الفصل الثاني

وحدات قياس تقنية النانو
Nano-Technology Measurement Units

(٢,١) تقنية النانو وعلاقتها بعلم القياس
Nano-Technology and Metrology Relationship

أدي التطور العلمي في المرحلة الراهنة التي نعيشها إلي انكماش الزمان والمكان وحلت مقاييس جديدة ومرعبة في المجال العلمي والتقني في قياس ذلك الانكماش في هذا العصر والملقب بعصر الهيمنة Era of Dominance والقرصنة العلمية Scientific Piracy. فأصبح المستحيل حقيقة على دنيا الواقع وأصبح بمقدور العلم أن يعبر إلي داخل الثانية تفتيتاً، وتجزيئا.

كما أصبح من الممكن استنساخ الخلايا والأعضاء الحيوية، والتلاعب بالمورثات (الجينات)، وفك رموز الشفرة الجينية البشرية. وأدت كل هذه الاختراعات إلي تقنية جديدة ومجتمع جديد يجعل الإنسان في وضع يختلف جذريا عن سابقه. كما أدت هذه التقنية الجديدة والمتطورة في هذا القرن إلي حقائق جديدة في علوم الاقتصاد الدولي International Economics وأصبح بمقدورها أن تغير من الفقر إلي ثراء في بعض البلدان وتجعل من بلاد غنية في الموارد الطبيعية إلى مجرد مستهلك لما ينتجه الآخرون.

obeikandi.com

في الحقيقة وفي البداية حتى لا تلتبث علينا الحقائق والأمور العلمية والتقنية مسبقاً لابد أن نعرف أن هناك فرقاً بين كلمة نانو ومصطلح تقنية النانو يعني واحداً علي مليار من الوحدة، فمثلاً نانو سنتيمتر يعبر عن واحد علي مليار من السنتيمتر، أي أنه وحدة قياس بالمفهوم البسيط كما سيأتي توضيحاً أكثر تفصيلاً لاحقاً. أما مصطلح تقنية النانو Nano-Technology فيعني التقنية المبنية على الأجزاء المتناهية في الصغر وتذليلها في خدمة، ورفاهية، ورخاء الإنسان على كوكب الأرض Earth Planet بل يتعداه بمراحل تفوق الخيال إلى الفضاء الخارجي. ولعل الكثير منا في حياتنا المعاصرة يجهل بعض الشيء عن مقياس تقنية النانو ، ويتبادر في أذهان العامة من الناس الغموض الذي يحيط بهذا المارد العلمي الجديد. في الحقيقة ومن وجهة النظر العلمية والتقنية فأن اقتران مفهوم تقنية النانو بالنانو مترولوجي، يعنى أنهما وجهان لعملة واحدة وإن اختلفا ضمنياً.

إن علم المترولوجيا Metrology أو علم القياس يعتبر من أحد العلوم المعاصرة الحديثة شانه في ذلك من حيث الاهتمام، لكنه قديم جدا من حيث النشوء أو من حيث الاحتياج البشري له. وأن كلمة مترولوجيا هى كلمة يونانية الأصل ومكونة من مقطعين الأول Metron وتعنى "القياس" اما المقطع الثانى فهو Logos وتعنى "دراسة".

ومن جهة أخرى أن هذا العلم يقصد به فنون وعلوم القياس. وهذه العلوم لا تنحصر في عملية القياس وحدها بل تتعداها إلى ما له صلة بعملية القياس مثل بيئة القياس، وطرق القياس، ونتائج القياس، والمقاس نفسه، والقائم بعملية القياس، وغير ذلك مما يرتبط من قريب أو بعيد بعمليات القياس نفسها مهما بلغت مستويات الدقة والصحة فيها. وقد عرفه المكتب الدولى لعلوم الأوزان والقياسات International Bureau of Weights and Measures بأنه علم القياس والذى يتضمن تحديداً الوجهة النظرية Theoretical والتجريبية Experimental وعلى أي مستوى من عدم اليقين

Uncertainty وفي أي مجال من مجالات العلم والتقنية. وحين نشير إلى مفهوم النانو مترولوجي فإننا نقصد هنا علوم القياس التي ترتبط بذلك الكم الكبير من الكميات العلمية التي يمكن أن توجد في مستوياتها النانوية.

فعلى سبيل المثال لا يستغني الباحثون العاملون في القطاع الهندسي عن احتياجهم إلى قياس أو توفير مصادر مقاسه بدقة للنانو أمبير، النانو فولت، النانو أوم، النانو متر، النانو جرام وغيرها مما تتطلبه أبحاثهم النانوية المتنوعة. بل وتشارك أهم قطاعات أخرى عديدة من قطاعات البحث العلمي هذا الاحتياج. ومن هنا جاءت فكرة ارتباط النانو مترولوجي بتقنية النانو، فالنانو مترولوجي هو الأداة الفاعلة في أيدي الباحثين التي يتمكنون بها من تحديد قيم مفرداتهم النانوية تحديدا دقيقاً صحيحا ًموثقا ًمستندا ًإلى المعايير الدولية International Standards والقيم المطلقة Absolute Values لوحدات القياس التي يتعاملون بها في مختبراتهم. ولذا فإننا نؤيد أن النانو مترولوجي يعد بالنسبة لتقنية النانو بمثابة الشيء وظله.

