فتكنولوجيا النانو مجال دقيق للغاية في حدود مراجعة الذرات والجزيئات، ويعكف العلماء في دراسة وبحث هذه التقنية من خلال مجاهر إلكترونية خاصة شديدة التطور والدقة من أجل إجراء أحدث الأبحاث العلمية وتطوير المنتجات، وتطويع هذه التكنولوجيا في مجالات عديدة تخدم البشرية.

وقد تحررت هذه التقنية بالفعل من جدران المختبرات والمراكز البحثية، إلى دنيا الإعلام والسياسات الحكومية، التي جعلت العديد من الدول المتقدمة تتبني الأبحاث حول هذه التقنية، وتكثيف الجهود فيها لما لها من فوائد على المدى الطويل.

ففي الولايات المتحدة الأمريكية وفي تاريخ 24 يونيو 2011، أطلق الرئيس الأمريكي باراك أوباما شراكة عملاقة في مجال التصنيع المتقدم **(AMP)**، وهو مشروع وطني يجمع بين قطاعات الصناعة والجامعات والحكومة الفيدرالية، بهدف الاستثمار في التكنولوجيات الجديدة التي من شأنها خلق وظائف كبيرة في مجال التصنيع عالي الجودة وتعزيز القدرة التنافسية العالمية للولايات المتحدة، في كل المجالات المتاحة.

وجاءت الخطة التي أقرّها الرئيس الأمريكي كي تستثمر أكثر من 500 مليون دولار في مجال تكنولوجيا المعلومات، والتكنولوجيا الحيوية، وتكنولوجيا النانو باعتبارهم أحدث التكنولوجيات القائمة وأكثرها تأثيرًا في الحاضر والمستقبل؛ لدعم خلق فرص عمل جيدة، وذلك من أجل مساعدة الحكومة الأمريكية للمصنّعين لخفض التكاليف وتحسين الجودة، وتسريع تطوير المنتجات.

❖ رواد تقنية النانو تكنولوجي :

يمكن عرض أهم رواد هذه التقنية على النحو التالي:

1- الدكتور / مصطفى السيد :

هو واحد من أعظم من أنجبتهم مصر؛ فقد احتل عدة مراكز أكاديمية منها: رئيس كرسي جوليوس براون بمعهد جورجيا للعلوم والتكنولوجيا، ورئيس مركز أطياف الليزر بنفس المعهد، كما أنتخب عضوًا بالأكاديمية الوطنية للعلوم بالولايات المتحدة لعام 1980، وقد تولى على مدى 24 عامًا رئاسة تحرير مجلة «علوم الكيمياء الطبيعية» والتي تعتبر من أهم المجلات العلمية في العالم، وقد حاز الدكتور مصطفي السيد مؤخرًا علي أعلي وسام أمريكي في العلوم قدمه له الرئيس الأمريكي الأسبق جورج بوش لأنه قام بابتكار طريقة جديدة تمكن من القضاء علي الخلايا السرطانية في جسم الإنسان عن طريق تقنيه النانو تكنولوجي بجزيئات نانو الذهب، حيث تعتبر هذه الطريقة الحديثة أكثر دقة وأكثر فاعلية من العلاجات الأخرى كالعلاج الكيميائي وغيرها، حيث أن العلاج الكيميائي تم إثبات نتائجه السلبية على المريض.

2- العالِم / ريتشارد فينمان :

هو عالم الفيزياء الشهير الذي القي محاضرته الشهيرة في 29 ديسمبر عام 1959م بمعهد التكنولوجيا بكاليفورنيا، والتي كان عنوانها «هناك الكثير من المسافات في الأسفل»، وكانت تلك المحاضرة هي بداية اهتمام الأوساط العلمية بالتقنية التي تتعامل مع الجزيئات والذرات بشكل منفرد وكانت هذه هي البداية الأساسية لفلسفة تقنية النانو ومفاهيمها. وفي هذه المحاضرة لم يشر فينمان إلى مصطلح النانو تكنولوجي (**nano technology**) بشكل مباشر ولكنه تحدث عنها بشكل استشرافي للمستقبل، وأنه سيأتي اليوم الذي يتحكم فيه الأشخاص في الذرات والجزيئات المنفردة. وأوضح فينمان أن البشر مع تقدم العلوم سيتمكنون من تصنيع آلات دقيقة تمكّنهم من إنشاء مصانع تقوم بصنع آلات بمقياس النانو شيئًا فشيئًا، وسيحاول العلماء تصغير المواد حتى نصل للمستوى النانوي أو

