وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل

كلية التربية للعلوم الصرفة / الفيزياء

تكنولوجيا النانو
في مجال المعلومات والاتصالات

إلى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة في جامعة بابل وهي جزء من متطلبات
نيل درجة البكالوريوس في التربية / الفيزياء

من قبل الطالب

زهراء عيدان هادي

بإشراف

ا.د. إحسان ضياء جواد البيرماني

2022م 1443هـ

بسم الرحمن الرحيم

صدق الله العلي العظيم

[طه : 114]

الاهداء

إلى . . . ينبوع العطاء الذي زرع في نفسي الطموح

والمثابرة ... والدي العزيز

الى . . . من كانت تحلم ان تراني على ما انا عليه الان . . . امي العزيزة

الى من يحملون في عيونهم ذكريات طفولتي وشبابي . . . اخواني الأعزاء

والى جميع اساتذتي . . . في قسم الفيزياء

وكل من ساندني في هذا البحث

اهدي هذا العمل المتواضع

الباحثة

الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الخلق والمرسلين الرسول الكريم محمد وعلى أله الطيبين الطاهرين .

اتوجه بالشكر الجزيل الى جميع اساتذتنا الافاضل في قسم الفيزياء كلية التربية للعلوم الصرفة الذين بذلوا جهداً في توجيهينا وامدادنا بما احتجنا اليه من النصيحة .

واري أن اقف شاكرة لدكتورنا الفاضل ا.د. إحسان ضياء جواد البيرماني الذي بذل جهده معي .

وأعانني ووجهني في كتابتي لهذا البحث فكان نعم المعين والموجه فجزاه الله عني خيرا .

واشكر كل من ساعدني وأعانني من الأصدقاء على انجاز هذا البحث فلهم في النفس منزلة

وان لم يسعف المقام لذكرهم فهم اهل للفضل والخير والشكر .

المستخلص

هدفت هذه الدراسة الي تحليل الفرص التي تتيحها تكنولوجيا النانو في التطبيقات المختلفة وخاصه تكنولوجيا المعلومات والاتصالات حيث تناولت الدراسة في الفصل الاول ماهية تكنولوجيا النانو تعريفها، تاريخها وتطورها، أشكالها ، تقنيتها و تناول الفصل الثاني مناقشة المواضيع التكنولوجية النانو في مجال المعلومات والاتصال وتحدياتها و تناول الفصل الثالث تطبيقات تكنولوجيا النانو

ان اهم الاستنتاجات من الدراسة كانت تنصب في اهتمام الجامعات ومراكز الأبحاث والشركات حول العالم بهذه التكنولوجيا الحديثة والعمل على تطويرها.

تتغير خصائص هذه التكنولوجيا عندما تصل لمقياس النانو أو أقل ومن ثم ستؤدي لتصغير الأجهزة وتقليل سعرها وتوفير طاقة التشغيل .

تكنولوجيا النانو هي الجيل الخامس الذي ظهر في عالم الإلكترونيات وقد سبقه أولا الجيل الأول الذي استخدم المصباح الإلكتروني بما فيه التلفزيون والجيل الثاني الذي استخدم جهاز الترانزيستور ثم الجيل الثالث من الإلكترونيات الذي استخدام الدوائر المتكاملة؛ وجاء الجيل الرابع باستخدام المعالجات الصغيرة الذي أحدث ثورة هائلة في مجال الإلكترونيات بإنتاج الحاسبات الشخصية والرقائق السيليكونية التي أحدثت تقدما في العديد من المجالات العلمية والصناعية.

قائمة المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الآية	I
الاهداء	II
الشكر والتقدير	III
المستخلص	IV
الفصل الاول : تكنولوجيا النانو	
(1-1) المقدمة	1
(1-2) تعريف تكنولوجيا النانو	2
(1-3) تاريخ تكنولوجيا النانو وتطورها	6-5
(1-4) أشكال المواد النانوية	9-7
(1-5) تقنيات النانو	13-10
(1-6) هدف البحث	14
الفصل الثاني : تكنولوجيا النانو في مجال المعلومات والاتصال وتحدياتها	
(2-1) المقدمة	15
(2-2) تخزين الذاكرة	15
(2-3) أجهزة أشباه الموصلات الجديدة	16
(2-4) الأجهزة البصرية والإلكترونية الجديدة	16
(2-5) العارضات (شاشات العرض)	17
(2-6) الحاسب الكمي	17
(2-7) الفرص الاجتماعية	20-17
الفصل الثالث : تطبيقات تكنولوجيا النانو في المجالات المختلفة	
(3-1) المقدمة	21
(3-2) تكنولوجيا مجال التسليح والصناعات الحربية	21
(3-3) تكنولوجيا مجال الفضاء	22
(3-4) تكنولوجيا مجال الطب	23
(3-5) تكنولوجيا الكيمياء والبيئة	25-24
(3-6) تكنولوجيا الطاقة	27-26
(3-7) تكنولوجيا الصناعات الثقيلة	28-27
(3-8) تكنولوجيا السلع الاستهلاكية	31-29
(3-9)الاستنتاجات	32
(3-10) الدراسات المستقبلية	32
المصادر والمراجع	39-33

قائمة الاشكال

الموضوع	رقم الصفحة
شكل رقم (1-1)جزى الفلورين	8
شكل رقم (1-2) الكرات النانوية	9
شكل رقم (1-3) لجسيمات النانوية	9
شكل رقم (1-4) المجهر النفقي الماسح	11
شكل رقم (1-5) مجهر القوة الذرية	11
شكل رقم (1-6) المجهر الإلكتروني النفاذي	13
شكل رقم (1-7) المجهر الإلكتروني الماسح	13
شكل رقم (3-3) تكنولوجيا مجال التسليح والصناعات الحربية	22
شكل رقم (3-2) تكنولوجيا مجال الفضاء	23
شكل رقم (3-1) تكنولوجيا مجال الطب	24

قائمة الجداول

الموضوع	رقم الصفحة
جدول رقم (1-1) يوضح مصطلحات تكنولوجيا النانو والمقابل لها بالعربية	3
جدول رقم (1-2)القياسات الشائعة من ناحية لفظها وقيمتها	4

الفصل الاول

تكنولوجيا النانو

(1-1) المقدمة

اشتق اسم تكنولوجيا النانو أو التكنولوجيا متناهية الصغر أو هندسة المنتجات المتناهية الصغر من اسم النانو مرت كوحدة قياس تساوي واحد من المليار من المليارات؛ أي جزء من ألف مليون جزء من المليارات، وللتقريب فهي مسافة أرفع بثماني مرة من قطر شعرة الإنسان وكلمة نانو مشتقة في الأصل من الكلمة الإغريقية نانو التي تعني القزم الصغري . [1]

فتكنولوجيا النانو أو تقنيات النانو هي تكنولوجيا حديثة قد يعرفها بعض الناس وقد يجهلها البعض الأخر وهي مجموعة من الأدوات والتقنيات والتطبيقات التي تتعلق بتصنيع بنية معينة وتركيبها باستخدام مقاييس في غاية الصغر .[2].

هذه التكنولوجيا العديد من التطبيقات من أبرزها جمال تكنولوجيا المعلومات فشركة IBM قد أنتجت جمهر لتصوير الذرات وتسجيلها باستخدام رؤوس أقراص صلبة على مستوى النانو، كما أن هناك حلم استبدال الكهرباء بالضوء من خلال إبطاء وتخزين ومعاجلة الضوء والذي سيؤدي تطورات جذرية في جمال أداء احلا سب الآيل وكل الأجهزة الإلكترونية الأخرى سيمكن من إنتاج أجهزة صغرية جدا وزهيدة الثمن وسيظهر ما يمكن أن يسمى الإلكترون الضوئي .

لذا يجب نشر ثقافة تكنولوجيا النانو في الأوساط العلمية والتعلمية والتعريف بأهميتها وخصائصها ومزاياها في جمالات العلوم المختلفة. [3]

وتأتي تكنولوجيا النانو لتحل بديلا عن تكنولوجيا الميكرو حيث يمكن تصنيع الأجهزة الكهروميكانيكية والإلكترونية النانوية، وتقليل حجم جميع تلك الأجهزة المستخدمة بمقدار ألف مرة عن حجم أجهزة الميكرو، مما يؤدي إلى تغيير أداء تلك الأجهزة إلى الأفضل، وتبشر هذه التكنولوجيا الواعدة بقفزة هائلة في جميع فروع العلوم والهندسة، ويرى المتفائلون أنها ستلقي بظلالها على كافة مجالات الطب الحديث، والاقتصاد العالمي، والعلاقات الدولية، وحتى الحياة اليومية للفرد العادي؛ حيث أنها

ستتيح إمكانية صنع أي شيء نتخيله وذلك عن طريق صف جزيئات المادة إلى جانب بعضها البعض بشكل لا نتخيله وبأقل تكلفة محتملة، فلنتخيل حاسبات آلية خارقة الأداء يمكن وضعها على رؤوس الأقلام والدبابيس، ولنتخيل أسطولا من الروبوتات النانوية الطبية والتي يمكن لنا حقنها في الدم أو ابتلاعها لتعالج الجلطات الدموية والأورام والأمراض المستعصية، ومن ثم تتناول الدراسة فيما يلي تعريف تكنولوجيا النانو وبداياتها وتطورها وأشكالها ومن ثم الأجهزة التي تستخدم في تطبيقات هذه التكنولوجيا [4].

(2-1) تعريف تكنولوجيا النانو :

مصطلح "نانو" مشتق من الكلمة الإغريقية (Midget) والتي تعني دقيق أو صغير أو قزم، وعليه يمكن تعريف هذه التكنولوجيا متناهية الصغر على أنها وحدة قياس دقيقة ومتناهية الصغر لبادئات العديد من القياسات المختلفه للخلايا الحيه والمركبات الكيميائية، والقياسات الفيزيائية والإشعاعية، والمنتجات التجارية والطبية والزراعية والحيوية والكهربائية فعلى سبيل المثال: فإن أطول الطرق تقاس بالكيلومترات، ويقاس ارتفاع الطائرة بألف الكيلومترات كما أن الأقمشة والورق والسجاد وقطع اخشاب تقاس بالأمتار، كما أن خلايا الكائنات الحيه الدقيقة Microorganisms ، مثل: البكتريا والفريوسات وبعض الفطريات والطحالب والأوليات. وشريط احماض النووي تقاس بالميكرون= Micron والنانو ميكرون Nanomicron ،حيث يبلغ قطر الشعرة الواحدة للإنسان حوالي (8000) نانومتر في حنين تبلغ قطر خلية كريات الدم الحمراء الواحدة حوالي (7000)نانومتر .

في المقابل هناك أيضا قياس المصَغر Micrometer وهو إدارة لقياس الأبعاد والزوايا الدقيقة والبالغة الصغر، حيث نجد عند تخفيف السوائل والتربة للتخفيفات العشرية المعروفة فإنه يمكن اعتبار أن القياسات متناهية الصغر تبدأ من التخفيف واحد على المليون، كما أن المصادر

الإشعاعية المختلفة مثل أشعة كاما وبيتا وأشعة إكس والأشعة فوق البنفسجية والأشعة الحمراء وأشعة الليزر تقاس بالريم أو بالملي ريم.

