


Distr.: General
25 March 2009

Arabic
Original: English

النهج الاستراتيجي
للإدارة الدولية
للمواد الكيميائية



المؤتمر الدولي المعني بإدارة المواد الكيميائية
الدورة الثانية

جنيف، ١١ - ١٥ أيار/مايو ٢٠٠٩

البند ٤ (و) من جدول الأعمال المؤقت*

تنفيذ النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد
الكيميائية: القضايا الناشئة في السياسة العامة

معلومات أساسية عن القضايا الناشئة في السياسة العامة المتعلقة بتكنولوجيا النانو ومواد
النانو المصنعة

مذكرة من الأمانة

١ - تتشرف الأمانة بأن تعمم، في مرفق هذه المذكرة، مواد أساسية مهمة عن القضايا الناشئة في السياسة العامة المتعلقة بالتكنولوجيا النانوية وبالمواد النانوية المصنعة، على النحو الموجز في الوثيقة SAICM/ICCM.2/10. وتقدم هذه المواد الأساسية لفائدة المشاركين وتنسخ بصورتها الواردة دون إجراء تحرير رسمي. وقد قام بتيسير إعداد هذه المواد السيد جورج كارلاغانيس (سويسرا) والسيد جيم ويليس (الولايات المتحدة الأمريكية).

٢ - وقد وضعت هذه المادة على أساس البيانات الأصلية التي وردت عن هذه القضية من أصحاب المصلحة قبيل المناقشات غير الرسمية التي عقدت في روما في يومي ٢٣ و ٢٤ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠٠٨. وعند إعداد هذه الوثيقة، اتبع ميسروها التوجيهات الإضافية التي وضعها فريق تخطيط غير رسمي هو فريق أصدقاء الأمانة وأتاحوا الفرصة لأصحاب المصلحة في النهج الاستراتيجي من إبداء تعليقاتهم وذلك من خلال إتاحة المواد الأساسية على موقع النهج الاستراتيجي على الإنترنت. وتهدف المواد الأساسية إلى توضيح كيفية استيفاء هذه القضية لمعايير الفحص الخاصة بقضايا السياسة العامة

* SAICM/ICCM.2/1

140509

K0951200

لدواعي الاقتصاد في النفقات طبعت نسخ محدودة من هذه الوثيقة، ويرجى من المنديبين التفضل بإحضار نسخهم للاجتماعات وعدم طلب نسخ إضافية.

الناشئة التي وضعت خلال المناقشات غير الرسمية ولإعطاء المبررات للإجراءات التعاونية المقترحة الواردة في الوثيقة SAICM/ICCM.2/10/Add.1، بشأن هذه القضية.

٣ - وسوف تتاح للمشاركين الفرصة لمناقشة المواد الأساسية في جلسة إحاطة تقنية تعقد من الساعة ٩/٣٠ إلى الساعة ١/٠٠ من يوم الأحد ١٠ أيار/مايو ٢٠٠٩.

المعلومات الأساسية ذات الصلة بقضايا السياسات الناشئة المتعلقة "بالتكنولوجيا متناهية الصغر" و"المواد متناهية الصغر المصنعة"

مقدمة

١- لم تكن التكنولوجيا متناهية الصغر والمواد متناهية الصغر المصنعة تشكل قضية يجد ذاتها بعد انعقاد الدورة الأولى "للمؤتمر الدولي المعني بإدارة المواد الكيميائية" وبالتالي فإن "النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية" لم يتناول موضوع التكنولوجيا المتناهية الصغر. غير أنه اعتباراً من عام ٢٠٠٦ تطورت هذه التكنولوجيا بسرعة وكذلك الأمر بالنسبة للمعارف المتصلة بمخاطرها المحتملة على البيئة والصحة والسلامة.

٢- وتركز هذه الوثيقة على صحة الإنسان واعتبارات سلامة البيئة والمنافع البيئية المحتملة علاوة على التحديات الاجتماعية والاقتصادية والأخلاقية الجديدة. والهدف من الوثيقة هو إذكاء الوعي بشأن أحدث ما تم التوصل إليه في هذا المجال حتى الآن واقتراح إجراءات تعاونية للمستقبل. وتتضمن الوثيقة قائمة بمراجع الوثائق الأساسية للمزيد من الاطلاع. وقد أرفقت بها قائمة بالإجراءات التعاونية الممكنة في المستقبل.

٣- تعتبر التكنولوجيا متناهية الصغر تكنولوجيا تمكينية يتوقع أن تحدث تغييرات رئيسية في العديد من القطاعات الاقتصادية بدءاً من الطب وحتى الطاقة. وسوف تساهم في إنتاج مواد وأجهزة ومنتجات جديدة شتى. وهنالك، رهنأً بمجال التطبيق ذي الصلة، مواعيد مختلفة للشروع في عملية تصنيع النماذج الأولية منها وطرح التكنولوجيا متناهية الصغر تجارياً في الأسواق. وقد طرح الجيل الأول من هذه المنتجات في السوق بالفعل على شكل طلاءات، ومنتجات تغليف، ومواد تجميل، وأجهزة طبية وأدوات تشخيصية، وثياب وأدوات منزلية، وعبوات للأغذية، والمواد البلاستيكية، ومحفزات الوقود. أما المنتجات الأكثر تعقيداً من قبيل المواد الصيدلانية، وأدوات التشخيص وتخزين وإنتاج الطاقة فمازالت في مرحلة التطوير الآن.

٤- ومن الملاحظ بالإضافة إلى الاستعمالات التجارية الأخرى أن المواد متناهية الصغر المصنعة تفضي إلى إحراز تقدم تكنولوجي بالغ الأهمية ينطوي على إمكانية الحد من التلوث بصورة كبيرة، وتحسين توليد الطاقة، وتخزينها واستعمالها، وتحسين صحة الإنسان والبيئة. وقد بدأ استخدام بعض هذه التكنولوجيات بالفعل في حين مازالت تكنولوجيات أخرى قيد التطوير من الناحية التجارية. وتشمل الأمثلة على ذلك ما يلي:

- توليد الطاقة الخضراء باستخدام محطات أكثر كفاءة لتجميع الطاقة الشمسية باستخدام الفولارينات والتوربينات الهوائية الأخف وزناً والأكثر قوة التي تحتوي على أنابيب الكربون المتناهية الصغر؛

- البطاريات المحسنة باستخدام مواد الأقطاب متناهية الصغر كأنايب الكربون متناهية الصغر والأغشية ذات البنية متناهية الصغر والتي تيسر تطوير مركبات هجينة محسنة والمركبات الكهربائية الممكن شحنها بصورة مباشرة وعلى نحو أسرع من مقابس السيارات وبدورات شحن أطول وتفرغ أكثر، مع خفض استهلاك الوقود الأحفوري والحد من توليد الانبعاثات. وقد يتيح هذا التقدم الفرصة لتطوير شبكات كهربائية "ذكية" حيث يتم تخزين الطاقة الخضراء باستخدام بطاريات السيارات الممكن وصلها بمصدر التيار الكهربائي مباشرة؛
- ويمكن لمعدن الحديد متناهي الصغر أن يخفض بصورة مباشرة من التلوث البيئي، وذلك على سبيل المثال، باستصلاح المواقع الملوثة بنفايات الكلور العضوية وتطبيقات من قبيل السطوح التي تنظف نفسها ذاتياً لخفض مستويات أو أكسيد النتروجين في المدن؛
- ويمكن استخدام أنواع الصلصال متناهية الصغر كبديل عن معوقات التوهج المتحددة بالبروم بهدف التخلص منها تدريجياً بالنظر إلى الشواغل المتصلة بسلامة البيئة وصحة الإنسان؛
- ويمكن استعمال أو أكسيد السيريوم كأحد مضافات الوقود لخفض الانبعاثات الهوائية وزيادة فعالية الوقود؛
- ويمكن أن تخفض المحفزات متناهية الصغر النفايات المتولدة والطاقة المستهلكة في عدد كبير من العمليات الصناعية؛
- ويمكن استخدام عدد كبير من المواد متناهية الصغر كمواد تغليف، ولتوفير بدائل عن المواد الكيميائية، في الوقت الذي يتم فيه تحسين فترة دوامها ووظائفها بالمقارنة مع التكنولوجيات القديمة؛
- ويمكن استخدام المواد متناهية الصغر في توفير وإدارة المياه النظيفة (وتتم معالجة هذا الجانب في إطار مشروع الفرقة العاملة المعنية بالتكنولوجيا متناهية الصغر للنهوض بالتكنولوجيا متناهية الصغر لمواجهة التحديات العالمية).

