٠٠ نانومتر بدلاً من الجزيئات الميكرومترية الأكبر فإنه يجب أن يكون لها مساحة سطح أكبر من أجل نفس الحجم، وحجم مسام أصغر واستقرار محسّن ، وخواص بنيوية مختلفة، وهذا يمكن أن يحسن كل من مميزات الانتشار والتحلل لمادة التغليف، ويمكن أن تناسب بشكل أفضل تحديات توصيل الأدوية.

وتطور شركة Advectus life Sciences نظام توصيل دواء يستند إلى الجزيئات النانومترية من أجل علاج أورام الدماغ ، ويلتصق الدواء المضاد للورم Doxorubicin بجزيئة البوليميرالنانومتري PolyCyanoAcrylate مع٨٠ Polysorbate ، الدواء يحقن عن طريق الوريد وينقل عبر الدم، حيث يجذب ٨٠ Polysorbate البروتينات الدهنية في المصورة ويستخدم من قبل الدم الجاري لحمل

(1) David A LaVan, Terry McGuire and Robert Langer. Small-scale systems for in vivo drug delivery. Nature biotechnology. 2003.

(2) Dewdney AK. Nanotechnology: wherein molecular computers control tiny circulatory submarines. Sci Am 1988.

www.ibtesama.com Exclusive

الشحوم وهذا يقصد منه إنشاء تأثير تمويهي مشابه للكولسترول LDL الذي يسمح للدواء بالانتقال عبر حاجز الدم – الدماغ[1].

٢ . الحاملات الدوائية(Drug Carrier):

وهي الصنف الآخر من أنظمة التوصيل الدوائي شكل (١٠)، حيث تقدم تقنية النانو حلولاً مهمة ، حيث يمكن التحكم بها للارتباط مع الدواء ، الجزيئة المستهدفة ، ومادة التصوير ، وبعدها تجذب خلايا معينة وتحرر حمولتها عند اللزوم، وبسبب الحجم النانومتري فإن لها المقدرة على الدخول للخلايا، حيث إن الخلايا نوعياً تمتلك مواد داخلية أدنى من ١٠٠ نانومتر، وبعض المواد النانومترية المتقدمة التي تستخدم لهذا الغرض تشمل fullerenes و dendrimers .

إن المادة النانومترية المستخدمة كمساعد لتوصيل الدواء مثل dendrimer هي جزيئة بوليمير مكتشفة من قبل Don Tomalia من شركة Nanotechnologies ، والباحثون في جامعة ميشيجان يستخدمون dendrimers للحصول على مادة جينية أو علاجات مدمرة للأورام، في خلية بدون قدح استجابة مناعية، وهذا ناتج عن الحجم الصغير لها، والبنية المتفرعة يمكن تصميمها لتحرر مركبات مرتبطة استجابة لجزيئات خاصة أو تفاعل كيميائي،إن الكرة الطبقية التي تدعى الغلاف النانومتري تم تطويرها من قبل Nanospectra من أجل توصيل الأدوية والغلاف النانو متري له طبقة ذهبية خارجية التي تغطي الطبقات الداخلية من السيليكا والأدوية والأغلفة النانومترية يمكن صنعها لامتصاص الطاقة الضوئية وبعدها تحويلها إلى حرارة، وبالتالي عندما توضع الأغلفة النانومترية قرب منطقة مستهدفة مثل خلية الورم ، فإنها يمكن أن تحرر أضداد خاصة بالورم عندما يعطى ضوء الأشعة تحت الحمراء.

٣ . أنابيب الكربون النانوية (Carbon Nanotubes):

أظهرت الأبحاث الحديثة إمكانية استخدام تلك الأنابيب من خلال ربطها مع مركبات ببتيدية (Peptides) لتعريفها بنظام المناعة في الجسم، وبالتالي استخدامها في إيصال اللقاح مما يساهم في رفع المناعة مقارنة بطرق إيصال اللقاح التقليدية، كما يمكن استخدام أنابيب الكربون المعدلة في إيصال الأحماض النووية إلى الخلايا ونقل المورثات (Genes)، حيث تتميز الأنابيب المعدلة بقدرتها على تكوين تجمعات معقدة مستقرة مع المركبات الحيوية مما يساعد في رفع مستوى تعبير المورثات

(1) Drexler KE. Engines of creation: The coming era of nanotechnology .New York: Anchor Press/Doubleca, 1986:99-129. Available at:www . foresight.org/EOC/Accessed Sept.26, 2008.

www.ibtesama.com Exclusive

(Gene Expression)، ويفتح مجالاً كبيراً للتطبيقات المتعلقة بالعلاج المبنى على المورثات[1].

٤. جسيمات نانوية غير عضوية (Ceramic or Inorganic):

يتوقع أن تساهم الجسيمات النانوية غير العضوية في تحسين طرق إيصال الدواء، لسهولة تحضيرها والتحكم في شكلها وحجمها وتكيفها مع درجة الحرارة المحيطة بها، وقدرتها على حماية المركبات الحيوية المرتبطة بها من التغيرات التي يمكن أن يسببها تغير الرقم الهيدروجيني (pH)، كما أن هذه الجسيمات متوافقة مع الأنظمة الحيوية ولها سمية ضعيفة جداً، ويمكن تعديل السطح الخارجي بمجموعات وظيفية مختلفة، مما يسمح بربطها مع مركبات حيوية تعمل على توصيلها إلى منطقة العلاج المحلية. وقد أظهرت بعض الدراسات الحديثة إمكانية استخدام جسيمات السليكا (Silica) متناهية الصغر في احتواء عقار مضاد للسرطان قابل للتفاعل مع الضوء يمكن تفعيله عند وصوله لمكان الورم عن طريق تسليط الضوء بطول موجي محدد، مما يقلل الآثار السلبية للعقار على الأنسجة السليمة المجاورة[2].

٥. المركبات العضوية (Organic compounds):

تلعب المركبات مثل المتشجرات (Dendrimers) والحويصلات الدهنية (Liposomes) الحيوية دوراً كبيراً في إيصال الدواء، وتتميز هذه المركبات والأجسام بصلاحيتها لأن تعمل على إيصال الدواء وذلك لأن حجمها في حدود مقياس النانو ومتوافقة مع الأنظمة الحيوية[3].

لهذه المركبات خصائص فريدة متعلقة بشكلها والقدرة على بناء النهايات الخارجية لربط المركبات بها، كما يمكن الاستفادة من تجويفها الداخلي لحمل الدواء وإيصاله إلى المنطقة المصابة، ولها القدرة على الذوبان في الماء والزيت في آن واحد، مما يمكنها من حمل المركبات الدوائية المختلفة الذوبان، ومن ثم إطلاقه بمعدل مناسب للعلاج، ويمكن تعديل سطح هذه الحويصلات بربطها بمركبات ذات خصائص

(1) Jindol,v,r.etall: Carbon nanotubes production using arc ignition under magnetic field.j.nanotechnology& its application-2007-vol-2 no-1 (abstract).

(2) Alberto Bianco, Kostas Kostarelos and Maurizio Prato. Applications of Carbon nanotubes in drug delivery. Current openion in Chemical Biology. 2005.

(3) T.C. Yih and M. Al-Fandi. Engineered Nanoparticles as precise drug delivery systems. Journal of Cellular Biochemistry. 2006.

www.ibtesama.com Exclusive

مميزة، مما يساعد في انتقالها خلال الأوعية الدموية والوصول إلى المكان المراد إيصال الدواء إليه[1].

٦. المستحلبات متناهية الصغر (Nano emulsions):

أظهرت دراسات حديثة إمكانية استخدام المستحلبات النانوية كنظام متعدد الوظائف لإيصال الدواء ومتابعته. تتكون هذه الأنظمة من حبيبات من الزيت في الماء مرتبطة مع مركبات (DTPA) لها القدرة على الاتصال بأيونات فلزية محددة، ويتم تحميل الدواء داخل هذه الأنظمة بالإضافة إلى أيونات جالينوم (3GD+) لتوفير خاصية المادة المتباينة للاستخدام مع جهاز التصوير بالرنين المغناطيسي، وبالتالي يمكن تتبع مراحل علاج الورم والتخلص من الآثار الضارة للعلاج الكيميائي.

وزبدة القول : لابد من التأكيد أن ما تم من أبحاث في مجال استخدام النانو تحمل وعوداً طيبة في طرق إيصال الدواء ، إلا أنها في مراحلها الأولية ، وتحتاج إلى وقت طويل حتى يتم التأكد من سلامتها وعدم إحداثها لمضاعفات جانبية في حال دخولها جسم الإنسان. ويمكن تلخيص الفوائد التي ستضيفها تقنيات النانو في تطوير طرق إيصال الدواء فيما يلي:

١. القدرة على توجيه الدواء إلى المنطقة المصابة تحديداً.
٢. إيصال العلاج إلى المنطقة المصابة فقط دون التأثير على الأنسجة السليمة القريبة منها.
٣. تقليل التسمم الناتج عن استخدام جرعات زائدة من الدواء دون الحاجة إلى ذلك.
٤. التحكم في عملية إطلاق العلاج على فترات زمنية محددة داخل جسم الإنسان.
٥. القدرة على الحركة وتجاوز الحواجز الحيوية.
٦. إمكانية متابعة مراحل العلاج ومدى استجابة المنطقة المصابة له.
٧. تقليل معاناة المرضى ، والآلام المصاحبة لطرق إيصال الدواء.
٨. تقليل تكاليف الدواء والاستفادة من طرق العلاج الحالية المتوفرة بتكلفة أقل.
٩. إمكانية استخدام الدواء المتوفر حالياً بعد تحسن طرق إيصاله دون الحاجة إلى إنتاج أدوية جديدة.

(1) Sandip Tiwari, Yi-Meng Tan and Mansoor Amiji. Preparation and In Vitro Characterization of Multifunctional Nanoemulsions for Simultaneous MR Imaging and Targeted drug delivery. Journal of Biomedical Nanotechnology.2006.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الثاني

تطبيقات النانو في اكتشاف الأدوية والعقاقير العلاجية

تساهم تقنية النانو في اكتشاف العقاقير (Drug Discovery) المختلفة ، خاصة في مجال المضادات الحيوية ومضادات السرطان وغيرها ، وهي جزء من الحلول المتقدمة والجديدة لخفض زمن الاكتشاف والتطوير ، ومن الممكن أن تنخفض تكاليف التطوير المعتمدة على طرق التجريب والخطأ التقليدية في عملية اكتشاف الدواء ، وقد زاد عدد الأدوية المرشحة التي تم دراستها في السنوات العشر الماضية بمقدار ٣ أضعاف من ٥٠٠ ألف مركب دوائي إلى تقريبا ١,٥ بليون مركب. ومن أهم الاكتشافات النانوية في مجال تشييد الأدوية:

١ . النانوبيوتك (Nanobiotics)

يعتبر النانوبيوتك البديل الجديد للمضادات الحيوية(Antibiotics)، ومن المتوقع أن يحدث النانوبيوتك ثورة غير مسبوقة في التصدي للكائنات الدقيقة وذلك وفق اعتماد مبدأ (Nanobiotics) بدلاً من (Antibiotics). ففي جامعة (هانج بانج) في سيؤول استطاع الباحثون إدخال نانو الفضة إلى المضادات الحيوية، ومن المعروف أن الفضة قادرة على قتل ٦٥٠ جرثومة ميكروبية دون أن تؤذى جسم الإنسان.

سوف تقضي هذه التقنية على سلالات البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية التي أحدثت طفرات تحول دون تأثيره عليها مثل: Staph. aureus وPs. Aeruginosa حيث يقوم النانوبيوتك بثقب الجدار الخلوي للبكتيريا أو الفيروس وعند دخول الملايين منها داخل الغشاء الهلامي للبكتيريا فإنها تنجذب كيميائياً إلى بعضها البعض وتجمع بعضها على شكل أنابيب طويلة أو دبابيس كثيرة تقوم بثقب الغشاء الخلوي وتعمل المجموعات الأخرى على توسيع الثقب في جدار الخلية البكتيرية حتى تموت خلال بضع دقائق نتيجة لتشتيت الجهد الكهربائي الخارجي لغشائها، ومن ثم تدميرها خلال دقائق ولا تستطيع معها تكييف جهازها المناعي[1].

(1) West JL, Halas NJ. Applications of nanotechnology to biotechnology. Curr Opin Biotechnol 2000;11(2):215–7.[Medline].

www.ibtesama.com Exclusive

٢. مواد التعقيم والتطهير الطبي:

نجحت شركة Maeda Kougyou اليابانية باستخدام تقنية النانو ومادة التيتانيوم في إنتاج سائل شفاف عديم اللون والرائحة من أكسيد التيتانيوم(MVX) له مواصفات خاصة أمكن استخدامها في أعمال التعقيم، والقضاء على البكتريا، ومقاومة الروائح ،وكذلك عدم تراكم الأتربة على الأسطح المدهونة بهذه المادة؛ وذلك عن طريق التفاعلات الضوئية الناتجة عن تعرض هذه المادة إلى أقل كمية من الضوء ،بإنتاج ال (– O) وال (– OH) واللذان يحملان الإشارة السالبة التي تقتل البكتريا، و إزالة الروائح ، والمواد العضوية العالقة بالأسطح لمدة تصل إلى خمس سنوات بنفس الكفاءة[1]. وقد استخدم MVX في كبرى مستشفيات العالم لتعقيم غرف العمليات وغرف المرضى، وقد عالج العديد من حالات تلوث المستشفيات والأماكن المصابة بالجراثيم والأمراض المعدية.

وأجرت بعض الشركات العديد من الأبحاث العلمية المثيرة على الحبيبات النانوية لفلز الفضة لمعرفة مدى إمكانية توظيفه في مجال مقاومة العدوى وقتل الأنواع المختلفة من البكتيريا الضارة والفيروسات . وقد أشارت النتائج إلى أن الحبيبات البلورية لفلز الفضة لها قدرة مدهشة على قتل أنواع متعددة من البكتيريا الضارة والفيروسات والجراثيم . وذلك يرجع إلى تصغير تلك الحبيبات إلى أقطار تقل عن ١ نانومترات يعمل على زيادة كبيرة في مسحة السطح للحبيبات .

٣. آلات نانوية تصنع الدواء داخل جسمك:

في سبق علمي جديد تمكن فريق من الباحثين الدوليين من تطوير آلات نانوية قادرة على تصنيع مركبات دوائية داخل جسم الإنسان. حيث تمكن العلماء من تصنيع كبسولة نانوية دقيقة ذات قدرة على الاستجابة لمؤثر خارجي من أجل بدء تصنيع جزيئات دوائية بروتينية داخلها بطريقة تحاكي الطريقة التي يتم تصنيع تلك البروتينات بها داخل الكائنات الحية. ويعد هذا السبق ثورة جديدة من شأنها إحداث طفرة تمكننا من تصنيع الدواء داخل جسم الإنسان شكل (١١).

تمكن العالم الأمريكي "دانييل أندرسون" وفريقه البحثي من معهد ماساتشوستس للتقنية الأمريكي وجامعة بريتيش كولومبيا الكندية من تصنيع تلك الآلات النانوية المتطورة وقد قاموا بنشر النتائج التي توصلوا إليها في دورية " Nano Letters". هذه الآلات النانوية عبارة عن كبسولات مفرغة مصنوعة من مواد دهنية

(1) California Molecular Electronics Corporation (CALMEC). Available at: «http://www .calmec.com/». Accessed Sep: 26, 2000.

www.ibtesama.com Exclusive

يقدر حجمها بحوالي ١٧٠ نانومتر. وتحتوي تلك الكبسولة النانوية على آلية تقوم بتصنيع جزيئات من البروتين ذات خصائص دوائية تشبه آلية تصنيعها داخل جسم الإنسان. تتكون تلك الآلية من أجزاء من الحمض النووي المحبوسة داخل قفص من مادة تتحلل ضوئياً ، بالإضافة إلى بعض الإنزيمات ، والأحماض الأمينية ، وأجسام الريبوسوم.

تعمل تلك الآلية كاستجابة لمؤثر خارجي عبارة عن شعاع ليزر فوق بنفسجي يقوم بتحليل القفص الذي يحبس أجزاء الحمض النووي ليتم تحريرها داخل الكبسولة، وعندئذ يتم نسخ ذلك الحمض النووي الدي أوكسي ريبوزي بواسطة إنزيمات النسخ إلى حمض نووي ريبوزي يتم ترجمته عبر الريبوسوم وبمساعدة إنزيمات أخرى إلى البروتين الدوائي المطلوب.

توفر تلك الآلات النانوية العديد من الفرص الجديدة في عالم الدواء. فهي ستمكننا من الاستغناء عن توصيل الدواء إلى الجسم عبر الفم أو بالطرق الأخرى ، حيث أن الدواء سيتم تصنيعه داخل الجسم عبر تلك المصانع النانوية ..!! بالإضافة إلى هذا سيتمكن الأطباء من التحكم في إطلاق الدواء وقت الحاجة فقط عبر التأثير بمؤثر خارجي أو داخلي تستجيب له تلك الآلات النانوية لتقوم بتنفيذ الأوامر المبرمجة على أدائها وإنتاج الدواء المطلوب.

كما تمكننا تلك الآلات من توصيل الدواء بشكل ذكي إلى الجزء المريض فقط من الجسم وعلى مستوى خلوي ، دون الحاجة إلى توسيع نطاق تأثير المركبات الدوائية على الجسم والإضرار بمناطق سليمة ؛ أي أن الدواء لن تكون له أي آثار جانبية تذكر.

إن دواء بهذه المواصفات هو غاية الأطباء والصيادلة في إيجاد دواء أكثر ذكاء يتلافى العيوب الموجودة في الأدوية المستخدمة في عصرنا هذا. وعلى الرغم من أن أمام تلك الآلات النانوية عدة سنوات تقصر أو تطول قبل أن تكون متاحة للاستخدام ، فإن هذا المفهوم الدوائي الجديد هو شرارة البدء لثورة من نوع آخر .. ثورة علمية دوائية للقضاء على الأمراض ولصحة أفضل لبني البشر[1].

(1) Nano Letters Journal - http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nl2036047.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الثالث

تطبيقات تقنية النانو في التشخيص الطبي

يساهم التشخيص الطبي في الاكتشاف المبكر للمرض ، مما يجعل عملية العلاج أكثر نجاحاً وأقل تكلفة ، كما أنه يريح المريض نفسياً من متابعة العلاج لفترة طويلة. والآمال معقودة على دور تقنية النانو في تطور عملية التشخيص وقدرة الأطباء على معرفة أسباب الأمراض وطرق حدوثها مبكراً ؛ وهو ما سينعكس بصورة إيجابية على حياة الإنسان وتقدم المجتمعات.

يتم في التطبيقات الطبية لتقنية النانو تحضير الجسيمات متناهية الصغر ، والأجهزة المعتمدة عليها ؛ بحيث تتخاطب وتتفاعل مع الأنسجة والخلايا الحية على المستوى الجزيئي وليس على مستوى الخلايا بدقة عالية وتحكم وظيفي ، مما يساعد في دفع عجلة التطور في تقنيات الأنظمة الحيوية ، وتصبح الاختبارات الحيوية لقياس وجود أو نشاط المواد المختبرة أسرع و أكثر دقة[1].

ويمكن دمج جزيئات النانو المغناطيسية مع الأجسام المضادة المناسبة واستخدامها كعلامات على وجود جزيئات محددة أو ميكروبات ، وبالمثل استخدام جزيئات الذهب المدمجة مع مقاطع صغيرة من الحمض النووي للتعرف على تسلسل الجينات في عينة ما. هناك أيضاً تقنية ثقوب النانو لتحليل الحمض النووي ، والتي تحول تسلسل وحداته مباشرة إلى إشارة كهربائية.

وفي خطوة جريئة تبشر بتطوير طرق حديثة لتشخيص العديد من الأمراض مثل الكبد والقلب والسرطان، مما يمهد للكشف عن إيجاد علاج مناسب يوقف انتشارها، أظهرت دراسة أمريكية حديثة أجريت علي الحيوانات، أن استخدام "النانو تيوب" أو الأنابيب الفائقة الدقة الكربونية في الأنسجة الحية، ليس له آثار سلبية مباشرة علي صحة الفرد.

وتتميز تلك الأنابيب الفائقة الدقة بخصائصها الكيميائية والضوئية الفريدة، فباستطاعتها أن تشع موجات ضوئية بطول موجي محدد، لذا فهي تجتذب اهتمام الكثير من الباحثين في مجال الطب الحيوي، حيث يتوقع أن تساهم في تحقيق إنجازات مميزة في المجالين التشخيصي والعلاجي.

(1) Dynan.W, ETALL :Understanding & reengineering nucleoprotein machines to care human disease. J. nanomedecine. Feb.vol 2008:3-no:1.

www.ibtesama.com Exclusive

ويتكون هذا النوع من الأنابيب الفائقة الدقة أو ما يسمي Nanotube من مادة الكربون النقية، وهي تأخذ شكل أسطوانات مفرغة يصل قطر الواحد منها إلي واحد نانوميتر، أي واحد من مليون جزء من المليمتر، وهو ما يعادل عرض جديلة واحدة من جدائل الحمض النووي DNA.

وكان فريق ضم باحثين من جامعة رايس ومركز آي. دي. أندرسون للسرطان التابع لجامعة تكساس الأمريكية، أجري دراسة بهدف رصد تأثير استخدام أنابيب Nanotube الكربونية، علي أجسام الكائنات الحية، حيث تضمنت تجارب تعد الأولي من نوعها، والتي تتبع الباحثون من خلالها مسار تلك الأنابيب المجهرية في أجسام الحيوانات، من خلال فحص نسيج العضو الذي يتوقع أن تستقر فيه.

وبالبحث تبين أن الأنابيب قد استقرت في النسيج الكبدي بعد ساعة من حقن الحيوان بها، كما تبين أن بعض تلك الأنابيب قد ترسب في أجزاء من النسيج الكلوي، وهو ما توقعه الباحثون حيث يعتبر هذان العضوان مصفاة للدم.

ويمكن تلخيص التقدم في التشخيص الطبي الذي ستساهم فيه تقنية النانو في عدة محاور ، منها:

* أجهزة التشخيص (Diagnostic Instruments):

يمكن لأجهزة التشخيص أن تستفيد من التقدم في تطبيقات النانو في مجال الإلكترونات ، ومعالجة الإشارات ، و أجهزة الحاسب لتحليل البيانات ، مما يساهم في سرعة أدائها ودقة تشخيصها، واكتشافها للمرض بصورة مبكرة.

وتشمل أجهزة التشخيص ما يلي:

أ. تقنيات التصوير (Imaging Techniques):

يعد التصوير الطبي بتقنياته المتعددة من المجالات التي ستساهم فيها تقنية النانو، حيث يتوقع أن تدفع عجلة التطور فيها من حيث كفاءة أدائها وسرعة عملها وزيادة سبل الأمان فيها، ذلك بسبب دخول تقنية النانو في صناعة الشرائح الإلكترونية، ودوائر التوصيل الكهربائي ومعالجات البيانات المستخدمة في تلك الأجهزة شكل (١٢).

وتشمل تقنيات التصوير أجهزة مختلفة لها أسسها الفيزيائية والهندسية، واستخداماتها الخاصة بها في التشخيص ومن تلك الأجهزة ما يلي:

www.ibtesama.com Exclusive

١ . التصوير بالرنين المغناطيسي:

وهو من أهم الاستخدامات الرئيسة التي يمكن تطويرها بتقنية النانو؛ حيث تساعد تلك التكنولوجيا في زيادة كفاءة الصور ثنائية وثلاثية الأبعاد، ويصبح التباين بين الأنسجة الطبيعية وغير الطبيعية واضحاً في مراحله الأولى، وسيكون لدى الطبيب معلومات وافية عن حالة المريض وأعراض المرض من دون الحاجة إلى التدخل الجراحي، ومن أهم المجالات التي يمكن أن تستفيد من هذه التكنولوجيا تشخيص أمراض الدماغ والمفاصل والظهر والأعصاب.

يتميز جهاز التصوير بالرنين المغناطيسي بقدرته العالية على تصوير الأنسجة اللينة والتعرف على أنواع الأورام عن طريق عوامل مختلفة تؤثر في الإشارة المستقبلة من النسيج،حيث تتأثر قيم هذه العوامل بالوضع التركيبي والفسيولوجي في الأنسجة الطبيعية عنها في حالة تكون الأورام،إلا أن التمييز بين قيم العوامل في الأنسجة الطبيعية في حالة المرض خاصة في مراحله الأولية يشكل تحدياً كبيراً، وهنا يأتي دور جسيمات النانو عملياً في الارتباط بمنطقة الورم عند إدخالها الجسم مع القدرة على التحكم في سيرها ، والتأكد من وصولها إلى منطقة النسيج المتوقع انتشار المرض فيه ، ومن ثم تأثيرها على قيم العوامل المقاسة بالجهاز، مما يسهل تحديد منطقة الورم وحجمه ومدى انتشاره عند الحصول على الصور التشخيصية من الجهاز.

٢ . التصوير بالأشعة السينية:

يمكن الاستفادة من تقنية النانو في هذا النوع من التصوير في تطوير تشخيص أمراض العظام والثدي والصدر و إصابات الحوادث.

٣ . التصوير بالموجات فوق الصوتية:

يستخدم التصوير بالموجات فوق السمعية في تشخيص أمراض القلب ومتابعة نمو الجنين ولذلك فإن تقنية النانو سوف تطور هذا النوع من التشخيص.

إن دراسة خلايا الجسم يكون صعباً، ومن هنا يلجأ العلماء إلى تلوينها، وهناك مشكلة أخرى ألا وهي أن الخلايا التي تصدر أمواجاً ضوئية مختلفة في الطول لا تعمل بشكل واحد أو بكيفية واحدة على الدوام ، الأمر الذي يجعل عمليات التصوير الطبي تواجه مشاكل على صعيد التشخيص الصحيح، وقد تمكن العلماء من حل هذه المشكلة باستخدام بعض جزئيات النانو التي تبدي ردود فعل مختلفة إزاء الترددات الموجية المختلفة الناشئة بطبيعة الحال عن اختلاف طول الموجة، وهو ما سيمكن الباحثين

www.ibtesama.com Exclusive

والأطباء من تعقب أي حركة تحدث في النسيج الحي داخل جسم الإنسان، وفي مستطاع الأطباء هنا التعرف بدقة على حركة الدواء داخل النسيج المريض[1].

ب. الجسيمات متناهية الصغر (Nanoparticles):

وهي مواد نانوية لها خواص فيزيائية وهندسية متميزة، يمكن الاستفادة منها في تشخيص الأمراض، كمواد متباينة (Contrast agents) ؛ بحيث ترفع درجة التباين بين الأنسجة ذات التركيب المختلف، وبالتالي يمكن تمييز التغيرات التركيبية والفسيولوجية باستخدام تقنيات التصوير المتعددة أو كمواد يمكن تتبعها Trace elements أو كمواد مميزة (Tagging and Labeling agents) للجزيئات الحيوية مثل البروتينات والإنزيمات، بحيث يسهل تتبع حركتها ودخولها إلى الخلايا وتفاعلها مع الجزيئات الأخرى، أو كمواد ملتصقة بمكان المرض بحيث يتم اكتشاف مكان المرض بدقة عالية، ومن ثم تحديده كهدف للعلاج[2].

ويمكن إنتاج هذه المواد وبخصائص متباينة بتغيرات بسيطة على سطحها لتهيئتها لأن تؤدي وظائف مختلفة تساعد في التشخيص الأولي المبكر. وتوصف هذه الجسيمات بأنها متعددة الوظائف، فالجسم يعمل مثل الكبسولة يحمل بداخله مادة متباينة ذات طبيعة خاصة يمكن تتبعها باستخدام تقنيات التصوير الطبي. كما يعمل أيضا كناقل للدواء يتم التحكم في الوقت والمكان المناسب لإطلاقه عن طريق الديناميكا الضوئية بحيث يكون المركب حساساً للضوء (أو لشعاع الليزر) عند تسليطه عليه، كما يحمل على سطحه مركبات حيوية لها القدرة على الارتباط الاختياري بالخلايا، بهذه الوظائف المختلفة ، يوفر الجسيم قدرة عالية على استهداف الأورام وتتبع علاجها ويقلل من تأثير الدواء على الأنسجة السليمة المجاورة للورم[3].

ج. الاختبارات الحيوية (Biochemical tests):

تستخدم الاختبارات الحيوية لتحديد وجود المرض ومسبباته ، وهي من الأساسيات المهمة في تحديد التغيرات الفسيولوجية الوراثية المصاحبة للأمراض المختلفة ، ويعوَّل عليها في اكتشاف الأمراض وتشخيصها في وقت مبكر ، وبربط الجزيئات الحيوية بجسيمات نانوية تصبح الاختبارات أكثر حساسية لأي تغير حيوي ،

(1) Drexler KE, Peterson C, Pergamit G. Unbounding the future: The nanotechnology revolution. New York: William Morrow/Quill Books. 2009.