وتلك القياسات السابقة متناهية الدقة وتدخل ضمن تكنولوجيا الجزيئات متناهية الصغر (النانو) ولتوضيح ماهية النانو فيما يلي جدول بالمصطلحات المتعلقة بهذه التكنولوجيا والمقابل لها باللغة العربية ومن ثم توضيح لمعناها **[5]**:

جدول رقم (1-1) يوضح مصطلحات تكنولوجيا النانو والمقابل لها بالعربية [6]

المصطلح بالإنكليزية	المقابل بالعربي	معنى المصطلح
Nanoscale	**مقياس النانو**	مقياس يستخدم لقياس وحساب أبعاد تتراوح بين 0.1 الى 100 نانومتر
Nanoscience	**علم النانو**	علم يهتم بالتعامل مع المواد في مستواها الذري والجزيئي بمقياس لا يتعدى 100 نانومتر وهو علم يهتم أيضا باكتشاف ودراسة الخصائص المميزة لمواد النانو .
Nanowires	**اسلاك النانو**	هي أسلاك متناهية الصغر في أبعاد النانولها تركيب ذو بعد واحد وتتميز بخصائص كهربيه وضوئية مذهلة وتعتبر أسلاك النانو البنيه الأساسية التي تستخدم في بناء أجهزه النانو .
Nanotubes	**أنابيب النانو**	أنابيب في مقياس النانو ومن أمثلتها أنابيب الكربون النانوية وهي عباره عن أنابيب أسطوانية من ذرات الكزبون ذات بعد واحد مرتبه بشكل سداسي أو خماسي ولها خصائص فيزيائية مميزه.
Nanoshells	**صدفات النانو**	هي جسيمات في أبعاد النانولها قشره أو يمكن أن نقول هـ هي طبقه معدنيه رقيقه تحيط بكره مصنوعه من ماده شبه موصله لها القدرة على

		امتصاص أو تشتيت الضوء في. أطواله الموجية.
Nanocantilevers	**الرقائق الذهبية**	اجسام مضادة تتحد معا لتكوين حزم متضاعفة وأيضا بروتينات الارتباط .

ولتوضيح النانو مقارنة بالقيم الأخرى جند أن المليون يعني ألف ، أو 1000000. يعني مليون (1210) في النظام الإنكليزي وبعض دول أوروبا أو ألف مليون في الولايات المتحدة الأمريكية. ومع كثره الأصفار ً منعا حدوث الخطأ في تكرارها، فقد استخدم النظام الدولي للوحدات بعض الرموز والألفاظ الإغريقية للتعبير عن مضاعفات الأعداد الكبيرة وكذا كسورها، وبالتالي أمكن التعبري عن أكبر وأصغر الأعداد كما يلي:

جدول رقم (1-2)القياسات الشائعة من ناحية لفظها وقيمتها

اللفظة	قيمتها
اكسا (exa)	مليون مليون مليون (10^{18})
بيتا (peta)	ألف مليون مليون (10^{15})
تيرا (tera)	مليون مليون (10^{12})
جيجا (giga)	ألف مليون (10^{9})
ميجا (mega)	مليون (10^{6})
كيلو (kilo)	ألف (10^{3})
هكتو (hecto)	مائة (10^{2})
ديكا (deca)	10
ديسي (deci)	جزء من عشر (10^{-1})
سنتي (centi)	جزء من مئة (10^{-2})
ميللي (melli)	جزء من ألف (10^{-3})
ميكرو (micro)	جزء من مليون (10^{-6})
نانو (nano)	جزء من الف مليون (10^{-9})
بيكو (pico)	جزء من مليون مليون (10^{-12})

فيمتو (femto)	جزء من الف مليون مليون (10^{-15})
أتو (atto)	جزء من مليون مليون مليون (10^{-18})

(3-1) تاريخ تكنولوجيا النانو وتطورها :

لا يمكن تحديد عصر أو حقبة معينة لظهور تكنولوجيا النانو، كما أنه ليس من المعروف بداية استخدام الإنسان للمادة ذات الحجم النانوي، لكن من المعلوم أن أحد المقتنيات الزجاجية وهو كأس الملك الروماني لايكورجوس Lycurgus في القرن الرابع الميلادي الموجودة في المتحف البريطاني يحتوي على جسيمات ذهب وفضة ،نانوية، حيث يتغير لون الكأس من الأخضر إلى الأحمر الغامق عندما يوضع فيه مصدر ضوئي **[7]**.

وكذلك تعتمد تكنولوجيا التصوير الفوتوغرافي منذ القرنين الثامن عشر والتاسع عشر الميلاديين على إنتاج فيلم أو غشاء مصنوع من جسيمات فضية نانوية حساسة للضوء. ولكن من الواضح أن من أوائل الناس الذين استخدموا هذه التكنولوجيا (بدون أن يدركوا ماهيتها هم العرب والمسلمون؛ حيث كانت السيوف الدمشقية (القرن السابع عشر) المعروفة بالمتانة يدخل في تركيبها مواد نانوية تعطيها صلابة ميكانيكية، أحاطت بالأسلاك النانوية من السمنتيت (FeC)وهو مركب قاس وقصف، كما كان صانعوا الزجاج في العصور الوسطى يستخدمون حبيبات الذهب النانوية الغروية للتلوين .**[8]**

وما يدل أيضا على استخدام البشر لتكنولوجيا النانو منذ آلاف السنين استخدام هذه التكنولوجيا في صناعة الصلب والمطاط، حيث اعتمدت كلها على خصائص مجموعات ذرية نانوميترية في تشكيلات عشوائية، وتتميز عن الكيمياء في أنها لا تعتمد على الخواص الفردية للجزيئات... تشكيلات عشوائية، وتتميز عن الكيمياء في أنها لا تعتمد على الخواص الفردية للجزيئات... ولقد ذكر هذا المفهوم لأول مرة في عام 1867م عندما اقترح جيمس ماكسويل James Clerk Maxwell فكرة تجربة صغيرة كيان

يعرف عفريت ماكسويل Maxwells Demo لمعالجة الجزيئات الفردية التحكم في تحريك الذرات والجزيئات؛ وتلاه في عام 1920م حيث أدخل ارفنغ لانجميور Irving Langmuir **[9]**

وكاثرين بلود جيت Katherine B Blodgett مفهوم نظام Monolayer أي طبقة ذرية واحدة أو طبقة مادة يبلغ سمكها مقاييس الذرة، وحصل لانجميور على جائزة نوبل في الكيمياء لعمله. [10]

وفي عام 1959م تحدث العالم الفيزيائي المشهور ريتشارد فيمان Richard Feynman إلى الجمعية الفيزيائية الأمريكية في محاضرته الشهيرة بعنوان هناك مساحة واسعة في الأسفل Theres Plenty of room at the Bottom قائلاً بأن المادة عند مستويات النانو (قبل استخدام هذا الاسم) بعدد قليل من الذرات تتصرف بشكل مختلف عن حالتها عندما تكون بالحجم المحسوس، كما أشار إلى إمكانية تطوير طريقة لتحريك الذرات والجزئيات بشكل مستقل والوصول إلى الحجم المطلوب، وعند هذه المستويات تتغير كثير من المفاهيم الفيزيائية فمثلا تصبح الجاذبية أقل أهمية وبالمقابل تزداد أهمية التوتر السطحي وقوة تجاذب فاندر فالز، وقد توقع أن يكون للبحوث حول خصائص المادة عند مستويات النانو تأثيرا جذريا في تغيير الحياة الإنسانية[11] .

ثم قام إريك دريكسلر Eric Dexter عام 1975م بصياغة مفهوم لتكنولوجيا النانو، وبالرغم من التأخر في هذه التكنولوجيا مقارنة بالتقدم الهائل في علوم الحاسب الآلي وغيرها من تكنولوجيا الاتصالات، إلا أن هذه التكنولوجيا عاودت الظهور بكثافة عالية مؤخرا منذ عام 1990م وهي البداية الحقيقية لعصر تكنولوجيا النانو . **[12]**

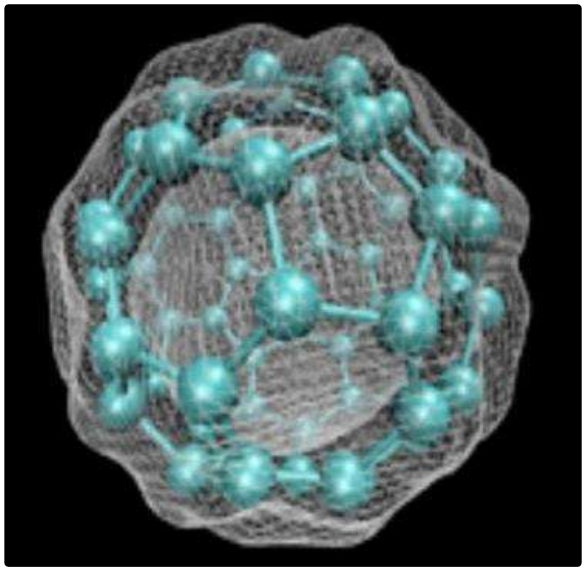
(4-1) أشكال المواد النانوية :

عند تصنيع المواد بحجم النانو فان التركيب الفيزيائي والتركيز الكيميائي للمواد الخام المستخدمة في التصنيع تلعب دورا مهما في خصائص المواد النانوية الناجمه وهذا خلافا لما يحدث عند تصنيع المواد العادية، حيث ترتكب المواد عادة من مجموعة من الحبيبات تحتوي على عدد من الذرات، وقد تكون هذه الحبيبات مرئية أو غير مرئية للعين المجردة بناء على حجمها، ويمكن ملاحضتها بواسطة الميكروسكوب؛ ففي هذه المواد يتفاوت حجم الحبيبات من مئات الماكروميترات الي سنتيمترات ، أما في المواد النانوية فان حجم الحبيبات يكون في حدود (100:1) نانومترات هذا وهناك طريقتان لتصنيع حجم نانوي من المادة :

2.**الطريقة الأولى : من أعلى لأسفل Down-Top** : حيث تبدأ هذه الطريقة بحجم محسوس من المادة محل الدراسة ويصّغر للوصول ال المقياس النانوي، ومن التقنيات المستخدمة في ذلك الحفر الضوئي والقطع والكحت والطحن.

