جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة المثنى

كلية العلوم

قسم الفيزياء

تكنلوجيا النانو في مجال المعلومات والأتصالات

بحث تقدم به كلا من الطالبات :-

رباب صالح مشولي **رقية حسن وحيد**

تبارك حميد فرحان

إلى مجلس إدارة كلية العلوم / قسم الفيزياء وهو جزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في الفيزياء

بإشراف

أ.م.د نها مجيد حميد

2022 م

بـــــسم الله الرحـــــمن الرحـــــيم

(اقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ ﴿١﴾ خَلَقَ الْإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ ﴿٢﴾ اقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ ﴿٣﴾ الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ﴿٤﴾ عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ ﴿٥﴾)

صَدَقَ اللهُ العَلِيُّ العَظيم

[العلق :١-٥]

اقرار المشرف على البحث

اشهد ان هذا البحث الموسم بـ " تكنلوجيا النانو في مجال المعلومات والأتصالات " والمقدم من قبل الطالبات :

1. **رباب صالح مشولي**
2. **رقيه حسن وحيد**
3. **تبارك حميد فرحان**

جرى تحت إشرافي في كلية العلوم /جامعة المثنى كجزء من متطلبات الحصول على شهادة البكالوريوس في علوم الفيزياء .

التوقيع :

الأسم : نها مجيد حميد

التاريخ : / / 2022

بناءا على التوصيات المتوفرة ارشح هذا البحث للمناقشة .

التوقيع:

الأسم :م .د. صلاح عبد الخضر حسن

رئيس القسم

التاريخ: / / 2022

اقرار لجنة المناقشة

نشهد نحن اعضاء لجنة المناقشة الموقعين أدناه بأننا قد اطلعنا على هذا البحث الموسم بـ" تكنلوجيا النانو في مجال المعلومات والأتصالات " المقدم من قبل الطالبات :

1. **رباب صالح مشولي**
2. **رقيه حسن وحيد**
3. **تبارك حميد فرحان**

وقد ناقشنا الطالبات في محتوياتها ومايتعلق بها كجزء من متطلبات الحصول على شهادة البكالوريوس في " الفيزياء " فوجدناها مستوفية لمتطلبات الشهادة وعليه نوصي بقبول البحث بتقدير ( ) .

رئيس اللجنة :

/ / 2022

عضو **عضو**

/ / 2022 **/ / 2022**

مصادقة رئيس القسم

اصادق على ماجاء بقرار اللجنة اعلاه .

رئيس القسم : م .د. صلاح عبد الخضر حسن

التاريخ : / / 2022

الأهداء

- إلى .....من سعى وشقى لينير لي طريق شبابي **
- إلى .....من لم يبخل بشيء من أجل دفعي إلى طريق السعادة **
- إلى .....والدي العزيز أطال الله في عمره **

- شكري وإهدائي إلى من أرضعتني لبن الجنة والحنان في صغري **
- وإلى من سالت سليل الشمع لتنير طريق شبابي **
- منها وإليها فكانت الجنة تحت قدميها **
- إلى .....من انتظرت هذه اللحظة بفارغ الصبر **
- إلى .....والدتي العزيزة **

إلى .....جميع أساتذتي الذين اشرفوا على تدريسي من المرحلة الأولى ** وحتى تخرجي

** إلى كل من أحب **

الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين سيدنا محمد وعلى آلة وصحبة ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين وبعد ..

فإني اشكر الله تعالى على فضله حيث اتاح لي إنجاز هذا العمل بفضله فله الحمد أولاً وأخراً .

وقال رسول الله (صلى الله عليه وسلم): " مَنْ صَنَعَ إِلَيْكُمْ مَعْرُوفًا فَكَافِئُوهُ ، فَإِنْ لَمْ تَجِدُوا مَا تُكَافِئُونَهُ فَادْعُوا لَهُ حَتَّى تَرَوْا أَنَّكُمْ قَدْ كَافَأْتُمُوهُ " ..... (رواه أبو داوود)

وايضاً وفاءً وتقديراً واعترافاً مني بالجميل اتقدم بجزيل الشكر لأولئك المخلصين الذين لم يألوا جهداً في مساعدتنا في مجال البحث العلمي ، وأخص بالذكر الدكتورة الفاضلة :- "نهى مجيد حميد " على هذه الدراسة وصاحبه الفضل في توجيهي ومساعدتي في تجميع المادة البحثية ، فجزاها الله كل خير ولا انسى ان اتقدم بجزيل الشكر للذي قام بتوجيهنا طيلة هذه الدراسة .

وأخيراً اتقدم بجزيل شكري إلى كل من مدوا لي يد العون والمساعدة في اخراج هذه الدراسة على اكمل وجه .

جدول المحتويات

العنوان	الصفحة
الخلاصة	8
الفصل الأول (مقدمة)	9
1-1 مقدمة	10
1-2تعريف تكنلوجيا النانو	11
1-3 تاريخ تكنلوجيا النانو	14
1-4 أشكال المواد النانوية	18
1-5 تقنيات تكنلوجيا النانو	22
الفصل الثاني (تطبيقات تكنلوجيا النانو)	26
2-1 مقدمة	27
2-2 مجال العلوم الطبية	27
2-3 الكيمياء و البيئة	30
2-4 الطاقة	31
2-5 الصناعات الثقيلة	33
2-6 السلع الاستهلاكية	34
الأستنتاجات	37
المصادر	38

الخلاصة

تعد تكنلوجيا النانو ثورة علمية هائلة لا تقل عن الثورة الصناعية التي نقلت الأنسان إلى عصر الآلات الصناعية أو ثورة التكنلوجيا التي نقلت الأنسان إلى عصر الفضاء والاتصالات والإنترنت ، وتطور شامل في مختلف المجالات وكل فروع العلوم ، فما تقدمه تكنلوجيا النانو هو القدرة على صنع كل ما يتخيله الإنسان بكلفة أقل وجودة أعلى وهذه القدرة ستكون مفتاح التقدم العلمي الذي سيغير معالم الحياة نحو قد لا يستطيع الإنسان تصور كل أبعاده اليوم ، وفي ذلك يقول أحد العلماء إن ما سننتجه ونكتشفه باستخدام هذه التكنلوجيا في السنوات القليلة القادمة سوف يعادل بل سيتجاوز ما تم اكتشافه منذ أن خلقت الأرض .

تكنلوجيا 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 استخدم الدوائر المتكاملة ؛ وجاء الجيل الرابع باستخدام المعالجات الصغيرة الذي احدث ثورة هائلة في مجال الإلكترونيات بإنتاج الحاسبات الشخصية والرقائق السيليكونية التي أحدثت تقدما في العديد من المجالات العملية والصناعية .

الفصل الأول

(ماهي تكنلوجيا النانو: تعريفها ،تاريخها ، تطورها ،اشكالها)

1 - 1 مقدمة

قبل ظهور النانو كانت تكنلوجيا الميكرو هي المستخدمة في الأنظمة التكنولوجية ، مثل الشرائح الإلكترونية ، حيث تتراوح أحجامها في المدى من الميكرو متر إلى الميليمتر ، والميكرو متر هو مقياس طولي يساوي جزء من المليون من المتر أو يقابل عشر حجم قطرة من الرذاذ أو الضباب . ويستخدم الميكرو متر لقياس الأطوال الموجية للأشعة تحت الحمراء ، ومن الأنظمة الميكروية المعروفة الأنظمة الكهروميكانيكية الميكروية. ويتم تصنيع هذه الأنظمة بواسطة تقنيات مختلفة ، مثل : تصنيع شرائح السيلكون المستخدمة في الإلكترونيات ، الكحت الرطب والجاف ، وآلات التفريغ الكهربي وقد استخدمت الأجهزة الميكروية في عدد كبير من الصناعات ، مثل طابعات الحبر النفاثة ، مجسات الضغط لقياس ضغط الهواء في إطارات السيارات وقياس ضغط الدم ، القافلات الضوئية المستخدمة في الاتصالات وإرسال المعلومات .

ومن المواد المستخدمة في تصنيع الأجهزة الميكروية مادة السيلكون حيث تعتبر العصب الرئيسي لصناعة الدوائر الإلكترونية المتكاملة ، هذه المادة تعطي عمرا طويلا للأجهزة وتعمل لمدة تتجاوز البليون والترليون دورة بدون عطل ، ويمكن كذلك استخدام البوليمرات لتصنيع الأجهزة الميكروية ، حيث يمكن تصنيعها بأحجام كبيرة وذات خصائص مختلفة . وأخيرا تستخدم الفلزات في تصنيع الأجهزة الميكروية حيث تعطي درجه عالية من الاعتمادية ، ومن الأمثلة على الفلزات المستخدمة الذهب ، النيكل ، الألمنيوم ، الكروميوم والفضة .[1]

وتأتي تكنلوجيا النانو لتحل بديلا عن تكنلوجيا الميكرو حيث يمكن تصنيع الأجهزة الكهروميكانيكية والإلكترونية النانوية ، وتقليل حجم جميع تلك الاجهزة المستخدمة بمقدار ألف مرة عن حجم أجهزة الميكرو ، مما يؤدي إلى تغيير أداء تلك الاجهزة 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 انها 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 اسطولا من الروبوتات النانوية الطبية والتي يمكن لنا حقنها في الدم أو ابتلاعها لتعالج الجلطات الدموية والأورام والأمراض المستعصية .