(2) Drexler KE .Molecular engineering: an approach to the development of general capabilities for molecular manipulation. Proc Natl Acad Sci USA 1981;78(9):5275–8. Available at:http://www. imm .org/PNAS.html.

(3) Drexler KE, Peterson C, Pergamit G. Unbounding the future: The nanotechnology revolution. New York: William Morrow/Quill Books. 2009.

www.ibtesama.com Exclusive

وأكثر دقة في اكتشاف مسببات الأمراض وبشكل سريع ، كما يتوقع أن تظهر اختبارات جديدة معتمدة على الخواص المميزة للأنظمة والجسيمات متناهية الصغر ، ويتوقع أن تعتمد هذه الاختبارات على حجم عينة أقل مما هو مستخدم اليوم في المستشفيات والمعامل الحيوية.

إن طريقة جديدة لتشخيص تسمم الدم تعتمد على بطاقة في حجم بطاقة الائتمان بإمكانها أن تعطي نتائج لتحليل الدم في ساعة، ويعتمد هذا النظام على جسيمات النانو التي تتحرك أوتوماتيكياً عن طريق قوى مغناطيسية.

فبالرغم من أن تسمم الدم يعد الثالث من الأمراض المميتة في ألمانيا، إلا أنه يستهان به ، ففي هذه الدولة يموت سنوياً حوالي ٦٠,٠٠٠ شخص معظمهم من تعفن الدم، وهذه النسبة توازي تقريبا نسبة الموتى من النوبات القلبية. فقد أوضحت رابطة خبراء مرض تعفن الدم The Sepsis Nexus of Expertise أن المرضى الذين يصلون إلى غرفة العناية المركزة نسبة النجاة لديهم من هذا المرض تصل إلى ٥٠٪ فقط، وأن أحد أسباب ارتفاع معدل الوفيات من هذا المرض هو أن المرضى لا يعالجون بالشكل الصحيح و ذلك بسبب التأخر في تشخيص المرض، و ذلك لأن كلاً من الطبيب والمريض عليهم الانتظار لأكثر من ٤٨ ساعة للحصول على النتائج من المختبر.

أما في المستقبل، فهناك طريقة محمولة لتشخيص المرض، سريعة وأقل تكلفة، حيث يمكن تشخيص المرض حتى أثناء نقل المريض إلى المستشفى، و هذه الطريقة أطلق عليها MinoLab، وهي عبارة عن بطاقة بلاستيكية، حجمها حجم بطاقة ائتمان، يتم إدخالها في وحدة التحليل، والتي هي أصغر من دفتر الملاحظات. وهذا النظام يحقق نتائج سريعة في أقل من ساعة مما يمكّن الطبيب المعالج من وصف العلاج، وإنقاذ حياة المريض. وتعتمد هذه الطريقة على جسيمات ممغنطة تدخل إلى الخلايا المصابة في عينة الدم، وتسير بشكل أوتوماتيكي عن طريق تعرضها لقوى مغناطيسية، وفي نهاية العملية ، فإن التشخيص يتمك بواسطة مجسّات مغناطيسية[1].

الدكتور ديريك كوهليمير Dr. Dirk Kuhlmeier ،عالم في معهد فراونهوفر لعلاج الخلية وعلم المناعة، فسّر كيف يتم كل ذلك قائلاً:" بعد أن يتم أخذ عينة الدم، فإن جسيمات نانوية تربط نفسها بالخلية المستهدفة في عينة الدم من خلال جزيئات

١) إنقاذ الأرواح باختبار لمرض تعفن الدم: أمل باسم ، مركز الترجمة العلمي http://physicsworld.com/cws/article.

www.ibtesama.com Exclusive

ربط نوعية، ثم نقوم بتعريضها لمجال مغناطيسي بسيط مما يؤدي إلى نقل الجسيمات إلى البطاقة البلاستيكية على طول مسببا المرض وتحركها من خلال تفاعلات دقيقة مختلفة خلال الثغرات الموجودة، حيث تتم سلسلة من تفاعلات البلمرة. وهذه الطريقة تقوم بنسخ جزيئات DNA ملايين المرات. بعد عملية النسخ فإن جسيمات النانو تنقل مسببات المرض في DNA إلى ثغرات الكشف حيث يوجد نوع جديد من الرقائق الحيوية الممغنطة بإمكانها التعرف على مسببات المرض ومقاومات المضادات الحيوية". وأضاف:" تبدأ جميع التفاعلات من عملية تحضير العينة مروراً بعزل الجزيئات إلى عملية التوثيق بشكل أوتوماتيكي تام دون أي تدخل".

وهذا يعين أن عملية روتينية تتم بشكل أبسط بكثير من التحليل المختبري، وكذلك تقلل من خطر التلوث البكتيري الناجم عن البيئة، والتي قد تعطي إنذارات خاطئة. وهناك ميزة أخرى كما أوضح دكتور ديريك كوهليمير:" لم توفر هذه الطريقة الوقت فحسب، بعملية اتحاد جسيمات النانو مع السائل الدقيق micro-fluid. فالتصغير Miniaturization يعين أيضا أن نوفر على أنفسنا أجهزة مختبرية باهظة الثمن"[1].

د. متابعة المرض:

ستساهم التقنيات الحديثة المعتمدة على النانو في تحليل العينات في وقت قصير وبحجم أقل ، مما يمكن الطبيب من اتخاذ قراره في الوقت المناسب ، وستوفر تقنيات التصوير المرتبطة بالجسيمات متناهية الصغر الفرصة لمتابعة تطور المرض (Monitoring) ، ومراحل علاجه ، كما هو الحال في علاج مرض السرطان بأنواعه المختلفة ، حيث أظهرت بعض نتائج الدراسات الأولية في هذا الخصوص أهمية استخدام الجسيمات متناهية الصغر في توصيل الدواء إلى الأورام السرطانية ، مع توفر القدرة في الوقت نفسه على متابعة قتل الخلايا السرطانية وانكماش الورم بدون تدخل جراحي من قبل الفريق الطبي.

هـ- مغانيط نانوية لتنقية الدم:

يعمل الباحثون في مدينة زيوريخ بسويسرا على تطوير مغانيط نانوية شكل (١٣)، يمكنها أن تقوم في يوم من الأيام بسحب المواد الضارة من الدم. وقد تستخدم هذه

(١) إنقاذ الأرواح باختبار لمرض تعفن الدم: أمل باسم ، المرجع السابق.

www.ibtesama.com Exclusive

التقنية لعلاج الأشخاص الذين يعانون التسمم الدوائي، والتهابات مجرى الدم، وبعض أنواع السرطان[1].

يتكون المشروع من جسيمات نانوية ممغنطة مغلفة بالكربون ومرصعة بأجسام مضادة للجزيئات التي يرغب الباحثون في تطهير الدم منها، مثل البروتينات الالتهابية كالـ «إنترلوكن»، أو المعادن الضارة كالرصاص؛ حيث يستطيع الباحثون من خلال إضافة المغانيط النانوية للدم، ثم تمرير الدم في جهاز غسيل الكلى أو أي جهاز آخر مشابه، تصفية المركبات غير المرغوب فيها.

وتقول إنجي هيرمان، وهي المهندسة الكيميائية التي تترأس فريق البحث في جامعة زيوريخ موضحة: «إن المغانيط النانوية تقوم بالتقاط المواد المستهدفة، ثم يقوم حاجز مغناطيسي بتجميع المغانيط النانوية المحملة بالسموم في خزان مباشرة قبل أن يعاد تدويرها، ويبقيها منفصلة عن الدم الذي تجرى إعادة تدويره».

وطبقا لدراسة نُشرت في مجلة «أمراض وغسيل وزرع الكلى» في فبراير ٢٠١١م، فقد تمكن الباحثون من إزالة ٧٥٪ من «ديجوكسين»، وهو دواء للقلب يمكن أن يكون قاتلا إذا تم تعاطيه بجرعات كبيرة مرة واحدة باستخدام جهاز لترشيح الدم؛ حيث قامت المغانيط النانوية بإزالة ٩٠٪ من الـ«ديجوكسين»، بعد انتهاء عملية التطهير، التي استغرقت ساعة ونصف الساعة.

وفي الاجتماع السنوي للجمعية الأميركية لأطباء التخدير، الذي عقد في أكتوبر ٢٠١١م، قدمت هرمان بيانات تظهر أن المغانيط النانوية قد تم تقبلها جزئيا من قبل الوحيدات والبلاعم، وهما نوعان من الخلايا المناعية؛ حيث يعتبر هذا دليلا مهما، من حيث المبدأ، لأي تطبيق محتمل لهذه التقنية في المستقبل في محاربة الالتهابات الخطيرة.

ويقول جون دوبسون، وهو مهندس طب حيوي في جامعة فلوريدا: إن إزالة السموم تعد أحد تطبيقات تقنية النانو (المثيرة للاهتمام حقاً)؛ حيث قامت مجموعته باستخدام الجسيمات النانوية المغناطيسية كنوع من أجهزة التحكم عن بعد لمعالجة النشاط الخلوي، مثل تمايز الخلايا الجذعية «عند استخدام المواد الكيميائية يكون من الصعب إيقاف العملية بعد أن تبدأ، لكن التقنية المغناطيسية تمكننا من تشغيل وإيقاف العملية كيفما نرغب».

(١) مغانيط نانوية.. للقضاء على الأمراض في جسم الإنسان، جريدة الشرق الأوسط، الجمعة ١٨ صفر ١٤٣٣ هـ ١٣ يناير ٢٠١٢م، العدد ١٢٠٩٩.

www.ibtesama.com Exclusive

ويقول تومسون ميفورد، وهو خبير في تقنية النانو في جامعة كليمسون: إن هذا النهج الجديد يعتبر نهجا واعدا؛ حيث إنه يلاحظ أن جسم الإنسان يعتبر بيئة عالية التأكسد، مما يضعف الخواص المغناطيسية لمادة الجسيمات الممغنطة، نتيجة لأكسدة الحديد، لكن فكرة طلاء المغانيط النانوية بالكربون، التي ابتكرها مجموعة الباحثين السويسريين، ربما كانت هي الحل الأمثل لمنع حدوث هذا التآكل، لكنه يقول، على الرغم من ذلك: إنه لم يتم التحقق بعد من مدى جدوى هذه الطريقة؛ حيث «يتمثل التحدي الحقيقي لهذه الطريقة الجديدة في التأكد من عدم إعاقة المغانيط النانوية للدورة الدموية، وعدم قيام الجهاز المناعي بمهاجمتها، وعدم تجمعها معا في كتلة واحدة»[1].

و- الأذن النانوية لسماع الفيروسات والبكتيريا:

الأذن النانوية - من اختراع د.جوشين فيلدمان Dr. Jochen Feldmann وزملائه من جامعة "لودفيش ماكسيميليان" في ميونيخ - عبارة عن جسيمات مجهرية "ميكروسكوبية" من الذهب لا يزيد قطرها عن ٦٠ نانومتر المسلط عليه شعاع الليزر، وهذه الأذن لها القدرة على سماع الأشياء الأكثر خفوتا مليون مرة أكثر مما نسمعه نحن بالأذن العادية ، ويعد هذا الاختراع بمثابة خطوة فعالة لفتح مجال جديد في الدراسات المجهرية الصوتية (Acoustic Microscopy) حيث يمكن دراسة الكائنات الحية باستخدام الأصوات التي تنبعث منها.

يتم الإدراك لهذه الموجات الصوتية عندما ينضغط الهواء من قبل موجات التضاغطات ، فتسافر هذه الموجات الصوتية للأمام والخلف محل الجزيئات التي تمر بها، وستقوم بتحديد الصوت وذلك لتقيس هذه الحركة ذهابا وإيابا ، وقد تم تطوير (Nano-microphone) بعد الأذن النانوية والتي تسمح للعلماء من الاقتراب أكثر من الكائنات المجهرية.

وهذه التقنية تمكنا من التعرف أكثر حول تغييرات التي تحدث في الخلايا والتي تؤدي لحدوث الأمراض، فمثلا على سبيل المثال كرات الدم الحمراء، تصبح أقل اهتزازا عندما تصاب بطفيليات الملاريا.

وتستطيع تلك الأذن النانوية استشعار الأصوات حتى سالب (-) ٦٠ ديسيبل، وبالتالي يعد أكثر الأجهزة حساسية للصوت والتي تقدر على كشف الموجات الصوتية

(١) مغانيط نانوية.. للقضاء على الأمراض في جسم الإنسان، جريدة الشرق الأوسط ، المرجع السابق نفسه.

www.ibtesama.com Exclusive

عن أي جهاز آخر. كما يمكن ترتيب هذه الأذن في نسق ثلاثي الأبعاد لتستوعب الاستماع للميكروبات كالفيروسات والبكتيريا[1].

ولعل من أهم مزايا تلك الأذن النانوية :

- القدرة على استشعار حركة وتأثير الكائنات الدقيقة "البكتريا والفيروسات".
- إمكانية التعرف حول التغييرات التي تطرق على الخلايا المصابة بالأمراض.
- تستطيع الأذن النانوية سماع الأصوات حتى سالب (-) ٦٠ ديسيبل.

FARES_MASRY
www.ibtesama.com
منتديات مجلة الإبتسامة

(1) www.dr-saud-a.com/vb/showthread.php?52676.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الرابع

تطبيقات النانو في تشخيص وعلاج السرطان

إن قدرة تقنية النانو على تشخيص الأورام السرطانية ، هي من بين الأحلام التي راودت مخيلة الباحثين لسنين عديدة. وباستخدام تقنية النانو أصبح بالإمكان الحصول على صور متطورة من الناحية الطبية لأورام والخلايا السرطانية ، وأحجام هذه الصور تساعد الأطباء والباحثين في الحصول على معلومات دقيقة حول هذه الأورام ، حيث أظهرت آخر البحوث أن العلماء قد توصلوا إلى طريقة نانوية جديدة يمكن بواسطتها تصوير الأورام السرطانية داخل الجسم ، وتحديدها بدقة ، ومن ثم القيام بالعلاج بشكل مباشر للتخلص من هذه الأورام السرطانية[1].

أولاً: التشخيص المبكر للسرطان وعلاجه:

يعد مرض السرطان من أشد الأمراض فتكا بالبشر إذ يشكل حوالي ١٣٪ من حالات الوفيات على مستوى العالم. وعلى ما يبذله الباحثون من جهد للحد من انتشاره والقضاء عليه، فإنه ما يزال سبباً من الأسباب الرئيسية للوفاة بحسب إحصائيات منظمة الصحة العالمية. وتتم معالجة المرضى المصابين بالسرطان بالتدخل الجراحي، والعلاج الكيماوي، والعلاج الإشعاعي[2].

وفي كثير من الحالات يكون اكتشاف السرطان قد تم في وقت متأخر، مما يعجل بانتشاره في أعضاء الجسم، ويقلل من فرص نجاح علاجه، ولهذا فإن التطور في تشخيص مرض السرطان سوف يساهم في اكتشافه مبكراً، و إمكانية استئصاله وعلاجه قبل أن يستفحل الأشكال (١٤-٢٠) ، وقد نُشرت حديثاً عدة أبحاث تبين مساهمة تقنية النانو في دفع عجلة التطور في التشخيص الطبي خاصة في مرض السرطان ، إلا أنه ينبغي التأكيد على أن هذه الأبحاث في مراحلها الأولى من إجراء التجارب على الحيوانات ، ومن هذه الأبحاث ما يلي:

* قام باحثون بمركز أبحاث السرطان في جامعة ميتشيجن في الولايات المتحدة بإجراء تجارب على فئران مصابة بسرطان في الدماغ ، وذلك بحقنها بدواء ومادة متباينة داخل جسيمات متناهية الصغر، بحيث يتم التحكم في وصول الدواء وتتبع حركته عن طريق جهاز التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI)، والتأكد أن الدواء يؤثر

1) Nie, Shuming, Yun Xing, Gloria J. Kim, and Jonathan W. Simmons (2007). "Nanotechnology Applications in Cancer". Annual Review of Biomedical Engineering 9. doi:10.1146/annurev.bioeng.9.060906.152025. PMID 17439359.

2) Schuster, M., Nechansky, A., & Kircheis, R. (2006). Cancer immunotherapy. Biotechnol J, 1(2), 138-147.

www.ibtesama.com Exclusive

على الخلايا السرطانية دون السليمة ، وبهذه الطريقة جمع الباحثون بين التشخيص (تحديد مكان الورم ومتابعة تقلصه واضمحلاله) وبين العلاج (إيصال الدواء إلى مكان الورم ، والتحكم في جرعاته واستهدافه ، من دون التأثير على الأنسجة الطبيعية)، وقد أظهرت النتائج الأولية أن حيوانات التجارب استجابت للعلاج بشكل أكبر عند استخدام الجسيمات النانوية، كما كان بالإمكان تتبع مسارها وتشخيص حالة الورم السرطاني بشكل أدق[1].

* قام باحثون في جامعة نبراسكا في الولايات المتحدة الأمريكية باستخدام جسيمات متناهية الصغر من أكسيد الحديد تتميز بخواص مغناطيسية للمساهمة في اكتشاف الأورام السرطانية، وذلك عن طريق استخدامها كمادة متباينة مع التصوير بالرنين المغناطيسي، حيث ساهمت الخصائص المغناطيسية الجديدة للجسيمات متناهية الصغر في اكتشاف الورم وتوصيل الدواء لمعالجته[2].

* أوضح باحثون من الولايات المتحدة الأمريكية وهولندا أنه يمكن اكتشاف عقد ليمفاوية صغيرة الحجم في مرضى سرطان البروستاتا لم يكن بالإمكان اكتشافها سابقاً، وذلك باستخدام جسيمات متناهية الصغر مع التصوير بالرنين المغناطيسي.

* استطاع العلماء تطوير جهاز فريد من نوعه يجمع بين تقنيات الفحص بأشعة الليزر والموجات الصوتية في آن واحد، للكشف عن الأورام الصغيرة في الثدي خلال بضع دقائق، وتحديد نوعها إذا كانت خبيثة أو حميدة.

ويعتمد هذا الجهاز على توجيهه لموجة محددة بأشعة الليزر للكشف عن تجانس الأنسجة ورصد الأورام التي لا يتعدى حجمها حجم رأس عود الكبريت، فيما تسمح الأشعة بموجات ذات ترددات أخرى بتحديد درجة خطورة الورم.

ومن خلال الدراسة التي أجريت علي الجهاز بمستشفي سان كارلو بوروميو في مدينة ميلان، اتضح أن الجهاز يستطيع التنبؤ بـ٩٣٪ من أورام البروستاتا، أما عن التجربة الأخرى والتي أجريت علي ٢٠٠ امرأة بالمعهد الأوروبي للأورام بميلان، فقد أظهرت أن الجهاز نجح بدقة في تحديد سرطان الثدي في ٦٦٪ من الحالات.

(1) Roco MC. National nanotechnology initiative. Available at:http:// www . nano . gov/.Accessed Sept. 26, 2000.

(2) Merkle RC. The molecular repair of the brain .Available at:http://www. merkle . com/cryo/techFeas.html "Accessed Sept. 26, 2009.

www.ibtesama.com Exclusive

* استطاعت مجموعة من الباحثين تطوير تقنية لتصوير الخلايا السرطانية، وذلك باستخدام الخصائص الضوئية لمجسمات الفلورة متناهية الصغر Fluorescent (Nanoparticle Probes) ، حيث عرض الباحثون في أبحاث منشورة التصوير الضوئي لخلايا سرطانية مستزرعة من رئة إنسان بوجود جسيمات متناهية الصغر ذات خصائص ضوئية، ويعتقد الباحثون أن ذلك سيساهم في المستقبل في تشخيص حجم الخلايا السرطانية وانتشارها ودراسة خيارات استئصال الورم السرطاني من قبل الفريق الطبي.

* وصف باحثون في دراسة حديثة أن استخدام جسيمات متناهية الصغر ذات خواص معينة (Magnetic nanoswitches)، يساهم في قياس تركيز المواد الكيميائية تحت التحليل، و ستساعد هذه التقنية في قياس تركيز المواد الحيوية في الجسم عند عمل التحاليل لاكتشاف التغيرات الفسيولوجية والتركيبية المصاحبة للأمراض كما هو الحال في قياس مستوى الجلوكوز.

* كما أكد باحثون بجامعة «بنسلفانيا» الأميركية في دراسة أجريت على حيوانات التجارب نجاحهم في التوصل إلى تقنية تعتمد على استخدام فقاعات بحجم النانو (Nano-Bubbles) تحتوي على جزيئات من الدهون يطلق عليها اسم (Ceramide-6) تستهدف خلايا سرطان الكبد بدقة عالية من دون التأثير على الخلايا السليمة، كما يمكنها أيضاً استهداف الأوعية الدموية الدقيقة المغذية للورم مما يؤدي إلى ضمور الورم كلياً أو جزئياً.

وأكد الباحثون عزمهم على تجربة التقنية الجديدة باستخدام الفقاعات النانوية التي أطلقوا عليها اسم «Cerasomes» كبديل للعلاجات الكيميائية شائعة الاستخدام حاليا لمعالجة سرطان الخلايا الكبدية في الإنسان[1].

ومما لاشك فيه أنه كلما كان اكتشاف الخلايا السرطانية سريعاً كلما كانت نسبة الشفاء عالية، وتقنية النانو استطاعت أن تقدم آلية نستطيع من خلالها الكشف المبكر عن الأورام السرطانية، والباحثون من أسبانيا يتحدثون عن طريقة جديدة يستخدمها الأطباء في الكشف عن خلايا السرطان بسرعة وخاصة سرطان الثدي، كما تقول

(١) جريدة الشرق الأوسط ؛ تقنيات حديثة.. في تشخيص وعلاج سرطان الكبد: د. مدحت خليل ،الجمعة ٤ شوال ١٤٣٢ هـ ٢ سبتمبر ٢٠١١ م العدد ١١٩٦٦.

www.ibtesama.com Exclusive

"لورا ليشاغا" مديرة المركز القومي للإلكترونيات الدقيقة بأسبانيا، وقد تم نشر هذه الدراسة في العام ٢٠٠٥م[1].

ثانياً: مكافحة السرطان عن طريق استهداف الجينات المسببة له:

في إطار البحث الدائم عن سبل فعالة لمقاومة وعلاج السرطان بعيداً عن العقاقير الكيميائية،استطاع باحثون في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في باسادينا، تطوير أسلوب جديد عبر توظيف تقنية النانو لتعقب الخلايا السرطانية ويقوم في الوقت نفسه بوقف عمل جين محدد يساهم في نمو تلك الخلايا[2].

فقد طور الباحثون جسيمات نانوية بإمكانها التحرك في دم المريض والوصول إلى الأورام، حيث تطلق علاجاً يوقف عمل جين مهم يساعد على نمو السرطان، واستخدم فريق الباحثين تقنية النانو لتصنيع جسيمات آلية صغيرة جداً من مركب البوليمر الكيميائي مغطاة ببروتين يسمى ترانسفيرين تبحث عن مستقبل أو مدخل جزيئي في أنواع كثيرة مختلفة من الأورام.

وقد نشرت بعض الأبحاث التي أثبتت ارتباط بعض الجينات بزيادة فرص الإصابة بالسرطان، آخرها الدراسة التي كشفت عن وجود تغيرات جينية يسهم حدوثها في رفع مخاطر الإصابة بسرطان الرئة لدى غير المدخنين، فبينما يعد التدخين السبب الأول لسرطان الرئة إذ ترتفع مخاطر إصابة المدخنين بهذا النوع من السرطان بأكثر من ٢٠ مرة مقارنة بغير المدخنين، وفى المقابل فإن ١٥ ٪ من الرجال و ٥٣ ٪ من النساء الذين يصابون بسرطان الرئة هم من غير المدخنين،أي أن ٢٥ ٪ من حالات سرطان الرئة في العالم تظهر لدى غير المدخنين، إلا أن العامل الجيني أيضاً قد يقف وراء الإصابة بهذا النوع من السرطان حتى لدى غير المدخنين، وكانت دراسات عديدة قد أجريت على الخريطة الجينية للإنسان أثبتت حدوث تغييرات جينية يمكن أن يكون لها أثر متوسط على الإصابة بسرطان الرئة، إلا أن أياً من هذه الدراسات لم تخصص لغير المدخنين[3].

---

(١) جريدة الشرق الأوسط جزء من هذه الدراسة في العدد الصادر يوم الخميس ١٤ رجب ١٤٢٦ هـ الموافق ١٨ أغسطس ٢٠٠٥ م، العدد رقم (٩٧٦٠).

(2) Fahy GM. Molecular nanotechnology and its possible pharmaceutical implications. In: Bezold C, Halperin JA, Eng JL ,eds. 2020 visions:Health care information standards and technologies .Rockville, Md.: U.S. Pharmacope a Convention; 1993.

(3) Merkle RC. Nanotechnology and medicine. In :Klatz R, Kovarik FA, Goldman B, eds. Advances in anti-aging medicine. Vol. 1. Larchmont, N.Y.: Mary Ann Liebert; 2009: 277-86. Available at: www. zyvex. com/nanotech nanotech And Medicine.

www.ibtesama.com Exclusive

ثالثاً: نانو الذهب: العلاج الضوء – حراري:

اكتشف العلماء أن الذهب على مستوى النانو يتمتع ببعض الخواص العلاجية وخاصة علاج السرطان، وتشير الدراسات أن جزيئات الذهب في حجم النانو يكون لها القدرة على امتصاص الضوء وتحويله إلى طاقة حرارية، وقد تم الاستفادة من هذه الخاصية في علاج السرطان؛ من خلال حقن الورم بجزيئات نانو الذهب والتي توضع داخل جزيئات خاصة تمكنه من دخول الخلايا السرطانية فقط دون الخلايا السليمة، وبعد ذلك نسلط على الورم كمية معينة من الضوء، فتمتصه جزيئات الذهب وتحوله إلى حرارة، تكون كافية لقتل وتدمير الخلايا السرطانية دون الإضرار بالخلايا السليمة[1].

ويستخدم نانو الذهب كذلك في عملية تشخيص السرطان ، حيث يتغير لونه باختلاف حجم الجزيئات الخاصة به، ومن الملاحظ أن جزيئات الذهب في مستوي النانو يعطي اللون الأحمر ، والجزيئات الأقل حجماً تعطي اللون الأصفر ، بينما الجزيئات الصغيرة جداً تعطي اللون الأخضر. وقد تمكن الباحثون من الاستفادة من هذه الخاصية في عملية التشخيص فعند وضع هذه الجزيئات في محلول به خلايا نجد أن الجزيئات الحمراء تلتصق بسطح الخلية من الخارج ؛ لأن حجمها الكبير يجعلها عاجزة عن المرور إلى داخل الخلية ، أما الجزيئات الصفراء فتعبر الغشاء الخلوي وتبقى في السيتوبلازم ، بينما الجزيئات الخضراء الأصغر حجماً ستدخل أجزاء الخلية ، وبهذا يمكن صبغ الخلية بألوان مختلفة ، وتساعد في عملية التشخيص المعملي[2].

وقد أجرى الباحثون بجامعة رايس بحثاً تحت إشراف البروفيسور "جينيفر ويت" حول استخدام قشور نانوية مقياسها ١٢٠ نانومتر ومطلية بالذهب لقتل الأورام السرطانية بالفئران. ويكون الهدف من استخدام تلك القشور النانوية الارتباط بالخلايا السرطانية من خلال توحيد وربط الأجسام المضادة أو الببتيد بسطح القشرة النانوية. وينتج عن تعريض تلك المنطقة المصابة بالورم السرطاني إلى الأشعة باستخدام أشعة الليزر تحت الحمراء والتي تخترق اللحم بدون تسخينه، تسخين الذهب بدرجةٍ كافيةٍ ليسبب موت الخلايا السرطانية[3].

(1) Shi X, Wang S, Meshinchi S, Van Antwerp ME, Bi X, Lee I, Baker JR Jr. (2007). "Dendrimer-entrapped gold nanoparticles as a platform for cancer-cell targeting and imaging". Small 3 (7): 1245–1252. doi:10.1002/smll.200700054. PMID 17523182.

(2) Loo C, Lin A, Hirsch L, Lee MH, Barton J, Halas N, West J, Drezek R. (2004). "Nanoshell-enabled photonics-based imaging and therapy of cancer". Technol Cancer Res Treat. 3 (1): 33–40. PMID 14750891.

(٣) المرجع السابق .

www.ibtesama.com Exclusive

وفي إطار الجهود المبذولة للبحث عن وسائل حديثة للتشخيص المبكر لسرطان الكبد بأنواعه المختلفة، أكد باحثون بجامعة «براون» الأميركية في دراسة نشرت خلال شهر يونيو (حزيران) الماضي، في مجلة الجمعية الأميركية للكيمياء، نجاحهم في استخدام تقنية جديدة تعتمد على جسيمات الذهب بحجم النانو (النانو هو جزء واحد من المليار) Nano-Gold Particles مغلفة بمواد بوليمرية (Polymers) يمكن حقنها بالجسم لتمكن أجهزة الأشعة المقطعية أو الرنين المغناطيسي من تشخيص أورام الكبد بحجم دقيق جدا يصل إلى ٥ ملليمترات، مقارنة بالتقنيات المستخدمة حاليا والتي تستطيع تشخيص أورام الكبد فقط عندما يزداد حجمها على ٥ سنتيمترات[1].