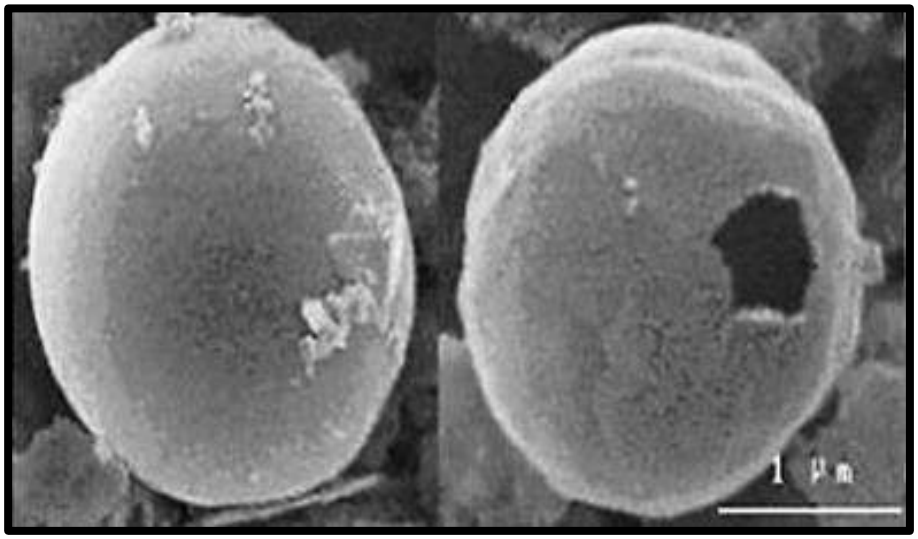
2 .**الطريقة الثانية : من أسفل لأعلى Up-Bottom** حيث تبدأ هذه الطريقة بجزيئات منفردة كأصغر وحدة وتجُّمع في تركيبُ أكبر وغالبا ما يستخدم في ذلك الطرق الكيميائية، وتتميز تلك بصغر حجم المادة الناتجة)نانومتر واحد هذا ويمكن تصنيع المواد النانوية على عدة أشكال وذلك بناء على الاستخدام المقرر لهذه المواد ومن أهم هذه الأشكال ما يلي:

1) **النقاط الكمية Dots Quantum** :عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الأبعاد يتراوح أبعاده بين (2 :10)نانومتر وهذا يقابل (10 :50)ذرة في القطر الواحد او (100: 100.000) ذره حجم النقطة الكمية الواحدة .
2) **الفلورين Fulleren** :ّ تركيب نانوي للكربون وهو عبارة عن جزيء مكون من (60) ذرة من ذرات الكربون ويرمز له بالرمز C60.



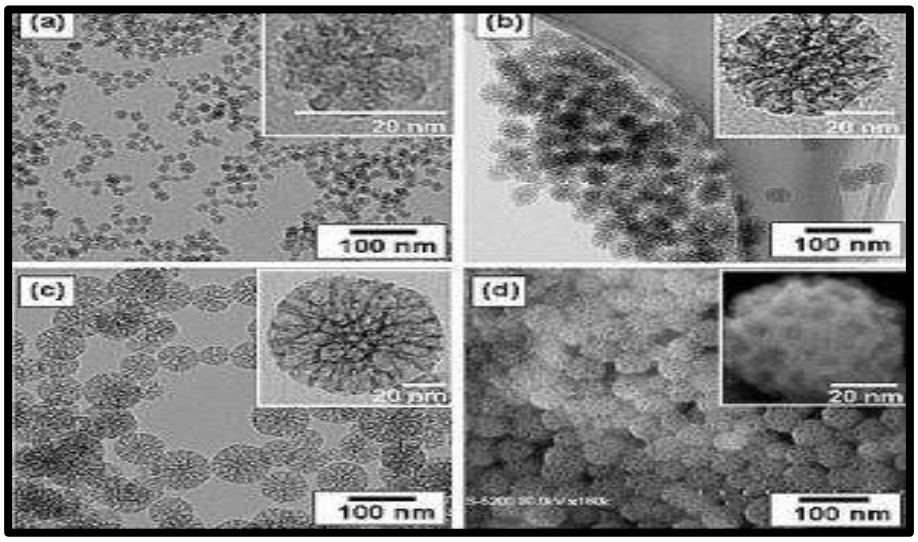
شكل رقم (1-1)جزى الفلورين [13]

وقد أكتشف عام 1985م. إن جزيء الفوليوين كروي المظهر ويشبه كرة القدم التي تحتوي على (12)شكال خماسيا و(20) شكال سداسيا، ومنذ اكتشاف كيفية تصنيع الفولورين عام 1990ُ م وهو يحضر بكميات كبيره كما أمكن الحصول على جزيئات بعدد مختلف من ذرات الكربون، مثل : C70، C60،C48 الا أن العلماء أبدوا اهتماما خاصا باجزيء C60، هذا ولقدّ سمي هذا التركيب بالفلورين نسبة للمخترع والمهندس المعماري ربكمنستر فولر Buckminster. R Fulle ، وهكذا فقد نشاُ فرع جديد يسمى كيمياء الفولورين حيث عرف أكثر من(9.000)مركب فلورين منذ عام 1997م، وظهرت تطبيقات مختلفة لكل من هذه المركبات، ومنها المركبات التي أبدت قدرة فائقة على التوصيل superconductivity ،كما أُكتشفت أشكال أخرى منها مثل الفلورين المخروطي والأنبوبي إضافة إلى الكروي. **[14]**



شكل رقم (1-2) الكرات النانوية [15]

3) **الكـــرات النانويـــة Nnoballs** : مـــن أهمهـــا كـــرات الكربـــون النانويـــة والتـــي تنتمـــي إلـــى فئـــة الفلوريـــدات، لكنهـــا تختلـــف عنهـــا قليـــل بالتركيـــب حيـــث أنهـــا متعـــددة القشـــرة، كمـــا أنهـــا خاويـــة المركـــز وذلـــك علـــى خـــلاف الجســـيمات النانويـــة، بينمـــا ال يوجـــد علـــى الســـطح فجـــوات، كمـــا هـــو احـــلال فـــي الأنابيـــب النانويـــة متعـــددة الغـــلاف، وبســـبب أن تركيبهـــا يشـــبه البصـــل فقـــد ســـمها العلمـــاء كـــرات البصـــل Buck، balls وقـــد يصـــل قطـــر الكـــرات النانويـــة إلـــى (500) نانومتر أو أكثر **[16]**



شكل رقم (1-3) الجسيمات النانوية [17]

4) **الجسيمات النانوية Nanoparticles**: على الرغم من أن كلمة (الجسيمات النانوية) حديثة الاستخدام، إلى أن هذه الجسيمات كانت موجودة في المواد المصنعة أو الطبيعية منذ زمن قديم . هذا ويمكن تعريف الجسيمات النانوية على أنها عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي، يتراوح عددها من بضع ذرات (جزيء) إلى مليون ذرة مرتبطة ببعضها بشكل كروي تقريبا بنصف قطر أقل من (100) نانومتر فجسيم نصف قطره نانومتر واحد سوف يحتوي على (25) ذره أغلبها على سطح الجسيم **[18]**

(5-1) تقنيات النانو :

يشار إليها أحيانا باسم أدوات النانو وهي التقنيات والطرق والوسائل التي تجعل التعامل مع مواد وجسيمات النانو ممكنا عمليا، وهناك العديد من تقنيات النانو من أهمها:

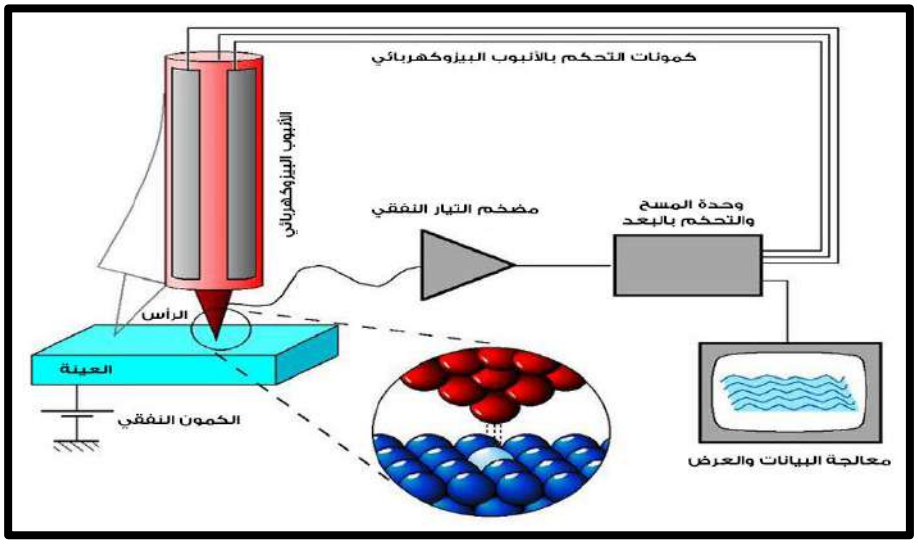
(1-5-1) مجاهر المجسات الماسحة:

مجهر المجسمات الماسحه SPM Microscopy Probe Scanning وهو التكنولوجيا "الأب" لعدد واسح من التقنيات التي تسمى مجاهر المجسمات الماسحة، والتي ممكن الباحثين من تصوير العينات الكيميائية والحيوية، وتنقسم هذه التكنولوجيا إلى قسمين رئيسين، هما: مجاهر التأثير النفقي الماسح STM Microscopy Tunneling Scanning مجهر القوة الذرية Microscopy (AfM) **[19]**

أ. **المجهرالنفقي الماسح Microscopy Tunneling Scanning :**

تم اختراع وتركيب مجهر التأثير النفقي الماسح على يد العاملين روهر Rohrer وبيننيج Binning عام 1981م وكان لهذا الاختراع صدى واسعا في الأوساط العلمية، حيث تمكن الباحثون ولأول مرة من مشاهدة الذرات وبالأبعاد الثلاثيه وقد حصل العالمان على جائزة نوبل في عام 1986م عن هذا الاختراع هذا ويتم فيه قياس التيار الكهربائي المار بين

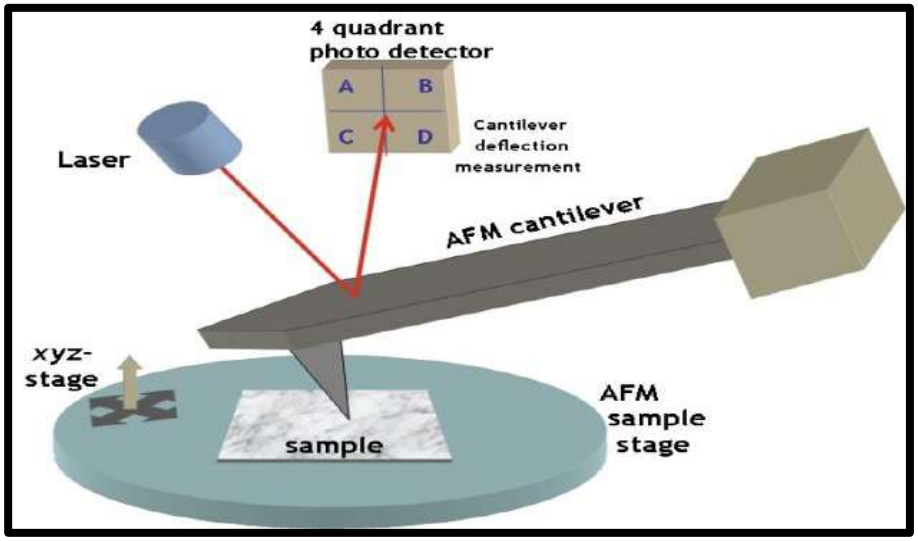
إبـرة الماسـح وسـطح المـادة، ويسـتخدم لتمييـز مـدى نتـوءات السـطح وبالتـالي معرفة هندسة المادة وقياس خصائص التوصيل الكهربائي.



شكل رقم (1-4) المجهر النفقي الماسح [20]

ب. مجهر القوة الذرية AFM Microscope Force Atomic :

تـم اختـراع مجهـر القـوة الذريـة عـام 1986م علـى يـد ثلاثـة بـاحثين هـم كـوات Quate وبينـنج binning وجريبـر Gerber ويسـمى أيضـا مجهـر القـوة الماسح Microscope Force Scanning(SFM) .