إن تقنية النانو بكل ما يقترن بها خلفيات علمية وأبحاث دقيقة متخصصة تحتاج إلى أداة قياس دقيقة تستند عالمياً على وحدات القياس المطلقة. وتحتاج أيضاً إلى بيئة القياس الصحيحة المناسبة، ثم تحتاج إلى الإجراءات التقنية لتسجيل نتائج قياس صحيحة ودقيقة تعكس حقيقة القيمة المقاسة.

وعلى سياق هذا النحو فتحتاج تقنية النانو إلى تطبيق طرق رياضية وإحصائية Mathematical And Statistical Methods محددة لتعيين مقادير الخطأ وميزانية الارتياب في نتيجة القياس وأسبابه أو الحكم على استقرار وثبات قيم المقادير المقاسة مع عامل الزمن Time Factor. والعلم الذي يفي بكل هذه الاحتياجات الأساسية لأي تقنية نانوية هو علم المترولوجي Metrology بكل ما وصل إليه من تطور رهيب في هذا القرن مما جعله يمنح الصناعة والبحث العلمي دعما حقيقياً متمثلاً في أنظمة قياس مثالية بالغة الدقة في الكميات والمفردات العلمية.

(٢,٢) أهمية علم القياس في العلوم التطبيقية
Metrology Importance in Applied Sciences

على الرغم من علم المترولوجى ليس من العلوم الحديثة، ولا يعد وليد هذه الثورة التقنية العلمية الهائلة ، إلا أنه صار من أهم العلوم التي تحوز اهتمام العالم الآن في ظل علم تقنية النانو، وأيضاً بما صار له من أهمية تقنية تكمن في الحاجة الملحة لتوحيد النظام القياسي العالمي لرفع جودة المنتجات العالمية International Products.

وبما أن المترولوجيا هو علم يختص بعلوم القياس، ويقصد بالعلوم هنا إلى ما يخص عملية القياس من مصطلحات وتعريفات وطرق القياس والعمليات الحسابية المرتبطة به وخرائط التحكم واختبارات الكفاءة الفنية بل ويتعدى ذلك إلى التفاصيل التقنية والنظرية والمعملية لذلك.

ومن هنا صار النظام المترولوجي توجها إلزامياً لكافة الدول لاسيما للدول النامية حتى تكون قادرة على موائمة الأنظمة والقوانين التابعة للدول الصناعية التي دأبت على رصد نسبة ٤٪ فقط من الدخل القومي لها للإنفاق على علوم القياس أي ما قيمته بضعة مئات من الملايين من العملة الصعبة في السوق الأوروبية وحدها.

وهذه النسبة تبين أهمية مفهوم المترولوجيا من أجل تقدم هذه الدول وتطورها التقنى على جميع الأصعدة الفيزيائية، والهندسية، والكيميائية، والحيوية وإلى ما هو متعلق بها مثل البيئة، الطب، الزراعة، والغذاء، البحث العلمي، والاستثمارات الصناعية... وغيرها.

وفي هذا الصدد يمكن تقسيم علم القياس Metrology إلى ثلاثة أقسام أساسية :

أولاً القياسات العلمية الأساسية Basic scientific Measurements والتي تتعلق بإنشاء وحدات القياس، وحدة النظم، وتطوير طرق جديدة للقياس، وتحقيق معايير قياس ونقل عن تعقب المستخدمين لهذه المعايير في المجتمع.

ثانياً التطبيقات أو القياسات الصناعية Measurements or Industrial Application والتي تتعلق بتطبيق القياس في العلوم والصناعات التحويلية وغيرها من العمليات واستخدامها في المجتمع، وضمان ملائمة أدوات القياس، والمعايرة ومراقبة الجودة للقياسات.

ثالثاً علم القياس القانوني Scientific Legal Metrology وينطوي على المخاوف والشروط التنظيمية للقياسات وأدوات القياس من أجل حماية الصحة والسلامة العامة، والبيئة، والتي تمكن من فرض الضرائب، وحماية المستهلك والتجارة العادلة.