وحديثاً ، قام Peter J. Sadler وشركاؤه في العمل في جامعتي ويرويك وأدنبرا وكذلك في مستشفى نينويل في دندي ، بتطوير مركب بلاتيني جديد مناسب لهذه الطريقة.

أثبتت مركبات البلاتين على أنها مستحضرات مضادة للأورام السرطانية. ومن أبرز المركبات البلاتينية مركب السيسبلاتين. ولكن أدوية البلاتين لها تأثيرات جانبية. ويأمل Sadler وآخرون أن هذه الآثار الجانبية يمكن أن تقلل باستخدام أدوية التنشيط الضوئي. وللحصول على دواء بآثار جانبية أقل طوروا مركب بلاتيني جديد يحتوي على مجموعتين من Azido (N3)، ومجموعتي هيدروكسيل (OH)، ومركبين بيريدين (Pyridine). في صورته الغير نشطة، فان المركب يظهر الاستقرار المطلوب، حتى في الجزيئات البيولوجية النشطة.

يقول Sadler "نحن نأمل أن مركبات البلاتين المنشطة ضوئيا أن تكون علاج محتمل للسرطان الذي لم يتأثر بالعلاج الكيميائي مع مركبات البلاتين". "الأورام السرطانية التي طورت مقاومة ضد أدوية البلاتين يمكن أن تستجيب لهذه المركبات الجديدة."[2].

رابعاً: نانو طبي للتخلص من السرطان

لقد استطاع علماء من مركز السرطان (ميموريان كيترنج) الأمريكي من التوصل إلى تطوير ذرات مجهرية ذكية تخترق الخلايا السرطانية ، وتقضي عليها من الداخل، واستطاع العلماء بقيادة (ديفيد شينبيرج) من استخدامها في القضاء على

(١) جريدة الشرق الأوسط ؛ تقنيات حديثة.. في تشخيص وعلاج سرطان الكبد: د. مدحت خليل ، العدد ١١٩٦٦، مرجع سابق.

(2) Peter J. Sadler, A Potent Trans-Diimine Platinum Anticancer Complex Photoactivated by Visible Light Angewandte Chemie International Edition, http://dx.doi.org/ ... ie.201003399.

www.ibtesama.com Exclusive

الخلايا السرطانية في فئران المختبرات ، وعمل العلماء على تجهيز ذرات مشعة من مادة (أكتينيوم ٢٢٥) ترتبط بنوع من الأجسام المضادة ، ونجحت هذه الذرات في اختراق الخلايا السرطانية، ومن ثمَّ الفتك بها والقضاء عليها ، واستطاعت الفئران المصابة بالسرطان أن تعيش ٣٠٠ يوم بعد هذا العلاج ، في حين لم تعِش الفئران التي لم تتلقَّ العلاج أكثر من ٤٣ يوماً ، وتوجد في كل (ذرة) خلية (ألفا) ذات عناصر إشعاعية قادرة على إطلاق ثلاثة جزيئات ، وكل جزيء من هذه الجزيئات تطلق ذرة ذات طاقة عالية؛ لذلك فإن وجودها داخل الخلية السرطانية يقلص من احتمال قيام ذرات (ألفا) بقتل الخلايا السليمة. وقد تم تجريب الطريقة على خلايا مستنبَتة مختبرياً من مختلف الأنواع السرطانية التي تصيب الإنسان ، مثل أورام الثدي والبروستاتا، وسوف يتم تجربة الطريقة أولاً في مكافحة سرطان الدم بعد أن تأكد العلماء أن التجارب على الفئران سارت دون ظهور أعراض جانبية.

خامساً: إيصال الدواء بتقنية النانو لعلاج السرطان

تحمل تطبيقات تقنية النانو آمالاً كبيرة لتحسين طرق إيصال الدواء بشكل عام، وعلى وجه الخصوص في حالة أمراض السرطان (Cancer) ، حيث ساهمت هذه التقنية في التمكن من قتل الخلايا السرطانية دون التأثير على الخلايا السليمة المجاورة لها.

من المعلوم أن من التحديات الأساسية في تشخيص وعلاج الأورام السرطانية في الوقت الحالي القدرة على تعيين حدود المنطقة المصابة و إيصال العلاج لها ، ولذا فإن طريقة إيصال العلاج المستهدفة (Targetted Drug Delivery) ستساهم في التغلب على هذه العوائق والتخفيف من الآثار الجانبية الخطيرة للعلاج الكيميائي. وينصب اهتمام الباحثين على حصول الأنسجة من الناحية البيولوجية على الدواء الذي تحتاجه في حالة المرض. والمراد من الحصول البيولوجي ، مقدار تواجد الجزيئات الخاصة من الدواء في الأنسجة المريضة ، وفي أي جزء من هذه الأنسجة يكون الدواء أكثر فاعلية. وتشير الأبحاث القائمة في مجال استخدام تقنيات النانو في طرق إيصال العلاج إلى منطقة الأورام السرطانية سيكون لها دور كبير في التأثير على طرق العلاج القائمة حالياً وتحسينها[1].

(1) Sahoo SK, Labhasetwar V. Nanotech approaches to drug delivery and imaging. Drug Discov Today. 2003; 8 (24):111220.

www.ibtesama.com Exclusive

سادساً: المساعدة في جراحة الأورام السرطانية:

وباستخدام جزيئات النانو كعوامل للتباين (كبديل عن الصبغة) نحصل على صور بالرنين المغناطيسي والأشعة فوق الصوتية ذات تباين وتوزيع أفضل ، بل إن جزيئات النانو المضيئة تستطيع أن تساعد الجراح أثناء العملية الجراحية في التعرف على مكان الورم ، وبالتالي تجعل من عملية استئصاله أمراً أكثر سهولة[1].

هذا بالإضافة إلى اختراع جون كانزيزس لآلة ترددات لاسلكيةٍ والتي تستخدم مزيجاً من الموجات اللاسلكية وجسيمات الكربون أو الذهب النانوية لتدمير الخلايا السرطانية. تتوهج الجسيمات النانوية لسيلينيد الكادميوم Cadmium Selenide (نقاط كمومية Quantum Dots) عندما تتعرض لإضاءة فوق بنفسجية. حيث تتسرب وتسيل إلى داخل الأورام السرطانية عندما يتم حقنها. ومن ثم يستطيع الجراح رؤية الورم المتوهج، ويستخدم ذلك التوهج كمرشدٍ له لإزالة الورم بدقةٍ أكبر[2].

سابعاً: رصد خلايا السرطان واكتشافها بدقة متناهية:

جهاز الكانتيلفير Cantilever هو جهاز دقيق جداً بمقياس النانو، حيث تقارب أبعاده أبعاد كرية الدم البيضاء ، وهو أحد أجهزة النانو المستقبلية ، والتي تستطيع رصد واكتشاف الخلايا المصابة بالسرطان ، وذلك من خلال انحناء نتوءاتها الدقيقة. و أجهزة النانو كانتيلفير يمكن تصميمها هندسياً بشكل خاص يمكنها من الارتباط بالخلايا التي تشير تغيراتها إلى الإصابة بأنواع مختلفة من أمراض السرطان ، وتتميز هذه الأجهزة بقدرتها الفائقة على تشخيص خلايا السرطان في مراحلها المبكرة ، وذلك بدقة تصل إلى حد اكتشاف خلية سرطانية واحدة ، والجدير بالذكر أن هذه الأجهزة ما زالت في مراحل تطويرها الأولى ، وهي من تطبيقات تقنية النانو المتقدمة جداً ، والتي ما زالت في حاجة لمزيد من البحث والدراسة[3].

ثامناً: تقنية النانو تغير الفلسفة العلاجية للسرطان:

جاءت فكرة العلاج المناعي للسرطان على ضوء نظرية نشوء السرطان بفعل الجهاز المناعي (Cancer Immunoediting). تفترض هذه النظرية أن نشوء

---

(١) مجلة الشرق الأوسط ، العدد رقم (٩٧٦٠) ، مرجع سابق.

(2) Shi X, Wang S, Meshinchi S, Van Antwerp ME, Bi X, Lee I, Baker JR Jr. (2007). "Dendrimer-entrapped gold nanoparticles as a platform for cancer-cell targeting and imaging". Small 3 (7): 1245–1252. doi:10.1002/smll.200700054. PMID 17523182.

(3) Zheng G, Patolsky F, Cui Y, Wang WU, Lieber CM. (2005). "Multiplexed electrical detection of cancer markers with nanowire sensor arrays". Nat Biotechnol. 23 (10): 1294–1301. doi:10.1038/nbt1138. PMID 16170313.

www.ibtesama.com Exclusive

السرطان يمر بثلاث مراحل يلعب فيها الجهاز المناعي دورا محوريا يؤدي في النهاية إلى تمكن السرطان من الجسم.

المرحلة الأولى تسمى مرحلة الإبادة (Elimination) ويكون فيها الجهاز المناعي قادرا على أن يتعرف على خلايا السرطان ويميزها من خلايا الجسم الطبيعية فيقوم بالقضاء عليها.

إلا أن السرطان نظرا يبدأ في التكيف مع هذا الهجوم ويحاول أن لا يخسر المعركة أمام الجهاز المناعي، فيغير من خواصه الداخلية بحيث يزيل أسباب تعرف الجهاز المناعي عليه ويساعده في ذلك عدم انضباط أنظمته الجينية، وتبدأ من هنا المرحلة الثانية التي تسمى مرحلة الاتزان (Equilibrium)

والتي قد تمتد لفترة قد تصل أحيانا إلى عشرين سنة يكون فيها السرطان في حالة اتزان أو هدنة مع الجهاز المناعي، وخلال هذه الفترة يقضي الجهاز المناعي على خلايا السرطان إلا تلك الخلايا السرطانية التي استطاعت أن تحمي نفسها من الجهاز المناعي، فتدخل بعد ذلك في مرحلة الهروب (Escape).

وهي المرحلة الثالثة وفيها يتغلب السرطان على الجهاز المناعي بأن يكون قد طور إمكانياته للتخفي عنه بل ويقوم تثبيط قدرته على مكافحته، فينمو السرطان في هذه البيئة إلى أن يصل لدرجة التشخيص. وقد دعمت الأبحاث المخبرية والدراسات الإكلينيكية هذه النظرية لتصبح مع مطلع القرن الحادي والعشرين أساسا في فهم آلية نشوء السرطان وتصميم الاستراتيجيات العلاجية لمكافحته.

ينقسم العلاج المناعي للسرطان إلى فرعين رئيسيين:

١-العلاج التكميلي. (Passive Immunotherapy)

٢-العلاج التحفيزي. (Active Immunotherapy)

فأما النوع الأول فيقوم على إعطاء المريض مكونات مناعية نشطة لتتعرف على السرطان وتقضي عليه ، كالأجسام المضادة على سبيل المثال.

www.ibtesama.com Exclusive

ولكن هذا النوع من المعالجة باهظ التكلفة ، وعيبه الرئيسي هو قصر عمر هذه المكونات المناعية مما يتطلب استمرارية في تزويد المريض بهذه المواد ، وهذا أمر شديد العسر والخطورة ، بل ومن المحتمل أن يفقد العلاج فاعليته مع الوقت[1].

أما النوع الثاني (العلاج التحفيزي) فقائم على تحفيز الجهاز المناعي المثبط أصلا في المريض وإعادة تأهيله لمكافحة السرطان والقضاء عليه.

ومن مميزات هذا الأسلوب في العلاج تمكين الجهاز المناعي من التصدي للسرطان على عدة جبهات وبمختلف الأوجه، مما يحقق فاعلية أكبر من الحال مع العلاج التكميلي الآنف الذكر[2]. ويدعى هذا العلاج التحفيزي بلقاحات السرطان ، وسميت بذلك لأنها الاستراتيجية نفسها التي قامت عليها اللقاحات المعروفة لتحفيز المناعة بغرض الوقاية من الأمراض. ولكن في لقاحات السرطان الهدف هو العلاج لا الوقاية ، لذا فإن هذا النوع من اللقاحات يحفز الجهاز المناعي في جسم المريض المصاب بالسرطان،ولا تعطى للشخص السليم ، أي أنها لقاحات تعيد تأهيل الجهاز المناعي للقضاء على السرطان الذي استطاع أن يتخفى عنه ويثبط عمله.

ومما يرغب كذلك في استخدام هذه اللقاحات على الطرق التقليدية لعلاج السرطان هو دقتها في الأداء وقلة الآثار الجانبية المترتبة عليها ، وكذلك إمكانية استمرارية مفعولها لأنها بتحفيزها للجهاز المناعي تمكنه من تكوين خلايا مناعية ذاكرة تظل متيقظة لنشوء السرطان فتقضي عليه قبل تفاقمه.

(1) Casadevall, A. (1999). Passive antibody therapies: Progress and continuing challenges. Clin Immunol, 93(1), 5-15..

(2) Neeson, P., & Paterson, Y. (2006). Effects of the tumor microenvironment on the efficacy of tumor immunotherapy. Immunol Invest, 35(3-4), 359-394.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الخامس

تطبيقات النانو في طب وجراحة العين والأذن

العلماء الأوروبيون يعملون على مشروعين لاستعادة قدرات الأذن والعين بالاستعانة بتقنية النانو، وذلك في إطار مشروع نانو إير ، ودريمز .

وفي فرنسا يعمل الباحثون على العين، لتوفير علاج يصحح البصر بمساعدة النانو تكنولوجي ، حيث يجري العمل على قرنية اصطناعية ، في إطار البرنامج الأوروبي "دريمز" وفي المختبر التابع لمعهد الأبحاث العلمية في باريس يتم التركيز على معدات بحجم النانو، التي تنقل معلومات كهربائية إلى القرنية. وعندما تغطى هذه الشرائح بعناصر نانو مصنوعة من الماس الاصطناعي ، يتم زرعها في العين المصابة وبفضلها يستعيد المريض جزءاً من قدراته البصرية.

* شبكية العين الصناعية:

بعض العلماء من جامعة بنسلفانيا (عامر زغلول و (Kwabena Boahen اقترحوا شبكية من السليكون شكل (٢١) قادرة على إحداث إشارات إلى العصب العيني التي بالتالي تكون رؤية عند الكفيف. و يمكن زرعها بسهولة داخل العين ويتم ربطها مع النهايات العصبية القبل والبعد التشابك العصبي. كما يمكنها فلترة معظم البيانات غير المرغوبة التي قد تؤثر على الصورة.

وهذه ليست التجربة الوحيدة حيث تم زرع شبكية مكونة من ٥٠ اليكترود ، وهو نظام مكون من نظاره يلبسها الشخص وتحتوي على كاميرا موصلة بجهاز يحتوي على معالج صغير بجانب إمكانية بث الصور لاسلكياً إلى الشبكية المزروعة.

وفي مجال البصريات ، تم صنع نظارات شمس مغطاة بطبقة من البوليمير المانع للانعكاس والخدش شكل (٢٢) معتمداً على تقنية النانو.

كذلك تستعمل الأغشية النانوية الرقيقة في تغشية العدسات العينية و ذلك لجعلها أقل جذباً للجراثيم و أقل قابلية للخدش ، كما تستعمل في تغشية مرايا السيارات و زجاج النوافذ حيث تجعلها أمتن و أقوى و قادرة على المحافظة على نظافتها لفترة أطول.

www.ibtesama.com Exclusive

*** ليزر أحادي النمط من سلك نانوي مفرد:**

بالرغم من أن الليزر يكون بأحجام وأشكال متعددة، إلا أن واحد من أكثر تصميمات الليزر حداثة يعتبر شاذا بشكل خاص، حيث تم صنعه من سلك نانوي مفرد فقط شكل (٢٣). فمن خلال حجم السلك النانوي الصغير، وبساطته، فإن الليزر الناتج يمكن أن يستخدم كمصدر ضوء متماسك بمقياس نانوي في التطبيقات على الاتصالات البصرية، الاستشعار عن بعد ومعالجة الإشارات.

وقد لاحظ الباحثون الليزر في السلك النانوي المفرد على شكل نقطتين لامعتين من الضوء في كلا الطرفين للسلك النانوي. ووجدوا أنه للأسلاك النانوية التي تم ثنيها إلى حلقات، فإن الحلقات تعمل دور مرايا حلقية، وذلك لا يوفر فقط فجوات مزدوجة لاختيار الوضع، وإنما تزيد أيضا انعكاسية السلك النانوي وتقلل بداية عملية إنتاج الليزر. مجتمعة، فإن الانعكاس العالي والبداية المنخفضة ينتج عنهما فجوة ليزرية عالية الجودة في السلك النانوي.

بالإضافة إلى ذلك، فإن التغيير في حجم الحلقات يسمح للباحثين بالتحكم في الطول الموجي لليزر. باستخدام مجسات الألياف، يمكن للباحثين التحكم بسهولة في حجم الحلقات. حيث وجدوا أن التناقص في حجم واحدة من الحلقات يؤدي على تغيير في الطول الموجي من خلال التقليل من المسار الضوئي للفجوة الليزرية.

ويأمل العلماء في أن ليزر السلك النانوي المفرد، بميزاته من حيث وضع الجودة العالي و عتبة الليزر المنخفضة، يمكن أن يعطي فرصا لتطبيقات عملية لليزر السلك النانوي[1].

*** صناعة عدسات أفضل بواسطة فقاعات الجرافين:**

من الممكن استخدام فقاعة صغيرة من الجرافين* لصناعة عدسة بصرية قابلة لتغيير البعد البؤري، هذا ما يسعى لتحقيقه علماء الفيزياء في بريطانيا، حيث تمكنوا من التحكم بانحناء مثل هذه الفقاعات عن طريق تطبيق جهد خارجي.

(1) http://www.physorg.com/news/2011-02-scientists-single-mode-laser-nanowire.html.

* الجرافين هو عبارة عن صفيحة كربونية بسماكة ذرة واحدة فقط. كما يملك مجموعة واسعة من الخصائص الميكانيكية والإلكترونية الفريدة. فهي من حيث المرونة مرنة جدا بحيث يمكن تمديدها بنسبة تصل إلى ٢٠٪، وهذا يعني أن فقاعات ذات أشكال متعددة يمكن نفخها من هذه المادة. وهو يتفق مع حقيقة أن الجرافين شفاف للضوء، إلا أنه غير نافذ لمعظم السوائل والغازات، فبإمكاننا صنع مادة مثالية منه لاختراع عدسات بصرية ذات تكيف بؤري.

www.ibtesama.com Exclusive

فبالاستناد إلى أدوات هذا الاكتشاف يمكننا إيجاد استخدامات لها في أنظمة التكيف البؤري، كمحاولة محاكاة لكيفية عمل العين البشرية.

مثل هذه العدسات تستخدم في كاميرات الهواتف النقالة وكاميرات الويب وفي النظارات الطبية ذات التركيز البؤري ، وهذه العدسات تكون مصنوعة عادة من بلورات سائلة شفافة أو سوائل.

من حيث المبدأ بإمكاننا صنع بصريات متكيفة باستخدام طرق أبسط بكثير من تلك المستخدمة في الأجهزة الحالية . ولقد قام كل من Andre Geim وKonstantin Novoselov الذين اشتركوا عام ٢٠١٠ م في جائزة نوبل لاكتشاف الجرافين ، ببناء أجهزة صغيرة تظهر كيف يمكن استخدام الجرافين في النظم البصرية التكيفية .

عندما لا يستطيع الهواء الهروب من تحت الجرافين ، فبطبيعة الحال ستتشكل فقاعة مادية، هذه الفقاعات مستقرة بشكل كبير ويتراوح قياسها بين بضع عشرات من النانومتر إلى عشرات من الميكرومتر في القطر .تبين أن الفقاعات بإمكانها أن تعمل عمل عدسات ذات تكيف بؤري، حيث قام الفريق بصناعة أجهزة ذات أقطاب كهربائية من التيتانيوم والذهب ووصلها بالفقاعات في ترتيب يشبه الترانزستور. بهذه الطريقة تمكن الباحثون من تطبيق جهد كهربائي كبوابة على هذا الأعداد. ثم حصلوا على صور بصرية مجهرية عندما ضبطوا الجهد من الـ -٣٥ فولت إلى +٣٥ فولت، فكما كان متوقعا شاهدوا شكل الفقاعات يذهب إلى مزيد من الانحناء والتقوس إلى التسطح نتيجة لتغيير في الجهد .

في الواقع يمكن صنع عدسات عن طريق ملء فقاعات الجرافين بسائل ذو قرينة انكسار عالية ،أو كما يقول الباحثون من خلال تغطية هذه الفقاعات بطبقة مسطحة من هذا السائل .

*** معالجة ضعاف السمع:**

وهذا جهاز آخر صنع من أجل معالجة ضعاف السمع وهو عبارة عن جهاز تتم زراعته في قوقعة الأذن ويقوم بتحريك عظمة السندان مما يؤدي إلى حس العصب السمعي مما يؤدي إلى السمع وهذا الجهاز موصول بالخارج بميكروفون ومعالج ميكروي شكل (٢٤).

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث السادس

تطبيقات النانو في طب وجراحة الأسنان

تحسن التقنية النانوية من تصنيع المواد الصبغية البديلة للجسم مثل الزرعات السنية من خلال تغليف المنتج بجسيمات نانوية ذات تماسك مع العظيم المحيط وبشكل أكبر من المعتاد و بذلك يتم تفادي التخلخل لاحقًا كما أنها أكثر قبولاً حيويًا. كما أن التطور في الهندسة النانوية الحيوية تسعي إلى تطوير مركب الهيدروكسي أباتيت من أجل التعويض العظمي و إصلاح النقص و التشوهات العظمية.

١. التطبيقات السنية في مجال التخدير الموضعي:

يتم حقن ربوتات نانوية ضمن اللثة، وبعد تماسها مع سطح التاج أو اللثة فإنها تصل إلى اللب السني عن طريق الميزاب اللثوي، الصفيحة القاسية والأنابيب العاجية. عندما تصل هذه الربوتات إلى اللب عندها يمكن للطبيب التحكم بها لإيقاف الحساسية السنية في السن المراد علاجه. وبعد إنهاء المعالجة السنية، يتم إعطاء أمر للربوت لإعادة الإحساس، وإلغاء التحكم بالسيالة العصبية ومن ثم الخروج من السن بطريق مشابه للدخول[1].

٢. علاج الحساسية السنية:

يمكن أن تنتج عن تغير الضغط الهيدروديناميكي المنتقل إلى اللب، وهذا يعتمد على حقيقة أن الأسنان ذات الحساسية السنية(العاجية) تملك سطح أكثر كثافة بالقنيات العاجية ب ٨ مرات وبقطر أكبر بمقدار الضعف من تلك في الأسنان غير الحساسة[2].

وتأتي مهمة الربوتات في القيام بشكل انتقائي ودقيق لإغلاق هذه القنيات بالمشاركة مع مواد حيوية، تقدم للمريض علاج سريع ودائم[3].

٣. تحسين المتانة البنيوية والناحية الجمالية:

يتم ذلك من خلال استبدال طبقة الميناء بمادة من الماس أو نوع من الأحجار الكريمة النقي ، التي تزيد من مقاومة الانكسار كما هو الحال في النانو كومبوزيت، وفي

(1) Baum BJ, Mooney DJ .The impact of tissue engineering on dentistry. JADA, 2000.

(2) Dourda AO ,Moule AJ, Young WG. A morphometric analysis of the cross-sectional area of dentine occupied b dentinal tubules in human third molar teeth. Int Endod J. 2009.

(3) Absi EG, Addy M, Adams D; Dental hypersensitivity:a study of the patency of dental tubules in sensitive an nonsensitive cervical detine.j.clin.periodontol-1987.

www.ibtesama.com Exclusive

المواد الحاوية على أنابيب نانوية من الكربون يتم استخدام روبوتات نانوية في مجال المعالجة التقويمية يمكنها أن تؤثر مباشرة على النسج الداعمة ، لتسمح بإجراء الحركات السنية بشكل أسرع وبدون ألم خلال دقائق إلى ساعات[1].

٤ . تسريع علاج عدوى اللثة مع نانوفيبر:

وجد خبراء هندسة الغزل والنسيج في جامعة أصفهان للتكنولوجيا وسيلة لعلاج التهابات اللثة من خلال إنتاج شبكة من نانوفيبر بطريقة إلكترواسبينينج (Electrospinning) للإفراج عن الأدوية لعلاج أمراض اللثة.

إن شبكة من نانوفيبر المدروسة في هذا البحث تم الحفاظ على مظهرها لينة ومرنة تماماً طوال فترة الإفراج عن الأدوية. هذا هو أيضاً سبب لانخفاض درجة حرارة بولي‌كاپرولاكتون مقارنة مع درجة حرارة الجسم ، والتي تمكن شبكة نانوفيبر أن يكون لها شكل مطاطي في ٣٧ درجة مئوية وهذه الحقيقة يمكن أن تسهل استخدام مثل هذه الشبكات في علاج جيوب اللثة نتيجة لالتهابات اللثة.

فبإمكان المريض أن يذهب إلى الطبيب المختص مرة واحدة فقط لإدخال الجهاز في جيب اللثة ، وليس هناك حاجة لإخراج الجهاز في وقت لاحق ، وهذا سوف يقلل من التكلفة والوقت ، ويزيد من انطباق الجهاز إلى حد كبير.

ووفقا للبحث فإن إطلاق الأدوية الخاضعة للرقابة من شبكه نانوفيبر إلكترواسبون يستمر لمدة ١٩ حتى ٢٣ يوماً ، في حين كانت أطول فترة أعلن عنها في مختلف نظم إطلاق الأدوية المراقبه من هذا العقار لعلاج أمراض اللثة هي ١٤ يوماً[2].

(1) Buckley MJ, Agarwal S, Gassner R. Tissue engineering and dentistry. Clin Plast Surg 1999;26 (4) : 657– 62. [Medline] 4- Cochran DL, Wozney JM .Biological mediators for periodontal regeneration. Periodontol 19. 40.

(٢) وقد نشر هذا البحث بالتفصيل في مجلة European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics ، المجلد. ٧٥ ، ص ١٧٩ - ١٨٥ ، ٢٠١٠ . السيدة مائدة زماني ، الحاصلة على درجة الماجستير في هندسة الغزل والنسيج.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث السابع

تطبيقات النانو في الجراحة العامة وجراحة الأوعية الدموية

الجسيمات النانوية تتكون من عدد من الذرات وتشكل ذراع الروبوت الذي يمكن أن يمسك بالذرة ويحركها من مكان إلى آخر لتكوين مركبا نانوية أخرى. ويمكن استخدام هذه الأجهزة الدقيقة في إيصال الدواء إلى الأجزاء والأعضاء المريضة في الجسم ومن المتوقع أن يغير هذا الاختراع وجه الطب بعد أن أصبح واقعاً ملموساً. وقد استطاع العلماء صنع نانوروبوت بحجم ١ ميكرون، حتى يستطيع أن يمر عبر الأوعية الدموية، وهو مصنوع من الكربون نظراً لصلابته. ويمكن متابعة عمل الروبوت داخل الجسم من خلال الرنين المغناطيسي وكذلك الأشعة المقطعية وذلك للتأكد من وصوله إلى العضو المقصود أو النسيج المريض. ومن أمثلة هذه الأنواع:

١. نانوروبوت للتجول داخل الأوعية الدموية:

لقد تمكن العلماء والباحثون في جامعة (كارنكي ملون) من إنتاج محرك نانوي يكون في إمكانه التجوال بكل سهولة في الأوعية الدموية داخل الجسم شكل (٢٥). وهذا الابتكار يعتبر نقطة عطف مهمة في مجال محركات النانو أو المحركات الدقيقة جداً، حيث يمكن توجيهها إلى أنسجة معينة داخل الجسم.

ويمكن ملاحظة ومتابعة عمل الأجهزة النانوية داخل الجسم باستخدام أشعة الرنين المغناطيسي[1]، خاصةً لو كانت تم تصنيع مكوناتها باستخدام ذرات الكربون (١٣) ١٣C atoms بدلاً من نظير الكربون (١٢) الطبيعي natural 12C isotope of carbon، حيث أنه لا توجد لحظة صفرية مغناطيسية ذرية للكربون (١٣) C١٣. حيث سيتم أولاً حقن الأجهزة النانوية الطبية إلى داخل الجسم البشري، ثم ستذهب إلى محل عملها بعد ذلك داخل عضوٍ محددٍ أو كتلة نسيجٍ معينةٍ. وسيتحكم الطبيب بالتقدم، وسيتأكد أن الجهاز النانوي الطبي قد وصل إلى هدفه ووجهته المحددة بالمنطقة المخصصة للعلاج. كما أن الطبيب سيكون حينئذٍ قادراً على مسح منطقةٍ كاملةٍ من الجسد، وسيرى في ذلك الوقت الجهاز النانوي وهو ملتف

(1) Freitas RA Jr .Exploratory design in medicalnanotechnology: a mechanical artificial red cell Artif Cells Blood Substit Immobil Biotechnol 2008; 26 (4): 411–30. Available at www.foresight.org/Nanomedicine/Respirocytes.html.

www.ibtesama.com Exclusive

حول هدفه (كتلة ورم أو أي شيءٍ آخر) ومن ثم يستطيع التأكد أن ذلك الإجراء كان موفقاً[1].