شكل رقم (1-5) مجهر القوة الذرية

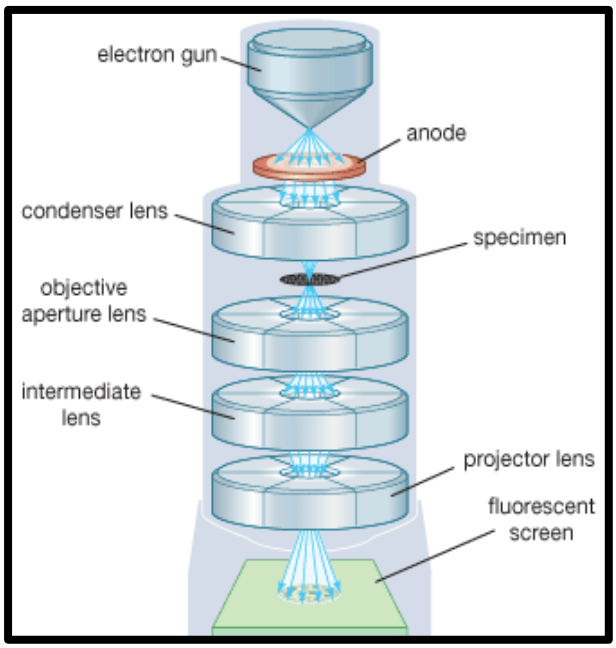
"عين تكنولوجيا النانو" ويستخدم في مجهر القوة الذرية مجس ماسح وفي هذا المجهر يتم استخدام رأس مجس صغيرجدا يقل سمكه عن (10) نانومتر ويعطي مجهر القوة الذرية تمييز تصل الى حدود (0.2) نانومتر وقدرة تكبيرريه تتراوح من (100.000.000:100) مرة .

(2-5-1) المجاهر الالكترونية Electron Microscopy :

يشمل هذا النوع من المجاهر شريحة واسعة من التقنيات المتخصصة في دراسة أسطح المواد بقوة تكبير تصل إلى مستوى الجزيئات، وتنقسم هذه المجاهر إلى قسمين رئيسيين، هما المجاهر الإلكترونية الماسحة والمجاهر الإلكترونية النافذة ، وقد تم بناء أول مجهر إلكتروني في برلين عام 1931م على يد العالمين ماكس كنول Max Knoll وإرنست روشا Ernst Ruska وبهذا الاختراع تم تجاوز الحدود المفروضة على القدرة التكبيرية للمجاهر والتي كانت محدودة بموجات الضوء المرئي .

أ. المجهر الإلكتروني النفاذي (Transmission Electron Microscope (TEM))

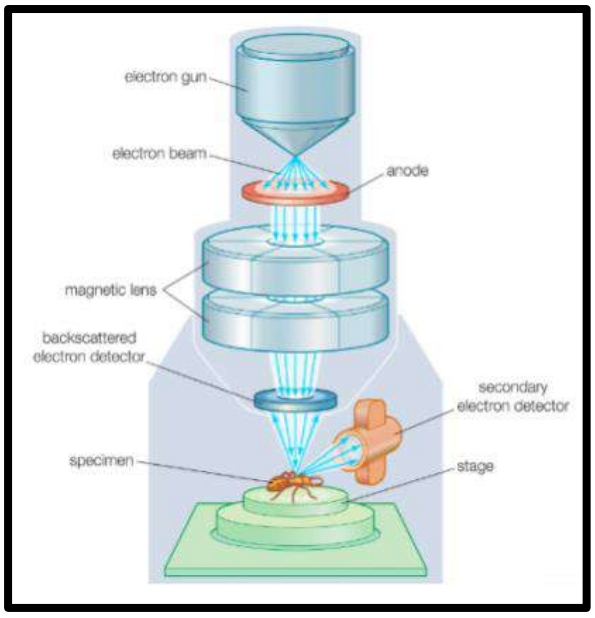
تم بنائه وتطويره في بداية الثلاثينات من القرن الماضي، والجدير بالذكر هذا المجهر قد تم بنائه قبل المجهر الإلكتروني الماسح بحوالي عشر سنوات ومنذ ذلك الحين تم استخدامه في الكثير من التطبيقات الطبية وتطبيقات علوم المواد، ويستخدم حاليا بشكل كبير في دراسة الخواص التركيبية والبلورية للعينات وغيرها من الخواص، ويتميز بقوة تمييز تصل في المتوسط إلى (0.2 نانو متر) .



شكل رقم (1-6) المجهر الإلكتروني النفاذي [21]

ب. المجهر الإلكتروني الماسح (Scanning Electron Microscopy ((SEM) :

من أهم أجهزة التصوير المجهري ويمكن استخدامه في العديد من التطبيقات في مجال علوم المواد والعلوم الطبية فلقد تم وضع تصور نظرية عمله بشكل كامل في الأربعينات الميلادية ، ولم يتم تسويق أول نموذج من هذا الجهاز إلا بعد مرور عشرون عاما تقريبا أي في الستينيات الميلادية، ويتميز هذا المجهر بقدرته التكبيرية التي تصل إلى أكثر من نصف مليون مرة .



شكل رقم (1-7) المجهر الإلكتروني الماسح [22]

(6-1) هدف البحث

هدفت البحث هو تحليل الفرص التي تتيحها تكنولوجيا النانو لتخصص المعلومات والاتصالات وذلك من خلال تحقيق الاهداف الاتية :

1. التعريف بالنانو
2. الاشكال المختلفة للمواد النانوية وادواتها .
3. التطبيقات المختلفة لتكنولوجيا النانو في مجال المعلومات والاتصالات .

الفصل الثاني

تكنولوجيا النانو

في مجال المعلومات والاتصال وتحدياتها

الفصل الثاني : تكنولوجيا النانو في مجال المعلومات والاتصال وتحدياتها

(2-1) المقدمة :

إن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات قطاعا مهما وسريع النمو والتطور في القطاع الصناعي كماُ احرز تقدما هائل من خلال الانتقال من الإلكترونيات يتضمن نسبة عالية من الإبداع، ولقد التقليدية إلى إلكترونيات تكنولوجيا النانو، فلقد خلقت تكنولوجيا النانو تغيرا هائل في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ويمكن الاختراق لتكنولوجيا النانو في مجال المعلومات والاتصالات بطريقتين :

الخطوة الأولى: هي طريقة التصغير من أعلى الى أسفل والتي تنقل التركيب المجهري أو ميكرو التقليدي إلى حدود تكنولوجيا النانو .

الخطوة الثانية: ستظهر على المدى الطويل الكترونيات النانو من أسفل إلى أعلى باستخدام تكنولوجيا خاصة مثل عملية التنظيم الذاتي لتجميع الدوائر والنظم معا.

هذا وتتمثل تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجال المعلومات والاتصالات فى النقاط الرئيسية الآتية : **[23]**

(2-2) تخزين الذاكرة:

تتنافس الشركات الكبرى المخصصة في تصنيع الحاسبات الآلية، على تحقيق إنجازات مهمة في هذا المجال بالاعتماد على تكنولوجيا النانو، ويمكن تحديد اتجاهات التطويرية على الحاسبات الآلية في خمس اتجاهات رئيسية هي :

1. زيادة سرعة المعالجات بالاعتماد على الموصلات الضوئية وخفض معدل استهلاك الطاقة والانبعاث الحراري .
2. زيادة السعة التخزينية لذاكرة الوصول العشوائي RAM مع قدرتها على الاحتفاظ بالبيانات حتى بعد انفصال مصدر الطاقة، وذلك عن طريق ذاكرة الوصول العشوائي المغناطيسية (Memory Access Random Magnetic(MARM)) التي توفر إمكانية تقاطع النفق المغناطيس بمقياس النانومتر **[24]**

(3-2) أجهزة أشباه الموصلات الجديدة :

أشباه الموصلات تأتي على شكل رقاقة، لها خصائص كهربائية معينة تمكنها من العمل كأساس لأجهزة الكمبيوتر والأجهزة الإلكترونية الأخرى. وهي عادةً ما تكون عنصراً أو مركباً كيميائياً صلباً يوصل الكهرباء في ظل ظروف معينة، ما يجعلها وسيلة مثالية للتحكم في التيار الكهربائي والأجهزة الكهربائية اليومية، مثل الهواتف وأجهزة الكمبيوتر والسيارات والطائرات والأسلحة.

هذه الرقاقات أدارت، في العصر الحديث، الآلات بشكل أسرع وأقل كلفةً وأكثر كفاءة، كما أنّها قادت إلى التطور في التصميم والحجم مثل إنتاج هواتف حديثة وخفيفة الوزن ومعدات ذكية في مجموعة من الصناعات. لذلك، فإنّ هذا الدور الذي تؤديه أشباه الموصلات في الصناعات التكنولوجية، وحقيقة أنّها تشغّل كل شيء تقريباً في الحياة اليومية، جعلها تصبح من أبرز الأمور التي تتصارع عليها الدول، وفي طليعتها الصين والولايات المتحدة الأميركية. **[25]**

(4-2) الأجهزة البصرية والإلكترونية الجديدة:

تحل الأجهزة البصرية أو الإلكترونية البصرية حمل الأجهزة التناظرية الإلكترونية التقليدية في تكنولوجيا الاتصالات الحديثة نتيجة عرض نطاقها الترددي وتزايد قدرتها وكفاءتها، ومنها البلورات الضوئية cinotohP Crystals والنقاط الكمية DotsmutnauQ ؛ حيث تعد البلورات الضوئية مواد ذات اختلاف دوري في معامل الانكسار مع شعرية ثابتة يصل طولها إلى نصف الطول الموجي للضوء المستخدمة، مما يجعلها تسمح بتوفري وعرض فجوة حزمية اختيارية الانتشار طول موجة محدده، ومن ثم فهي تتشابه مع شبه الموصلات، ولكن في مجال الضوء أو الفوتونات بد ال من الإلكرتونيات، في حنين تعد النقاط الكمية أجسام نانوية والتي يمكن استخدامها فيما بينها العديد من الأشياء الأخرى لإنتاج أشعة الليزر، ويتميز استخدام ليزر النقاط الكمية عن ليزر شبه الموصل التقليدي في اعتماد طول الموجه المنبعثة على قطر النقطة، كما أن الليزر المنتج بواسطة النقاط الكمية يكون أوفر في التكلفة ويوفر جودة إشعاع أفضل وأعلى من ثنائيات الليزر التقليدية. **[26]**

(5-2) العارضات (شاشات العرض) :

توفر تكنولوجيا النانو إمكانية إنتاج عارضات مختلفة مع استهلاك أقل في الطاقة باستخدام الأنابيب النانوية الكربونية nobraC ، (CNT) Nanotubesهذا وتتميز الأنابيب النانوية الكربونية بقدرتها العالية على التوصيل للكهرباء وصغر قطرها الذي يصل ال بضعة نانومترات، لذا يمكن استخدامها في البث بكفاءة على نطاق انبعاث العارضات DisplaysdleiF Emission(FED)ويتشابه مبدأ وعلى الرغم من أن عملها مع أنبوب أشعة المهبط، إلى أنه أصغر بكثير من ناحية قياس الطول توقيت ظهور هذه التطبيقات غير معروف، الا أن تكنولوجيا النانو تساهم في زيادة القدرة على تخزين البيانات وسرعات المعالجات. **[27]**

(6-2) الحاسب الكمي :

هو حاسب آلي يعتمد على مبادئ ميكانيكا الكم وظواهرها، مثل حالة التراكب الكمي Superposition Quantum والتشابك الكمي Entanglement Quantum ، للقيام بمعاجلة البيانات الحاسبات التقليدية ، ويكمن الهدف من وراء استخدام هذا النوع من الحاسبات هي الاستفادة من الخواص الكمية للجسيمات لتمثيل البيانات ومعالجتها، إضافة الاستخدام قواعد ميكانيكا الكم لبناء وتنفيذ التعليمات والعمليات على هذه البيانات .