٥- وينبغي، لدى النظر في البدء باستخدام المواد المتناهية الصغر المصنعة في التجارة لتحقيق المنافع البيئية المحتملة، أن تولي البلدان الاعتبار الواجب أيضاً للآثار الصحية أو البيئية الممكنة المترتبة على استخدام المواد متناهية الصغر على هذا النحو خلال كامل دورة بقائها. ويشمل ذلك الآثار المحتملة المترتبة على إنتاج المواد المتناهية الصغر، علاوة على التخلص من المواد المتناهية الصغر التي قد تتطلب، على سبيل المثال، وضع برامج جديدة لإبلاغ القائمين على إعادة التدوير بالأخطار أو الهواجس الجديدة المتصلة بالتخلص منها.

معلومات أساسية

٦- لقد أطلق المنتدى الحكومي الدولي لسلامة المواد الكيميائية اسم المواد المتناهية الصغر على القضية قيد البحث وأطلقت اليابان اسم الإدارة السليمة لمواد محددة. وسميت القضية: المواد المتناهية الصغر المصنعة من جانب البرنامج المشترك بين المنظمات للإدارة السليمة للمواد الكيميائية (OIMC). وأشار "المنتدى الحكومي الدولي" في عرضه إلى التحديات الجديدة، وخصوصاً في مجال الصحة والسلامة، الناجمة عن النهج

الجديد في مجال التكنولوجيا متناهية الصغر والحاجة إلى فهم وتفادي المخاطر والحد منها وتدبرها. حيث أشار "البرنامج المشترك (IOMC)" إلى التحديات الناجمة عن تقييم سلامة المواد المتناهية الصغر، وضرورة مراجعة الطرق المستخدمة في اختبار وتقييم السلامة والعمل التعاوني الدولي المضطلع به بهذا الخصوص. وأشارت اليابان إلى الاستخدام الواسع النطاق للمواد متناهية الصغر وعدم وجود تقييم كامل للمخاطر الصحية والبيئية في هذا المضمار.

٧- وتعتبر التكنولوجيا متناهية الصغر والمواد متناهية الصغر المصنعة قضية ناشئة وهامة، وقد استهلت منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD) الأنشطة الدولية لتناول هذه القضية، مع أن المواد متناهية الصغر والتكنولوجيا متناهية الصغر تستعملان على نطاق واسع أيضاً في بلدان غير بلدان "المنظمة" المذكورة. ومن الأهمية بمكان تقاسم هذا العمل بين المنظمة (OECD) وبين البلدان غير الأعضاء فيها. زد على ذلك أنه قد يجدر الاضطلاع بأنشطة إضافية تشمل التعاون الدولي، للمساعدة على استعمال المواد متناهية الصغر المصنعة والتكنولوجيا متناهية الصغر بطريقة مستدامة ومفيدة. فالهدف من النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية (SAICM) حتى الآن هو توفير إطار السياسات الشامل لسياسة المواد الكيميائية وإدارة المواد الكيميائية على نحو سليم، لكنه لا يتناول بعد هذا المجال المتزايد الأهمية في إدارة المواد الكيميائية. ويتألف النهج الاستراتيجي (SAICM) من إعلان دبي، والاستراتيجية السياسية الشاملة وخطة العمل العالمية (GPA). وتعتبر خطة العمل العالمية هذه "مجموعة أدوات طوعية" تلخص الأنشطة الممكنة التي يمكن أن تختارها البلدان لتناول المجالات التي حددتها كأولويات. ومن المفترض أن يوفر "النهج الاستراتيجي" إطاراً داعماً دولياً لتنفيذ هذه "الخطة"، بما في ذلك من خلال مساعدة البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية على وضع وتنفيذ سياسات وأنشطة ملموسة حيث أن القيام بهذه الأنشطة في إطار خطة العمل العالمية يمكن أن يساعد البلدان على معالجة هذه القضية، ووضع وتنفيذ سياسات مناسبة، والحصول على الدعم لهذه السياسات. وقد يرغب المؤتمر الدولي المعني بإدارة المواد الكيميائية (ICCM) في النظر فيما إذا كان يتعين تعديل خطة العمل العالمية وكيفية تعديلها بحيث تتناول الأنشطة المتصلة بالتكنولوجيا متناهية الصغر والمواد متناهية الصغر المصنعة.

أبعاد المشكلة

المخاطر بالنسبة لصحة الإنسان والمخاطر الإيكولوجية

٨- تثير بعض الخصائص الفريدة التي تجعل الجسيمات متناهية الصغر المصنعة صالحة لتطبيقات معينة أيضاً التساؤلات حول تأثير هذه الجسيمات على صحة الإنسان والبيئة. وتتأثر سمية ومصير الجسيمات متناهية الصغر بشتى الخواص الفيزيائية الكيميائية من قبيل حجم وشكل وسطح الجسيمات متناهية الصغر، كحمولة الجسيمة وسطحها وتفاعلها ونوع غلافها. وتؤثر هذه العوامل أيضاً على تمثّل وتوزّع الجسيمات متناهية الصغر في جسم الإنسان. ومع تزايد أعداد المنتجات المصنوعة من الجسيمات متناهية الصغر، وتحديد استعمالها الجديدة، قد يزداد أيضاً احتمال تعرض الإنسان وانطلاق الجسيمات ذات الحجم متناهي الصغر في البيئة رهناً بثباتها وغير ذلك من الخصائص. لكننا لا نبدأ من نقطة الصفر، والمثال على ذلك أنه من المعروف منذ عقود كثيرة أن الجسيمات التي يتم استنشاقها تلحق

الضرر بالرئتين وبطانة الشرايين، والجهاز القلبي الوعائي. أما كيفية تشابه الجسيمات المتناهية المصنعة مع، أو اختلافها عن، الجسيمات ذات الحجم متناهي الصغر الطبيعية أو العارضة، وكيف تختلف عن مقابلاتها الأكبر حجماً فمازالت موضوع البحوث الجارية حالياً. حيث أننا مازلنا في مستهل فهم تأثير المواد متناهية الصغر على صحة الإنسان والبيئة.

٩- وقد بدأنا نكتشف، بالإضافة إلى جرعة الجسيمات متناهية الصغر وتركيب عناصرها، أن عوامل مثل مساحة سطحها، ووظيفة السطح، والميل إلى التكدس والتكوم، وشكل وبنية الجسيمات وحمولة سطوحها قد تؤثر على توزيعها في كامل الجسم، وسميتها المحتملة. ومع ذلك، فإنه لا يعرف فيما يتعلق بمعظم الجسيمات متناهية الصغر، علاوة على معظم المواد الكيميائية تقريباً، كيف يتمثلها الجسم، وكيفية توزيعها، واستقلالها وتراكمها وفرزها. ومازالت مستويات التعرض التي يمكن أن تترتب عليها آثار ضارة بالنسبة لصحة الإنسان أو البيئة غير معروفة. ويمكن أن يساعد وضع نماذج حركية على تقدير الجرعات الواقعية من الجسيمات في الأجهزة المستهدفة التي يمكن أن تتأثر بها. وثمة عقدة أخرى هنا، إذ أنه يتعين بالإضافة إلى الجسيمات نفسها النظر أيضاً في الآثار المحتملة على صحة الإنسان والبيئة الناجمة عن نواتج انحلالها وكذلك تفاعلها مع الملوثات الأخرى.

١٠- ويعتبر فهم إمكانية تعرض الجسيمات متناهية الصغر والسمية المرتبطة بذلك للنظم البيولوجية ضرورة قصيرة الأمد وهامة في مجال البحوث التي بدأ الاضطلاع بها بالفعل. والمثال على ذلك أن الرئتين تشكلان أول الأماكن التي تستهدفها الجسيمات متناهية الصغر المستنشقة. فالرئتين تشكلان سطحاً معرضاً هائلاً وحيث يمكن أن تدخل منه بعض الجسيمات متناهية الصغر المستنشقة بحرى الدعم عن طريق حاجز الهواء - الدم - الأنسجة. وعلينا بعد أن نكتشف أية جسيمات محمولة بالهواء قابلة للاستنشاق كجسيمات متناهية الصغر، بما في ذلك نتيجة ميل هذه الجسيمات إلى التراكم أو التكدس. وبالمثل، فلايزال من غير المعروف بعد إلى أي حد تتحلل الجسيمات المتكدسة إلى جسيمات أدق في جسم الإنسان بعد استنشاقها أو ابتلاعها.

