الفصل السابع

المخاطر الكامنة والانتصاف

ايمانويل شوتلر

Potential Risks and Remedies

أولاً: المقدمة Introduction

كما هو الحال في القطاعات المختلفة من الصناعة , يوجد هناك العديد من التأملات حول تقدم القطاع الصناعي المتعلق بالأجهزة الطبية والأدوية, لكن هذه التأملات قد تواجه إعاقة بسبب الشكوك المحيطة بالتعديلات الوراثية للكائنات الحية، والأبحاث المتعلقة بالخلايا الجذعية.

وسبب هذه الشكوك ناتج من الضغوط التي تمارسها كل من وسائل الإعلام وبعض المجموعات ذات المصالح الخاصة.لذلك بدأت الحكومات في كل من الولايات المتحدة وأوربا في إجراء دراسات بشأن سلامة المواد المتناهية الصغر ومخاطرها على الصحة البشرية والبيئة المحيطة, حيث سيتم اتخاذ خطوات تنظيمية في وقت قريب لذلك.

الهدف من هذا الفصل هو التعريف بالمخاطر المرتبطة بالتقنية الطبية الحيوية الدقيقة واستعراض المعارف العلمية, وتقديم لمحة عامة عن كيفية استجابة الجهات

المعنية المختلفة لنضوج التقنية الدقيقة وانتشارها وتسويقها.كما أن هذا الفصل يشتمل على اقتراحات مختلفة المسارات بهدف التنظيم.

تقنية النانو هي حقل دائم الحركة. ونادراً ما يمر أسبوع دون مناقشة موضوع الأمان والتنظيم المتعلقين بتقنية النانو. وبما أن البيانات المتعلقة بالمخاطر والأمان متجددة ويتم مناقشتها بشكل مستمر. فإن هناك جوانب معينة من القضايا المطروحة من المحتمل أن تكتسب مزيدا من الاهتمام مع مرور الوقت. في حين أن بعضها الآخر قد اكتسب فائدة أقل، ومع ذلك يهدف هذا الفصل إلى تقديم بعض عناصر التفكير في المستقبل حول تقييم المخاطر والسياسات المحيطة بإنتاج واستخدام المواد المتناهية الصغر في التطبيقات الطبية الحيوية .

ثانياً: المواد المتناهية الصغر في جسم الإنسان Nanomaterials in the Human Body

بالتأكيد ينتج تلوث من بقايا الأحجام الصغيرة للمواد المتناهية الصغر التي تبقى تدخل جسم الإنسان نتيجة للآثار الجانبية التي تسببها الأجهزة الطبية أو الأدوية عقب استخدامها في الأغراض العلاجية.

إن الملوثات ذات الأحجام الصغيرة هي عبارة عن بقايا مواد متناهية الصغر. أو عبارة عن اتحاد هذه المواد المتناهية الصغر بشكل غير مقصود مما أدى إلى استقرارها في جسم الإنسان والتي يمكن أن تؤثر على الصحة البشرية. هناك طريقة واحدة لتحديد احتمالية تأثير هذه الملوثات الدقيقة ألا وهي دراسة التطبيقات الطبية الحيوية المختلفة التي قد تنشأ من المواد المتناهية الصغر.

يمكن استخدام المواد المتناهية الصغر على شكل سبائك معدنية أو مواد متحدة مع بعضها البعض بهدف زيادة التوافق الحيوي، وزيادة قوة التحمل لهذه المواد عندما

تستخدم في الزراعة داخل الجسم البشري . مثل الألياف النانوية المستخدمة في تجديد العظام. والجسيمات النانوية المستخدمة في الأغراض التشخيصية وكذلك في تلوين مستحضرات التجميل والمستحضرات الصيدلانية والدهانات.

تحديد احتمالية المخاطر الصحية لهذه البقايا من المواد النانوية في هذه اللحظة ما هو إلا تخمين ؛ لأن معظم تطبيقات المواد النانوية في الطب في المراحل الأولى من التنمية .

