الفصل الثامن

أهم تطبيقات تقنية "النانو"

الفصل الثامن – أهم تطبيقات "تقنية النانو

المقدمة

لقد تحدثَت بالفصول السابقة عن "النانو" ومواد "النانو" والأجهزة المستعملة في دراسة التقنيات المتناهية في الصغر وكم أحدثَت هذه الأدوات تطوراً هائلاً برؤية الأجسام على مستوى "النانو"متر، وكيف لعبت هذه الأجهزة دوراً اساسياً في تطوير مواد "النانو" وكيف فتحت هذه التقنية الباب أمام تطبيقات متعددة ومتنوعة تشمل مختلف المجالات العلمية والصناعية وكيف تهتم هذه العلوم والتقنيات بأجسام ذات أبعاد نانومترية تتميز بخواص ميكانيكية وكيميائية إلكترونية وكهربائية جديدة وذلك نظراً لإرتفاع نسبة سطحها على حجمها.

لقد تنوعت طرق التحضير لهذه التقنية فمنها الفيزيائية ومنها الميكانيكية ومنها الكيميائية، وقد ساعد على تطور وسائل التحضير التقدم التكنولوجي السريع والآليات التي سمحت برؤية المادة على المستوى النانومتري، وكيف أن أهمية هذه التقنية أنبثقت من النسبة التي تشغلها في السوق العالمي لتقنيات "النانو". لقد دخلت صناعة "النانو" حيَز التطبيق في مجموعة من السلع التي تستخدم نانو جزيئات الأكسيد على أنواعة[131] ((الألمنيوم والتيتانيوم وغيرها))، وخاصة في مواد التجميل والمراهم المضادة للأشعة حيث أن "النانو" جزيئات تحجب الأشعة فوق البنفسجية كلها ويبقى المرهم في الوقت نفسه شفافاً، وأيضاً تستعمل في بعض الألبسة المضادة للبقع.

لقد شملت الآثار التطبيقية لهذه التقنية ثلاثة مجالات عامة هي((تصنيع المود كالملابس والواقيات وغيرها، وتصنيع الإلكترونيات وأنظمة المعلومات، والعناية الصحية وعلوم الحياة)).

---

[131] http://stst.yoo7.com/t1076-topic

لقد تعددت الوسائل المعلوماتية الموظَفة للقيام بتجارب رقمية تسمح على توجيه هذه التجارب من أجل تحضير أحسن المواد والتركيز على الخواص المطلوبة صناعياً ومن أهم هذه المواد الصناعية للنانو أو المواد المتناهية في الصغر كما يلي:

القطاع	الإستخدام
الطاقة	الرفع من مردود البطاريات وبالخصوص تحسين نسبة القدرة على الوزن
البيئة	التحكم في تدفق الغازات والتمكن من إمتصاص الملوثات الدقيقة
النسيج	مزج المقاومة بالرصانة أي أقمشة رقيقة أو شفافة بمقاومة مرتفعة مع المحافظة على مظهرها مدة طويلة وتحسين مقاومة الأقمشة للرطوبة
الخزف والبناء	تحسين صلابة البنَيات من الإسمنت
الطب وعلم الأحياء	الرفع من ديمومة المنتجات الحية التجبيرية مثل رمامة الأسنان
الكيمياء	توسيع مجال تطبيقات الحفازات
المطاط	نقص وزن وزيادة ديمومة العجلات
الطيران	النقص من وزن الطائرات وحل مجموعة من إشكالات الإحتكاك
التجميل	إبتكار مواد جديدة
المعادن	تحسين جودة المركبات المغناطيسية
المواد اللدائنية	تحسين نوعية البولي بروبيلين بالرفع من استقرارة
الآعلام والإتصال	الحصول على نتائج مهمة في ميادين الكهرباء والميكانيك

من أهم خواص مواد "النانو" التي تسعى الأبحاث العلمية إلى توفيرها للإستجابة لمتطلبات الصناعة بالنسبة **للخواص الميكانيكية هي**:

1. الرفع من الإستقرار الميكانيكي للمواد
2. الرفع من مرونة ولدانة المواد
3. تحسين خواص الإحتكاك (التآكل، الإلتحام، الإنزلاق، التعرية ..)

أهم الخواص الفيزيائية :

1. تحسين الخواص الضوئية للمواد (البريق، الحماية من أشعة الشمس، الشفافية)
2. تحسين الخواص المغناطيسية
3. تحسين الخواص الكهربائية
4. تحسين الخواص الحرارية (درجة حرارة الذوبان، مقاومة الحريق، الناقلية الحرارية، العازل الحراري، نمذجة المركبات)

أهم الخواص الكيميائية:

1. حماية المواد من تأثير المواد الكيميائية
2. تسهيل التفاعلات الكيميائية (التحفيز)

أما المواد المتناهية في الصغر التي تسمح بالحصول على هذه الخواص والإستجابة لمتطلبات الصناعة فهي:

1. شحن اللدائن والشنط بمواد فلزية أو خزفية متناهية في الصغر مثل:
   - مساحيق متناهية في الصغر من الخزف
   - مساحيق متناهية في الصغر من اكسيد الألومنيوم
   - جزيئات متناهية في الصغر من اكسيد التيتانيوم
   - جزيئات متناهية في الصغر من الصلصال
   - تقوية الفلزات بحمولات متناهية في الصغر معدنية او عضوية
   - إدماج أنابيب متناهية في الصغر
   - مواد متناهية في الصغر مهيكلة بالحجم.

لقد أثرت تقنيات "النانو" على الأعراف الطبية فقد ساعد التطور الحديث في تقنيات "النانو" على تغيير القواعد الطبية المتبعة في منع الأمراض وتشخيصها وعلاجها ، وتقدم تقنية "النانو" طرقاً جديدة لحاملات الدواء داخل جسم الانسان تسمى (حاملات نانوية ذات أحجام تصل إلى مقياس "النانو") تكون قادرة على إستهداف خلايا مختلفة في الجسم. ويمكن بواسطة هذه التقنية تصوير خلايا الجسم بسهولة كما لو أننا نأخذ لها صور عادية، وأيضاً يمكن التحكم بتلك الخلايا وتشكيلها بأشكال مختلفة.

الإستخدامات النانوية[132]:

1. الجسيمات النانوية تستخدم كحاملات للدواء أو أدوات للتصوير داخل الجسم
2. جسيمات الليبوزوم النانوية تستخدم كنظام لتوصيل العقارات المضادة للسرطان واللقاحات
3. جسيمات الذهب النانوية تستخدم في أجهزة الإختبار المنزلي للكشف عن الحمل
4. الأسلاك النانوية تستخدم كمجسًات حيوية نانوية وذلك لحساسيتها العالية وحجمها النانوي، حيث يتم طلاء هذه الأسلاك بأجسام مضادة مصنًعة بحيث إنها تلتصق فقط بالجزيئات الحيوية (DNA)، أو البروتينات، أو الجسيمات البيولوجية الأخرى الموجودة داخل الجسم، وليس غيرها من الجزيئات الأخرى، وعندما ترتبط هذه البروتينات أو غيرها بالأسلاك النانوية المطلية فسوف تتغير توصيلتها. وبذلك يمكن إستخدام هذا المجس الحيوي النانوي في

[132] د.عبدالله بن صالح الضويان، تطبيقات تقنية النانو، جامعة الملك سعود، قسم الفيزياء والفلك، مجلة النانو، العدد الثاني،2008 ص.24

إكتشاف عدد كبير من الأمراض في مراحلها الأولية وذلك بإدخال أعداد كبيرة من الأسلاك النانوية داخل الجسم تطلى بأجسام مضادة مختلفة، تمثل مجسات مختلفة.

5. الأغلفة النانوية المطلية بالذهب تستخدم لتدمير الخلايا السرطانية، ويبلغ طول هذه الأغلفة النانوية حوالي 120 نانومتر وهذا أصغر من حجم خلية السرطان بمقدار 170 مرة، عند حقن هذه الأغلفة النانوية داخل الجسم فإنها تلتصق تلقائيا بالخلايا السرطانية، ومن ثم يتم تعريض تلك الخلايا لإشعة ليزرية تحت الحمراء والتي تعمل على تسخين الذهب ورفع درجة حرارته مما يؤدي إلى إحتراق تلك الخلايا وموتها. تمتاز هذه الطريقة بالدقة والموضعية نظراً لصغر الأغلفة النانوية بالنسبة للخلايا وتركزها بالخلايا المريضة فقط مما يجعل الخلايا السليمة بعيدة عن مخاطر الآثار الجانبية.
6. جسيَمات سلينيد الكادميوم النانوية تستخدم في حقن الخلايا السرطانية داخل الجسم، فتتجمع داخل الخلايا السرطانية بشكل إنتقائي، وفي حالة تعريض المنطقة المستهدفة لضوء فوق بنفسجي فإن الجسيمات تضيئ مما يساعد في تحديد موقع الخلايا الخبيثة وإزالتها بدقة.
7. مولدات "النانو" الحيوية فهي عبارة عن أجهزة كهروكيميائية نانوية تقوم بتوليد قدرة كهربية من جلوكوز الدم في الجسم ومن ثم تستخدم هذه القدرة في تشغيل أجهزة نانوية أخرى مزروعة داخل جسم الإنسان مثل أجهزة ضبط النبض أو روبوتات حقن السكر النانوية.
8. ألياف البوليمر النانوية تستخدم لإجراء الجراحات الترقيعية للأوعية الدموية حيث أمكن حديثاً زراعة أجهزة ترقيعية مصنوعة من ألياف البروتين النانوية في الجهاز العصبي المركزي للإنسان، كما وتستخدم في علاج الحروق والجروح وتدخل في صناعة المستحضرات التجميلية.
9. جسيمات الفضة النانوية تستخدم في مرشحات الهواء للتخلص من الروائح غير المرغوبة وقتل الجراثيم. وقد وجد أن إستخدام مثل هذه المرشحات النانوية يؤدي إلى قتل 99% من فيروسات الإنفلونزا العالقة في الهواء[133].

[133] انظر الخصائص والصفات الجديدة للجسيمات النانوية ص. 67 من هذا الكتاب

الجدول رقم (7) يبين أهم القطاعات المعنية بتطبيقات المواد المتناهية في الصغر(''النانو'')[134].

القطاع	النتاج المتوقع	مواضيع البحث
البيئة	خفض من إنبعاث الملوثات معالجة السوائل المتدفقة تنقية الغازات	أغشية عضوية بوظائف في السلم النانومتري تسمح بتطهير الغازات محفزَات قادرة على معالجة السوائل المتدفقة المحتوية على كمية مرتفعة من أول أكسيد الكربون وأكسيد النيتروجين مرشحَات تعمل بطبقات من المبادلات الأيونية من خواصها إلتقاط الأيونات والجزيئات الملوثه خزف بمسام متناة في الصغر لتصفية الهواء والماء من الملوثات
الطاقة	الرفع من مردودية خلايا الطاقة تطوير الطاقات الخاصة الإقتصاد في الطاقة	مواد لخزن الهيدروجين مثل أنابيب الكربون المتناهية في الصغر أو المساحيق المعدنية حواجز حرارية ذات بنية متناهية في الصغر مثل (gerogel) بهدف الإقتصاد في الطاقة بطاريات المحروقات الخلايا الفولتية الضوئية المحفزَات
صناعة النسيج	تحسين جودة ووظيفة الأنسجة تحسين الخواص الميكانيكية، الحواجز إدماج عناصر الإتصال وعدم الإتلاف بالصباغة	التعرف إلى الوظائف التي يمكن أن تحملها المواد المشحونة بمواد متناهية في الصغر إلى قطاع النسيج التعرف على الإمكانيات والعراقيل التكنولوجية التي تقف في وجة إدماج جزيئات ''النانو'' العضوية أو المعدنية في مختلف مراحل صناعة منتوجات النسيج(النبط، الغزل) التعرف إلى الشروط التقنية والإقتصادية للإنتاج مثل إختيار المادة ومادة الشحن وطرق التحويلات الملائمة التعرف إلى طريقة توزيع مواد الشحن المتناهية في الصغر في المادة الأصلية لترشيد مختلف طرق التحويل تطوير المركبات المتناهية في الصغر، التي تتميز بشدة المقاومة، والشفافية والخفة وعدم القابلية للإحتراق

[134] عبدالإلة بن يوسف، جامعة محمد الخامس،مجلة النانو، تصدر عن معهد الملك عبدالله لتقنية النانو، العدد الثالث، الرياض 2009 ص.47.

الصناعات الكيميائية	تطوير المركبات المتناهية في الصغر في هذا المجال تحسين خواص بعض المواد مثل (إنقاص وزن بعض المواد الكيميائية المستخدمة في البناء وتحسين الخواص الضوئية (الشفافة)، الرفع من ديمومة المواد، تقوية البنيات، مقاومة الحريق، مقاومة درجة الحرارة المرتفعة، مقاومة التغيرات المفاجئة للحرارة، تطوير محفزات جديدة لتحسين احتراق الوقود	دراسة تطبيقات المركبات التمناهية في الصغر في مواد التبادل الأيوني والمحفزات إنتاج الأنابيب المتناهية في الصغر الكربونية إنتاج الجزيئات المتناهية في الصغر المعدنية (التيتان، السليسيوم، الفوسفور)
مواد التجميل والعطور	تحسين الخواص الضوئية من حيث الشفافية واللمعان	دراسة إمكانية استعمال الجزيئات المتناهية في الصغر في بريق الأظافر دراسة تأثيرات الجزيئات المتناهية في الصغر على جسم الإنسان
صناعة السيارات	النقص من وزن السيارات الرفع من مقاومة أجزاء السيارات للظروف القاسية وللخدش الرفع من مقاومة بعض الأجزاء لدرجات الحرارة المرتفعة	تسمح المركبات المتناهية في الصغر بالرفع من مقاومة المواد مع التخفيض من وزن الأجزاء وذلك لتعويض الفلزات اللدائنية الحرارية مثل البوليبروبيلين المحمل بجزيئات متناهية في الصغر من الصلصال تستعمل مواد "النانو" في الأقطاب للرفع من ديمومتها وتحسين الإحتراق بالمحرك الخزف والصلابة العالية ببنية متناهية في الصغر يسمحان بالرفع من المردود الحراري للمحركات وضع طبقة نانومترية على الزجاج الواقي للسيارات لتحسين بعض خواصة مثل الخواص الحرارية أو إكتساب وظيفة خاصة ضد المطر مثلاً للرفع من كفاءة السيارات الكهربائية يمكن إستعمال بطاريات فلز هيدرور فلز مكوّن من جزيئات بلورية متناهية في الصغر من النيكل حيث أن الجزيئات المتناهية في الصغر تتميز بالمساحة الكبيرة لسطحها مما يجعلها شديدة التفاعل الكيميائي فيمكن أن تستعمل في معالجة التدفقات الغازية المحتوية على نسبة عالية من أول أكسيد الكربون وأكسيد النيتروجين

تقنيات "النانو" في مجال الصناعات الإلكترونية

بدأ مصطلح تقنية "النانو" ينتشر في مجال الصناعات الإلكترونية المتصلة بالمعلوماتية ، فلو تفحصَنا البطاقات المستخدمة في الحواسيب اليوم وخاصة الحواسيب المحمولة لوجدنا أنها مضغوطة إلى درجة كبيرة ، فالبطاقة التي لا يزيد سمكها على بضعة مليمترات تتكوَن في الحقيقة من خمس طبقات أو رقاقات مضغوطة مع بعضها . وأيضاً لو تفحصنا الكابلات والمكثفات التي كان وزنها يقدَر بالكيلوجرام لوجدنا أن وزنها لا يتجاوز أجزاء من الملي جرام، فقد تضاءل الحجم وتضاعفت القدرة وكل ذلك بفضل إختزال سمك الكابلات وضغط حجم المكثفات والدارات وهذا بدوره قصَر المسافات التي تقطعها الإلكترونات وأعطى الحواسيب سرعة أكبر في تنفيذ العمليات.

تشير عبارة تكنولوجيا "النانو" إلى التفاعلات بين المكوَنات الخلوية والجزيئية والمواد المهندسة وهي عادة مجموعات من الذرات والجزيئات والأجزاء الجزيئية عن المستوى البدائي الأول للبيولوجيا وتكون هذه الآشياء الدقيقة بشكل عام ذات أبعاد تقل عن 100 نانومتر ويمكن أن تكون مفيدة بحد ذاتها أو كجزء من أجهزة اكبر تحتوي على أشياء دقيقة متعددة . وعند المستوى الدقيق ("النانو") نجد أن الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية تختلف جوهريا وغالبا بشكل غير متوقع عن تلك المواد الكبيرة الموازية لها بسبب أن خواص الكمية الميكانيكية للتفاعلات الذرية يتم التأثير عليها بواسطة التغيرات في المواد على المستوى الدقيق وفي الواقع أنه من خلال تصنيع أجهزة طبقاً لمعيار النانومتر من الممكن السيطرة على الخصائص الجوهرية للمواد بما في ذلك درجة الإنصهار والخواص المغناطيسية وحتى اللون بدون تغيَر التركيب الكيميائي لها.