1 - 2 تعريف تكنلوجيا النانو

مصطلح " نانو" مشتق من الكلمة الإغريقية (Midget) والتي تعني دقيق او صغير او قزم ، وعلية يمكن تعريف هذه التكنلوجيا متناهية الصغر على أنها وحدة قياس دقيقة ومتناهية الصغر لبادئات العديد من القياسات المختلفة للخلايا الحية ، والمركبات الكيميائية ، والقياسات الفيزيائية والإشعاعية ، والمنتجات التجارية والطبية والزراعية والحيوية والكهربائية ، وفي مجالات الحاسوب والصناعات العسكرية والسلمية المختلفة ؛ فعلى سبيل المثال : فإن أطول الطرق تقاس بالكيلومترات ، ويقاس ارتفاع الطائرة بألآف الكيلومترات ، كما ان الأقمشة والورق والسجاد وقطع الخشب تقاس بالأمتار ، في حين تقاس أوراق الأشجار والمصاحف والكتب الصغيرة بالسنتيمترات ، وتقاس مختلف أنواع السوائل والماء والحليب باللليترات ، ويوزن الحديد والإسمنت والحصى بالطن، كما ان خلايا الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms ، مثل: البكتيريا والفيروسات وبعض الفطريات والطحالب والأوليات وشريط الحامض النووي تقاس بالميكرون Micron والنانو ميكرون Nanomicron ، حيث يبلغ قطر الشعرة الواحدة للأنسان حوالي (8000) نانومتر في حين تبلغ قطر خلية كريات الدم الحمراء الواحدة حوالي (7000) نانومتر ويبلغ جزئ قطر الماء حوالي (0.3) نانومتر (النانو يساوي جزء الألف من الميكرومتر أي جزء من المليون من المليمتر أو واحد على ألف مليون من المتر أو10^{-9} من المتر) .

وفي المقابل هناك أيضا قياس المصغر Micrometer وهو إدارة 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 ، وفي هذا المجال فإنه يمكن ترتيب حوالي (9) ذرات من عنصر الهيدروجين بجانب بعضها على مقياس نانومتر واحد ؛ وعند قياس العناصر المعدنية في السوائل والماء ومخلفات الصرف الصحي على سبيل المثال فإن تلك القياسات تقاس بالجزء في المليون PPM او جزء في البليون PPB ، كما ان المصادر الإشعاعية المختلفة مثل أشعة جاما وبيتا وأشعة إكس والأشعة فوق البنفسجية والأشعة الحمراء وأشعة الليزر تقاس بالريم أو بالملي ريم والميكروريم أو الرونتجن والملي رونتجن والميكرو رونتجن والميكرو رنتجن أو بالكيوري والملي كيوري والميكرو كيوري ، وتلك القياسات السابقة متناهية الدقة وتدخل ضمن تكنولوجيا الجزيئات متناهية الصغر(النانو) [2] .

ولتوضيح ماهي النانو فيما يلي جدول بالمصطلحات المتعلقة بهذه التكنلوجيا والمقابل لها باللغة العربية ومن ثم توضيح لمعناها :

جدول رقم(1) مصطلحات تكنلوجيا النانو والمقابل لها بالعربية ومعناها [3]

المصطلح بالإنجليزية	المقابل بالعربية	معنى المصطلح
Nanoscale	مقياس النانو	مقياس يستخدم لقياس وحساب أبعاد تتراوح بين 0.1 إلى 100 نانومتر
Nanoscience	علم النانو	علم يهتم بالتعامل مع المواد في مستواها الذري والجزيئي بمقياس لا يتعدى ١٠٠ نانومتر وهو علم يهتم أيضا باكتشاف ودراسة الخصائص المميزة لمواد النانو.
Nanowires	أسلاك النانو	هي أسلاك متناهيه الصغر في أبعاد النانو لها 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 الكربون ذات بعد واحد مرتبه بشكل سداسي أو خماسي ولها خصائص فيزيائية مميزه.
Nanoshells	صدفات النانو	هي جسيمات في أبعاد النانو لها قشره أو يمكن أن نقول هي طبقه معدنيه رقيقه تحيط بكره مصنوعه من ماده شبه موصله لها القدرة على امتصاص أو تشتيت الضوء في جميع أطواله الموجية.
Nanocantilevers	الرقائق الذهبية	أجسام مضادة تتحد معا لتكوين حزم متضاعفة وأيضا بروتينات الارتباط

ولتوضيح النانو مقارنه بالقيم الاخرى نجد ان المليون يعني ألف الف او 1000000 (10^6) ,
والبليون يعني مليون مليون (10^{12}) في النظام الإنجليزي وبعض دول أوربا أو ألف مليون في الولايات المتحدة الأمريكية . ومع كثرة الأصفار منعا لحدوث الخطأ في تكرارها ، فقد استخدم النظام الدولي للوحدات بعض الرموز والألفاظ الإغريقيه للتعبير عن مضاعفات الأعداد الكبيرة ، وكذا كسورها ، وبالتالي أمكن التعبير عن أكبر وأصغر الأعداد كما يلي :

جدول رقم (2) القياسات الشائعة من ناحية لفظها وقيمتها

اللفظة	قيمتها
ديسي (deci)	جزء من عشرة (10^{-1})
سنتي (centi)	جزء من مائة (10^{-2})
ميللي (melli)	جزء من ألف (10^{-3})
ميكرو (micro)	جزء من مليون (10^{-6})
نانو (nano)	جزء من ألف مليون (10^{-9})
بيكو (pico)	جزء من مليون مليون (10^{-12})
فيمتو (femto)	جزء من ألف مليون مليون (10^{-15})
أتو (atto)	جزء من مليون مليون مليون (10^{-18})

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

1 - 3 تاريخ تكنلوجيا النانو وتطورها

لايمكن تحديد عصر او حقبة معينة لظهور تكنلوجيا النانو ، كما أنه ليس من المعروف بداية استخدام الإنسان للمادة ذات الحجم النانوي ، لكن من المعلوم أن أحد المقتنيات الزجاجية وهو كأس الملك الروماني لايكور جوس Lycurgus في القرن الرابع الميلادي الموجود في المتحف البريطاني يحتوي على جسيمات ذهب وفضه نانوية ، حيث يتغير لون الكأس من الأخضر إلى الأحمر الغامق عندما يوضع فيه مصدر ضوئي. [4] وكذلك تعتمد تكنلوجيا التصوير الفوتوغرافي منذ القرنين الثامن عشر والتاسع عشر الميلاديين على إنتاج فيلم أو غشاء مصنوع من جسيمات نانوية حساسة للضوء .ولكن من الواضح ان من أوائل الناس الذين استخدموا هذه التكنلوجيا (بدون ان 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 (Fe3C) وهو مركب قاس وقصف ، كما كان صانعوا الزجاج في العصور الوسطى يستخدمون حبيبات الذهب النانوية الغروية للتلوين . ومايدل ايضا على استخدام البشر لتكنلوجيا النانو منذ آلاف السنين استخدام هذه التكنلوجيا في صناعه الصلب والمطاط ، حيث اعتمدت كلها على خصائص مجموعات ذرية نانوميترية في تشكيلات عشوائية ، وتتميز عن الكيمياء في أنها لا تعتمد على الخواص الفردية للجزيئات .وقد عرف هذا المفهوم لأول مرة في عام 1867 م عندما اقترح جيمس ماكسويل James Clerk Maxwell فكرة تجربة صغيرة كيان يعرف عفريت ماكسويل Maxwell 's Demo لمعالجة الجزيئات الفردية التحكم في تحريك الذرات والجزيئات ؛ وتلاه في عام 1920 م حيث أدخل ارفنغ لانجمير Irving Langmuir وكاثرين بلودجيت Katherine B. Blodgett مفهوم نظام Monolayer اي طبقة ذرية واحدة أو طبقة مادة يبلغ سمكها مقاييس الذرة ، وحصل لانجمير على جائزة نوبل في الكيمياء لعملة .[5] وفي عام 1959 م تحدث العالم الفيزيائي المشهور ريتشارد فيمان Richard Feynman الى الجمعية الفيزيائية الأمريكية في محاضرته الشهيرة بعنوان (هناك مساحه واسعة في الأسفل There>s plenty of room at the Bottom). قائلا بأن المادة عند مستويات النانو (قبل استخدام هذا الاسم) بعدد قليل من الذرات تتصرف بشكل مختلف عن حالتها عندما تكون بالحجم المحسوس ، كما أشار الى امكانية تطوير طريقة لتحريك الذرات والجزيئات بشكل مستقل والوصول إلى الحجم المطلوب ، وعند هذه المستويات تتغير كثير من المفاهيم الفزيائية فمثلا تصبح الجاذبية أقل أهمية وبالمقابل تزداد أهميه

التوتر السطحي وقوة تجاذب فاندر فالز ، وقد توقع ان يكون للبحوث حول خصائص المادة عند مستويات النانو تأثيرا جذريا في تغيير الحياة الإنسانية .

