المبحث الخامس

مفاهيم أساسية في تقنية النانو

أولًا: مفهوم «النانو»:

كأنما هي كلمة سرّ سحريّة، تبدو البادئة «نانو»، مشتقة من النانومتر، ويذكر البعض أن كلمة نانو Nano في أصلها هي كلمة إغريقية مشتقة من الأصل (Nanos) وتعنى القزم dwarf، وتستخدم في العلوم للدلالة على جزء من البليون من شيء معين مثل الكتلة والمسافة[1]. وتستعمل كلمة النانو للتعبير عن الجزء من المليار من وحدة القياس، وهو ما يعادل طول خمس ذرات إذا وضعت الواحدة تلو الأخرى، ويمثل ذلك واحدًا على مئة ألف من قطر شعرة الإنسان[2].

ثانيًا: تكنولوجيا النانو:

توجد حاليًا عشرات التعاريف المختلفة لما هي عليه

(1) www.kfupm.edu.sa/dsr/research/arabicnewsletter/newsletter1.pdf

(2) صفات سلامة: النانوتكنولوجي (مقدمة في فهم علم النانوتكنولوجي)، الدار العربية للعلوم، بيروت، 2009م.

التكنولوجيا النانوية[1] أو يمكن أن تكون. ومن المهم أن ندرك أنه لم يتم الاتفاق على أي تعريف بعينه. و التعاريف سياسية وأخلاقية أيضًا- حيث يمكنها أن تحدد ما الذي يثير اهتمام الناس، أو ما الذي يقلقهم، وما الذي يتجاهلونه أو يتحرونه. ويعد وجود العديد من التعاريف مؤشرًا جيدًا على أن التكنولوجيا النانوية (شأنها شأن العلوم الناشئة الأخرى مثل التكنولوجيا البيولوجية) قد تسبب الخلط بين فئات البحوث النظرية والتطبيقية، والبحوث التي يمولها القطاع العام والقطاع الخاص. ومن شأن شتى الخلفيات التخصصية والمؤسسات العلمية الوطنية: أن تطرح هواجس وأفكارًا مختلفة للتأثير على ما ستكون عليه التكنولوجيا النانوية».

ويصف مطبوع اليونسكو بهذا الصدد خمسة تعاريف على الأقل قيد الاستعمال حاليًا، ويلاحظ أن «مختلف المجموعات تعرف التكنولوجيا النانوية تعريفًا مختلفًا، وذلك رهنًا بما ينتظرون منها تحقيقه «وتتفاوت هذه التعاريف أيضًا بتفاوت مصالح الدول والجهات الاجتماعية الفاعلة المهتمة بالتكنولوجيا النانوية ».

ويرد في استعراض أجراه «المركز الأوروبي المعني بالسميّة الإيكولوجية والسميّة الكيميائية (ECETOC)»، ذكر

(1) The Ethics and Politics of Nanotechnology (UNESCO, 2006) http://unesdoc.unesco.org/images/0014145951/001459/e.pdf

تعاريف وأوصاف أنماط مختلفة من المواد النانوية المصنعة، والأدوات النانوية والجهائز النانوية[1].

ويعرف العلم النانوي بأنه دراسة ظواهر المواد ذات الأحجام الذرية والجزيئية، والجزئيات الكبيرة الممكن رؤيتها بالعين المجردة وتداولها، حيث تختلف خصائصها وطريقة تداولها اختلافًا كبيرًا عن المواد الأكبر حجمًا.

وتعرف التكنولوجيات النانوية بأنها تصميم البنى والجهائز والنظم وتوصيفها وإنتاجها وتطبيقها بالتحكم في الشكل والحجم النانومتريين. وتعرف بأنها تداول أو ضبط أو موضعة أو قياس أو صوغ أو تصنيع مواد حجمها أقل من 100 نانومتر. وتعرّف أيضًا بأنها التعامل مع الأجهزة الفعالة القائمة على استخدام وحدات فرعية ذات خصائص محددة تعتمد على الحجم، وتميّز بها الوحدات الفرعية أو الإفرادية جملة منها[2].

(1) Borm PJA, Robbins D, Haubold S, Kuhlbusch T, Fissan H, Donaldson K, Schins R, Stone V, Kreyling W, Lademann J, Krutmann J, Warheit D, Oberdörster E: The potential risks of nanomaterials: a review carried out for ECETOC. Part Fibre Toxicol. 2006, 3:135–

(2) Schmidt G, Decker M, Ernst H, Fuchs H, Grunwald W, Grunwald A et al. Small dimensions and material properties. Europaische Akademie Graue Reihe. A definiton of nanotechnology; 134; 2003.