الحاسبات النانوية[135]

منذ منتصَف القرن العشرين وحتى وقنا الحاضر شهدت الحواسيب سلسلة من التطورات في أجزائها المادية والبرمجية، وذلك بفضل التطور في علم الإلكترونيات، فقد مر علم الإلكترونيات بعدة أجيال حيث كان «**الجيل الأول**» يتمثل في إستخدام «الصمام الإلكتروني» وصناعة التلفاز الأبيض والأسود، أما «**الجيل الثاني**» تمَثل في إكتشاف الترانزيستور الذي فتح آفاقاً جديدة في حقل الإلكترونيات عموماً وفي مجال الحاسب الآلي خصوصاً، وتلاه» **الجيل الثالث**» الذي أستخدم الدارات التكاملية Integrated Circuit IC وهي عبارة عن قطعة صغيرة جداً قامت بإختزال حجم العديد من الأجهزة ورفعت كفاءتها وعددت وظائفها .ثم جاء **الجيل الرابع** مع إختراع الرقائق السيليكونية التي أدت إلى ظهور المعالجات

[135] رسالة الجامعة ، العدد1083، 2012/1/26 http://rs.ksu.edu.sa/24268.html

الصغيرةMicroprocessor والتي أحدثت ثورة تقنية في جميع المجالات وظهور الحاسبات الشخصية والهواتف المحمولة والساعات الرقمية وكثير من الإختراعات التي يعود الفضل فيها إلى هذه الشرائح المتناهية الصغر والتي أدى إزدياد الطلب عليها إلى إنخفاض أسعارها بشكل سهّل دخولها في تصنيع جميع الإلكترونيات الإستهلاكية التي تحيط بنا اليوم . وكلما زاد أعداد العناصر الإلكترونية «الترانزيستور» المجمّعة في المعالجات الصغيرة كلما توصّلنا إلى حاسب آلي سريع وأكثر فاعلية. ووفقاً لقانون موور ، فإن عدد الترانزيستور الموضوعة في معالج مصغر سوف يتضاعف كل 18 شهراً، وقد سمّي بقانون موور نسبة للباحث «Gordon Moor» ، الذي أعلن عام 1965 أن المعالجات المصغرة سوف تتضاعف شدة تعقيدها وقوتها كل سنتين، وهذا يعني أن المساحة التي كانت تتسع لترانزستور واحد فقط قبل 15 سنة يمكنها أن تحمل حوالي 1000 »ترانزستور في أيامنا هذه. ولقد تمكّن العلماء من تصغير حجم الترانزيستور المستخدم في المعالجات المصغرة حتى وصل في عصرنا هذا إلى حجم ‘‘النانو’’، وبهذا نجد أن أجهزه الحاسب الآلي أصبحت أكثر فاعلية، أقوى وأسرع أداء. وقد صرح العديد أن قانون موور سوف يبلغ نهاية مسدودة، وذلك بسبب السرعة الفيزيائية ومحدودية التصغير للمعالجات السيليكونية المصغرة. وحيث أن صانعي الرقائق الحاسوبية يتسابقون بشكل محموم لصناعة الجيل الجديد من المعالجات المصغرة والذي بدوره سيؤدي للوصول للمعدلات القصوى عاجلاً أو آجلاً وستبلغ المعالجات المصغَرة المصنوعة من السيليكون حدودها من حيث السرعة والتصغير، ولهذا فإن صانعي الرقائق بحاجة إلى تقنية جديدة لإنتاج معالجات بسرعات وكفاءة أكبر. وخلال السنوات القليلة الماضية، برز إلى الأضواء مصطلح جديد ألقى بثقله على العالم وأصبح محط الإهتمام بشكل كبير، هذا المصطلح هو «**تقنية ‘‘النانو’’**» (صنع آلات ومواد بإستخدام جزئيات وذرات المادة بسمك من 1-100نانومتر) والذي يمثل الجيل الخامس بالنسبة لعالم الإلكترونيات، ويتوقع العلماء أن تحدث هذه التقنية انقلاباً جذرياً في الأجهزة والتطبيقات وسوف تؤدي إلى تصنيع شرائح ودوائر نانو إلكترونية بالغة الصغر في المساحة والحجم، بالغة القلة في استهلاك الطاقة، سريعة جداً وبالغة الموثوقية والإعتمادية في أدائها؛ مما يشكل تطوراً كبيراً في تصنيع الحواسيب المتقدمة والفائقة السرعة. ويعلم جيداً المتخصصون في علم الحاسوب العلاقة بين حجم الحاسوب مع إمكاناته وقدراته. فأجهزة الحاسوب الخارقة "Mainframes" لها إمكانات تعجز مئات الحواسيب الشخصية من أداء عملها مجتمعة، ولكن بإستخدام تقنية ‘‘النانو’’ من المتوقع أن يصبح الحاسب الخارق الموجود في مراكز الأبحاث أو في الجامعات الكبيرة سيكون مثل حجم ساعة يد في المستقبل القريب. ويحاول المهندسون اليوم إستخدام هذه التقنية لصناعة وصلات كهربائية

قطرها ذرة واحدة وبوابات منطقية (logic gates) من عدة ذرات فقط لبناء شرائح حاسبية مصغرة، عندئذ يمكن تمثيل وحدة للمعلومات بذرة واحدة فقط (أي أن الصفر والواحد وهما الوحدة الأساسية في المعلومات يمثلهما وجود إلكترون أو غيابه). وأصبح الآن العديد من الأبحاث والمشاريع للوصول إلى حاسبات نانونية.

والحاسبات النانوية لها العديد من الأنواع من أهمها الحاسب "النانو" الحيوي الذي يستخدم رقائق حاسوبية من الحمض النووىDNA عوضاً عن الجزيئات والذرات ليشكل ما يسمى بالرقائق البيولوجية Biochip. إن جزيئات الحمض النووي، وهي المادة الأساسية التي تدخل في تركيب الجينات البشرية، تملك القدرة على القيام بعدد من العمليات الحسابية أكبر بعدَة مرَات من العمليات التي يمكن أن يقوم بها أسرع معالج مصنوع من السيليكون في العالم حالياً. وفكرة استخدام الـDNA في الحواسيب ترجع إلى العالم **آدليمان** وهو عالم في جامعة كاليفورنيا الجنوبية الذي استنتج أن الـDNA تملك قدرات حاسبوية فائقة وتشبه بشكل كبير القرص الصلب في الحاسوب حيث يخزَن عليه المعلومات الوراثية بشكل دائم .

إن مكونات حواسيب الـDNA البوابات المنطقية والرقائق العضوية سوف تأخذ سنوات كي تتطور وتصبح حواسيب عملية وفعالة ولكن إذا ما تم صناعة هذا الحاسوب، فإن العلماء يقولون بأنه سوف يكون مدمجاً أكثر، ودقيقاُ وفعالاً أكثر من الحواسيب التقليدية وسوف تتفوق على الحواسيب ذات الأساس السيليكوني، وأي مهام سوف تقوم بها هذه الحواسيب. حواسيب الـ DNA تملك القدرة لأخذ علم الحواسيب إلى مراحل جديدة، بحيث تبدأ قوانين جديدة تلغي قانون موور فهناك عدة فوائد ومكاسب لاستخدام الـDNA بدلاً من السيليكون بخلاف المواد السامة المستخدمة لصناعة المعالجات المصغرة التجارية، فإن رقائق الـDNA البيولوجية يمكن أن تصنع بطرق نظيفة بيئياً .

لكن النقطة الأهم لدى الـDNA هي أنه يجعل الحواسيب أصغر من أي حاسوب تمت صناعته من قبل، وبنفس الوقت فإنه يحمل كمية أكبر من البيانات والمعلومات، إن باوناً واحداً من الـ DNA يملك الإمكانية لتخزين معلومات أكبر من كل الحواسيب الإلكترونية التي تمت صناعتها، وإن القدرات الحاسوبية لحاسب DNA بحجم قطرة الدمع، وباستخدام بوابات DNA منطقية سوف يكون أكثر قوة من أقوى جهاز خارق في العالم إن أكثر من 10 ترليون جزيئة DNA يمكن أن توضع في منطقة لا تتجاوز 1 سنتيمتر مكعب، بهذه الكمية القليلة من الـ DNA فإن الحاسب سوف يتمكن من حفظ 10 تيرابايت تيرابايت = 10 أس 12 بايت من المعلومات ، ويقوم بـ10 ترليونات عملية حسابية معقدة بنفس الوقت، وبإضافة عدد أكبر من الجزيئات فإن عدد العمليات الحسابية سوف يزداد.

بخلاف الحواسيب التقليدية فإن حواسيب الـ DNA تقوم بإنجاز العمليات الحسابية على التوازي مع بعضها البعض، الحواسيب الحالية تقوم بإنجاز العمليات الحسابية بشكل خطي، بأخذ الإجراءات بشكل متتابع واحد تلو الآخر، حواسيب الـDNA تستطيع حل المسائل المعقدة في غضون ساعات، في حين أنها تحتاج مئات السنين لحلها بواسطة الحواسيب الإلكترونية.

- كما تمكن عملاق الكمبيوتر "هاولت باكارد" من صنع رقاقات تدخل في صنعها نانو الكترونيات قادرة على حفظ المعلومات اكثر بالآف المرات من الذاكرة الموجوده حاليا.[136]
- وفي تطوّر آخر لشركة آي بي إم، استطاع باحثون فيها يوري فلاسوف ومارتن أوبويل وهيندريك هامان وشاري مكناب من مركز تي جيه واتسون للأبحاث بدعم جزئيّ من وكالة مشاريع أبحاث الدفاع المتقدّمةDARPA ، المؤسسة المسؤولة عن التطوير والأبحاث المركزيّة التابعة لوزارة الدفاع الأميركيّة، عن طريق برنامجها» إبطاء وتخزين ومعالجة الضوء ,Slowing[137] Storing and Processing Light من الاقتراب أكثر من حلم إستبدال الكهرباء بالضوء في إيصال سيل المعلومات بين أجزاء الدارات، وهذا الأمر سيؤدّي إلى تطوّرات جذريّة في أداء الحاسب الآلي وكلّ الأنظمة الإلكترونيّة الأخرى، فالباحثون إستطاعوا إبطاء سرعة الضوء إلى واحد على 300 من سرعته المعتادة عن طريق تمريره في قنوات من السليكون المصنّع بعناية بالغة، يسمّى موجّه موجات الكريستال ـ الفوتونيّ Photonic Crystal Waveguide PCW شريحة رقيقة من السليكون «منقّطة» بمجموعات من الثقوب تكسر أو تغيّر من مسار الضوء المار بها .(هذا التصميم للقنوات يسمح بتغيير سرعة الضوء عن طريق تمرير تيّار كهربائيّ لموجّه الموجات .

ويجدر بالذكر أنّ الكثير من الباحثين في السابق إستطاعوا إبطاء سرعة الضوء في ظروف مخبريّة، ولكنّ تحكّمهم في سرعة الضوء على شرائح سليكونيّة باستخدام وسائل تصنيعيّة تعتمد على "النانو" تكنولوجيا هو سابقة جديدة .وحجم هذا الجهاز الذي استطاع العلماء تصنيعه صغير جدّا، ويمكن إستخدام المواد شبه الموصلة فيه التي تُستخدم عادة في تصنيع الدارات الكهربائيّة والقدرة على التحكّم بسرعة الضوء أو إبطائه في هذه الحالة تجعل

---

[136] http://ar.wikipedia.org/wiki

[137] خلدون غسان سعيد،النانو تكنولوجي اعجوبة العالم الجديد دارات ضوئيّة بدل الكهربائيّة و«آي بي أم» تستعد لتطوير اول «حاسب ضوئي" http://www.aawsat.com

بالإمكان لهذه التقنية أن تصنع دارات ضوئيّةOptical Circuits في غاية الصغر من الحجم، وعمليّة في آن واحد لوضعها في الأدوات الإلكترونيّة .

معوّقات التطوّر :للتشبيه، من المعروف أنه من الصعب إيصال سلع تجاريّة في وقت سريع في مدينة دائمة الإزدحام بالسيّارات، مهما كان حجم الإنتاج وسرعته . والحل هو إمّا زيادة عرض الشوارع في المدينة) الأمر المستحيل بسبب وجود مبان محيطة بالشوارع(أو إيجاد طرق بديلة) الأمر المكلف زمنيّا .(وعدم القدرة على إيصال المعلومات في الدارات الكهربائيّة هي أحد أكبر «الإختناقات المروريّة» التي يمرّ فيها مصمّمو الدارات الكهربائيةّ .كما أن من المشاكل التي تواجه مصمّمي الدارات الكهربائيّة، زيادة الناتج الحراريّ بسبب إزدياد مرور الإلكترونات في الدارات الكهربائيّة، الأمر الذي قد يؤدّي إلى «إحتراق «الدارة بكاملها إن لم يتمّ تبريدها بشكل مدروس .

وأحد أكبر المشاكل التي تشلّ تطوّر المعالجات والذاكرة في الحاسب الآليّ هي ظاهرة إنتقال الإلكترونات من مسارها إلى مسار آخر عند تقليص حجم الدارة الكهربائيّة .فالتقنيّات المستخدمة اليوم تعتمد تقنية 90 و65 و45 نانومتر في التصميم، ولكنّ المصمّمين يواجهون ظاهرة إنتقال الإلكترونات من مسار ما إلى آخر بسبب التنافر الكهربائيّ بينها وبين إلكترونات أخرى قريبة .هذه الظاهرة لم تكن موجودة من قبل لأنّ التقنيات المستخدمة حينها كانت تستخدم مسارات إلكترونيّة أكثر عرضاً من المسارات المستخدمة الآن . ولكنّ نتائج أبحاث آي بي إم لن تحلّ هذه المشاكل، بل ستتجاوزها لتنعدم من أساسها، إذ ستتغيّر قوانين الفيزياء في الدارات لتصبح تعتمد على نظريّات وقوانين الضوء) كميّة أو موجيّة أو غيرها(، لتنعدم الآثار الحراريّة لمرور الإلكترونات في الأسلاك والدارات الكهربائيّة، ولينعدم التنافر الإلكترونيّ . وسيصبح الضوء هو أساس توصيل المعلومات بين مكوّنات الحاسب الآليّ . ولكن ليتمّ كلّ ما تمّ ذكره، يجب أن تدعم المكوّنات هذه تحكّما كاملا بإشارات الضوء، ويجب أن تكون تكلفة تصنيع آليّة هذا التحكّم زهيدة الثمن وحجمها صغيراً .وأستطاعت آي بي إم من أن تقدّم بعض الحلول لهذه المشكلة عن طريق إستخدام موجّهات موجات الكريستال ـ الفوتونيّ، التي تحتوي على معامل إنحراف للضوء عال بسبب وجود أنماط من مجموعات الثقوب فيها . فكلّما إزداد معامل الإنحراف، قلّت سرعة الضوء الخارج منها .وبزيادة حرارة موجّهات موجات الكريستال ـ الفوتونيّ عن طريق تمرير تيّار كهربائيّ فيها، يتمّ تغيير معامل الإنحراف، الأمر الذي يغيّر من سرعة الضوء الخارج من الثقوب، باستخدام قدرة كهربائيّة قليلة جدّا

والجدير بالذكر أنّ كلّ ما تمّ تطبيقه في الأبحاث موجود على منطقة صغيرة جدّا من الدارة، ولا يمكن مشاهدتها إلا تحت المجهر .هذا الأمر يعني أنّ ّه بالإمكان إيجاد دارات ضوئيّة في غاية التعقيد بنفس حجم الدارات الحاليّة .أمّا بالنسبة لعمليّة التصنيع، فإنّها موجودة في أغلب مصانع الدارات الحاليّة .والقدرات الوظيفيّة التي يدّعيها الباحثون تسمح بإيجاد مكوّنات بحجم "النانو"، مثل اماكن لحفظ المعلومات الضوئيّة والمعالجات الضوئيّة والكثير غيرها .وإن تمّ صنع جميع هذه المكوّنات بأسعار معتدلة، فإنّ أوّل جهاز حاسب آليّ ضوئيّ) هل سيصبح اسمه الحاسب الضوئيّ؟ (سيكون من صنع شركة آي بي إم .وعلى الأغلب، فإنّ الجيل الأوّل سيكون عبارة عن هجين من الدارات الإلكترونيّة والضوئيّة مع بعضها البعض، إلى حين نضوج هذه التقنيّة

تقنية "النانو" والبيئة:

من أهم التطبيقات المستقبلية لتقنية "النانو" هي التطبيقات المتعلقة بالبيئة، فمنذ بداية القرن الماضي والإنسان يسعى في البحث عن الطاقة ويسعى في تطوير الآلة دون النظر الى البيئة وهذه الآلات والإختراعات أدت إلى تلوث الهواء والماء وإلى التغيرات المناخية المترتبة على فساد البيئة مما هددَت حياة الملايين من البشر في العديد من الدول بسبب نقص المياة الصالحة للشرب،

وتعتبر أكثر ملوثات الهواء شيوعاً ما يلي:

- أول أكسيد الكربون
- الكلوروفلوركربون (CFC)
- المعادن الثقيلة (كالزرنيخ، الكروم، الكادميوم، الرصاص، الزئبق والزنك)
- الهيدروكربونات
- أكاسيد النيتروجين
- المواد الكيميائية العضوية (كالمركبات العضوية المتطايرة والديوكسين)
- ثاني أكسيد الكربون
- الجسيمات والدقائق

وتحدث ظاهرة الأمطار الحمضية نتيجة سقوط أكاسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت على الأرض، فيتفاعلا مع الندى أو الثلج. ومن أهم مصادر تكوّن أكاسيد النيتروجين هي ما يلي:

- حرق النفط والفحم والوقود
- النشاط البركاني
- حرائق الغابات

- تحليل بكتيريا التربة
- البرق

أما تلوَث المياة، فينتج عن الطرح المتواصل أو المفاجئ للمخلفات الملوثة عمداَ أو عرضاً في الماء، ومع تزايد السكان تتعرض المحيطات والبيئات البحرية إلى الكثير من الملوثات التي يعتبر الإنسان المسؤول الأول عن حدوثها. ومن أهم أسباب تلوث المياة:

- مياة الصرف الصحي
- الوقود الحفري المحترق أو المستخلص
- تسرب النفط إلى المياة
- الأسمدة ومبيدات الأعشاب الضارة والحشرات المستخدمة لوقاية المحاصيل والحدائق
- إزالة الغابات والجور على الأراضي الزراعية
- المواد الثانوية المختلفة التي تنجم عن عمليات التصنيع أو الشحن

بالرغم من أن الأسلوب التقليدي في معالجة المياة يعمل على التخلَص من كميات كبيرة من النفايات من المياة، فإن تطبيقات المعاجلة الجديدة تتلائم بدرجة كبيرة للمركبات عالية السمْية التي ينبغي التخلص منها نهائيا، في حالة الأنواع المختلفة من المعادن الثقيلة، لن يفيد إستخدام محفزات "النانو"، وبالتالي، لا بد من معالجة المياة عن طريق الإمتصاص بواسطة البوليميرات أو جسيمات "النانو"[138]. ففي مجالات الهندسة البيئية تلعب تكنولوجيا "النانو" دوراً هاماً في رصد التلوث وذلك من خلال الجسيَمات النانوية التي تقيس نوعية الهواء والماء والتربة ، وترسل بيانات الرصد مباشرة إلى قواعد البيانات البيئية ،أو الكشف السريع عن الجراثيم الممرضة في مصادر المياه والمنتجات الغذائية .كما تساهم تكنولوجيا "النانو" في معالجة الملوثات والنفايات السامة الناتجة من المصانع وذلك عن طريق ضخ جزيئات نانوية عبر التربة لتصل إلى أماكن تواجد النفايات لهدمها وتحويلها إلى مواد غير ضارة عبر تفاعلات كيميائية خاصة ، فمثلا تمكن باحثون في مختبر المحيط الهادئ الشمالي من تطوير عملية صديقة للبيئة تعتمد على ألياف الكربون النانوية لمعالجة المياه الملوثة بمادة(بيركلوريت) السامة التي تستخدم في وقود الصواريخ والألعاب النارية والصناعات الكيميائية ، وهذه المادة وجدت في مستويات عالية في الأنظمة المائية في 35 ولاية أمريكية ، وأرتبط وجودها بأمراض الغدة الدرقية وإمكانية حدوث السرطان ومشاكل الصحة الأخرى. كما تعتبر المياه الجوفية من مصادر مياه الشرب الهامة في العديد من دول العالم، وفي الولايات المتحدة الأمريكية أصبح تلوث هذه المياه

---

[138] ليندا ويليامز، د.واد آدمز، مصدر سبق ذكره

يشكل مشكلة ذات أبعاد بيئية وصحية لإن وكالة حماية البيئة الأمريكية صنفت 30 ولاية تحتاج المياه الجوفية فيها إلى عملية تطهير وتنقية ، ومما يزيد من خطورة المشكلة أن احد أهم الملوثات الشائعة الموجودة في هذه المياه هو مركب سام وخطر يدعى **ترايكلوروايثلين** وهو مذيب عضوي يستخدم في تنظيف المعادن من الزيوت والشحوم وحديثا تمكن فريق من المهندسين الكيميائيين في جامعة رايس(هيوستن) من تخليق دقائق نانوية من الذهب والبالاديوم(معدن قريب من البلاتنيوم) لتفكيك الملوثات في المياه الجوفية وذلك عن طريق إضافة الدقائق النانوية إلى المياه الجوفية لتحول الملوثات الخطرة مثل المذيب العضوي السام(ترايكلورو ايثلين) إلى مركبات غير سامة إطلاقاً ،وحالياً يقوم الفريق بإجراء عمليات تطهير لمواقع ملوثة مختلفة بإستخدام مفاعل تجريبي يحتوي على حبيبات زجاجية لتثبيت الدقائق النانوية حيث تمرر المياه الملوثة من خلال المفاعل لتخرج نظيفة.

ويعتبر عنصر الزرنيخ من الملوثات الشائعة التي توجد في المياة إما طبيعياً أو إصطناعياً بواسطة الإنسان. والزرنيخ عنصر كيميائي سام يتحد بالأكسجين والكلور والكبريت والكربون والهيدروجين والرصاص والذهب والحديد، ويوجد في العديد من المعادن المكونة للصخور. وحيث أن الزرنيخ يمثل خطراً يهدد حياة الإنسان ونظراً لخطورته فقد قامت وكالة حماية البيئة بخفض معيار نسبة الزرنيخ بمياة الشرب حتى وصل إلى 10 جزء من المليار، وهو ما تعجز معظم مصانع معالجة المياة عن تحقيقة، وعلية بدأ الكثير من الباحثين حول العالم بمحاولة إستخدام تقنية ‘‘النانو’’الحديثة في حل مشاكل التلوث أو تخفيفها ومن أهم ما حاولوا تطويره هو معالجة مياة الشرب وفيما يلي نبذه عن بعض الطرق والتقنيات في معالجة مياة الشرب ومعالجة تلوث الهواء.

تقنية ‘‘النانو’’ ومعالجة المياة:

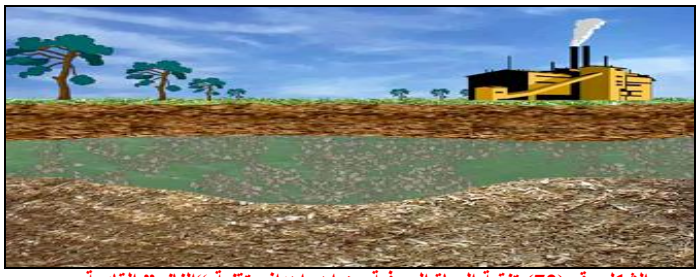
يعتبر النقص في المياة من المشاكل الخطيرة التي تواجهها العديد من الدول النامية، إن إستخدام تقنية ‘‘النانو’’ في تطوير تقنيات معالجة المياة التقليدية والتي تشمل المعالجات الكيميائية وتحلية المياة والتقنية والمعالجة بالأشعة الفوق بنفسجية وغيرها من وسائل تنقية المياة سيؤدي الى رفع كفاءة هذه التقنيات والذي بدورة سيعمل على سهولة توفير المياة ، وحالياً تقدم هذه التقنية ثلاث مجالات حيوية وتشمل:

1. أغشية أنابيب ‘‘النانو’’ الكربونية (CNT membranes)
2. شباك ‘‘النانو’’ (nanomesh)
3. مسام الخزف النانونية (nanoporous ceramics)

وتعمل هذه التقنيات الثلاث بطرق مختلفة وذلك وفقاً للميزات الخاصة بكل تقنية ، فعلى سبيل المثال تعمل تقنية مسام الخزف النانوية على حجز ومنع مرور العوالق الدقيقة والفطريات والطفيليات والكائنات الحية الدقيقة والفيروسات والمواد الضارة من مصادر المياة العذبة كالأنهار والبحيرات والبرك.

وأيضاً هناك مرشحات "النانو" (nanofilters) يجري العمل حالياً على تسويقها حيث أنها تقدم تنقية سريعة للمياة بحيث يستطيع الشخص شرب الماء المرشح مباشرة من مختلف مصادرة كالمياة الجوفية والمياة الراكدة ومياة الوحل. كما تتميز تقنيات "النانو" الحديثة بإنخفاض كمية الطاقة المستخدمة في تنقية المياة بالإضافة الى إرتفاع جودة المياة المعالجة[139]

وتجري حالياً العديد من الدراسات والبحوث من أجل تطوير تقنيات أخرى تعتمد على إستخدام تركيبات "النانو" لأكسيد الحديد وجسيمات "النانو" لأكسيد التيتانيوم تتميز بإنخفاض التكلفة وجودة الإنتاج لأهم المشاكل الحيوية في عصرنا الحالي.



الشكل رقم (72) تنقية المياة الجوفية من اهم اهداف تقنية "النانو" القادمة

الأغشية الخزفية[140]

تستخدم الأغشية والمرشحات (الفلاتر) بجميع أحجامها لفصل العديد من المركبات والمواد الكيميائية، ويعتمد نجاحها أو فشلها على الخصائص التي تتمتع بها. وفي حالة الترشيح الفائق (ultrafiltration)، يحدث الضغط في جهة واحدة من غشاء الترشيح[141]، فيجبر المياة والمركبات الجزيئية الخفيفة على المرور عبر مسامة. أما الجزيئات الأكبر والأجسام الصلبة العالقة، فتتحرك فوق الغشاء وتتجمع في نقط محددة بسبب حجمها الكبير.

نجح المركز البيولوجي والبيئي لتكنولوجيا "النانو" Center for Biological Enviormnetal Nanotechnology-CBEN في إنتاج غشاء متفاعل بإستخدام أغشية أكسيد الحديد الخزفية التي تعرف باسم

---

[139] المركز السعودي لتقنية النانو، http://www.saudicnt.org

[140] ليندا ويليامز، د. واد آدامز، تكنولوجيا النانو، ترجمة الدكتور خالد العامري، مكتبة الأسرة 2008 ص.171

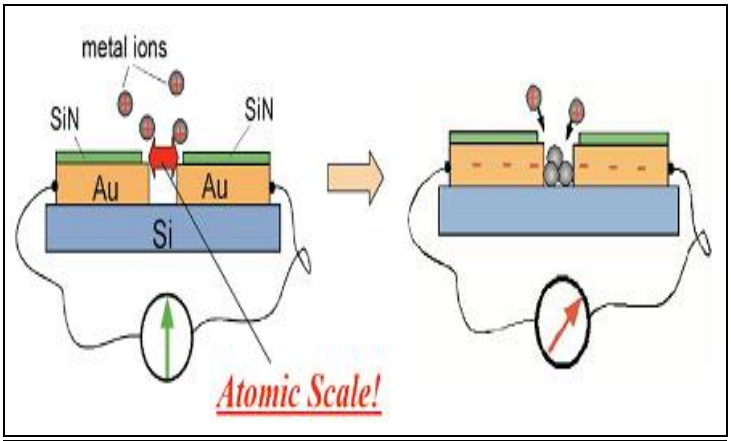
[141] يتميز غشاء الترشيح الفائق شبة النافذ بوجود مسام يتراوح حجمها بين 0.0025 إلى 0.01 ميكرون تقريبا

الفيروكسين (ferroxane) تمثل هذه الأغشية التفاعلية وسيلة لإزالة الملوثات والمخلفات العضوية من الماء لتنقيتها، وذلك نظراً للطبيعة الكيميائية التي تميز عنصر الحديد. كما أن مواد الفيروكسين تقوم بتحليل حمض البنزويك الملوث.

بإستخدام أغشية أكسيد الألومنيوم الخزفية التي تعرف بإسم الألوموكسين (alumoxane) كمادة غشاء خزفية متناهية الصغر، يمكن تغيير سمك الغشاء وحجم المسام والقابلية للنفاذ وكيمياء السطح بتغيير الطبقة الأولى من جسيمات الألوموكسين

تقنية "النانو" وإكتشاف تلوث الهواء[142]

في عصرنا الحالي يواجة الإنسان مشكلة تلوث الهواء في كل مكان من حولة مما يؤثر سلباً على صحتة، ولعل أكثر أنواع التلوث خطورة هو تلوث الهواء بالعناصر والغازات السامة التي تكون في كثير من الحالات غير مرئية وغير محسوسة وبالرغم من وجود عدد من التقنيات التقليدية التي تعمل على إكتشاف هذا التلوث إلا أن تقنية "النانو" تقدم كواشف ذات حساسية عالية جداً تسمى كواشف "النانو" تستطسع إكتشاف أي تلوث في الهواء بدقة متناهية جداً تصل الى حد إكتشاف بضعة جزيئات من الغازات أو الأبخرة الملوثة وتعتمد هذه التقنية على إستخدام أنابيب "النانو" الكربونية CNTs أو جسيمات "النانو" للبلاديوم Palladium nanoparticles أو أسلاك "النانو" لأكسيد الزنك zinc oxide nanowires حيث تتغير الخواص الكهربائية كالمقاومة والسعة الكهربائية لهذه الكواشف عند إمتصاصها لجزيئات الغاز الملوث



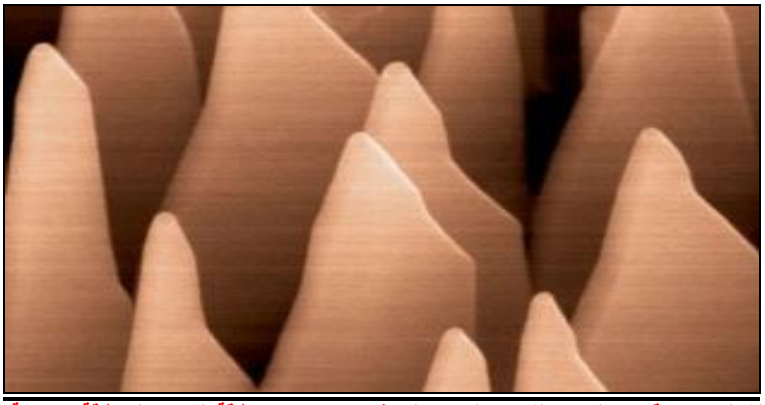
الشكل (73) عند التقاط كواشف "النانو" جزيئات الغاز الملوث يتم توصيل الدائرة الكهربائية مما يؤدي الى تشغيل كاشف "النانو" ونلاحظ ان دقة هذه الكواشف تصل الى حد اكتشاف بضع ايونات مما يجعلها ذات حساسية فائقة

[142] المركز السعودي لتقنية النانو، http://www.saudicnt.org

تقنية "النانو" والطاقة الشمسية[143]

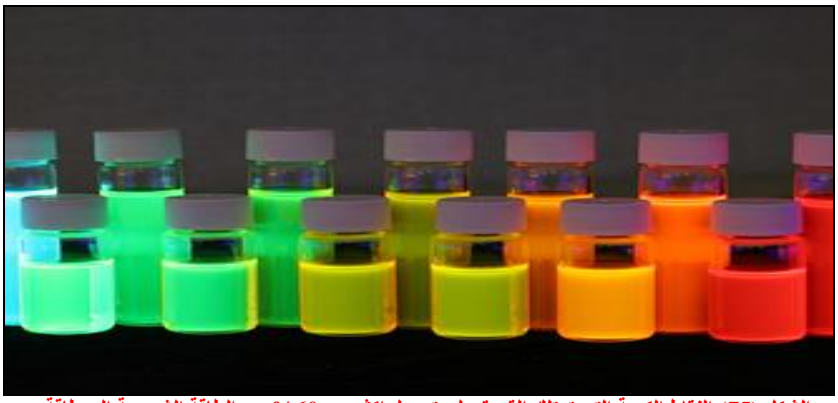
تعتبر الشمس مصدر مهم جداً للطاقة لجميع أشكال الحياة على سطح الأرض، ومنذ إكتشاف الظاهرة الكهروضوئية بدأ الانسان ينظر للشمس كمصدر للطاقة الكهربائية، ومن هنا بدأ العلماء في تصميم وتطوير خلايا الطاقة الشمسية لتحويل طاقة الشمس الضوئية الى كهرباء ومنذ أوائل القرن العشرين عكف الباحثون على تطوير الخلايا الشمسية من أجل رفع كفاءتها وخفض تكلفة إنتاجها، وتعتبر تقنية إستخدام الطاقة الشمسية محدودة النطاق وذلك لإنخفاض كفاءة الخلايا الشمسية وإرتفاع تكلفة إنتاجها. وفي ظل تقنية "النانو" والتي تعد بتقديم حلول جذرية لهذه المشكلة لخصائصها المذهلة لجسيمات "النانو" قد تتمكّن من إستغلال الطاقة الشمسية، فعلى سبيل المثال رقائق "النانو" (nanoflakes) تعتبر إحدى تراكيب "النانو" البلورية والتي ستكون قادرة على تحويل أكثر من 30% من الطاقة الشمسية إلى كهرباء والسبب في ذلك الأبعاد الدقيقة (أبعاد "النانو") التي تتميز بها هذه التراكيب وعلية فإن الطاقة في هذه الرقائق تقطع مسافة أقصر مما يؤدي إلى إحتفاظ أكثر بالطاقة .

ومن التطبيقات المستقبلية التي تعد بها تقنية "النانو" هو تحويل أكثر من 66% من الطاقة الشمسية الى كهرباء وفقاً للحسابات النظرية وذلك بإستخدام النقاط الكمية (Quantum Dots) إحدى جسيمات "النانو" الشبة موصلة والتي تتروح أبعادها من 2 نانومتر الى 10 نانومتر أي ما يعادل 10 إلى 50 ذرة، وتتميز النقاط الكمية بقدرتها على تحويل نطاق واسع من الطيف الكهرومغناطيسي إلى طاقة كهربائية كما أنها تتميز أيضاً بقدرتها على إنتاج شحنات كهربائية أكثر (إلكترونات) وذلك بالتفاعل مع طاقة فوتون واحد.



