الفصل الثالث

تقنية النانو بين القبول والرفض

إن التطور السريع لتطبيقات النانو في الميادين العديدة ، وما يقابله من نقص كبير في معرفة الآثار المترتبة على ذلك ، يدعو إلى كثير من الحذر ..!! فصناعة المواد متناهية الصغر صناعة سريعة النمو ، سواء من حيث الحجم الإجمالي أو من حيث عدد المصنعين.ولكن المعرفة بالمخاطر الصحية والبيئية المحتملة لتقنية النانو تكاد تكون نادرة.

وعلى الرغم من وجود أدلة كافية تشير إلى أن تطوير واستخدام المواد متناهية الصغر يجلب المخاطر على الصحة والبيئة. إلا أن الدراسات في هذا المجال ما زالت ضئيلة للغاية. فالتطور السريع في تقنية النانو يقابله للأسف نقص كبير في المعلومات عن مدى مخاطر استخدامها[1].

ومازال الموقف بشأن تقنية النانو متباين ؛ فالمتفائلون يعتقدون أن هذه التقنية ستوفر مواد مفيدة للجميع؛لأنها ستوفر الماء النظيف والغذاء الصحي ومحاصيل معدَّلة تنتج بكميات كبيرة بأيدي عاملة قليلة. وتوفر طاقة كهربائية رخيصة وصناعة نظيفة وأدوية فعالة وتشخيصاً دقيقاً وزراعة أعضاء مضمونة وقدرات هائلة في الاتصالات وتخزين المعلومات وتوفير أجهزة تفاعلية ذكية في البيوت مع زيادة كفاءة الإنسان من خلال التكنولوجيات التجميعية.

أما المتشائمون فيقولون أن تقنية النانو ستفاقم مشاكل الظلم الاجتماعي والاقتصادي والتوزيع غير العادل للسلطة من خلال زيادة الفوارق بين عالمي الأغنياء والفقراء. وكذلك ستؤدي إلى إشاعة الفوضى في العلاقات الدولية بسبب زيادة احتمال انتشار الأسلحة النانوية ، التي ستكون أشد فتكاً من الأسلحة الكيماوية الحالية.

(١) تكنولوجيا النانو. العواقب المحتملة وشدة العواقب : محمد هاشم البشير ، مرجع سابق .

المبحث الأول

شبهات حول تقنية النانو

يعتقد علماء تقنية النانو أنها تقنية نظيفة و أنها مفتاح نهاية التلوث والأمراض ، وأنها ستتيح تشغيل مصانع ذات كفاءة عالية ، ولكنها بأحجام متناهية الصغر. إذ أنه سيكون هناك رجال آليون (روبوتات) غير مرئية تقوم ببناء أي شيء يمكن تخيله. في الوقت ذاته ، توصف تقنية النانو بأنها عقاب محتمل.

وبالرغم من الجوانب الإيجابية الكثيرة التي تحملها تقنية النانو إلى البشر ؛ إلاَّ أننا نجد أن ظاهرة الرفض لهذه التقنية تظهر بوضوح منذ أن نشر إريك دريكسلر كتابه "آلات الخلق" (Engines of Creation) سنة ١٩٨٦م ، والذي قدَّم فيه صورة للمركبات النانوية القادرة على تحريك المادة على مستوى الجزيئات في سائر الاتجاهات ، بحيث تخيل وجود آلات نانوية قادرة أن تعيد إنتاج نفسها بنفسها (الجزيئات ذاتية الاستنساخ) مستغنية عن التدخل الإنساني ، بما يعني قدرتها على محاكاتها فعل الكائن الحي ..!!

بيد أن هذا النقاش ظل سرياً ومحصوراً في البداية في أروقة المختبرات وكواليس الخبراء وبين رهط قليل من السياسيين ، حتى اجتمعت ثلاثة أحداث[1] مختلفة دفعت به إلى الواجهة:

١- **الحَدَث الأول**: أدبي في الأساس ، عندما قام ميخائيل كريشتون بنشر روايته "الفريسة" (Pry =Proie) الشهيرة سنة ٢٠٠٢م في الولايات المتحدة الأمريكية ، والتي تعرض لنا مجتمعا تمكن من صنع إنسان آلي نانوي يتم فقدان السيطرة عليه. وهنا سيصبح بني البشر فريسة ما صنعوه بأيديهم، مما ألزم معهد (Foresight Institute) العلمي ، وهو معهد للتوقعات بستانفورد لدراسة سبل تحقق هذا الخطر من عدمه. إذ اعتبرت هذه الرواية إنذار سابق قبل أوانه ، يعرفنا بالأخطار المحتملة التي قد تعصف بالإنسانية.