حيث يناقش القسم الثاني أمثلة على التطبيقات الحيوية الطبية .

أ) الزراعة

يمكن العثور على العديد من التطبيقات للمواد ذات البنية النانومترية في المجال الزراعي . ويجب في المقام الأول الحد من الانتهاك وتحديد الأداء. قد تكون المواد النانومترية المستخدمة في الزراعة مضبوطة بشكل خاص لأجزاء معينة من الجسم للتكيف مع الاحتياجات الخاصة. وتقديم بدائل للعلاج فريدة من نوعها. ومع ذلك يتوقع بعض الباحثين أن فقدان بعض الجسيمات من الزراعة المصنوعة من التراكيب المحتوية على المواد النانومترية ستؤدي إلى أن يطلبها الجسم دون قصد.وقد يستطيع الجسم التغلب على نقصان هذه المواد النانومترية أو سوف تتشكل كتلة في أعضاء محددة مما يعني ظهور مشاكل صحية مستقبلا".

ب) تجديد العظام Bone Regulation

استخدمت المواد النانومترية لعلاج كسور العظام. من خلال استخدام قطع صغيره من المواد المتناهية الصغر من الكالسيوم والفوسفات والأسمنت البالغ سمكها ٣٠ نانومتر وعرضها ٦٠ نانومتر. حيث استخدمت بصورة ناجحة في المساعدة على نمو العظام بصورة طبيعية بعد إزالة السرطان.

ربما يتم في تقنيات التجديد استبدال العظام التقليدية بتطعيم جزء آخر من العظام لعلاج كسر او ملء التجويف. لذلك يُختبر الأسمنت المصنوع من المواد متناهية الصغر في العظام وكذلك في بعض تطبيقات طب الأسنان. ومن ميزات استخدام الأحجام النانوية المتكونة من الكالسيوم والفسفور، هو أنها مواد هشة، وقابلة للتحلل بعد ٦ أشهر من استخدامها على عكس العلاجات التقليدية التي تشتمل على مخاطر ومما يدعم ذلك أن أسمنت العظام المصنع بتقنية النانو تم اختباره على المرضى في الاونة الأخيرة والموافقة عليه من قبل وكالة إدارة الغذاء والدواء الصينية.

لقد تم اتباع نهج آخر لتجديد العظام من خلال دعامة (تصقيل) جزيئية (Scaffolding) ذات تدريج نانوي متمثل في تقليد التركيب الطبيعي للعظام . يقصد بالتصقيل الصناعي تراكيب من ألياف نانوية عضوية قطرها يقدر ب ٨ نانوميتر وطولها بعض ميكروميتر. هذه الألياف بمثابة ركائز لنمو بلورات من الهيدروكسيباتيت على نحو يعيد الهيكل الأصلي للعظام.

تكون الألياف النانوية على شكل مادة هلامية في البداية حيث تحقن في تجويف العظم المراد إصلاحه، من ثم يتصلب هذا الهلام كما يحدث للمعادن منتجاً مادة تشابه التركيب الاصلي للعظام الطبيعية. إما فيما يتعلق باحتمالية التأثيرات الجانبية لهذه المواد ذات التركيب النانوي فإنها لم توثق.

ج) تشخيص وعلاج الأمراض

الجسيمات النانوية مثل نقاط الكم الشبة موصلة واعدة لاستخدامها كمجسات فلورية لتصوير الخلايا . وغالبا ما تكون مصنعة من جسيمات نانوية ذات أقطار تتراوح ما بين (٥- ١٠) نانومتر، إذ يكون القلب لنقاط الكم مصنع من كبريتيد الكادميوم. سيلينيد الكادميوم أو تيلوريد الكادميوم المغلفة بجزيئات عضوية.

تقدم نقاط الكم العديد من المزايا مقارنة مع الأصباغ العضوية التقليدية المستخدمة في تصوير الخلايا لأنها تتعامل مع كافة الأطياف الضوئية ويمكن ضبطها بصورة متفاوتة من خلال التغيير في التراكيب الكيميائية وأحجام القلب لهذه المجسات.