ثالثًا: المواد النانوية:

المواد التي تتألف من مكوّن واحد أو أكثر له بُعدٌ واحد على الأقل يبلغ ما يتراوح بين 1 و100 نانومتر، وتحتوي على جسيمات نانوية، وألياف نانوية وأنابيب نانوية، ومواد مركبة، وسطوح بنى نانوية. وتشمل هذه المواد الجسيمات النانوية كمجموعة فرعية من المواد النانوية، التي تعرّف حاليًا بتوافق الآراء على أنها جسيمات أحادية يبلغ قطرها < 100 نانومتر. ويمكن أن تكون كتل الجسيمات النانوية أكبر من 100 نانومتر من حيث قطرها، لكنها ستكون جزءًا من النقاش الدائر، لأنها قد تتفكك على قوى ميكانيكية ضعيفة أو في المذيبات. وتشكل الألياف النانوية صنفًا فرعيًّا من الجسيمات النانوية (بما فيها الأنابيب النانوية)، التي يبلغ قطرها < 100 نانومتر، لكن بعدها (المحوري) الثالث يمكن أن يكون أكبر من ذلك بكثير[1].

هذا، ويتم تصنيف المواد النانوية كما يلي:

1. المواد النانوية أحادية الأبعاد:

تقع تحت هذه الفئة جميع المواد التي يقل أحد مقاييس

(1) Meyer M, Kuusi O: Nanotechnology: Generalizations in an Interdisciplinary Field of Science and Technology (2002), Vol., No.2 (2004), pp. International Journal for Philosophy of Chemistry; 2002, 10: 153168–

أبعادها عن 311 نانومتر. وسميت هذه الفئة بالمواد النانوية أحادية الأبعاد. (أي التي لها بعد نانوي واحد فقط). ومن أمثلة هذه المواد الرقائق أو الأغشية Thin Layers مثل المواد النانوية الموظفة في أعمال طلاء الأسطح Surface Nanocoating كمثل التي تستخدم في طلاء أسطح المنتجات الفلزية بفرض حمايتها من التآكل بالصدأ، أو تلك الأفلام رقيقة السمك Thin Films المستخدمة في تغليف المنتجات الغذائية بهدف وقايتها من التلوث والتلف. كذلك تصنع مواد أشباه الموصلات المختلفة، مثل رقائق السليكون لتوظيفها في صناعة الخلايا الشمسية.

2. المواد النانوية ثنائية الأبعاد:

يشترط في مجموعة هذه الفئة من المواد النانوية أن يقل مقياس بعدين من أبعادها عن 311 نانومتر. وتعد الأنابيب أو الأسطوانات النانوية (Nanotubes) ومنها أنابيب الكربون النانوية والألياف النانوية، وكذلك الأسلاك النانوية (Nanowires) نماذج مهمة لتلك الفئة من المواد.

ولم يكن غريبًا أن ترشح ترشيح أنابيب الكربون النانوية، لأن توظف كمواد داعمة ومقوية لقوالب الفلزات لرفع قيم صلادتها، وتحسين خواصها الميكانيكية، وعلى الأخص رفع مقاومتها للانهيار، كما أنها تجمع خواص فريدة أخرى، مثل القدرة الفائقة

على التوصيل الحراري والكهربي. علاوة على خواصها الكيميائية المتميزة. ومن المتوقع استخدام الأنابيب والأسلاك النانوية في تصنيع مكونات الخلايا الشمسية والشرائح الإلكترونية وأجهزة الاستشعار والأجهزة الإلكترونية الدقيقة.

3. المواد النانوية ثلاثية الأبعاد:

تمثل الكريات Spheres نانوية الأبعاد، مثل الحبيبات النانوية، وكذلك مساحيق الفلزات والمواد السيراميكية فائقة النعومة، أمثلة لهذه الفئة من المواد التكنولوجية المهمة التي نعتت بأنها ثلاثية. نظرًا إلى مقاييس أبعادها على المحاور الثلاثة X، Y، Z تقل عن 311 نانومتر.

وهذه الفئة من المواد النانوية ثلاثية الأبعاد، سواء كانت على هيئة حبيبات أم مساحيق فائقة النعومة، تتصدر قائمة الإنتاج العالمي من المواد النانوية بوجه عام، وذلك نظرًا لتعدد استخداماتها في المجالات والتطبيقيات التكنولوجية الحديثة. فعلى سبيل المثال تتوافر الآن في الأسواق مساحيق حبيبات نانوية لأكاسيد الفلزات ذات أهمية اقتصادية كبيرة، حيث تدخل أكاسيد الفلزات مثل أوكسيد السيميكون (SiO_2) (أكاسيد التيتانيوم) ($(TiO)_2$)، أكسيد الألمنيوم (Al_2O) (وكذلك أكاسيد الحديد) (Fe_3O_4) (في قطاع صناعة الإلكترونيات ومواد البناء

وصناعة الطلاء، وكذلك في صناعة الأدوية والأجهزة الطبية الحديثة لتحل بذلك محل المواد التقليدية، ولتساهم في رفع كفاءة وجودة المنتجات. وتعد فئة الحبيبات النانوية لعناصر الفلزات الحرة Nobel Metals. وعلى الأخص فلز الذهب من هم المواد النانوية الحبيبية، وذلك لأهميتها واستخداماتها في كثير من التطبيقات المتعمقة بدحر وقتل الأورام السرطانية، التي تصيب أعضاء الجسم. وقد استخدمت حبيبات الذهب النانوية في تحديد سلاسل الحامض النووي DNA المرتبطة بالمرض، وكذلك في تحديد سلاسل الحامض النووي للفيروسات التي تغزو جسم الإنسان.