٢- **الحَدَث الثاني**: حدث سياسي بالدرجة الأولى ، كشف عنه الأمير شارلز ولي عهد بريطانيا ، عندما طلب في شهر أبريل سنة ٢٠٠٣م من العلماء البريطانيين البحث

(1) http://www.saudinanocenter-sa.com/index.php/joomla-forums/2011-04-20-07-57-51

في "الأخطار الكبيرة التي تحيق بالطبيعة والمجتمع" من جراء استعمال التقنيات النانوية ، لاسيما ما يعرف بمادة الهلام السنجابي[1].

٣- **الحَدَث الثالث:** صدر عن هيئات المجتمع المدني ، بخاصة من مجموعة كندية مضادة للعولمة، تحمل اسم: " ETC Erosion, Technologies et Concentration"، نشرت تقريراً في يناير ٢٠٠٣م يحذر من تطبيقات النانوية التي تم إعادة تسميتها بـ "التقنيات الذرية"، حيث طالبت هذه الجمعية إرجاء استخدام واستهلاك المنتجات التي يتم تصنيعها عبر التقنيات النانوية، في انتظار تجميع معلومات كافية حول آثارها على المحيط البيئي وعلى الإنسان.

(١) الهلام السنجابي (Gelée grise): تعد مصدر خوف وتهويل كبيرين في التقانيات النانوية، بحيث يفترض فيها التهام القشرة الأرضية لكي تتمكن من التوالد، وهو ما يهدد مصير الجنس البشري برمته. انظر: http://ar.wikipedia.org

المبحث الثاني
مخاطر تقنية النانو

تقنية النانو مثلها مثل أي تقنية أخرى لها جانب إيجابي و جانب سلبي ، فبالرغم من فوائدها العظيمة فإن لها بعض المخاطر شكل (٣٤). ويمكن إجمال مخاطر تطبيقات تقنية النانو بشكلٍ واسعٍ إلى أربعة أقسام رئيسة:

أولاً : قضايا صحية (المخاطر على صحة الإنسان):

تتمثل التأثيرات الصحية لتقنية النانو في تلك الآثار المحتملة للمواد والأجهزة النانوية على صحة الإنسان. وبما أن تقنية النانو هي مجال مستحدث ، فقد أسفر ذلك عن قيام جدلٍ واسعٍ حول المدى الذي يمكن عنده الاستفادة أو التعرض للمخاطر الخاصة بتقنية النانو على الصحة الإنسان. ويمكن تقسيم التأثيرات الصحية لتقنية النانو إلى : قدرة الاختراعات النانوية على أن يكون لها تأثيراتها الطبية في علاج الأمراض ، وكذلك المخاطر الصحية المحتملة عند التعرض للمواد النانوية.

وترجع المخاطر المحتملة لتقنية النانو على صحة الإنسان من دقة حجم المواد النانوية التي سوف يتعامل معها الفرد ، ونحن نعلم مدى صغر هذه المواد ، حيث أن بعضها لديه القدرة على النفاذ إلى جسم الإنسان بكل سهولة ، خلال مسامات الجلد ، وتستطيع الانتشار داخل الجسم بصورة أكبر و أسرع من أي مادة أخرى ، بدون أن يشعر الإنسان أو يبدي أي مقاومة ، وهو ما يحمل معه المخاطر الكبيرة على صحة الفرد[٥]، فالجسيمات العالقة في الهواء والناتجة من الدهانات أو البخاخات أو الغبار يمكن أن يتم استنشاقها ، وبالتالي تنفذ إلى الجسم.

وعلى الرغم من أن الآثار السلبية المحتملة للمنتجات المصنعة بهذه التقنية الواعدة على صحة الإنسان ما زالت مجهولة إلى حد كبير ، وبرغم جميع إجراءات السلامة التي يتم إتباعها فإن المئات منها قد غمر الأسواق بالفعل في جميع المجالات من الملابس إلى الطب إلى عجائن تنظيف وتبييض الأسنان إلى الطرق السريعة ومواد المحافظة على الحيوية والجمال والرشاقة..إلخ.

ويتفق العلماء على أن جسيمات النانو وبسبب صغر حجمها لها القدرة على الدخول في جسم الإنسان ، فلك أن تتخيل أن جسيم بحجم ٣٠٠ نانومتر يستطيع

(٥) Royal Society and Royal Academy of Engeneering, Nanoscience and Technologies: Opportunities and Uncertainties, , London, 2004.