التحكم في الذرات والجزيئات. وكما ذكرنا سابقا فإن فينمان لم يشر إلى مصطلح النانو تكنولوجي لوصف هذه التقنية الحديثة ولكنه تحدث عن التقنية التي ستمكن البشر من التحكم في الذرات والجزيئات - وقد ذكر فينمان: أن في هذا المقياس الصغير لن تكون قوى الجاذبية مهمة وأن التحكم والسيطرة ستكون لقوى أخرى مثل قوى التوتر السطحي وقوى فان دير وول. وأضاف: أن المعلومات والبيانات سيمكن تخزينها بكثافة كبيرة جدًّا، وهذا ما توصلت إليه الأبحاث والدراسات في مجال النانو. وحتى بداية السبعينات من القرن الماضي لم يستخدم هذا المصطلح ولم يستخدم لوصف هذه التقنية، وفي عام 1974 ظهر مصطلح النانو في محاضرة البروفيسور الياباني **(Norior Taniguchi)** في جامعة طوكيو للعلوم، وكان يقصد بالمصطلح الآلات الدقيقة والتي كانت بمقياس الميكرو ولم يكن المصطلح للدلالة علي تقنية مستقلة، وفي عام 1986 بدأ أول استخدام لمصطلح النانو تكنولوجي في الأوساط العلمية بعدما نشر **(Eric Drexler)** كتابه الشهير بعنوان «محركات الإنشاء عصر تقنية النانو القادم»؛ وبدأ بعد ذلك استخدام مصطلح النانو تكنولوجي للدلالة على الأبعاد من 0.1 إلى 100 نانومتر.

3- العالِم الكبير / منير نايفه :

نعم إنه العالم العربي العالمي منير نايفه (64 سنة) أستاذ الفيزياء بجامعة الينوي الأميركية في أربانا شامبين المرشح لجائزة نوبل للفيزياء أحد رواد علم تقنيات النانو؛ حيث يقوم حاليًا بتأسيس شركة متخصصة بصناعة أجهزة نانوية وتطبيقات متناهية الصغر.

وُلِدَ منير نايفه في فلسطين ودرس الابتدائية والثانوية في بلدته الشويكة وانتقل إلى المدرسة الهاشمية التابعة لمدارس البيرة برام الله واربد، ثم التحق بالجامعة الأميركية في بيروت للتخصص في الهندسة بمنحة من وكالة الإنماء الأميركية؛ وقد حصل منها علي البكالوريوس في الفيزياء عام 1968 وأتبعها

بالماجستير عام 1970 ثم حصل على منحة للحصول علي الدكتوراه من جامعة ستانفورد الأميركية لدراسة الفيزياء الذرية والليزر، وقد أظهر اهتمامًا كبيرًا بدراسة ذره الهيدروجين باستخدام أشعه الليزر، وفسر اهتمامه بأن ذره الهيدروجين هي أصغر عنصر كيميائي وتدخل في تفاعلات كيميائية لا حصر لها.. وبعد أن نال الدكتوراه عام 1974 التحق بمعهد أوك ريدج القومي وكان باحثًا به، حيث استحدث مع زملائه طريقة ليزرية جديدة لقياس التجمعات الذرية الغازية لأعلى المستويات من الدقة والتحكم وهو قياس ذرات منفردة ثم انتقل إلى جامعة ييل الأميركية وكان مدرسا بها، ثم توجه إلى جامعة الينوي حيث استحدث طريقة جديدة للتحكم وترتيب الذرات والجزيئات على السطوح وهو ما سمي «الكتابة بالذرات»، وعندما التحمت العلوم والهندسة والطب في بعضها البعض في تقنيات النانو حيث يصبح العالِم مهندسًا والمهندس عالمًا وتقل الفوارق بين الفيزياء والكيمياء والميكانيكا والأحياء كانت الفرصة الذهبية لتجميع كل اهتماماته في مجال واحد، فأبحاثه الآن تضم بالإضافة إلى المبادئ العلمية للمواد أيضًا، هندسة وبناء وفهم كيفية تشغيل أجهزة المستقبل النانوية وقد انخرط ثلاثة من أولاده في دراسة تقنيات النانو، ومازال نايفه مرتبط بجامعتي كنتاكي وآلينوي منذ عام 1980.