١١- وبالإضافة إلى الرئتين، يشكل الجلد سطح استيعاب محتمل في أعقاب التعرض عن طريق الجلد (كما هو الحال بالنسبة لمستحضرات التجميل، وحاجبات الأشعة الشمسية، والألبسة المشربة بالجسيمات متناهية الصغر، وفي أماكن العمل). وقد أظهرت الدراسات أن الجلد السليم يحمي الجسم بفعالية وكفاءة ضد الجسيمات متناهية الصغر (كما هو الحال بالنسبة للتيودونيوم (TiO2) في حاجبات الأشعة الشمسية). غير أن جسيمات أخرى قد تنفذ من خلال الجلد عبر حوائل الجلد السليم أو غير السليم، ولا يوجد أي استنتاج عام بخصوص النفاذ من خلال الجلد. غير أنه إذا لم تسفر تطبيقات الجسيمات على الجلد عن تعرض الخلايا الحية، فعلينا النظر في نتائج الدراسات التمهيدية المتعلقة بالمخاطر باستخدام الحيوانات أو المزارع الخلوية حيث تشير التقارير إلى الإجهاد التأكسدي والاستجابات الالتهابية وتمزق الأغشية الخلوية بسبب البيروكسيد الشحمي بعد التعرض للجسيمات متناهية الصغر.

١٢- وكما هو الحال بالنسبة لسبل التعرض الأخرى، فإنه لم يتم اختبار ابتلاع المواد متناهية الصغر عن طريق الفم على النحو الكافي حتى الآن. وكما تبين بعض الدراسات العلمية فإنه ما أن يتم ابتلاع

الجسيمات متناهية الصغر حتى يتم تفريغها بصورة فعالة عن طريق الأمعاء. وقد لوحظ ازدياد امتصاص الجسيمات الصغيرة جداً (> ١٠٠ نانوغرام) عن طريق الجدار المعوي لدى الفئران.

١٣- وتفيد الدراسات بأنه متى دخلت الجسيمات النانوية مجرى الدم يمكن أن تنتقل في أنحاء الجسم وأن تتمثلها الأعضاء والأنسجة بما فيها الكبد والطحال والكليتين ونقي العظم والقلب. وعلى النقيض من الجسيمات الأكبر حجماً فقد يتم امتصاص الجسيمات متناهية الصغر من جانب بنيت داخل الخلية بما فيها المتقدرات الخلوية ونواة الخلية. ولا يعرف ما إذا كانت الجسيمات متناهية الصغر قادرة، في ظروف عدم إجراء الاختبارات، على دخول الأجهزة البيولوجية بأشكال تسمح لها بالتحرك عبر حائل الدم - الدماغ، أو الحائل المشيمي أو الحوائط الأخرى. غير أن النقل المشيمي تدعمه الدراسات الجارية مؤخراً التي تظهر قدرة بعض الجسيمات المتناهية الصغر على الانتقال من الفئران الحوامل إلى أدمغة وخصى أنسائها. كما أظهر عدد من الدراسات أن بعض الجسيمات متناهية الصغر قد تكون قابلة للانتقال مباشرة من عصبونات حاسة الشم إلى الجهاز العصبي المركزي، وذلك بالمرور عبر حاجز الدم - الدماغ. وبالنظر إلى أن البيانات المتصلة بالانتقال بين الأعضاء تستند إلى أساليب مختلفة وإلى حالات اختبار اصطناعية، فلم يتيسر تكرار هذه الاستنتاجات إلى حد كبير. وثمة حاجة للمزيد من البحوث في هذا الميدان بغية التوصل إلى نتائج نهائية.

١٤- وأخيراً، فإن عدداً متزايداً من الدراسات تؤكد سرعة تأثير الأجنة (من خلال الأم الحامل) والرضع بصورة خاصة لأنواع عديدة من التوكسينات والمواد الكيميائية، مما قد يؤثر بصورة شديدة على صحتهم في المستقبل. وينبغي إجراء المزيد من البحوث بشأن السمية المحتملة للجسيمات متناهية الصغر على السكان السريعي التأثير بغية تفادي ضياع هذه الفرصة الحاسمة الأهمية في مجال التطوير والنماء.

١٥- ولا توجد في الوقت الحاضر سوى حفنة من الدراسات عن السمية البيئية والسلوك البيئي (مصير وانتقال واستحالة) المواد متناهية الصغر. بيد أن الدراسات الحالية محدودة ويتعين اعتبارها تمهيدية. وعلى الرغم من الثغرات الكبيرة القائمة في مجال المعرفة، فإن المعلومات المتعلقة بآثار السمية البيئية الناجمة عن المواد متناهية الصغر تتزايد باطراد. وقد تم إيضاح الآثار السمية لبعض المواد المتناهية الصغر على الكائنات الحية، وكذلك إمكانية انتقالها عبر الأنواع البيئية، مما يشير إلى احتمال التكسب الحيوي في الأنواع عند نهاية ذلك الجزء من السلسلة الغذائية.^(١)

١٦- ولا توجد بعد أية تقديرات موثوقة للانبعاثات المحتمل أن تحدث في البيئة التي يمكن أن تحدث أثناء إنتاج المواد متناهية الصغر واستخدامها والتخلص منها. وهناك بصورة خاصة نقص في الطرق الملائمة لقياس المواد متناهية الصغر في البيئة. وبالمثل، فإنه لا يوجد سوى عدد قليل، إن وجد، من الدراسات عن المتوجات النانوية الناجمة عن انحلال المواد متناهية الصغر.

١٧- وفيما يتعلق بتقييم المخاطر المترتبة على المواد متناهية الصغر فإن لجنة SCENIHR^(١) توصلت إلى الاستنتاج التالي في رأي أدلت به مؤخراً:

"في حين أنه يتم استعمال منهجيات التقييم لتقدير المخاطر المحتملة المترتبة على المواد والمواد التقليدية التي تتهدد الإنسان استعمالاً واسع النطاق وتطبيقها بصورة خاصة على المواد متناهية الصغر، فإن جوانب محددة من المواد متناهية الصغر مازالت تتطلب المزيد من التطوير. وسيظل هذا الوضع على ما هو عليه إلى حين توفر معلومات علمية كافية لتوصيف الآثار الضارة للمواد متناهية الصغر بالنسبة للإنسان والبيئة. وثمة حاجة للاستزادة من تطوير كل من تقديرات التعرض وتحديد المخاطر، والتحقق من صحتها وتوحيدها. ويرتبط أشد خطر على الإطلاق، وبالتالي أهم مصادر القلق، بوجود أو ظهور المواد متناهية الصغر غير القابلة للانحلال والطيقة (غير المرتبطة) إما في السوائل المشتقة أو الغبار المحمول بالهواء".

السلامة والصحة المهنيين

١٨- تتسم أماكن العمل بأهمية خاصة لدى النظر في سلامة الإنسان وصحته فيما يتعلق بالمواد متناهية الصغر المصنعة، حيث أنه ثمة احتمال بحدوث تعرض شديد نسبياً في هذه الأماكن. وطبقاً لمعلوماتنا المحدودة الحالية، يحدث تعرض العمال للجسيمات متناهية الصغر في المقام الأول عن طريق مناولة الجسيمات متناهية الصغر لدى صنع المنتجات، مع أن مدى التعرض والآثار المحتملة المترتبة عليه مازالا موضع المزيد من الدراسة. ولا يتوفر سوى التزر اليسير، إن توفر، من المعلومات عن تعرض العمال من انطلاق الجسيمات متناهية الصغر لدى عمليات التخلص من النفايات ومناولتها، أو في الأنشطة الجارية في مكان العمل أو تنظيف المعدات أو خلال عملية التغليف، والمناولة و/أو نقل المنتجات التي تحتوي على الجسيمات متناهية الصغر.

١٩- ويمكن أن تشكل الخصائص الفيزيائية والكيميائية النوعية للجسيمات متناهية الصغر، بالمقارنة مع الجسيمات الأكبر حجماً، مخاطر غير متوقعة تتهدد السلامة. وأهم الأخطار المتعلقة بسلامة المواد خطر احتراق أو انفجار الجسيمات متناهية الصغر المتأكسدة وحدوث زيادة غير متوقعة في النشاط التحفيزي. ويعتبر حجم الجسيمات ومساحة السطح المحددة ذات الصلة بها أمراً حاسماً الأهمية فيما يتعلق بحدوث الانفجار.

٢٠- ولا توجد أية دراسات وبائية تتعلق بالمخاطر الصحية المترتبة على المواد متناهية الصغر المصنعة الحديثة. إذ تظهر البحوث التمهيديّة أن أشكال أنابيب الكربون متناهية الصغر ذات الأبعاد المناسبة يمكن أن تسبب أوراماً حبيبية. ويتوقف ما إذا كان ذلك يشكل خطراً على الإنسان على حدوث التعرض بالاستنشاق لهذه الأنواع المحددة من أنابيب الكربون متناهية الصغر.