ثم قام إريك دريكسلر Eric Drexler عام 1975 م بصياغه مفهوم لتكنولوجيا النانو ، وبالرغم من التأخر في هذه التكنلوجيا مقارنة بالتقدم الهائل في علوم الحاسبات الآلي وغيرها من تكنولوجيا الاتصالات ، إلا أن هذه التكنلوجيا عاودت الظهور بكثافة عالية مؤخرا منذ عام 1990 م وهي البداية الحقيقية لعصر تكنلوجيا النانو .وقبل هذه المحاضرة ، وبالرغم من وجود أبحاث قليلة على مواد بمستوى النانو وإن كانت لم تسمى بهذا الاسم ، فقد تمكن أهلير Uhlir من تسجيل مشاهداته للسيلكون الإسفنجي porous silicon عام 1956 م وبعد ذلك تم الحصول على إشعاع مرئي من هذه المادة لأول مرة عام 1990 م حيث زاد الاهتمام بها بعدئذ . كما أمكن في الستينيات تطوير سوائل مغناطيسيه Ferro fluids , حيث تصنع هذه السوائل من حبيبات او جسيمات مغناطيسية بأبعاد نانوية، كما اشتملت الاهتمامات البحثية في الستينيات على ما يعرف بالرنين البارا مغناطيسي الإلكتروني paramagneticnortcelE Resonance (EPR) لإلكترونات التوصيل في جسيمات بأبعاد نانوية تسمى آنذاك بالعوائق أو الغرويات Colloids ، حيث تنتج هذه الجسيمات بالفصل أو التحلل الحراري Heat Decomposition .وفي عام 1969 م اقترح ليوايساكي تصنيع تركيبات شبه موصلة بأحجام النانو ، وكذلك تصنيع شبكيات شبه موصلة مفرطه الصغر ، وقد أمكن في السبعينات التنبؤ بالخصائص التركيبية للفلزات النانوية عن طريق دراسات طيف الكتلة Spectroscopy Mass ، حيث تعتمد الخصائص على أبعاد العينة غير المتبلورة .[6] كما امكن تصنيع أول بئر كمي Quantum Well في بعدين في نفس الفترة بسماكة ذرية أحادية تلاها بعد ذلك تصنيع النقاط الكمية Quantum Dots ببعد صفري والتي نضجت مع تطبيقاتها هذه الأيام . وقد ظهر مسمى تكنولوجيا النانو عام 1979 م عبر تعريف البروفيسور نوريو تانيقوشي Norio Taniguchi في ورقته العلمية المنشورة في مؤتمر الجمعية اليابانية للهندسة الدقيقة محركات الإنتاج : العصر القادم لتكنلوجيا النانو. حيث قال (أن تكنلوجيا النانو ترتكز على عمليات فصل ، اندماج ، وإعادة تشكيل المواد بواسطة ذرة واحدة أو جزيء وحيد) ، وفي نفس الفترة ظهرت مفاهيم علمية عديدة تداولتها الأوساط العلمية حول التحريك اليدوي لذرات بعض الفلزات عند مستوى النانو ، ومفهوم النقاط الكمية ، وإمكانية وجود أوعية متناهية الصغر تستطيع تقييد إلكترون أو أكثر . ومع اختراع الميكروسكوب النفقي الماسح Scanning Tunnelling Microscope(STM) بواسطه العالمان جيرد بينج Gerd Binning وهينريك روهر Heinrich Rohrer عام 1981 م ، وهو جهاز يقوم بتصوير الأجسام بحجم النانو ، زادت البحوث المتعلقة بتصنيع ودراسة التركيبات النانوية للعديد من المواد ، وقد حصل العالمان على جائزة نوبل

في الفيزياء عام 1986 م بسبب هذا الاختراع . كما نجح العالم الفيزيائي دون ايجلر Don Eigler في معامل IBM في تحريك الذرات باستخدام جهاز الميكروسكوب النفقي الماسح ، مما فتح مجالا جديدا لإمكانية تجميع الذرات المفردة مع بعضها ، وفي نفس الوقت تم اكتشاف الفلورينات Fullerenes بواسطة هارولد كرونو Harold Kroto , ريتشارد سمالي Richard Errett Smalley و روبرت كيرل Robert Curl وهي عبارة عن جزيئات تتكون من 60 ذرة كربون تتجمع على شكل كرة قدم (وقد حصلوا على جائزة نوبل في الكيمياء عام 1996 م) . وفي عام 1991م تمكن البروفيسور سوميو ليجيما Sumio Iijima من جامعة ميجي من اكتشاف أنابيب الكربون النانوية Carbon Nanotubes وهي عبارة عن أنابيب أسطوانية مجوفة قطرها بضعة نانومتر ومصنوعه من شرائح الجرافيت . وفي عام 1995 م تمكن العالم الكيميائي منجي باوندي من تحضير حبيبات من شبه الموصلات الكادميوم / الكبريت (أو السلينيوم) أصغرها ذات قطر 3–4 نانومتر ، أما طرق تحضير العينات النانوية غير المتبلورة والمعتمدة على تقنيات الليزر والبلازما أو الحفر بشعاع الكرتوني وغيرها فقد وجدت منذ منتصف الثمانينات . كما أن المفهوم الفيزيائي للتقييد الكمي الإلكتروني Quantum Confinement قد بدأ في أوائل الثمانينات أيضا ، وقد سجلت أول قياسات على تكميم التوصيلة في نهاية الثمانينات وأمكن تصنيع اول ترانزستور وحيد الإلكترون Single Electron Transistor .وبعد ذلك تم اكتشاف ترانزستور أنابيب الكربون النانوية Carbon Nanotube Transistor عام 1998 م حيث يصنع على صورتين : إحداهما معدنية ، والأخرى شبه موصلة ، ويستخدم هذا الترانزستور في جعل الإلكترونات تتردد جيئة وذهابا عبر إلكترونين ؛ هذا وتكمن أهمية هذا الترانزستور ليس فقط في حجمه النانوي ، ولكن أيضا بانخفاض استهلاكه للطاقة وانخفاض الحرارة المنبعثة منه .[7] تمكن العالم الفيزيائي العربي منير نايفه Munir Nayfeh عام 2000 م من اكتشاف وتصنيع عائلة من حبيبات السيلكون Porous Silicon أصغرها ذات قطر 1 نانو وتتكون من 29 ذرة سليكون سطحها على شكل الفولورينات الكربونية ؛ إلا أن داخلها غير فارغ ويتوسطها ذرة واحدة منفردة ، هذه الحبيبات عند تعريضها لضوء فوق بنفسجي فإنها تعطي ألوانا مختلفة حسب قطرها تتراوح بين الأزرق والأخضر والأحمر، أما التجمع الذاتي Self–Assembly للجزيئات ، او ربطها تلقائيا مع أسطح فلزية مما أصبح ممكنا تكوين صف من الجزيئات على سطح ما كالذهب وغيرة . كما اعلنت أمريكا" مبادرة تكنولوجيا النانو "NNI" National Nanotechnolog Initiative عام 2000 م ، والتي جعلت تكنلوجيا النانو تكنلوجيا استراتيجية وطنية وفتحت مجال الدعم الحكومي لهذه التكنلوجيا في جميع المجالات الصناعية والعلمية والجامعية ، وتلتها في ذلك اليابان عام 2002 م التي انشأت مركزا متخصصا للباحثين في تكنلوجيا النانو مع توفير جميع الأجهزة المتخصصة ودعم الباحثين وتشجيعهم وتبادل المعلومات فيما بينهم . ويمكن مما سبق تلخيص تاريخ بدايات تكنلوجيا

النانو إلى خمسة أجيال كما قسمها علماء الفيزياء الإلكترونية فهم يعتبروا تكنلوجيا النانو الجيل الخامس التي ظهرت في عالم الإلكترونيات الذي يمكن تصنيف ثوراته التكنولوجية على أساس أنها مرت بعدة أجيال شكلت اسباب الورود الحقيقي للنانو الذي عبر عن المرحلة الراهنة لها :

1 .الجيل الأول ويتمثل في استخدام المصباح الإلكتروني Lamp بما فيه التلفزيون .

2 . الجيل الثاني ويتمثل في اكتشاف الترانزستور ، وانتشار تطبيقاته الواسعة .

3 .الجيل الثالث من الإلكترونيات ويتمثل في استخدام الدارات التكاملية Integrate Circuit (IC) وهي عبارة عن قطعة صغيرة جدا شكلت ما تشكله تقنيات النانو في وقتنا الحالي من قفزة في تطور وتقليل حجم الدوائر الإلكترونية ، فقد قامت باختزال حجم العديد من الأجهزة بل رفعت كفاءتها وعددت من وظائفها .

4 .الجيل الرابع ويتمثل في استخدام المعالجات الصغيرة Microprocessor , الذي احدث ثورة في مجال الإلكترونيات بإنتاج الحاسبات الشخصية Personal Computer والرقائق الحاسوبية السيليكونية التي أحدثت تقدما في العديد من المجالات العلمية والصناعية .

5. الجيل الخامس ويتمثل فيما صار يعرف باسم النانو تكنولوجي Nano technology وهو الجيل الحالي .

ويمكن القول أن هذه التكنولوجيا طبقا للتعاريف السابقة تعتبر تكنولوجيا الإنتاج والتصميم والتطبيق للبنى والأجهزة والنظم والمواد المختلفة وذلك عن طريق تحجيم وتصغير تلك المواد بحيث لا يزيد حجمها على حجم الذرة الجزيء ويتعامل مع معظم في مجال الجزيئات متناهية الصغر ، اسهمت ايضا الجمعية الأمريكية الوطنية لتكنولوجيا النانو National Nanotechnology Initiative (NNI) إسهاما كبيرا في تبسيط ذلك التقسيم وذلك لتسهيل فهم هذا العلم حيث حددت ان التعريف الدقيق لهذه التكنولوجيا اعتبار ان الجزيء أصغر من (100) نانومتر و ذو خصائص فريدة ، وعلية فقد تم تقسيمها إلى الأجيال الآتية :

1 . جيل تكنلوجيا النانو المؤثر Passive Nanotechnology Generation

وهذا يتضمن الإنتاج الأول للعديد من المنتجات المختلفة والتي يمكن اعتبار البدء فيها منذ عام 2001 م ، مثل : ملطفات الجو والمنتجات المتطايرة والمعادن بنائية النانو والبوليمرات والسيراميك عالي التكنولوجيا .

2 . جيل تكنلوجيا النانو الفعالة Active Nanotechnology Generation

وهذه يمكن البدء بها عام 2005م ، وتشمل المنتجات ذات الفاعلية الحيوية Bio–active ومنها الأدوية الحساسة والمنتجات الدقيقة الجيوفيزيائية الفعالة ، مثل : البنائيات المتكيفة ومنتجات الترانزستور .