على سبيل المثال: يبعث سيلينيد الكادميوم الأشعة الفوق بنفسجية واللون الأزرق كجزء من الطيف الضوئي . في حين يبعث كبريتيد الكادميوم الضوء المرئي وتيلوريد الكادميوم يبعث في منطقة الأشعة تحت الحمراء أو المنطقة الحمراء البعيدة.يجعل ضبط حجم القلب لنقاط الكم احتمالية الحصول على الطول الموجي بشكل أفضل . يؤدي هذا الى تسهيل عملية تصور الخلايا الشاذة داخل الأعضاء.

بعض الباحثين قاموا باختبار نقاط الكم لتعقب المستقبلات الفردية للجليكاين في الخلايا العصبية الحية في بعض أجزاء الدماغ التي يصعب الوصول إليها.

يمكن أن يساعد استخدام نقاط الكم في تطوير عقاقير افضل لطائفة من الأمراض مثل الاكتئاب وانفصام الشخصية والاحتمالات التطبيقية الأخرى في علاج سرطان الثدي. قد يستغرق استخدام نقاط الكم كعلامات تشخصية للأجسام المضادة من (٥- ١٠) سنوات.

من غير الواضح فيما إذا كانت نقاط الكم ستنجح بصورة عشوائية في اختراق الخلايا السليمة وتسبب تدمير التركيب الخلوي مثل DNA بسبب حجمها الصغير.

ثمة نوع آخر من التركيبات النانوية المعروفة باسم الجسيمات المغناطيسية النانوية والتي بدورها توفر بديل للعلاج الكيميائي والعلاج الإشعاعي المستخدم في علاج بعض أنواع السرطان .

جاءت الفكرة الرئيسة لاستخدام جسيمات مغناطيسية نانوية مغطاة بأكسيد الحديد من كونها يتم امتصاصها بصورة انتقائية من قبل الخلايا السرطانية وتجاهلها من

قبل معظم الخلايا السليمة.وبذلك فإن الجسيمات النانوية الممغنطة تجد نفسها مصطادة من قبل الخلايا السرطانية، وتتذبذب تحت تطبيق مجال مغناطيسي من خارج الجسم حيث إن التذبذب المتكرر يولد كمية كافية من الحرارة لتدمير الخلايا السرطانية وتسمى هذه الطريقة (السائل المغناطيسي المرتفع الحرارة)(Magnetic fluid hyperthermia).

تم اختبار هذا الأسلوب في علاج شكل عدواني من سرطان الدماغ، والآن هو تحت التجارب السريرية .

الفوليرين أو " كرة بولي " هي نوع آخر من الجسيمات النانوية التي تبشر بتطبيقات في المجال الطبي الحيوي. لذا قد تنجح جسيمات الفوليرين حيث أخفقت العديد من الادوية التقليدية في عبور حاجز الدم في الدماغ لنقل الدواء من مجرى الدم إلى الدماغ. كما أن جسيمات الفوليرين قد تتحول إلى مرشح لا مثيل له في محاربة اضطرابات في المخ مثل الزهايمر وأمراض لو جيهريج (Lou Gehrig's diseases).

لم تثبت تماما فعالية الفوليرين أو الفوليرين المعدل كيمائيا كادوية. لكن احتمالية توافره على رفوف الصيدليات بات قريبا. أما التأثيرات الجانبية الصحية للفوليرين فقد درست، لكنها لم تحدد بشكل كامل.

د) **مستحضرات التجميل Cosmetics**

هناك جزيئات (جسيمات نانوية) مصنعة من أكسيد الزنك حلت مكان المركبات العضوية التقليدية لامتصاص الأشعة الفوق بنفسجية في بعض المستحضرات الواقية من الشمس.ميزة استخدام الجسيمات النانوية أنها لا تشتت الضوء المرئي، وهذا يمنع تبييض الجلد وفقاً لمتطلبات محددة للواقي الشمسي الذي يحويهم.لكن بعض المراقبين يحذرون من احتمالية نقل الجسيمات النانوية خلال الجلد لداخل الجسم.وعلى الرغم من هذه المخاوف إلا أنه حتى لغاية الآن لم يتم تحديد تأثيرها على صحة الإنسان . (أمثلة على الواقيات الشمسية : ويت دريمز. وايلد شايلد. بيرزون).