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

٢١- وقد بدأ قياس التركيزات في أماكن العمل، لكنه ليس من الواضح ما إذا كانت النماذج الراهنة من مرتسمات التركيزات الموضوعية والزمانية تنطبق في حالة المواد متناهية الصغر الجديدة. وثمة إدراك متزايد بأن الكتلة قد لا تكون مناسبة لقياس التعرض للمواد متناهية الصغر وأن مساحة سطح الجسيمات، أو عدد الجسيمات، قد يكونا القياسين الأفضل. ولا توجد أية معايير دولية حالياً بشأن طرق قياس الجسيمات متناهية الصغر وتقدير مدى التعرض لها. وإلى أن تتوفر مثل هذه المعايير في هذا المجال، يظل تبادل الخبرات بين مهندسي وعلماء القياسات يتسم بأهمية خاصة.

٢٢- ويتم حالياً تطبيق استراتيجيات ثبتت نجاعتها للحد من التعرض المهني للمواد متناهية الصغر في أماكن العمل. كما يتم تقييم تدابير الحماية المناسبة وتعريفها من جانب اختصاصيي الصحة والسلامة المهنيين كجزء من الجهود الدولية للتخلص من الثغرات المعرفية الكبيرة في هذا الميدان. وقد أوصي باتخاذ تدابير حماية على مستوى المنظمات في المقام الأول، على أن تدعمها تدابير الحماية التقنية (كالنظم المغلقة) والاستعاضة عن المستحضرات التي تتخذ شكل مساحيق. ويمكن أن تستكمل هذه التدابير من حين لآخر باستخدام معدات الحماية الشخصية، لكنه ينبغي بوجه عام الاستعاضة عنها. فالدراسات تبين أن استخدام نظم الحماية التقنية على الوجه الصحيح وكذلك معدات الحماية الشخصية يتسم بالفعالية بالنسبة لعمال المنتجات ضد بعض أنواع الجسيمات^(٢)^(٣)^(٤)، غير أنه لا تتوفر معدات الحماية هذه في العديد من البلدان أو أنها لا تفي بمعايير السلامة الضرورية.

مدى صلة القضية بالموضوع

٢٣- حاول القائمون بالعديد من الدراسات تقدير التوقعات الاقتصادية المتصلة بسوق التكنولوجيا متناهية الصغر. فقد أشارت بعض التقديرات مثلاً إلى أن مجال الإلكترونيات متناهية الصغر (الموصلات الجزئية، والمكثفات الكهربائية الفائقة، والتخزين المتناهي الصغر وأجهزة الاستشعار المتناهية الصغر) ستكلف قرابة ٤٥٠ مليار دولار في عام ٢٠١٥. وثمة تقدير مماثل في حالة المواد المتناهية الصغر (كالجسيمات ومواد التغليف والمنشآت) يبلغ ٤٥٠ مليار دولار في عام ٢٠١٠. وسيتم تطوير المزيد من أجيال المنتجات المدعومة نانويًا والقائمة على هياكل وأنظمة ذات حجم متناهي الصغر في المستقبل. وستنطوي هذه التطورات على ابتكارات في ميدان العصرية التقنية وتغييرات في وجهة التفاعل بين الإنسان والآلات/المنتجات.

٢٤- غير أن احتمال حدوث هذا النمو في سوق التكنولوجيا متناهية الصغر يستند إلى العديد من جوانب عدم اليقين والمخاطر الجديدة المحتملة المرتبطة بهذه التكنولوجيا المتطورة.

Hullmann A. Measuring and assessing the development of nanotechnology; (٢)
Scientometrics 70(3): 739-758, 2007

.Nanosafe II (٣)

Guidance for Handling and Use of Nanomaterials at the Workplace, BAUA, VCI, 2007, (٤)
<http://www.vci.de>

<http://www.cdc.gov/niosh/updates/upd-02-13-09.html> (٥)

٢٥- ويركز النقاش الدائر حالياً على الفرص والتحديات المتصلة بالتكنولوجيا متناهية الصغر والمواد متناهية الصغر المصنعة، لكنه ينبغي أن لا يقتصر على الجيل الأول من هذه المنتجات. ومن واجب الحكومات استحداث وتطبيق إطار سياساتي لتيسير تطوير المواد متناهية الصغر المصنعة على نحو يتسم بالمسؤولية من خلال تقدير المخاطر بصورة علمية وتأمين الإدارة المناسبة لهذه المخاطر. وينبغي أن تكفل الحكومات والصناعة التعامل مع المواد متناهية الصغر بصورة حذرة طوال دورة حياتها، مع اتخاذ التدابير المناسبة لمنع، أو التحكم خلاف ذلك في، تعرض الإنسان والبيئة إلى أن يتيسر فهم المخاطر على نحو أفضل.

٢٦- ومن الضروري التحقيق بدقة في المخاطر المحتملة وكذلك الفرص المرتبطة بالمواد متناهية الصغر، واتخاذ إجراءات، إذا دعت الضرورة لذلك، لحماية الإنسان والبيئة. وبذا يمكن تجنب الاستثمار في تطبيقات خطيرة وما يترتب عليها من تكاليف بالنسبة للمجتمع والاقتصاد.

مدى شمولية القضية

٢٧- يتطلب الأمر تناول ضمان الاستخدام الآمن للمواد المتناهية الصغر المصنعة، والسلامة المهنية، وحماية الصحة والبيئة. وإضافة إلى هذه القضايا هناك أيضاً التحديات الأخلاقية والاقتصادية الناجمة عن التكنولوجيا متناهية الصغر والمسائل المتعلقة بالمنفعة الاجتماعية للتكنولوجيا متناهية الصغر كما هو الحال بالنسبة لجميع الابتكارات.

الاعتبارات الأخلاقية

٢٨- ثمة عدد من التقارير (مثل تقرير الجمعية الملكية في المملكة المتحدة^(٦)) والتحالفات المرموقة (العمالية والبيئية والصادرة عن فئات المجتمع المدني) تدعو إلى التزام جانب الحذر في استحداث وتسويق المواد متناهية الصغر المصنعة. وغالباً ما تبحث لجان الأخلاقيات مفهوم الحذر هذا. وتشمل القضايا الأخرى أيضاً التي اعتبرت ذات أولوية في بحث الأخلاقيات: الاتفاق على المخاطر المقبولة أو غير المقبولة اجتماعياً، وتطبيق التكنولوجيا متناهية الصغر والتكنولوجيات الأخرى "للنهوض بالإنسان"، وتوزيع المنافع على الصعيدين الاجتماعي والعالمي، والتكاليف والمخاطر، وقضايا الملكية/براءات الاختراع، والمخاطر المتصلة بصحة وسلامة العمال، والبيئة والمجتمع، والإشراف التنظيمي، ومشاركة المجتمع في اتخاذ القرارات.

٢٩- ويعرض تقرير صادر عن^(٧) منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو) عدداً من القضايا الأخلاقية التي ستواجه المجتمع الدولي في المستقبل القريب. ويبين التقرير أنه يمكن لدى إضفاء الصبغة التجارية على استخدام المواد متناهية الصغر وعمليات الإنتاج متناهية الصغر أن تنشأ قضايا أخلاقية وسياساتية جديدة وأن تثار قضايا قديمة. ويضيف التقرير قائلاً إن "احتصاصي التكنولوجيا

(٦) The Royal Society and the Royal Academy of Engineering: Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties; 2004, page 8

(٧) <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001459/145951e.pdf>

متناهية الصغر يدركون تماماً ضرورة دراسة الاستعمالات المحتملة والأضرار الممكنة قبل وقت طويل من طرح هذه التكنولوجيا في الأسواق. ويعتبر هذا الإدراك والتوجيه التحوطي للبحوث التي تجريها الشركات أمراً جديداً". ويشير التقرير إلى أن الإطار المؤسسي والتنظيمي لتناول أوجه القلق الناشئة عن المصالح المتضاربة المرتبطة بوضع واعتماد المعايير وأفضل الممارسات على الصعيد الدولي لم يتطور بصورة كافية بعد. ويقول التقرير إن سهولة الاتصال والحصول على المعلومات من جانب الخبراء في معظم البلدان يشير إلى أن التكنولوجيا متناهية الصغر ستكون مشروعاً علمياً دولياً وأن "فجوة المعارف" بين البلدان قد تبدو مختلفة عما كانت عليه في الماضي مع إمكانية نشوء فجوة أعمق ضمن البلدان وليس بينها. ومما يتصل بذلك هو مسألة كيفية تعزيز المنفعة الناجمة عن بحوث التكنولوجيا متناهية الصغر لمصلحة أشد الناس فقراً، من قبيل إجراء البحوث بخصوص التطبيقات التي تتناول الأهداف الإنمائية للألفية مثلاً.