بكل سهولة الدخول في خلايا جسم الإنسان، والأخطر من ذلك أن جسيماً بحجم ٧٠ نانومتر يستطيع الدخول في نواة الخلية ، مما يعني أن هذه الجسيمات قادرة على الدخول بسهولة إلى جسم الإنسان ، مما يعني الاحتمال الكبير لحدوث التفاعل بينها وبين خلايا الجسم ، مما قد يؤدي لتغير خصائصها أو تسميمها[1].

وهذه المخاوف لها ما يبررها ، فقد أظهرت بعض الدراسات التي أجريت على الحيوانات في المختبر هذه الآثار السلبية ، لجسيمات النانو ، حيث وجد أن هذه الجسيمات وعند دخولها الجسم تتجمع في الدماغ وخلايا الدم والأعصاب ، وهذا بالطبع يعني خطورة بالغة جداً ، مما يعني أن جسيمات النانو يمكن أن تصنف على أنها مواد تدميرية لجسم الإنسان[2].

وقد ظهرت بعض العلوم الخاصة بدراسة سمية المواد النانوية ويسمي بـ(علم السموم النانوي)، وهذا العلم[3] يعتبر فرعاً من فروع علم الأحياء النانوي ، وهو يعني بدراسة سمية المواد النانوية بسبب تأثيرات الحجم الكمي والمساحة السطحية الكبيرة، وعلى الرغم من أن بعض المواد تكون خاملة مثل الذهب ، فإنها تصبح نشطة للغاية في الأبعاد النانومترية[4]. وقد ظهرت بعض الدراسات العلمية الحديثة التي أشارت إلى أن بعض المواد النانوية لها تأثير مباشر على القلب والأوعية الدموية في الفئران[5]. وهناك بعض الدراسات الطبية التي وجدت روابط بين الجسيمات النانوية وبعض الآثار الصحية، مثل زيادة حالات الربو، و أمراض القلب، والالتهاب الشعبي المزمن، وحتى حالات الوفاة المبكرة[6].

ورغم أنه لم ترصد بعد حالة تسمم واحدة بالمواد المهندسة بتقنية النانو فإن هناك قلقاً متزايداً بين الباحثين إزاء المواد السامة التي تحملها الجزيئات المتناهية ، وقدرتها على اختراق جدران الخلايا وسريانها مع الدورة الدموية ونفاذها إلى الأغشية الدماغية، والتي تحمي المخ من التأثر بالمواد الكيميائية الضارة التي تجري في الدم.

---

(1) http://www.saudicnt.org/indexphp?tool=artcls&do=read&id=37

(٢) المرجع السابق نفسه.

(3) Magrez, Arnaud; et al. (2006). "Cellular Toxicity of Carbon-Based Nanomaterials". Nano Letters 6 (6): 1121–1125. doi:10.1021/nl060162e. PMID 16771565.

(4) http://www.saudicnt.org/indexphp?tool=artcls&do=read&id=37

(5 http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=washingtonstory&sid=aBt.yLf.YfOo

(6) 4th Nanoforum Report: Benefits, Risks, Ethical ,Legal and Social Aspects of Nanotechnology, june 2004. P.50.

ولم يتم إجراء أية دراسات وبائية حول المخاطر الصحية للمواد النانوية المصنعة. وقد بدأ قياس تركيزاتها في أماكن العمل، لكنه ليس واضحاً بعد ما إذا كانت النماذج الحالية لبروفيلات التركيزات المحلية والزمانية تنطبق في حالة الجسيمات النانوية الجديدة. ولا توجد[1]- خلاف اتفاقية بين عدد قليل من المعاهد الأوروبية للسلامة المهنية- أية معايير دولية بخصوص طرق قياس الجسيمات النانوية وتقدير مدى التعرض لها. وقد أنشأت المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس (ISO) لجنة معنية بالتكنولوجيات النانوية[2]، بغية وضع معايير تقوم على المعارف العلمية في مجالات الصحة والسلامة والبيئة. وإلى أن تتوفر المعايير في هذا الميدان، فإن عمليات تبادل الخبرات بين مهندسي القياس والعلماء ستتسم بأهمية خاصة.