الشكل (74) رقائق "النانو" القادرة على تحويل اكثر من 30% من طاقة الشمس إلى طاقة كهربائية

[143] المركز السعودي لتقنية النانو، http://www.saudicnt.org



الشكل (75) النقاط الكمية التي تمتلك القدرة على تحويل اكثر من 60% من الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية والتي تتميز أيضا بقدرتها على تغيير لونها وفقا لتغيير ابعادها

تقنية "النانو" وخلايا الوقود

نحن نعلم بإن مصدر الوقود مهم جداً في حياتنا اليومية، ويعتبر النفط المصدر الرئيسي للوقود في هذا العصر وسوف يأتي يوم وينفذ الوقود! وهنا ستصاب حياتنا بالإنهيار حيث أنه من الصعب أن نعيش في هذا الوقت بدون الوقود، لذا بدأ العلماء منذ عدة سنوات في البحث عن مصدر آخر للوقود غير النفط، وتوصلوا إلى بدائل مختلفة للوقود لكنها كانت محدودة الإنتاج والقدرة وذات سعر تكلفة عالي جداً، مما قلل من إستخداماتها وتطبيقاتها. ومن هذه البدائل التي عكف العلماء على دراستها هي إستخدام خلايا الوقود الهيدروجينية حيث تقوم هذه الخلايا بتحويل الهيدروجين إلى كهرباء ومن ثم تستخدم هذه الكهرباء في تطبيقات كثيره كتشغيل السيارات والإضاءات وتدفئة البيوت والمكاتب وغيرها ، حيث تتميز خلايا وقود الهيدروجين بأنها لا تتطلب صيانة معقدة ولا تنتج ثاني أكسيد الكربون مما جعل العديد من الخبراء يعتقدون بإن خلايا وقود الهيدروجين سوف تكون مستقبلاً البديل الأنسب للديزل والبنزين والفحم الحجري.

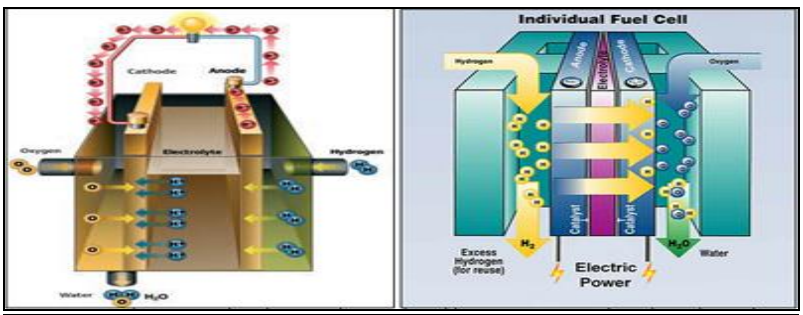
ويمكن القول بإن خلايا الوقود عبارة عن جهاز يقوم بتحويل الطاقة الكيميائية التي في الوقود إلى كهرباء بشكل مباشر من خلال بعض التفاعلات الكهروكيميائية مع خروج بخار الماء وبعض الحرارة كنواتج لهذه التفاعلات (عوادم)[144]. وتتكوّن كل خلية من خلايا الوقود من قطبين (مهبط ومصعد) بينهما مرشح (Electrolyte) بحيث يحدث تفاعل اكسدة للوقود عند المهبط (Anode) وتفاعل اختزال للعامل المؤكسد (Oxidant) عند المصعد (Cathode) ويحتوي كل من المهبط والمصعد على حفاز غالباً ما يكون بلاتين (Platinum) لتسريع التفاعل الكهروكيميائي.

---

[144] د. منصور بن صالح الحوشان/ م. ماهر بن محمد الراشد، تقنية النانو وخلايا الوقود، مجلة النانو، العدد الثالث، 2008 ص.26

ومن أشهر خلايا الوقود المستخدمة في السيارات خلية غشاء تبادل البروتون (PEM) وذلك لخفة وزنها وسهولة صنعها ولكن يعاب عليها إرتفاع تكلفة صنعها وذلك لإستخدامها لعنصر البلاتينيوم عالي التكلفة والذي يعمل كمادة محفزة في جسيمات نانو أخرى لتحل بديلة عن البلاتينيوم وذلك من أجل خفض كلفة إستخدام هذا العنصر ، وفي هذه الخلايا فإن الهيدروجين وتحت ضغط كبير ودرجة حرارة عالية ينتشر خلال أغشية الخلايا والتي تحتوي على العناصر المحفزة مما يؤدي إلى إنتزاع إلكترونات ذرات الهيدروجين حيث تمرر خلال دائرة كهربائية مما يولد تيار كهربائي يعمل على بدء تشغيل السيارة أو الجهاز ، أما أيونات الهيدروجين الموجبة فإنها تمر خلال أغشية خلايا الوقود التي تسمح فقط لأيونات الهيدروجين بالمرور خلال الخلية ولكن لا تسمح للذرات أو الأيونات الأخرى مثل الأكسجين بالعبور وعلية فإن ايونات الهيدروجين الموجبة والمنبعثة من الخلية تتحد مع الأكسجين المتواجد في الهواء الخارجي مكوناً قطرات من الماء وهذه الخاصية تجعل هذه النوعية من الخلايا عديمة التلوث.

وتعمل الشركات حالياً على إستخدام تقنية "النانو" لصنع أغشية أكثر كفاءة وأقل كلفة، مما سيسمح لهم بصنع خلايا وقود تدوم أطول وذات أوزان أخف وجودة عالية، ولكن ما يواجه هؤلاء الباحثين والمهتمين والشركات بأن هذه التطورات في صناعة خلايا الوقود الهيدروجينية يجب أن تتزامن مع طرق أكثر أمناً في تخزين الهيدروجين ، فتخزين كمية كافية من الهيدروجين وبشكل آمن من أكبر العقبات والتحديات التي تواجه هذه الصناعة، لذا يتطلع الباحثون في هذا المجال إلى إستخدام تقنية أنابيب "النانو" الكربونية لخزن أكبر كمية من الهيدروجين حيث تقوم هذه الأنابيب بجذب الهيدروجين وإمتصاصه بسهولة كالإسفنجة ومن ثم إعادة إستخدامه عند الحاجة. هذه التقنية توفر الآمان والمساحة الكافية لتخزين الهيدروجين.



الشكل (76) الأجهزة الرئيسية لخلايا الوقود الهيدروجينية حيث تلاحظ ان مخلفات هذه الخلايا هي المياة النقية مما يعد بطاقة ذات كفاءة ونقاء عالي

أهم مميزات خلايا الوقود التي تجعلها من أهم مصادر الطاقة:

1. الكفاءة العالية (High Efficiency) حيث يتم تحويل الطاقة في خلايا الوقود بشكل مباشر من الطاقة الكيميائية إلى الكهربائية دون الحاجة إلى المرور بالطاقة الحرارية، حيث تبلغ كفاءة المركبات التي تستخدم محرك الإحتراق الداخلي 25% من الطاقة المنتجة من تفاعل الإحتراق بمعنى أن 75% من الطاقة تفقد على شكل حرارة أما في خلايا الوقود فتصل الكفاءة الى 85%.
2. الإنبعاثات الضارة (Emissions) يمكن القول بشكل عام إن خلايا الوقود صديقة للبيئة بحيث تبلغ إنبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون (CO_2) من المركبات التي تعمل بخلايا الوقود صفراً في حالة إستخدام الهيدروجين كوقود، في حين تبلغ 415.49 جراما لكل ميل في المركبات العادية.
3. الصيانة والتشغيل (Maintenance & Operation) حيث تحتوي الخلايا على عدد محدود من الأجزاء المتحركة مقارنة بمحرك الإحتراق الداخلي مما يجعل عملية الصيانة تتم بشكل أسهل. إضافة إلى ذلك فإن الضوضاء الناتجة عن تشغيل خلايا الوقود أقل بكثير منها في محرك الإحتراق الداخلي.
4. تصنف خلايا الوقود على أساس:
   - ✓ نوع الوقود المستخدم
   - ✓ درجة حرارة التشغيل
   - ✓ نوع المرشح

تعتبر خلايا الوقود على أساس النوع المستخدم هو أشهر الطرق المستخدمة في هذا المجال بحيث تقسم إلى :

1. خلايا الهيدروجين (Hydrogen Fuel Cells)
2. خلايا الميثانول (Direct Methanol Fuel Cells).

تطبيقات خلايا الوقود[145]:

لقد أمكن تطبيق خلايا الوقود في مختلف المجالات لما تتمتع بقدرتها على العمل في مختلف الظروف ومن هذه المجالات الإتصالات والنقل والفضاء وغيرها، حيث تستطع خلايا الوقود إنتاج طاقة من مستوى واحد (مل واط) حتى مليون واط.

ففي **مجال الإتصالات والحاسبات** إستطاعت العديد من الشركات مثل توشيبا إنتاج أجهزة حاسب محمول (laptop) يتم تزويده بالطاقة من خلال خلايا الوقود كما تم أيضاً إنتاج أجهزة هاتف خلوي تعمل بخلايا الوقود.

---

[145] د. منصور بن صالح الحوشان/ م. ماهر بن محمد الراشد، تقنية النانو وخلايا الوقود، مجلة النانو، العدد الثالث، 2008 ص.28.

أما في **مجال النقل** فقد تمكنَت العديد من الشركات مثل تويوتا ومرسيدس من إنتاج العديد من المركبات الخاصة والعامة والتي تعمل بدورها بخلايا الوقود.
أما في **مجال الفضاء** فقد قامت وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) عام 1960م باستخدام خلايا الوقود في برنامج الفضاء ابولو كمصدر للكهرباء والماء لرواد الفضاء أثناء الرحلة.

التحديات التي تحد من إنتشار خلايا الوقود:

1. التكلفة العالية لخلايا الوقود مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى، حيث تبلغ تكلفة إنتاج الكيلو الواحد واط في خلايا الوقود من (3000 إلى 7500) دولار، في حين تبلغ التكلفة من (35-55) دولار في محرك الاحتراق الداخلي. ويعود سبب ارتفاع الاسعار الى استخدام بعض المعادن الثمينة مثل البلاتين كحفازات في اقطاب خلايا الوقود.
2. صعوبة تخزين الهيدروجين في حالة الخلايا التي تستخدم الهيدروجين كوقود، حيث من المعروف أن ذرات الهيدروجين هي أصغر ذرات موجوده في الجدول الدوري ولتحويلها من حالة غازية إلى حالة سائلة فإنه يتطلب طاقة وجهد كبير وبالتالي زيادة التكلفة. أما عند إستخدام الهيدروجين في الحالة الغازية فإنه يتطلب حجماً كبيراً جداً لتخزينه.
3. التحدي الثالث هو في خلايا الوقود التي تستخدم الميثانول كوقود، ففي هذه الخلايا يحدث إنتقال لجزئ الميثانول من المهبط إلى المصعد ويحدث له تفاعل أكسدة بدلاً من تفاعل كهروكيميائي، مما يؤدي إلى حدوث تلف للحفازات التي على المصعد إضافة إلى عدم الإستفادة من هذا الوقود في إنتاج الكهرباء.

الإستفادة من تقنية "النانو" في مواجهة التحديات لإنتشار خلايا الوقود[146]:

1. من خلال إستخدام تقنية ومواد "النانو" أمكن تقليل كمية الحفاز المستخدم (Platinum) وزيادة الكفاءة وبالتالي تقليل التكلفة الكلية لخلايا الوقود.
2. تم وضع أشكال مختلفة من مواد "النانو" (حبيبات أو شرائح بمقياس "النانو") داخل المرشح لكي تعيق إنتقال الوقود (الميثانول) خلال المرشح.
3. قد أمكن توظيف المساحة السطحية العالية لعدد من مواد "النانو" في تخزين الهيدروجين.
4. لمواجهة التحدي الأول قام العالم كي تي جنن (K.T.Jeng) ومجموعة البحثية بصناعة مهبط مكون من حبيبات نانو (Nanoparticles) من

[146] د. منصور بن صالح الحوشان/ م. ماهر بن محمد الراشد، تقنية النانو وخلايا الوقود، مجلة النانو، العدد الثالث، 2008 ص.28.

معدن البلاتين محملَة على أنابيب كربون نانوية أحادية الجدار (Single Wall Carbon Nanotubes)، وبالتالي إستطاع تقليل كمية البلاتين اللازمة لصناعة المصعد كما أستطاع زيادة الطاقة المنتجة بنسبة أعلى من 65% ، كما تمكنَت المجموعة البحثية التابعة للعالم كي اف زانج (K.F.Zhang) من صناعة مصعد وذلك من خلال إستبدال معدن البلاتين بحبيبات نانو من البلاديوم (Palladium) محمَلة على أنابيب نانو من أوكسيد الفاناديوم (Vandium Oxide Nanotubes) حيث أن ثمن معدن البلاديوم أقل من البلاتين وبالتالي قلت التكلفة الإجمالية لخلايا الوقود.

5. أما لمواجهة التحدي الثاني وهو صعوبة تخزين الهيدروجين، فقد قام العالم (S.Yamanaka) بإستخدام أنابيب الكربون النانوية كوسط لتخزين الهيدروجين بحيث إستطاع تخزين ما نسبته 8.6% من وزن العيَنة بالهيدروجين. كما قام العالم واي زانج (Y.Zhang) ومجموعته البحثية بتحضير حبيبات نانو مركب (LiBH4) وتحميلها على كربون عالي المسامية (Mesocarbon) وكانت النتيجة تخزين ما نسبته 14% عند درجة حرارة تقارب 600 درجة مئوية.
6. ولمواجهة التحدي الثالث وهو إنتقال الميثانول خلال المرشح من المهبط إلى المصعد فقد قامت المجموعة البحثية التابعة للعالم زد ليو (Z.Liu) بوضع حبيبات من أوكسيد التيتانوم (Titanium Oxide Nanoparticles) بمقاس "النانو" داخل المرشح لكي تعيق انتقال الوقود، وبالفعل فقد إستطاعوا زيادة الطاقة المنتجة بمقدار 16% وأيضا قام العالم إس دبليو شانج (S.W. Chuang) بإضافة شرائح رقيقة بمقاس "النانو" مصنوعة من السيليكات (Silica Thin Film) داخل المرشح لكي يمنع إنتقال الميثانول بحيث إنخفضت نسبة إنتقال الميثانول بنسبة تصل إلى 81% .

بالنهاية ممكن القول بإن تقنية "النانو" ساهمت في تقليل تكلفة خلايا الوقود وذلك من خلال تخفيض كمية البلاتين ، كما وساعدت في الحد من إنتقال الميثانول ، وزادت نسبة تخزين الهيدروجين.

تقنية "النانو" والطاقة النووية

- ✓ لكي نحصل على الطاقة الكافية عن طريق الطاقة النووية، فسيلزم بناء 10.000 مفاعل مولد لتوفير كمية لا تزيد عن 10 تيراوات، وتتم هذه العملية بإستخدام مفاعل المولد بصفة يومية لمدة 27 عاما.

- ✓ يكمن حل مشكلة توليد الطاقة في عمليات الإندماج النووي، وعلى الرغم من عدم حدوث أي تطور في هذا المجال حيث أن تكلفة بناء

محطات طاقة نووية مرتفعة للغاية. وأيضاً نسبة المخاطر الناجمة عن تخزين النفايات المشعة كبيرة.

✓ ولكن، هناك حل آخر يتمثل في الإعتماد على الخصائص الجوهرية لمواد "النانو" خلال عملية توليد أو توزيع الطاقة الناتجة عن محطات الطاقة النووية

تقنية "النانو" وشبكة الطاقة الذكية[147]

- لتصميم شبكة طاقة ذكية، لا بد من تطوير كابلات الطاقة، فإذا استخدمنا كابلات كهربية جديدة فائقة التوصيل، لأمكننا تغيير طريقة توليد الطاقة ونقلها. يمكن عمل ذلك من خلال ما أسماه "صمولي" بشبكة التوليد والتخزين الموزعة (Distributed storage and generation grid).
- لا بد من تغيير نظام الطاقة العالمي ليتحَول من نظام النقل الكتلي (أي نقل الفحم والنفط والغاز من مكان لمكان آخر) إلى نظام نقل سلكي (أي نقل الطاقة الكهربية عبر الكابلات).
- تعتبر مواد "النانو" مثل " أنابيب "النانو" الكربونية" وسيلة ناجحة لتطوير عملية انتقال الطاقة، ونظراً لإن هذه المواد تتمتع بالقوة والمتانة والقدرة على التوصيل الكهربي بقوة تفوق النحاس الأحمر ست مرات، فهي تعتبر أحد الحلول المثلى بالنسبة لمشكلة نقل وتوصيل الطاقة.
- كما أن حجمها متناهي الصغر، وهي ميزة تفيد المدن الكبيرة بصفة خاصة نظراً لعدم توفر مساحات كافية في باطن الأرض. ومثال على ذلك مدينة "نيويورك" تكتظ الأنفاق الأرضية بكميات كبيرة من الأسلاك النحاسية.
- تعتبر كابلات أنابيب "النانو" الكربونية صغيرة الحجم لدرجة أنها تضاف غلى أنفاق الكهرباء الحالية، فإذا زاد الطلب عن العرض، لن تضطر شركات الكهرباء إلى حفر مزيد من الأنفاق، بل ستستغل الأنفاق الحالية.
- يعتبر توليد الطاقة المحلي غاية في الأهمية، فمهما كانت الوسيلة المستخدمة لتوليد الكهرباء سواء كان ذلك بإستخدام الطاقة الشمسية أو النووية أو الحرارية الأرضية أو غيرها، علينا أن نضع في الإعتبار جميع العمليات المحتمل اللجوء إليها
- تستطيع شبكة الكهرباء القوية التي تعتمد في تكوينها على مواد "النانو" القيام بهذه العملية، وتكمن الفائدة العظمى للشبكة الذكية في أنها تتوافق مع الظروف المتغيرة كل يوم.