وتُبشر الإمكانيات المُذهلة لتقنية النانو [ويقصد بها هنا العملية العلمية التي تصنع المواد والمنتجات ذات الحجم الجزيئي أو حتى الحجم الذري] بإحداث ثورة في طريقة حياة البشر مستقبلاً. ويتطلب العمل على هذا النطاق المتناهي الصغر، حيث وحدة القياس الأساسية هي النانومتر، التي تبلغ جزءا واحدا من بليون من المتر من حيث حجمها، تقنيات إبداعية لصنع، ومعالجة، وإنتاج مواد لا يمكن رؤيتها إلاّ عبر أجهزة خاصة مثل المجهر الالكتروني Electronic Microscope. وكثيراً ما تكمن فائدة تقنية النانو Nano-Technology في كون المواد، على مستوى المقياس النانوي والتي تتسم بخصائص فيزيائية أو كيميائية تختلف كثيراً عن الخصائص التي تمتلكها نفس المواد عندما تكون بحجم أكبر. كما يوفر هذا الحجم الذري لتقنية النانو في حد ذاته إمكانيات فريدة ولا مثيل لها.

إن القياس النانوي Nanometrology تعد من الركائز الهامة والأساسية لكل علوم وتقنيات النانو ويشمل علم القياس في حيز النانو قياس وتوصيف المواد، معرفة الشكل، الحجم، والخواص الفيزيائية عند مستوى النانو. وهذا القياس يعد ضروري لإنتاج المواد والأجهزة النانوية بدرجة كبيرة من الدقة والموثوقيه ولتحقيق تطبيقاتها واستخداماتها. فالقياس النانوي يشمل الطول أو الحجم.

وكـذلك القـوة والكتلـة والخـواص الفيزيائيـة، الكهربائيـة، الميكانيكيـة، المغناطيسية، الضوئية وغيرها. فتقنيات القياس في الحيز النانوي تتطور باستمرار وذلك لزيادة فهم الحيز النانوي وتحسين المواد والعمليات الصناعية وموثوقيتها والأجهزة التي تقوم بتلك القياسات كثيرة ومتعددة. ويدرس العلماء حالياً ما إذا كان بالإمكان استخدام ميزات المقياس النانوي هذه لإيجاد بيئة صحية أكثر في ظل متغيرات جذرية لكل النظريات والقوانين البيئية السابقة لهذه التقنية الجديدة. ودعونا قبل الخوض في دهاليز هذا المقياس النانوى بأن نسلط الضوء مسبقا لمعرفة المسمى الحقيقي لمصطلح تقنية النانو:

تقسم كلمة تقنية نانو إلى جزأين أحدهما تقنى (علمي)، والثاني قياسي (رياضي):

- **تكنولوجى Technology**

أذا اتفقنا سويا أن العلم هو بناء من المعرفة العلمية المنظمة والتي يتم التوصل إليها عن طريق البحث العلمى. فالتقنية هي التطبيقات العلمية للمعرفة في مختلف المجالات ذات الفائدة المباشرة بحياة الإنسان. أو هي النواحي التطبيقية للعلم وما يرتبط بها من آلات وأجهزة ومنتجات. ولذلك لا نعتقد أن العلم والتقنية مفهومان لشئ واحد. فتتكون العملية التقنية من ثلاثة مكونات متفاعلة ترتبط سويا لتكون ثلاثة أضلاع لمثلث واحد وهى الإنسان، والمواد، والأدوات. وتعد التقنية هى محصلة التفاعل بين الإنسان والمواد والأدوات وإن مجرد وجود الآلة لا يعنى وجود تقنية ولكن عملية استخدام الآلة أو تصنيع المواد من قبل الإنسان هى بداية عملية التقنية.