3 . جيل أنظمة النانو Systems Of Nanotechnology Generation ويطلق عليها أيضا نظام النانو ثلاثي الأبعاد 3D Nanosystem ، ويمكن اعتماد البدء بها فعليا خلال عام 2010 م ، وتشمل الأجهزة المتطورة الدقيقة المجمعة ، مثل الروبوت الطبي المتقدم للعمليات الجراحية الدقيقة ، والبنائيات المعمارية الدقيقة المتطورة .

4 . جيل أنظمه النانو الجزيئية Molecular Nanosystems Generation

وهذه تمثل حالة متقدمة وتحتاج المزيد من البحث والتقصي ، كما انها تناسب المتطلبات الدقيقة للأنسان ، مثل الأجهزة فعالية المنشأ والتي تحاكي انظمة الإنسان الحيوية وذات التصميم النووي Atomic Design , ويمكن اعتماد البدء بها نظرا لدقة تطورها خلال الاعوام 2015–2020 م . [8]

وتلك التقسيمات وإن كانت مستقبلية إلا انه تم وضعها من خلال التصورات الخاصة للنشاط العالمي في مجال تكنولوجيا الجزيئات متناهية الصغر في أماكن مختلفة من العالم ، كما ان الفرصة لاتزال مواتية للعديد من التصنيفات والتقسيمات المختلفة لهذا العلم نظرا للتطور والتقدم الهائل في مختلف اوجه الأنشطة العلمية والبحثية في أماكن مختلفة من العالم .

1 - 4 أشكال المواد النانوية

عند تصنيع المواد بحجم النانو فأن التركيب الفيزيائي والتركيز الكيميائي للمواد الخام المستخدمة في التصنيع تلعب دورا مهما في خصائص المادة النانوية الناتجة ، وهذا خلافا لما يحدث عند تصنيع المواد العادية ، حيث تتركب المواد عادة من مجموعة من الحبيبات تحتوي على عدد كبير من الذرات ، وقد تكون هذه الحبيبات مرئية او غير مرئية للعين المجردة بناء على حجمها ، ويمكن ملاحظتها بواسطة الميكروسكوب ؛ ففي هذه المواد يتفاوت حجم الحبيبات من مئات الميكرومترات إلى سنتيمترات ، أما في المواد النانوية فأن حجم الحبيبات يكون في حدود (100:1) نانومتر ، هذا وهناك طريقتان لتصنيع حجم نانوي من المادة :

1. الطريقة الأولى من أعلى لأسفل Top–Down :

حيث تبدأ هذه الطريقة بحجم محسوس من المادة محل الدراسة ويصغر للوصول إلى المقياس النانوي ، ومن التقنيات المستخدمة في ذلك الحفر الضوئي والقطع والكحت والطحن ، وقد استخدمت هذه التقنيات للحصول على مركبات إلكترونية مجهرية كشرائح الكمبيوتر وغيرها ، والجدير بالذكر أن أصغر حجم أمكن الوصول إليه في حدود (100) نانومتر ولازال البحث مستمرا للحصول على أحجام أصغر من ذلك .

2.الطريقة الثانية من أسفل لأعلى Bottom –Up :

حيث تبدأ هذه الطريقة بجزيئات منفردة كأصغر وحدة وتجمع في تركيب أكبر . وغالبا ما يستخدم في ذلك الطرق الكيميائية ، وتتميز تلك بصغر حجم المادة الناتجة (نانومتر واحد) ، بالإضافة إلى قلة الهدر للمادة الأصلية ، والحصول على قوة ترابط بين الجسيمات النانوية الناتجة . هذا ويمكن تصنيع المواد النانوية على عدة أشكال وذلك بناء على الاستخدام المقرر لهذه المواد ، ومن أهم هذه الأشكال ما يلي :

1) النقاط الكمية Quantum Dots:

عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الأبعاد يتراوح أبعاده بين (10:2) نانومتر ، وهذا يقابل (50:10) ذرة في القطر الواحد او (100.000:100) ذرة في حجم النقطة الكمية الواحدة ، تقوم النقطة الكمية بتقييد إلكترونات شريط التوصيل ، وثقوب شريط التكافؤ ، او الاكسيتونات (وهي عبارة عن زوج مرتبط من إلكترونات التوصيل ، وثقوب شريط التكافؤ) ، كما تبدي النقاط الكمية طيفا متقطعا وتتمركز الدوال الموجية المقابلة داخل النقطة الكمية ، وعندما يكون قطر النقطة الكمية يساوي 10 نانومتر ، فانه يمكن صف ثلاثة ملايين نقطة كمية بجانب بعضها البعض بطول يساوي عرض إصبع إبهام الإنسان .

2) الفلورين Fulleren :

تركيب نانوي للكربون وهو عبارة عن جزيء مكون من (60) ذرة من ذرات الكربون ويرمز له بالرمز C60 . وقد اكتشفت عام 1985م . إن جزيء الفولورين كروي المظهر ويشبه كرة القدم التي تحتوي على (12) شكلا خماسيا و (20) شكلا سداسيا ، ومنذ اكتشاف كيفية تصنيع الفولورين عام 1990م وهو يحضر بكميات كبيرة . كما امكن الحصول على جزيئات بعدد مختلف من ذرات الكربون ، مثل : C70, C48, C36 إلا أن العلماء أبدوا اهتماما خاصا بالجزيء ، C60 هذا ولقد سمي هذا التركيب بالفولورين نسبة للمخترع والمهندس ر.بكمنستر فولو R. Buckminster Fuller , وهكذا فقد نشأ فرع جديد يسمى كيمياء الفولورين حيث عرف أكثر من (9.000) مركب فولورين منذ عام 1997م ، وظهرت تطبيقات مختلفة لكل من هذه المركبات ، ومنها المركبات , C60–CHBr3 RbCs2C60 ، K3C60 التي ابدت قدرة فائقة على التوصيل superconducctivity , كما اكتشفت أشكال أخرى منها مثل الفلورين المخروطي والأنبوبي إضافة إلى الكروي . [9]

3) الكرات النانوية Nanoballs :

من أهمها كرات الكربون النانوية والتي تنتمي إلى فئة الفولورينات ، من مادة C60 لكنها تختلف عنها قليلا بالتركيب حيث أنها متعددة القشرة ، كما أنها خاوية المركز ؛ وذلك على خلاف الجسيمات

النانوية ، بينما لا يوجد على السطح فجوات ، كما هو الحال في الأنابيب النانوية المتعددة الغلاف ، وبسبب أن تركيبها يشبه البصل فقد سماها العلماء كرات البصل Bucky balls , وقد يصل قطر الكرات النانوية إلى (500) نانومتر أو أكثر .[10]

4) الجسيمات النانوية Nanoparticles :

على الرغم من أن كلمة (الجسيمات النانوية) حديثة الاستخدام ، إلا ان هذه الجسيمات كانت موجودة في المواد المصنعة او الطبيعية منذ زمن قديم .

فعلى سبيل المثال ، تبدو أحيانا بعض الألوان الجميلة من نوافذ الزجاج الصدئة ، وذلك بسبب وجود مجموعات عنقودية صغيرة جدا من الأكاسيد الفلزية في الزجاج ، حيث يصل حجمها قريبا من الطول الموجي للضوء ؛ وبالتالي فان الجسيمات ذات الاحجام المختلفة تقوم بتشتت أطوال موجية مختلفة من الضوء مما ينتج عنه ظهور ألوان مختلفة من الزجاج . 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) ذرة أغلبها على سطح الجسيم . وعند تعرض هذه الجسيمات لأشعة فوق بنفسجية فإنها تبعث ضوء بلون مرئي طولة الموجي يتناسب عكسيا مع مربع قطر الجسيم ، وبالتالي يمكن رؤية ألوان مرئية معينة ، عندما يصل حجم الجسيمات النانوية إلى مقياس النانو في بعد واحد فإنها تسمى البئر الكمي Quantum Well , أما عندما يكون حجمها النانوي في بعدين فتسمى السلك الكمي Quantum Wire , وعندما تكون هذه الجسيمات بحجم النانو في ثلاثة أبعاد فإنها تعرف بالنقاط الكمية Quantum Dots ، ولا بد من الإشارة هنا إلى أن التغير في الأبعاد النانوية في التركيبات الثلاث السالفة الذكر سوف يؤثر على الخصائص الإلكترونية لها ، مما يؤدي إلى حدوث تغير كبير في الخصائص الضوئية للتركيبات النانوية . كما تكتسب الجسيمات النانوية أهمية علمية ، حيث أنها تقع بين التركيب الحجمي الكبير للمادة وبين التركيب الذري والجزيئي ، حيث تحتوي هذه الجسيمات في العادة على (10^6) ذرة أو أقل ، أما الجزيء فإنة يمكن أن يحتوي على (100) ذرة أو أقل ، وقد يصل نصف قطر الجزيء إلى أكثر من نانو متر واحد ، ومن خصائص الجسيمات النانوية تغلب الخصائص السطحية للجسيمات على الخصائص الحجمية للمادة ، وبينما تكون الخصائص الفيزيائية للمادة الحجمية ثابتة بغض النظر عن حجمها ، فان تلك الخصائص للمادة عندما تصل إلى مقياس النانو سوف تتغير وبالتالي تعتمد على حجمها ، مثل التقييد الكمي في الجسيمات النانوية شبه الموصلة ، رنين البلازمون السطحي في بعض الجسيمات النانوية الفلزية ، ومن الخصائص الأخرى للجسيمات النانوية هو إمكانية تعلقها داخل سائل أو محلول بدون أن تطفو او تنغمر وذلك

لأن التفاعل بين سطح الجسيمات والسائل يكون قويا ، بحيث يتغلب على فرق الكثافة بينهما والذي يكون في العادة مسئولا عن طفو أو غمر المادة الحجمية في السائل .