ثالثاً: سمية المواد المتناهية الصغر (المواد النانومترية)
TOXICITIES OF NANOMATERIALS

ترتبط سمية المواد المتناهية الصغر بشكل عام بعدة عوامل تشمل كل من التركيب الكيميائي والحجم والشكل والكيمياء السطحية.كما أن مسارات دخول هذه المواد للجسم متعددة ومشتركة مثل الاستنشاق من خلال الجهاز التنفسي والابتلاع والحقن في مجرى الدم أو عن طريق وسائل النقل خلال الجلد.

بدأ العمل حاليا على قضايا السلامة على المدى الطويل والمخاطر ذات العلاقة بالمواد المتناهية الصغر والأدوية والأجهزة وفوائدها وتكاليفها. علما بأنه يمكن للمرء أن يخمن الآن فقط مدى المخاطر التي تنجم عن استخدام الأجهزة أو الأدوية التي تشتمل على المواد النانوية.

تركز الدراسات على المخاوف والتأثيرات الناتجة عن بعض المواد النانوية على الأعضاء الحيوية والأنسجة ويظهر ذلك جلياً من خلال المؤتمرات الدولية التي ناقش فيها العلماء هذه التأثيرات، وتم نشرها في وسائل الإعلام . ففي أواخر عام ٢٠٠٣ نشرت دراسات قليلة جدا في المجلات الطبية والعلمية بهذا الخصوص.

أما من وجهة النظر التاريخية للبحث عن أثر الجسيمات النانوية على صحة الإنسان ولا سيما التأثير على الجهاز التنفسي وجد أن جذور هذا التأثير تكمن في الصناعات التحويلية ومعالجتها، مثل الغاز العادم من السيارات، والفحم والأسبستوس، والألياف المعدنية التي يقوم الإنسان بصنعها، مثل الألياف الزجاجية، والجسيمات في الغلاف الجوي. لكن يركز هذا الفرع على دراسة سمية المواد النانوية المستخدمة في تصميم الأغراض الطبية البيولوجية ولا يتطرق لدراسة تأثير جسيمات المادة الناتجة من الغاز العادم وا النشاطات الصناعية.

لم يتم حسم سمية المواد النانوية وذلك بسبب ان هناك دراسات قليلة أفادت بسمية المواد النانوية ولكن هذه الدراسات لم يتم تكرارها من قبل المجموعات البحثية للتأكد من مدى السمية. ونتيجة لذلك يوجد تزايد في تمويل هذا النوع من الأبحاث وظهور لدراسات جديدة في هذا المجال ؛ لذا فإنه من المتوقع أن تتطور بشكل سريع المعرفة المتعلقة بسلامة وسمية المواد النانوية بشكل سريع.

لذلك ركزت معظم الدراسات المتعلقة بتأثير المواد النانوية على الصحة منذ خريف عام ٢٠٠٣ على تأثير أكسيد الزنك، وجزيئات ثاني أكسيد التيتانيوم كجسيمات نانوية وكذلك الفوليرين والأنابيب النانومترية الكربونية.

فيما يلي عرض لهذه الدراسات للجسيمات المختلفة ومدى تأثيرها:

أ) الجسيمات النانوية (Nanoparticles)

تركزت الدراسة في هذا المجال على الجسيمات النانوية التي يبلغ قطرها ١٠٠ نانومتر أو أصغر والتي يوجد عدة طرق لإنتاجها والمتمثلة في:

- العمليات الكيميائية الرطبة (رد فعل المواد الكيميائية في المحلول).
- العمليات الميكانيكية (تقنيات الطحن) .
- ترسب الشفط.
- مرحلة تجميع الغاز.