٢. نانوروبوت مساعد في العمليات الجراحية:

قامت شركت (كورفس) بصناعة محولات مرئية (روبوت صغير) بحجم النانومتر يُستخدم كمساعد في العمليات الجراحية الخطرة، ويمكن التحكم فيه بواسطة جهاز خاص مما يساعد في إنجاح العملية بكفاءة وبدقة متناهية، وهي أفضل من الطرق التقليدية وتقلل من المخاطر كثيراً.

وتدور الآن مناقشات مستفيضة تشمل طرح سيناريوهات متعددة حول كيفية إدخال تلك الغواصات النانونية النانو روبوت Nanorobots أو النانو بوتس Nanobots إلى داخل الجسم البشري وعن موقف الأجسام المضادة Antibodies منها. هل سيتم طلاؤها Coating بطبقات نانونية السُمك Nanolayer تتوافق بيولوجيا مع الجسم لضمان عدم مقاومته لها ؟ وما نوع وسمك تلك الطبقات المُقترح استخدامها؟، هل ستقوم تلك الروبوتات النانوية بتعقب الفيروسات وإصلاح خلايا الجسم من خلال تشفيرها عن طريق وضع برامج خاصة على شريحة إلكترونية نانونية Nanochip يتم تثبيتها عليها، أم هل سيتم توجيهها والتحكم في مسارها وأدائها من الخارج بواسطة أجهزة التحكم ؟ ولكن السؤال الأكثر أهمية هو المتعلق بمصير تلك المركبات النانونية بعد الانتهاء من مهامها، وعن كيفية إخراجها من الجسم. هناك الكثير والكثير من الحوارات والمناقشات العلمية المهمة والشائقة. وعلى الرغم من صعوبة تلك المناقشات واصطدامها بعدم المعرفة في كثير من الأحيان، فإنه من المنتظر أن يتم طرح الجيل الأول من النانو روبوت قبيل عام ٢٠٢٥م[2].

٣. لحام اللحم :

كما استخدم في جامعة رايس (لحام اللحم) بهدف دمج قطعتين من لحوم الدجاج إلى قطعةٍ واحدةٍ. حيث دمجت القطعتين من لحم الدجاج بالتلامس ، من خلال تقطير سائلٍ أخضرٍ يحتوي على قشور نانوية مطلية بالذهب على طول خط التماس بين القطعتين. ثم تلى ذلك توجيه أشعة الليزر تحت الحمراء على طول خط التماس كذلك ، مما يؤدي إلى تلاحم كلا القطعتين عند خط تماسهما معاً. وهذا قد يحل صعوبات تدفق

1) Freitas, Robert A., Jr. (2005). "Current Status of Nanomedicine and Medical Nanorobotics". Journal of Computational and Theoretical Nanoscience 2: 1–25. doi:10.1166/jctn.2005.001.

(٢) مجلة العربي ، مجلة شهرية ثقافية عربية كويتية مصورة. تصدرها وزارة الإعلام الكويتية ، طب النانو: سيمفونية القرن لقهر المرض والسرطان : محمد الإسكندراني، العدد ٦١٥ ، أكتوبر ٢٠١٠م.

www.ibtesama.com Exclusive

الدماء الناجمة عن محاولة الجراح إعادة تقطيب الشرايين التي كانت قد قُطعت من المريض أو المريضة أثناء إجراء زراعة كلى أو قلب له أو لها. حيث يستطيع لحام اللحم ذلك لحم الشريان بدقةٍ متناهيةٍ وبصورةٍ تامةٍ.

٤. دعامات القلب النانوية :

يلجأ الجراحون إلى استخدام ما يسمى بالدعامات ،وذلك بغرض فتح وتوسيع شرايين القلب المصابة بضيق شديد في مساحة مقطعها نتيجة التراكم المستمر لطبقات الكوليسترول على جدرانها الداخلية والذي يحول دون سريان الدم المحمل بالأوكسجين .

وتلك الدعامات عبارة عن أنابيب صغيرة أسطوانية الشكل مصنوعة من فلزات حرة ، تركب في الشريان المصاب بصورة دائمة مما يسمح بمرور الدم من خلاله بالإضافة إلى أن تلك الدعامات الفلزية تحول دون تراكم طبقات الدهون على الجدران الداخلية للشرايين مما يمكن الشرايين من بناء أنسجة جديدة لسطحها الداخلية وعلى الرغم من وجود العديد من المشاكل التي تترتب على استخدام تلك الدعامات مثل حدوث تلوث في الدم أو جلطة أو نزيف ، فإن خطرها يتمثل في رفض الجهاز المناعي لمادة الدعامة الفلزية ومقاومتها بصورة دائمة مكونا ندبا تتراكم على الجدران الداخلية للشريان وبالتالي تعيق سريان الدم بداخلها .

وقد ساهمت تقنية النانو مساهمة كبيرة في إيجاد حلول علمية للتغلب على تلك المشاكل ، من خلال تغطية أسطح أنابيب الدعامات بطبقات نانوية رقيقة السمك من البوليمرات .أيضاً توظف أنابيب الكربون النانوية في إنتاج الدعامات التي تتمتع بمعاملات فائقة في المرونة والمتانة . هذا بالإضافة إلى عدم مقاومة الجهاز المناعي في الجسم لها[1].

٥- في جراحة التجميل :

أوضحت دراسة حديثة كيفية استخدام مادة "النانو تكنولوجي" في تطوير زراعة ثدي أكثر أماناً وكبديل لمادة السليكون المطاطية التي تتسبب في العديد من التعقيدات الصحية.

وحوالي ٧٥٪ من السيدات اللاتي أجرين عمليات استئصال الثدي يخترن الخضوع لعملية إعادة بناء الثدي، وكان الخيار الوحيد المتاح لهؤلاء السيدات يعتمد

(1) M. Sherif El-Eskandarany, Journal of Nanoparticles, Vol.2 (2009) pp14-22.

www.ibtesama.com Exclusive

على استخدام السليكون المطاطي بالرغم من أنه لا توجد أداة علاجية تثبت أنها ١٠٠٪ آمنة أو مؤثرة، إلا أن هناك نسبا عالية بين هؤلاء المرضى يعانون معدلات عالية من التعقيدات الطبية تنتج عن استخدام السليكون في زراعة الثدي بما في ذلك زيادة حالات الأمراض المنتظمة وبعض الأشكال المتعددة للأمراض النفسية.

وقام الباحث جوديث سوسكاس من جامعة أكرون الأمريكية بتحليل حالات زراعة الثدي من جانب العلم المادي لتحديد ما يمكن أن يثير مشاريع النانو تكنولوجي تطورات مستقبلية للوصول لزراعة آمنة للثدي.

بل وفي مجال أدوات التجميل ، أمكن صنع مضادات لأشعة الشمس(Sunscreen) ؛ معتمداً على استخدام الجسيمات صغيرة الحجم من ثاني أكسيد التيتانيوم شكل(٢٦) الذي يعطي حماية تدوم أكثر من الكريمات العادية كما أنه لا يعطي للجلد لون المادة حيث أنه صغير الحجم جداً[١].

(١) المرجع السابق.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الثامن

تطبيقات النانو في تشخيص وعلاج مرض السكري

أولاً : في التشخيص:

تمكن باحثون في جامعة ستوني بروك Stony Brook University من تطوير مجس نانوي جديد قد يحدث ثورة في عالم الطب الشخصي حيث سيجعل من الممكن تشخيص ومراقبة مرض ما لحظياً بمجرد التنفس لمرة واحدة في جهاز صغير محمول باليد.

بحث جديد بعنوان مجس نانوي لقياس مستوى الأسيتون في النفس نشره الناشرون العلميون الأمريكيون في أكتوبر ٢٠١٠م في منشورات المجسات.

هذا المجس هو عبارة عن أداه تشخيص للنفس لمراقبة الأمراض أو عمليات الأيض والتي يمكن أن تستخدم لفحص مستوى الكوليسترول أو السكر وحتى سرطان الرئة[١].

إذا أصبح من الممكن قياس الغازات التي تشير إلى وجود الأمراض بسهولة فإن هذا سوف يمكن الأفراد من مراقبة حالتهم الصحية بأنفسهم ؛كما سيسهل عملية مراقبة بعض الأمراض مثل مرض السكري.

حالياً، تتم مراقبة مستوى السكر من خلال قياسه في الدم ولكن الطريقة الجديدة تمكن الأفراد من فحص أنفسهم ببساطة حيث أن كل ما هو مطلوب منهم هو التنفس مرة في هذا الجهاز الجديد.

يوجد في النفس أكثر من ٣٠٠ مركب البعض منها تم اعتماده كمؤشر للإصابة بمرض معين. الطريقة الوحيدة التي يمكن من خلالها الاستفادة من هذه المؤشرات هو من خلال استخدام مجسات خاصة حساسة لكل غاز بعينه.

ولكي يتم الكشف عن مرض معين، يجب تحديد المجس الخاص به. على سبيل المثال، إن كان أكسيد النيتروجين غاز ذو علاقة بمرض الأزمة الصدرية فإن

---

١) يعرف سرطان الرئة بالقاتل الصامت والذي يتم الكشف عنه عادة في المراحل المتأخرة ولكن على خلاف ذلك فمن الممكن التعرف على بعض العلامات في النفس والتي تعتبر من الإشارات المبكرة للمرض.

www.ibtesama.com Exclusive

ما نحتاجه هو مجس حساس لغاز أكسيد النيتروجين. وإذا كان غاز الأسيتون مهم لمرض السكري فنلجأ لاستخدام مجس حساس لغاز الأسيتون[1].

هذا البحث يعتبر الآن في المرحلة النهائية السابقة لاستخدامه طبياً لتشخيص مرض السكري.

ثانياً: في العلاج:

تم أخيراً النجاح في تصنيع حساسات عضوية Biosensors متناهية الصغر تستشعر حدوث أي انخفاض حاد في مستوى نسبة الجلوكوز بالدم.وتُجرى الآن تجارب تطوير هذه الحساسات بحيث يتم إضافة خزانات صغيرة تحتوى على جرعة من الأنسولين يتم حقنها إلى داخل الجسم من خلال إبرة تتصل بالخزان فتقوم بضخ الجرعة الملائمة بناء على إيعاز من الحساس. ويمثل نجاح تلك التجارب أملاً كبيراً يتعلق به مئات الملايين من البشر المصابين بالداء السكري[2].

وفي هذا المجال طورت باحثة في جامعة (إلينوى) الأمريكية جهازاً دقيقاً يمكن زراعته في الجسم ليعوض المصابين بالسكري عن حقن الأنسولين ، وقد أثبتت التجارب المخبرية أن الفئران المصابة بالسكري، والتي تمت زراعة الجهاز في أجسادها تمكنت من العيش عدة أسابيع بدون أنسولين، ودون ظهور أي علامات لرفض الجهاز من خلالا الجسم، وهو ما يفتح الباب أمام مفاجآت ستغير مسارات كثيرة في حياة ملايين المرضى، ومن المؤكد أن هذه الأجهزة سوف تنزل إلى الأسواق قريباً[3].

ثالثاً : في الوقاية من المضاعفات:

كذلك قامت إحدى الشركات المتخصصة في صناعة الأحذية بوضع ألياف نانوية من فلز الفضة بداخل الحذاء وذلك من أجل منع فطريات القدم والبكتريا من النمو في أثناء فترة ارتداء الحذاء ويمثل هذا المنتج أهمية كبيرة لمرضى الداء السكري الذين يعانون بصورة دائمة من التقرحات والالتهابات بالقدم ، تمنع الإصابة بالعدوى البكتيرية التي قد تؤدي إلى عواقب وخيمة تتمثل في حدوث غرغرينا بالقدم[4].

---

(1) http://www.physorg.com/news205436500.html.تمت الترجمة بواسطة د. حازم فلاح سكيك

(٢) مجلة العربي ، مجلة شهرية ثقافية عربية كويتية مصورة. تصدرها وزارة الإعلام الكويتية ، طب النانو: سيمفونية القرن لقهر المرض والسرطان، المرجع السابق .

(3) Drexler KE. Engines of creation: The coming era of nanotechnology .New York: Anchor Press/Doubleday; 1986:99-129. Available at : www . foresight.org/EOC/Accessed Sept.26, 2008.

(4) R. L. jones. Soft Machines: Nanotechnology and Life. Oxford, UK: Oxford University Press, 2004.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث التاسع

تطبيقات النانو في هندسة الأنسجة وإصلاح الخلايا

تبشر البحوث الجديدة بأدوات بحثية و وسائل تشخيصية أفضل من سابقتها من خلال استخدام التقنية النانوية.

١ - هندسة الأنسجة:

تمثل الأنسجة التالفة إشكالية رئيسة في معالجتها وإصلاحها، ومن المفيد أن تقنية النانو تستطيع أن تساعد في عملية إعادة تصنيع أو إصلاح الأنسجة التالفة؛ فهندسة الأنسجة شكل (٢٧) تستغل عملية تكاثر الخلايا المثارة صناعياً بواسطة جزيئات النانو وعوامل النمو. وقد تصبح تلك التقنية في يوم ما بديلاً عن نقل الأعضاء أو الأعضاء الاصطناعية[1].

٢- تقنية النانو والخلايا الجذعية:

والآن مع التقدم في تقنية النانو فإن بعض العلماء يعتقدون أن الدمج ومزاوجة علم تقنية النانو مع أبحاث الخلايا الجذعية ، سوف يساعد العلماء وبشكل كبير في فهم كيفية توجيه الخلايا الجذعية والتحكم في مصيرها لصنع أنسجة بشرية شكل (٢٨) مما قد يؤدي إلى اكتشاف طرق للتشخيص والوقاية ولعلاج أمراض البشرية ككل ، وبالفعل كانت هناك محاولات عديدة في هذا المجال ، ومثال ذلك ما قام به علماء في جامعة (Northwestern) الأمريكية، حين قاموا بدمج مركبين عن طريق تقنية النانو (amphiphiles+hyaluronic acid) مما أدى إلى صنع مركب (Biopolymer)، موجود أصلا في مفاصل وغضاريف الإنسان ، وكان هذا المركب على شكل تكيس يمكنه تجميع نفسه على شكل غشاء إذا حقن في مفصل الإنسان ، بعد ذلك تم حقن الخلايا الجذعية داخل هذا التكيس الذي استخدم كناقل للخلايا الجذعية ؛ أدخلت الخلايا الجذعية بواسطته إلى مفاصل مصابة لأحد المرضى وكانت النتائج مبشرة.

٣- مكائن تعمير الخلايا التالفة:

في طرق العلاج التقليدية المتبعة في علم الطب والجراحة ، يقوم الأطباء بمعالجة الأنسجة والخلايا التالفة بواسطة العمليات الجراحية المختلفة والأدوية المتعددة ، بيد أن الحال يختلف فيما لو استخدمت مكائن تعمير الخلايا التالفة ،حيث ستعتمد تقنية إصلاح الخلية على نفس المهام التي أثبتت الأجهزة الطبيعية أنها قادرة على أدائها.

(1) https://12345-proxy.appspot.com/knol.google.com.

www.ibtesama.com Exclusive

فالوصول إلى الخلية أصبح ممكناً نتيجة أن علماء الأحياء استطاعوا غرس الإبر داخل الخلايا بدون قتلها.

ولقد طور باحثون في Lawrence Berkeley National Laboratory منظاراً يوفر صور ضوئية عالية الدقة لخلية حية، وقد يستخدم في توصيل الجينات أو البروتينات أو الأدوية العلاجية أو نقل أي مواد أخرى بدون إحداث أي أضرار للخلية. يعتمد المنظار الضوئي على أسلاك نانوية يمكن أن تستخدم أيضا في المجسات البيولوجية وفي دراسة الخواص الكهربية للخلية الحية[1].

ومن ثم أصبحت الأجهزة الجزيئية قادرة على دخول الخلية. وكذلك، أظهرت كل التفاعلات الحيوية الكيميائية Biochemical Interactions الخاصة أن الأنظمة الجزيئية تستطيع التعرف على الجزيئات الأخرى باللمس، وكذلك تستطيع بناء وإعادة بناء كل جزيء داخل الخلية، كما أنها قادرة على تفريق الجزيئات المصابة والتالفة. وفي النهاية أثبتت الخلايا التي تحل محل القديمة أن الأنظمة الجزيئية تجمع كل نظام وجد بالخلية. ومن ثم، فمنذ أن أدارت الطبيعة العمليات الأساسية المطلوبة لأداء عملية إصلاح الخلية على المستوى الجزيئي، فإنه في المستقبل، يمكن بناء الأنظمة القائمة على الأجهزة النانوية والتي عندها القدرة على دخول الخلايا، والإحساس بالفروق بين الخلايا المريضة عن تلك الخلايا الصحية السليمة ومن ثم القيام بالتعديلات المرغوبة في البنية الهيكلية[2].

ومن ثم ستصبح آلات إصلاح الخلية قادرة على إصلاح كامل الخلايا من خلال عمل أو إصلاح هيكل بعد هيكل. ثم العمل بعد ذلك خليةٍ بعد خليةٍ ثم نسيجٍ بعد نسيجٍ على التسلسل، ومن ثم سيتم إصلاح كامل الأعضاء. وفي النهاية، من خلال العمل على عضو بعد عضو، فسيتم استعادة الصحة لجسم الإنسان. وهذا يؤدي إلى إعادة إصلاح الخلايا التالفة والتي وصلت لنقطة عدم القدرة على التفاعل بعد ذلك، ذلك بسبب قدرة وكفاءة الآلات الجزيئية على بناء الخلايا من الخدش. نتيجةً لذلك، تعد آلات إصلاح الخلية آلات خالية من العقارات والأدوية، حيث تعتمد على إستراتيجية الإصلاح الذاتي بمفردها.

(١) مجلة الفيزياء العصرية العدد ١٠ / ٢٠١٢.

(٢) رقائق بيولوجية نانوية.. لعلاج خلايا الجسم المتضررة : د. أحمد الغمراوي ، جريدة الشرق الأوسط ،الأحد ٥ ربيع الثاني ١٤٣١ هـ ـ ٢١ مارس ٢٠١٠م. العدد ١١٤٣٦.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث العاشر

تطبيقات النانو في علاج أمراض الكلي

علم أمراض الكلى النانوي (Nanonephrology): هو فرع من فروع طب النانو يعنى بـ :

١- دراسة تكوين بروتينات الكلى على المستوى الذري.

٢- التصوير بتقنية النانو لدراسة العمليات الحيوية التي تحدث في خلايا الكلى.

٣- استخدام جزيئات النانو في علاج أمراض الكلى .

كما أن عملية تصنيع واستخدام المواد والأجهزة على المستوى الجزيئي والذري والتي تستخدم لتشخيص وعلاج أمراض الكلى تعد من مجالات علم أمراض الكلى النانوي والتي ستلعب دوراً فعالاً علاج المرضى الذين يعانون من أمراض الكلى في المستقبل. هذا بالإضافة إلى أن الإنجازات المتقدمة في مجال علم أمراض الكلى النانوي ستُبنى على الاكتشافات في تلك المجالات السابق ذكرها والتي توفر معلومات نانوية حول الآلية الجزيئية الخلوية والمدمجة في عمليات الكلى الطبيعية بالإضافة إلى الحالات المرضية المختلفة. ومن خلال تفهم واستيعاب الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبروتينات والجزيئات الماكرو الأخرى على المستوى الذري بالعديد من الخلايا المختلفة بالكلى ، يمكن تصميم مدخلات علاجية جديدة لتتنافس في علاج أمراض الكلى الرئيسية. وتعد الكلى الصناعية النانوية هدفاً يحلم العديد من الأطباء بتحقيقه. وستسمح الإنجازات الهندسية النانوية المتقدمة بتصنيع الروبوتات النانوية التي يمكن برمجتها والتحكم فيها والتي تهدف إلى تنفيذ وإنجاز إجراءاتٍ علاجيةٍ وبنائية داخل الكلى البشرية على المستويات الخلوية والجزيئية شكل (٢٩). كما أن تصميم الهياكل النانوية والمتوافقة مع خلايا الكلى والتي يكون لها القدرة على إجراء العمليات في الحيوية in vivo بصورةٍ سالمةٍ آمنةٍ يعد أيضاً هدفاً مستقبلياً يرجى تحقيقه. وهنا يجب ملاحظة أن القدرة على توجيه الأحداث على المستوى النانوي الخلوي لها الكفاءة والقدرة على تحسين حياة المرضى الذين يعانون من أمراض الكلى.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الحادي عشر

تطبيقات النانو في طب وجراحة العظام

نجح علماء كلية طب جامعة ما ساشوستس الأمريكية في تطوير مستزرعات عظام (Orthopedic Implants) ذكية يمكن تشكيلها حسب حالة الإصابة أو مكان الإصابة .

ومن المعروف أن المواد التي يصنع منها المستزرعات تعتبر من أهم المشاكل التي تواجه الجراحين حيث أنه تصنع من السيراميك الهش أو البوليمرات القوية شكل (٣٠) و التي لا يمكن تشكيلها في أشكال معقدة و التي غالبا ما تنتج عن الجروح و الإصابات كما أنها تحتاج لأجهزة تثبيت معدنية الأمر الذي يتطلب إجراء أكثر من عملية جراحية لتركيبها و إزالتها .

و طور العلماء مستزرعات جديدة تتكون من جزيئات النانو بالقلب تتأثر بالحرارة و لها صفات أنسجة الجسم .و من أهم صفات المستزرعات الجديدة إمكانية تنشيطها و تشكيلها عند تعريضها للحرارة تبعا لمكان الجرح قبل إجراء الجراحة و وتصغيرها بحيث لا يتم إحداث إلا جرح بسيط لإدخال المستزرعات ثم بعد إدخال المستزرع يتم تعريضها للحرارة مرة أخرى لتعود إلى الشكل المصمم من البداية و ذلك خلال ثواني معدودة .

وتتكون المستزرعات الجديدة من مواد عضوية قابلة للتحلل بالجسم (Biodegradable) لذا فإنها لا تحتاج إلي عمليات جراحية أخرى لإزالتها كما انه من الممكن تحميلها بالعقاقير المناسبة لتسريع عملية نمو العظام .

و يقوم العلماء حالياً بإجراء الاختبارات على حيوانات المعامل و في حال نجاحها فأنهم سيبدأن بإجراء الاختبارات السريرية على البشر .

*** ألياف نانو لتعزيز نمو غضاريف الركبة:**

نجح علماء جامعة نورث ويسترن الأمريكية في تطوير جل (Gel) يتكون من ألياف نانو (Nanofiber) يعزز نمو الغضاريف بالمفاصل المتضررة و بدون الحاجة لعوامل نمو و التي قد تكون باهظة الثمن .

www.ibtesama.com Exclusive

ومن المعروف أن الطريقة المتبعة حاليا (Microfracture) تقوم على إحداث ثقوب بالعظام الملاصقة للغضاريف المتضررة و ذلك للسماح بنمو أوعية دموية جديدة و هو ما يساعد على نمو الغضاريف مرة أخرى .

ولكن معظم الغضاريف المنتجة نتيجة طريقة (Microfracture) تتكون من نوع (Type I Collagen) و هو ما يجعلها تشبه الأنسجة الناتجة عن الإصابات والجروح .

أما الطريقة الجديدة فتقوم على استخدام الجل المكون من ألياف نانو حيث يتم حقنه بالمفصل المتضرر من اجل تنشيط الخلايا الجذعية بالنخاع العظمي و إنتاج الكولاجين من نوع (Type II Collagen) و هو ما يؤدي لإصلاح الغضاريف بالمفصل شكل (٣١).

ويقول العلماء أن (Type II Collagen) هو البروتين الرئيسي بالغضاريف المفصلية (Articular Cartilage) و هو عبارة عن نسيج رابط ابيض و أملس يغطي أطراف العظام عند التحامها بالمفصل[1].

وأجرى العلماء اختبارات على حيوانات المعامل باستخدام الجل الجديد حيث أظهرت النتائج نجاح الطريقة الجديدة في علاج المفاصل بشكل أكثر كفاءة مقارنة بالطريقة الحالية (Microfracture) .

*** استخدام تكنولوجيا رائدة في تصنيع سقالات العظام :**

إن الهدف الرئيسي من العمل البحثي هو اختلاق البنية الأمثل المكونة للعظم عبر تقنيات هندسة الأنسجة و للحصول على هذا الهدف سقالة خلايا الجذعية و الوسيطة الحاوية على أبعاد النانو / ميكرو تم إجراء التحقيق من فعاليتها و نشاطتها .

وفي ممارسات هندسة الأنسجة ، والسقالة المستخدمة يجب أن تكون مماثلة للمصفوفة الخلوية الإضافية من الأنسجة المستهدفة. في هذا الصدد ، لقد تم توليف سقالات الهيدروكسيل فى ابعاد الميكرو و النانو لحمض اللبولي أكتيك الأباتيت. مركب من المواد المذكورة يقدم الخواص الميكانيكية الأكثر ملاءمة ويوفر الاتصالات المعززة المكونة للعظم. الفضل لأبعاد نانو مترية من جزيئات هيدروكسيل الأباتيت

(1) www.hamst7oob.com .

www.ibtesama.com Exclusive

التى تم تطبيقها ، فى غضون ذلك سقالة التى تم إنتاجها؛ لديها تتشابه قريبا من نظيرتها الطبيعية[1].

*** توليف سقالات العظام عن طريق سيراميك النانو:**

لقد تم تصنيع نوع من سقالة الخزف ذات البنية النانومترية باستخدام عظام الأبقار باستخدام طريقة منخفضة التكلفة من خلال جهود الباحثين في جامعة أصفهان للتكنولوجيا.

وهذا البحث يقدم أسلوباً جديداً ، منخفض التكلفة ، وطريقة اقتصادية لتوليف نوع من سقالات العظام القيمة التى تستخدم في الصناعة الطبية وهندسة الأنسجة.

ومن القيود الملزمة لزرع المسامى تكمن فى لزوم المسام على أن قطرها يساوي ما لا يقل عن ١٠٠ ميكرومتر للسماح الشعيرات توفير الدم للأنسجة الضامة النامية.و من الملاحظ ان أنسجة الاوعية الدموية لا تظهر فى المسامات التي يقل قطرها عن ١٠٠ ميكرومتر.

السيراميك فوسفات الكالسيوم ثنائية الطور التي تضم وجهين من هيدروكسيباتيت و بتا تري الكالسيوم هو اختيار جيد لاستبدال الأضرار بالعظام؛ حيث يمكن استخدام المنتجات المذكورة في الصناعة الطبية وتطبيقات هندسة الأنسجة وحشو تلف العظام[2].

*** تحسين الخواص الميكانيكية لسقالات العظام:**

حالياً أساليب العلاج الأولي للعظام مثل الزراعة الدائمة يتم استبدالها بالمواد المستدامة بيئياً والقابلة للتحلل. لذا فإن الموضوع الجديد من "هندسة الأنسجة والعظام" جنبا إلى جنب مع تقنية النانو جعل من الممكن الاقتراب من الهيكل الطبيعي للعظم .

ولقد تمت دراسة الطرق المختلفة لخلط اثنين من البوليمرات وإنتاج السقالة. وأخيراً ، لمزيد من التحقيقات تم اختيار أسلوب هجين من "الصب و التجفيف من خلال التجميد" لتوليف مركب متناهي في الصغر الطبقى.

(١) وقد تم نشر تقارير مفصلة عن هذا العمل البحثي في مجله مواد العلوم والهندسة C ، مجلد ٢٩ ، صفحات ٩٤٢-٩٤٩ ، ٢٠٠٩ و المجلة الايرانية في التكنولوجيا الحيوية ، مجلد ٨ ، صفحات ٢٣٤-٢٤٢ ، ٢٠١٠.

(٢) ونشرت تفاصيل هذه الدراسة في Materials Letters ، حجم ٦٤ ، صفحات ٩٩٣-٩٩٦ ، ٢٠١٠.

www.ibtesama.com Exclusive

نجح الباحثون في جامعة أصفهان للتكنولوجيا في اختراع طريقة جديدة لإنتاج سقالة لها تطبيقات في هندسة النسيج العظمي. والسقالة هى بنية بمركب متناهي في الصغر مصنوعة من جيلاتين وهيدروكسيباتيت.