5) الأنابيب النانوية Nanotubes :

تصنع الأنابيب النانوية من مواد غير عضوية ، مثل : أكاسيد الفلزات (أكسيد الفاناديوم ، أكسيد المنجنيز) ، نيتريد البورون والموليبدينوم ، وهي شبيهة من ناحية تركيبها بأنابيب الكربون النانوية ، ولكنها أثقل وزنا وليست بنفس القوة مثل أنابيب الكربون ، وتعد انابيب الكربون النانوية التي اكتشفت عام 1991م أكثر أهمية نظرا لتركيبها المتماثل وخصائصها المتميزة واستخداماتها الواسعة في التطبيقات الصناعية ، والعلمية ، وفي الأجهزة الإلكترونية الدقيقة ، والأجهزة الطبية الحيوية . يمكن وصف أنابيب الكربون على أنها عبارة عن شرائح من الجرافيت يتم طيها حول محور ما لتأخذ الشكل الأسطواني ؛ حيث ترتبط ذرات نهايتي الشريحة مع بعضها لتغلق الانبوب ، تكون إحدى نهايتي الأنبوب في الغالب مفتوحة والأخرى مغلقة على شكل نصف كره ، كما قد يكون جدار الأنبوب فردي الذرات وتسمى في هذه الحالة بالأنابيب النانوية وحيدة الجدار Single Wall Nanotube (SWNT) ، أو ثنائي أو أكثر وتسمى الأنابيب متعددة الجدران Multi Wall Nanotube (MWNT) ، يتراوح قطر الأنبوب بين أقل من نانومتر واحد إلى 100 نانومتر (أصغر من قطر شعرة الرأس بمقدار 50000 مرة) ، أما طوله فقد يصل إلى 100 مايكرومتر ليشكل سلكا نانويا ، هذا وللأنابيب النانوية عدة أشكال فقد تكون مستقيمة ، لولبية ، متعرجة ، مخروطية ، وغير ذلك . كما تتميز هذه الأنابيب بالقوة والصلابة والتوصيل الكهربي وغيرها ، كما أن للكربون النانوي أشكالا أخرى مثل الكرات النانوية والألياف النانوية ، يتم انتاج أنابيب الكربون النانوية بعدة تقنيات ، منها التفريغ القوسي ، الكحت الليزري ، الترسيب بواسطة أول أكسيد الكربون ذو الضغط العالي ، والترسيب بواسطة البخار الكيميائي .

6) الألياف النانوية Nanofibers :

لاقت الألياف النانوية اهتماما كبيرا مؤخرا لتطبيقاتها الصناعية ، وقد اكتشفت العديد من أشكالها كالألياف النانوية السداسية والحلزونية والألياف الشبيهة بحبة القمح Corn–Shaped ومن أشهر الألياف النانوية تلك المصنوعة من ذرات البوليمرات . وما يميزها أيضا أن نسبة مساحة السطح إلى الحجم كبيرة ، حيث أن عدد ذرات السطح كبير مقارنة بالعدد الكلي ، وهذا يكسب تلك الألياف خواص ميكانيكية مميزة كالصلابة وقوة الشد وغيرها مما يؤهلها بلا منافس لاستخدامها كمرشحات في تقنية السوائل او الغازات ، وفي الطب الحيوي وزراعة الأعضاء كالمفاصل ونقل الأدوية في الجسم وفي التطبيقات العسكرية كتقليل مقاومة الهواء ، وغيرها من التطبيقات لاسيما بعد تطوير طرق التحضير ، وهناك أكثر من طريقة لتحضير الألياف البوليمرية ، من اشهرها التدوير الكهربي Electro Spinning

ولازالت تواجه العديد من الصعوبات للتحكم بخصائص الألياف الناتجة كاستمراريتها واستقامتها وتراصفها [11].

7) الأسلاك النانوية Nanowires :

هي أسلاك بقطر قد يقل عن نانومتر واحد وبأطوال مختلفة ، أي بنسبة طول إلى عرض تزيد عن (1000) مرة ، لذا فهي تلحق بالمواد ذات البعد الواحد ، وكما هو متوقع ، فهي تتفوق على الأسلاك التقليدية (ثلاثية الأبعاد) ، وذلك لأن الإلكترونات تنحصر كميا باتجاه جانبي واحد مما يجعلها تحتل مستويات طاقة محددة تختلف عن تلك المستويات العريضة الموجودة في المادة الحجمية ، وهنا تتضح أهمية الذرات مقارنة بالداخلية لظهور ما يعرف بالتأثير الحافي . وبسبب خضوعها للحصر الكمي المبني على ميكانيكا الكم ، فسيكون لها القدرة على التوصيل الكهربي تأخذ قيما محددة ، وهي لا توجد في الطبيعة ولكنها تحضر في المختبرات ، حيث منها الفلزي (كالنيكل والفضة والبلاتينيوم) ، وشبه الموصل (كالسيلكون ونترات الجاليوم وفوسفات الانديوم) ، والعازل (كالسيليكات وأكسيد التيتانيوم) ، ومنها الأسلاك الجزيئية العضوية DNA وغير العضوية التي ينظر لها كتجمعات بوليمرية) ذات القطر 0.9 من النانومتر وبطول يصل لمئات من المايكرومتر ، هذا ويمكن استخدامها مستقبلا في ربط مكونات إلكترونية دقيقة داخل دائرة صغيرة او عمل وصلات ثنائية ، وكذلك بناء الدوائر الإلكترونية المنطقية ، وقد تستخدم لتصنيع الكمبيوتر الرقمي ؛ وللأسلاك النانوية عدة أشكال فقد تكون حلزونية spiral او تكون متماثلة خماسية الشكل [12] .

8) المركبات النانوية Nanocomposites :

هي عبارة عن مواد يضاف إليها جسيمات نانوية خلال تصنيع تلك المواد ، ونتيجة لذلك فان المادة النانوية تبدي تحسنا كبيرا في خصائصها ، فعلى سبيل المثال ، يؤدي إضافة أنابيب الكربون النانوية إلى تغيير خصائص التوصيل الكهربي والحراري للمادة ، وقد يؤدي إضافة أنواع أخرى من الجسيمات النانوية إلى تحسين الخصائص الضوئية ، وخصائص العزل الكهربي ، وكذلك الخصائص الميكانيكية مثل الصلابة والقوة . ومما يجدر الإشارة إليه يجب أن تكون النسبة المئوية الحجمية للجسيمات النانوية المضافة منخفضة في حدود (0.5% : 5%) لارتفاع النسبة بين المساحة السطحية وحجم الجسيمات النانوية ، لذا تجرى البحوث حاليا للحصول على مركبات نانوية جديدة ذات خصائص ومميزات تختلف عن المركبات الأصلية ، ومن المركبات النانوية المعروفة الآن المركبات البوليمرية النانوية .

1 - 5 تقنيات النانو Nano – techniques

يشار إليها حاليا باسم أدوات النانو Nano–tools 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 المجس الماسح Scanning Probe Microscopy (SPM) وهو التكنولوجيا " الأب " لعدد واسع من التقنيات من التقنيات التي تسمى مجاهر المجسات الماسحة ، والتي تمكن الباحثين من تصوير العينات الكيميائية والحيوية ، وتنقسم هذه التكنلوجيا إلى قسمين رئيسين ، هما : مجهر التأثير النفقي Scanning Tunneling Microscopy (STM) ومجهر القوة الذرية Atomic Force Microscopy (AFM) وفي جميع هذه المجاهر تقوم المجسات " probes " التي تبلغ سماكة رؤوسها الماسحة " tips " بضع ذرات بمسح سطح العينات المدروسة من طرف إلى آخر ، ويتم تسجيل تفاعل " حركة " هذه المجسات خلال عملية المسح ، وفي الظروف المثالية تستطيع هذه التقنيات أن تعطي حساسية قياس تصل إلى مستوى واحد نانو متر ، وعليه فإن كلا الجهازين يستطيعان أن يعطيان صورا دقيقة لذرات في داخل أو على أسطح العينات المدروسة ، [13] وفي ما يلي شرح مبسط لهذين الجهازين :

أ . المجهر النفقي الماسح Scanning Tunneling Microscopy :

تم اختراع وتركيب مجهر التأثير النفقي الماسح على يد العالمين روهر Rohrer و بينيج Binning عام 1981 م وكان لهذا الاختراع صدى واسعا في الأوساط العلمية ، حيث تمكن الباحثون ولأول مرة من مشاهدة الذرات وبالأبعاد الثلاثية ، وقد حصل العالمان على جائزة نوبل في عام 1986 م عن هذا الاختراع ، هذا ويتم فيه قياس التيار الكهربائي المار بين إبرة الماسح وسطح المادة ، ويستخدم لتمييز مدى نتوءات السطح وبالتالي معرفة هندسة المادة وقياس خصائص التوصيل الكهربائي .

ب . مجهر القوة الذرية Atomic Force Microscopy (AFM) :

تم اختراع مجهر القوة الذرية عام 1986 م على يد ثلاثة باحثين هم كوات Quate وبيننج Binning وجيربر Gerber ويسمى أيضا مجهر القوة الماسح Scanning Force Microscopy (AFM) ويسمى " عين تكنلوجيا النانو " ويستخدم في مجهر القوة الذرية مجس ماسح وفي هذا المجهر يتم استخدام رأس مجس صغير جدا يقل سمكه عن (10) نانو متر ، وذلك لتكبير تفاصيل أسطح العينات إلى ملايين المرات ، ويعتمد مبدأ عمل هذا الجهاز على قياس قوة التنافر والتجاذب بين أسطح العينة ورأس المجس ، وهذه القوى قد تكون قوى فان ديروال أو قوة الترابط الأيونية أو القوة الكهرو ستاتيكية (قوة كولوم) وغيرها ، ويستطيع هذا المجهر أن يدرس عينة صغيرة في حدود (100) ميكرو

متر ، وتعتمد مدة عمل هذا الجهاز في مسح أسطح العينات من أجزاء من الثانية إلى حوالي ساعة واحدة أو أكثر تبعا لخصائص وطبيعة أسطح هذه العينات ، ويعطي مجهر القوة الذرية قوة تمييز resolution تصل إلى حدود (0.2) نانومتر وقدرة تكبيرة تتراوح من (100 : 100.000.000) مرة.