4- دكتور شريف الصفتي :

مصري من طنطا – محافظة الغربية؛ عمل على نفسه بثبات ودأب حتى أصبح على رأس المجموعة البحثية لعلوم المواد النانو مترية بالمركز القومي لبحوث المواد الياباني، وأستاذ بجامعة واسيدا اليابانية، بعد أن كان أستاذًا للعلوم جامعة طنطا، نال دكتوراه من جامعة ساوث هامبتون في إنجلترا، وبعدها انتقل للعمل في اليابان، وله 20 براءة اختراع.

رُشِّح لنيل جائزة نوبل في الكيمياء لعام 2013، حصل على أكثر من 15 جائزة علمية من جهات علمية دولية، أنقذ الصفتي اليابان من كارثة «فوكوشيما»، وهي

كارثة تطورت بعد زلزال اليابان الكبير في 11 مارس 2011 ضمن مفاعل فوكوشيما 1 النووي؛ حيث أدت مشاكل التبريد إلى ارتفاع في ضغط المفاعل، مما أدى إلى انفجار المفاعل النووى، ولكن «الصفتي» نجح باستخدام تكنولوجيا «النانو ميتر» فتنقية المياه من الإشعاع الذي سببه التسرب الإشعاعي.

وحصل على ٢٠ براءة اختراع في مجال الكيمياء واستخداماتها، بالإضافة إلى العديد من الكتب والأبحاث العلمية المنشورة في الدوريات العالمية الخاصة بالمواد النانو مترية.

فيعتبر أحد العقول المصرية النابغة المهاجرة إلى الخارج، أن فلسفة النانو تكمن في أن القوة في الصغر، أو كما نقول «يُوْضَع سِرِّه في أضعف -أو أصغر- خَلقه»، مشيرًا إلى أن المستقبل للنانو تكنولوجي، وأن حل معظم مشاكل مصر تكمن في الاستفادة من الحلول التي تقدمها علوم النانو تكنولوجي في المياه والكهرباء والصحة والبيئة وغيرها من الاستخدامات.

ويرى أن اليابان بلد فقير في مواردها الطبيعية، ولكن لديهم النظام هو الذي يحكم حياتهم والعمل لديهم عبادة، وللوقت قيمة كبيرة، فالغريب أنه رفض الحصول على الجنسية اليابانية رغم عمله لأكثر من عشر سنوات في المعامل اليابانية.

5- عالم الرياضيات الأمريكي فون نييمان :

أول من قام بالتفكير في تقنية النانو في عصرنا الحالي ، وقد حصل على جائزة نوبل في عام ١٩٥٩م – فيقول أ. د. المهندس محمد شريف الإسكندراني: «لعل من الإنصاف أن نرجع الفضل في التفكير بأهمية تكنولوجيا النانو إلى عالم الفيزياء الأمريكي الشهير **(Richard Feynman)**، والذي عمل في أبحاث تطوير القنبلة الذرية في الأربعينيات من القرن الماضي، والحائز على جائزة نوبل في عام 1959 ، وقد قدم للعالَم من خلال إحدى محاضراته تنبؤه لحدوث ثورة في