٣٠- وثمة مسألة ذات صلة بما سبق هي مقدار استفادة جميع البلدان على قدم المساواة من المعارف العلمية الجديدة المتصلة بالتكنولوجيا متناهية الصغر وبحوث الابتكارات بوجه أعم. ويشير التقرير إلى أن قضايا حقوق الملكية الفكرية وما تجنيه من عوائد ومكافآت، والتدقيق في البحوث العلمية من قبل المجتمع، والمساءلة المتعلقة بالبحوث واستخدام المعلومات العلمية في سياق جهود مكافحة الإرهاب يمكن لها كلها أن تؤثر في نوع وكمية البحوث العلمية. وقد يسفر انعدام البنية الأساسية لإدارة العلوم على نحو جيد عن عجز البلدان النامية عن الحصول على أفضل المعارف والممارسات العلمية وأكثرها موثوقية.

المنفعة الاجتماعية المترتبة على التكنولوجيا متناهية الصغر

٣١- تترك الطريقة التي نتبعها في استخدام الموارد الطبيعية آثارها على صحتنا وعلى البيئة وتناثر إلى حد كبير بالجوانب الثقافية والخيارات الشخصية والاقتصادية. وتعتبر الموارد الطبيعية عاملاً هاماً في المجال الاقتصادي وعنصراً هاماً من عناصر رفاهنا. ويأمل المؤيدون والداعون إليها بأن تلعب الابتكارات التكنولوجية، بما فيها تلك الناجمة عن العلوم النانوية والتكنولوجيات متناهية الصغر دوراً أساسياً في استخدامنا للموارد على نحو يتسم بالمزيد من الكفاءة.

٣٢- وينبغي، قبل تطوير أو استخدام أي تطبيق للتكنولوجيات متناهية الصغر، طرح سؤال عن مدى منفعتها الاجتماعية. وتتطلب الإجابة على هذا السؤال معرفة الإسهام المحتمل للتطبيقات المحددة الناجمة عن التكنولوجيا متناهية الصغر، والتكنولوجيات البديلة أو خيار عدم استخدام التكنولوجيات، ولحل أية مشكلة محددة ذات صلة بالمجتمع من مثل تغير المناخ، وشح المياه والموت جوعاً. وينبغي أخذ المخاطر الصحية والبيئية وآثارها بالنسبة للمجتمع والاقتصاد بعين الاعتبار علاوة على الحلول البديلة المتوفرة. وقد تنحصر حسنات أية خيارات متاحة في بلدان أو مناطق بعينها.

٣٣- يشكل إنتاج السلع الأساسية بالنسبة لغالبية البلدان النامية أهم دعائم اقتصاداتها.^(٨) وكان لأوجه التقدم في مجالي العلوم والتكنولوجيا فيما مضى أيضاً آثارها العميقة على إنتاج هذه السلع والاتجار بها. وثمة بواعث قلق إزاء احتمال أن تغير التكنولوجيا متناهية الصغر أسواق السلع الأساسية، وتعطل التجارة وتقضي على فرص العمل. وسيلحق تشريد العمال الناجم عن السلع الآيلة إلى الزوال الضرر بأشد الناس فقراً وأشدهم ضعفاً، وخصوصاً العمال في العالم النامي الذين لا تتوفر لهم المرونة الاقتصادية اللازمة للاستجابة للمتطلبات المفاجئة من المهارات الجديدة أو المواد الخام المختلفة. فالبلدان المتقدمة هي التي تحرك حالياً الابتكارات في مجال التكنولوجيا متناهية الصغر وحماية الملكية الفكرية بصورة رئيسية. وتسعى أكبر الشركات عبر الوطنية في العالم، وأهم المختبرات الأكاديمية المبتدئة في مجال التكنولوجيا متناهية الصغر للحصول على حق الملكية الفكرية للمواد والنبائط وعمليات التصنيع الجديدة. ولا بد من أن تفهم البلدان النامية التي تعتمد على السلع الأساسية فهماً أدق وجهة وآثار التحولات التكنولوجية الناجمة عن التكنولوجيا متناهية الصغر، والمشاركة في تحديد كيفية تأثير التكنولوجيات المستجدة على مستقبل هذه البلدان.

٣٤- وثمة هواجس أيضاً تتعلق باستفادة البلدان المتقدمة استفادة أكبر من التكنولوجيا متناهية الصغر وبمعاناة البلدان النامية معاناة أشد بسبب المخاطر المحتملة (مثل إمكانية تدهور الصحة المهنية ومعايير الأمان، وإدارة النفايات، وعدم كفاية البنى التحتية للتخلص من نفايات المواد المتناهية الصغر والمنتجات المدعومة بالتكنولوجيا متناهية الصغر) ويشكل ذلك أحد عناصر مجموعة من الجوانب التي يتعين أخذها بعين الاعتبار التام. ويعتبر احتمال أن تؤدي التكنولوجيا متناهية الصغر إلى تفاقم أوجه التفاوت الاقتصادي الحالية قضية هامة. ويؤكد ذلك أهمية تقييم "التكاليف" الاجتماعية والاقتصادية المحتملة، إلى جانب "المنافع" المحتملة المترتبة على التكنولوجيا متناهية الصغر.

مستوى المعارف المتعلقة بالقضية

٣٥- أخذت كل من البلدان المتقدمة والبلدان الناشئة تخصص المزيد من الموارد لتعزيز العلوم النانوية والتكنولوجيات متناهية الصغر في محاولة تهدف إلى احتلال موقع متقدم في هذا المجال ولجني ثمار المنافع التي ينطويان عليها، وذلك في أغلب الأحيان دون تناول المخاطر المحتملة على نحو كاف.

٣٦- غير أنه يسود الاعتقاد على نطاق واسع بأن الآمال المعلقة على هذه التكنولوجيا المستجدة لن تتحقق بالكامل إلا إذا تم تطويرها بطريقة تتسم بروح المسؤولية. وقد ازداد مستوى الاهتمام بالآثار البيئية والصحية والمتصلة بالسلامة وكذلك القضايا الأخلاقية والقانونية والاجتماعية الناجمة عن التكنولوجيا متناهية الصغر وتطبيقاتها زيادة كبيرة في السنوات الأخيرة. وسوف يكون لتناول هذه القضايا على النحو الصحيح و بروح المسؤولية أهمية كبرى في نجاح هذه التكنولوجيا.

(٨) The Potential Impacts of Nano-Scale Technologies on Commodity Markets: The Implications for Commodity Dependent Developing Countries; Research Papers 4; ETC Group, South Center, November 2005

٣٧- وتولي معظم البلدان المهمة بالتكنولوجيا متناهية الصغر وكذلك المنظمات الوطنية أولوية كبرى لضمان تطوير هذه التكنولوجيا على نحو يتسم بالمسؤولية. وقد شرعت الحكومات والوكالات/الهيئات المعنية بالتنظيم وتحديد المعايير في تطوير الخبرات والأرضية التقنية للتعامل مع القضايا التنظيمية ذات الصلة. وأقرت العديد من البلدان، وكذلك اللجنة الأوروبية خطط عمل لمعالجة موضوع البيئة والصحة والسلامة وآثار القضايا الأخلاقية والقانونية والاجتماعية.

إلى أي حد تعالج الهيئات الأخرى هذه القضية

٣٨- أنشأت منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD) في عام ٢٠٠٦ فرقة عاملة معنية بالمواد متناهية الصغر المصنعة بوصفها هيئة فرعية من هيئات اللجنة المعنية بالمواد الكيميائية التابعة لها. وكان الهدف من هذه الفرقة العاملة النهوض بالتعاون الدولي في مجال الجوانب المتصلة بصحة الإنسان وسلامة البيئة التي تنطوي عليها المواد متناهية الصغر المصنعة بالنسبة للبلدان الأعضاء وغير الأعضاء، والمنظمات غير الحكومية، والصناعة، والمنظمات الحكومية الدولية. ويتم حالياً تغطية المجالات التالية من خلال خطة العمل التي تنفذها الفرقة العاملة المذكورة:

- استحداث قاعدة بيانات، تابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، للاضطلاع بالبحوث في مجالي صحة الإنسان وسلامة البيئة
- استراتيجيات البحوث الخاصة بصحة البيئة وسلامتها من حيث صلتها بالمواد متناهية الصغر المصنعة (بما في ذلك الصحة والسلامة المهنيين)
- اختبار سلامة وأمان مجموعة نموذجية من المواد متناهية الصغر المصنعة
- المواد متناهية الصغر المصنعة والمبادئ الإرشادية لإجراء الاختبارات
- التعاون في مجال الخطط الطوعية والبرامج التنظيمية
- التعاون في تقييم المخاطر
- دور الطرق البديلة المتصلة بسمية المواد المتناهية الصغر
- قياس التعرض والتخفيف من التعرض

٣٩- وقد تحقق تقدم كبير منذ إنشاء الفرقة العاملة المعنية بالمواد متناهية الصغر المصنعة. وكان أبرز أوجه هذا التقدم استهلال برنامج لرعاية اختبار المواد متناهية الصغر المصنعة في تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٧ لأهداف تتعلق بصحة الإنسان وسلامة البيئة.