(7-2) الفرص الاجتماعية

إن لتأثيرات تكنولوجيا النانو تأثيرات اجتماعية بغض النظر عن مخاطر التلوث على الصحة البشرية والبيئة المصاحبة للجيل الأول من المواد النانوية، كما تفرض تحديات اجتماعية مما أدت إلى اقتراح علماء الاجتماع بضرورة فهم تكنولوجيا النانو وتقديمها، مع وضع تصنيف لهذه التحديات ووضعها مجال البحث ومن ثم اتخاذ القرارات المرتبطة بها، وذلك بهدف ضمان التقدم التكنولوجي الذي يلبي الأهداف الاجتماعية، وهناك عدة تقسيمات للقضايا الاجتماعية، وفيما يلي تقسيمين شاملين من بين هذه التقسيمات التقسيم الأولى بوضع القضايا الاجتماعية لتكنولوجيا النانو في النقاط الخمسة الرئيسية الآتية:

1. القضايا المتعلقة بضمان تطوير تكنولوجيا النانو لإمكاناتها المتعددة من حيث : نقل التكنولوجيا العلاقة بين الشركات والحكومات والجامعات المؤسسات الاستثمارية المبادرات.
2. القضايا المتعلقة بالوعي الاجتماعي والمشاركة في العلم : وتتمثل في دور الجمهور في تشكيل سياسة العلم؛ ادراك احتياجات المستفيدين للتقدم التكنولوجي ودور أماكن العمل والمنظمات غير الحكومية ومجموعات المستهلكين في العمليات الديمقراطية والقضايا الأخلاقية.
3. القضايا الاجتماعية والاقتصادية المتزامنة مع تكنولوجيا النانو : وتتمثل في تسويق العلم مشكلة الابتكار في المملكة المتحدة والملكية الفكرية إدارة المخاطر وتنظيمها الخصوصية ونمو المعلومات وملكيتها والتحكم فيها والتقادم.
4. القضايا المتعلقة بأي تقنية جديدة : إدارة طبيعة المشاكل غير المتوقعة التنمية التنظيمية إدارة التغيير صديقة المستفيد المهارات المطلوبة لإنتاج التكنولوجيا الجديدة واستخدامها .
5. القضايا الخاصة بتكنولوجيا النانو : الاعتماد في تطورها على العلوم البينية متعددة التخصصات والهندسة والمخاطر الجديدة المحتملة وواجهة الإنسان الآلة الطبيعة ائل الأخلاقية المتعلقة بالقطع الأثرية التي تجمع بين العناصر الحية والصناعية .

أما التقسيم الثاني فيقسمها إلى ثلاثة عناصر أساسية، وهي التطبيقات العسكرية، والملكية الفكرية والعدالة الاجتماعية والحريات المدنية، وفيما يلي توضيح مفصل لهذه التقسيمات : **[28]**

(2-7-1) فرص التطبيقات العسكرية

تتضمن المخاطر الاجتماعية لتكنولوجيا النانو التطبيقات العسكرية لتعزيز ودعم المجندين كما حدث في معهد تقنيات النانو للمجندين بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا Institute for Soldier وكذلك تعزيز قدرات المراقبة من خلال محسات النانو يمكن استخدام تكنولوجيا النانو في تطوير الأسلحة الكيماوية، إلا أن النقاد يخافون أن تصبح الأسلحة الكيماوية المطورة باستخدام الجسيمات النانوية أكثر خطورة من الأسلحة الكيماوية المتوافرة حاليا، ذلك بسبب قدرة تلك الأسلحة على تطوير المواد الكيماوية من أحجام الذرة[29].

(2-7-2) فرص الملكية الفكرية

أشار النقاد إلى عالم جديد من الملكية وسيادة الشركات بواسطة تكنولوجيا النانو، فمثلما تتعامل التكنولوجيا الحيوية مع الجينات، وتتضمن براءات اختراع لحفظ الحق في الاختراع، فإن قدرة تكنولوجيا النانو على التعامل مع الجزيئات قد أسفر عن وجود الكثير من براءات الاختراع للمواد وقد شهدت الأعوام القليلة الماضية طفرة هائلة في الحصول على براءات اختراع في مجال تكنولوجيا النانو، حيث تم منح ما لا يقل عن 800 براءة اختراع في مجال تكنولوجيا النانو خلال عام 2003م أن الأرقام تتزايد عاما بعد آخر، ومن الدول الرائدة في عدد براءات الاختراع عام 2002م (6425) براءة اختراع بالولايات المتحدة، و(1050) اليابان، و (245) فرنسا (100) المملكة المتحدة، (87) كوريا، و(86) تايوان (61) أستراليا (55) سويسرا، (44) إيطاليا .[30]

(2-7-3) العدالة الاجتماعية والحريات المدنية

اثيرت العديد من المخاوف حول عدم توزيع تكنولوجيا النانو حيث تستحوذ الدول المتقدمة (ومنها الولايات المتحدة الأمريكية واليابان وألمانيا وكندا وفرنسا) على مزايا تكنولوجيا النانو ومنها المزايا الفنية أو الاقتصادية هذا بالإضافة إلى معظم الأبحاث النانوية والتنمية وبراءات الاختراعات النانوية والمنتجات والسلع الثانوية المختلفة[31] .

كما تتمركز معظم براءات الاختراعات المرتبطة بالتكنولوجيا النانوية في مجموعة من الشركات متعددة الجنسيات، ومنها آي بي إم IBM وميكرون تكنولوجيز Micron Technologiesوأدفانسد ميكرو ديفزيس Advanced Micro Devices بالإضافة إلى إنتل وقد أسفر هذا عن إثارة مخاوف حول عدم إمكانية الدول النامية من الوصول للبنية التحتية لتكنولوجيا النانو، بل والتمويل كذلك والموارد البشرية المطلوبة لتعزيز ودعم الأبحاث والتنمية النانوية، وغالبا ما يسفر هذا عن تفاقم مثل تلك الصور من عدم المساواة. كما تهتم تكنولوجيا النانو المرتبطة ببراءات الاختراع بالزراعة وصناعات الأغذية وتمثل البراءات محور اهتمام بعض المؤسسات على البذور والمواد الزراعية والحيوان والأساليب الزراعية الغذائية الأخرى، ومن المتوقع أن يؤدي هذا إلى زيادة تكلفة الزراعة وذلك من خلال زيادة اعتماد المزارع على المدخلات والموارد الخام المختلفة مما قد يسفر أيضا عن تهميش المزارعين الأكثر فقرا ومنهم هؤلاء الذين يعيشون في الدول النامية[32].

كما يعاني المنتجون بالدول النامية من خسائر عملية إحلال المنتجات الطبيعية (ومنها المطاط والقطن والقهوة والشاي بسبب التنمية النانوية، حيث تمثل تلك المنتجات الطبيعية حاصلات مهمة للتصدير بالدول النامية هذا بالإضافة إلى أن متطلبات معيشة العديد من الفلاحين تعتمد على تلك الحاصلات، مما يؤثر عملية استبدال تلك المنتجات الطبيعية بالمنتجات النانوية الصناعية تأثيرا سلبا على اقتصاديات الدول النامية والتي اعتمدت بصورة تقليدية على تصدير تلك الحاصلات **[33]**

الفصل الثالث

تطبيقات تكنولوجيا النانو في المجالات المختلفة

الفصل الثالث : تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجالات مختلفة

(1-3) المقدمة :

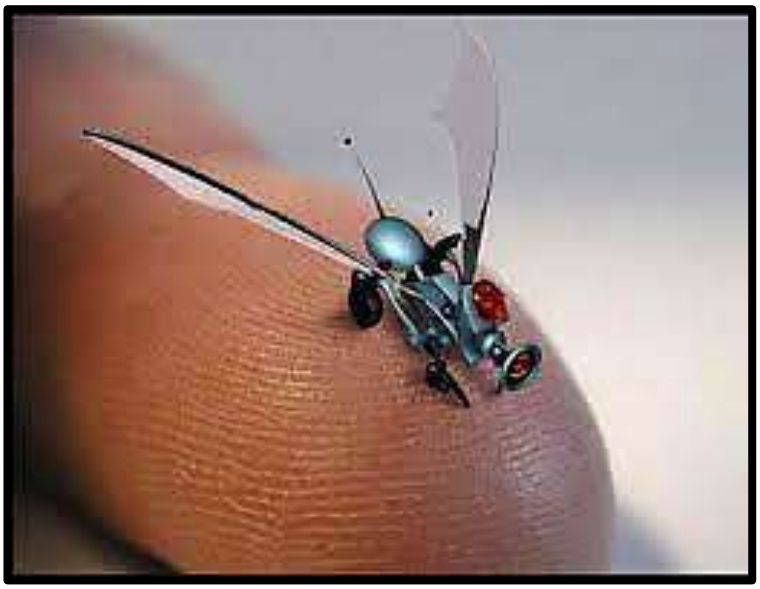
يمكن القول أن استخدام تكنولوجيا النانو تصلح للتطبيق في مختلف المجالات العلمية والهندسية والطبية والعسكرية وعلوم الفضاء وتصنيع الملابس والأغذية...الخ . لكن المجالات المشرحة للإفادة الكاملة من هذه التقنية قد تختلف من بلد إلى آخر، تبعا لتوجهات وأهداف ذلك البلد .