وأظهرت دراسة جامعة أكسفورد أن نانو جزيئات ثاني أكسيد التيتانيوم الموجود في المراهم المضادة للشمس أصابت الحمض النووي DNA للجلد بالضرر. كما أظهرت دراسة من مركز جونسون للفضاء والتابع لناسا أن أنابيب الكربون النانوية تعد أكثر ضرراً من غبار الكوارتز الذي يسبب السيليكوسيس وهو مرض مميت يحصل في أماكن العمل.

و أوضح سيتون انتوني من معهد طب في ادنبره (اسكتلندا) في دراسة نشرها أخيرا أن أنابيب الكربون النانومترية التي تعد بثورة تكنولوجية غير مسبوقة قد تكون ضارة وقاتلة للكائنات الحية بما فيها الإنسان لذا يجب التعامل مع هذا العلم بحرص شديد وقد طالب باستبعاد الأغذية والزراعة من هذا التطور التكنولوجي حفاظا على البشر. فمن المعلوم انه إذا ما تم امتصاص الجزيئات النانوية عبر جذور النباتات والأشجار أو عبر الهواء فإنها ستصل حتماً إلى الإنسان والحيوان عن طريق الغذاء. وهنا تكمن الخطورة وخاصةً إذا احتوت هذه الجزيئات خلال مراحل تصنيعها على مواد ضارة[3].

كما تبين آخر التطورات التي طرأت على تقنية النانو أنه تم تطوير جوارب تحتوي على جزيئات الفضة (نانو سيلفر) تمنع رائحة القدمين لكن تبين أن لها عواقب وخيمة على جسم الإنسان. فهذه الجزيئات بكتيرية وهي قادرة على قتل البكتيريا النافعة المهمة في تحطيم المواد العضوية في النفايات ومحطات المعالجة أو المزارع.

---

(١) على حد علم الباحث.

(2) ISO Technical Committee (TC) 229 «Nanotechnologies .

(٣) تكنولوجيا النانو.. العواقب المحتملة وشدة العواقب : محمد هاشم البشير ، المرجع السابق .

وهنا يمكننا أن نخلص إلى أربعة جوانب مخيفة تتعلق بتقنية النانو وهي:

١. الجسيمات النانوية العالقة يمكن أن تمنع عمل الرئتين، وذلك من خلال تهييجها ، ويكون التأثير أشد كلما صغر حجم الجسيمات ؛ لأن مساحة السطح تكون أكبر.

٢. المادة النانوية قد تكون نوعاً من أنواع السموم المعروفة، وتجد طريقها للجسم حتى من خلال وسائل الحماية التقليدية مثل كمامات الوجه ؛ نظراً لصغر حجم تلك الجسيمات.

٣. تمتلك بعض الجسيمات النانوية تأثيراً محفزاً يمكنها أن تولد جذوراً حرة (Free Radicals) ، وهذه الجذور الحرة عادة ما تولد الأورام السرطانية في الجسم.

٤. يمكن لهذه المادة أن تكون ذات خصائص ضارة عند مستويات النانو بحيث لا تظهر هذه الخصائص عند مستويات أكبر ، وقد تم اكتشاف ذلك من خلال البحوث التي تجري على جسيمات التلوث الهوائي[1].

ثانياً : قضايا بيئية (مخاطر على البيئة):

إن التوسع المتوقع في إنتاج المواد النانوية بدون ضابط سوف يثير جملة من الأسئلة البيئية ، ومدى تأثير تلك المواد على البيئة من حولنا ، وعلى الإنسان الذي يعيش في تلك البيئة ، وعلى غذائه الذي يتناوله ؟ وحتى الآن لا تتوفر الكثير من المعلومات حول مصير الجسيمات النانوية بعد تغلغلها في البيئة وتحولها من صورة إلى أخري ، ولا أحد يعرف مقدار سميتها أم أنها غير سامة ، وهل تكون هذه السمية في خلال أشهر أم سنوات ؟ لذا فإن المنتجات النانوية يمكن أن تكون ملوثات حيوية بيئية غير قابلة للتحلل[2].

أشارت بعض الدراسات إلى تأثير مواد النانو على البيئة و إمكانية التصاقها بالسلسلة الغذائية وبذلك أصبح من اللازم دراسة ماهية مواد النانو وتأثيراتها البيئية المختلفة. ورصدت بعض التقارير الأوروبية بعضاً من الأضرار التي سوف تلحق بالموارد الطبيعية والمقومات البيئية للأرض والهواء والماء ، وتخلص إلى أن البيئة كلها مهددة من التوسع في انتشار تقنية النانو[3]. وهناك بعض المخاوف التي أفصح عنها

(1) Toby Shelly, Nanotechnology: New Promises, New Danger, Zed Books, London and New York, 2006.