نجد مما سبق أنه بالاعتماد على الطرق المختلفة لتصنيع الجسيمات النانوية يمكن إنتاجها بأحجام وتراكيب كيميائية، وأشكال مختلفة، وبوجود أو عدم وجود طلاء للسطح. ومن هذا المنطلق فإن كل هذه العوامل تؤثر في المواد النانوية بكيفية تفاعلها مع الخلايا والأنسجة. علما بأنه تتوفر بيانات تتعلق بسمية المواد النانوية لكل من أكسيد الزنك وأكسيد التيتانيوم المستخدم في مستحضرات التجميل البالغ حجمها اصغر من ٥٠ نانوميتر والتي تعمل بمثابة مادة ممتصة للأشعة الفوق بنفسجية وتمنع تبييض الجلد.

ومن الأمور الهامة ملاحظة أن الجسيمات النانوية من أكسيد الزنك وأكسيد التيتانيوم المستخدمة في واقيات الشمس مغطاة بمواد أخرى مثل السيلكون او الأحماض الدهنية أو الزركونيوم بهدف تسهيل تشتت الضوء المرئي وتجنب تشكل التكتلات.لذا فان وجود مثل هذه الطبقات الطلائية تعني تعرض الخلايا والأنسجة للجزيئات العضوية الخارجية بالمقام الأول بدلاً من النوى الداخلية المصنوعة من أكسيد الزنك أو أكسيد التيتانيوم. لكن وجود طبقة الطلاء وطبيعتها (لا يمكن تحديدها بسهولة لأنها تركيبات تجارية تحفظ ضمن الأسرار التجارية للمنتجات) تؤثر على الجسيمات النانوية في كيفية تفاعلها مع الجلد.

كثر السؤال في الأونة الأخيرة بخصوص حجم الجزيئات النانوية من أكسيد الزنك أو أكسيد التيتانيوم المستخدمة في المستحضرات الواقية من الشمس ومدى مقدار السماحية لها باختراق الجلد، والتي بدورها يمكن أن تدمر الخلايا، وبالتالي الحمض النووي DNA.

كشفت دراسة مخبرية أجريت عام ١٩٩٧ ضمن ظروف معينة أن كلا من الجسيمات النانوية من أكسيد الزنك وأكسيد التيتانيوم تعمل كمحفز في عملية تدمير الحمض النووي DNA. بالرغم من ذلك فإن مصير المواد النانوية خلال الجلد غير محدد.

أما كيفية توزيع وانتشار واقيات الشمس في طبقات الجلد فقد كشفت دراسة حديثة أن الجزيئات النانوية من أكسيد الزنك وأكسيد التيتانيوم لا يمكن الكشف عنها في كل من البشرة والأدمة في الإنسان، وتبقى هذه الجزيئات النانوية متركزة على السطح الخارجي من الجلد. ومن خلال هذه الدراسة يتبين أن الجسيمات النانوية لا تنتقل خلال الجلد لكن هذه الدراسة غير كافية لوضع إجابة قاطعة للسؤال السابق ومدى التأثيرات الصحية لكل من أكسيد الزنك وأكسيد التيتانيوم.

ب) الفوليرين (Fullerenes)

يبلغ قطر جزيئات الفوليرين ١ نانوميتر وشكلها مثل شكل كرة القدم. قامت جامعة أريزونا ومركز أريزونا للسرطان في عام ١٩٩٣ بدراسة أولية لتحديد الآثار المسرطنة للفوليرين غير المطلي وأظهرت الدراسة انه إذا وصل مستوى الجرعة إلى ٢٠٠ ميكروغرام (القيمة التي يمكن أن يتعرض لها الجسم البشري) إذ تم تطبيق هذه القيمة على فأر في محاولات متكررة لفترة أسبوع ووجد بأنه لا يؤدي لإحداث أورام حميدة أو أورام خبيثة . كما أن المعهد الوطني الياباني للعلوم الصحية قام بإجراء دراسة لفحص تأثير الفوليرين على أجنة الفئران وقد نتج عن هذه الدراسة أن أنواع الأكسجين الناتجة من خلال مادة الفوليرين تؤدي إلى تدمير خلايا الأجنة بجرعة مقدارها ٥٠ميليغرام /كيلو غرام.