رابعًا: الأدوات النانوية:

الأدوات والتقنيات المستعملة في تخليق المواد النانوية، وتداول الذرات وصنع بنى الجهائز- والأهم من ذلك بكثير- قياس وتوصيف المواد والجهائز ذات الحجم النانوي.

خامسًا: الجهائز النانوية:

هي جهائز نانوية الحجم، (شكل 10) تعد حاليًا ذات أهمية في مجال الإلكترونيات الميكرونية والإلكترونيات البصرية، وكذلك عند وجيهة الالتقاء مع التكنولوجيا البيولوجية، حيث

يكون الهدف محاكاة عمل النظم البيولوجية من قبيل المحركات الخلوية. ويعد هذا الميدان الأخير ميدانًا ينحو نحو المستقبل أكثر من أي ميدان آخر، ويثير أكبر قدر من ردود الفعل لدى الجمهور[1].

سادسًا: الطب النانوي:

لم يجد مصطلح طب النانو Nanomedicine صعوبة في أن يحتل مكانًا مهمًّا وبارزًا في قائمة المصطلحات الطبية والدوائية، وأن يتردد في كل المؤتمرات الطبية والدوريات العالمية المهتمة بالعقاقير الطبية والرعاية الصحية، وإذا ما أردنا أن تضع تعريفًا دقيقًا ومحددًا لهذا المصطلح فسوف نعرفه: بأنه مجموعة من التقنيات الطبية الحديثة تحت مظلة تكنولوجيا النانو، لتشمل كل ما يتعلق بالمجالات الطبية المختلفة الرامية إلى تحسين صحة الإنسان والحفاظ على سلامته[2]. وتتنوع أساليب طب النانو من الاستخدام الطبي للمواد النانوية إلى أجهزة الاستشعار الحيوية

(1) The Royal Society and the Royal Academy of Engineering: Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties; 2004.

(2) Freitas RA Jr. (2005). «What is Nanomedicine?». Nanomedicine: Nanotech. Biol. Med. 1 (1): 2–9. doi:10.1016/j.nano.2004.11.003. PMID 17292052.

للإلكترونيات النانوية، وكذلك التطبيقات المستقبلية لتقنية النانو الجزيئية. وتتضمن مشكلات الطب النانوي الحالية عملية، فهم القضايا المرتبطة بعلم السموم والتأثيرات البيئية للمواد النانوية.

ويهدف الطب النانوي إلى التوصل إلى مجموعةٍ قيّمةٍ من الأدوات البحثية بالإضافة إلى الأجهزة المفيدة في العيادات العلاجية في المستقبل القريب[1]، وتتوقع مبادرة التقنية النانوية القومية أن يتم التوصل إلى تطبيقاتٍ تجاريةٍ جديدةٍ في مجال توصيل الدواء، والتي قد تشتمل على أنظمةٍ متقدمةٍ لتوصيل الدواء، بالإضافة إلى علاجاتٍ جديدةٍ، وكذلك التصوير الداخلي[2]، كما أن واجهات التفاعل العصبية الإلكترونية والمحسات الأخرى المرتبطة بالإلكترونيات النانوية تمثل هدفًا نشيطًا آخر للبحث في ذلك المجال. ويؤمن المجال التنبؤي لتقنية النانو الجزيئية أن آلات إصلاح الخلية قد يكون لها القدرة على إحداث ثورةٍ في مجال الطب والأدوية كذلك.

---

(1) Wagner V, Dullaart A, Bock AK, Zweck A. (2006). «The emerging nanomedicine landscape». Nat Biotechnol. 24 (10): 1211–1217. doi:10.1038/nbt10061211–. PMID 17033654.

(2) Nanotechnology in Medicine and the Biosciences, by Coombs RRH, Robinson DW. 1996, ISBN 29–080–88449–.

ومن ثم يعد الطب النانوي صناعةً واسعة المجال، حيث وصلت مبيعات الطب النانوي نحو 6.8 مليار دولار أمريكي عام 2004م. ومع إنشاء 200 شركة، وتوفر 38 منتجًا عالميًّا، يتم استثمار نحو 3.8 مليار دولار أمريكي سنويًّا كحدٍّ أدنى في مجال تقنية النانو[1]، وباستمرار نمو صناعة الطب النانوي، فمن المتوقع أن يكون لها عظيم الأثر على الاقتصاد في المستقبل.

(1) Nanotechnology: A Gentle Introduction to the Next Big Idea, by MA Ratner, D Ratner. 2002, ISBN 0131014005.