ومثلما أذهلتنا ثورة المعلومات والاتصال في إنجازاتها المتسارعة ، وعلى الرغم من النمو والتحول المتسارع لإنجازات العلم في بلدان العالم المتقدمة ، الا ان المؤسسات العلمية في المنطقة العربية تحاول اللحاق بها وتحقيق إنجازات علمية تتجه لحل مشكلتها التنموية ولتحقيق تطبيقات لإنجازات التحولات العلمية في واقع الحياة العربية، وسنحاول فيما يلي التعرض لبعض تطبيقات تكنولوجيا النانو الشهيرة في المجالات المختلفة :

(2-3) تكنولوجيا مجال التسليح والصناعات الحربية

واحدة من ردود الفعل السلبية على تكنولوجيا النانو هو إمكانية توظيفها في المجالات العسكرية، وظهور سباق تسلح جديد على مستوى الأسلحة النانوية، وبالفعل بادرت بعض الدول منها على وجه الخصوص بحوث وتصنيع بهدف تطوير معدات نانوية تستخدم للأغراض العسكرية، منها على سبيل المثال صناعة طائرات بحجم (الدبور) مجهزة بأجهزة مراقبة واستشعار وكاميرات دقيقة جدا يمكنها، تعقب الأشخاص والقطاعات العسكرية وإرسال تقارير إلى مقرات القيادة، فضلا عن إمكانية تسليحها بأسلحة دقيقة جدا قادرة على تدمير أهدافها بدقة متناهية، وهناك الكثير من السرية والغموض الذي يحيط بتجارب الدول الولايات المتحدة الأمريكية و إسرائيل

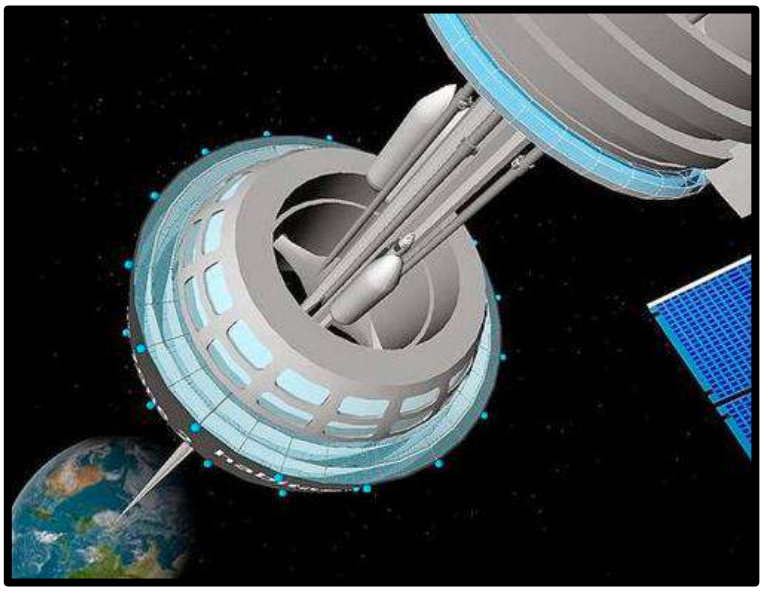
بتخصـــيص ميزانيـــات ضـــخمة لمشـــاريع علـــى اســـتخدام هـــذه التكنولوجيـــا في المجالات العسكرية .[34]



شكل رقم (3-3) تكنولوجيا مجال التسليح والصناعات الحربية [35]

(3-3) تكنولوجيا مجال الفضاء

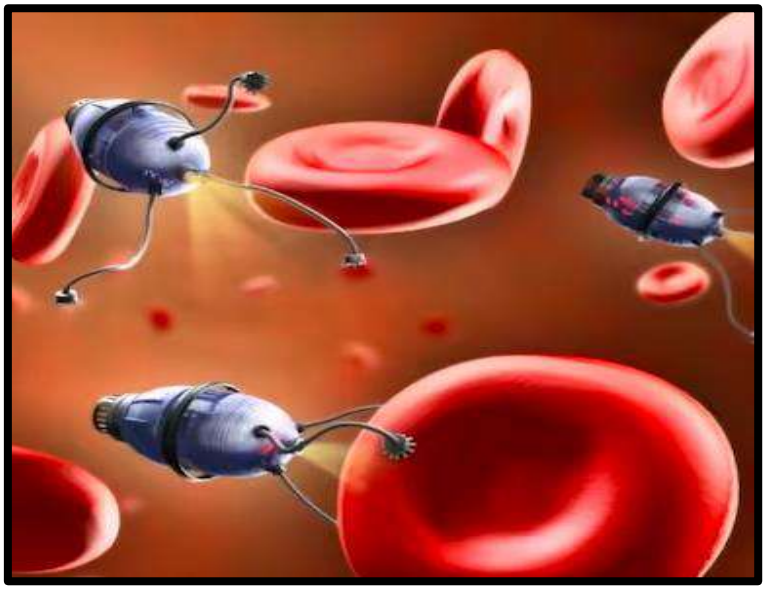
يعـــد الفضـــاء مجـــالا حيويـــا لتطبيقـــات النـــانو تكنولـــوجي ، إذ تخصـــص وكالـــة الفضـــاء الأمريكيـــة (ناســـا) أكثـــر مـــن 40 مليـــون دولار ســـنويا لتنفيـــذ أبحـــاث وتجـــارب تهـــدف إلـــى اســـتخدام تكنولوجيـــا النـــانو فـــي مجـــال الـــرحلات الاستكشـــافية للفضـــاء الخـــارجي ، وهنـــاك معـــدات نانويـــة اســـتخدمت فعـــلا خاصـــة بـــالأجهزة ومكونـــات الأقمـــار الصـــناعية ومعـــدات رواد الفضـــاء ومـــن المؤمـــل أن تـــتم الإفـــادة مـــن هـــذه التقنيـــة بمجـــالات بنـــاء الروبوتـــات صـــغيرة الحجـــم ، وزيـــادة قـــدرة أجســـام المركبـــات الفضـــائية علـــى تحمـــل درجـــات الحـــرارة العاليـــة، فضـــلا عـــن فكـــرة بنـــاء مســـبار بحجـــم صـــغير ومجهـــز بـــأجهزة استشـــعار واستكشـــاف تفـــوق مـــا موجـــود منهـــا الآن وبكلف تصنيعية اقل . [36]



شكل رقم (3-2) تكنولوجيا مجال الفضاء [37]

(3-4) تكنولوجيا مجال الطب :

أن فكرة صناعة روبوت متناه الصغر يمكن حقنه جسم الإنسان لغرض حقن المختبرية على الحيوانات. ويمكن لهذا الانجاز أن يحقق تقدما في معالجة الخلايا السرطانية بشكل مباشر. كما أن هذه الروبوتات يمكن أن تؤدي دور المستكشف لجسم الإنسان من خلال توجيهها باستخدام حواسيب متطورة لغرض الكشف المبكر عن الإمراض وإعطاء تقارير عن الوضع الحالي لخلايا الجسم . لكن بالرغم من النجاحات التي تحققت على مستوى التجارب المختبرية على الحيوانات باستخدام تقنية النانو، تواجه هذه الانجازات تحديات تعيق تقدمها، منها قوانين منع استخدام الجسم البشري لاختبارات من هذا النوع، وذلك لان العلماء لم يتمكنوا لحد الآن من استنتاج الطريقة التي يمكن لجسم الإنسان أن تعامل بها مع هذه الروبوتات وهناك المصابة بالعقارات الطبية دون تعريض الخلايا السليمة ، يعد انجاز طبيا مهما تتنافس عليه العديد من دول العالم اليوم من خلال التجارب انجازات تحققت فعلا خاصة في مجال التصوير الإشعاعي والنواظير الدقيقة .



شكل رقم (3-1) تكنولوجيا مجال الطب [38]

(5-3) تكنولوجيا الكيمياء والبيئة

تلعب تكنولوجيا النانو دورا جليا في كل من عمليتي التحفيز الكيميائي وأساليب الترشيح، حيث توفر المركبات موادا جديدة ذات خصائص وسمات كيميائية محددة مثل الجزيئات الثانوية ذات البيئة الكيميائية أو الخصائص البصرية الخاصة. أي أن كل التركيبات الكيميائية يمكن فهمها من خلال مفردات تكنولوجيا النانو، نتيجة قدرتها على تصنيع جزيئات محددة، ومن ثم تشكل الكيمياء قاعدة أساسية لتكنولوجيا النانو والتي توفر الجزيئات المصممة خصيصا. والبوليمرات بالإضافة إلى العناقيد والجسيمات النانوية .

(1-5-3) التحفيز : يستفيد التحفيز الكيميائي من الجزيئات الثانوية. وتتراوح التطبيقات المحتملة للتجزيئات النانوية في عملية التحفيز من خلايا الوقود إلى المحولات المحفزة والأجهزة التحفيزية الصوتية كما تظهر أهمية التحفيز في إنتاج المواد الكيميائية.

وتعد جزيئات البلاتينيوم Platinum لأن الجيل التالي من المحولات المحفزة في السيارات، وذلك لأن مساحة سطح الجزيئات الثانوية العالية قد تقلص من كمية البلاتينيوم المطلوب، إلا أن هناك بعض المخاوف من التجارب التي تم إجرائها بسبب احتراقها تلقائياً لو اختلط الميثان بالهواء المحيط في حين أن الأبحاث التي يجريها المركز القومي للبحث العلمي (NCRS) بفرنسا قد تسفر عن وضوح وتحديد الفائدة الحقيقية للتطبيقات الحفازة ،

هذا بالإضافة إلى أن الترشيح الثانوي قد يعد من التطبيقات المهمة في المجال ، إلا أنه يجب الحذر مستقبلا من استقصاء إمكانية السمية .[39]

(2-5-3) الترشيح : من المتوقع ظهور تأثير للكيمياء الضوئية على كل من عمليات معالجة المياه المستعملة وتنقية الهواء، بالإضافة إلى أجهزة تخزين الطاقة؛ حيث يمكن استخدام الطرق الميكانيكية أو الكيميائية في تطبيق أساليب الترشيح الفعالة، وتُبنى إحدى فئات أساليب الترشيح على استخدام الأغشية ذات أحجام ثقوب ،ملائمة، مما يسمح بضغط السائل عبر الغشاء، وتعد الأغشية المسامية النانوية ملائمة لعملية الترشيح الميكانيكي ذات المسام متناهية الصغر لما يقل عن 10 نانومترات (الترشيح النانوي) والتي قد تتكون من أنابيب نانوية غشائية، ويستخدم الترشيح النانوي Nanofiltration بشكل أساسي في عملية إزالة الأيونات أو فصل السوائل المختلفة، كما يُطلق على أساليب ترشيح الأغشية Membrane Filtration عملية الترشيح النانوي، والتي تعمل فيما بين أحجام تتراوح بين 10 و 100 نانومتر. وتتمثل أحد أهم تطبيقات الترشيح النانوي في الأغراض الطبية ومنها عملية الغسيل الكلوي. كما توفر الجزيئات النانوية المغناطيسية طريقة معتمدة وفعالة لإزالة ملوثات المعادن الثقيلة من المياه المستعملة من خلال الاستفادة من أساليب الفصل المغناطيسي، وتزيد الجزيئات النانوية من كفاءة القدرة على امتصاص الملوثات بالإضافة إلى أنها بالمقارنة بطرق الترسيب والترشيح التقليدية تعد رخيصة التكلفة ؛ وقد أثبتت دراسة حديثة أن طرق فصل الأغشية النانوية منخفضة التكلفة فعالة في إنتاج المياه الصالحة للشرب [40].

(6-3) تكنولوجيا الطاقة

تتمثل أكثر المشروعات تقدما والمرتبطة بمجال الطاقة في التخزين التحويل، تحسينات التصنيع بالإقلال من المواد المستخدمة ومعدلات العملية التصنيعية، توفير الطاقة (من خلال أفضل طريقة للعزل الحراري) ، وكذلك توفير مصادر متجددة للطاقة، وفيما يلي توضيح لاستخدام تكنولوجيا النانو في الطاقة :

(1-6-3) تقليص استهلاك الطاقة : يمكن التوصل إلى تقليص أقل للطاقة من خلال تطبيق أفضل الأساليب العزل، عن طريق استخدام الإضاءة الكافية أو أساليب الإحراق، واستخدام مواد أقوى في الإضاءة لتستخدم في قطاعات النقل، وتحول اللمبات الضوئية المستخدمة حاليا نحو 5% فقط من الطاقة الكهربائية إلى ضوء؛ إلا أن الأساليب التكنولوجيا النانوية ومنها المصباح الثنائي الباعث للضوء Light-Emitting Diode (LED) أو الذرات المحددة كميا Quantum Caged Atoms (QCA) قد تؤدي إلى ترشيد استهلاك الكهرباء لأغراض الإضاءة[41].