ومن أجل إنشاء مركب متناهي في الصغر ثلاثى الأبعاد (D-٣) ، قطعت الطبقات التى تم توليفها وتمسك جنباً إلى جنب مع كمية صغيرة جداً من حل جيلاتين نقي. فى نهاية المطاف ، ثم يتم تغميس بنية مركب متناهي في الصغر تم الحصول عليها في حل جلوتار ألدهيد Glutar aldehyde من أجل زيادة قوتها. و فيما بعد ، تم تجفيف المواد المتوجه وأعدت لاختبارات مختلفة. ولعل الاستفادة من هذا البحث ، هو إمكانية إنتاج السقالات مع بنية مسامية متجانسة و مراقبه في الوسط والسطح لتجارب مختلفة[١].

*** تقليص الأعراض الجانبية لزراعة العظام:**

نجحت شركة تقنية الخلايا الجذعية في إيران في الآونة الأخيرة بتركيب السقالات المناسبة للنسيج العظمي مما يقلل الآثار الجانبية لزرع العظام عبر تقنية الغزل الكهربائي (Electrospinning).

إن إعداد السقالة لديها ألياف النانو من أقطار متساوية تقريبا وعيوب شكلية صغيره. ونتيجة لذلك ، فالسقالات التي تم توليفها عرضت القوة الميكانيكية العالية وأيضا عززت التوافق مع الخلايا الجذعية.وتتألف السقالة من ثلاثة أجزاء البوليمر منفصلة وأيضاً قسم غير عضوي. لتعزيز تأثير الجزء العضوي والحصول على بيئة أكثر واقعية للظروف الطبيعية، كانت هيدروكسيباتيت النانوية ([Ca5(OH)(PO4)3]x) وقعت بين ألياف النانو من خلال أسلوب الحل. وكانت الجسيمات هيدروكسيباتيت النانوية المستخدمه هي نشطة بيولوجيا ، و ذات تأثير في اتجاه العظام . هذه الجسيمات النانوية لديها مورفولوجيا مكعبة بلورية ذات أبعاد أقل من ٢٠٠ نانومتر.

ساهم وجود البلورات النانوية هيدروكسيباتيت داخل مركب عظمي لعملية التنوي الثانوية خلال تمعدن العظام إلى حد كبير ، والتي قدمت نسبة الطاقة العالية لتشكيل ماده الأباتيت.

بعد إعداد المحاليل الحيوية والمعلقات ، عقب عملية الغزل الكهربائي بعناية والسقالات نانو ألياف (Nanofibrous) المتنوعة مع نسب المحتويات المختلفة من

(١) وقد نشر هذا البحث بالتفصيل في مجله مركب البوليمر، Polymer Composite المجلد. ٣١، صفحات ٢١١٢-٢١٢٠، ٢٠١٠.

www.ibtesama.com Exclusive

البوليمر/ المواد غير العضوية لقد تم توليفها لاستخدمها في وقت لاحق لإجراء الدراسات في المختبر.

ومن الجدير بالذكر أن السقالات المقترحة متفوقة على تلك التقليدية التي قدمتها هندسة الأنسجة لأنها تزيل الحاجة إلى جراحة إضافية لإزالة الغرسات[1].

FARES_MASRY
www.ibtesama.com
منتديات مجلة الإبتسامة

(١) يتم نشر مزيد من التفاصيل عن هذا العمل البحثي في مجله IPJ ، المجلد ١٩ ، صفحات ٤٥٧-٤٦٨ ، ٢٠١٠.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الثاني عشر

تطبيقات تقنية النانو في الغذاء الصحي

يُطلَق مصطلح "الغذاء النانوي أو Nanofood " على الغذاء الذي استعمل في إنتاجه أو في أي مرحلة من مراحل إنتاجه تقنية النانو ، و بعبارة أخرى هو الغذاء الذي يتم استخدام تقنية النانو في زراعته أو معالجته أو تغليفه. وحالياً يعتبر التغليف أحد أكثر التطبيقات العملية لتقنية النانو حيث يتم فيها استعمال جسيمات النانو طين"Nanoclay" في صنع أغلفة بلاستيكية قوية وخفيفة ومقاومه للحرارة وقادرة على منع الأكسجين وثاني أكسيد الكربون من الدخول و إفساد الأطعمة ، وإضافة إلى ذلك يتم تطبيق تقنية النانو أيضاً لصنع تغليف خاص مقاوم للمكروبات والبكتيريا[1].

ويتوقع خبراء صناعة الأغذية أن تؤثر تقنية النانو تأثيرًا كبيراً ،وبطرق عديدة في المنتجات الغذائية و حياة المستهلك ، سواء بشكل مباشر أم غير مباشر. ولقد أخذت الشركات العالمية بناصية الاستثمار في هذا المجال، مثل شركة "جنرال ميلز General Mills"، و"بيبسيكو Pepsico"، و"كامبيلز Campbells" و"كرافت للأغذية Kraft foods "وغيرها[2].

ولقد أنشأت شركة كرافت المتخصصة في الأغذية اتحاد لأقسام البحوث العلمية لاختراع مشروبات لا لون لها ولا طعم مبرمجة ؛ فقريباً يمكننا شراء مشروب لا لون له و لا طعم يتضمن نانو جزيئات للطعم و اللون عندما نضعه في الميكروويف على تردد معين يصبح لدينا عصير ليمون ،وعلى تردد آخر يصبح هو نفسه عصير تفاح ، وتسمى هذه الأنواع من الأغذية بالأغذية الجذابة Interactive Food والتي يتم فيها تغير الغذاء وفقاً للحاجة ؛ والمبدأ في هذه الأغذية أن بها الآلاف من كبسولات النانو والتي تحتوي على محفزات للنكهة واللون أو عناصر تغذية مضافة مثل الفيتامينات والتي تكون سائدة في الغذاء وتحرر فقط عند رغبة المستهلك .

(1) Weiss J., Takhistov, P., and McClements, D.J. (2006). Functional Materials in Food Nanotechnology. J. Food Sci. 71 R107-R116.

(2) Chau C-F., Wu S-H. and Yen G-C. (2007). The development of regulations for food nanotechnology. Trends Food Sci. Technol. 18 269-280.

www.ibtesama.com Exclusive

وتعمل العديد من شركات الأغذية على تصميم أغذية "ذكية" أو " تفاعلية " تتغير طبقاً للذوق الشخصي للأفراد فتغير اللون و الطعم و المكونات الغذائية حسب الطلب أو لمنع تأثير بعض المركبات التي تتسبب في الحساسية لدى البعض[1].

ومن بين الإيجابيات المهمة لاستخدامات تقنية النانو في الصناعات الغذائية هو التقليل من النفايات الناجمة عن المصانع الغذائية ومالها من أضرار على الصحة والبيئة.

بالإضافة إلى توظيف تقنية النانو في مجال حفظ المنتجات الغذائية السابقة الإعداد أو الطهي، فهي تستخدم أيضًا في حفظ المواد الغذائية الطازجة مثل اللحوم بأنواعها، الفواكه والخضراوات و المخبوزات و منتجات الألبان والوجبات الطازجة السابق إعدادها وذلك عن طريق تغليفها بأفلام رقيقة من البلمرات الشفافة التي لا تزيد سماكتها على ٥ نانومتر، حيث يُدمج بها حبيبات أو أنابيب نانوية تعمل على غلق مسامها بهدف منع وصول الرطوبة إلى الغذاء الطازج الموجود داخل العبوة.

(١) مجلة العربي ، مجلة شهرية ثقافية عربية كويتية مصورة. تصدرها وزارة الإعلام الكويتية ،التغذية وتكنولوجيا النانو: الطعام على الطريقة النانوية : محمد الإسكندراني، العدد ٦٢٥ ، ديسمبر ٢٠١٠م.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الثالث عشر

تطبيقات طبية واعدة

يقول الباحثون بأنه من الممكن استخدام آلات من جزيئات نانوية لإعادة بناء الأعضاء التالفة ، كما أنها تقوم بتعديلات تجميلية أو توفر للناس أعضاء كاملة جديدة قادرة على القيام بوظائف معززة وقوية بصورة دراماتيكية، وطبقاً للباحثين فإنه من الممكن تجديد الأطراف المفقودة والعيون والأذن المعطوبة وإعادتها إلى حالتها السابقة وربما يتم تحسينها لتعمل بصورة أفضل مما كانت عليه.

في الحقيقة يعتقد الباحثون الطبيون أن أجهزة النانو بحجم الجزيئات من الممكن أن تقوم بتقوية نظام المناعة باصطياد وتعطيل البكتيريا والفيروسات غير المرغوب فيهما.. كما يحلم الباحثون بمضخات نانوية تسبح في دم المرضى وتقوم بتنظيفه من خلايا(H.I.V) المصابة.

ورغم أن تقنية (النانو) أساساً تقنية للبناء إلا أن إحدى فوائد النانو الفريدة تنبع من قدرتها على تحقيق (التدمير المستهدف) في جسم الإنسان... ولأن جسم الإنسان عرضة للسرطان والأمراض المعدية فهو يحتاج إلى ميكانيكية تستطيع تحطيم العناصر الخطرة مثل البكتريا وخلايا السرطان والفيروسات أو الطفيليات... ويعتقد البعض أن تلك الأجهزة الصغيرة من الممكن أن تعالج الجسم من تلك الأمراض ، فمثلاً فيروس الهربس يعزل جيناته داخل(D.N.A) الخلية المضيفة. إن جهاز تقنية النانو لإصلاح الخلية والمجهز بحاسب آلي وذراع ربوتي دقيق ، يقوم بقراءة ال(D.N.A) الخاص بالخلية ويزيل الجين الإضافي الذي يتسبب في الهربس دون أي تأثير على التكامل الوراثي للخلية المضيفة.

وسوف تلعب تقنية النانو دورًا رئيسيًا في التئام جروح ما بعد العملية... وبكل بساطة ستساعد آلات إصلاح القلب شكل (٣٣)، على إنتاج عضلات جديدة بإعادة تنظيم ميكانيكية التحكم في الخلايا... وسوف تتم مساعدة ضحايا السكتة الدماغية لتجديد أنسجة المخ حتى تلك التي كان بها تلف كبير.

والهدف النهائي هنا ليس معالجة المرض فقط ولكن للإبقاء على صحة الإنسان مدى حياته... وسوف يظهر ذلك عندما يتحقق فهم متكامل حول تركيبة الجزيئات للأنسجة الصحيحة.. وبعد ذلك ستكون لدينا المعرفة الكافية لرسم أي تركيبة لخلية

www.ibtesama.com Exclusive

قلبية متعافية أو تركيبة لخلية كبد متعافية ونقل البيانات الصحيحة حول جزيئات وخلايا وأنسجة ذلك العضو إلى الجهاز المتناهي في الصغر.

وبينما نقترب من العصر النانوي الجديد فقد تقدم الاكتشافات الدوائية حلولاً أفضل لتليف الرئة الكيسي.. وأحد تلك الأدوية قد يمنع الستازبروتين الذي ينتجه مريض تليف الرئة الكيسي من الهجوم على أنسجة الرئة... ودواء آخر التي بقيت من خلايا المناعة الميتة مما يسمح للجسم باستخدام ميكانيكية ذاتية للنظافة (D.N.A) يذيب (DNASE) وذلك لتنظيف السوائل المترسبة الرقيقة. ويعتقد الباحثون أنهم يستطيعون السيطرة بصورة فعالة أكثر على هذا المرض المخيف بإيقاف إنتاج ذلك المخاط الكثيف من مصدره. وقد اكتشف أن سبب تليف الرئة الكيسي خلل وظيفي في الخلايا يحثها على ضخ الصوديوم بكمية زائدة مما يقود لخروج الماء خارج المخاط... والمخاط المتبقي سائل كثيف للغاية يتسبب في قتل المريض... والآن تم اكتشاف دواءين يعالجان ذلك الخلل الوظيفي في الخلايا، والخلايا التي تم إصلاحها لا تنتج الأملاح ولا يتكون المخاط الكثيف في جسم المريض.

ولكن التقنية الواعدة لعلاج تليف الرئة الكيسي لن تكون العلاج بالدواء بل بالجينات الوراثية. فقد اكتشف باحثان«Fransis Colenis» و «Lap Chi Tsoy» جين تليف الرئة الكيسي في الكروموزوم 7 في صيف عام1989 م. والتحدي الآن هو نقل صيغ صحيحة من ال(D.N.A) إلى رئتي مريض تليف الكبد.

*** النانو ضد الشيخوخة:**

إن الاعتلال الرئيسي في الشيخوخة بما في ذلك مرض الخرف المبكر (الزهايمر) ووهن العظام من الممكن إخضاعه للهندسة الوراثية عند الولادة أو في فترة من فترات الحياة

وتعتبر المؤسسة الطبية - بصورة متزايدة - أن الشيخوخة مرض يجب التغلب عليه... وقد تحقق تطور مذهل في إطالة فترة الحياة من خلال أدوية وتغذية أفضل وظروف صحية أحسن للمعيشة.

والآن سوف تبدأ تقنية النانو عصراً جديداً في الصراع ضد الشيخوخة .. ويعتقد كثير من المراقبين أن آلات إصلاح الخلايا سوف تستطيع تحسين وظيفة الخلية طالما أن

www.ibtesama.com Exclusive

تركيبة الخلايا الرئيسية ليست بها عيوب .. ورغم أنها لا تستطيع خلق خلايا جديدة ، لكنها تستطيع بالتأكيد تجديد الخلايا الموجودة.

وعندما نتأكد من أن تأثير الشيخوخة بها في ذلك العظام الهشة والجلد المجعد والتئام الجروح ببطء والذاكرة الضعيفة والعلامات الأخرى للشيخوخة ناتجة عن عدم ترتيب للخلايا والجزيئات كما ينبغي ، يمكننا أن نتصور أن آلة نانوية ببرنامج صحيح تستطيع إعادة تنظيم تلك التركيبات بحيث نتمكن من إعادة الصحة إلى حالة الشباب والمحافظة عليها[1].

مجلة الابتسامة

١) تقنية النانو في إيصال الأدوية : عبد الرحمن أحمد زريق ، إشراف أ.د / مفيد ياسين، المرجع السابق.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الرابع عشر

رؤية إستراتيجية لتفعيل دور النانو في الطب

لا يزال حال العالم العربي من بحوث تقنيات النانو، نفس حاله من البحوث في المجالات الأخرى إن لم يكن أسوأ .ولا يختلف اثنان في أن ثمة فجوة كبيرة لا تزال في اتساعٍ بين المستوى التقني في عالمنا العربي،و بين دول العالم المتقدم صناعياً.ولعل من أقصرِ الطرق لتقليص هذه الفجوة بعد الجدية في العمل و صدق النية هو التعاون المثمر مع كل الدول التي سبقتنا في المضمار نحو الصالح الإنساني المشترك[1].

وما تزال الغالبية العظمى من تطبيقات تقنية النانو في طور الخيال العلمي أو التجريبي و بحاجة لجهود جبارة للدفع بها إلى العالم التطبيقي و تكمن أهم الصعوبات في:

١- التصنيع التجاري لمواد التقنية النانوية و العامل الاقتصادي.
٢- التوافق الحيوي و مدى فعالية المواد النانوية.
٣- قضايا اجتماعية مثل القبول العام و الأخلاقيات و القوانين و أمان الإنسان.

وبالرغم من التحديات التي تواجه مستقبل تقنية النانو في الطب ؛ إلاَّ أن تقنية النانو تعتبر مبشرة في تغيير مفهوم العلاج الطبي و العناية الصحية عن طريق:

١- طرق مبتكرة لتشخيص الأمراض و الوقاية منها.
٢- الاختيار العلاجي المناسب للعديد من الأمراض.
٣- تحرير الأدوية النوعي و علاج السرطان و العلاج الوراثي.

وعلى الرغم من أن تقنية النانو تعتبر و كأنها خيال علمي إلا أنها واعدة و ستشهد في السنوات القادمة العديد من الأطباء النانويين الذين يعالجون الأمراض و يكشفونها بشكل مباشر من خلال الدخول إلى الجسم البشري... و لعلهم يكونون بديلاً عن الأطباء الحاليين..!!

ولتشكيل رؤية إستراتيجية وطنية طويلة المدى ذات مراحل محدده تعتمد مبدأ التدرج لنقل وتوطين التقنيات متناهية الصغر، وتدريب العلماء و الباحثين و طلبة الدراسات العليا للقيام بمتطلباتها انطلاقاً من مبدأ التدرج و وضوح الرؤية. والتي يمكن تلخيصها في المراحل الأربعة التالية:

(١) صحيفة الاقتصادية الإلكترونية، العدد ٥٩٦٦ ،الأربعاء ٢٦ صفر ١٤٣١ هـ الموافق ١٠ فبراير ٢٠١٠م.

www.ibtesama.com Exclusive

١- **المرحلة التعاونية**: مع جميع المؤسسات التعليمية و البحثية و الصناعية العالمية في تقنيات النانو و اكتساب المهارات الأولية وتكوين الملاك التقني الفني القادر على التعامل معها من خلال عمليات مشاريع بحثية مشتركة .

٢- **المرحلة الاستيعابية**: و من المفترض أن تكون أيضاً بالتعاون و الشراكات العلمية و التصنيعية مع الجامعات و المؤسسات البحثية و الشركات لكن على مستوى الندية بالاعتماد على القدرات المحلية التي تم تطويرها في المرحل السابقة .

٣- **المرحلة التطورية الذاتية**: والتي تعتمد سياسة المبادرات التقنية النانوية المحلية وتطوير التقنيات و المنتجات بمضارعة التقنيات و المنتجات العالمية وبما يتلاءم والاحتياجات المحلية بناء قدرات الملاك التقني المحلي والتي تم تدريبه وتهيئته لهذه المرحلة في المرحلتين السابقتين ، وهذا لا يعني أبداً الاستغناء عن القدرات العالمية بل على العكس تماماً إذ لابد من الاستفادة من القدرات العالمية المتميزة بشكل فردى(التعاقد الفردي)كلما دعت الحاجة إلى ذلك .

٤- **المرحلة الإبداعية**: وهى نتاج طبيعي للمراحل السابقة حيث سينشأ جيل تقني ذاتي القدرة وافر الإمكانات و معزز بمنظومة معامل ومختبرات ومصانع تقنيات النانو إضافة إلى وجود تحديات تقنية محلية في حاجة ملحة إلى التطوير والتحسين مما يدفع عجلة الإبداع والابتكار التقني معتمداً في ذلك آلية الأبحاث والتطوير محلياً[١].

إنها مجرد محاولة لاستشراف المستقبل، قد لا يصح لاحقاً بعض جوانبها ، ولكن قد يحمل المستقبل من التحولات ما يتجاوز كل تقدم ؛ أَلَمْ يفعل المستقبل ذلك أكثر من مرة في الماضي ؟!!

(١) جريدة المدينة: نحو رؤية إستراتيجية لتفعيل تقنيات النانو بالمملكة العربية السعودية :سامي سعيد حبيب، مدير مركز التقنيات متناهية الصغر ، جامعة الملك عبد العزيز ، السبت ٢٣ / ٢ / ١٤٢٩ هـ.

www.ibtesama.com Exclusive

FARES_MASRY
www.ibtesama.com
منتديات مجلة الإبتسامة

الفصل الثالث

تقنية النانو بين القبول والرفض

إن التطور السريع لتطبيقات النانو في الميادين العديدة ، وما يقابله من نقص كبير في معرفة الآثار المترتبة على ذلك ، يدعو إلى كثير من الحذر ..!! فصناعة المواد متناهية الصغر صناعة سريعة النمو ، سواء من حيث الحجم الإجمالي أو من حيث عدد المصنعين.ولكن المعرفة بالمخاطر الصحية والبيئية المحتملة لتقنية النانو تكاد تكون نادرة.

وعلى الرغم من وجود أدلة كافية تشير إلى أن تطوير واستخدام المواد متناهية الصغر يجلب المخاطر على الصحة والبيئة. إلا أن الدراسات في هذا المجال ما زالت ضئيلة للغاية. فالتطور السريع في تقنية النانو يقابله للأسف نقص كبير في المعلومات عن مدى مخاطر استخدامها[1].

ومازال الموقف بشأن تقنية النانو متباين ؛ فالمتفائلون يعتقدون أن هذه التقنية ستوفر مواد مفيدة للجميع؛لأنها ستوفر الماء النظيف والغذاء الصحي ومحاصيل معدَّلة تنتج بكميات كبيرة بأيدي عاملة قليلة. وتوفر طاقة كهربائية رخيصة وصناعة نظيفة وأدوية فعالة وتشخيصاً دقيقاً وزراعة أعضاء مضمونة وقدرات هائلة في الاتصالات وتخزين المعلومات وتوفير أجهزة تفاعلية ذكية في البيوت مع زيادة كفاءة الإنسان من خلال التكنولوجيات التجميعية.

أما المتشائمون فيقولون أن تقنية النانو ستفاقم مشاكل الظلم الاجتماعي والاقتصادي والتوزيع غير العادل للسلطة من خلال زيادة الفوارق بين عالمي الأغنياء والفقراء. وكذلك ستؤدي إلى إشاعة الفوضى في العلاقات الدولية بسبب زيادة احتمال انتشار الأسلحة النانوية ، التي ستكون أشد فتكاً من الأسلحة الكيماوية الحالية.

---

(1) تكنولوجيا النانو.. العواقب المحتملة وشدة العواقب : محمد هاشم البشير ، مرجع سابق .

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الأول

شبهات حول تقنية النانو

يعتقد علماء تقنية النانو أنها تقنية نظيفة و أنها مفتاح نهاية التلوث والأمراض ، وأنها ستتيح تشغيل مصانع ذات كفاءة عالية ، ولكنها بأحجام متناهية الصغر. إذ أنه سيكون هناك رجال آليون (روبوتات) غير مرئية تقوم ببناء أي شيء يمكن تخيله. في الوقت ذاته ، توصف تقنية النانو بأنها عقاب محتمل.

وبالرغم من الجوانب الإيجابية الكثيرة التي تحملها تقنية النانو إلى البشر ؛ إلاَّ أننا نجد أن ظاهرة الرفض لهذه التقنية تظهر بوضوح منذ أن نشر إريك دريكسلر كتابه "آلات الخلق" (Engines of Creation) سنة ١٩٨٦م ، والذي قدَّم فيه صورة للمركبات النانوية القادرة على تحريك المادة على مستوى الجزيئات في سائر الاتجاهات ، بحيث تخيل وجود آلات نانوية قادرة أن تعيد إنتاج نفسها بنفسها (الجزيئات ذاتية الاستنساخ) مستغنية عن التدخل الإنساني ، بما يعني قدرتها على محاكاتها فعل الكائن الحي ..!!

بيد أن هذا النقاش ظل سرياً ومحصوراً في البداية في أروقة المختبرات وكواليس الخبراء وبين رهط قليل من السياسيين ، حتى اجتمعت ثلاثة أحداث[1] مختلفة دفعت به إلى الواجهة:

١- **الحَدَث الأول**: أدبي في الأساس ، عندما قام ميخائيل كريشتون بنشر روايته "الفريسة" (Pry =Proie) الشهيرة سنة ٢٠٠٢م في الولايات المتحدة الأمريكية ، والتي تعرض لنا مجتمعا تمكن من صنع إنسان آلي نانوي يتم فقدان السيطرة عليه.وهنا سيصبح بني البشر فريسة ما صنعوه بأيديهم، مما ألزم معهد (Foresight Institute) العلمي ، وهو معهد للتوقعات بستانفورد لدراسة سبل تحقق هذا الخطر من عدمه. إذ اعتبرت هذه الرواية إنذار سابق قبل أوانه ، يعرفنا بالأخطار المحتملة التي قد تعصف بالإنسانية.

٢- **الحَدَث الثاني**: حدث سياسي بالدرجة الأولى ، كشف عنه الأمير شارلز ولي عهد بريطانيا ، عندما طلب في شهر أبريل سنة ٢٠٠٣م من العلماء البريطانيين البحث

(1) http://www.saudinanocenter-sa.com/index.php/joomla-forums/2011-04-20-07-57-51.

www.ibtesama.com Exclusive

في "الأخطار الكبيرة التي تحيق بالطبيعة والمجتمع" من جراء استعمال التقنيات النانوية ، لاسيما ما يعرف بهادة الهلام السنجابي[1].

٣- **الحَدَث الثالث**: صدر عن هيئات المجتمع المدني ، بخاصة من مجموعة كندية مضادة للعولمة، تحمل اسم: " ETC Erosion, Technologies et Concentration"، نشرت تقريراً في يناير ٢٠٠٣م يحذر من تطبيقات النانوية التي تم إعادة تسميتها بـ "التقنيات الذرية"، حيث طالبت هذه الجمعية إرجاء استخدام واستهلاك المنتجات التي يتم تصنيعها عبر التقنيات النانوية، في انتظار تجميع معلومات كافية حول آثارها على المحيط البيئي وعلى الإنسان.

(١) الهلام السنجابي (Gelée grise): تعد مصدر خوف وتهويل كبيرين في التقانيات النانوية، بحيث يفترض فيها التهام القشرة الأرضية لكي تتمكن من التوالد، وهو ما يهدد مصير الجنس البشري برمته. انظر: http://ar.wikipedia.org

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الثاني

مخاطر تقنية النانو

تقنية النانو مثلها مثل أي تقنية أخرى لها جانب إيجابي و جانب سلبي ، فبالرغم من فوائدها العظيمة فإن لها بعض المخاطر شكل (٣٤). ويمكن إجمال مخاطر تطبيقات تقنية النانو بشكلٍ واسعٍ إلى أربعة أقسام رئيسة:

أولاً : قضايا صحية (المخاطر على صحة الإنسان):

تتمثل التأثيرات الصحية لتقنية النانو في تلك الآثار المحتملة للمواد والأجهزة النانوية على صحة الإنسان. وبما أن تقنية النانو هي مجال مستحدث ، فقد أسفر ذلك عن قيام جدلٍ واسعٍ حول المدى الذي يمكن عنده الاستفادة أو التعرض للمخاطر الخاصة بتقنية النانو على الصحة الإنسان. ويمكن تقسيم التأثيرات الصحية لتقنية النانو إلى : قدرة الاختراعات النانوية على أن يكون لها تأثيراتها الطبية في علاج الأمراض ، وكذلك المخاطر الصحية المحتملة عند التعرض للمواد النانوية.

وترجع المخاطر المحتملة لتقنية النانو على صحة الإنسان من دقة حجم المواد النانوية التي سوف يتعامل معها الفرد ، ونحن نعلم مدى صغر هذه المواد ، حيث أن بعضها لديه القدرة على النفاذ إلى جسم الإنسان بكل سهولة ، خلال مسامات الجلد ، وتستطيع الانتشار داخل الجسم بصورة أكبر و أسرع من أي مادة أخرى ، بدون أن يشعر الإنسان أو يبدي أي مقاومة ، وهو ما يحمل معه المخاطر الكبيرة على صحة الفرد[1]، فالجسيمات العالقة في الهواء والناتجة من الدهانات أو البخاخات أو الغبار يمكن أن يتم استنشاقها ، وبالتالي تنفذ إلى الجسم.

وعلى الرغم من أن الآثار السلبية المحتملة للمنتجات المصنعة بهذه التقنية الواعدة على صحة الإنسان ما زالت مجهولة إلى حد كبير ، وبرغم جميع إجراءات السلامة التي يتم إتباعها فإن المئات منها قد غمر الأسواق بالفعل في جميع المجالات من الملابس إلى الطب إلى عجائن تنظيف وتبييض الأسنان إلى الطرق السريعة ومواد المحافظة على الحيوية والجمال والرشاقة..إلخ.

ويتفق العلماء على أن جسيمات النانو وبسبب صغر حجمها لها القدرة على الدخول في جسم الإنسان ، فلك أن تتخيل أن جسيم بحجم ٣٠٠ نانومتر يستطيع

(1) Royal Society and Royal Academy of Engeneering, Nanoscience and Technologies: Opportunities and Uncertainties, , London, 2004.

www.ibtesama.com Exclusive

بكل سهولة الدخول في خلايا جسم الإنسان، والأخطر من ذلك أن جسيماً بحجم ٧٠ نانومتر يستطيع الدخول في نواة الخلية ، مما يعني أن هذه الجسيمات قادرة على الدخول بسهولة إلى جسم الإنسان ، مما يعني الاحتمال الكبير لحدوث التفاعل بينها وبين خلايا الجسم ، مما قد يؤدي لتغير خصائصها أو تسميمها[١].

وهذه المخاوف لها ما يبررها ، فقد أظهرت بعض الدراسات التي أجريت على الحيوانات في المختبر هذه الآثار السلبية ، لجسيمات النانو ، حيث وجد أن هذه الجسيمات وعند دخولها الجسم تتجمع في الدماغ وخلايا الدم والأعصاب ، وهذا بالطبع يعني خطورة بالغة جداً ، مما يعني أن جسيمات النانو يمكن أن تصنف على أنها مواد تدميرية لجسم الإنسان[٢].