٤٠- وبالإضافة إلى ذلك، قامت اللجنة المعنية بالسياسة العلمية والتكنولوجية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي بإنشاء فرقة عاملة معنية بالتكنولوجيا متناهية الصغر في عام ٢٠٠٧. ويهدف هذا البرنامج إلى تناول قضايا السياسات المتصلة بالعلوم والتكنولوجيا المتعلقة بتطوير واستخدام هذه التكنولوجيا على نحو يتسم بالمسؤولية والمنافع المحتملة للتكنولوجيا متناهية الصغر بالنسبة للمجتمع، مع مراعاة تفهم المجتمع فيما يخص أوجه التقدم في مجال التكنولوجيا متناهية الصغر وتلاقيها مع التكنولوجيات الأخرى، وذلك دون إغفال القضايا القانونية والاجتماعية والأخلاقية ذات الصلة. وتدرج المشاريع التالية في إطار خطة عمل الفرقة العاملة المعنية بالمواد متناهية الصغر المصنعة:

- الإطار الإحصائي للتكنولوجيا متناهية الصغر
- رصد وتحديد معالم التطورات في مجال التكنولوجيا متناهية الصغر
- التصدي للتحديات في البيئة التجارية الخاصة بالتكنولوجيا متناهية الصغر
- تعزيز التكنولوجيا متناهية الصغر لمعالجة التحديات العالمية
- تشجيع التعاون العلمي الدولي في مجال التكنولوجيا متناهية الصغر
- عقد مؤتمرات مستديرة بشأن قضايا السياسة الأساسية المتصلة بالتكنولوجيا متناهية الصغر.

٤١- وتستند مجالات مشاريع الفرقة العاملة المعنية بالمواد متناهية الصغر المصنعة إلى العمل الذي تم إنجازه في الفترة ٢٠٠٧-٢٠٠٨. فقد أسفر هذا العمل عن عدة تقارير ستظهر قريباً وتتناول القضايا التالية: التطورات في مجال التكنولوجيا متناهية الصغر وآثارها استناداً إلى المؤشرات والإحصائيات المتوفرة؛ وآثار التكنولوجيا متناهية الصغر على الشركات والبيئات التجارية استناداً إلى عدد كبير من دراسات الحالات المتصلة بالشركات؛ وتحديد البنى الأساسية للعلم والتكنولوجيا وفرص التعاون بين البلدان؛ التوعية وإشراك المجتمع؛ والتطورات في مجال السياسات والاستجابة إليها في البلدان؛ والفرص والعوائق المتصلة بالتكنولوجيا متناهية الصغر بهدف الحد من التحديات العالمية النطاق فيما يتعلق بالمياه النقية. وقد يسرت الفرقة العاملة بالإضافة إلى ذلك إجراء نقاش حول السياسات بين البلدان المشاركة في إطار العديد من ورشات العمل.

٤٢- ويمكن الحصول مجاناً على معلومات ومطبوعات مفصلة عن عمل منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي في مجال المواد متناهية الصغر المصنعة والتكنولوجيا متناهية الصغر من الموقع الإلكتروني التالي: <http://www.oecd.org/env/nanosafety> و www.oecd.org/sti/nano

٤٣- وقد أنشأت المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) اللجنة الفنية رقم ٢٢٩ - التكنولوجيا متناهية الصغر. وتم إنشاء الأفرقة العاملة الأربعة التالية: المصطلحات والتسميات؛ القياس والتصنيف؛ الجوانب الصحية وتلك المتصلة بالسلامة والجوانب البيئية للتكنولوجيا متناهية الصغر؛ ومواصفات المواد. وقد صدرت الوثيقتان التاليتان ISO/TR 12885:2008: بشأن التكنولوجيا متناهية الصغر - الممارسات الصحية والمتعلقة بالسلامة في الأطر المهنية المتصلة بالتكنولوجيا متناهية الصغر؛ و ISO/TS 27687:2008: التكنولوجيا متناهية الصغر - المصطلحات والتعاريف المتصلة بالأشياء متناهية الصغر - الجسيمات متناهية الصغر، والألياف متناهية الصغر والصفائح متناهية الصغر. ويتم حالياً وضع قرابة ٣٠ بند عمل متوزعة على الفرق العاملة الأربع.

٤٤- وعكفت كل من الفرقة العاملة المعنية بالمواد متناهية الصغر المصنعة التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي والفرقة العاملة المعنية بالتكنولوجيا متناهية الصغر واللجنة التقنية رقم ٢٢٩ التابعة للمنظمة الدولية للتوحيد القياسي على إجراء التنسيق الروتيني فيما بينها عن طريق أمانتي الممثلين الوطنيين لكل منها.

٤٥- وضعت منظمة اليونسكو برنامج أخلاقيات العلوم والتكنولوجيا في عام ١٩٩٨ بتشكيل لجنة عالمية لأخلاقيات المعارف العلمية والتكنولوجية (COMEST) لإضفاء صبغة أخلاقية على العلوم والتكنولوجيا وتطبيقهما. ويهدف هذا البرنامج إلى تشجيع دراسة العلوم والتكنولوجيا ضمن إطار أخلاقي باستهلال عملية لوضع المعايير الأخلاقية. ويقوم هذا النهج على المثل الأعلى لليونسكو وهو

"الحوار الحقيقي القائم على احترام القيم المشتركة عموماً والمترلة النبيلة لكل حضارة وثقافة". وبالتالي فإن إذكاء الوعي، وبناء القدرات ووضع المعايير تشكل الدوافع الأساسية لاستراتيجية اليونسكو في هذا المجال وجميع المجالات الأخرى.

٤٦- ووجهت اليونسكو الدعوة إلى خبراء بارزين في مجال التكنولوجيا متناهية الصغر لبحث الحالة الراهنة للتكنولوجيا متناهية الصغر، ودراسة الجدل الدائر هو تعريفها واستكشاف القضايا الأخلاقية والسياسية ذات الصلة بها. ويعرض تقرير صدر عام ٢٠٠٦ بعنوان "أخلاقيات وسياسات التكنولوجيا متناهية الصغر" علم التكنولوجيا متناهية الصغر، وبعض القضايا الأخلاقية والقانونية والسياسية التي ستواجه المجتمع الدولي في المستقبل القريب. وقد أصدرت اليونسكو مؤخراً كتاباً عن "التكنولوجيات متناهية الصغر والأخلاقيات والسياسات". والغرض من هذا الكتاب هو إطلاع المجتمع عموماً والأسرة العلمية، ومجموعات المصالح الخاصة وواضعي السياسات على القضايا الأخلاقية البارزة فيما يتعلق بالتكنولوجيات متناهية الصغر وحفز حوار مثمر متعدد الاختصاصات بشأن التكنولوجيات الصغيرة الحجم جداً بين أصحاب المصلحة هؤلاء.

٤٧- انعقدت جلسة عامة حول التكنولوجيا متناهية الصغر والمواد متناهية الصغر المصنعة أثناء انعقاد الدورة السادسة للمنتدى الحكومي الدولي المعني بالسلامة الكيميائية في شهر أيلول/سبتمبر ٢٠٠٨ في داكار، السنغال. وكان الغرض منها تبادل المعلومات بغية رفع مستوى وعي المشاركين بالفرص الجديدة المحتملة، والتحديات الجديدة والمخاطر الجديدة الناجمة عن المواد متناهية الصغر المصنعة. واعتمد المنتدى السادس بالإجماع بيان داكار المؤلف من ٢١ توصية تتعلق بالمزيد من الإجراءات، وأوصى بأن يتم النظر فيها أثناء انعقاد المؤتمر الدولي الثاني المعني بإدارة المواد الكيميائية (ICCM).^(٩)

٤٨- وقد خططت كل من منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية لعقد اجتماع مشترك 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 علمية بشأن النهجيات الملائمة والصحيحة لتقييم إمكانية نشوء مخاطر تتعلق بسلامة الأغذية بسبب الجسيمات متناهية الصغر. وسوف يعقد من ١-٥ حزيران/يونيو ٢٠٠٩ اجتماع الخبراء المشترك بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية، بشأن تطبيق التكنولوجيات متناهية الصغر في قطاعي الأغذية والزراعة: الآثار المحتملة بالنسبة لسلامة الأغذية، في المقر الرئيسي لمنظمة الأغذية والزراعة، روما، إيطاليا. وقد دعت المنظمتان الخبراء إلى توفير المعلومات لهذا الاجتماع.