(2) 4th Nanoforum Report. Benefits, Risks, Ethical,Legal and Social Aspects of Nanotechnology, june 2004. P.50.

(3) Nanotechnology: Small matter, Many Unknowns,Swiss Re, Zurich, 2004, p. 42

الباحثون حول الجسيمات النانوية لثاني أكسيد التيتانيوم ، التي يبدو أنها تقضي على البكتيريا ، ومدى تأثيرها على بيئة التربة.

ولعل أهم مخاطر تقنية النانو على البيئة في شكلين : أحدهما ، التراكم البيولوجي[1]. والذي ينشأ من تراكم مواد النانو الغير مرغوب فيها .والآخر ، في صغر حجمها حيث سيصعب كشفها و تنظيفها و إزالتها من البيئة[2].

وعلى الجانب الآخر ، قد يمكن الاستفادة من بعض تطبيقات النانو المتاحة في المستقبل لخدمة الأغراض البيئية. حيث تستند أحد فئات أساليب الترشيح على استخدام الأغشية ذات أحجام الثقوب الملائمة ، مما يسمح بحجز السائل خلف ذلك الغشاء. ومن ثم تعد الأغشية نانوية المسام مناسبةً لعملية الترشيح الميكانيكية والتي تتسم بأنها ذات مسام أصغر من ١٠ نانومتر (قد يتكون من أنابيبٍ نانويةٍ). ويستخدم الترشيح النانوي بشكلٍ رئيسيٍ بهدف إزالة الأيونات أو فصل السوائل المختلفة.

وما زالت الأبحاث جارية بهدف استخدام المواد النانوية لأغراضٍ تشتمل على خلايا شمسية أكثر كفاءةٍ بالإضافة إلى خلايا وقود عملية وبطاريات صديقة للبيئة.

ثالثاً : قضايا اجتماعية(الآثار الاجتماعية لتقنية النانو):

وبعيداً عن المخاطر المصاحبة للجيل الأول من تقنية النانو والتي تؤثر على كلٍ من الصحة البشرية والبيئة المحيطة ، توجد مجموعة أوسع من التأثيرات الاجتماعية والتي تفرض المزيد من التحديات الاجتماعية عريضة المدى. حيث اقترح علماء الاجتماع أن يجب فهم وتقييم القضايا الاجتماعية المصاحبة لتقنية الصغائر بشكلٍ ليس بالبسيط ؛ حيث لا يُنظر إليها على أنها مجموعة من التأثيرات أو المخاطر الجارية فقط[3].

قد توفر تقنيات الصغائر حلولاً جديدةً للملايين من المقيمين بالدول النامية والذين يفتقرون الوصول إلى الخدمات الرئيسية، ومنها المياه الآمنة، موارد الطاقة الثابتة، الرعاية الصحية، وفرص التعليم. وقد أقرت الأمم المتحدة الأهداف الإنمائية

(1) 4th Nanoforum Report: Benefits, Risks, Ethical,Legal and Social Aspects of Nanotechnology, june 2004. P.50.

(٢) SCENIHR (اللجنة العلمية المعنية بالمخاطر الصحية الناشئة والمكتشفة حديثاً) تقرير عن مخاطر التكنولوجيات متناهية الصغر، ١٩ كانون الثاني/ يناير ٢٠٠٩م.

(3) Kearnes, Matthew (2006). "From Bio to Nano: Learning Lessons from the UK Agricultural Biotechnology Controversy". Science as Culture 15 (4): 291–307. Routledge. doi:10.1080/09505430601022619. Retrieved on 2007-10-19.

للألفية لمواجهة تلك المتطلبات. وقد لاحظت فرقة الأمم المتحدة المعنية بالعلوم والتقنية والابتكار أن بعضاً من مزايا تقنية الصغائر تتضمن الإنتاج بالاعتماد على قوة العمل القليلة والأرض والصيانة والإنتاجية العليا والتكلفة المنخفضة والمتطلبات المتواضعة من المواد والطاقة.

وعلى الرغم من أن التقنية الجديدة سوف تمنح مستخدميها سبل التقدم والازدهار ، إلا أنها سوف تعيق آخرين وتجعلهم في مؤخرة الركب، وتشكل نوعاً جديداً من الطبقية. وبرغم أن التقنية سوف تساعد في تخفيف بعض المعاناة مثل نقص الغذاء وسوء التغذية في الدول النامية ، إلا أنها سوف تشكل في الوقت نفسه طبقية اقتصادية داخل الدول المتقدمة ، وبينها وبين الدول النامية[1].