1 - 5 - 2 المجاهر الإلكترونية Electron Microscopy

يشمل هذا النوع من المجاهر شريحة واسعة من التقنيات المتخصصة في دراسة أسطح المواد بقوة تصل إلى مستوى الجزيئات ، وتنقسم هذه المجاهر إلى قسمين رئيسين ، هما المجاهر الإلكترونية الماسحة Scanning Electron Microscopy (SEM) والمجاهر الإلكترونية النافذة Transmission Electron Microscopy (TEM) ، ويعتمد مبدأ هذه المجاهر على استخدام حزمة إشعاع إلكتروني عالي الطاقة بدلا من الضوء الطبيعي أو الضوء الصناعي لفحص تركيب وسلوك المادة ويتم تمرير وتسريع الإلكترونات خلال المادة ، فيصطدم بعضها بالأنوية وإلكترونات الذرات فتتفرق الإلكترونات المسلطة ، ويتم تجميع الإلكترونات التي عبرت دون اصطدام لتكون صورة المادة ، ومن فوائدها تحليل وتمثيل المواد النانوية وتصوير تركيباتها وإظهار الذرات منفردة ، وقد تم بناء أول مجهر إلكتروني في برلين عام 1931 م 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 .[14]

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) . وعلى الرغم من أن هذا المجهر يستخدم المدفع الإلكتروني لإنتاج حزمته الإلكترونية ، كما يستخدم العينة المدروسة ومن ثم تكوين الصور على شاشة فلورسنت او على الأفلام الفوتوغرافية بواسطة القسم النافذ من الحزمة الإلكترونية وهذا المبدأ يختلف بالطبع عن مبدأ عمل المجهر الإلكتروني الماسح والذي يعتمد على تجميع وتحليل الإشارات المنعكسة من سطح العينة المدروسة .

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 عشرين عاما تقريبا أي في الستينات الميلادية ، ويتميز هذا المجهر بقدرته التكبيرية التي تصل إلى أكثر من نصف مليون مرة ، وعلية فقد وجد هذا المجهر طريقة إلى جميع التطبيقات العلمية وفي شتى مجالات العلوم ، حيث يمكن بواسطتها دراسة أسطح العينات وتركيباتها الدقيقة ومكوناتها الكيميائية وسماكتها ، كما يمكن دراسة أحجام الجسيمات والجزيئات والميكروبات ، والكثير من التطبيقات الأخرى .

الفصل الثاني

(تطبيقات تكنلوجيا النانو)

1-2 مقدمة

تتعد تطبيقات تكنلوجيا النانو في مختلف المجالات ، منها : التكنلوجيا والإليكترونيات في الطب والبيولوجيا والصناعات الدوائية والكشف عن الأمراض وفي الزراعة والإنتاج الغذائي وحماية البيئة وغيرها ، ومثلما أذهلتنا ثورة المعلومات والاتصال في إنجازاتها المتسارعة ، والإنجازات في الهندسة الوراثية والجينات وتطبيقاتها المتعددة ؛ فها هي تكنلوجيا النانو تدهشنا بتسارع إنجازاتها وتعدد تطبيقاتها لتنضم إلى قائمة التحولات العلمية الكبرى في التاريخ البشري ، وعلى الرغم من النمو والتحول المتسارع لإنجازات العلم في بلدان العالم المتقدمة ، إلا أن المؤسسات العلمية في المنطقة العربية تحاول اللحاق بها وتحقيق إنجازات علمية تتجه لحل مشكلاتها التنموية ولتحقيق تطبيقات لإنجازات التحولات العلمية في واقع الحياة العربية ، وسنحاول فيما يلي التعرض لبعض تطبيقات تكنلوجيا النانو الشهيرة في المجالات المختلفة :

2-2 مجال العلوم الطبية :

فتحت تكنلوجيا النانو آفاقا جديدة في مختلف مجالات الحياة ، ومن اهمها مجال الطب ، والجدير بالذكر أن تكنلوجيا النانو تعتمد على الفيزياء والكيمياء والهندسة والأحياء والصيدلة ، لذا فلابد للباحثين أن تكون لهم قاعدة عريضة تشمل كل هذه التخصصات ولابد أن يكون بين هذه التخصصات روابط مشتركة ، ولقد ساعدت تكنلوجيا النانو على تغيير طريقة النظر إلى علاج كثير من الأمراض وأعطت أملا كبيرا لشفاء كثير من الأمراض المستعصية ، وقد توجهت دول إلى عديدة إلى دعم النانو ، والدراسات المبدئية قائمة حول العالم لتوظيف التطور الحاصل في تكنولوجيا النانو في المجالات الطبية ، وسيتبع ذلك الدراسات المرتبطة بسلامة استخدامها على الإنسان حتى تتحول هذه التطبيقات إلى واقع يومي في المستشفيات والمراكز الصحية لتساهم في اكتشاف المرض مبكرا وتقليل تكلفة علاجه والحفاظ على صحة الإنسان .وتتمثل أهمية التطبيقات الطبية لتكنلوجيا النانو في ارتباطها المباشر بحياة وصحة الإنسان ، فتكنلوجيا النانو تعد بالكثير من التطبيقات الطبية المتعلقة بالتشخيص الدقيق والعلاج عالي الكفاءة ، وكذلك الكثير من التطبيقات في مجال الرعاية الصحية ، فمواجهة أكثر الأمراض فتكا بالإنسان مثل أمراض السرطان ستكون ممكنة في غضون العشر السنوات القادمة وذلك من خلال طب النانو Nanomedicine والذي بدأت الكثير من أبحاثه وتطبيقاته التجريبية في الكثير من مراكز الأبحاث حول العالم ، وفي ما يلي أهم التطبيقات الطبية المستقبلية لتكنلوجيا النانو :

2 - 2 - 1 جهاز الناتئ النانوني (الكانتيلفير Cantilever) :

يستطيع اكتشاف خلايا السرطان بدقة فائقة تصل إلى حد رصد خلية واحدة .

2 - 2 - 2 توصيل الأدوية :

علم الأدوية من العلوم التي تحتاج لدقة عالية وذلك لارتباطها بصحة الإنسان ، فوصول كمية كبيرة من الدواء إلى أعضاء الجسم غير المصابة تقلل من فعالية الدواء وتؤدي إلى حدوث آثار جانبية غير مرغوب فيها ، فعلى سبيل المثال : نجد أن الوسائل التقليدية لمعالجة مرض السرطان كالعلاج الكيمائي والإشعاعي تؤدي إلى آثار جانبية كبيرة مع انخفاض فعاليتها في معالجة هذا المرض ، وعليه يجب توصيل الأدوية المضادة للسرطان إلى الأجزاء المصابة بدقة متناهية للحصول على أقصى فائدة ممكنه من الدواء ، لذا يعكف العلماء على دراسة أحد تطبيقات النانو المستقبلية والمتمثلة في تكنلوجيا توصيل الدواء باستخدام أحد أجهزة النانو والمسمى الديندريمر Dendrimer وهو أحد أجهزة النانو الخاصة بإيصال الدواء والقادرة على الدخول بسهولة إلى الخلايا المصابة وتزويدها بكميات متعددة من الدواء دون حدوث أي نتائج سلبية ، ويتميز هذا الجهاز بقدرته على تحديد الخلايا المصابة وعلاجها وكذلك إعطاء تقرير عن مدى فعالية الدواء .

2 - 2 - 3 في مجال الأدوية والعقاقير العلاجية :

أدخل حاليا مصطلح جديد إلى علم الطب هو النانوبيوتك Nanobiotics وهو البديل الجديد للمضادات الحيوية ، حيث استطاع الباحثون في جامعة هانج بانج في سيؤول إدخال نانو الفضة إلى المضادات الحيوية ، ومن المعروف أن الفضة قادرة على قتل 650 جرثومه ميكروبيه دون أن تؤذى جسم الإنسان ، هذه التكنلوجيا سوف تحل الكثير من مشاكل البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية التي أحدثت طفرات تحول دون تأثير المضاد على هذه البكتيريا ، حيث يقوم النانوبيوتك بثقب الجدار الخلوي البكتيري أو الخلايا المصابة بالفيروس مما يسمح للماء من الدخول إلى داخل الخلايا فيتم إبادتها .

2 - 2 - 4 إنسان آلي بحجم النانو مساعد في العمليات الجراحية :

قامت شركة كورفس بصناعة محولات مرئية (نانو روبوت Nanorobots) بحجم النانومتر يستخدم كمساعد للأطباء في العمليات الجراحية الحرجة والخطرة ، يستطيع الطبيب أن يتحكم في الروبوت بواسطة جهاز خاص مما يساعد في إنجاح العملية بكفاءة عالية وبدقه متناهية وهي أفضل من الطرق التقليدية وتقلل من المخاطر كثيرا ، حيث يستخدم الجراح عصا تحكم تمكنه من التحكم بذراع الروبوت الذي يحمل الأجهزة الدقيقة وكاميرا مصغره ؛ وذلك ليحول التحركات الكبيرة إلى تحركات صغيرة وهذا يتيح مزيدا من الدقة الجراحية . [15]

2 - 2 - 5 علاج مرض السكر :

نجحت جامعه النيوي في الولايات المتحدة الأمريكية في تطوير جهاز مهندس بالتكنلوجيا النانوية يزرع في الجسم يعمل على تنظيم السكر في الدم وهي تغني مرضى السكر عن حقن الأنسولين ، وكذلك علاج أمراض الكلى بتكنلوجيا النانو Nanonephrology : وهو فرع من طب النانو يعنى بدراسة تكوين بروتينات الكلى على المستوى الذري ، والتصوير بتكنلوجيا النانو لدراسة العمليات الحيوية التي تحدث في خلايا الكلى ، واستخدام جزيئات النانو في علاج أمراض الكلى . حيث يمكن التوصل لحلول العديد من أمراض الكلى من خلال فهم الخواص الفيزيائية والكيميائية لبروتينات الكلى ، ويحلم العديد من الأطباء بكلى صناعية بتكنلوجيا النانو ويمكن أن يتحقق باستخدام نانوروبوت يقوم بعملية ترميم للكلى المريضة على المستويين الخلوي والجزيئي ، الهدف هو المقدرة على توجيه الأحداث بطريقة منظمة على مستوى الخلية مما يحمل إمكانية تحسين كبير في حياة العديد من مرضى الكلى .