---

[147] ليندا ويليامز، د.واد آدمز، تكنولوجيا النانو والطاقة، ترجمة الدكتور خالد العامري، مكتبة الأسرة،2008 ص.299

مقارنة بين شبكة الكهرباء في القرن العشرين والشبكة الذكية في القرن الواحد والعشرين

شبكة الكهرباء في القرن العشرين	الشبكة الذكية
كهروميكانيكية	رقمية
اتصال أحادي الإتجاة	إتصال ثنائي الإتجاة
توليد مركزي	توليد موزع
طوبوغرافيا مركزية	شبكة عملية
بضعة مجسات	شاشات ومجسات متكاملة
غير ذاتية المراقبة	شبكة ذاتية المراقبة
إصلاح يدوي	إصلاح ذاتي
معرضة للأعطال الكهربية	قادرة على العزل والحماية التكيفية
مراجعة المعدات واللأجهزة بطريقة يدوية	مراجعة المعدات والأجهزة آليا
إستجابة هاتفية في حالة الطوارئ	آلية علاج المشكلة وفترة استخدام طويلة
إنخفاض مستوى التحكم في تدفق الطاقة	نظم تحكم شاملة
انعدام المعلومات الكافية عن الأسعار	إتاحة كل المعلومات عن لأسعار
عدم إمكانية الاختيار بحرية بالنسبة للمستخدمين	توفر خيارات متنوعة للمستخدمين

تقنية "النانو" العسكرية[148]

تقنية "النانو" العسكرية (Nanomilitary) من العلوم التي أخذت مكانة عالية، وذلك نظراً للتوسع السريع في العلوم العسكرية والأمنية الفضائية. وترجع أهمية التطبيقات المختلفة لتقنية "النانو" في المجالات العسكرية والأمنية والفضائية نظراً للتطوّر السريع في التكتيك العسكري والأمني والفضائي، بالإضافة إلى سباق التسلح وإمتلاك الفضاء، والبحث عن موارد جديدة يمكن الإستفادة منها لتقليل التراسانات العسكرية الهائلة للأسلحة والتقليل من الإنفاق العسكري والفضائي، والبحث عن أسلحة أكثر كفاءة ودقة وأقل تكلفة، وذات أحجام صغيرة تؤدي الغرض المطلوب ولا تحتاج إلى مستودعات ضخمه لتخزينها. هذا التطوّر التقني الدقيق لم يعد سراً من الأسرار العسكرية، فالقوى العظمى تتنافس في السيطرة والهيمنة على العالم.

في مجال تقنيه "النانو" العسكرية (Nanomilitary) فإن التخيلات العلمية والبحثية تعتبر الأساس في البحث والتقصي والإستنباط لمختلف فروع السلاح العسكري، والذي يدخل ضمن السلاح العسكري للقوات البريَة والبحريَة والجويَة والدفاع الجوي. تعتبر **طائرة الشبح** على سبيل المثال، مثالاً واضحاً لتلك التخيَلات والتي من المتوقع أن يتم تطويرها استناداً إلى

[148] تقنية النانو العسكري، http://ksu.edu.sa

تقنية "النانو" ليتم معها أيضاً إنتاج غواصات صغيرة الحجم ذات مقاومة عالية للصدمات الحرارية والميكانيكية المختلفة، بالإضافة إلى طائرات وسفن بحرية دقيقة الحجم ذات سرعة فائقة تستوعب أعدادا كبيرة من العتاد والمؤن والجنود.

في مجال السلاح العسكري، فإن المستقبل القريب قد يبشر بولادة تقنيات لأسلحة ومعدات عسكرية لا تخطر على البال، حتى على المختصين في الشؤون العسكرية، ومنها على سبيل المثال طائرات التجسس صغيرة الحجم، بحجم الكف، والتي تحتوي على جزيئات من مختلف تراكيب ومواد "النانو" تستطيع إختراق الرادارات ويمكن نصبها في أي موقع وبأقل التكاليف، كما يمكن حملها مثل لعب الأطفال لتكون عالماً جديداً من عوالم الجاسوسية. كما يمكن أيضاً تجهيز مسدسات ومتفجرات وقنابل متعددة الأهداف والإستعمالات حسب الطلب وبأقل التكاليف من المواد والجزيئات الدقيقة تمتاز بكونها فتَّاكة ومتناهية الدقة وصغيرة الحجم ومتعددة الأغراض.

بخصوص العتاد والمؤن والتجهيزات العسكرية ومنها على سبيل المثال، المباني، والمعسكرات، والخيام، ومعدَات التموين العسكري المساند، مثل المستشفيات، والمطابخ، والمكاتب الثابتة والمتنقلة، والملاعب، والمسابح، فهذه أيضاً سوف يتم تطويرها وبناؤها على تقنيات "النانو" المختلفة، حيث سيكون لدينا مباني ومنشآت وخيام مقاومة، كما يمكن تحويرها ليتم إستخدامها بكفاءة في فصل الصيف والشتاء ودون الحاجة إلى المكيفات الحارة والباردة، ومولدات الكهرباء الضخمة وعالية التكاليف والتي تشغل حيَز كبير. كما يمكن توليد المياه من خلال مولدات دقيقة الحجم، إلى مياه حارة وباردة لتلائم إحتياج الجندي في موقع القتال.

بالأمس القريب كانت لدينا أسلحة الدمار الشامل (General Weapons Destroyed)، والتي تتضمن السلاح البيولوجي (Biological Weapons)، والسلاح الكيميائي (Chemical Weapons) ، والسلاح النووي (Nuclear Weapons)، وذلك لإنتاج أسلحة فتاكة ذات تأثير فعال سريع. ثم تطوّر الأمر ليصبح لدينا خليط من السلاح أكثر ضراوة يجمع بين الأسلحة الثلاثة السابقة، وقد تم للقوى العظمى ذلك مما أذهل العالم من خطورة ذلك الناتج العجيب. واليوم تم الإنتقال تماماً من تلك الأسلحة التقليدية حديثة العهد إلى السلاح المعتمد على تقنيه "النانو".

منذ أن تم إنتاج السلاح البيولوجي، ومنها على سبيل المثال الجمرة الخبيثة (Anthrax) والتي تسببها بكتيريا Bacillus anthracis والطاعون (Plagya) والذي تسببه البكتيريا Pasterella pestis، والمطر الأصفر والذي تسببه الفطرة Pencillium sp. وفيروسات الحصبة، وشلل الأطفال، والغدة النكفية، والذي تم إطلاقه بواسطة العديد من تقنيات السلاح المختلفة.

وعودة للسلاح البيولوجي، فإن الأنظار تتجه في الوقت الراهن إلى إستنباط العديد من الأسلحة البيولوجية ذات الصفات الخارقة الخطيرة والتي تعتمد على تقنية "النانو" الحيوي (Biological Nanoechnology) نظرا لتوفر مقومات ذلك السلاح في الطبيعة، والقدرة على تطويع النظام الحيوي الميكروبي لمختلف الأبحاث التطويرية لتقنية "النانو". وفي هذا المجال فإن من أهم التخيلات العلمية في هذا المجال طرق الدفاع متناهية الصغر (Nanodefinc Methods) .

في هذا المجال فقد أمكن تطوير أبحاث للمقاومة الميكروبية متناهية الصغر (Nanomicrobial Control) وذلك بإنتاج مضادات ميكروبية متناهية الدقة (Nanoantimicrobial) أسهمت بشكل فعال في الحد من الإصابة الممرضة بالكائنات الحية الدقيقة. وقد تم بالفعل تطوير مضاد حيوي متناهي الصغر أطلق عليه مضاد "النانو" (Nanobiotic) والذي تم تطويره للتأثير على الخلايا البكتيرية، حيث تتجمع المركبات على هيئة أنابيب متناهية الدقة تستطيع إختراق خلايا العائل البكتيري، ومن ثم إيقاف نشاطه التكاثري. كما أن جزيئات "النانو" الفضية Silver Nanoparticles) تعد صورة من صور المقاومة الميكروبية للسلاح البيولوجي، حيث أمكن في هذا المجال، على سبيل المثال، إستخدام أكاسيد الفضة ودمجها مع بعض جزيئات "النانو" لإنتاج مضادات حيوية ، الأسلحة عالية الدقة (High Finess Weapons) في الوقت الراهن، ومنها على سبيل المثال الصواريخ الموجهة المضادة للدبابات، وقذائف الهاون عالية الدقة، والصواريخ الموجهة (جو- جو) و(جو- أرض) والصواريخ المضادة للرادار (جو- أرض)، والقنابل الجوية الموجهة، وصواريخ الدفاع الجوي، والصواريخ الموجهة والمضادة للسفن (سفينة- سفينة) و(شاطئ- سفينة)، وأنظمة التوجيه التلفزيوني، وأنظمة التوجيه الحراري، وأنظمة التوجيه بالليزر، وأنظمة التوجيه الرادارية، وأنظمة التوجيه الترابطية، ونظام التوجيه القائم على قياس ارتفاع طيران الصواريخ، تعتبر في الوقت الحالي أسلحة ذات كفاءة متناهية الدقة. ويمكن القول بأن المستقبل القريب سوف يفتح مجالا خصبا لتقنية "النانو" لتطويرها وتحويلها من تراسانات ومستودعات ضخمة إلى أسلحة متناهية الصغر وذات أحجام لا يمكن بأي حال من الأحوال تصور قدرتها في الفتك والدمار. إن المجال خصب أيضاً للإستفادة من مركبات "النانو" المختلفة مثل أنابيب وأعمدة وشرائح "النانو" في صناعة تلك الأسلحة.

كشفت مواقع القتال للحروب السابقة أن هناك العديد من الإحتياجات التي يحتاجها الجندي في ميدان القتال حتى يستطيع المقاومة لفترات طويلة، فالأحذية والملابس والخوذ والجوارب الحالية، على سبيل المثال، قد تكون عبئاً على الجندي، من حيث ثقل الوزن، ومن هنا فإنه يمكن الإستفادة من تقنية "النانو" في صنع متطلبات الجندي من مواد متناهية الدقة وذات أحجام

صغيرة مقاومة للحرارة وغير منفذة للماء، بالإضافة إلى إنتاج البطاريات، وأجهزة الإتصال طويلة الأمد، والأقلام، والمعدات الحربية والعسكرية التي يحتاجها الجندي داخل ميدان القتال.

يقوم حالياً الجيش الأمريكي بتطوير العديد من التقنيات المختلفة إستناداً إلى تقنية "النانو" ليستفيد منها الجندي، ومنها على سبيل المثال، ملابس الميدان والتي تحتوي على ألياف دقيقة متناهية الصغر تحتوي على جميع المتطلبات مثل الأقلام، وأجهزة الإتصال، بالإضافة إلى كونها متعددة الألوان للتمويه العسكري والقتالي، كما تسمح له بالنوم والتحرك بسهولة، وتتحكم في درجات الحرارة صيفاً وشتاءاً وذات قدرة على مقاومة أسلحة الدمار الشامل المختلفة (البيولوجية، الكيميائية، والنووية) والرصاص، والقذائف المتنوعة.

عن طريقة تقنية الجزيئات متناهية الدقة والصغر يمكن تطوير العديد من أجهزة نزع الألغام، والمواد المتفجرة والكشف عنها، والتي تمتاز بكونها ذات أحجام صغيرة ويمكن حملها بسهولة في ميادين القتال يطلق عليها (Nanoroborts)، والتي يمكن من خلالها أيضاً تفتيش مواقع القتال، والأماكن المشبوهة من قبل الإرهابيين، بالإضافة إلى إمكانية إستخدامها، لدقة حجمها، في تدمير مخازن الأسلحة، ومواقع الطائرات، والرادارات، والدوائر الكهربائية، والإلكترونية، وإيقاف أوامر التشغيل للعديد من الأجهزة الحساسة.

من أكثر الخيالات العلمية، والتي يمكن الإستفادة منها في جوانب التقنية العسكرية، مضادات القتال المختلفة، والتي يمكن من خلالها التقليل أو الحد من المسببات المرضية، ومنها على سبيل المثال القنبلة الكيميائية الذكية، والتي تستطيع اختيار ضحاياها حسب التركيب النسيجي لبصمة حيوية معينة، وذلك من خلال تحديد جيش العدو.

تتسارع عجلة تقنية "النانو" في الإستخدام العسكري مما دعى نائب رئيس قيادة الأركان في الولايات المتحدة الأمريكية إلى القول بأن تسارع تلك الخطوات تجعلنا غير قادرين وغير مدركين وغير مستعدين لها، كما أضاف بأن الإستخدامات العسكرية متناهية الدقة سوف تكون بشكل أكبر من الأسلحة النووية، استناداً لتغيير موازين القوى جذريا.

تتطلع الولايات المتحدة الأمريكية من خلال المستشار الأمريكي للاتحاد العالمي للجامعات (The American Councel for the United Nation University, ACUNU) إلى فهم أكثر لجهد هذه التقنية في المجالات العسكرية. يجري المعهد العسكري لتقنيات "النانو" (The Institute for Solider Nanotechnology) العديد من الدراسات والأبحاث بهدف تحقيق تقدم بخصوص سلامة وأمن وحياة الجندي. والذي سيلعب دورا بارزا في تحقق المزيد من التطور الحديث للأجيال العسكرية في مجال الزي والتجهيزات، وذلك ما يسعى إليه الغرب للاستفادة من تقنية "النانو"، وخصوصا الولايات

المتحدة الأمريكية، والتي سخرت جهودها وبذلت الأموال الطائلة لتحقيق أهدافها العسكرية، بغرض بسط السيطرة والهيمنة، وكان بالإمكان الاستفادة من ذلك لصالح البشرية وبما يحقق الأمن لجميع شعوب العالم.

كشفت القوات الأمريكية في العديد من المؤتمرات واللقاءات المنافع والفوائد التي تبحث عنها من خلال تقنية "النانو" في المجال العسكري، خصوصا في المؤتمر الذي عقد في (Nano TX USA '08)، حيث ركز المحاضر (DR. Jacob Staniley, 2008) على الاستفادة من الفلورين (Fullerne, C60) والذي تم اكتشافه عام (1980)، وهو عبارة عن كرة مجوفة ذات أبعاد متناهية الدقة مكونة من (60) ذرة من الكربون، بالإضافة إلى أنابيب "النانو" المتعددة والمفردة ذات الجدار الكربوني (Multi and Single-Walled Carbon Nanotubes)

تطبيقات "النانو" في الأغذية والمشروبات

لقد دخلت تقنية "النانو" في الأغذية والمشروبات إذ أن العديد من الأطعمة أصبحت تحتوي على مكونات طبيعية بحجم "النانو" تتم معالجتها طبيعيا. وتم تطوير آلية جديدة مكّنت شركات الأغذية من إدخال روائح ونكهات جدية ودعمت أيضاً بعض أنواع الغذاء بالفيتامينات والمعادن التي تعطيها خصائص صحية.

ومن التطبيقات الأخرى في مجال صناعة الأغذية إختراع أنواع جديدة من السطوح المقاومة للبكتيريا والمصفيات التي تزيل السموم والتعليب الآمن ضد التلوث أو الذي يتغير لونه عند حدوث أي تلوث.

ماهية الأغذية النانوية[149]؟

هو مصطلح ناشئ لم يجد طريقه بعد بالمعاجم اللغوية وهو يعني تلك الأطعمة أو المنتجات الغذائية التي يتم إعدادها أو معالجتها في أي مرحلة من مراحل إنتاجها المختلفة، بداية بزراعتها، تأهيلها، تجهيزها ونهاية بتعبئتها ثم حفظها، بإستخدام تقنيات تكنولوجيا "النانو" المتنوعة. لذا، فإن طرق تصنيع الغذاء على «الطريقة النانوية» تشمل كل العمليات الكيميائية، الفيزيائية والبيولوجية الرامية إلى تحسين جودة الغذاء وخفض محتواه الضار، وذلك من خلال التحكم في بنية وتركيب مكوناته الأساسية وذلك على المستوى الجزيئي Molecular Level. ويعبِّر هذا المصطلح في نفس الوقت عن جميع العمليات الخاصة المتعلقة بإضافة ذرات وجزيئات لعناصر ومركبات أخرى إلى مادة الغذاء الرئيسية بهدف زيادة توازنها وتكاملها، مع الحفاظ على ما تتميز به من مذاق ونكهة ورائحة محببة ومرغوبة.

[149] محمد الاسكندراني، التغذية وتكنولوجيا النانو،مجلة العربي العدد ديسمبر2010

الوضع الحالي للأغذية النانوية

كما تحدثَت سابقاً، فإن مصطلح الأطعمة النانوية هو مصطلح حديث وجد مكانه بين المصطلحات التقنية التي تحتكرها تكنولوجيا "النانو"، مثل الطب النانوي، الإلكترونيات النانوية، الحسَاسات النانوية وغيرها من مصطلحات علميَة وفنَية حديثة نشأت عن تطبيقات تكنولوجيا "النانو" المتقدمة في المجالات الحياتية المتنوعة ومن الجدير بالإشارة هو تزايد إستخدام هذا المصطلح خلال السنوات الخمس الماضية فأصبحنا نجده على معلبات الكثير من المنتجات والمكملات الغذائية التي تفيد بأنها أُنتجت بواسطة «تقنيات تكنولوجيا "النانو"». ورجوعًا إلى تنوع أصناف وإستخدامات تلك الأغذية المتقدمة التي تُلقب اليوم بالأطعمة المبتكرة، ونلاحظ إلى أن عدد أصناف الأغذية النانوية قد تضاعف خلال السنوات الخمس الأخيرة، حيث إزداد عددها من مجرد 700 مُنتَج في عام 2006م إلى أكثر من 2500 منتج في عام 2009م، تقوم بإنتاجها أكثر من 650 شركة على مستوى العالم. لذا فلم يكن من الغريب أن تتضاعف حصيلة المبيعات المتعلقة بهذا القطاع من 7 مليارات دولار في عام 2006م إلى ما يربو على 20 مليار دولار في نهاية العام الماضي.