(2-6-3) زيادة كفاءة إنتاج الطاقة : تحتوي أفضل الخلايا الشمسية على طبقات للعديد من أشباه الموصلات المكدسة معا، وذلك بهدف امتصاص الضوء في صور عدة للطاقة، إلا أنها ما زالت مصنعة بأسلوب لا يسمح إلا باستخدام 40% فقط من طاقة الشمس، هذا وتتراوح كفاءة الخلايا الشمسية المتوافرة حاليا بين (15: 20) ، إلا أن تكنولوجيا النانو قد تساعد على زيادة كفاءة تحول الضوء من خلال استخدام الهياكل النانوية ذات استمرارية من الحزم ذات الفجوات، والجدير بالذكر أن كفاءة محرك الاحتراق الداخلي تتراوح ما بين 30 %40) ، إلا أن تكنولوجيا النانو قد تحسن من معدل الاحتراق من خلال تصميم محفظات خاصة ذات مساحة سطحية أكبر[42].

(3-6-3) استخدام أنظمة للطاقة أكثر صداقة للبيئة : تتمثل إحدى نماذج الطاقة الصديقة للبيئة في استخدام خلية وقود تشتعل بواسطة الهيدروجين والتي تنتج بصورة مثالية من الطاقات المتجددة، ولعل أفضل مادة ثانوية مستخدمة بخلية الوقود تتمثل في المحفز المكون من جزيئات المعادن النبيلة المدعومة بالكربون ذات قياسات (1: 5 نانومتر، وتحتوى تكنولوجيا

النانو قد تحسن من معدل الاحتراق من خلال تصميم محفزات خاصة ذات مساحة المواد المناسبة لتخزين الهيدروجين على عدد ضخم من المسام النانوية الصغيرة، ومن ثم يتم الاستفادة من العديد من المواد النانوية في مجال البحث والتحقيق، كما قد تساهم تكنولوجيا النانو في زيادة تقليص الملوثات المنبعثة من محرك الاحتراق من خلال استخدام مرشحات المسام الثانوية، والتي تستطيع تنقية وتنظيف العوادم ميكانيكيا من خلال المحولات المحفزة والقائمة على جزيئات المعادن الثانوية أو من خلال المغلفات المحفزة على جدران الأسطوانة والجزيئات الثانوية المحفزة والتي قد تستخدم كذلك كإضافات للوقود .[43]

(3-6-4) إعادة شحن البطاريات : نتيجة قلة كثافة الطاقة بالبطاريات بصورة نسبية، فإن وقت التشغيل محدود بالإضافة إلى الحاجة إلى إعادة الإحلال أو الشحن مرة أخرى، هذا بالإضافة إلى أن العدد الضخم للبطاريات والمجمعات المستنفذة تخلق مشكلة في التخلص منها، لذا فإن استخدام البطاريات ذات كمية الطاقة الأعلى بداخلها أو تلك القابلة لإعادة الشحن مرة أخرى أو حتى استخدام المكثفات الفائقة ذات معدلات إعادة الشحن العالية باستخدام المواد النانوية قد تكون مفيدة بصورة واضحة لحل مشكلة التخلص من البطاريات المستهلكة .[44]

(3-7) تكنولوجيا الصناعات الثقيلة

تتمثل الاستفادة الحتمية من تكنولوجيا النانو في مجال الصناعات الثقيلة فيما يلي:

(3-7-1) الفضاء : يعد الفضاء مجالا حيويا لتطبيقات تكنولوجيا النانو، إذ تخصص وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) أكثر من 40 مليون دولار سنويا لتنفيذ أبحاث وتجارب تهدف إلى استخدام تكنولوجيا النانو في مجال الرحلات الاستكشافية للقضاء الخارجي، وهناك معدات نانوية استخدمت بالفعل خاصة بالأجهزة ومكونات الأقمار الصناعية ومعدات رواد الفضاء ومن المؤمل أن تتم الإفادة من هذه التكنولوجيا بمجالات بناء الروبوتات صغيرة الحجم، وزيادة قدرة أجسام المركبات الفضائية على تحمل درجات الحرارة العالية، فضلا عن فكرة بناء مسبار بحجم صغير ومجهز بأجهزة استشعار واستكشاف تفوق ما موجود منها الآن وبتكلفة أقل[45].

وقد يسفر استخدام تكنولوجيا النانو عن تقليل وزن الطائرة بدون محرك إلى النصف تقريبا في حين يتم زيادة قوتها ومتانتها، كما ستقلل تكنولوجيا النانو من كتلة المكثفات الفائقة والتي ستستخدم في توفير القوة للمحركات الكهربائية المساعدة بهدف إقلاع الطائرة بدون محرك عن الأرض المنبسطة إلى التعليق في الأجواء العالية[46].

(2-7-3) الإنشاءات : يمكن لتكنولوجيا النانو زيادة معدل الإنشاءات عن طريق سرعة إنهائها وبسعر أقل وأكثر تنوعا، حيث قد تتيح تكنولوجيا النانو عملية التشغيل الآلي للإنشاءات التي تمكن من إنشاء هياكل وبنايات تتنوع من المنازل المتقدمة إلى ناطحات السحاب الهائلة وذلك بصورة اسرع وبتكلفه أقل بكثير[47].

(3-7-3) المرشحات : يمكن عن طريق استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو في المرشحات أو المصافي إزالة والتخلص من أية شوائب في المواد المنتجة سواء الصلب أو الألومنيوم [48].

(4-7-3) تصنيع المركبات : مثلما يحدث في تصنيع مركبات الفضاء نجد أن المواد الأخف والأقوى تفيد كثيرا في تصنيع المركبات والسيارات والتي تتسم بالسرعة والأمان، كما تستفيد محركات الاحتراق من الأجزاء التي تتسم بالصلابة والمقاومة للحرارة، وتدخل النانو أيضا في تحسين الزجاج بشكل عام وتحسين زجاج النوافذ بشكل خاص حيث يصبح عالي الشفافية وذلك باستخدام نوع معين من جسيمات النانو في صناعة نوع من الزجاج يعرف باسم "الزجاج النشط. حيث أن هذه الجسيمات تتفاعل مع الأشعة الفوق بنفسجية فتهتز مما يزيل الرواسب والأوساخ والغبار الملتصق بالسيارات، كما أن هذه الجسيمات تتميز بأنها تشكل سطحا قابلا للماء مما يجعل تنظيفها أمرا سهلا لدرجة أنه أطلق عليه اسم زجاج التنظيف الذاتي": ومن مزايا القطع المحسنة المستخدمة في صناعة الأجزاء الداخلية أنها تقلل من استهلاك الوقود ، كما أنها ستساعد في صنع محركات نفاثة تتميز بهدوئها وأدائها العالي[49].

(3-8) تكنولوجيا السلع الاستهلاكية

تؤثر تكنولوجيا النانو على مجال استهلاك السلع المختلفة، حيث توفر منتجات ذات وظائف جديدة تتراوح من السهلة إلى النظيفة - إلى المقاومة للخدش؛ حيث تصبح الملابس بالمعنى البسيط "ذكية"، وذلك من خلال دمج إلكترونيات قابلة للارتداء ، وتتوافر العديد من السلع أمثلة المحسنة باستخدام الجزيئات النانوية وبخاصة في مجال مستحضرات التجميل، وفيما يلي لهذه التطبيقات:

(3-8-1) الأغذية : توفر تكنولوجيا النانو مجموعة من الحلول للتحديات الهندسية والعلمية في مجال الأغذية والصناعة الحيوية لتصنيع أغذية آمنة عالية الجودة من خلال استخدام وسائل لها القدرة على التحمل؛ حيث يمكن تطبيق تكنولوجيا النانو في مجالات إنتاج وتجهيز وسلامة وتعبئة الأغذية فهي قد تحسن عملية التغطية والتغليف باستخدام المكونات النانوية من خلال إضافة عوامل مضادة للبكتريا مباشرة على سطح الشريط المغلف، كما قد تزيد المكونات النانوية أو تقلل من عملية نفاذ الغاز في طبقات الحشو المختلفة وفقا لما هو مطلوب في المنتجات المختلفة، هذا بالإضافة إلى أنها تُحسن من خصائص المقاومة للحرارة والخصائص الميكانيكية، وتقلص من معدل انتقال الأكسجين ؛ هذا وتجرى العديد من الأبحاث بهدف تطبيق تكنولوجيا النانو في عملية الكشف عن المواد الكيميائية والحيوية في الأغذية المختلفة. [50]

(3-8-2) الأغذية النانوية : تعد عملية إنتاج الأغذية الجديدة ضمن مجال المنتجات الاستهلاكية المعتمدة على تكنولوجيا النانو والتي تظهر بالأسواق بمعدل من 3 إلى 4 سلع أسبوعيا .

وهذا بناء على ما أورده مشروع تكنولوجيا النانو والذي اعتمد في تقريره على حصر ما يقرب من 609 منتج نانوي؛ وتتضمن القائمة ثلاثة أطعمة - وهي نوعا من زيوت الكانولا ويطلق عليه (كانولا أكتف أويل) Canola Active Oil .[51]

(3-8-3) الأدوات المنزلية : لعل أشهر تطبيق لتكنولوجيا النانو في مجال الأدوات المنزلية هو التنظيف الذاتي أو الأسطح (سهلة التنظيف) على السيراميك أو الزجاج، حيث حسنت

جزيئات السيراميك النانوية من نعومة ومقاومة الحرارة للأجهزة المنزلية العامة ومنها المكواة[52].

(3-8-4) البصريات : تتوافر بالأسواق أول نظارة شمسية تستخدم طلاءات البوليمر الرقيقة جدا والحامية والمضادة للانعكاس كما توفر تكنولوجيا النانو في مجال البصريات طلاءات سطحية مقاومة للخدش باستخدام مكونات نانوية، هذا بالإضافة إلى أن بصريات النانو قد تسمح بزيادة دقة تصحيح شبكية العين والأشكال الأخرى من جراحات ليزر العين[53].