وثمة عدد من التقارير[2] تدعو إلى التزام جانب الحذر في استحداث وتسويق المواد متناهية الصغر المصنعة ؛ وتبحث لجان الأخلاقيات مفهوم الحذر هذا،وقضايا أخرى أيضاً اعتبرت ذات أولوية مثل: الاتفاق على المخاطر المقبولة أو غير المقبولة اجتماعياً[3]، وتطبيق التقنية متناهية الصغر والتكنولوجيات الأخرى "للنهوض بالإنسان" ، وتوزيع المنافع على الصعيدين الاجتماعي والعالمي ، والتكاليف والمخاطر، وقضايا الملكية أو براءات الاختراع، والمخاطر المتصلة بصحة وسلامة العمال ، والبيئة والمجتمع ، والإشراف التنظيمي ، ومشاركة المجتمع في اتخاذ القرارات.

ومن المحتمل في غياب التشريعات الدولية التي تقنن امتلاك هذه التقنية وتطويرها أن تصبح متاحة للجميع، ومن الممكن في المستقبل أن تكون متاحة حتى لأفراد وجماعات ، فامتلاك المعرفة يمكن من تصنيع المواد متناهية الصغر في مختبرات سرية صغيرة يصعب أو يستحيل كشفها ، وحتى في صالات الطعام أو غرف النوم.

(1) Philip Anton; Richard Silbirglitt and James Schneider, The Global Technology Revolution, RAND National Defence Research institute, Santa Monica. 2001, P.xvii.

(2) The Royal Society and the Royal Academy of Engineering. Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncerntainties; 2004. page 8.

(3) Kearnes, Matthew; Grove-White, Robin& Macnaghten, Philet al.(2006),"From Bio to Nano: Learning Lessons from the UK Agricultural Biotechnology Controversy",Science as Culture, Science as Culture(Routledge)15(4): 291–307, December 2006. DOI:10.1080/09505430601022619.

رابعاً: "غراي غو": المخاطر المصاحبة للرؤية المتوقعة لتقنية النانو الجزيئية:

تقنية النانو الجزيئية هي مجال فرعي تأملي ضمن دراسة تقنية النانو مع الوضع في الاعتبار هندسة المجمعات الجزيئية وهي الآلات التي تعيد تنظيم المادة على الصعيد الجزيئي أو الذري. وعندما يتعلق الأمر بمخاطر التصنيع الجزيئي، فغالباً ما يتم الاستشهاد بأسوأ سيناريو وقع والمتمثل في "غراي غو"(١)، والذي هو عبارة عن مادة افتراضية تحول فيها سطح الأرض بواسطة التكرار الذاتي للنانوبوت فوضوية التشغيل. وقد قام فريتاس(٢) بتحليل ذلك التصور،حيث ظهر سيناريو مختلف يدعى "غرين غو" مع حلول تقنية النانو الحيوية.

(١) يشير مصطلح غراي غو والذي يكتب باللغة الإنجليزية إما (Grey goo) أو (gray goo) إلى ذلك السيناريو الافتراضي عن نهاية العالم، والذي فيه تستهلك الروبوتات ذاتية التكرار والتي لا يمكن السيطرة عليها محل كل صور المادة على الكرة الأرضية، في حين تقوم في الوقت ذاته بإنشاء المزيد منها (روبوتات مثيلة)، حيث يطلق على ذلك السيناريو إيكوفاجي أو (بالإنجليزية: Ecophagy) والذي يُعَبِر عن "أكل البيئة واستهلاكها").انظر: http://ar.wikipedia.org

(2) Freitas Jr ،.Robert A. (2000-04-00 .(Some Limits to Global Ecophagy by Biovorous Nanoreplicators, with Public Policy Recommendations .Retrieved 2009-12-28.

المبحث الثالث

مخاطر النانو .. نظرة دولية

بدأت بعض المؤسسات المعنية مثل : وكالة حماية البيئة ، وإدارة الدواء والغذاء في الولايات المتحدة ، ودائرة حماية الصحة والمستهلك التابعة للاتحاد الأوروبي بالتعامل مع الأخطار المتوقعة من الذرات النانوية[1].