وقد ظهرت بعض العلوم الخاصة بدراسة سمية المواد النانوية ويسمي بـ(علم السموم النانوي)، وهذا العلم[٣] يعتبر فرعاً من فروع علم الأحياء النانوي ، وهو يعني بدراسة سمية المواد النانوية بسبب تأثيرات الحجم الكمي والمساحة السطحية الكبيرة، وعلى الرغم من أن بعض المواد تكون خاملة مثل الذهب ، فإنها تصبح نشطة للغاية في الأبعاد النانومترية[٤]. وقد ظهرت بعض الدراسات العلمية الحديثة التي أشارت إلى أن بعض المواد النانوية لها تأثير مباشر على القلب والأوعية الدموية في الفئران[٥]. وهناك بعض الدراسات الطبية التي وجدت روابط بين الجسيمات النانوية وبعض الآثار الصحية، مثل زيادة حالات الربو، و أمراض القلب، والالتهاب الشعبي المزمن، وحتى حالات الوفاة المبكرة[٦].

ورغم أنه لم ترصد بعد حالة تسمم واحدة بالمواد المهندسة بتقنية النانو فإن هناك قلقاً متزايداً بين الباحثين إزاء المواد السامة التي تحملها الجزيئات المتناهية ، وقدرتها على اختراق جدران الخلايا وسريانها مع الدورة الدموية ونفاذها إلى الأغشية الدماغية، والتي تحمي المخ من التأثر بالمواد الكيميائية الضارة التي تجري في الدم.

(1) http://www.saudicnt.org/indexphp?tool=artcls&do=read&id=37

(٢) المرجع السابق نفسه.

(3) Magrez, Arnaud; et al. (2006). "Cellular Toxicity of Carbon-Based Nanomaterials". Nano Letters 6 (6): 1121–1125. doi:10.1021/nl060162e. PMID 16771565.

(4) http://www.saudicnt.org/indexphp?tool=artcls&do=read&id=37

(5 http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=washingtonstory&sid=aBt.yLf.YfOo

(6) 4th Nanoforum Report: Benefits, Risks, Ethical ,Legal and Social Aspects of Nanotechnology, june 2004. P.50.

www.ibtesama.com Exclusive

ولم يتم إجراء أية دراسات وبائية حول المخاطر الصحية للمواد النانوية المصنعة. وقد بدأ قياس تركيزاتها في أماكن العمل، لكنه ليس واضحاً بعد ما إذا كانت النماذج الحالية لبروفيلات التركيزات المحلية والزمانية تنطبق في حالة الجسيمات النانوية الجديدة. ولا توجد[1]- خلاف اتفاقية بين عدد قليل من المعاهد الأوروبية للسلامة المهنية- أية معايير دولية بخصوص طرق قياس الجسيمات النانوية وتقدير مدى التعرض لها. وقد أنشأت المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس (ISO) لجنة معنية بالتكنولوجيات النانوية[2]، بغية وضع معايير تقوم على المعارف العلمية في مجالات الصحة والسلامة والبيئة. وإلى أن تتوفر المعايير في هذا الميدان، فإن عمليات تبادل الخبرات بين مهندسي القياس والعلماء ستتسم بأهمية خاصة.

وأظهرت دراسة جامعة أكسفورد أن نانو جزيئات ثاني أكسيد التيتانيوم الموجود في المراهم المضادة للشمس أصابت الحمض النووي DNA للجلد بالضرر. كما أظهرت دراسة من مركز جونسون للفضاء والتابع لناسا أن أنابيب الكربون النانوية تعد أكثر ضرراً من غبار الكوارتز الذي يسبب السيليكوسيس وهو مرض مميت يحصل في أماكن العمل.

و أوضح سيتون انتوني من معهد طب في ادنبره (اسكتلندا) في دراسة نشرها أخيرا أن أنابيب الكربون النانومترية التي تعد بثورة تكنولوجية غير مسبوقة قد تكون ضارة وقاتلة للكائنات الحية بما فيها الإنسان لذا يجب التعامل مع هذا العلم بحرص شديد وقد طالب باستبعاد الأغذية والزراعة من هذا التطور التكنولوجي حفاظا على البشر. فمن المعلوم انه إذا ما تم امتصاص الجزيئات النانوية عبر جذور النباتات والأشجار أو عبر الهواء فإنها ستصل حتماً إلى الإنسان والحيوان عن طريق الغذاء. وهنا تكمن الخطورة وخاصةً إذا احتوت هذه الجزيئات خلال مراحل تصنيعها على مواد ضارة[3].

كما تبين آخر التطورات التي طرأت على تقنية النانو أنه تم تطوير جوارب تحتوي على جزيئات الفضة (نانو سيلفر) تمنع رائحة القدمين لكن تبين أن لها عواقب وخيمة على جسم الإنسان. فهذه الجزيئات بكتيرية وهي قادرة على قتل البكتيريا النافعة المهمة في تحطيم المواد العضوية في النفايات ومحطات المعالجة أو المزارع.

(١) على حد علم الباحث.

2) ISO Technical Committee (TC) 229 «Nanotechnologies .

(٣) تكنولوجيا النانو.. العواقب المحتملة وشدة العواقب : محمد هاشم البشير ، المرجع السابق .

www.ibtesama.com Exclusive

وهنا يمكننا أن نخلص إلى أربعة جوانب مخيفة تتعلق بتقنية النانو وهي:

١. الجسيمات النانوية العالقة يمكن أن تمنع عمل الرئتين، وذلك من خلال تهييجها ، ويكون التأثير أشد كلما صغر حجم الجسيمات ؛ لأن مساحة السطح تكون أكبر.

٢. المادة النانوية قد تكون نوعاً من أنواع السموم المعروفة، وتجد طريقها للجسم حتى من خلال وسائل الحماية التقليدية مثل كمامات الوجه ؛ نظراً لصغر حجم تلك الجسيمات.

٣. تمتلك بعض الجسيمات النانوية تأثيراً محفزاً يمكنها أن تولد جذوراً حرة (Free Radicals) ، وهذه الجذور الحرة عادة ما تولد الأورام السرطانية في الجسم.

٤. يمكن لهذه المادة أن تكون ذات خصائص ضارة عند مستويات النانو بحيث لا تظهر هذه الخصائص عند مستويات أكبر ، وقد تم اكتشاف ذلك من خلال البحوث التي تجري على جسيمات التلوث الهوائي[1].

ثانياً : قضايا بيئية (مخاطر على البيئة):

إن التوسع المتوقع في إنتاج المواد النانوية بدون ضابط سوف يثير جملة من الأسئلة البيئية ، ومدى تأثير تلك المواد على البيئة من حولنا ، وعلى الإنسان الذي يعيش في تلك البيئة ، وعلى غذائه الذي يتناوله ؟ وحتى الآن لا تتوفر الكثير من المعلومات حول مصير الجسيمات النانوية بعد تغلغلها في البيئة وتحولها من صورة إلى أخري ، ولا أحد يعرف مقدار سميتها أم أنها غير سامة ، وهل تكون هذه السمية في خلال أشهر أم سنوات ؟ لذا فإن المنتجات النانوية يمكن أن تكون ملوثات حيوية بيئية غير قابلة للتحلل[2].

أشارت بعض الدراسات إلى تأثير مواد النانو على البيئة و إمكانية التصاقها بالسلسلة الغذائية وبذلك أصبح من اللازم دراسة ماهية مواد النانو وتأثيراتها البيئية المختلفة. ورصدت بعض التقارير الأوروبية بعضاً من الأضرار التي سوف تلحق بالموارد الطبيعية والمقومات البيئية للأرض والهواء والماء ، وتخلص إلى أن البيئة كلها مهددة من التوسع في انتشار تقنية النانو[3]. وهناك بعض المخاوف التي أفصح عنها

(1) Toby Shelly, Nanotechnology: New Promises, New Danger, Zed Books, London and New York, 2006.

(2) 4th Nanoforum Report: Benefits, Risks, Ethical,Legal and Social Aspects of Nanotechnology, june 2004. P.50.

(3) Nanotechnology: Small matter, Many Unknowns,Swiss Re, Zurich, 2004, p. 42

www.ibtesama.com Exclusive

الباحثون حول الجسيمات النانوية لثاني أكسيد التيتانيوم ، التي يبدو أنها تقضي عل البكتيريا ، ومدى تأثيرها على بيئة التربة.

ولعل أهم مخاطر تقنية النانو على البيئة في شكلين : أحدهما ، التراكم البيولوجي[1]. والذي ينشأ من تراكم مواد النانو الغير مرغوب فيها .والآخر ، في صغر حجمها حيث سيصعب كشفها و تنظيفها و إزالتها من البيئة[2].

وعلى الجانب الآخر ، قد يمكن الاستفادة من بعض تطبيقات النانو المتاحة في المستقبل لخدمة الأغراض البيئية. حيث تستند أحد فئات أساليب الترشيح على استخدام الأغشية ذات أحجام الثقوب الملائمة ، مما يسمح بحجز السائل خلف ذلك الغشاء. ومن ثم تعد الأغشية نانوية المسام مناسبةً لعملية الترشيح الميكانيكية والتي تتسم بأنها ذات مسام أصغر من ١٠ نانومتر (قد يتكون من أنابيبٍ نانويةٍ). ويستخدم الترشيح النانوي بشكلٍ رئيسيٍ بهدف إزالة الأيونات أو فصل السوائل المختلفة.

وما زالت الأبحاث جارية بهدف استخدام المواد النانوية لأغراضٍ تشتمل على خلايا شمسية أكثر كفاءةٍ بالإضافة إلى خلايا وقود عملية وبطاريات صديقة للبيئة.

ثالثاً : قضايا اجتماعية(الآثار الاجتماعية لتقنية النانو):

وبعيداً عن المخاطر المصاحبة للجيل الأول من تقنية النانو والتي تؤثر على كلٍ من الصحة البشرية والبيئة المحيطة ، توجد مجموعة أوسع من التأثيرات الاجتماعية والتي تفرض المزيد من التحديات الاجتماعية عريضة المدى. حيث اقترح علماء الاجتماع أن يجب فهم وتقييم القضايا الاجتماعية المصاحبة لتقنية الصغائر بشكلٍ ليس بالبسيط ؛ حيث لا يُنظر إليها على أنها مجموعة من التأثيرات أو المخاطر الجارية فقط[3].

قد توفر تقنيات الصغائر حلولاً جديدةً للملايين من المقيمين بالدول النامية والذين يفتقرون الوصول إلى الخدمات الرئيسية، ومنها المياه الآمنة، موارد الطاقة الثابتة، الرعاية الصحية، وفرص التعليم. وقد أقرت الأمم المتحدة الأهداف الإنمائية

(1) 4th Nanoforum Report: Benefits, Risks, Ethical,Legal and Social Aspects of Nanotechnology, june 2004. P.50.

(٢) SCENIHR (اللجنة العلمية المعنية بالمخاطر الصحية الناشئة والمكتشفة حديثاً) تقرير عن مخاطر التكنولوجيات متناهية الصغر، ١٩ كانون الثاني/ يناير ٢٠٠٩م.

(3) Kearnes, Matthew (2006). "From Bio to Nano: Learning Lessons from the UK Agricultural Biotechnology Controversy". Science as Culture 15 (4): 291–307. Routledge. doi:10.1080/09505430601022619. Retrieved on 2007-10-19.

www.ibtesama.com Exclusive

للألفية لمواجهة تلك المتطلبات. وقد لاحظت فرقة الأمم المتحدة المعنية بالعلوم والتقنية والابتكار أن بعضاً من مزايا تقنية الصغائر تتضمن الإنتاج بالاعتماد على قوة العمل القليلة والأرض والصيانة والإنتاجية العليا والتكلفة المنخفضة والمتطلبات المتواضعة من المواد والطاقة.

وعلى الرغم من أن التقنية الجديدة سوف تمنح مستخدميها سبل التقدم والازدهار ، إلا أنها سوف تعيق آخرين وتجعلهم في مؤخرة الركب، وتشكل نوعاً جديداً من الطبقية. وبرغم أن التقنية سوف تساعد في تخفيف بعض المعاناة مثل نقص الغذاء وسوء التغذية في الدول النامية ، إلا أنها سوف تشكل في الوقت نفسه طبقية اقتصادية داخل الدول المتقدمة ، وبينها وبين الدول النامية[1].

وثمة عدد من التقارير[2] تدعو إلى التزام جانب الحذر في استحداث وتسويق المواد متناهية الصغر المصنعة ؛ وتبحث لجان الأخلاقيات مفهوم الحذر هذا،وقضايا أخرى أيضاً اعتبرت ذات أولوية مثل: الاتفاق على المخاطر المقبولة أو غير المقبولة اجتماعياً[3]، وتطبيق التقنية متناهية الصغر والتكنولوجيات الأخرى "للنهوض بالإنسان" ، وتوزيع المنافع على الصعيدين الاجتماعي والعالمي ، والتكاليف والمخاطر، وقضايا الملكية أو براءات الاختراع، والمخاطر المتصلة بصحة وسلامة العمال ، والبيئة والمجتمع ، والإشراف التنظيمي ، ومشاركة المجتمع في اتخاذ القرارات.

ومن المحتمل في غياب التشريعات الدولية التي تقنن امتلاك هذه التقنية وتطويرها أن تصبح متاحة للجميع، ومن الممكن في المستقبل أن تكون متاحة حتى لأفراد وجماعات ، فامتلاك المعرفة يمكن من تصنيع المواد متناهية الصغر في مختبرات سرية صغيرة يصعب أو يستحيل كشفها ، وحتى في صالات الطعام أو غرف النوم.

(1) Philip Anton; Richard Silbirglitt and James Schneider, The Global Technology Revolution, RAND National Defence Research institute, Santa Monica, 2001, P.xvii.

(2) The Royal Society and the Royal Academy of Engineering: Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncerntainties; 2004, page 8.

(3) Kearnes, Matthew; Grove-White, Robin& Macnaghten, Philet al.(2006),"From Bio to Nano: Learning Lessons from the UK Agricultural Biotechnology Controversy",Science as Culture, Science as Culture(Routledge)15(4): 291–307, December 2006, DOI:10.1080/09505430601022619.

www.ibtesama.com Exclusive

رابعاً: "غراي غو": المخاطر المصاحبة للرؤية المتوقعة لتقنية النانو الجزيئية:

تقنية النانو الجزيئية هي مجال فرعي تأملي ضمن دراسة تقنية النانو مع الوضع في الاعتبار هندسة المجمعات الجزيئية وهي الآلات التي تعيد تنظيم المادة على الصعيد الجزيئي أو الذري. وعندما يتعلق الأمر بمخاطر التصنيع الجزيئي، فغالباً ما يتم الاستشهاد بأسوأ سيناريو وقع والمتمثل في "غراي غو"[1]، والذي هو عبارة عن مادة افتراضية تحول فيها سطح الأرض بواسطة التكرار الذاتي للنانوبوت فوضوية التشغيل. وقد قام فريتاس[2] بتحليل ذلك التصور،حيث ظهر سيناريو مختلف يدعى "غرين غو" مع حلول تقنية النانو الحيوية.

(١) يشير مصطلح غراي غو والذي يكتب باللغة الإنجليزية إما (Grey goo) أو (gray goo) إلى ذلك السيناريو الافتراضي عن نهاية العالم، والذي فيه تستهلك الروبوتات ذاتية التكرار والتي لا يمكن السيطرة عليها محل كل صور المادة على الكرة الأرضية، في حين تقوم في الوقت ذاته بإنشاء المزيد منها (روبوتات مثيلة)، حيث يطلق على ذلك السيناريو إيكوفاجي أو (بالإنجليزية: Ecophagy) والذي يُعَبِر عن "أكل البيئة واستهلاكها").انظر: http://ar.wikipedia.org

(2) Freitas Jr ،.Robert A. (2000-04-00 .(Some Limits to Global Ecophagy by Biovorous Nanoreplicators, with Public Policy Recommendations .Retrieved 2009-12-28.

www.ibtesama.com Exclusive

المبحث الثالث

مخاطر النانو.. نظرة دولية

بدأت بعض المؤسسات المعنية مثل : وكالة حماية البيئة ، وإدارة الدواء والغذاء في الولايات المتحدة ، ودائرة حماية الصحة والمستهلك التابعة للاتحاد الأوروبي بالتعامل مع الأخطار المتوقعة من الذرات النانوية[1].

و يجري المعهد القومي للسلامة المهنية والصحة العديد من الأبحاث حول كيفية تفاعل الجزئيات النانوية مع أنظمة الجسم وكيفية احتمالية تعرض العاملين في المصانع أو أثناء الاستخدام الصناعي للمواد النانوية للجزئيات النانوية الحجم. حيث يُصدر المعهد القومي للسلامة المهنية والصحة الإرشادات المتوافقة مع أفضل المعرفة العلمية والهادفة للتعامل مع المواد النانوية[2].

وبالرغم من الفوائد والتطبيقات المتعددة لاستخدامات تقنية النانو في الصناعات الغذائية ؛فإنه لابد من التريث ودراسة كل ما هو جديد على صحة الإنسان والبيئة[3]؛ إذ أصبحت البحوث العلمية من الضروريات اللازمة للتعرف على التأثيرات المصاحبة لتقنية النانو.

وقامت منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية بعقد اجتماعات مشتركة للخبراء بهدف تحديد الفجوات في المعارف بما في ذلك قضية سلامة الأغذية ، واستعراض إجراءات تقييم المخاطر الراهنة ، وبالتالي دعم المزيد من البحوث في ميدان سلامة الأغذية ووضع مبادئ إرشادية عالمية بشأن المنهجيات الملائمة والصحيحة لتقييم إمكانية نشوء مخاطر تتعلق بسلامة الأغذية بسبب الجسيمات متناهية الصغر.

ولقد نشرت منظمة Green Peace العالمية نشرت بياناً بيَّنت فيه أنها لن تدعو إلى الحظر على أبحاث النانو ؛ مشيرة إلى أن الإنسان اليوم هو على أبواب عصر جديد ،

(1) Bowman D, and Hodge G(2007),"A Small Matter of Regulation: An International Review of Nanotechnology Regulation",Columbia Science and Technology Law Review8: 1–32

(2) Approaches to Safe Nanotechnology: An Information Exchange with NIOSH. United States National Institute for Occupational Safety and Health...١٣-٠٤-٢٠٠٨ وُصِل لهذا المسار في

(3) Bowman D, and Fitzharris, M(2007),"Too Small for Concern? Public Health and Nanotechnology",Australian and New Zealand Journal of Public Health31(4): 382–384, DOI 10.1111/j.1753-6405.2007.00092.x

www.ibtesama.com Exclusive

ومرحلةٍ جديدةٍ مختلفة تماماً عن القرن السابق ، ولكنها دعت إلى محاولة تقليص السلبيات قدر الإمكان[1].

وأنشأت منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (UNESCO) "برنامج أخلاقيات العلم والتكنولوجيا"[2] في عام ١٩٩٨ م بتشكيل "لجنة عالمية لأخلاقيات المعارف العلمية والتكنولوجيا" بغية إضفاء طابع أخلاقي على العلم والتقنية وتطبيقاتها.

وقد وجهت اليونسكو الدعوة إلى خبراء مشهود لهم في مجال التقنية النانوية لبحث أحدث ما في التقنية النانوية، والجدل الدائر حول تعريفها، والقضايا الأخلاقية والسياسية ذات الصلة بها. ويلخص تقرير صدر عام ٢٠٠٦م بعنوان "الجوانب الأخلاقية والسياسية للتقنية النانوية"[3] طبيعة علم التقنية النانوية، ويعرض بعض القضايا الأخلاقية والقانونية والسياسية التي ستواجه المجتمع الدولي في المستقبل القريب. ونشرت اليونسكو مؤخراً كتاباً بعنوان: "التكنولوجيات النانوية والأخلاقيات والسياسة"[4]. والغرض من هذا الكتاب اطلاع الجمهور عموماً، والأسرة العلمية، وجماعات المصالح الخاصة وصانعي السياسات على القضايا الأخلاقية البارزة في الأفكار الحالية إزاء التكنولوجيات النانوية وحفز الحوار المشترك والمثمر بين الاختصاصات بشأن التكنولوجيات النانوية الحجم بين أصحاب المصلحة أولئك.

هذا ، وتعتبر الدراسات التي أجريت لمعرفة المخاطر الصحية والأخلاقية لتقنية النانو على الإنسان لا تزال قاصرة ؛ لأنها عبارة عن محاولات فردية ، إلاَّ أنها قد أضاءت الطريق أمام المخاطر المحتملة من شيوع هذه التقنية.

(1) http://uqu.edu.sa/page/ar/64778
(2) http://portal.unesco.org/shs/en/ev.php-url_id=10581&url_do=do_topic&url_section=201.html
(3) http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001459/145951e.pdf
(4) http://portal.unesco.org/shs/en/ev.php-url_id=10883

www.ibtesama.com Exclusive

الخاتـمـة

إن التقنية النانوية هي و بلا منازع تقنية المستقبل ؛ و قد بدأت هذه التقنية الواعدة تدخل في كافة المجالات الطبية و الصناعية و الإلكترونية و العسكرية ، كما أنها تحمل حلولاً للكثير من المشكلات البيئية و الصحية و التقنية .

وإتقان كافة مجالات تقنية النانو يستوجب تسخير جهود بحثية جبَّارة معزَّزة بكادر بشري هائل يمتلك مهارات متقدمة ، فضلاً عن الدعم المالي الضخم المطلوب لتغطية مصاريف الجوانب المختلفة لذلك.

وفي الواقع ، تعتبر تقنية النانو حديثة نسبياً ، و بالتالي ليس من السهل على بلد من البلدان الدخول في جميع دهاليزها و البراعة فيها، وتزداد الصعوبة و التحدي على الدول الأقل تقدماً والأضعف إمكانات ، وعلى ذلك ، يتطلب توطين تقنية النانو التركيز على مجالات محددة تتماشى مع توجهات وأهداف خطط التنمية الوطنية والخطط و السياسات القطاعية المختلفة من ناحية ، و تراعي الخبرات البشرية المتاحة لنقل التقنية من ناحية أخرى ، سواء داخل مؤسسات التعليم العالي و البحث العلمي أو العاملة في القطاعات الإنتاجية و الخدمية.

أولاً : النتائج

١- تقنية النانو هي تقنية المستقبل ، والسيطرة عليها تعتبر البداية لإمكانية الفوز بمكانة عالمية مرموقة ؛ وهو ما يجعلنا نلفت الانتباه إلى اللحاق بها ، والالتفات إليها، والبحث فيها.

٢- ثمة العديد من التطبيقات لتقنية النانو في مجال الطب والأدوية؛ ووجود آفاق مستقبلية لتطبيقات أخرى ، مع محاولة رسم ملامح الرؤية العربية المستقبلية في هذا المجال.

٣- إمكانية استيعاب تقنية النانو وتطويعها وفقاً لمتطلبات برامج التنمية في الدول العربية، وتهيئة التشريعات والإدارات الحكومية في البلدان العربية والقوانين الخاصة بتطبيقات النانو عربياً .

ثانياً: التوصيات:

خَلُصَ البحثُ إلى مجموعة من التوصيات أبرزها:

١- بناء قاعدة معلومات لتقنيات النانو ، تقوم على حصر : الخبراء العرب العاملين في مجال أبحاث وتطبيقات النانو ، و المبادرات والأبحاث المنجزة والتي قيد التنفيذ ،

www.ibtesama.com Exclusive

واتفاقات التعاون بين الدول العربية في مجال أبحاث وتطبيقات تقنية النانو ، والبرامج الوطنية لتقنيات النانو في الدول العربية ، والمراكز المتخصصة والتجهيزات المعملية بها (أنواعها ومواصفاتها).

٢- ضرورة قيام المتخصصين كل في مجاله بالتعريف بتقنيات النانو والمراحل التي وصلت إليها الأبحاث في هذا المجال لدى المؤسسات المالية التنموية العربية ، وحث هذه المؤسسات على المساهمة في تمويل الأبحاث العربية في هذا المجال، وتوجيه أبحاث الماجستير والدكتوراه لدراسة هذه التقنية كل حسب اختصاصه، والعمل على الاستفادة من الدول المتطورة في هذا المجال، وزيادة النشر المعرفي لهذه التقنية في مناهج الدراسات الجامعية.

٣- استحداث قاعدة تكنولوجية عربية متخصصة في تقنية النانو مع الاستفادة في بناءها من الخبرات البشرية العربية في المهجر،مع الأخذ في الاعتبار الخصائص المحلية لكل صناعة في كل بلد عربي وتعمل على تنمية الكوادر البشرية من خلال برامج نظم الخبرة والتكنولوجيا.

ما أدرجته أعلاه ، لا يعدو أن يكون مجرد غيض من فيض في الطاقة الكامنة للتقنيات متناهية الصغر في تحقيق النهضة الطبية والصيدلانية للسنوات القادمة.

و الله تعالى أسأل أن يكون عملنا هذا في سبيله عز وجل وسبيل طَلَبِ العلم ، ومفتاحاً لغيرنا ؛ لتناول هذا الموضوع دراسةً وبحثاً.

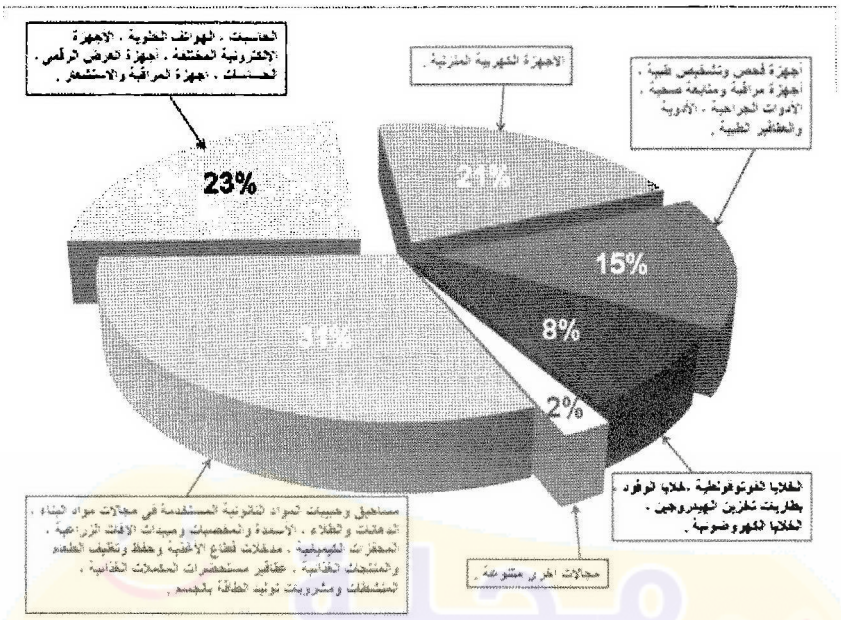
و الحمد لله رب العالمين...؛

د. أحمد عوف محمد عبد الرحمن

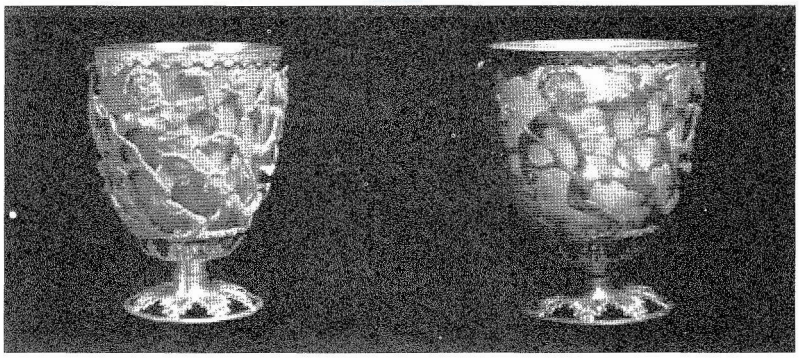
www.ibtesama.com Exclusive

ملاحـق البحـث

أولاً: ملحق الأشكال:

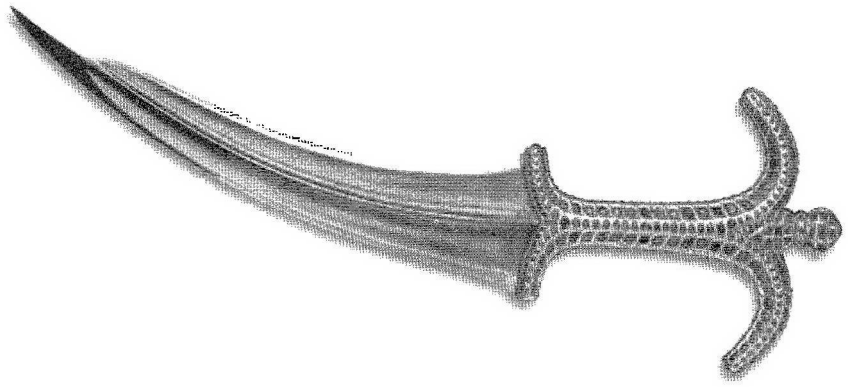


شكل (١) يوضح النسب المئوية لمنتجات تكنولوجيا النانو التي تم طرحها بالأسواق في عام ٢٠٠٨ حيث وصلت قيمتها إلى نحو ١٤٦,٤ مليار دولار.