الشكل (77) مكنت تكنولوجيا "النانو" الشركات العاملة في إنتاج المواد والسلع الغذائية من تقديم أنواع مختلفة من المخبوزات، الحلوى والأيس كريم وأصناف مختلفة من الصلصلة، منخفضة السُكريات والدهون

والسؤال الذي قد يطرح نفسه هنا هو كيف يمكن لتكنولوجيا "النانو" القيام بهذا الدور الخاص بإتاحة أصناف متعددة من الأطعمة الشهية، جيدة المذاق خالية من «المحظورات» التي دائما ما ينبهنا إليها أطباء التغذية؟

بعض الأمثلة المهمة المُطبقة بتكنولوجيا "النانو"

المكملات الغذائية النانوية

تندرج تلك المكملات وكذلك الإضافات الغذائية النانوية التي يتناولها الكثير منا والمحتوية على إضافات لمواد نانونية لعناصر فلزية حرة مثل الحديد، الزنك، وكذلك الكبسولات الجيلاتينية نانونية المسام المحتوية على تركيزات عالية من زيوت الأسماك الشهيرة الأوميجا 3 Omega 3 ومواد الإنزيمات المصاحبة لها، التي تعمل على تشغيل تلك الإنزيمات بكفاءة ويسر مثل «Q10»، وغيرها ضمن الأغذية النانوية. وتتألف المواد النانوية المُراد إضافتها إلى الأغذية من هياكل جزيئية لهيدريدات السيليكا المؤلفة من حبيبات نانونية تتدنى مقاييس أقطارها إلى نحو 5 نانومترات.

وإذا ما نظرنا إلى آلية عمل حبيبات مضادات الأكسدة النانوية سوف نجد أنها تعتمد على ما تتمتع به تلك الحبيبات النانوية من تدني مقاييس أحجامها وبالتالي زيادة مساحة أسطحها، الأمر الذي يؤدي إلى تعاظم قدرتها في امتصاص الرطوبة، وهذا يعمل على تنشيط انطلاق وتحرر أيونات غاز الهيدروجين منها لتقوم بدورها كمضادات قوية للأكسدة. ومثال آخر هو تلك المشروبات الغذائية المعروفة باسم «المشروبات الصحية Healthy Drinks» التي يُضاف إليها حبيبات عنصر الحديد التي تقل أقطارها عن 300 نانومتر والتي يُستفاد من تدني صغر أحجامها في سهولة إمتصاص خلايا الجسم لعنصر الحديد والتفاعل السريع معه على مستوى الخلية الأحادية من الجسم. وليس بالضرورة اللجوء إلى تناول تلك المشروبات عادة ما تكون مرتفعة الثمن فقد فطن العلماء إلى أن الحبيبات النانوية المُخلقة لفلز الحديد يُمكن إضافتها إلى أنواع الدقيق المختلفة المستخدمة في صناعة مختلف المخبوزات والحلويات، دون أن يكون لهذا أية آثار سلبية تنعكس على مذاق ورائحة المُنتج. وهناك العديد من الأمثلة الخاصة بتخليق عناصر المواد الفلزية المهمة الأخرى مثل السيلينيوم، الزنك، الكالسيوم، الماغنسيوم وغيرها وتوظيفها كمكملات غذائية فعالة وقد اشتُهرت إحدى الشركات المُنتجة للشاي الأخضر بتسويقها لمنتج جديد منه تم تحسينه عن طريق إضافة حبيبات نانونية مؤلفة من عنصر السيلينيوم، مما يعزز من الفوائد الصحية الناتجة عن إمتصاص ذلك العنصر المهم بسهولة ويسر.

تخليص الغذاء من عناصره الضارة

نجحت أخيرًا إحدى الشركات الألمانية الكُبرى المتخصصة في إنتاج وتعبئة اللحوم المحفوظة في إبتكار كبسولات مسامية مصنعة من غرويات Colloids متدنية الأحجام تقل أبعاد أقطارها عن 30 نانومتر، يتم تعبئتها ببعض الفيتامينات المهمة مثل «ج، هـ» لتضاف إلى مُنتجات تلك اللحوم بغرض رفع قيمتها الغذائية ودون أن يفطن المستهلك إلى وجودها. وفي الإطار نفسه، يجري إستخدام بعض الأحماض الدهنية الآمنة كمواد حافظة

لمنتجات اللحوم المحفوظة حيث توضع داخل نفس الكبسولات السالف ذكرها، مما يضمن المحافظة على المنتج وثبات ألوانه.

وتقوم منذ فترة وجيزة بعض من شركات الأغذية المحفوظة في أوربا بإنتاج أنواع خاصة من الصلصة المعروفة بالمايونيز Mayonnaise، تحتوي على نسب ضئيلة من الزيوت والمواد الدهنية، مع الحفاظ على المذاق المعروف عنها، وعدم المساس بخواصها التقليدية المتعلقة بالشكل، القوام واللون. وترتكز طريقة الإنتاج هنا على أن تُستبدل بقطرات الزيوت والشحوم التي تدخل في صناعة المايونيز قطرات من الماء يتم التحكم في خواص أسطحها الخارجية بحيث يتم تغليفها بطبقة زيتية رقيقة نانونية السُمك. وبديهيًا، فإن قطرة الماء الواحدة المؤلفة من عدة مليارات من جزيئات H2O توفر عددًا ضخمًا من مساحات أسطح هائلة لتلك الجزيئات المُغطاة بطبقات رقيقة من الزيوت، مما يعني استخدامًا أقل للمواد الدُهنية وانخفاض تركيزها.

الشكل (78) صورة تُمثل احدى العبوات الغذائية المصنعة من متراكبة البلمرات المدعمة بحبيبات نانوية من الكربون. وتظهر في الصورة المادة الغذائية الطازجة بعد أن تم تغليف عبوتها بغطاء رقيق شفاف مصنوع من مادة البلمر جرى تدعيمه بحبيبات من ثاني أكسيد التيتانيوم

كما ظهر حديثًا أيضًا في الأسواق أنواع من زيوت الطعام تتمتع بإنخفاض نسبة الدهون الضارة بها، حيث يتم إضافة حبيبات نانونية إليها تعمل على تغطية الأسطح الخارجية لجزيئات الدهون الهيدروكربونية المكونَة لها وتغليفها بأغشية رقيقة وذلك بغرض «حبسها» داخل تلك الزنزانات النانوية وإعاقة خلايا الجسم من إمتصاصها.

ولم تكن تكنولوجيا "النانو" في غيبة عن التصدى لأعداء صحة الإنسان التقليديين مثل الملح والسكر المعروفة «بالسموم البيضاء». ولعل توافر حبيبات نانونية الأحجام من تلك المنتجات يمثل خبرًا سارًا يُسعد الكثيرين من محبي المذاقين؛ الحلو والحاذق. لكن، كيف يتأتى هذا؟ والإجابة ببساطة ترجع إلى المبدأ الرئيسي الذي ترتكز عليه فلسفة تكنولوجيا "النانو"

وهو «تصغير أحجام المواد»، حيث إن تصغير مقاييس الحبيبات البلورية من كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) إلى نحو 10 نانومتر، يؤدى إلى زيادة مساحة أسطحها التي تلامس السطح الخارجي للسان داخل الفم، وبالتالي فإن هذا يؤدي إلى زيادة إحساسه بالمذاق «الحاذق» لتلك الحبيبات. وهذا يعني أنه في الإمكان إضافة « 4/1» الكمية التي ألفنا إضافتها من الملح إلى طعامنا، وذلك دون أن نشعر بأي تغير يُذكر في المذاق. وبإتباع الأسلوب نفسه، يتم تصغير أحجام حبيبات السكر والتحكم في مقاييس أبعاد أقطارها، كي تُستخدم في صناعة الحلويات التي تتسق مع مرضى السكر أو مع أولئك الذين يتبعون برامج غذائية خاصة.

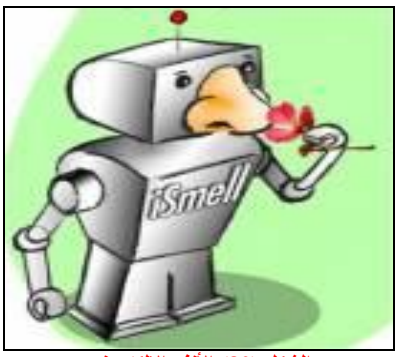
وحديثًا، لبت تكنولوجيا "النانو" مطلب الكثيرين من عشاق المشروبات الغازية وذلك عندما قامت إحدى الشركات البلغارية الشهيرة بإنتاج أقراص مضغ مكونة من مادة هلامية تشبه مكعبات الثلج الصغيرة تحتوي على بلورات نانونية الحجم تقبع بداخلها فقاعات تتراوح أبعادها مابين 1- 10 نانومتر من غاز ثاني أكسيد الكربون «الفوار». ومع إضافة المذاق الخاص بالمشروب الغازي المفضل إلى تلك الأقراص الهلامية يشعر من يقوم بتناولها بأنه يشرب عبوة مشروبه المحبب الفوار.

ويمكن أيضاً الإستفادة من تقنية "النانو" في الكشف عن مدى صلاحية الغذاء وذلك بالكشف عن الجراثيم الضارة التي يمكن أن توجد في الغذاء و ذلك بإستخدام تقنية فريدة تدعي "محسسات "النانو" nano-sensors "هذه محسسات "النانو" يمكن أَن تكتشف الغازات التي تنبعث من الغذاء الفاسد، ومن تطبيقاتها انها توضع على التغليف او الغذاء كمراقب جودة فيعطي اشارة كتغير اللون لإنذار المنتجِ أَو المستهلك بفساد المنتج او تلوثه، ومن مميزاتها انها رخيصة الثمن و سريعة النتيجة حيث يمكن بها منع وصول الاغذية الفاسدة والملوثة للأسواق المركزية. وفيما يلي سوف نتعرف على نوعين من محسسات "النانو" الإلكترونية التي تستخدم في الكشف على جودة المنتج الغذائي، وهما 1. الأنف الإلكتروني 2. واللسانِ الإلكتروني، حيث أن لهما القدرة على كشف أسباب فساد الأغذية ومعرفة تلوث وتحلل الأطعمة.

الشكل (79) "النانو" غذاء مصطلح يطلق على المنتجات الغذائية التي أستخدم في أنتاجها تقنية "النانو"

أولا: تقنية الأنف الإلكتروني

الأنف الإلكتروني e-nose عبارة عن أداة تعمل على تمييز المكونَات الخاصة للرائحة وتحلل تركيبها الكيميائي لمعرفة مكوناتها، فهو يحاكي بذلك أنف الإنسان، فهو يتميز إي الأنف الإلكتروني بحساسية عالية للإشتمام ويمكن أن يتتبع الروائح بدقة تصل إلى مستويات جسيمات "النانو". هذه الأنوف الإلكترونية ليست تقنية جديدةَ وإنما هي موجودة منذ عدة سنوات وكانت تستعمل أصلاً في تطبيقات مراقبة الجودة في الغذاء والشراب وصناعات مستحضرات التجميل. وعلى أية حال فإن الأنف الإلكتروني كبير الحجم وغالي الثمن، ولكن تعكف حالياً دراسات وأبحاث لتحسين صناعة الأنف الإلكتروني الجديد بإستخدام تقنية "النانو" وتطويره مما يجعله أصغر حجماً وأقل تكلفة مع حساسية أكبر، وهذا المنتج المحسن يمكن أن يستعمل لإكتشاف روائح معينة متعلقة بالأمراضِ لتسهيل التشخيصِ الطبي وايضاً كشف التلوث وتسرب الغاز للحماية البيئية.



الشكل (80) الأنف الإلكتروني

ثانيا: تقنية اللسان الإلكتروني

إن تقنية اللسان الإلكتروني e-tongue مشابهة وبشكل كبير لتقنية الأنف الإلكتروني، فهو يحاكي أيضاً اللسان الإنساني، لكنه أكثر حساسية في تمييز النكهات التي في الأطعمة، فمحسسات اللسانِ الإلكترونية يمكن أن تكتشف المواد بدقة تصل إلى الجزء لكل تريليون ويمكن أيضاً أن تستعمل داخل أغلفة المواد الغذائية حيث يمكنها أن تعطي إشارة تحذير تظهر بشكل تغير في اللون لكي تنذر المستهلك إذا كان الغذاء ملوث أو إذا بدأ يفسد. ويتوقع الباحثون في مجال علوم الغذاء بأن اللسان الإلكتروني المعتمد على تقنية "النانو" سيصبح له تطبيقات حيوية هامة في مجال صناعة الغذاء. و كمثال على ذلك، فإنه يمكن الصاق لسان إلكتروني في رزمة اللحم فيعطي إشارات ملونة كدلالة على مدى صلاحية الغذاء للمستهلك. وبالنظر في صناعة اللسان الإلكتروني فإنه يتركب من رقاقات سيلكون مصفوفاً عليها محسسات نانو "خرزات" حيث تستجيب كل خرزة لطعم أو نكهة معينة، وهذه المحسسات

المختلفة والدقيقة للسانِ الإلكتروني مشابهة بشكل كبير لحليمات الذوق في اللسان الإنساني. حيث يستطيع اللسان الإلكتروني أن يتحسس ويستجيب للأذواق المختلفة كالحلو والحامض والمالح وبطريقة مماثلة لعمل حليمات الذوق في لسان الإنسان، إلى جانب هذه التطبيق الهام فإن شركات الأغذية وبإستخدام الإمكانيات المذهلة للسانِ الإلكتروني تستطيع أن تطور مكتبة رقمية من الأذواقِ بحيث يتم فيها تجميع البيانات التي تتضمن الأذواق التي أثبتت شعبيتها عند المستهلك مما يسهل صنع اغذية و مشروبات مستحبة للمستهلكين.

معالجة أسطح أدوات الطهي

لتكنولوجيا "النانو" دور بارز في المحافظة على «نظافة» الأدوات المُستخدمة في عمليات تجهيز ومعالجة الأطعمة، وتخليص أسطحها من التراكم البكتيري وذلك في كل المراحل الإنتاجية المختلفة للغذاء. وقد استفاد قطاع الأغذية من مُنتجات حبيبات فلز الفضة الحرة التي تقل أبعاد أقطار حبيباتها عن 10 نانومتر والتي يجري توظيفها لتكون بمنزلة غطاء فلزي رقيق يُستخدم في طلاء أدوات قطع الأطعمة وكذلك أدوات الطهي والمائدة. وقد أحتكرت إحدى الشركات الكورية الشهيرة المتخصصة في مجال تصنيع الأجهزة الإلكترونية والكهربية طريقة فريدة لطلاء الأسطح الداخلية للثلاجات المنزلية بطبقة رقيقة من الفضة التي أظهرت قدرة فائقة في مقاومة التكاثر البكتيري وقتل الميكروبات، مما يضمن إطالة زمن حفظ الأطعمة والمنتجات الغذائية داخل الثلاجات وعدم تعرضها للتلف.

وكما يعلم القارئ الكريم، فإن حبيبات فلز الفضة النانوية تتمتع بشراهة عالية في التفاعل الكيميائي، وذلك بسبب تضاعف أعداد وجود ذراتها الحرة على الأسطح الخارجية لحبيباتها، مما يساعدها في التحول إلى أيونات فضة شديدة الفتك للبكتريا والميكروبات.

تغليف وتعبئة الأغذية[150]

تعد تطبيقات تكنولوجيا "النانو" في تعبئة وتغليف المواد الغذائية، أحد أهم المُخرجات التقنية المتقدمة في قطاع الصناعات الغذائية، حيث يتم حتى يومنا هذا تعبئة، تغليف وحفظ أكثر من 600 منتج غذائي بواسطة تقنيات تلك التكنولوجيا. وتُقدم تكنولوجيا "النانو" فئة جديدة من المواد المتراكبة Nanocomposites والتي يتم فيها «تسليح» البلمرات المستخدمة في التعبئة والتغليف عن طريق «تطعيمها» بحبيبات أو أنابيب نانونية Nanotubes تتمتع بخفة الوزن والمتانة العالية. وهذا يؤدي إلى تحسين الخواص الميكانيكية للعبوة وزيادة قوتها وتحملها للأحمال والإجهادات

[150] التغذية وتكنولوجيا النانو، الطعام على الطريقة النانوية - منتديات الهندسة نت http://www.alhandasa.net

الخارجية التي تتعرض لها أثناء عمليات النقل والتخزين. وبالإضافة إلى هذا فإن تلك المواد النانوية المُضافة إلى العبوة تعمل على إنقاص أوزان العبوات الغذائية بنحو يتراوح من 2% إلى 8% وتعد الحبيبات النانوية للكربون، وأكاسيد الفلزات بالإضافة إلى أنابيب الصلصال (الطَفل) وأيضًا أنابيب الكربون النانوية المواد الأكثر استخدامًا في هذا الغرض.