2 - 2 - 6 التصوير الطبي :

يمكن التصوير بالنانو الباحثين والأطباء من تعقب أي حركة تحدث في النسيج الحي داخل جسم الإنسان ، ومن ثم يمكن للأطباء التعرف بدقة على حركة الدواء داخل النسيج المريض ، هذا وان دراسة بعض خلايا الجسم يكون صعبا ، ومن هنا يلجأ العلماء إلى تلوينها ؛ وهناك مشكلة أخرى ألا وهي أن الخلايا التي تصدر امواجا ضوئية مختلفة في الطول لا تعمل بشكل واحد أو بكيفية واحدة على الدوام ، الأمر الذي يجعل عمليات التصوير الطبي تواجه مشاكل على صعيد التشخيص الصحيح ، وقد تمكن العلماء من حل هذه المشكلة وذلك باستخدام بعض جزيئات النانو التي تبدي ردود فعل مختلفة إزاء الترددات الموجية المختلفة الناشئة بطبيعة الحال عن اختلاف طول الموجة .

2 - 2 - 7 آلة إصلاح الخلايا :

يقوم الأطباء في طرق العلاج التقليدية المتبعة في علم الطب والجراحة بمعالجة الأنسجة والخلايا التالفة بواسطة العمليات الجراحية المختلفة والأدوية المتعددة . بيد أن الحال يختلف فيما لو استخدمت آلة إصلاح الخلايا التالفة ، وبواسطة إدخال إبر خاصة لا تؤدي إلى قتل الخلايا ، تدخل آلة الإصلاح إلى الخلايا التي يراد الدخول إليها ، وفي هذه الطريقة العلاجية الحديثة يتم الاستفادة من حقيقة أن خلايا الجسم تبدي ردود فعل إزاء المحركات الخارجية مهما كانت ، فإذا ما وصلت إليها محركات النانو أو المحركات الدقيقة أبدت رد الفعل هذا ؛ الأمر الذي يغير من عمل الخلايا ويأخذ بها من المرض إلى الشفاء وهذه الطريقة كما يبدو طريقة مباشرة في العلاج .

2 - 2 - 8 التشخيص :

الهدف الأساسي هو اكتشاف المرض في مراحل مبكرة حتى يمكن القضاء علية قبل أن يتسبب في أعراض أو مضاعفات ، وباستخدام تكنلوجيا النانو تصبح الاختبارات الحيوية لقياس وجود أو نشاط المواد المختبرة أسرع ، وأكثر دقة ومرونة ، فيمكن دمج جزيئات النانو المغناطيسية مع الأجسام المضادة المناسبة واستخدامها كعلامات على وجود جزيئات محددة أو ميكروبات ، وبالمثل استخدام جزيئات الذهب المدمجة مع مقاطع قصيرة من الحمض النووي للتعرف على تسلسل من الجينات في عينة ما ، هناك أيضا تكنلوجيا ثقوب النانو لتحليل الحمض النووي والتي تحول تسلسل وحداته مباشرة إلى إشارات كهربية ، وباستخدام جزيئات النانو كعوامل للتباين (كبديل عن الصبغة) نحصل على صور بالرنين المغناطيسي والأشعة فوق الصوتية ذات تباين وتوزيع أفضل ؛ بل إن جزيئات النانو المضيئة تستطيع أن تساعد الجراح أثناء العملية الجراحية في التعرف على مكان الورم وبالتالي تجعل من عملية استئصاله أمرا أكثر سهولة .

2 - 2- 9 هندسة الأنسجة :

تستطيع تكنلوجيا النانو أن تساعد في عملية إعادة تصنيع أو إصلاح الأنسجة التالفة ؛ فهندسة الأنسجة تستغل عملية تكاثر الخلايا المثارة صناعيا بواسطة جزيئات النانو وعوامل النمو ، وقد تصبح تلك التكنلوجيا في يوم ما بديلا عن نقل الأعضاء أو الأعضاء الاصطناعية ، إلا انه من جهة أخرى تضل هندسة الأنسجة أسيرة الجدال الأخلاقي المتعلق باستخدام الخلايا الجذعية .[16]

2 - 3 الكيمياء والبيئة :

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

2 - 3 - 1 التحفيز :

يستفيد التحفيز الكيميائي من الجزيئات النانوية ، وتتراوح التطبيقات المحتملة للجزيئات النانوية في عملية التحفيز من خلال الوقود إلى المحولات المحفزة والأجهزة التحفيزية الضوئية ، كما تظهر أهمية التحفيز في إنتاج المواد الكيميائية . وتعد جزيئات البلاتينيوم Platinum الآن الجيل التالي من المحولات المحفزة في السيارات ، وذلك لأن مساحة سطح الجزيئات النانوية العالية قد تقلص من كمية البلاتينيوم

المطلوب، إلا أن هناك بعض المخاوف من التجارب التي تم إجرائها بسبب احتراقها تلقائيا 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, [17] هذا بالإضافة إلى أن الترشيح النانوي قد يعد من التطبيقات المهمة في المجال ، إلا أنه يجب الحذر مستقبلا من استقصاء إمكانية السمية .[18]

2 - 3 - 2 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 ، وتبنى إحدى فئات أساليب الترشيح على استخدام الأغشية ذات أحجام تقوب 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 يطلق 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 .

2 - 4 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 تكنلوجيا النانو في الطاقة :

2 - 4 - 1 تقليص استهلاك الطاقة :

يمكن التوصل إلى تقليص أقل للطاقة من خلال تطبيق أفضل لأساليب 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 التكنلوجيا 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 [19] .

2 - 4 - 2 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 تكنلوجيا النانو قد تساعد على زيادة كفاءة تحول الضوء من خلال استخدام الهياكل النانوية ذات استمرارية من الحزم ذات الفجوات ، والجدير بالذكر ان كفاءة محرك الاحتراق تتراوح ما بين (30: 40%) , إلا أن تكنلوجيا النانو قد تحسن من معدل الاحتراق من خلال محفزات خاصة ذات مساحة سطحية أكبر .[20]

2 - 4 - 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 نانوية مستخدمة بخلية الوقود تتمثل في المحفز المكون من جزئيات المعادن النبيلة المدعومة بالكربون ذات قياسات (1: 5) نانومتر ، وتحتوي 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 تكنلوجيا النانو في زيادة تقليص الملوثات المنبعثة من محرك الاحتراق من خلال استخدام مرشحات المسام النانوية ، والتي تستطيع تنقية وتنظيف العوادم ميكانيكيا من خلال المحولات المحفزة والقائمة على جزيئات المعادن النانوية أو من خلال المغلفات المحفزة على جدران الأسطوانة والجزيئات النانوية المحفزة والتي قد تستخدم كذلك كإضافات للوقود .

2 - 4 - 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 أعادة الشحن

العالية باستخدام المواد النانوية قد تكون مفيدة بصورة واضحة لحل مشكلة التخلص من البطاريات المستهلكة .

2 - 5 الصناعات الثقيلة :

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

2 - 5 - 1 الفضاء :

يعد الفضاء مجالا حيويا لتطبيقات النانو ، أذ تخصص وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) أكثر من 40 مليون دولار سنويا لتنفيذ أبحاث وتجارب تهدف إلى استخدام تكنلوجيا النانو في مجال الرحلات الاستكشافية للفضاء الخارجي ، وهناك معدات نانوية استخدمت بالفعل خاصة بالأجهزة ومكونات الأقمار الصناعية ومعدات رواد الفضاء ، ومن المؤمل أن تتم الإفادة من هذه التكنلوجيا 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 . وقد يسفر استخدام تكنلوجيا النانو عن تقليل وزن الطائرة بدون محرك إلى النصف تقريبا ، في حين يتم زيادة قوتها ومتانتها ، كما ستقلل تكنلوجيا النانو من كتلة المكثفات الفائقة والتي ستستخدم في توفير القوة للمحركات الكهربائية المساعدة بهدف إقلاع الطائرة بدون محرك عن الأرض المنبسطة إلى التحليق في الاجواء العالية .

2 - 5 - 2 الإنشاءات :

يمكن لتكنلوجيا النانو زيادة معدل الإنشاءات عن طريق سرعة إنهائها وبسعر أقل وأكثر تنوعا ، حيث قد تتيح تكنلوجيا النانو عملية التشغيل الآلي للإنشاءات التي تمكن من إنشاء هياكل وبنايات تتنوع من المنازل المتقدمة إلى ناطحات السحاب الهائلة وذلك بصورة أسرع وبتكلفة أقل بكثير .

2 - 5 - 3 المرشحات :

يمكن عن طريق استخدام تطبيقات تكنلوجيا النانو في المرشحات أو المصافي إزالة والتخلص من أية شوائب في المواد المنتجة سواء الصلب أو الألومنيوم .

2 - 5 - 4 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 تساعد في صنع محركات نفاثة تتميز بهدوئها وأدائها العالي .