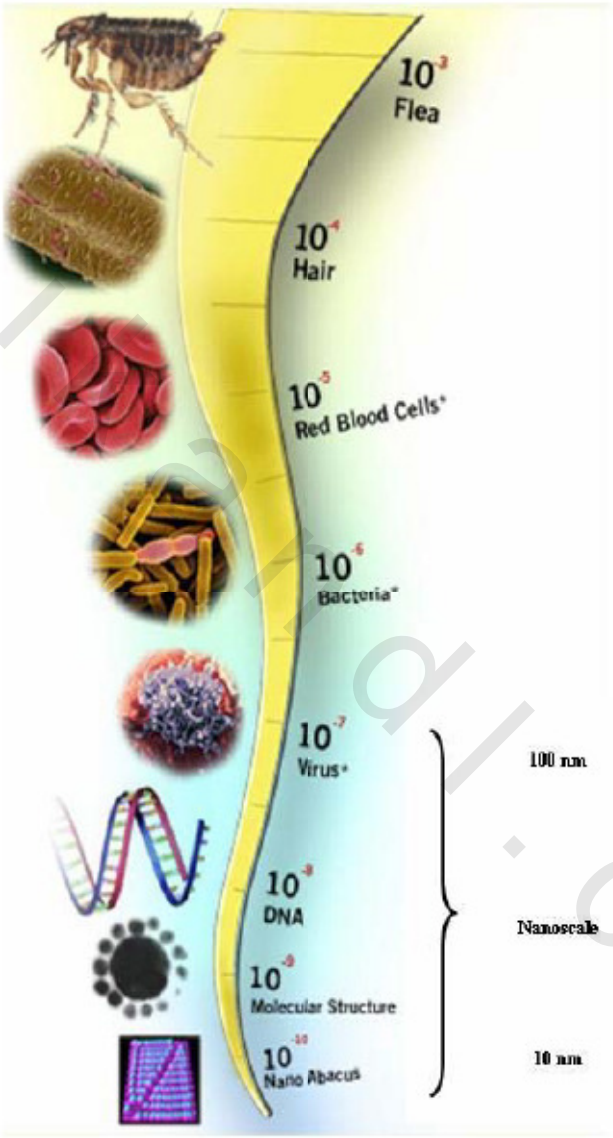
- **نانو Nano**

هى كلمة يونانية تعنى ضئيل ولكنها في سياقنا هذا لا يعنى ضئيل فقط بل أهو أقل بكثير ولإيضاح ذلك يجب أن نفهم مقياس النانو Nano Scale وما بنطوى على هذا المعنى من حقائق علمية.

(٢,٣) مقياس النانو
Nano Scale

نعلم أن كل شيء في حياتنا سواء من الوجهة العلمية أو غير العلمية له مقاييس، فعلى سبيل المثال فالوزن مقياسه الجرام، والطول مقياسه المتر ....الخ. ويوجد مضاعفات وحدة المقياس مثل الكيلو، فعندما نقول كيلو جرام فإننا نقصد ١٠٠٠ جرام، وكيلو متر =١٠٠٠ متر ....الخ. ويوجد أيضا أجزاء من وحدة القياس فمثلا السنتيمتر= ١/١٠٠ من المتر وهو جزء من مائة جزء، والملليتر = ١/١٠٠٠ من المتر وهو جزء من ألف جزء من المتر، والميكرو ميتر = ١ /١٠٠٠٠٠٠ وهو جزء من مليون من المتر جزء، والنانومتر = ١ /١٠٠٠٠٠٠٠٠٠ وهو جزء من مليار جزء من المتر. وإذا بسطنا العملية الحسابية اكتر فيمكن القول فإن قلنا أن السنتيمتر يعنى بأنة ١/١٠٠ من المتر والمعنى هو إذا قمنا بتقسيم المتر إلى ١٠٠ جزء متساوي فإن الجزء الواحد =١ سنتيمتر ويعنى بأنة ١/١٠٠ من المتر والمعنى هو إذا قمنا بتقسيم المتر إلى ١٠٠٠ جزء متساوي فإن الجزء الواحد = ١ ملليمتر وهكذا حتى نصل في النهاية إلى أن النانومتر= يعنى بأنه ١/١٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من المتر والمعنى هو إذا قمنا بتقسيم المتر إلى مليار جزء متساوي فإن الجزء الواحد =١ نانومتر ولكننا نريد أن نعرف مثالا على شيء حجمه =١ نانومتر وإلى أي مدى هو صغير فعلى سبيل المثال يوجد أشكالاً كثيرة في حجم المقياس النانوى ونجد أن جزيء DNA طوله ١٠ نانومتر (أشكال ٩، ١٠، ١٢، ١١).

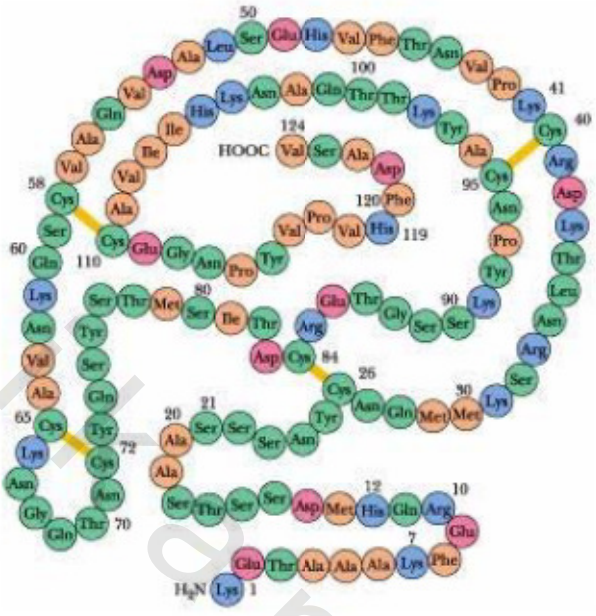
وفي المجال المخبرى التطبيقي فإن الأبحاث التي تقترن بمصطلح النانو هي تلك الأبحاث التي تجرى على المركبات التي يقل حجمها عن جزء من الألف من الميكرومتر أي كسور من النانومتر، وعلى ذلك يمكن القول بأن تقنية النانو Nano-Technology هو ذلك العلم التطبيقي والتقني متعدد التخصصات والذي يعنى أساساً بالتحكم والسيطرة على المادة على مستواها الذري والجزيئي في المدى ما بين ١ إلى ١٠٠ نانومتر.