وبالإضافة إلى توظيف تكنولوجيا "النانو" في مجال حفظ المنتجات الغذائية السابقة الإعداد أو الطهي، فهي تستخدم أيضًا في حفظ المواد الغذائية الطازجة مثل اللحوم بأنواعها، الفواكه والخضراوات، المخبوزات، منتجات الألبان والوجبات الطازجة السابق إعدادها وذلك عن طريق تغليفها بأفلام رقيقة من البلمرات الشفافة التي لا تزيد سماكتها على 5 نانومتر، حيث يُدمج بها حبيبات أو أنابيب نانونية تعمل على غلق مسامها بهدف منع وصول الرطوبة إلى الغذاء الطازج الموجود داخل العبوة. وبالإضافة إلى دور تلك الحبيبات في تحسين قدرة أفلام التغليف لمقاومة درجات الحرارة العالية المحيطة بالعبوة والصمود أمام أخطار التلوث الإشعاعي، فإنها في الوقت نفسه تقوم بتفويت الفرصة أمام غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون من التسرب داخل العبوة. وغني عن البيان، فإن حبيبات وأنابيب المواد النانوية تعمل على تقوية الأفلام ووقايتها من التمزق أو التلف أثناء التداول.

وقد نجحت بعض الشركات المتخصصة في إنتاج مواد العبوات الغذائية بالولايات المتحدة الأمريكية واليابان خلال الفترة الأخيرة الماضية في إنتاج أفلام نانونية مضادة للأكسدة تتألف من مواد آمنة وغير سامة مثل ثانى أكسيد التيتانيوم الثنائي TiO_2، أكسيد الزنك الأحادي ZnO وأكسيد النحاس الأحادي CuO، يتم توظيفها في تغليف الأسطح الخارجية للمنتجات الغذائية الطازجة مباشرة بدون الحاجة إلى إزالتها عند تناول الأطعمة المُغلفة بها. وتتميز تلك الأفلام الرقيقة بقدرة عالية على مقاومة ودحر الميكروبات التي دائمًا ما تتراكم على الأسطح الخارجية للمنتجات الغذائية الطازجة.

وفى السياق ذاته، فقد تم خلال السنوات الثلاث الماضية تسخير تكنولوجيا "النانو" في إنتاج أنواع متقدمة من القوارير البلاستيكية المستخدمة في حفظ عدد ضخم من الأطعمة، السوائل الغذائية والمشروبات الغازية، لتُستخدم كبديل عن القوارير الزجاجية التقليدية. وتتفوق تلك القوارير الجديدة على نظيرتها المصنعة من الزجاج بمتانتها وعدم تعرضها للكسر أثناء عمليات النقل والتداول. كما تُتيح تلك القوارير التي يتم تقويتها عن طريق إضافة أنابيب وحبيبات نانونية من الصلصال إليها، بالقدرة على الاحتفاظ بمحتواها الغذائى السائل دون تلف، وذلك لمدد زمنية طويلة تصل إلى 18 شهرًا.

ولا يقتصر دور الحبيبات النانوية المُضافة إلى مواد العبوات الغذائية على ما سبق ذكره فحسب، بل إنها تؤدي في الوقت ذاته دورًا مهمًا آخر حيث

إنها تعمل كحساسات نانونية Nanosensors تُوظف لمراقبة سلامة المنتج الغذائى المُغلف وبيان صلاحيته. وتُعد الحساسات المكونة من حبيبات نانونية الأحجام من أبسط وأرخص الأنواع الكاشفة عن حالة المنتج الغذائي المعبأ وسلامته. ويتم كذلك استخدام تلك الحساسات البسيطة في اكتشاف أية تغيرات قد تطرأ على الغذاء المحفوظ في الحاويات الخاصة بتبريد الأطعمة والمواد الغذائية، وكذلك داخل أماكن عرضها ومنافذ البيع والتوزيع.

وتعتمد فكرة عمل هذه الفئة من الحساسات في إكتشاف وجود الأنشطة البكتيرية والميكروبية على التغير التدريجى الطارئ على ألوان حبيباتها. ونظرًا لما تتمتع به الحبيبات المُكونة لتلك الحساسات بمساحة أسطح كبيرة، فإن هذا يجعل منها مُستشعرات شديدة الحساسية تعمل عند أقل تركيزات بكتيرية أو ميكروبية. هذا وتُضاف إلى حبيبات الحساسات النانوية حبيبات أخرى فائقة النعومة تقوم بمقاومة الأنشطة البكتيرية ومقاومة الأكسدة، مما يزيد من مدد صلاحية المُنتجات الغذائية وبقائها على أرفف منافذ البيع دون تلف.

وهناك أنواع أخرى متقدمة من الحساسات البيولوجية Biosensors التي تتألف من أنابيب الكربون النانوية، حيث يسبب تصاعد الأبخرة الغازية الناتجة عن تلف الغذاء داخل العبوة في تغيير الموصلية الكهربية لتلك الأنابيب فائقة الحساسية والتى يتم ترجمتها إلى إشارات إلكترونية يتم تضخيمها لتُلتقط بوساطة أجهزة استقبال يدوية أو مركزية يزود بها العاملون في وحدات مراقبة الجودة وسلامة الغذاء.

تطبيقات "النانو" في المنسوجات والأقمشة[151]

تعتبر صناعة الملابس والمنسوجات من الصناعات الأولى التي أدخلت تقنية "النانو" في مجالاتها ويعتبر لباس رواد الفضاء من الصناعات المهمة التي أدخلت فيها تقنية "النانو"، وأيضا ألبسة عمال البناء والعاملين في الرعاية الصحية والرياضيين. ويوجد الآن ملابس وجوارب مصنوعة من حبيبات "النانو" المطلية بالفضة والتي تمنع ظهور الروائح عن طريق قتل البكتيريا.

وقد قامت دور أزياء شهيرة بصناعة ملابس ذات تنظيف ذاتي أو مقاومة للبقع عن طريق تقنية "النانو". ومن التطبيقات الرائعة لتقنية "النانو" طلاء حبيبات "النانو" بالذهب وإدخالها في مواد طبيعية كالصوف لتحول ألوانها من الأخضر الفاتح إلى البني أو البيج بالإعتماد على الحجم واللون وهذه الألوان ثابتة.

---

[151] فيصل عبدالله الحربي، تقنية النانو، مجلة النانو، العدد الثالث، 2008 ص.22

قد نجح العالم السويسري "شتيفان زيجر" وفريقه البحثي في تطوير نوع من النسيج يقوم بطرد الماء ويظل جافا، وأثبتت الأبحاث أن القماش الجديد لم يبتل بالفعل رغم وضعة تحت الماء لعدة أشهر[152].

الشكل (81) أقمشة مقاومة للبلل[153]

القماش مصنوع من مادة البوليستر المغطاة بمليارات من خيوط "النانو" سيليكون، التي تكوِّن طبقة رقيقة من الهواء تعزل النسيج، فتتحول قطرات الماء إلى كرات فوقه ولا تصل إلى النسيج. ومن المتوقع أن يستخدم هذا القماش في صناعة الملابس الرياضية ومايوهات السباحة، وعزل الأخشاب وحماية واجهات المنازل.

تطبيقات "النانو" في مجال البصريات:

تم صنع نظارات شمسية مغطاه بطبقة من البوليمير المانع للانعكاس والخدش بالإعتماد على "النانو"تكنولوجي.

تطبيقات "النانو" في مجال ادوات التجميل:

يمكن صنع مضادات لإشعة الشمس(sunscreen) أفضل من الموجود في السوق معتمداً على إستخدام الجسيمات صغيرة الحجم من ثاني اكسيدالتيتانيوم الذي يعطي حمايه تدوم أكثر من الكريمات العاديه كما أنه لا يعطي للجلد لون الماده حيث أنه صغير الحجم جداً.

تطبيقات "النانو" في الطلاء[154]

تحظى تطبيقات الطلاء والتغليف ب"النانو" (Nanocoatings) إهتمام العديد من المراكز البحثية والشركات والمصانع، لما تمتاز به من خصائص وميزات فريدة. وقد دخلت تطبيقات تقنية "النانو" في العديد من الصناعات المهمة مثل صناعة هياكل السيارات والطائرات والأجهزة الإلكترونية والأنسجة والملابس وذلك لما تمتاز به من خصائص، كما أنها رخيصة الثمن وسهلة الاستعمال. وما يميز الطلاء بالنانو هو أنها تعمل على تكوين طبقات

---

[152] www.google.com

[153] forum.amrkhaled.net/

[154] صفات سلامة، الطلاء بالنانو ميزات متعددة وافاق واعدة، مجلة النانو ، العدد الثالث، 2008 .ص. 30

تحمي شاشات الأجهزة الإلكترونية من الخدوش وتزيد من مقاومتها للإحتكاك، كما وتجعل سطوحها قوية بدون فقدان للوضوح مما ينعكس على بقائها طويلا. وما يميز أيضا الطلاء بالنانو هو المرونة الشديدة وسهولة الالتصاق ومقاومة التآكل ونمو "الميكروبات" والتي من شأنها ان تحدث تغييرا جذري في عمليات التصنيع.

ميزات الطلاء بالنانو:

1. **الحصول على سطوح جيدة المظهر وسهلة التنظيف:**

في عام 2003 قامت الباحثة الكيميائية سالي رامسي Sally Ramsey، الشريكة في تأسيس شركة التغليف البيئي (Ecology Coatings)، بالتقصي عن التكاليف والميزات البيئية الكامنة في الطلاء بالنانو تكنولوجي حيث أستخدمت جزيئات نانوية (متناهية الصغر) من أكاسيد معدنية لتصنيع طبقة عازلة للماء توضع فوق الورق، وذلك بنصف تكلفة الورق الصناعي. وتقول "رامسي" أنه من الممكن أن يستخدم الطلاء بالنانو في صنع صناديق كرتونية عازلة للماء، كما يمكن أن يدخل في تركيب مواد البناء وطلاء الجدران لمنع نمو العفن فيها إذا اصيبت بالرطوبة.

كما لاحظ الباحث "خانا" (Khanna) في دراسته، الحصول على سطوح جيدة المظهر وسهلة التنظيف ومقاومة جيدة للكيماويات والحصول على خواص مقاومة للتزحلق والضبابية. وتوصيل حراري وكهربائي جيد، مع الابقاء على اللمعان فترات طويلة وأن خواصها الميكانيكية مقاومة للخدوش وخالية من الرصاص ولديها مقاومة للتآكل[155].

2. **منع التسرب وحماية مكوّنات الآلات**

تأمل شركة الكيمياء "دوبونت" (DuPont) أن تنتج طلاء "النانو" الذي يمنع التسرب ويحمي مكوِّنات الآلات ويخفض الآثار الجانبية البيئية لتصنيع السيارات. وذلك عن طريق توفير الطاقة والمواد المستخدمة، كما أن الطلاء بالنانو سيغير من الطرق غير المستهلكة للوقت والعمليات المكلفة لطلاء قطع غيار الآلات حيث أن جزيئات "النانو" متناهية الصغر بدرجة تكفي لاستخدامها بسهولة في بخاخات تقليدية لصيانة الآلات والمعدات.

يقول بوب ماثيسون (Bob Matheson) المدير التقني للإنتاج التكنولوجي الإستراتيجي في شركة "دوبونت" إن استخدام الطلاء بالنانو يعتمد على مواد يمكن أن تقلل من تكاليف استخدام الطلاءات التقليدية الحالية، كما أن التحول إلى استخدام هذه التقنية قد يحدث تغييرا في تصميم قطع غيار الآلات والمعدات فهذه التقنية سيتم تطبيقها على القطع غير الظاهرة للآلات مثل مرشحات (فلاتر) الزيوت وإسطوانات الفرامل. وقد اختارت شركة

---

[155] Khanna, A.S.,Nanotechnology in High Performance Paint Coatings, Asian J.Exp.Sci, Vol.21, No.2,2008,2532

"دوبونت" تقنية الطلاء بالنانو لإنها نظيفة وتستهلك طاقة اقل للصيانة من طرق الصيانة الأخرى الحالية، حيث أن هذه التقنية ستقلل من كمية الطاقة المستخدمة في عملية الطلاء بنسبة 25%، ومن تكلفة المواد التصنيعية بنسبة 75%[156]

3. الطلاء في صناعة الأنسجة والملابس

يعتبر التغليف بالجزيئات النانوية من ثاني أوكسيد التيتانيوم (Titanium Dioxide-TiO_2) له دور مهم وحيوي في صناعة الملابس ذاتية التنظيف (Self cleaning clothes)، أي التي تغسل وتنظف نفسها ذاتياً، دون الحاجة إلى غسالة ملابس.

كيف؟؟؟

عندما تتمكن الجزيئات النانوية من ثاني أوكسيد التيتانيوم من امتصاص الأشعة فوق البنفسيجية، تصبح كيميائياً فعالة، وهذه الخاصية تستعمل في صنع مواد كثيرة ذاتية التنظيف كالطلاء والزجاج، حيث تستخدم هذه الجزيئات النانوية أشعة الشمس لحرق الأوساخ والغبار وغيرهما.

قامت مجلة "جمعية السيراميك" (American Ceramic Society) بنشر بحث عن ما توصل إليه الباحثان "وليد داوود" و "جون زين" (Walid Daoud & John Xin) إلى صناعة أنسجة لا تتسخ ولا تحتاج إلى غسالة ملابس، حيث لا تحتاج فقط إلا إلى ضوء الشمس وذلك عن طريق تغطية الأقمشة القطنية بجزيئات نانوية من ثاني أوكسيد التيتانيوم لا يتعدى سمكها 20 نانومتر (أقل 25 الف مره من سمك شعرة الرأس)، حيث تتفاعل هذه الجزيئات مع ضوء الشمس وبالتالي يتم تكسير المركبات العضوية مثل الأطعمة والزيوت والروائح والملوثات البيئية والأحياء الدقيقة الضارة كالفيروسات والبكتيريا وتحويلها إلى ثاني أوكسيد الكربون والماء.

ويقول الباحثان أنه يتم وضع الأقمشة القطنية في سائل مذاب فيه أوكسيد التيتانيوم لمدة 30 ثانية، ثم تجفيفها وبعد ذلك يتم تعريض الأقمشة لدرجة حرارة تبلغ 97 درجة مئوية لمدة 15 دقيقة، ثم توضع الأقمشة في ماء مغلي لمدة 3 ساعات حتى تثبت طبقة أوكسيد التيتانيوم بالملابس، والتي تظل تعمل طالما تعرضت للشمس.[157]

---

[156] Gartner, John, Nano coatings paing Green Future, Wired, 10 Feb, 2006 at www.wired.com

[157] Daoud, W.&Xin, J.,Nucleation and Growth of Anatase Crystallites on cotton Fabrics at Low Temperatures, Journal of the American Society, May, vol.87, No.5,2006 pp.953955.

4. **ملابس مقاومة للسوائل أو المواد التي تسكب عليها:**

- من بين الشركات العاملة في مجال استخدام تقنية الطلاء بالنانو في صناعة الأنسجة شركة "الأنسجة النانوية" "Nano Tex" التي تقوم بإنتاج ملابس بأنسجة نانوية مقاومة للبقع والأوساخ السائلة ((على سبيل المثال بأن تضع اي قطعة ملابس في كوب من القهوة وترفعه ويرجع نظيف كما كان بمجرد جفافه)).
- كما أنتجت الشركة ملابس مقاومة للسوائل أو المواد التي تسكب عليها Spill resistant fabrics وأيضا ملابس مقاومة لإمتصاص الشحنات الكهربية الساكنة أو الإلكتروستاتيكية في أجسامنا Static change risistant وهي عكس الكهربية المتدفقة. وتحدث عندما تفقد أو تكتسب مادة كهربائية متعادلة الشحنات إلكترونات "جزيئات سالبة الشحنة" وتتحول إلى مادة ذات شحنات موجبة أو سالبة، وهذه الشحنات الكهربائية الساكنة قد تجعل أجسامنا مستعدة لإستقبال صعقات كهربائية عند ملامستنا لإي نوع من الأجهزة الكهربائية أو الإلكترونية.

5. **الطلاء في الأجهزة الكهربائية والإلكترونية**

قامت شركة "أيوجير" Iogear ، بإستخدام الطلاء بالنانو في إنتاج فأرة كمبيوتر "ماوس"Mouse تكافح الفيروسات المعدية التي تعلق على سطحها وتصيب الإنسان، وأطلقت عليها اسم "الماوس الخالي من ميكروبات اللاسلكي الليزري – Germ Free Wireless Laser Mouse"، حيث صمم بغطاء خاص من جزيئات نانوية من أوكسيد التيتانيوم Titanium Dioxide والفضة يمكنه من القضاء على 99% من الميكروبات التي تعلق بسطحة[158].

الشكل (82) ماوس بغطاء نانوي[159]

[158] **Iogear GME227RW6 Wireless Laser Mouse with Nano coating Technology, Iogear's wireless at:www.iogear.com/product/GME227Rw6**

[159] **www.techshout.com**

ويتوفر الآن في الأسواق طلاءات "النانو" المستخدمة في طلاء الثلاجات، التي تمنع نمو الميكروبات والجراثيم، مثل مجموعة "هوزن"Hauzen الجديدة من الغسالات المزودة بنظام سيلفرنانو الصحي "Silver Nano Health System" والتي أطلقتها شركة "سامسونج" في الشرق الأوسط عام 2005، وهناك أيضا طلاء لهياكل السيارات الذي يمنع التصاق ذرات الغبار وقطرات الماء على جسم السيارات.