كما إن الفوليرين الغير مطلي يمتاز بأنه غير قابل للذوبان في الماء. لذا يتم طلائها لاستخدامها في التطبيقات الصيدلية. إذ تتم عملية الطلاء للفوليرين باستخدام مجموعة من الجزيئات العضوية بهدف زيادة ذائبيتها في الماء وسوائل الجسم. لكن حتى الآن لا يوجد معلومات دقيقة عن مدى تأثير مادة الفوليرين المطلية على الخلايا والأنسجة.

ج) الأنابيب النانومترية الكربونية Carbon nanotubes

أن تعرض الجلد للمواد الكربونية يؤدي إلى زيادة إصابة الجلد بالعديد من الأمراض مثل التهاب ألياف الكربون والتهابات الجهاز التنفسي والتهاب الشعب الهوائية المزمن، والالتهاب الرئوي، وفي نهاية الأمر السرطان.

لذلك فان العمال الذين يتعرضون باستمرار لمستويات عالية من المواد الكربونية هم أكثر عرضة للخطر. ولذا في ضوء هذه النتائج بدأ الباحثون يتسألون عما إذا كانت

هناك علاقة تربط ما بين أمراض الجلد الناتجة عن الكربون وفيما إذا كان هذه الأمر ينطبق على الأنابيب النانومترية الكربونية. وفيما يلي مجموعة من الدراسات ونتائجها:

• أظهرت الفحوصات الأولية لجامعة وارسو في الكشف عن تأثير تعرض الإنسان للأنابيب النانومترية الكربونية أحادية الجدران أن الأنابيب النانومترية الكربونية لا تسبب تهيجا للجلد أو حساسية.

• كشفت دراسة حديثة مشتركة بين جامعة فرجينيا الغربية والوطنية للملاحة الجوية والفضاء الأمريكي (وكالة ناسا) والمعهد الوطني للسلامة المهنية والصحة (NIOSH) عن وجود علامات سمية بعد التعرض للأنابيب النانومترية الكربونية أحادية الجدران على الخلايا البشرية. وقد فسروا سبب الاستجابة للسمية من قبل خلايا الجلد البشري إلى وجود الحديد ونتيجة ثانوية لتصنيع الأنابيب الجزيئية بدلا من أنابيب الكربون النانوية في حد ذاتها. ثبت أن الخلايا المحملة بالحديد هي إحدى عوامل الخطورة والتي تؤدي للإصابة بالسرطان والأمراض المعدية والالتهابات في كل من الجلد والكبد والقلب.

• أجريت دراسات لإثبات التأثير السمي الرئوي الناتج عن الأنابيب النانومترية الكربونية . ففي عام ٢٠٠١ إشارت دراسات أولية لجامعة وارسو نشرت عن الآثار الصحية للأنابيب النانومترية الكربونية بأسلوب مشابه للخطوات المستخدمة للتحقق من الأمراض الناتجة عن الأسبستوس . وقد خلصت هذه الدراسة الى ان الأنابيب النانومترية الكربونية لم تؤدِ لحدوث إضرار غير طبيعية او التهاب في الرئة لخنازير غينيا.

• ومن جانب آخر أظهرت دراسات أكثر حداثة مدى السمية الرئوية الناتجة عن الأنابيب النانومترية وحيدة الجدار في الفئران. وفي دراسة مشتركة أجرتها وكالة

ناسا الفضائية في مركز جونسون وكلية الطب في جامعة تكساس ذكرت أن نتيجة حقن أنبوب نانومتري كربوني أحادي الجدار (٥ملغم) بشكل مباشر في رئتي فأر أدى إلى تشكيل عقيدات مجهرية بعد أسبوع واحد.كما أن هذه العقيدات الصغيرة قد تسبب في نهاية الأمر آفات أكثر خطورة.