الشكل رقم (٩). أمثلة توضيحية لمقياس النانو مقارنة بالكائنات الحية.

المصدر: Jun et al., (2005)

obeikandl.com



الشكل رقم (١٠). جزيئات البروتين النانوية.

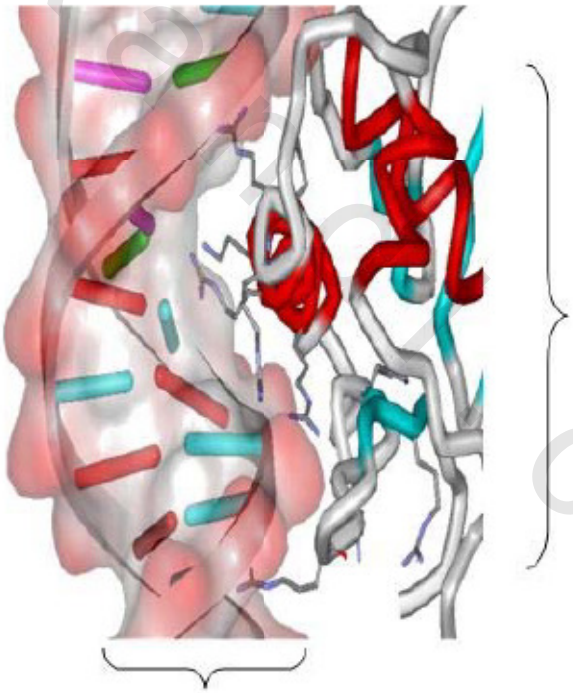
المصدر : http://www.bionanotechnology.com

أو أنه العلم الذي يتعلق بإنتاج وحدات فاعلة ذات أهداف محددة أو استنباط أدوات عملية بذات الحجم المشار إليه. ويتم العمل في تقنية النانو مع الأجسام التي تقع داخل مجال مقياس النانو بمعنى أنها تقع في المجال بين ١ نانو وبحد أقصى ١٠٠ نانومتر.

إذن الغرض من علم تقنية النانو هو تصنيع أدوات ومعدات صغيرة الحجم جدا وأن لا يزيد حجم هذه الأدوات عن ١٠٠ نانومتر وأن تستطيع هذه الأدوات القيام بوظيفة ما. ولكن هناك سؤال مهم يطرح نفسه على الساحة وهو هل يستطيع شيء ما حجمه صغير إلى هذه الدرجة أن يقوم بأي بوظيفة؟ والإجابة تنطلق من جزيء البروتين الذي يقع داخل إطار مقياس النانو ويستطيع القيام بوظيفته، وكذلك يستطيع

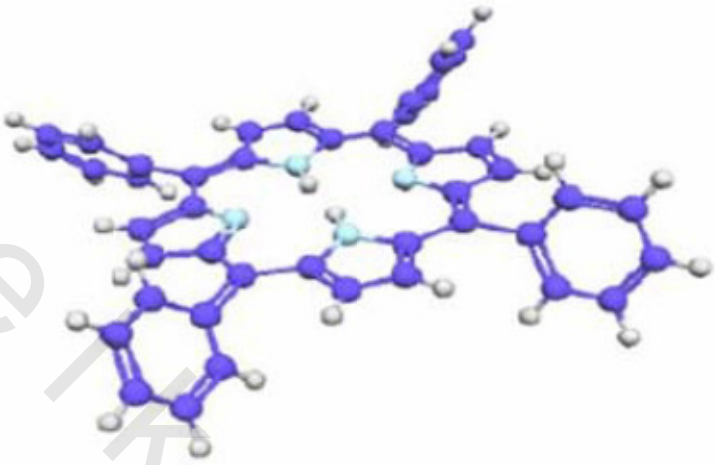
جزيء الهيموجلوبين Hemoglobin (الشكل رقم ١١) والذي يقع أيضاً داخل إطار مقياس النانو الموجود داخل خلايا الدم الحمراء أن يقوم بنقل ذرات الأكسجين.

ويصف Thomas Kenny من جامعة Stanford حجم النانو بأمثلة كثيرة من الواقع العلمي، فمثلاً الحمض النووي منزوع الأوكسجين DNA أو بحجم عشر ذرّات هيدروجين، أو معدّل نموّ ظفر الإنسان في ثانية واحدة، أو ارتفاع قطرة ماء بعد بسطها كليّا على سطح مساحته متر مربّع واحد، أو واحد على عشرة من سماكة الطبقة الملوّنة على النظّارات الشمسيّة.



الشكل رقم (١١). شكل يوضح المقياس النانوى لجزيء الحامض النووى DNA.

obeikandl.com



الشكل رقم (١٢). شكل فراغى جزيئ الهيموجلوبين.