الشكل (83) ثلاجة بطلاء نانوني[160]

6. الطلاء في الطاقة الشمسية[161]

تستخدم تقنية الطلاء بالنانو في طلاء الألواح الشمسية Solar Panels ، للإستفادة الكاملة من أشعة الشمس، فقد تمكن فريق بحثي بقيادة البروفسور "شون يويلين" Shawn Yu Lin من معهد رينسلير التقني Rennselaer Polytechnic Institute – RPI من اكتشاف طلاء للألواح الشمسية يتكون من سبع طبقات من قضبان نانوية من ثاني اوكسيد السيليكون وثاني اوكسيد التيتانيوم ، ويتميز هذا النوع من الطلاء بمقاومته شبة الكاملة للإنعكاس، حيث يسمح باستغلال الأشعة الشمسية التي تسقط على الألواح الشمسية بنسبة 100%

[160] www.gumtree.com.au

[161] صفات سلامة، الطلاء بالنانو، مجلة النانو، العدد الثالث، 2009، ص.30 ،تصدر عن معهد الملك عبدالله لتقنية النانو –جامعة الملك سعود

تطبيقات "النانو" في صناعة كوابل الألياف البصرية[162]:

لقد أقدمت عدة شركات عالمية على تصميم وتصنيع منتجات نقل الإشارات، وهي عبارة عن مجموعة جديدة من كابلات الألياف البصرية التكتيكية، وستكون أول المنتجات المصنوعة بالآلات النانونية هي الألياف Fibers لتلبية إحتياجات المعدات الصغيرة والخفيفة الوزن مثل أجهزة الحواسيب الصغيرة.

مميزات كوابل الألياف البصرية[163]:

1. سيكون من السهل نقلها وتركيبها بسرعة وذلك لإنها ستكون أقوى من قبل، حيث يمكنها التغلب على مشكلات التمديد في الحقول والميادين أثناء تغطية الأحداث والفعاليات الخارجية.
2. الأداء المتميز في حالة الإنثناء وقوة تحمل أعلى عند الشد والسحب وتأثير أقل على الذاكرة وسهولة القطع ومقاومة ممتازة عند التعرض للسقوط أو الضربات ومقاومة الخدش والمواد الكيميائية.
3. الفقدان المنخفض جداً في حالة الإنثناء عبر الطيف المستخدم بأكملة لأطوال الموجات من 1260 إلى 1625 نانو متر.
4. يمكن طي الألياف بشكل دائري يبلغ مقدار قطرة 32مم، والذي يعتبر أفضل من الألياف التقليدية أحادية النمط بخمس وعشرين مرة، كما هو بالنسبة لدائرة قطرها 20مم، حيث لا تزال أفضل بمرتين ونصف من G652
5. يمكن إستخدام الكيبل في درجات حرارة منخفضة تصل إلى 70 درجة مئوية تحت الصفر بفضل قدرة الانثناء الصغير والكبير المحسنة لنسيج الألياف غير الحساس للانثناء، ويشتمل النسيج على عدم تجمع الماء.
6. إنهاء ظاهرة تجمع المياة التي تعتبر شائعة في الألياف التقليدية أحادية النمط.
7. تتميز بتوافق وقدرة جيدة على الربط، الأمر الذي يؤدي إلى تقليل وقت التركيب، ذلك أن كابل الألياف يضمن ربطا محكما بالياف G652 القياسية المستخدمة حاليا.

---

[162] م. جمال فضل الكريم، تقنية النانو وصناعة كوابل الألياف البصرية، مجلة النانو، العدد الثالث، 2009 ص.35.

[163] الألياف البصرية هي ألياف مصنوعة من الزجاج النقي طويلة ورفيعة لا يتعدى سمكها سمك الشعرة يجمع العديد من هذه الألياف في حزم داخل الكيبلات البصرية وتستخدم في نقل الإشارات الضونية لمسافات بعيدة جداً.
ويتكون الليف البصري من
*القلب (Core) : وهو عبارة عن زجاج رفيع ينتقل فيه الضوء.
*العاكس (Cladding): مادة تحيط باللب الزجاجي وتعمل على عكس الضوء مرة أخرى إلى مركز الليف البصري.
*الغطاء الواقي (Buffer Coating): غلاف بلاستيكي يحمي الليف البصري من الرطوبة أو ويحميه من الضرر و الكسر

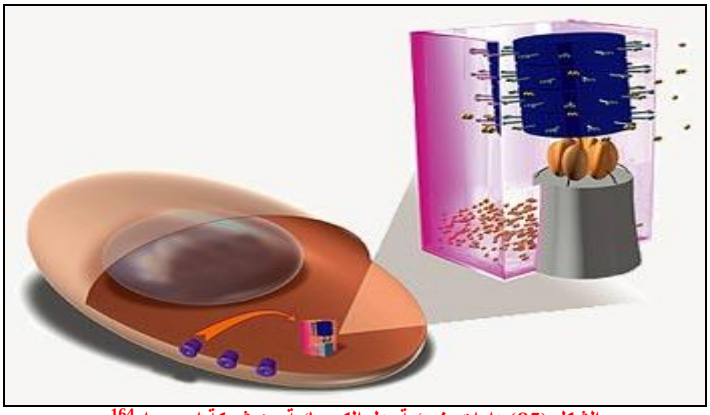
الشكل رقم (84) كوابل الألياف البصرية

تطبيق "النانو" في عملية إبطاء وتخزين ومعالجة سرعة الضوء

من المعروف عن الضوء أنه اسرع ما في الكون ، اذ يسير بسرعة تقترب من 297 الف كيلومتر في الثانية فلذلك استطاع الباحثون إبطاء سرعة الضوء الى واحد على 300 من سرعته المعتادة عن طريق تمريرة في قنوات من "السيليكون" المصنَّع بعناية بالغة، يسمَّى موجَّة موجات الكريستال الفوتوني "Photonic Crystal Waveguide PCW" وهي عبارة عن شريحة رقيقة من السيليكون "منقطة" بمجموعات من الثقوب تكسر أو تغيَر من مسار الضوء المار بها وهذا التصميم للقنوات يسمح بتغيير سرعة الضوء عن طريق تمرير تيار كهربائي لموجة الموجات.

فوائد التحكم في سرعة الضوء:

1. عن طريقة إستخدام تقنية "النانو" يصبح من السهل صناعة دارات ضوئية "Optical Circuits" في غاية الصغر من الحجم، كما أنها عملية في نفس الوقت ومن السهل وضعها في الأدوات الإلكترونية.
2. إمكانية تخزين كم كبير من المعلومات على حزم ضوئَّية لا يتعدى عرض الواحدة منها سمك شعرة الإنسان، مع إمكانية استعادتها كاملة في وقت لاحق ودون أن تتعرض للتغيير، الأمر الذي سيساعد على تطوير حواسيب وأنظمة اتصالات جديدة تتميز بصغر حجمها وسرعتها الفائقة.
3. يقول الباحثون إن الدارات أصبحت تعتمد على نظريات وقوانين الضوء "كمية أو موجَّية أو غيرها" لتنعدم الآثار الحرارية لمرور الإلكترونات في الأسلاك والدارات الكهربائية ولينعدم التنافر الإلكتروني، بحيث سيصبح الضوء هو أساس توصيل المعلومات بين مكوَّنات الحاسب الآلي.



الشكل (85) دارات ضوئية بدل الكهربائية من شركة اي بي ام[164]

تطبيقات مواد "النانو" وسيارات السباق:

- يتعرض سائقو سيارات السباق عادة إلى حروق نتيجة لإرتفاع درجة الحرارة داخل كبينة القيادة، وهذه الحرارة تتولد من ارتفاع حرارة الطبقة الواقية للمحرك وناقل الحركة وأرضية السيارة، لذلك تستخدم مواد "النانو" لخفض درجات الحرارة المرتفعة التي تصل إلى 150 درجة فهرنهايت داخل سيارات السباق
- تعرف أحد سائقي سيارات السباق لدى زيارته مركز الفضاء "كينيدي" في ولاية "فلوريدا" على طريقة حماية مركبة الفضاء من الارتفاع الهائل في درجات الحرارة عند اختراقها الغلاف الجوي، وحاول التأكد فيما إذا هذه الطريقة ممكن استخدامها على سيارات السباق؟
- قامت وكالة "روكويل" للإليكترونيات ووكالة الفضاء الأمريكية "ناسا" بتركيب المادة المركبة التي ابتكرتها وكالة "ناسا" في إحدى سيارات السباق والتي لم يزد وزنها عن أربعة أرطال مقارنة بوزن السيارة الإجمالي، والتي لا تؤثر على اتزان السيارة أو القدرة على التحكم فيها، ولوحظ بعد تجربة السيارة عدة مرات بسرعة بلغت نحو "700" ميل في الساعة أن الأجزاء التي أضيفت إليها مواد "النانو" في كابينة السائق قد أنخفضت درجة الحرارة فيها بنحو 50 درجة فهرنهايت.
- بناءاً عليه فإن استخدام مواد "النانو" الخفيفة الوزن والخاصة للحرارة في سباقات السيارت أصبح آمنا بالنسبة للمتسابق ولسيارته، كما وسيعمل المحرك بشكل أفضل دون إلحاق الضرر بالسائق نتيجة ارتفاع درجة الحرارة المرتفعة.

---

[164] www.aawsat.com

الطبقات النانوية وإستخداماتها في مجال الدفاع والفضاء[165]

- لعملية التكسية بطبقات "النانو" العديد من الإستخدامات في مجالي الدفاع والفضاء ومن هذه الإستخدامات:
  - تحسين قدرة المكونات بمختلف أنواعها على التحمل وزيادة الاعتماد عليها وتطوير أدائها.
  - مقاومة التآكل والإنزلاق والبلي بصفة عامة
  - تحسين جودة السطح
  - مقاومة التآكل الناتج عن التنقر والتقشر والتأكسد وارتفاع الحرارة.
- يقوم العلماء بتخليق العديد من طبقات "النانو" متعددة الإستعمالات لإستخدامها في تطبيقات الفضاء الجوي، مما سيوفر حماية ضد التآكل لأنها مواد لا تضر بالبيئة.
- من المتوقع أن تكون هذه المواد لديها القدرة على إكتشاف عيوب التآكل والأعطال الميكانيكية التي تصيب سطح الطائرة، وكذلك مقاومة العيوب الفيزيائية والكيميائية وتحسين القدرة على الالتحام والترابط والمحافظة على بقاء قطع الغيار المعدنية لأطول فترة ممكنة، كما يقوم العلماء أيضا بدراسة مواد "النانو" التي تمتاز بخفة الوزن والمتانة والاستقرار الحراري لإستخدامها في محركات الطائرات.
- خصصت وزارة الدفاع الأمريكية مبلغ (10) مليار دولار سنويا لعلاج المشكلات الناتجة عن التآكل الذي يصيب المركبات (منها 2 مليار دولار تخصصه لعمليات الدهان والتقشير)، وذلك حتى يصبح من السهل علاج أسطح المركبات العسكرية إذ أصابها خدش أو تآكل باستخدام طبقات التغطية الذكية التي من الممكن أن تكتشف عيوب السطح وتصلحها.

تقنية "النانو" والتلفزيونات

لقد تحدثت سابقاً أن أنابيب "النانو" الكربونية تتميز بقدرتها الكبيرة على أنتاج الإلكترونات مما يجعلها مجال باعث للإلكترونات ذو كفائة عالية، وعليه فقد إستخدمت بعض الشركات تقنية "النانو" المتمثلة في أنابيب "النانو" الكربونية هذه في مجال التقنية التلفزيونية Televisions وذلك لإنتاج شاشات العرض المتميزة بصغر سماكتها وبقلة إستهلاكها لطاقة وبدقة وجودة صورها مما جعلها تتفوق بمراحل على شاشات العرض التقليدية مثل شاشات البلازما والشاشات السائلة LCD الحديثة، وبأستخدام تقنية "النانو" ستكون شاشات العرض ذات قطع ودوائر إلكترونية أقل وعليه ستكون شاشات العرض المطورة ذات مساحة واسعة تتجاوز 130سم والجدير بالذكر أنها ستكون في متناول المستخدمين في القريب العاجل. ومن التطبيقات أيضاً شاشات العرض المعروفة بأسم Organic Light Emitting Displays وتعرف

[165] ليندا ويليامز، د.واد آدمز مصدر سبق ذكرة، ص.225

إختصار OLED وهي أحدى شاشات العرض المطورة بإستخدام تقنية "النانو" وفيها يتم إستخدام طبقات نانو من البلاستيك العضوي الباعث للضوء، وتتميز هذه الشاشات بصغرها وخفة وزنها مما يجعلها مناسبة جداً للأجهزة الإلكترونية الدقيقة مثل أجهزة الكمبيوتر المحمول والكاميرات الرقمية وأجهزة الهاتف الجوال.

تقوم المصانع بإنتاج بدائل غير مكلفة لشاشات LCD وتقنيات البلازما، وقد نجحت شركة موتورولا في إنتاج النموذج التجريبي لأول شاشة عرض إبتعاثية نانوية (Nano Emissive Display) ويرمز لها بالإختصار (NED) وتتميز الشاشة بأنها رقيقة، وهي لا تعد أكثر من كونها جزءاً من تلفزيون يعلق على الحائط بحجم 42 بوصة وتستطيع تشغيل أقراص الـDVD بجودة شاشات LCD نفسها.

تستخَدم شاشة NED ملايين الإلكترونات المتسارعة المشحونة بـ5 أو 10 فولت بدلاً من إستخدام أنبوب الأشعة الكاثودية أو أشعة الصمامات الباعثة للضوء لتكوَن الصور. أما الشاشات الكبيرة وشاشات LCD عالية الوضوح فتستخدم نحو 5000 فولت. ونتيجة لتسارع الإلكترونات نحو لوح من الفوسفور، تتكون صور متحركة بأقل قدر ممكن من الطاقة. ويمكن مشاهدة شاشات "النانو" الإبتعاثية المعتمدة على تكنولوجيا أنابيب "النانو" الكربونية من جميع الزوايا

تقنية "النانو" والخزفيات

- الخزفيات عبارة عن مواد صلدة قصيفة وقوية. وهي لا تشجع الكثير من المصانع على استخدام الخصائص المفيده لهذه المواد، ولكن لصغر حجمها المتناهي الصغر أدى إلى إقبال الناس على الإستفادة منها.
- يعتبر أكسيد الزركونيوم مادة صلدة قصيفة يطلق عليها إسم اللدائن الفائقة نظراً لقدرتها على تعديل أطوالها، وعلى الرغم من ذلك لا بد من أن تحتوي الخزفيات على ذرات بلورية متناهية الصغر كي يمكن أن نسميها لدائن فائقة.
- استخدمت المواد الخزفية مثل نتريد السليكون (Si_3N_4) وكربيدات السليكون (SiC) في التطبيقات ذاتية الحركة مثل الزنبركات عالية المتانة ومحامل الكريات ورافعات الصمام. فهذه المواد تتمتع بقدرة كبيرة على التشكل والعمل بالإضافة غلى خصائصها الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية. كما أنها تتحمل درجات الحرارة المرتفعة.

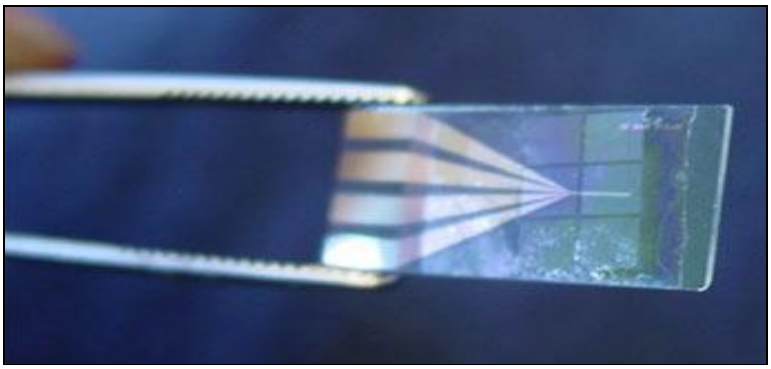
الفيروسات النانوية:[166]

- قام علماء من معهد (Massachusetts) للتكنولوجيا بمعالجة بعض الفيروسات وراثيا لتساهم بشكل فعال في إنتاج بطاريات الليثيوم، حيث قام العلماء بتقديم فيروسات تبني أقطابا كهربائية عبر تغطية نفسها بمادة فوسفات

[166] البوابة العربية للأخبار التقنية، معهد MIt يبتكر فيروسات تساهم في بناء بطاريات صديقة للبيئة

الحديد والأنابيب النانوية الكربونية بهدف إنشاء شبكة من المواد عالية التوصيل.

- قد قام المعهد بتجربة مماثلة لإستخدام الفيروسات لتشكيل أقطاب موجبة من خلال جذب أكاسيد الكوبالت والذهب وتجميع نفسها ذاتيا وذلك لإنتاج ما يسمى الأسلاك النانوية (Nano wires) وهي نوعية خاصة من الأسلاك والكابلات



- تعتبر العملية الأخيرة المرتبطة بإنتاج البطاريات نظيفة وصديقة للبيئة إلى حد كبير، حيث يتم إجرائها في درجة حرارة الغرفة كما لا تتضمن استخدام مذيبات عضوية. ومع استخدام العمليتين بشكل فعال فأن إنتاج بطاريات الليثيوم سيكون أكثر صداقة للبيئة و سيساهم في تقليل تكلفة عملية إنتاج البطاريات بشكل واضح.
- وكانت رئيسة معهد Susan Hockfield (MIT)، قد قدمت إحدى البطاريات المصنعة بالطريقة الحديثة إلى الرئيس الأمريكي باراك أوباما، والذي أعرب عن إعجابه بالمشروع و التزامه بتمويل ومساندة المشروعات المبتكرة. ومن المنتظر أن يقوم فريق العمل على المشروع بإنتاج بطاريات ذات كفاءة عالية عبر الاستعانة بفوسفات المنغنيز و فوسفات النيكل، ومن المأمول أن يتم إنتاج تلك البطاريات بكميات كبيرة في وقت لاحق. وستقوم دورية Science بكشف المزيد من التفاصيل عن التقنية الجديدة لصنع هذه البطاريات.