٤٩- دأبت المنظمات الحكومية الدولية على مدى سنين عديدة على التعاون بشأن سلامة المواد الكيميائية من خلال البرنامج المشترك بين المنظمات بشأن الإدارة السليمة للمواد الكيميائية (IMOC). وقد بحث المشاركون في هذا البرنامج سلامة وأمان المواد متناهية الصغر في عدد من المناسبات.

(٩) ترد توصيات داكار بشأن المواد متناهية الصغر المصنعة في الوثيقة SAICM/ICCM2/INF/5.

مدى ملاءمة الإجراءات المقترحة

٥٠ - لقد نزلت المنتجات المحتوية على مواد متناهية الصغر بالفعل إلى الأسواق. ولا تسمح المعارف الحالية والفجوات المنهجية الحالية بإجراء تقييم شامل للمخاطر الصحية والبيئية المترتبة على ذلك. وعليه فإنه من الأهمية بمكان تعزيز البحوث المتصلة بالسلامة ووضع الأدوات والبيانات المنهجية اللازمة لتقييم السلامة. وإلى حين القيام بذلك، فإنه من السابق لأوانه تطبيق أي نهج تنظيمي قائم على العلم. ويتعين في ظل هذه الظروف وضع نماذج إدارة رشيدة لضمان الاستخدام والمناولة الآمنين القائمين على الحذر والحيلة للمواد متناهية الصغر.

٥١ - ويتم حالياً تنفيذ سلسلة من الأنشطة المتصلة بسلامة المواد متناهية الصغر المصنعة. وتتراوح هذه الأنشطة بين الدراسات الأكاديمية عبر الحكومات الوطنية إضافة إلى الدراسات الإقليمية والدولية. ويضطلع أصحاب المصلحة الآخرون أيضاً بأنشطة ذات صلة بالقضية. وينبغي إتاحة المعلومات عن هذه الأنشطة حسب الإمكان بشكل يمكن تلخيصه للتشجيع على إذكاء الوعي. وتحمل المنظمات الحكومية الدولية مسؤولية في هذا السياق أيضاً.

٥٢ - قد ترغب الحكومات التي لم تفعل ذلك بعد في دراسة مدى أهمية العمل التعاوني المحتمل في المستقبل في ميدان التكنولوجيا متناهية الصغر والمواد متناهية الصغر المصنعة بالنسبة لأوضاع بلدها. ويمكن أن يتم ذلك، على سبيل المثال، بإدماج الاعتبارات المتصلة بالتكنولوجيا متناهية الصغر في معلوماتها الوطنية. وبالإضافة إلى ذلك قد يرغب المؤتمر الدولي المعني بإدارة المواد الكيميائية في (١) النظر في القيام بأعمال بين الدورات لاستكشاف القضايا ذات الصلة بالبلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية ذات صلة بالإدارة السليمة للمواد متناهية الصغر (٢) النظر فيما إذا كان يتعين تعديل خطة العمل العالمية كي تتناول الأنشطة المتصلة بالتكنولوجيا متناهية الصغر والمواد متناهية الصغر المصنعة.

٥٣ - وثمة مجموعة من الأنشطة الجارية المتصلة بسلامة المواد متناهية الصغر المصنعة. ويتراوح عمل القائمون بهذه الأنشطة بين العالم الأكاديمي، والمنظمات غير الحكومية، والصناعة والحكومات فيما يتصل بصحة وسلامة البيئة، والتطبيقات المفيدة بيئياً للمواد متناهية الصغر المصنعة. ويتعين أن ينظر أصحاب المصلحة المعنيون في إتاحة أكبر قدر ممكن من هذه المعلومات للعموم، بما في ذلك دور المقاصّة. وقد أحرز عدد من الكيانات تقدماً في هذا المجال، بما في ذلك قواعد البيانات التابعة للمجلس الدولي المعني بالتكنولوجيا متناهية الصغر (ICON)، ومشروع معهد وودرو ويلسون بخصوص التكنولوجيات متناهية الصغر الناشئة، ومكتبة المعلومات المتصلة بالجسيمات متناهية الصغر التابعة للمعهد الوطني للسلامة والصحة المهنيين (NIOSH)، وقاعدة البيانات العامة التابعة للفرقة العاملة المعنية بالمواد متناهية الصغر المصنعة التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي والمتصلة بالبحوث في مجال سلامة المواد متناهية الصغر المصنعة. وقد تتمكن المنظمات الحكومية الدولية والمنظمات غير الحكومية من المساهمة مساهمة هامة في هذا المجال.

٥٤ - وتقوم بعض الحكومات بتكريس موارد لا يستهان بها للبحث والتطوير اللذين يركزان على التطبيقات الجديدة القائمة على التكنولوجيا متناهية الصغر. وقد ترغب هذه الحكومات في النظر بإيجاد

التوازن بين الموارد المتصلة بالتطبيقات وبين مستوى بحوث مناسب بغية فهم الآثار المتصلة بصحة وسلامة البيئة. ويمكن تشجيع الحكومات أيضاً على وضع نظم شاملة تتعلق بمسؤولية المنتجين تأخذ في الحسبان تكنولوجيات متناهية الصغر ومواد متناهية الصغر مصنعة بعينها.

٥٥ - وقد ترغب الحكومات أيضاً في النظر بتمويل البحوث المتعلقة بتطبيقات التكنولوجيا متناهية الصغر والتي قد تكون مفيدة في الاضطلاع بالإجراءات التي تدعو إليها خطة جوهانسبرغ للتنفيذ التي وضعها مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، بما في ذلك الإجراءات المتخذة في البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية.

٥٦ - وفتحت منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي باب العضوية في فرقتهما العاملتين (الفرقة العاملة المعنية بالمواد متناهية الصغر المصنعة والفرقة العاملة المعنية بالتكنولوجيا متناهية الصغر) للمشاركة الفعالة من جانب البلدان غير الأعضاء وغيرها من المراقبين. وشارك حتى الآن عدد من البلدان غير الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، لما فيه المنفعة المتبادلة للأطراف، ومنها الأرجنتين والبرازيل والصين والهند والاتحاد الروسي وسنغافورة وتايلند. وقد ترغب البلدان غير الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي أو غيرها من المراقبين المهتمين بالقضية التي تستكشفها مختلف الفرق العاملة بالاتصال بأمانة المنظمة والمشاركة في هذه الأنشطة. وبالمثل، فإنه قد ترغب البلدان والمنظمات غير الحكومية والصناعة المهتمة بالمشاركة في اللجنة التقنية رقم ٢٢٩ والذين لم يفعلوا ذلك في الاتصال بهيئات المعايير الوطنية أو اللجنة التقنية 229 نفسها بهذا الخصوص.

٥٧ - وقد ترغب البلدان والمنظمات غير الحكومية، والصناعة والمنظمات الحكومية الدولية التي لها مصلحة في الفوائد البيئية المحتملة للمواد متناهية الصغر المصنعة في النظر في المشاركة في مؤتمر منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي بشأن الفوائد البيئية المحتملة للمواد متناهية الصغر المصنعة الذي سينعقد من ١٥-١٧ تموز/يوليو ٢٠٠٩ في مركز المؤتمرات التابع لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي.

٥٨ - وفي حين يتواصل استكشاف الآثار الصحية والمتصلة بسلامة البيئة المترتبة على المواد متناهية الصغر المصنعة، ينبغي أن تنظر الحكومات والصناعة في اتخاذ تدابير لمنع تعرض العمال والمستهلكين، وانطلاق هذه المواد في البيئة، أو الحد ما أمكن منهما وخصوصاً فيما يتعلق بالمواد متناهية الصغر المصنعة الخطرة أو حيثما توجد شكوك بشأن أثرها على البيئة وصحة الإنسان. ويتعين اتخاذ الخطوات لإطلاع المستخدمين من خلال كامل سلسلة الإمداد عن طريق صحائف بيانات على سلامة المواد أو سبل أخرى حيثما يكون ذلك مناسباً.