المصدر : Jonathan et al., (2007)

ويمكن القول أن تقنية النانو هى الفهم والسيطرة على المادة بأبعاد تتراوح تقريبا من ١ إلي ١٠٠نانومتر، وتتعلق تقنية النانو بتصور قياس، وقولبة، ومعالجة المواد عند هذا النطاق من الحجم. ويتجه الأوروبيون إلي وصف هذه التقنية ببساطة أكثر بأنها التقنية التي تتعامل مع تطبيقات ومنتجات أجسام معدلة هندسياً أصغر من ١٠٠ نانومتر، وللمقارنة، فنجد أن قطر شعرة الإنسان الواحدة يصل إلي حوالي ٥٠٠٠ نانومتر (أنّ النانومتر وحدة صغيرة فقطر شعرة من شعرات الرأس تساوي عدد ١٠٠,٠٠٠ نانومتر)، وقطر خلية كرة الدم الحمراء حوالي ٧٠٠٠ نانومتر. ويوافق معظم الخبراء على أن تقنية النانو التي توصف عادة بأنها تقنية التصنيع والابتكار والتصرف بمواد لا يزيد حجمها على واحد على مليار من المتر، أو واحد على مائة ألف من قطر شعرة الإنسان قادرة على تغيير شيء.

obeikandl.com

والأمر الفريد والمدهش في مقياس النانو Nano Scale هو أن معظم الخصائص الأساسية للمواد والآلات كالصلابة ونقطة الانصهار تعتمد على الحجم Size Dependant بشكل لا مثيل له في أي مقياس آخر أكبر من النانو.

فعلى سبيل المثال السلك أو الموصل النانوي الحجم لا يتبع بالضرورة قانون أوم Ohm Law الذي تربط معادلته التيار والجهد والمقاومة Effort and Resistance، فهو يعتمد على مبدأ تدفق الالكترونات في السلك كما تتدفق المياه في النهر؛ فالالكترونات لا تستطيع المرور عبر سلك يبلغ عرضه ذرة واحدة بأن تمر عبره إلكترونا بعد الآخر. إن أخذ مقياس الحجم بالاعتبار بالإضافة إلى المبادئ الأساسية للكيمياء والفيزياء والكهرباء هو المفتاح إلى فهم علم النانو الواسع.

وفي واقع الأمر يجب أن نفرق بين عدة مفاهيم هامة مختلفة والتي ستساهم وبشدة في عدم الخلط بين جوهر ومضمون تقنية النانو تحت مظلة علم المترولوجى كالآتي:

١- مقياس النانو Nano-Scale ويقصد به الأبعاد التي يتراوح طولها بين نانومتر واحد إلى الـ١٠٠ نانو متر.

٢- علم النانو **Nano-Science** ويقصد به دراسة المبادئ الأساسية للجزيئات والمركبات التي لا يتجاوز قياسها ١٠٠ نانو متر.

٣- تقنية النانو **Nano-Technology** هو تطبيق لهذه العلوم وهندستها لإنتاج مخترعات مفيدة.

(٢,٤) تقنية النانو وطفرة القوانين والنظريات العلمية الجديدة
Nano-Technology, the Explosion of new Scientific Laws and Theories

لعل القوانين العلمية الحالية سوف لا تنطبق كماً وكيفاً على مقياس النانو Nano Scale في العقود القليلة القادمة. فإذا تخيلنا شيئا في متناول أيدينا على سبيل المثال مكعب من الذهب طول ضلعه متر واحد ولنقطعه بأداة ما طولاً وعرضاً وارتفاعاً سيكون لدينا ثمانية مكعبات طول ضلع الواحد منها ٥٠ سنتيمترا.

وبمقارنة هذه المكعبات بالمكعب الأصلي نجد أنها ستحمل جميع خصائصه كاللون الأصفر اللامع والنعومة وجودة التوصيل ودرجة الانصهار وغيرها من الخصائص ماعدا القيمة النقدية بالطبع، ثم سنقوم بقطع واحد من هذه المكعبات إلى ثمانية مكعبات أخرى، وسيصبح طول ضلع الواحد منها ٢٥ سنتيمترا وستحمل نفس الخصائص بالطبع، وسنقوم بتكرار هذه العملية عدة مرات وسيصغر المقياس في كل مرة من السنتيمتر إلى المليمتر وصولا إلى الميكرومتر. وبالاستعانة بمكبر مجهري وأداة قطع دقيقة سنجد أن الخواص ستبقى كما هي عليه وهذا واقع مجرب في الحياة العملية.