(3-8-5) الأنسجة : تستخدم الألياف النانوية بالفعل في تصنيع أقمشة طاردة للمياه والبقع، كما أنها مقاومة للانكماش والتجعد ، وقد يتم غسل الأقمشة ذات التشطيب النانوي مرات أقل وعلى درجات حرارة أكثر انخفاضا في حين استخدمت تكنولوجيا النانو لتكامل أغشية جزيئات الكربون الصغيرة وكذلك ضمان حماية كامل السطح من التغيرات الكهربائية الساكنة بالنسبة لمرتدي تلك الأقمشة، وقد تم تطوير العديد من التطبيقات الأخرى بالمؤسسات البحثية ومنها معمل أنسجة التكنولوجيا النانوية والموجود بجامعة كورنيل .[54]

(3-8-6) مستحضرات التجميل : تتمثل أحد مجالات تطبيقات تكنولوجيا النانو في الواقيات أشعة الشمس، حيث تعاني طريقة الحماية التقليدية من الأشعة فوق البنفسجية من افتقارها إلى الاستقرار على المدى الطويل؛ إلا أن الواقيات من الشمس القائمة على جزيئات النانو المعدنية ومنها ثاني أكسيد التيتانيوم توفر المزيد من المزايا حيث يكون الجزيئات أكسيد التيتانيوم النانوي تأثيرا مقارنا في خاصية الحماية من أشعة الشمس فوق البنفسجية كما هو الحال في المواد السائبة، ولكنها تفقد عملية التبييض غير المرغوبة للمستحضرات الأخرى حيث يتناقص حجم الجزيء . [55]

(3-8-7) الزراعة : يمكن لتكنولوجيا النانو تغيير قطاع الزراعة وسلسلة إنتاج الغذاء بالكامل من عملية الإنتاج وحتى عملية الحفظ والتجهيز والتعبئة والنقل وحتى معالجة النفايات؛ حيث يكون الأفكار علوم النانو وتطبيقاته القدرة على إعادة تنظيم دائرة الإنتاج، وكذلك إعادة بناء التجهيزات وعمليات الحفظ، بالإضافة إلى إعادة تعريف المستهلكين بعادات الغذاء؛ هذا بالإضافة إلى أنه يمكن للتطبيقات المختلفة التكنولوجيا النانو مواجهة التحديات الرئيسية

والمرتبطة بمجال الزراعة، مثل: انخفاض الكفاءة الإنتاجية في المساحة المزروعة، وكبر حجم المساحة الغير مزروعة، وتقليص الأراضي القابلة للزراعة، وفقدان الموارد ومنها المياه والمخصبات ومبيدات الحشرات وضياع المنتجات هذا بالإضافة إلى الأمن الغذائي للأعداد النامية .[56]

(3-9) الاستنتاجات

لذا توصي الدراسة بما يلي :

1. محاولة مواكبة التقدم التكنولوجي ، وذلك بالتوعية بتكنولوجيا النانو وأهميتها عن طريق المقررات الدراسية وورش العمل والندوات والمؤتمرات .
2. إثراء البحث العلمي اخلاص بتكنولوجيا النانو وتطويره ونشر ثقافته عن طريق البعثات أو الدورات التدريبية المكثفة، والتدريب على كافة وسائلها .
3. أهمية العمل على إنشاء مجموعات علمية تكاملية بين جميع التخصصات العلمية ذات العالقة مما يساهم في إنجاز الأهداف التي تطبق فيها التقنية.

(3-10) الدراسات المستقبلية

1. تواجه الدول العربية تحدّيات مستعجلة في مجالاتٍ مثل الطاقة والبيئة والصحة والموارد المائية، وذلك بسبب النموّ السكاني السريع، ونضوب احتياطيات المياه الجوفية، والتأثيرات التي يسببها التغيّر المناخي في العالم العربي، ومنها الندرة الشديدة للمياه.
2. تحتاج الدول العربية إلى مواجهة هذه التحديات من خلال اعتماد تكنولوجيات جديدة، مثل تكنولوجيا النانو، والتكنولوجيا الحيوية. في هذه الدراسة، نعرض تكنولوجيا النانو والمواد النانوية، وتطبيقاتهما المحتملة في المجالات المختلفة، وكيف تساعد هذه التكنولوجيا في حلّ مشكلات عديدة تخص جوانب الحياة في العالم العربي.
3. تقف الدراسة أيضًا عند الفرص المختلفة التي تتيحها المواد النانوية وأنظمة النانو من خلال دورها في تحسين مناحٍ حياتيةٍ متعددة، وتحويل اقتصاد العالم العربي إلى مجتمع قائم على المعرفة.

Sources and References

[1] Keiper A. The nanotechnology revolution. The New Atlantis (Journal of Technology & Society) [(2003) online]. Last accessed 12 November 2014 at ttp://www.thenewatlantis.com/publications/the-nanotechnology-revolution.

[2]نهى الحبشي ، ما هي تقنية النانو مقدمة مختصرة بشكل دروس مبسطة ، الطبعة الأولى، مكتبة الملك فهد الوطنية، ، الرياض، السعودية ، 2009.

[3] Yadav BC, Kumar R. Structure, properties and applications of fullerenes. International Journal of Nanotechnology and Applications 2008;2:15-24.

[4] Vittorio, S. (Oct. 2001) MicroElectroMechanical Systems (MEMS).- Available at: http://www.csa. com/discoveryguides/mems/overview.php

[5] Bruus, H. (2004) Introduction To Nanotechnology.- Available at: http://web-files.ait.dtu.dk/bruus/TMF/publications/books/nnote.pdf

[6] Gommersall, L. et.al. (2007) Nanotechnology and Its Relevance to the Urologist.- European Urology, 52 : pp.368-375.- Available at: http://www.europeanurology.com/article/80302-2838 %2807%2900659-8 pdf/Nanotechnology+and+its+Relevance to the Urologist

[7] Freestone, I. et.al. (2007) The Lycurgus Cup -A Roman Nanotechnology.- Gold Bulletin, 40/4.- Available at: http://master-mc.u-strasbg.fr/IMG/pdf/lycurgus.pdf

[8] Hirst, K. Damascus Steel - Sword Makers of the Islamic Civilization. Ancient Technology and Modern Alchemy. About.com Guide. Available at: http://archaeology.about.com/od/ancientweapons/a/damascus steel.htm

[9] Gupta, R. (Feb. 2010) History of Nanotechnology. Articles Wave.com. Available at: http://www. articleswave.com/science-articles/history-of-nanotechnology.html

[10] Feynman, R. (1960) There's Plenty of Room at the Bottom: An Invitation to Enter a New Field of Physics. Engineering and Science magazine, XXIII (5).- Available at: http://nanoparticles.org/pdf/Feynman. pdf

[11] Drexler, E., Peterson, C. and Pergamit, G. (1991) Unbounding the Future: the Nanotechnology Revolution. William Morrow and Company, Inc.- Available at: http://www.foresight.org/UTF/download/

[12] Fahrner, W.R. . Nanotechnology and Nanoelectronics : Materials, Devices, Measurement Techniques.NY:Springer,2004, 269p.

[13] https://nano.ksu.edu.sa/ar/nanotech-shapes-fullerene .

[14] Fullerenes: Overview, Exposure, Uptake, and Behaviour.

[15] https://nano.ksu.edu.sa/ar/nanotech-shapes-balls

[16] Nano Balls.

[17] A.B.D. Nandiyanto; S.-G Kim; F. Iskandar; and K. Okuyama 2009 447–453

[18] Bell, T. Classification, Definitions, Properties, Hazards, Risks and Toxicology of Nanoparticles and

Nanotech.

[19] Bottomley, L. (1998) Scanning Probe Microscopy.- Anal. Chem., 70, 425R-475R.-

[20]https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ScanningTunnelingMicroscope_schematic.png#/media/ملف:ScanningTunnelingMicroscope_schematic.png

[21] https://www.britannica.com/technology/transmission-electron-microscope .

[22] https://www.britannica.com/technology/scanning-electron-microscope .

[23] Nanotechnology In Information And Communication Technology.

[24] United States National Nanotechnology Initiative. Benefits and Applications.

[25] Hsu, T. (2002) Miniaturization – A Paradigm Shift In Advanced Manufacturing And Education.- 2002

IEEE/ASME International conference on Advanced Manufacturing Technologies and Education in the 21st Century, Chia-Yi, Taiwan, Republic of China, August 10-15.

[26] Towe , E., et.al. (August 1999) Optoelectronicdevices On Novel Index Surfaces.- Microelectronics Journal, 30 (8): pp. 783–791.

[27] Xie, C. (2005) Can Nanotechnology Revive Field Emission Display Technology? .- Available at:

[28] Stephen, W., Richard, J. and Alison, G. (2003) The Social and Economic Challenges of Nanotechnology.-

Economic and Social Research Council.- Available at:

[29] Chris Phoenix, CRN . (2005) Military Uses of Nanotechnology.

[30] Huang Z. (2003) Longitudinal Patent Analysis For Nanoscale Science And Engineering: Country,

Institution And Technology Field.- Journal of Nanoparticle Research, 5 :pp. 333–363.

[31] Invernizzi, N, Foladori, G. and Maclurcan, D. (2008) Nanotechnology’s Controversial Role for

the South.- Science Technology and Society, 13 (1): 123–148.

[32] Scrinis, G. And Lyons, Kristen. The Emerging Nano-Corporate Paradigm: Nanotechnology And The Transformation Of Nature, Food And Agri-Food Systems.- International Journal Of Sociology Of Food And Agriculture, 15 (2).

[33] Invernizzi, N, Foladori, G. and Maclurcan, D. (2008) op.cit .

[34] David HAY. , MILITARY APPLICATIONS OF NANOTECHNOLOGY : CHALLENGES FOR ARMS Control. Available on http://www.ipb.org/newsletters/docs/MilApplicat%20NanoTech.pdf .

[35] https://nayelblogger.blogspot.com/2014/08/blog-post_52.html .

[36] Nanotechnology: Scientists Pin Big Hopes on a Small Scale: http://www.space.com/businesstechnology/technology/nanotech_space_041222.html

[37] https://nayelblogger.blogspot.com/2014/08/blog-post_13.html .

[38] https://www.arageek.com/

[39] Hillie, T. and Hlophe, M. (2007) Nanotechnology And The Challenge Of Clean Water.- Nature

Nanotechnology, 2:pp. 663 – 664.- Available at: nnano.2007.350.html

[40] Hillie,T. and Hlophe,M. (2007) op.cit.

[41] The A to Z of Nanotechnology. (2007) Energy Savings and the Reduction Of Energy Consumption Using Nanotechnology.- Available at:

[42] Nanotechnology Making Solar Energy More Affordable.

[43] Rafael. (2008) Nanotechnology Applications In The Energy Sector.

[44] Stober, D. (2007) Nanowire Battery Can Hold 10 Times The Charge Of Existing Lithium-Ion Battery.

[45] David, L. (22 Dec. 2004) Nanotechnology: Scientists Pin Big Hopes on a Small Scale .

[46] Meyyappan, M. (2005) Nanotechnology in Aerospace Applications.- In Nanotechnology Aerospace

Applications (pp. 6-1 – 6-2). Educational Notes RTO-EN-AVT-129, Paper 6. Neuilly-sur-Seine, France:

RTO.

[47] Mann, S. (31 Oct. 2006) Nanotechnology and Construction.- Nanoforum.org European Nanotechnology

Gateway.

Nanoforum%20report.pdf?08112010050156

[48] Kung , H. and Kung, M. (Nov. 2004) Nanotechnology: Applications And Potentials For Heterogeneous

Catalysis.- Catalysis Today, 97 (4, 3) pp. 219–224.

[49] Nanotechnology in Cars: Drive of the Future.

[50] Nanotechnology and food Food-fullweb.pdf

[51] Project on Emerging Nanotechnologies. (2009) Canola Active Oil.

[52] Nano Household.

[53] WIKI books (2010) Nanotechnology/Nano-optics.

[54] Schrijver, I. et.al. (2009) Nanotechnology In Textile Applications: Research @ Centexbel.

[55] Mu, L. and Sprando, R. (2010) Application of Nanotechnology in Cosmetics.- Pharm Res, 27:

pp.1746–1749.

[56] Nanoforum Report. (April 2006) Agriculture and Food.- Available at:.- ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/

nanotechnology/docs/nanotechnology_in_agriculture_and_food.pdf .