2 - 6 السلع الاستهلاكية :

تؤثر تكنلوجيا 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 المحسنة باستخدام الجزيئات النانوية وبخاصة في مجال مستحضرات التجميل ، وفيما يلي أمثلة لهذه التطبيقات :

2 - 6- 1 الأغذية :

توفر تكنلوجيا 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 تكنلوجيا 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 تحسن من خصائص المقاومة للحرارة والخصائص الميكانيكية ، وتقلص من معدل انتقال الأكسجين ؛ هذا وتجرى العديد من الأبحاث بهدف تطبيق تكنلوجيا النانو في عملية الكشف عن المواد الكيميائية والحيوية في الأغذية المختلفة [21] .

2 -6- 2 الأغذية النانوية :

تعد عملية إنتاج الأغذية الجديدة ضمن مجال المنتجات الاستهلاكية المعتمدة على تكنلوجيا النانو والتي تظهر بالأسواق بمعدل من 3 إلى 4 سلع أسبوعيا ، وهذا بناء على ما أورده مشروع تكنلوجيا النانو والذي اعتمد في تقريره على حصر ما يقرب من 609 منتج نانوي ، وتتضمن القائمة ثلاثة أطعمة – وهي نوعا من الزيوت الكانولا ويطلق عليه (كانولا أكتف أويل Canola Active Oil) , ونوعا من الشاي ويطلق عليه (نانو تي Nanotea) بالإضافة إلى مجموعة من شكولاتة الحمية يطلق عليها (نانوسيوتيكال سليم شيك شوكلات Nanoceuticals Slim Shake Chocolate) , وبناء على معلومات لشركة نشرتها على موقع المشروع الإلكتروني ، فإن زيت كانولا والذي تنتجه شركة شيمن الصناعية بإسرائيل Sheman Industries of Israel يحتوي على مادة مضافة تسمى " نقاط نانوية " والتي صممت لحمل الفيتامينات والمعادن والمواد الكيميائية النباتية عبر الجهاز الهضمي واليوريا ، كما أنه بناء على معلومات من مصنع شركة " آر بي سي علوم الحياة RBC Life

Sciences Inc الامريكية الصناعية ، فإن الموجة تستخدم مكسب الكوكا " كتل نانوية " بهدف دعم وتحسين المزاق والفوائد الصحية للكوكا بدون الحاجة إلى إضافة المزيد من السكر.

2 - 6 - 3 الأدوات المنزلية :

لعل أشهر تطبيق لتكنلوجيا 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 .[22]

2 - 6 - 4 البصريات :

تتوافر بالأسواق أول نظارة شمسية تستخدم طلاءات البوليمر الرقيقة جدا والحامية والمضادة للانعكاس ، كما توفر تكنلوجيا 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 .

2 - 6 - 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 تكنلوجيا النانو لتكامل ودمج أغشية جزيئات الكربون الصغيرة وكذلك ضمان حماية كامل السطح من التغيرات الكهربائية الساكنة ومنها معمل انسجة التكنلوجيا النانوية والموجود بجامعة كورنيل.

2 - 6- 6 مستحضرات التجميل :

تتمثل أحد مجالات تطبيقات تكنلوجيا النانو في الواقيات من 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 لجزيئات أكسيد التيتانيوم تأثيرا مقارنا في خاصية الحماية من أشعة الشمس فوق البنفسجية كما هو الحال في المواد السائبة ، ولكنها تفقد عملية التبيض غير المرغوبة للمستحضرات الأخرى حيث يتناقص حجم الجزيء .

2 - 6 - 7 الزراعة :

يمكن لتكنلوجيا النانو تغيير قطاع الزراعة وسلسلة إنتاج الغذاء بالكامل ، من عملية الإنتاج وحتى عملية الحفظ ، والتجهيز ، والتعبئة ، والنقل وحتى معالجة النفايات ؛ حيث يكون لأفكار 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 لتكنلوجيا 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 .من خلال ما تقدم ، تتبين لنا الأهمية الكبيرة التي تحظى بها تكنلوجيا النانو في كافة المجالات ، فهي الأساس الذي تقوم عليه مختلف الصناعات ، ولقد انتقلنا بهذه التكنلوجيا إلى مرحلة جديدة ومهمة ، وهي القدرة على إنتاج مواد وأجهزة نانوية متقدمة يتم توظيفها في كل المجالات التطبيقية ، ومن المتوقع أن تكون هذه التكنلوجيا الرائدة في كافة المجالات وستتمكن من حل العديد من المعضلات والمشكلات المستعصية في عصرنا الراهن .

الاستنتاجات

لقد توصلنا في هذه الدراسة إلى العديد من النتائج التي من أهمها ما يلي :

(1) تكنلوجيا 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 .

(2) تعود البداية الحقيقية لعلم النانو عام 1959 م على يد العالم الأمريكي الفيزيائي المشهور ريتشارد فيمان ، كما تمكن العالم الفيزيائي العربي منير نايفه عام 2000 م من اكتشاف وتصنيع عائلة من حبيبات السليكون .

(3) هناك عدة أشكال للمواد النانوية والتي يمكن ترتيبها طبقا للحجم كما يلي : الأسلاك النانوية (قطرها أقل من 1 نانو متر واحد) ، النقاط الكمية (ابعادها من 2: 10 نانو متر) ، الأنابيب النانوية (أقل من 1 نانو متر : 100 نانو متر) ، الألياف النانوية والجسيمات النانوية (قطرها أقل من 100 نانو متر) ، الكرات النانوية (قطرها 500 نانو متر فأكثر) .

(4) هناك تقسيمات لأدوات النانو وهي : مجاهر المجسات الماسحة والتي تمكن الباحثين من تصوير العينات الكيميائية والحيوية ، وتنقسم هذه التكنلوجيا إلى قسمين رئيسين ، هما : مجهر التأثير النفقي الماسح ومجهر القوة الذرية ؛ والمجاهر الإلكترونية ، وتنقسم هذه المجاهر إلى قسمين هما ، المجاهر الإلكترونية الماسحة والمجاهر الإلكترونية النافذة ، ويعتمد مبدأ هذه المجاهر على استخدام حزمة إشعاع إلكتروني عالي الطاقة بدلا من الضوء الطبيعي أو الضوء الصناعي لفحص تركيب وسلوك المادة ويتم تمرير وتسريع الإلكترونات خلال المادة .

(5) تتعدد تطبيقات تكنلوجيا النانو في مختلف المجالات ، منها : التكنلوجيا والإليكترونيات في الطب والبيولوجيا والصناعات الدوائية والكشف عن الأمراض وفي الزراعة والإنتاج الغذائي وحماية البيئة وغيرها .

References

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

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

3- 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 / S0302–2838%2807%2900659–8 / pdf / Nanotechnology + and + Its + Relevance + to + the +Urolohist

4- 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

5-Gupta , R . (Feb . 2010) History of Nanotechnology . – ArticlesWave .com.– Available at : http :// www . articleswave . com / science–articles / history – of –nanotechnology . html

6 - Noble , C. and Prather, A. (2000) Real–Time Single Particle Mass Spectrometry: A Historical Review Of A Quarter Century Of The Chemical Analysis Of Aerosols.– Mass Spectrom Rev.2000 Jul ; 19 (4):248-74.- Available at: http://www.ncbi.nih.gov/pubmed/10986694

7-Donev, L. (May 2009) Carbon Nanotube Transistors: Capacitance Measurements, Localized Damage, And Use As Gold Scaffolding .– Cornell University : Faculty of the Graduate School, PHD .– Available at : http://www.lassp.cornell.edu/lassp_data/mceuen/homepage/publications/thesis_donev.pdf

8-Center for Responsible Nanotechnology . What is Nanotechnology ?.– Available at : http://www.crnano.org/whatis.htm

9-Fullerenes : Overview, Exposure, Uptake, and Behaviour .– Available at : http://www.nanopartikel.info/cms/lang/en/ Wissensbasis/Fullerene
10-Nano Balls .– Available at : http://www.megagadgets.nl/en/nano–balls.html
11- Hegde, R., Dahiya, A. and Kamath , M. (2005) Nonwovens.– Availanle at: http://www.engr.utk.edu/mse/Textiles/Nanofiber%20Nonwovens.htm
12- Wikipedia, the free encyclopedia. Nanocomposite.– Available at: http:// en.wikipedia.org/wiki/Nanowire
13- Bottomley, L. (1998) Scanning Probe Microscopy.– Anal. Chem., 70, 425R–475R.– http://www.microimage.comcn/uploadfile/xwjs/uploadfile/ 201009/20100929121433145.pdf
14- Electron Microscopy.– Available at: http://www.unl.edu/CMRAcfem/em .htm
15- Nanorobots.– Available at : http://searchcio–midmarket.techtarget. com/definition/nanorobot
16- Nanomedicine .– Available at: http://xnet.rrc.mb.ca/davidb/ nanomedicine.htm
17- LUO, J. Electrocatalytic Oxidation Of Methanol : Carbon–Supported Go Gold–Platinum Nanoparticle Catalysts Prepared By Two–Phase Protocol.– Available at: http:// cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=16694399
18- Hillie' T. and Hlophe' M. (2007) op.cit .
19- The A to Z of Nanotechnology . (2007) Energy Savings and the Reduction Of Energy Consumption Using Nanotechnology .– Available at: http://www .azonano.com/article.aspx?ArticleID=1909
20- Nanotechnology Making Solar Energy Affordable.– Available at: http://www.azonano.com/news.aspx?newsID=6922
21- Nanotechnology and food .– Available at: http:// files.nanobio –raise. Org/ Downloads/ Nanotechnology –and –Food–fullweb.pdf
22- Nano Household. – Available at: http://www.pttp.co.uk/ nanotechnology – household.php