فخصائص المادة على مقياس الميكرومتر فأكبر لا تعتمد على الحجم. وعندما نستمر بالقطع سنصل إلى ما أسميناه سابقا مقياس النانو، وعند هذا الحجم ستتغير جميع خصائص المادة كلياً بما فيها اللون والخصائص الكيميائية؛ وسبب هذا التغير يعود إلى طبيعة التفاعلات بين الذرات المكونة لعنصر الذهب، ففي الحجم الكبير من الذهب لا توجد هذه التفاعلات في الغالب، ونستنتج من ذلك أن الذهب ذا الحجم النانوي سيقوم بعمل مغاير عن الذهب ذي الحجم الكبير.

وعلى ذلك فإن الاستغلال الأمثل لهذا المقياس الجديد وبدقة سيفتح تقنية النانو آفاقا قد يبدو بعيدا نسبيا عن العالم الذي يحيط بنا. لكن من المهم متابعة مثل هذه المتغيرات والتي ستنقل العالم كله نقلة نوعية وتقنية لا مثيل لها، وأن التطبيقات المحتملة لها خلال العقود القليلة القادمة قد تحدث طفرات هائلة في سرعة أجهزة الحاسب الآلي، وطاقة التخزين، وأساليب علاج أنواع مختلفة من السرطان، وطاقة تخزين أكثر كفاءة للضوء والبطاريات، وتخفيض هائل في تكاليف تحليه المياه، وإنتاج ملابس لا تقبل البقع وزجاج لا يحتاج إلي تنظيف. والأكثر من ذلك هو التوصل إلى تقنية دقيقة وصغيرة للغاية في صناعة ملابس ترطب الجسم في الصيف وتبعث نوعا من الهواء اللطيف، بينما يسخن هذا الهواء في الشتاء ويمنح الإنسان دفئا. ورغم أن هذه

الفوائد لا حصر لها، فإنها لن تتحقق إلا إذا تم فحص ومعالجة الآثار السلبية المحتملة لتقنية النانو، وهو ما يتم التركيز عليه بصورة توضح أيضا طبيعة الجدل المكمل أو المترافق مع تلك التطورات.

ومن هنا تكمن أهمية أن يقترن المفهومان تقنية النانوNano-Technology والنانو مترولوجي Metrology، وإن صدقنا القول فهما وجهان لعملة واحدة Two Sides of one Coin أو ربما الشيء وظله لا ينفصلان. والعلم الذي يفي بكل هذه الاحتياجات الأساسية لأي تكنولوجية نانوية هو علم المترولوجي بكل ما وصل إليه من تطور رهيب في هذا القرن جعله يمنح الصناعة والبحث العلمي دعماً حقيقياً متمثلاً في أنظمة قياس مثالية بالغة الدقة في الكميات والمفردات العلمية بنسبة ارتياب صغيرة جدا قد تصل إلى مستويات تقترب من الصفر في بعض التطبيقات. وهذه التطبيقات العلمية في مستويات النانو والتي يمكن أن يمنحها علم المترولوجيا درجة عالية جدا من الثقة في دقة القياس يقع ضمن مهام وقدرات المترولوجيا فهو تطبيق هندسي يتلخص في توليد تيار مستمر دقيق في مستويات النانو والبيكو والفيمتو.

(٢,٥) خصائص تقنية النانو
Properties of Nano-Technology

انطلقت تقنية النانو في العشرين سنة الأخيرة انطلاق النار في الهشيم Wildfire. لكن هذه الانطلاقة كانت مدوية إعلامياً أكثر بكثير من دويها العملي والعلمي على أرض الواقع. ولكن هل سنستمر هكذا نسمع عن سحر تقنية النانو Nano-Technology دون أن نراه أو نلمسه... هكذا تسأل الجماهير متى سنرى وسنجنى ثمار تقنية النانو Nano-Technology أهل يعدون الباحثون ولا يوفون؟!. والحقيقة أن الجزيئات من حجم النانو لها مزايا فريدة تجعلها مغرية بصورة خاصة.

فتتميز تقنية النانو عن غيرها بالكثير من الخصائص والتى ستنقل العالم أجمع إلى نقلة نوعيه لا مثيل لها، ويمكن أن نسرد بعضاً من تلك الخصائص في النقاط الاتيه:

- تستطيع أن تصنع وتبنى المواد بصورة أسرع وأفضل وأرخص مقارنة بأي تقنية أخرى فنجد أن ذرة عن طريق تفاعلات كيميائية في أواني وقوارير بدلاً من المعامل والمصانع التي تكلف مليارات الدولارات والتي تستخدمها صناعة المواد شبه الموصلة.
- إن تقنية النانو ترتبط بإنتاج واستخدام المواد بعد تعديل خواصها هندسيا بطريقة معينة تقترب من أبعاد الذرات والجزيئات، وتحاكي العلاقة بين هذه الذرات في مكونات بالغة الصغر لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة، وتوفراً لقدرة على تكوين مواد، وأجهزة ونظم بمواصفات وخصائص جديدة تماماً. وكلما حاول المجتمع العالمي تقليل الآثار الجانبية لهذه التقنية، كلما زاد فهمنا لهذه الآثار باضطراد.
- أن هذه التقنية الآتية لا محالة ستساهم فعلياً في إحداث طفرة مجتمعية، وعلمية، وتغيير في طبيعة الحياة على مستوى العالم غير مسبوقة.
- إن الاعتماد على المواد الخام Raw Materials سيقل بصورة ملحوظة في العقود القليلة القادمة وسيركز على المواد النانوية والتي ستساهم جذرياً في حل المواد الخام والمساهمة في الحصول عليها بأقل التكليف الإنتاجية.
- لا شك أن هذه التقنية ستساهم في رفاهية ورخاء الإنسان المعاصر في كافة نواحي وأوجه حياة الإنسان العملية والعلمية.