و يجري المعهد القومي للسلامة المهنية والصحة العديد من الأبحاث حول كيفية تفاعل الجزئيات النانوية مع أنظمة الجسم وكيفية احتمالية تعرض العاملين في المصانع أو أثناء الاستخدام الصناعي للمواد النانوية للجزئيات النانوية الحجم. حيث يُصدر المعهد القومي للسلامة المهنية والصحة الإرشادات المتوافقة مع أفضل المعرفة العلمية والهادفة للتعامل مع المواد النانوية[2].

وبالرغم من الفوائد والتطبيقات المتعددة لاستخدامات تقنية النانو في الصناعات الغذائية ؛فإنه لابد من التريث ودراسة كل ما هو جديد على صحة الإنسان والبيئة[3]؛ إذ أصبحت البحوث العلمية من الضروريات اللازمة للتعرف على التأثيرات المصاحبة لتقنية النانو.

وقامت منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية بعقد اجتماعات مشتركة للخبراء بهدف تحديد الفجوات في المعارف بما في ذلك قضية سلامة الأغذية ، واستعراض إجراءات تقييم المخاطر الراهنة ، وبالتالي دعم المزيد من البحوث في ميدان سلامة الأغذية ووضع مبادئ إرشادية عالمية بشأن المنهجيات الملائمة والصحيحة لتقييم إمكانية نشوء مخاطر تتعلق بسلامة الأغذية بسبب الجسيمات متناهية الصغر.

ولقد نشرت منظمة Green Peace العالمية نشرت بياناً بيَّنت فيه أنها لن تدعو إلى الحظر على أبحاث النانو ؛ مشيرة إلى أن الإنسان اليوم هو على أبواب عصر جديد ،

(1) Bowman D, and Hodge G(2007),"A Small Matter of Regulation: An International Review of Nanotechnology Regulation",Columbia Science and Technology Law Review8: 1–32

(2) Approaches to Safe Nanotechnology: An Information Exchange with NIOSH. United States National Institute for Occupational Safety and Health .. ١٣-٠٤-٢٠٠٨ وُصِل لهذا المسار في

(3) Bowman D. and Fitzharris, M(2007),"Too Small for Concern? Public Health and Nanotechnology",Australian and New Zealand Journal of Public Health31(4): 382–384, DOI 10.1111/j.1753-6405.2007.00092.x

ومرحلةٍ جديدةٍ مختلفة تماماً عن القرن السابق ، ولكنها دعت إلى محاولة تقليص السلبيات قدر الإمكان[1].

وأنشأت منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (UNESCO) "برنامج أخلاقيات العلم والتكنولوجيا"[2] في عام ١٩٩٨ م بتشكيل "لجنة عالمية لأخلاقيات المعارف العلمية والتكنولوجيا" بغية إضفاء طابع أخلاقي على العلم والتقنية وتطبيقاتها.

وقد وجهت اليونسكو الدعوة إلى خبراء مشهود لهم في مجال التقنية النانوية لبحث أحدث ما في التقنية النانوية، والجدل الدائر حول تعريفها، والقضايا الأخلاقية والسياسية ذات الصلة بها. ويلخص تقرير صدر عام ٢٠٠٦م بعنوان "الجوانب الأخلاقية والسياسية للتقنية النانوية"[3] طبيعة علم التقنية النانوية، ويعرض بعض القضايا الأخلاقية والقانونية والسياسية التي ستواجه المجتمع الدولي في المستقبل القريب. ونشرت اليونسكو مؤخراً كتاباً بعنوان: "التكنولوجيات النانوية والأخلاقيات والسياسة"[4]. والغرض من هذا الكتاب اطلاع الجمهور عموماً، والأسرة العلمية، وجماعات المصالح الخاصة وصانعي السياسات على القضايا الأخلاقية البارزة في الأفكار الحالية إزاء التكنولوجيات النانوية وحفز الحوار المشترك والمثمر بين الاختصاصات بشأن التكنولوجيات النانوية الحجم بين أصحاب المصلحة أولئك.

هذا ، وتعتبر الدراسات التي أجريت لمعرفة المخاطر الصحية والأخلاقية لتقنية النانو على الإنسان لا تزال قاصرة ؛ لأنها عبارة عن محاولات فردية ، إلاَّ أنها قد أضاءت الطريق أمام المخاطر المحتملة من شيوع هذه التقنية.