معلومات أخرى ذات صلة بالموضوع

المنظمات الدولية

• الفرقة العاملة التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD) والمعنية بالمواد متناهية الصغر

المصنعة (WPMN): www.oecd.org/env/nanosafety

– التقرير الصادر عن حلقة عمل منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي بشأن سلامة المواد متناهية

الصغر المصنعة: إرساء التعاون والتنسيق والاتصال (٢٠٠٦) [ENV/JM/MONO(2006)19]

التطورات/الأنشطة الراهنة في مجال سلامة المواد متناهية الصغر المصنعة: مناقشات عامة:

1 (2006) [ENV/JM/MONO(2006)35]

2 (2007) [ENV/JM/MONO(2007)16]

3 (2008) [ENV/JM/MONO(2008)7]; and

4 (2008) [ENV/JM/MONO(2008)29]

– المواد متناهية الصغر المصنعة: برنامج العمل ٢٠٠٦-٢٠٠٨ (٢٠٠٨) [ENV/JM/MONO(2008)2]

– قائمة بالمواد متناهية الصغر المصنعة وقائمة بنهايات المرحلة الأولى من برنامج الاختبارات التابع لمنظمة

التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (٢٠٠٨) [ENV/JM/MONO(2008)13/REV]

المطبوعات المرتقبة:

- Preliminary Analysis of Exposure Measurement and Exposure Mitigation in Occupational Settings: Manufactured Nanomaterials
- Analysis of Information Gathering Initiatives: Manufactured Nanomaterials
- Table of Comparison on Information Gathering Schemes: Manufactured Nanomaterials
- EHS Research Strategies on Manufactured Nanomaterials: Compilation of Outputs
- Report of the Workshop on Exposure Assessment and Exposure Mitigation
- Identification and Compilation and Analysis of Guidance Information for Exposure Measurements and Exposure Mitigation
- Emission Assessment for Identification of Sources and Release of Airborne Manufactured Nanomaterials in the Workplace – Compilation of Existing Guidance
- Comparison of Guidance on Selection of Skin Protective Equipment and Respirators for Nanotechnology Workplace
- Sponsorship Programme for Testing Manufactured Nanomaterials: Guidance Manual for Sponsors

- الفرقة العاملة التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي والمعنية بالتكنولوجيا متناهية الصغر،
<http://www.oecd.org/sti/nano>

- Nanotechnology: an overview based on indicators and statistics (STI Working Paper);
- The Commercialization of Nanotechnology: Evidence, Impacts and Policy Implications (Monograph); and
- Review of National STI Policy Approaches to Nanotechnology (Web report).

Policy briefs are in preparation on:

- Public Engagement in Nanotechnology
- The Commercialization of Nanotechnology.

التقارير الصادرة عن حلقات العمل

- Nanotechnology and the Global Challenge of Access to Clean Water: workshop at the Nanotechnology Northern Europe in Copenhagen, Denmark, in September 2008, <http://www.nanotech.net>;
- Nanotechnology and Public Engagement: a conference and a WPN workshop in Delft, the Netherlands, in October 2008, <http://www.oecd.org/sti/nano> and http://www.ez.nl/Onderwerpen/Meer_innovatie/Nanotechnologie

- المجلس الدولي لإدارة المخاطر **“Risk Governance of Nanotechnology Applications in Food and Cosmetics”**, September 2008, http://www.irgc.org/IMG/pdf/IRGC_Report_FINAL_For_Web.pdf

- المنظمة الدولية للتوحيد القياسي – اللجنة التقنية ٢٢٩ – التكنولوجيا متناهية الصغر، <http://www.iso.org>

- الدورة السادسة للمنتدى الحكومي الدولي المعني بسلامة المواد الكيميائية، داكار، السنغال، ١٥-١٩ أيلول/سبتمبر ٢٠٠٨ <http://www.who.int/ifcs/forums/six/en/index.html>

- Dakar Statement on Manufactured Nanomaterials (Final report of IFCS Forum VI), <http://www.who.int/ifcs/documents/forums/forum6/report/en/index.html>
- “Nanotechnologies at the OECD”, http://www.who.int/entity/ifcs/documents/standingcommittee/f6_04inf.en.doc
- “Activities on Nanotechnologies in the IOMC Organizations”, http://www.who.int/entity/ifcs/documents/forums/forum6/f6_05inf.doc
- International Organization for Standardization - ISO/Technical Committee 229 – Nanotechnologies, http://www.who.int/entity/ifcs/documents/forums/forum6/f6_06inf.en.doc

- اجتماع الخبراء المشترك بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية بشأن تطبيق التكنولوجيات متناهية الصغر في قطاعي الأغذية والزراعة: الآثار المتعلقة بسلامة الأغذية:

http://www.who.int/foodsafety/fs_management/meetings/nano_june09/en/

http://www.fao.org/ag/agn/agns/index_en.asp

• http://portal.unesco.org/shs/en/ev.php-URL_ID=10581&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

- UNESCO The Ethics and Politics of Nanotechnology,
<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001459/145951e.pdf>
- Nanotechnologies, Ethics and Politics, http://portal.unesco.org/shs/en/ev.php-URL_ID=10883&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

الحكومات الوطنية والوكالات الحكومية

- United States National Nanotechnology Initiative, <http://www.nano.gov/>
- United States – Environmental Protection Agency - Interim Report on the Nanoscale Materials Stewardship Program, <http://epa.gov/oppt/nano/stewardship.htm>.
- United States NIOSH June 2007 Report, <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2007-123/pdfs/2007-123.pdf>
- SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks), Risk assessment of products of nanotechnologies, 19 January 2009,
http://ec.europa/health/ph_risk/committees/04_scenihhr/scenihhr_opinions_en.htm#nano
- EU Commission DG Sanco website on nanotechnologies, http://ec.europa.eu/health/ph_risk/nanotechnology/nanotechnology_en.htm
- Germany – Federal Environment Agency - Legal appraisal of nanotechnologies,
<http://www.umweltbundesamt.de/technik-verfahren-sicherheit/nanotechnologie/index.htm>
- Germany - Federal Institute of Occupational Safety and Health, Federal Institute for Risk Assessment and Federal Environment Agency - The joint German research strategy,
<http://www.umweltbundesamt.de/technik-verfahren-sicherheit/nanotechnologie/index.htm>
- United Kingdom – Nanotechnologies at Defra, <http://www.defra.gov.uk/environment/nanotech/index.htm>
- European Commission – REACH and nanomaterials,
http://ec.europa.eu/enterprise/reach/reach/more_info/nanomaterials/index_en.htm
- France – Afsset, Les nanomatériaux – Sécurité au travail,
(<http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/258113599692706655310496991596/afsset-nanomateriaux-2-avis-rapport-annexes-vdef.pdf>)
- France -Afsset, Nanomatériaux : exposition et risques pour la santé. L’Afsset est saisie par ses trois tutelles pour évaluer les risques pour la population générale,
(http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/707587797463045494102824770797/CP_afsset_saisine_nanomatériaux_28072008.pdf)

- France -Afsset, Nanomatériaux : concilier l'innovation et la sécurité sanitaire, (http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/511821750834000786123519684814/dp_afsset_nanomateriaux.pdf)
- Swiss Action Plan Synthetic Nanomaterials, (<http://www.environment-switzerland.ch/div-4002-e>)

المشاركون الآخرون من أصحاب المصلحة

- Friends of the Earth Australia - Discussion paper on nanotechnology standardisation and nomenclature issues, (www.ecostandard.org/downloads_a/2008-10-06_foea_nanotechnology.pdf)
- Friends of the earth Australia - Nanosilver, A threat to soil, water and human health?, www.foeeurope.org/activities/nanotechnology/Documents/FoE_Nanosilver_report.pdf
- Friends of the Earth Australia, Europe and United States - Out of the laboratory and on to our plates: Nanotechnology in Food and Agriculture, www.foeeurope.org/activities/nanotechnology/Documents/Nano_food_report.pdf
- Friends of the Earth Australia – Mounting evidence that carbon nanotubes may be the next asbestos, (<http://nano.foe.org.au/node/265>)
- Size Matters: The Case for a Global Moratorium, http://www.etcgroup.org/en/materials/publications.html?pub_id=165
- The Big Down: Atomtech: Technologies Converging at Nano-Scale, http://www.etcgroup.org/en/materials/publications.html?pub_id=171
- European Trade Union Confederation (ETUC) - Resolution on nanotechnologies and nanomaterials, http://www.etuc.org/IMG/pdf_ETUC_resolution_on_nano_-_EN_-_25_June_08.pdf
- Woodrow Wilson International Center for Scholars - Consumer Products. An inventory of nanotechnology-based consumer products currently on the market, <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/>
- Project on Emerging Nanotechnologies (PEN) - Where does the nano goes ?, http://www.nanotechproject.org/mint/pepper/tillkruess/downloads/tracker.php?url=http%3A//www.nanotechproject.org/process/assets/files/2699/208_nanoend_of_life_pen10.pdf
- The Environmental Law Institute (ELI) - Governing Uncertainty: The Nanotechnology Environmental, Health, and Safety Challenge, www.eli.org/pdf/research/nanotech/nanocolumbiaarticel%20final.pdf
- Swiss Re - Nanotechnology - Small matter, many unknowns, http://www.swissre.com/resources/31598080455c7a3fb154bb80a45d76a0-Publ04_Nano_en.pdf