وعلى النقيض من ذلك من وجهة نظر المتشائمين Pessimists فأنه كلما تقدمت هذه التقنية وتعددت تطبيقاتها التجارية، كلما ظهرت تحديات ومشاكل. ولذلك فإن كثيراً من التساؤلات والاستفسارات العلمية والأخلاقية Scientific and Ethical Queries and Questions والتي تحتاج إلى الحجج والبراهين Arguments and Evidences ستظل تشغل الرأي العام العالمي طوال العقود القليلة القادمة.

وهناك ثلاثة جوانب جديرة بالذكر في مستقبل هذه التقنية الجديدة والتي تتعلق باستفسارات هامة وهى:

١- الجانب الأول يتعلق بتعريفها، فتقنية النانو تشمل مجموعة واسعة من العمليات والمواد، وبالتالي يتعين بحث ما إذا كان من الأفضل الحديث عن تنظيم أو إدارة تقنية النانو بدلا من الحديث عن تنظيم أو إدارة المواد النادرة أو المواد الشائعة للغاية.

٢- والجانب الثاني يتعلق بالتطور السريع للتقنية، فهي توصلت سريعا إلى تطبيقات جديدة، وسوف تواصل التوسع في ا لتوصل إلي مواد واستخدامات جديد ة.

٣- والجانب الثالث يتعلق بالآثار الجانبية Side Effects المحتملة لتقنية النانو، وفي الوقت الراهن ليس لدينا سوى معلومات ضئيلة للغاية عن هذه الآثار الجانبية والتي سوف يتم التنويه إليها مستقبلاً.

إن ما يميز مواد تقنية النانو Nano-Materials عن غيرها هو أهمية التركيب في تحديد سلوكها الفيزيائي والإحيائى. ويقر الخبراء والمفكرين في الساحات العلمية أن قوانين اليوم العلمية قد لا تتفق مع الثورة العلمية القادمة. ويفضل بعض الخبراء استخدام تعبير "المواد ذات التركيب النانوي " بدلا من استخدام تعبير المواد النانوية. وفي حالات كثيرة تبدأ منتجات تقنية النانو Nano-Products بجزيء أو ذرة ما من الكربون أو التيتانيوم Titanium أو الذهب Gold على سبيل المثال تتشكل في شكل أساسي مثل الحبيبة النانوية أو الأنبوب النانوي، ثم يتم دمج هذه المكونات في أجسام أكبر أو تدمج مع مادة أخرى مثل النسيج، أو الزجاج.

ولا يمكن التنبؤ بسلوك منتج تقنية النانو من كيمياء التشغيل، ولا حتى من المكون الأساسي لتقنية النانو، لأن تركيب المادة سيكون محدد رئيسي في هذا الصدد، وتكون الجزيئات الكيماوية متشابهة. ويعنى التطور السريع لتقنية النانو أيضا أن المسئولين سوف يعملون دائما وفق معلومات قديمة، وأن المعلومات عن آثار تقنية النانو

لن تواكب التطبيقات التجارية، ولذا سوف يتعين تغيير أولويات الأبحاث والنظم بصفة مستمرة. فلقد أصبحنا أمام عالم يسيطر عليه تطورات سريعة في المنتجات، والعمليات، والنظم، كما يقول David Regesky، وكلها تتحرك بمعدلات تفوق قدرة المؤسسات التقليدية على التأقلم مع النتائج أو صياغته.

ويستطرد قائلا "إذا كنت تعتقد أن أي إطار تنظيمي قائم يمكن أن يواكب هذا المعدل للتغيير، فعليك أن تعيد التفكير" ولا تعنى مثل هذه التداعيات ألا أن تتعامل مع الآثار السلبية لتقنية النانو، بل تعنى أن تلك المصاعب يجب الاعتراف بها وأخذها في الاعتبار عند وضع وتطبيق نظام لإدارة تقنية النانو". فالإنسان على أبواب مرحلةٍ جديدةٍ تختلف نوعياً من جميع النواحي عما سبقها جديدة بايجابياتها وكبيره بسلبياتها وكما يقول معظم العلماء.

openkandl.com