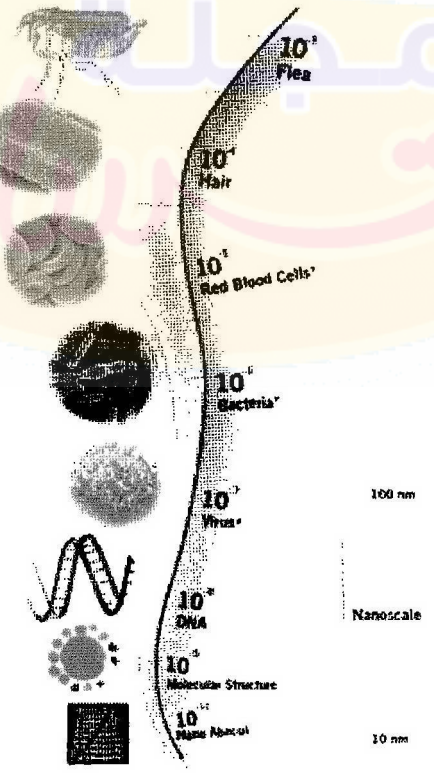


شكل (٢) الحصول على تأثيرٍ براقٍ لأسطح الأواني.

www.ibtesama.com Exclusive



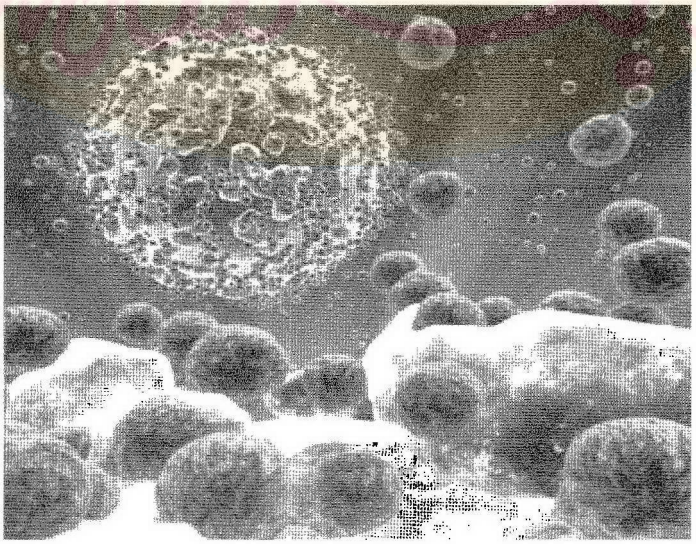
شكل (٣) خنجر صُنع نصله من الفولاذ الدمشقي نحو عام ١٥٨٥، وقد عزز النصل ذو الجودة العالية بسمك إضافي ناحية طرفه المستدق ، لاختراق الدروع، لاحظ المقبض المرصع بالزمردة والياقوت.



شكل (٤) مقياس النانو.

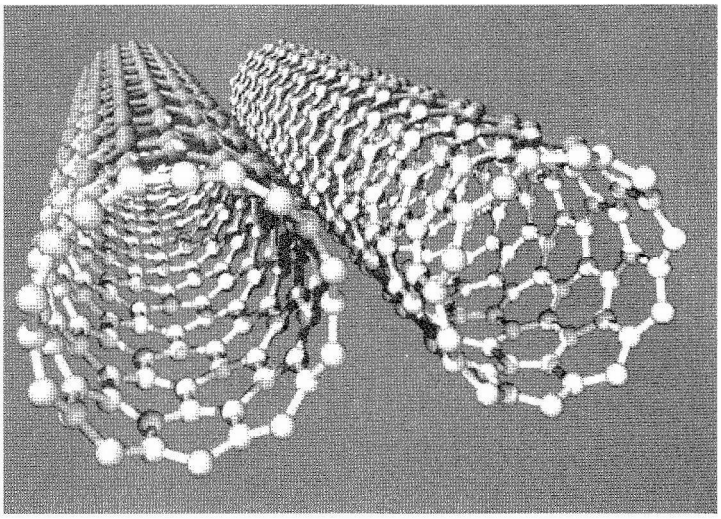
www.ibtesama.com Exclusive

شكل (٥) الميكروسكوب النفقي الماسح .

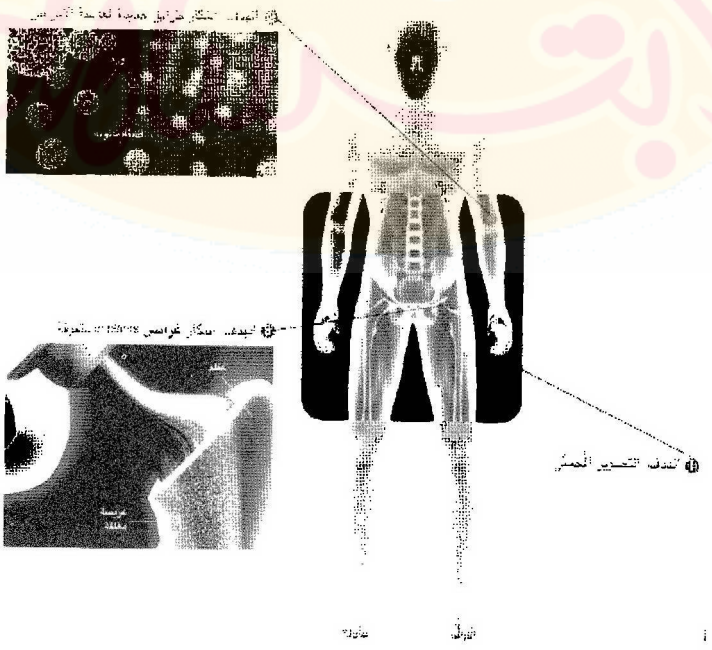


شكل (٦) الجسيم النانوي.

www.ibtesama.com Exclusive

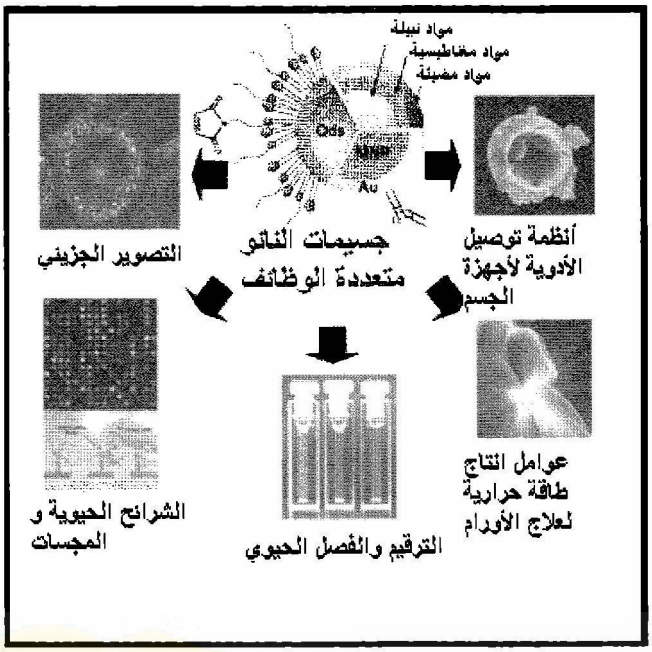


شكل (٧) أنابيب الكربون النانوية.

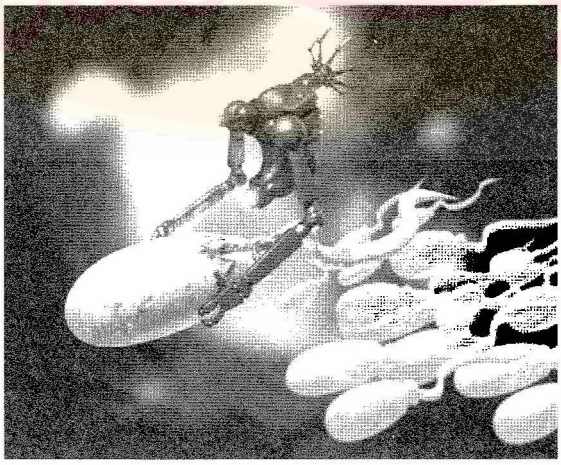


شكل (٨) طب النانو ودوره في منع الأمراض وتشخيصها وعلاجها.

www.ibtesama.com Exclusive

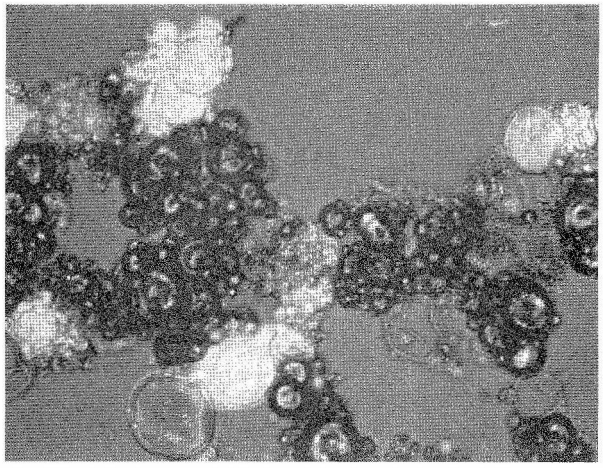


شكل (٩) جسيمات النانو متعددة الوظائف الطبية.

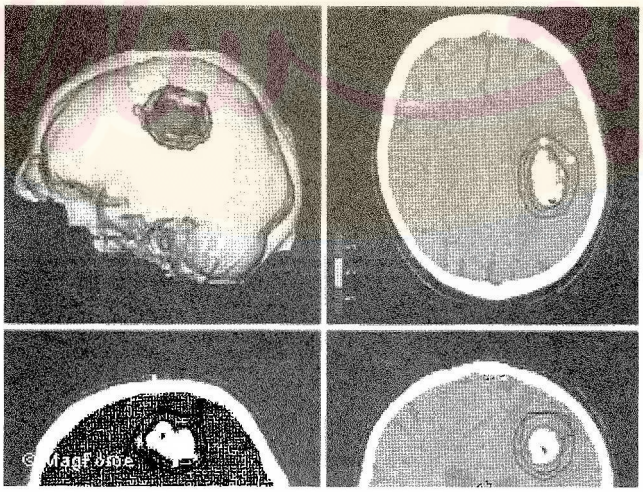


شكل (١٠) أنظمة التوصيل الدوائي.

www.ibtesama.com Exclusive

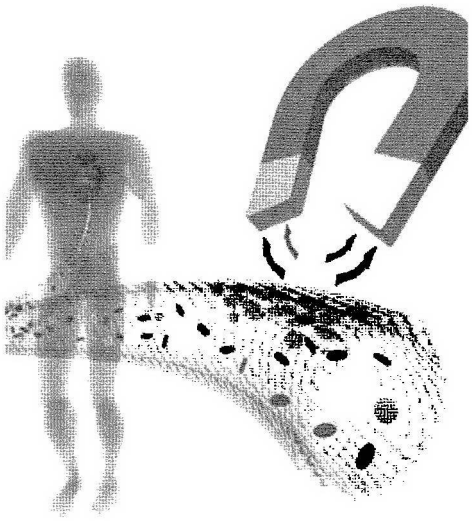


شكل (١١) آلات نانوية تصنع الدواء داخل جسمك.

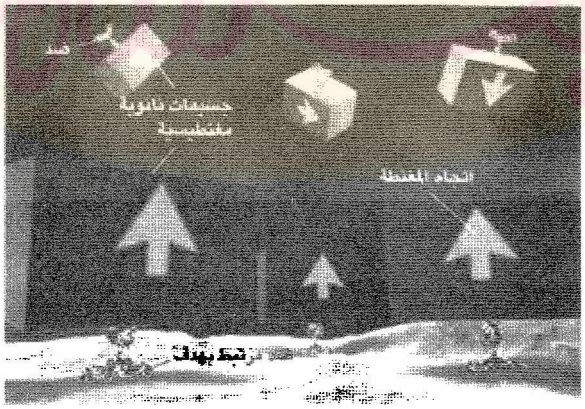


شكل (١٢) التصوير الطبي بتقنياته المتعددة.

www.ibtesama.com Exclusive

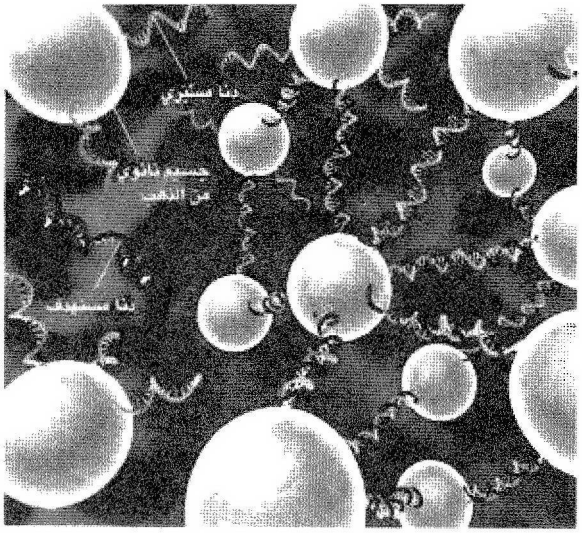


شكل (١٣) مغانيط نانوية.

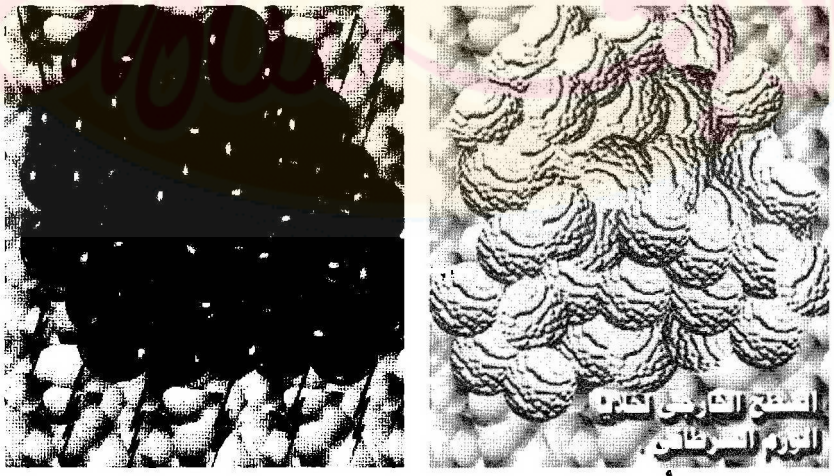


شكل (١٤) جسيمات نانوية مغناطيسية.

www.ibtesama.com Exclusive



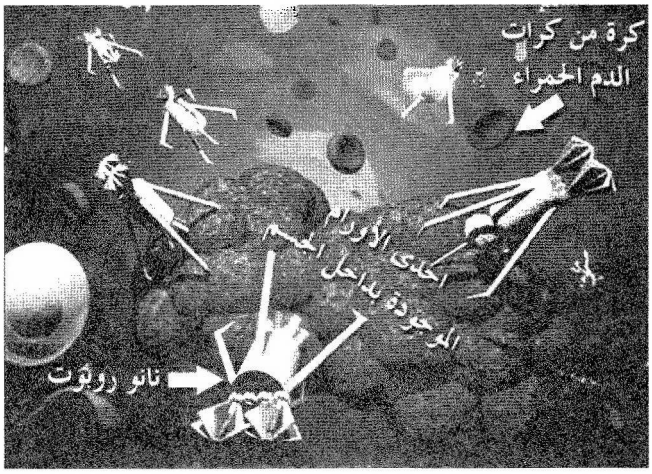
شكل (١٥) جسيمات نانوية من الذهب.



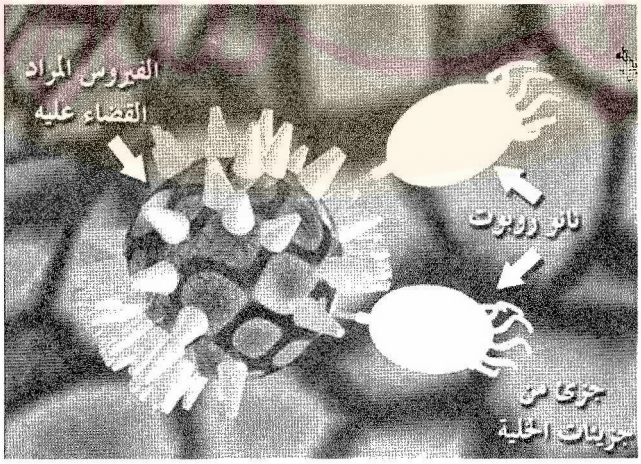
ب أ

شكل (١٦) حبيبات الصدف الذهبية النانوية بعد وصولها إلى "مهابطها"
على السطح الخارجي لورم سرطاني بعضو ما داخل جسم الإنسان (أ) حيث يتم تسليط مصدر ضوئي
له القدرة في اختراق جسم الإنسان (موجات من الأشعة تحت الحمراء بواسطة مصدر خارجي من أشعة الليزر).

www.ibtesama.com Exclusive

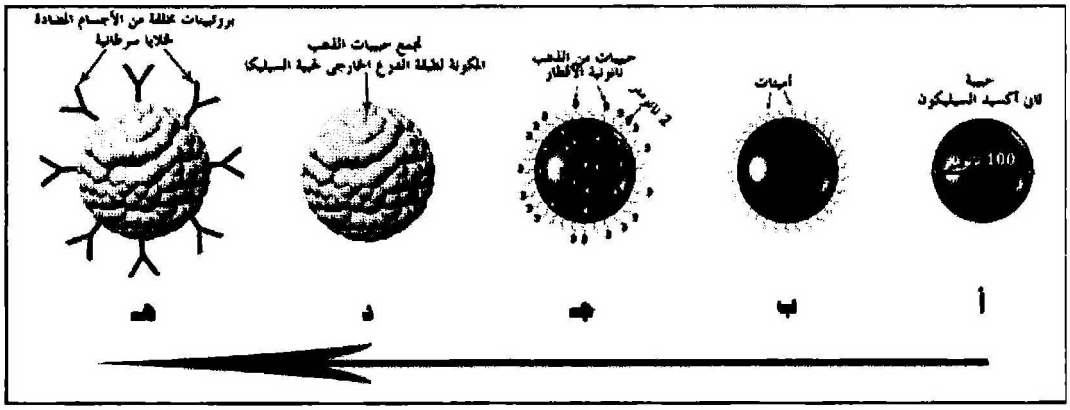


شكل (١٧) شكل افتراضي للنانو روبوت المتوقع إنتاجه مستقبلا أثناء إجرائه لاستئصال موضعي لورم سرطاني داخلي.

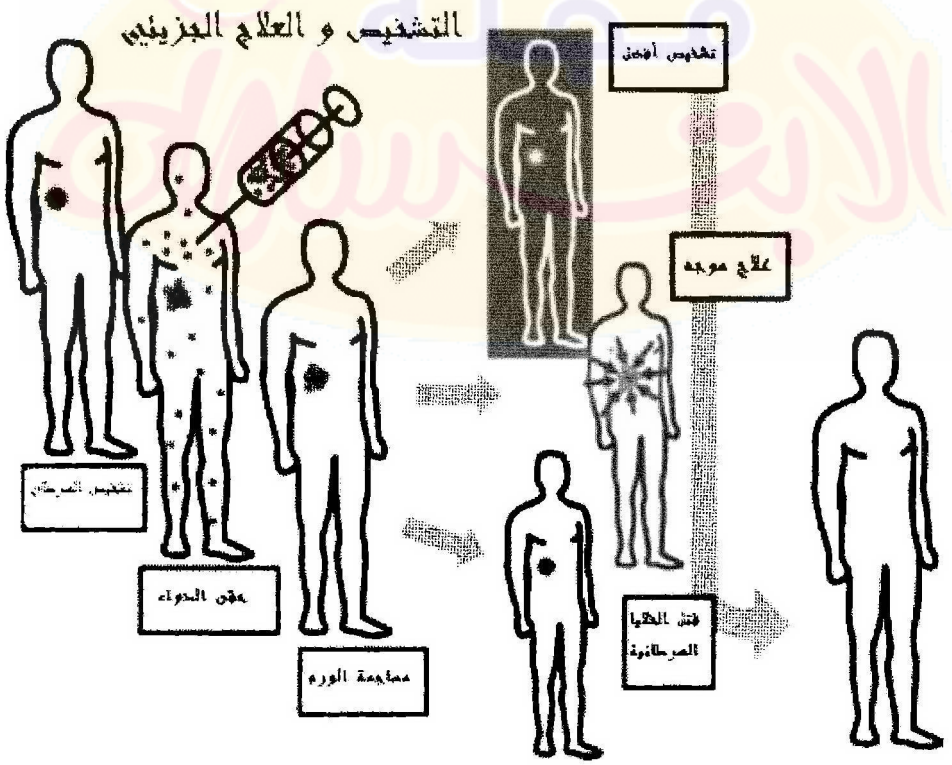


شكل (١٨) نوع آخر من النانو روبوت يُتوقع إنتاجه مستقبلا حيث يُستخدم عن طريق توجيهه إلى أحد الفيروسات الغازية لعضو ما بالجسم حيث يقوم بسحقه عن طريق إطلاق أشعة من الليزر بدقة عالية دون أن تتأثر في ذلك خلايا الجسم الحاضنة لهذا الفيروس.

www.ibtesama.com Exclusive

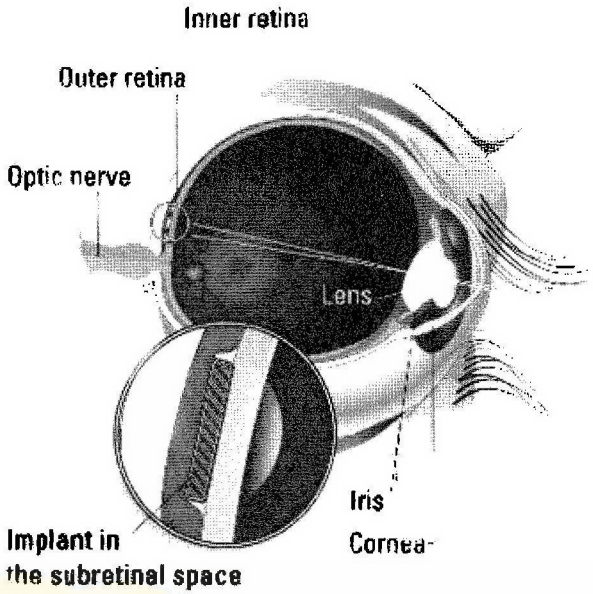


شكل (١٩) رسم توضيحي يبين كيفية تحضير حبيبات الصدف الذهبية المستخدمة كقذائف قاتلة لدحر الأورام السرطانية وقتلها في مراقدها بكفاءة وأمان.

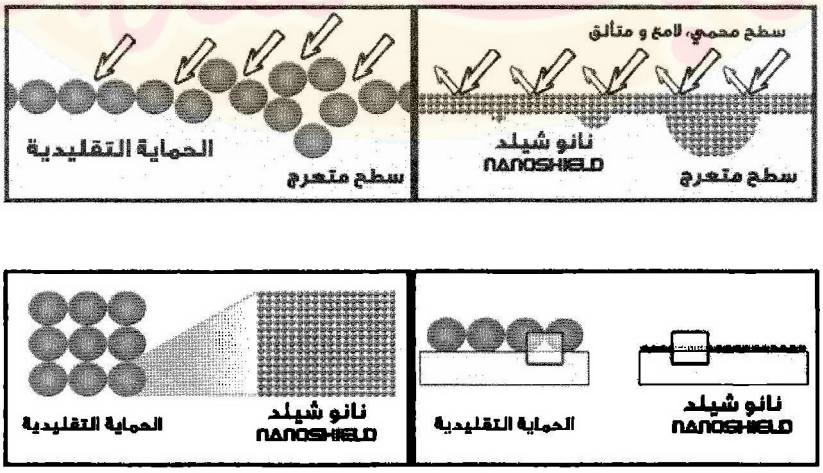


شكل (٢٠): رسم مبسط لطريقة التشخيص والعلاج الجزيئي للسرطان.

www.ibtesama.com Exclusive

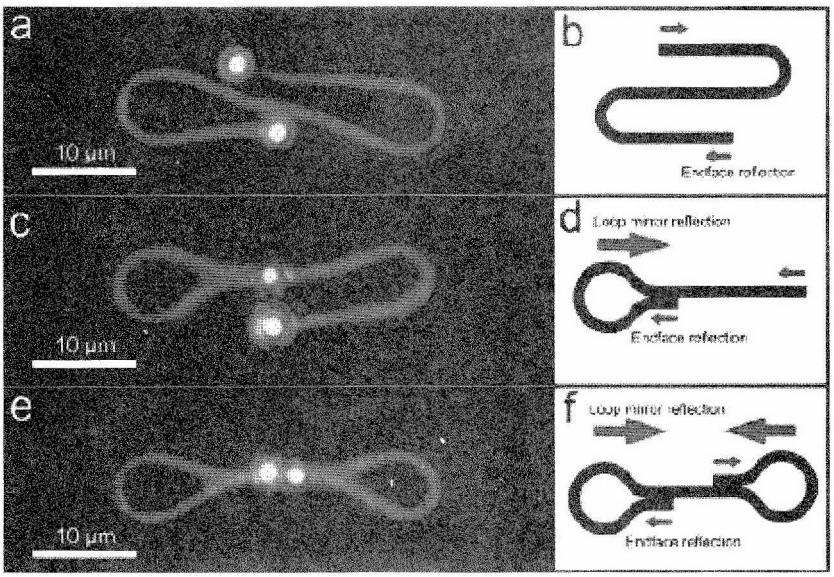


شكل (٢١): النانو في علاج أمراض الشبكية بالعين.

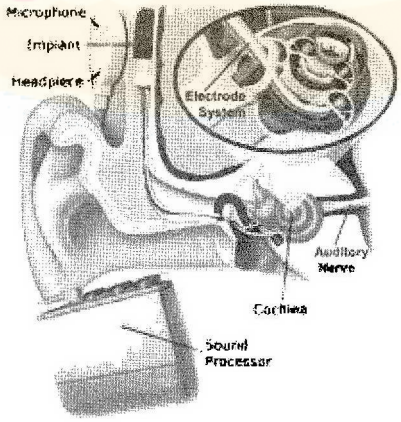


شكل (٢٢): طبقة من البوليمير المانع للانعكاس والخدش في النظارات الطبية.

www.ibtesama.com Exclusive

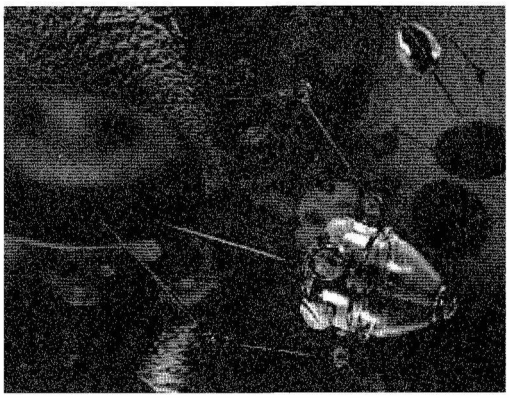


شكل (٢٣): (A، C، E) عبارة عن صور مجهرية ضوئية لليزر سلك نانوي مفرد في ثلاث تصورات (B، D، F)
الأسهم الرفيعة تشير إلى نهاية وجهة الانعكاس بانعكاسية منخفضة، أما الأسهم السميكة فتشير إلى انعكاس مرآه حلقية ذات انعكاسية عالية.

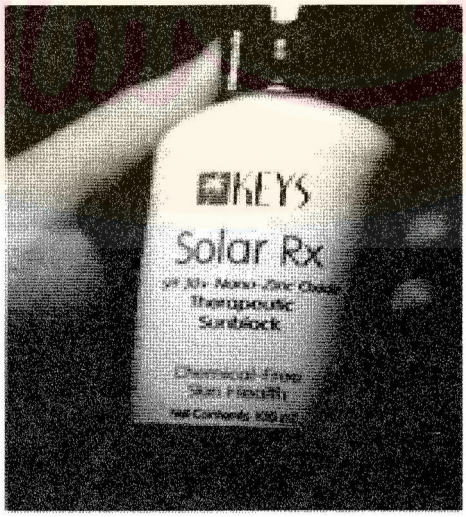


شكل (٢٤): تقنية النانو في علاج ضعف السمع.

www.ibtesama.com Exclusive

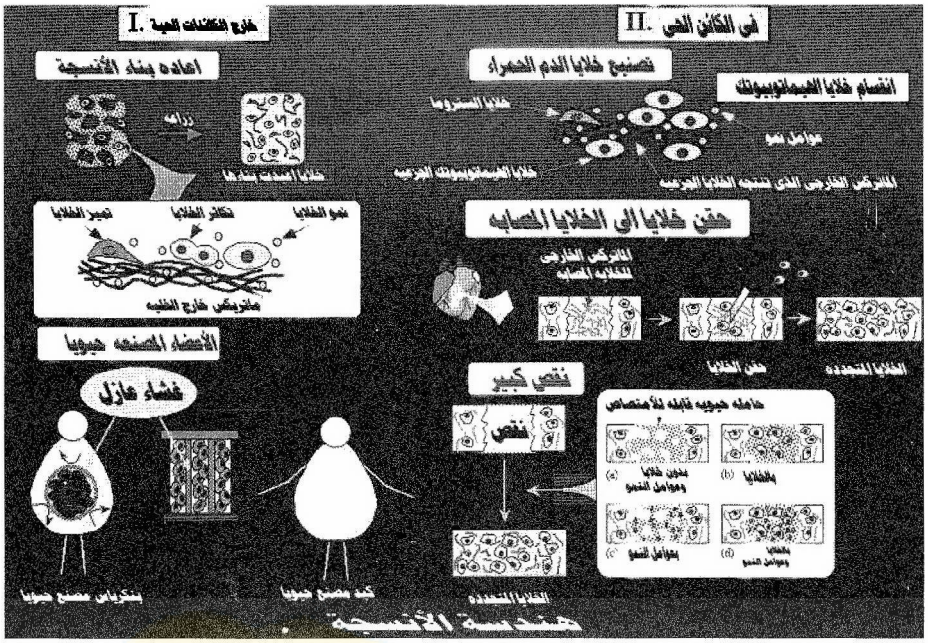


شكل (٢٥): محرك نانوي يتجول في الأوعية الدموية داخل الجسم.