(1) http://uqu.edu.sa/page/ar/64778
(2) http://portal.unesco.org/shs/en/ev.php-url_id=10581&url_do=do_topic&url_section=201.html
(3) http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001459/145951e.pdf
(4) http://portal.unesco.org/shs/en/ev.php-url_id=10883

الخاتمة

إن التقنية النانوية هي و بلا منازع تقنية المستقبل ؛ و قد بدأت هذه التقنية الواعدة تدخل في كافة المجالات الطبية و الصناعية و الإلكترونية و العسكرية ، كما أنها تحمل حلولاً للكثير من المشكلات البيئية و الصحية و التقنية .

وإتقان كافة مجالات تقنية النانو يستوجب تسخير جهود بحثية جبَّارة معزَّزة بكادر بشري هائل يمتلك مهارات متقدمة ، فضلاً عن الدعم المالي الضخم المطلوب لتغطية مصاريف الجوانب المختلفة لذلك.

وفي الواقع ، تعتبر تقنية النانو حديثة نسبياً ، و بالتالي ليس من السهل على بلد من البلدان الدخول في جميع دهاليزها و البراعة فيها، وتزداد الصعوبة و التحدي على الدول الأقل تقدماً والأضعف إمكانات ، وعلى ذلك ، يتطلب توطين تقنية النانو التركيز على مجالات محددة تتماشى مع توجهات وأهداف خطط التنمية الوطنية والخطط و السياسات القطاعية المختلفة من ناحية ، و تراعي الخبرات البشرية المتاحة لنقل التقنية من ناحية أخرى ، سواء داخل مؤسسات التعليم العالي و البحث العلمي أو العاملة في القطاعات الإنتاجية و الخدمية.

أولاً : النتائج

١- تقنية النانو هي تقنية المستقبل ، والسيطرة عليها تعتبر البداية لإمكانية الفوز بمكانة عالمية مرموقة ؛ وهو ما يجعلنا نلفت الانتباه إلى اللحاق بها ، والالتفات إليها، والبحث فيها.

٢- ثمة العديد من التطبيقات لتقنية النانو في مجال الطب والأدوية؛ ووجود آفاق مستقبلية لتطبيقات أخرى ، مع محاولة رسم ملامح الرؤية العربية المستقبلية في هذا المجال.

٣- إمكانية استيعاب تقنية النانو وتطويعها وفقاً لمتطلبات برامج التنمية في الدول العربية، وتهيئة التشريعات والإدارات الحكومية في البلدان العربية والقوانين الخاصة بتطبيقات النانو عربياً .

ثانياً: التوصيات:

خَلُصَ البحثُ إلى مجموعة من التوصيات أبرزها:

١- بناء قاعدة معلومات لتقنيات النانو ، تقوم على حصر : الخبراء العرب العاملين في مجال أبحاث وتطبيقات النانو ، و المبادرات والأبحاث المنجزة والتي قيد التنفيذ ،

واتفاقات التعاون بين الدول العربية في مجال أبحاث وتطبيقات تقنية النانو ، والبرامج الوطنية لتقنيات النانو في الدول العربية ، والمراكز المتخصصة والتجهيزات المعملية بها (أنواعها ومواصفاتها).

٢- ضرورة قيام المتخصصين كل في مجاله بالتعريف بتقنيات النانو والمراحل التي وصلت إليها الأبحاث في هذا المجال لدى المؤسسات المالية التنموية العربية ، وحث هذه المؤسسات على المساهمة في تمويل الأبحاث العربية في هذا المجال، وتوجيه أبحاث الماجستير والدكتوراه لدراسة هذه التقنية كل حسب اختصاصه، والعمل على الاستفادة من الدول المتطورة في هذا المجال، وزيادة النشر المعرفي لهذه التقنية في مناهج الدراسات الجامعية.

٣- استحداث قاعدة تكنولوجية عربية متخصصة في تقنية النانو مع الاستفادة في بناءها من الخبرات البشرية العربية في المهجر،مع الأخذ في الاعتبار الخصائص المحلية لكل صناعة في كل بلد عربي وتعمل على تنمية الكوادر البشرية من خلال برامج نظم الخبرة والتكنولوجيا.

ما أدرجته أعلاه ، لا يعدو أن يكون مجرد غيض من فيض في الطاقة الكامنة للتقنيات متناهية الصغر في تحقيق النهضة الطبية والصيدلانية للسنوات القادمة.

و الله تعالى أسأل أن يكون عملنا هذا في سبيله عز وجل وسبيل طَلَبِ العلم ، ومفتاحاً لغيرنا ؛ لتناول هذا الموضوع دراسةً وبحثاً.

و الحمد لله رب العالمين...؛

د. أحمد عوف محمد عبد الرحمن