التكنولوجيا، وطفرة في تخليق مواد جديدة يتحكم الإنسان في ترتيب ذراتها لتصنيع أجهزة متناهية في الصغر لا تتعدى أحجامها حجم خلية بكتيرية أو فيروس، لكنها قادرة على تنفيذ الأعمال الدقيقة جدًّا، والتي عجزنا عن تنفيذها باستخدام المواد والأجهزة كبيرة الأحجام.. وبالفعل، فقد أثارت تنبؤات **Feynman** حفيظة العلماء، فهبوا في معاملهم بالبحث والتجريب لتحقيق هذه الافتراضات وتحويلها من مجرد حلم إلى واقع وحقيقة». ويضيف أ.د. الإسكندراني: «أنه لم يكن من السهل لهذه التكنولوجيا الحديثة أن يبزغ فجرها في يوم وليلة، بل استغرق الأمر أكثر من 22 عامًا قضاها علماء العالم في معاملهم في جد ومشقة، ليبرهنوا صحة تلك الفرضيات والتي أضحت حقيقة وواقعًا ملموسًا».

6- الباحث الياباني / نوريو تانيغوشي :

هو أول من قام بإدخال مصطلح التكنولوجيا النانوية، وذلك في عام١٩٧٤م، عندما حاول بهذا المصطلح التعبير عن وسائل وطرق تصنيع وعمليات تشغيل عناصر ميكانيكية وكهربائية بدقة عالية.

7- المخترعان العالمان : جيرد بينج وهينريك روهر :

قاما سنة ١٩٨١م باختراع المجهر النفقي الماسح (STM)، حيث ساعد هذا الاختراع على ازدياد البحوث المتعلقة بتصنيع ودراسة التركيبات النانوية للعديد من المواد، وقد حصل العالمان على جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٨٦م على اختراعهما.

8 - عالم الرياضيات الأمريكي اريك دريكسلر :

والذي يعتبر هو المؤسس الفعلي لهذا العلم، حينما ألّف كتابًا تحت عنوان (محركات التكوين **Engines of Creation**)، والذي اعتبر البداية الحقيقية لعلم النانو تكنولوجي.

ولقد تنبأ العلماء بمستقبل واعد لهذه التقنية والتي باتت الدول الصناعية تضخ الملايين من الدولارات من أجل تطويرها، وقد وصل تمويل اليابان لدعم

بحوث النانو تكنولوجي إلى بليون دولار أما في الولايات المتحدة فهناك ٤٠٠٠٠ عالم أمريكي لديهم المقدرة على العمل في هذا المجال، وتقدَّر الميزانية الأمريكية المقدمة لهذا العلم بتريليون دولار حتى عام ٢٠١٥ م.

❖ الاهتمام العالمي بتقنية النانو تكنولوجي :

يظهر اهتمام دول العالم بتقنية النانو تكنولوجي من خلال العناصر التي نسردها على النحو التالي:

- أعلنت الولايات المتحدة الأمريكية عام 2000م مبادرة تقنية النانو الوطنية (NNT).
- قيام اليابان بإنشاء مركز متخصص لباحثين في تقنية النانو وتوفير جميع الأجهزة اللازمة.
- وقُدر الإنفاق العالمي على أبحاث النانو عام 2003م بأربعة مليارات دولار.
- خصصت كوريا ما يزيد عن مليار دولار للنانو تكنولوجي خلال خطة عشرية انتهت عام 2010م.
- كما قُدِّر إنفاق الحكومة الصينية مبلغ (280) مليون دولار على تقنية النانو خلال الفترة 2001- 2005.
- أعلنت حكومة الاحتلال الإسرائيلي أنها ستخصص 11مليون دولار لمشروع تطوير أبحاث تقنية النانو في مجال الطب.

هكذا نجد أن العالم بدوله المتقدمة علميًا وتكنولوجيا يسير نحو توفير كافة النفقات والأجهزة الخاصة ببحوث تقنية النانو تكنولوجي، مما يوضح لنا أن الحرب القادمة هي حرب السيطرة والتحكم في الجزئيات والمكونات متناهية الصغر.