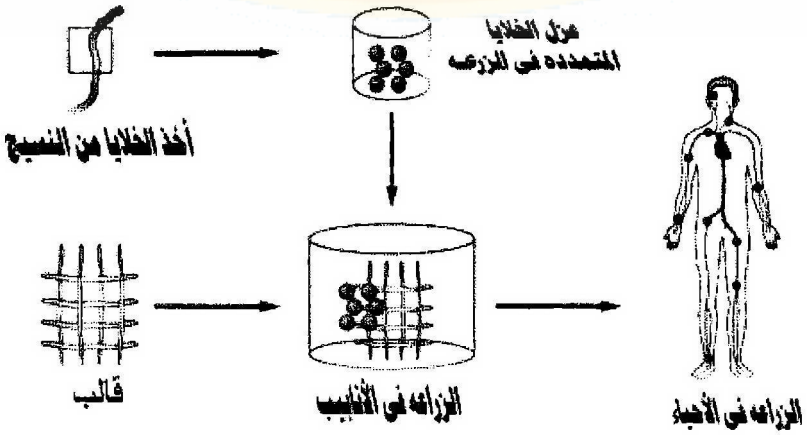


شكل (٢٦) مضادات لأشعة الشمس.

www.ibtesama.com Exclusive

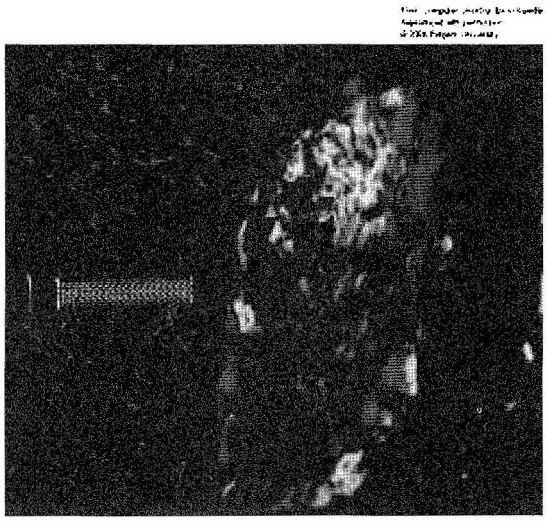


شكل (٢٧) هندسة الأنسجة.

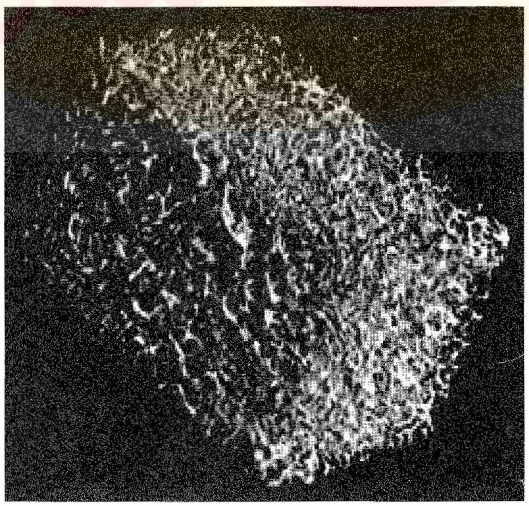


شكل (٢٨) تقنية النانو والخلايا الجذعية.

www.ibtesama.com Exclusive

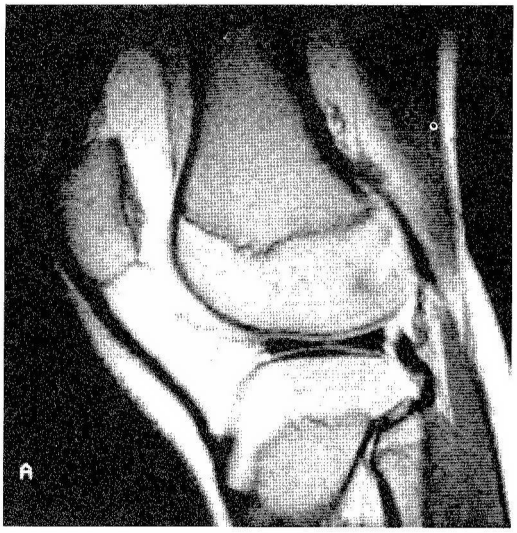


شكل (٢٩) الروبوتات النانوية التي يمكن برمجتها والتحكم فيها
والتي تهدف إلى تنفيذ وإنجاز إجراءاتٍ علاجيةٍ وبنائية داخل الكل البشرية على المستويات الخلوية والجزيئية.

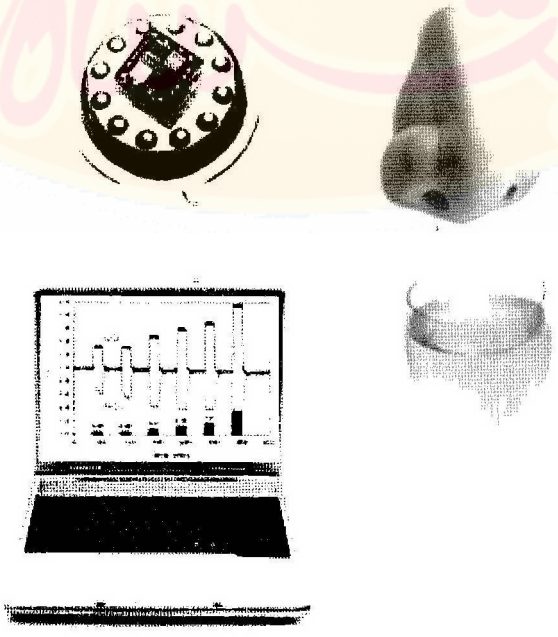


شكل (٣٠) مستزرعات عظام.

www.ibtesama.com Exclusive

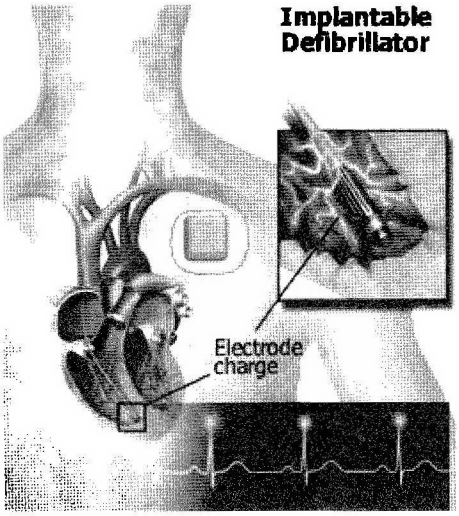


شكل (٣١) ألياف نانو لتعزيز نمو غضاريف الركبة.

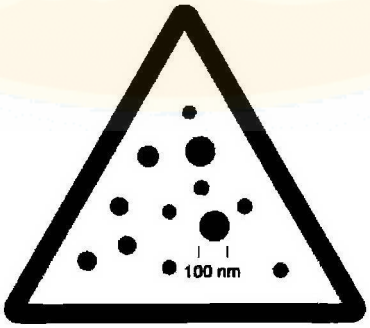


شكل (٣٢) الأنف الإلكتروني.

www.ibtesama.com Exclusive



شكل (٣٣) آلات ضبط نبضات القلب النانوية.



شكل (٣٤): علامة التحذير من خطر النانو

www.ibtesama.com Exclusive

ثانياً: ملحق الجداول:

صناعة المركبات	التعمير والبناء	مستحضرات التجميل
هياكل خفيفة و قوية (١)	مواد (١)	كريمات الوقاية من الشمس (١)
دهانات (١)	عوازل (١، ٢)	محمرات الشفاه (١)
حفازات (١)	مقاومات اللهب (١، ٢)	كريمات البشرة (١)
إطارات (١، ٢، ٣)	عجائن خلطات البناء (١، ٢)	معاجين الأسنان (١)
حساسات (١، ٢، ٣)	**الطب**	**الطعام والمشروب**
طلاءات زجاج وهيكل المركبات (١، ٢)	أنظمة إيصال الدواء (٢،٣)	تعليب (٣)
الصناعات الكيميائية	وسائط أشعة وتشخيص (١،٢)	حساسات صلاحية الاستخدام (٢)
حشوات بويات (١)	أنظمة تحليل سريعة (٢،٣)	مضافات تحسينية (١)
مواد مركبة (١، ٢)	تقويم وزراعة (١،٢)	تنقية وتصفية عصائر (٢،٣)
تخصيب ورق (١)	مضادات جراثيم وميكروبات (١،٢)	**أدوات منزلية**
لواصق وغراء (١)	أنظمة تشخيص تزرع داخل الجسم (١،٢)	طلاءات للأسطح الخزفية (١)
سوائل مغناطيسية (١)	**المنسوجات**	مزيلات روائح (١)
الهندسة	طلاءات أسطح (١)	منظفات أسطح زجاجية وخزفية ومعدنية وخلافه (١)
طلاءات حماية للمعدات والأدوات (١)	منسوجات ذكية (١)	**الرياضة والأنشطة الخارجية**
وسائل تثبيت المعدات الدوارة لا تحتاج للتشحيم (١)	**الطاقة**	شمع تزحلق على الجليد (١)
الكترونيات	خلايا وقود (١،٢)	مضارب تنس (١)
شاشات (٢)	خلايا شمسية (١،٢)	كرات تنس (١)
ذاكرة معلومات (٢)	بطاريات (١،٢)	طلاءات مراكب مانعة للترسبات (١)
صمامات ليزر (٢)	مكثفات (١،٢)	طلاءات نظارات مانعة لتكون الضباب (١)
ألياف بصرية (٢)		
مفاتيح ضوئية (٢)		
مرشحات (٢)		
طلاءات موصلة للكهرباء وضد الكهرباء الساكنة (١)		

جدول (١): عدد من الاستخدامات التطبيقية المتفاة لتقنية النانو وقد وضع رقماً بجوار كل استخدام

ليبين الفئة التي يندرج تحتها هذا الاستخدام.

www.ibtesama.com Exclusive

المراجـــع

أولاً:المراجع العربية:

أ ـ الكتب:

١. أمجد خليل : التطبيقات الطبية للنانو تكنولوجيا، كلية العلوم ، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن ،٢٠٠٩م.

٢. توبى شيللى : تقنية النانو آمال ومخاطر جديدة ، ترجمة : د. عقلا الحريص ود. عبد الله الحاج، كتاب العربية، الرياض، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٠ هـ/ ٢٠٠٩ م.

٣. خالد قاسم : جدوى استخدام تكنولوجيا النانو في تطوير القاعدة التكنولوجية الصناعية العربية،المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين، والبنك الإسلامي للتنمية، الرباط، المغرب، ٢٠٠٦ م.

٤. صفات سلامة : النانوتكنولوجي (مقدمة في فهم علم النانوتكنولوجي)، الدار العربية للعلوم، بيروت،٢٠٠٩ م.

٥. طلاب الدكتوراه بقسم المناهج وطرق التدريس : بحث النانو تكنولوجي، جامعة أم القرى ١٤٣٠هـ.

٦. محمود السعيد الطنطاوى : أضواء على تاريخ الطب ، سلسلة دراسات فى الإسلام ، يصدرها المجلس الأعلى للشئون الإسلامية بالقاهرة ، العدد (١٨٣) ، السنة ١٦ جمادى الآخرة ١٣٩٦هـ/ يونيو ١٩٧٦م.

ب ـ الدوريات:

(١) جريدة الشرق الأوسط:

١. رقائق بيولوجية نانوية.. لعلاج خلايا الجسم المتضررة : د. أحمد الغمراوي ، الأحد ٥ ربيع الثاني ١٤٣١ هـ، ٢١ مارس ٢٠١٠م. العدد ١١٤٣٦.

٢. مغانيط نانوية.. للقضاء على الأمراض في جسم الإنسان، الجمعة ١٨ صفر ١٤٣٣ هـ، ١٣ يناير ٢٠١٢م ، العدد ١٢٠٩٩.

٣. طعام المستقبل.. لحوم صناعية وأطعمة نانونية: مدحت خليل، الأحد الموافق ٢ محرم ١٤٣٣هـ / ٢٧ نوفمبر ٢٠١١م ، العدد ١٢٠٥٢ .

٤. تقنيات حديثة.. في تشخيص وعلاج سرطان الكبد: د. مدحت خليل ،الجمعة ٤ شوال ١٤٣٢ هـ ٢ سبتمبر ٢٠١١ م العدد ١١٩٦٦.

(٢) جريدة الرياض:

جريدة يومية تصدر عن مؤسسة اليمامة الصحفية:تطبيقات التقنية متناهية الصغر (Nanotechnology) في مجالات الصناعات الغذائية؛تعبئة وتغليف الأغذية: سليمان الفضل، الأحد ٣٠ يناير ٢٠١١ م - العدد ١٥٥٦٠

(٣) جريدة المدينة:

١. الدور المرتقب لتقنية النانو الحميدة في تحقيق الأمن الغذائي العربي : سامي سعيد حبيب ،مدير مركز التقنيات متناهية الصغر ، السبت ٧/ ٣/ ١٤٢٩ هـ.

www.ibtesama.com Exclusive

٢. نحو رؤيـة إستراتيجية لتفعيل تقنيات النانو بالمملكة العربية السعودية :سامي سعيد حبيب، مدير مركز التقنيات متناهية الصغر ،جامعة الملك عبد العزيز ، السبت ٢٣ / ٢ / ١٤٢٩ هـ.

(٤) مجلة الأمن والحياة: التقنية متناهية الصغر "النانو" :

محمد بن عتيق الدوسري، العدد (٣٥٨) ربيع الأول١٤٣٣ هـ.

(٥) مجلة التقدم العلمي:

مجلة علمية ثقافية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي)، العدد ٦٦، أكتوبر ٢٠٠٩م_ شوال ١٤٣٠هـ .

٦- مجلة عجمان للدراسات والبحوث : طب النانو .. الآفاق و المخاطر؛ منير محمد سالم ، المجلد العاشر، العدد الأول .

٧- مجلة العلوم : (الترجمة العربية لمجلة سَاينتفيك أمريكان Scientific American) تصدر شهرياً في دولة الكويت عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي ، المجلد (١٧)، أغسطس/ سبتمبر٢٠٠١ م،" سرّ السيوف الدمشقية: D.J.ڤيرهوڤن ".

٨- مجلة العربي :مجلة شهرية ثقافية عربية كويتية مصورة. تصدرها وزارة الإعلام الكويتية :

التغذية وتكنولوجيا النانو: الطعام على الطريقة النانوية : محمد الإسكندراني، العدد ٦٢٥ ، ديسمبر٢٠١٠م.

طب النانو: سيمفونية القرن لقهر المرض والسرطان : محمد الإسكندراني، العدد ٦١٥ ، أكتوبر ٢٠١٠م.

ثانياً: المراجع الإنجليزية :

1. Absi EG, Addy M, Adams D; Dental hypersensitivity:a study of the patency of dental tubules in sensitive and nonsensitive cervical detine.j.clin.periodontol-1987.

2. Albert, M. L., Sauter, B., & Bhardwaj, N. (1998). Dendritic cells acquire antigen from apoptotic cells and induce class i-restricted ctls. Nature, 392(6671), 86-89.

3. Alberto Bianco, Kostas Kostarelos and Maurizio Prato. Applications of Carbon nanotubes in drug delivery. Current openion in Chemical Biology. 2005.

4. Baum BJ, Mooney DJ .The impact of tissue engineering on dentistry. JADA, 2000.

5. Bowman D, and Fitzharris, M(2007),"Too Small for Concern? Public Health and Nanotechnology",Australian and New Zealand Journal of Public Health31(4): 382–384, DOI 10.1111/j.1753-6405.2007.00092.x

www.ibtesama.com Exclusive

6. Bowman D, and Hodge G(2007),"A Small Matter of Regulation: An International Review of Nanotechnology Regulation",Columbia Science and Technology Law Review8: 1–32

7. Buckley MJ, Agarwal S, Gassner R. Tissue engineering and dentistry. Clin Plast Surg 1999;26 (4) : 657– 62. [Medline] 4- Cochran DL, Wozney JM .Biological mediators for periodontal regeneration. Periodontol 19. 40.

8. Casadevall, A. (1999). Passive antibody therapies: Progress and continuing challenges. Clin Immunol, 93(1), 5-15..

9. Catchpole K.R., Polman A., Plasmonic Solar cells, Optics Express, Vol. 16, No.6, Dec.2008.

10. David A LaVan, Terry McGuire and Robert Langer. Small-scale systems for in vivo drug delivery. Nature biotechnology. 2003.

11. Dourda AO ,Moule AJ, Young WG. A morphometric analysis of the cross-sectional area of dentine occupied by dentinal tubules in human third molar teeth. Int Endod J. 2009.

12. Down on the Farm: The impact of Nanoscale Technologies on Food & Agriculture, ETC Group, Ottawa, November, 2004.

13. Drexler KE, Peterson C, Pergamit G. Unbounding the future: The nanotechnology revolution. New York: William Morrow/Quill Books. 2009.

14. Drexler KE. Engines of creation: The coming era of nanotechnology .New York: Anchor Press/Doubleday; 1986:99-129. Available at : www . foresight.org/EOC/Accessed Sept.26, 2008.

15. Dynan.W, ETALL :Understanding & reengineering nucleoprotein machines to care human disease. J. nanomedecine. Feb.vol 2008:3-no:1.

www.ibtesama.com Exclusive

16. European Commission: Nanosciences and Nanotechnologies: An action plan for Europe for 2005 to 2009, Communication, 2005.

17. Fahy GM. Molecular nanotechnology and its possible pharmaceutical implications. In: Bezold C, Halperin JA, Eng JL ,eds. 2020 visions:Health care information standards and technologies .Rockville, Md.: U.S. Pharmacopeial Convention; 1993.

18. Faraday, Michael (1857). "Experimental relations of gold (and other metals) to light". Phil.

19. Felcher, EM. (2008). The Consumer Product Safety Commission and Nanotechnology..

20. Freitas RA Jr. (2005). "What is Nanomedicine?". Nanomedicine: Nanotech. Biol. Med. 1 (1): 2–9. doi:10.1016/j.nano.2004.11.003. PMID 17292052.

21. Freitas, Robert A., Jr. (2005). "Current Status of Nanomedicine and Medical Nanorobotics". Journal of Computational and Theoretical Nanoscience 2: 1–25. doi:10.1166/jctn.2005.001.

22. Gyorgy Scrinis."Nanotechnology and the Environment: The Nano-Atomic reconstruction of Nature".

23. Hamdy, S., Alshamsan, A., Samuel, J. Nanotechnology for Cancer Vaccine Delivery. In Nanotechnology in Drug Delivery, de Villiers, M. M.; Aramwit, P.; Kwon, G. S., Eds. Springer New York: 2009; Vol. Volume X, pp 519-543.

24. Hullmann, A. The economic development of nanotechnology-an indicators based analysis. European Commission, DG Research, 2006.

25. Jindol,v,r.etall: Carbon nanotubes production using arc ignition under magnetic field.j.nanotechnology& its application-2007-vol-2 no-1 (abstract).

26. Kowalczyk, D. W., Wysocki, P. J., & Mackiewicz, A. (2003). Cancer immunotherapy using cells modified with cytokine genes. Acta Biochim Pol, 50(3), 613-624..

www.ibtesama.com Exclusive

27. Loo C, Lin A, Hirsch L, Lee MH, Barton J, Halas N, West J, Drezek R. (2004). "Nanoshell-enabled photonics-based imaging and therapy of cancer". Technol Cancer Res Treat. 3 (1): 33–40. PMID 14750891.

28. M. Al Hoshan, «Novel nanoarray structures formed by template based approach: characterization and electrochemistry» PhD Thesis,Minnesota University, (2007).

29. M. Sherif El-Eskandarany, Journal of Nanoparticles, Vol.2 (2009) pp14-22.

30. Magrez, Arnaud; et al. (2006). "Cellular Toxicity of Carbon-Based Nanomaterials". Nano Letters 6 (6): 1121–1125. doi:10.1021/nl060162e. PMID 16771565.

31. Mauro Ferrari: Cancer Nanotechnology: Opportunities and Challenges. Nature Reviews/Cancer. 2005.

32. Merkle RC. Nanotechnology and medicine. In :Klatz R, Kovarik FA, Goldman B, eds. Advances in anti-aging medicine. Vol. 1. Larchmont, N.Y.: Mary Ann Liebert; 2009: 277-86.

33. Merkle RC. The molecular repair of the brain .Available at:http://www. merkle . com/cryo/techFeas.html ."Accessed Sept. 26, 2009.

34. Meyer M, Kuusi O: Nanotechnology: Generalizations in an Interdisciplinary Field of Science and Technology (2002), Vol., No.2 (2004), pp. International Journal for Philosophy of Chemistry; 2002, 10: 153-168

35. Moradi, M.: Global Developments in Nano-Enabled Drug Delivery Markets, In:Nanotechnology Law and Business, Volume 2.2, pp. 139-148., 2005.

36. Nalwa. H. S., Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology, Stevenson Ranch, American scientific Publishers, 2003.

37. Nathaniel G. Portneyl and Mihrimah Ozkan. Nano-oncology: drug delivery, imaging and sensing. Analytical and Bioanalytical Chemistry.2006; 384: 620-630.

www.ibtesama.com Exclusive

38. Neeson, P., & Paterson, Y. (2006). Effects of the tumor microenvironment on the efficacy of tumor immunotherapy. Immunol Invest, 35(3-4), 359-394.

39. Nie, Shuming, Yun Xing, Gloria J. Kim, and Jonathan W. Simmons (2007). "Nanotechnology Applications in Cancer". Annual Review of Biomedical Engineering 9. doi:10.1146/annurev.bioeng.9.060906.152025. PMID 17439359.

40. O'Hagan, D. T., & Valiante, N. M. (2003). Recent advances in the discovery and delivery of vaccine adjuvants. Nat Rev Drug Discov, 2(9), 727-735.

41. Peter J. Sadler, A Potent Trans-Diimine Platinum Anticancer Complex Photoactivated by Visible Light, Angewandte Chemie International Edition.

42. Psota T. L., Gebauer S. K., and Kris-Etherton P., PhD, RD : Dietary Omega-3 Fatty Acid Intake and Cardiovascular Risk. The American Journal of Cardiology (www.AJConline.org) Vol 98 (4A) August 21, 2006

43. Qinhuangdao Taiji Ring Nano-products company limited. at: www. 369.com.cn, and «China Nano-products, Nano-Tea, Nanotechnology,Tea-China products catalog» at: www.made-in-China.com.

44. R. L. jones. Soft Machines: Nanotechnology and Life. Oxford, UK: Oxford University Press, 2004.

45. Rajni Sinha, Gloria J. Kim, Shuming Nie and Dong M. Shin. Nanotechnology in cancer therapeutics: bioconjugated nanoparticles for drug delivery. Molecular Cancer Therapeutics.2006.

46. Razzaque, A., Dye, E., & Puri, R. K. (2000). Characterization of tumor vaccines during product development. Vaccine, 19(6), 644-647.

47. Royal Society and Royal Academy of Engeneering, Nanoscience and Technologies: Opportunities and Uncertainties, , London, 2004.

www.ibtesama.com Exclusive

48. Sahoo SK, Labhasetwar V. Nanotech approaches to drug delivery and imaging. Drug Discov Today. 2003; 8(24):111220.

49. Salata OV. Applications of nanoparticles in biology and medicine. Journal of Nanobiotechnology.2004.

50. Samul A. Wickline and Gregory M. Lanza.Nanotechnology for Molecular Imaging and Targeted Therapy. Circulation. 2003.

51. Sandip Tiwari, Yi-Meng Tan and Mansoor Amiji. Preparation and In Vitro Characterization of Multifunctional Nanoemulsions for Simultaneous MR Imaging and Targeted drug delivery. Journal of Biomedical Nanotechnology.2006.

52. Schuster, M., Nechansky, A., & Kircheis, R. (2006). Cancer immunotherapy. Biotechnol J, 1(2), 138-147.

53. Shi X, Wang S, Meshinchi S, Van Antwerp ME, Bi X, Lee I, Baker JR Jr. (2007). "Dendrimer-entrapped gold nanoparticles as a platform for cancer-cell targeting and imaging". Small 3 (7): 1245–1252. doi:10.1002/smll.200700054. PMID 17523182.

54. T.C. Yih and M. Al-Fandi. Engineered Nanoparticles as precise drug delivery systems. Journal of Cellular Biochemistry. 2006.

55. The Royal Society and the Royal Academy of Engineering: Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties; 2004

56. Toby Shelly, Nanotechnology: New Promises, New Danger, Zed Books, London and New York, 2006.

57. Wagner V, Dullaart A, Bock AK, Zweck A. (2006). "The emerging nanomedicine landscape". Nat Biotechnol. 24 (10): 1211–1217. doi:10.1038/nbt1006-1211. PMID 17033654

58. Weiss J., Takhistov, P., and McClements, D.J. (2006). Functional Materials in Food

www.ibtesama.com Exclusive

59. Zheng G, Patolsky F, Cui Y, Wang WU, Lieber CM. (2005). "Multiplexed electrical detection of cancer markers with nanowire sensor arrays". Nat Biotechnol. 23 (10): 1294–1301. doi:10.1038/nbt1138. PMID 16170313.

ثالثاً:مواقع الإنترنت:

1. http://www .portal.unesco.org/shs/en/ev.php-url_id=10581.
2. http://www .pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nl2036047
3. http://www .uqu.edu.sa/page/ar/64778.
4. http://www. kheper.net/ topics/nanotech/nanotech-histoey.htm
5. http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=washingtonstory&sid=aBt.yLf.YfOo.
6. http://www.dr-saud-a.com/vb/showthread.php?52676.
7. http://www.foe.org/camps/comm./nanotech/introductionnanotechnologymay2006.pdf.
8. http://www.hazemsakeek.com.
9. http://www.kfupm.edu.sa/dsr/research/arabicnewsletter/newsletter1.pdf.
10. http://www.makphys.com/vb3/showthread.php.
11. http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=1360.php.
12. http://www.ostp.gov/NSTC/html/iwgn/iwgn.fy01budsuppl/nni.pdf.
13. http://www.physorg.com/news/2011-01-killer-paper-next-generation-food-packaging.html.
14. http://www.saudicnt.org/indexphp?tool=artcls&do=read&id=37.
15. http://www.saudinanocenter-sa.com/index.php/joomla-forums/2011-04.

www.ibtesama.com Exclusive

FARES_MASRY
www.ibtesama.com
منتديات مجلة الإبتسامة

www.ibtesama.com
FARES_MASRY

الثقافة العلمية

سلسلة تعنى بتبسيط المفاهيم العلمية والتكنولوجيا وأسس نشر مبادئ مجتمعية عامة، بحيث تصبح فى متناول عامة الناس من خلال أطروحات الباحثين والعلماء المتخصصين فى فروع العلوم المختلفة، استنادًا إلى الفكر العلمى الحقيقى والبحث العلمى الجاد الذى يكشف هذه المعلومات، لتكتمل مسيرة المعرفة الناتجة عن إبداع وتميز بعض المختصين فى مجالات العلوم كافة، حتى يقف المتلقى العربى على أهم ينابيع المعرفة العلمية ليتسنى له أن يتابع بهذا الوعى العلمى المكتسب أحدث النظريات العلمية وتطبيقاتها، وحتى يكتسب الأسلوب العملى والعلمى فى التفكير، ويتعرف على علاقات التفاعل بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع والبيئة وصولاً إلى تأسيس كيان علمى يتغلغل داخل نسيج الثقافة السائدة.

ISBN# 9789774483004
6 221149 028029

مجلة الابتسامة

مكتبة الأسرة ٢٠١٣

www.ibtesama.com Exclusive

www.ibtesama.com Exclusive