• كما قام فريق بحث علم السموم (دوبونت) بشكل مستقل في إجراء تجارب مماثلة . إذ قام هذا الفريق بدلا من حقن أنبوب نانومتري كربوني بشكل مباشر في رئتي الفأر . بوضع هذا الأنبوب في القصبة الهوائية بحيث يصل ما بين الحلق والرئة . ووجد الباحثون انه بعد جرعات عالية من الأنابيب النانومترية الكربونية (ما يعادل ٥ ملغم /كغم من الوزن) أن ١٥٪ من الفئران لقيت حتفها . وفسر باحثوا دوبونت أن سبب الوفاة ناتج عن الاختناق الناجم عن قطع مجرى التنفس من خلال الأنابيب النانوية . كذلك لاحظوا أن التعرض للأنابيب النانومترية الكربونية أحادية الجدار أدى إلى تعرض خلايا الرئتين للأضرار نتيجة لتشكيل العقيدات إذ أن استمرار وجود هذه العقيدات ليس ناتجا عن إدخال الأنابيب النانومترية الكربونية بعد مرورها وإنما استنتج فريق البحث أن العقيدات كانت ردود فعل عن المواد الغريبة وحقن الأنابيب النانومترية الكربونية وليس ناتج من ردود الفعل السامة.

هذه الدراسات الأولية والقيود الحالية بعضها مازال قيد التحقيق . وكما لاحظنا ان التجارب العملية تمثلت في حقن الأنابيب النانومترية الكربونية خلال الرئة او القصبة الهوائية . ومع ذلك فان الاستخدام الفعلي لمعظم الأنابيب النانومترية الكربونية تصل للرئتين باستنشاقها ضمن جزيئات الهواء.

كما أشارت الدراسات الأولية أن مستوى التعرض للرذاذ الجوي في المختبر قليل الناتج عن التعامل غير المتكرر للأنابيب النانومترية الكربونية أحادية الجدار.

لكن هناك سؤالين رئيسيين ما زالا دون إجابة ألا وهما :

- ما هو المستوى المقبول للتعرض قبل ظهور التلف والدمار للرئة في البشر؟
- ما هي المدة ومقدار التكرار للتعرض للأنابيب النانومترية الكربونية التي بعدها يمكن الكشف عن تلف الرئة؟

المخاطر المرتبطة بالمواد النانومترية تتميز تماما عندما يتم معرفة المخاطر ومستويات التعرض لها. والمخاطر تصبح خطيرة عندما تتعرض الكائنات الحية لجرعات كبيرة من المواد النانومترية (في الحد الأدنى من التكرار للتعرض). في حين لا توجد خطورة عندما يكون مستوى التعرض منخفضاً وليس مكرراً. لكن إمكانية التعرض المتكرر عند مستويات منخفضة ربما يحدث بعض المخاطر بسبب آثار التراكم على مر الزمان. كما أن مستويات التعرض للمواد النانومترية يمكن أن تختلف اعتمادا على المواد المتعرض إليها وطريقة التعرض (التنفس، التعرض الجلدي المباشر أو الحقن)

إذا نجد أن الدراسات السابقة اعتمدت في تحديدها للمخاطر الناتجة عن المواد النانومترية على دراسة العلاقة التي تربط ما بين الجرعة والاستجابة من خلال مراقبة اختراق المواد النانومترية في الجسم من موقع الدخول (الجهاز التنفسي او الجهاز الهضمي أو عن طريق الحقن في مجرى الدم أو من خلال الاتصال المباشر عن طريق الجلد) إلى الأجهزة البعيدة. يقدم هذا النوع من الدراسات معلومات عن كمية ما يأخذها الجسم من المواد النانومترية في حالة التراكم الإحيائي، والتي تتفاعل معها الأنسجة. يتم تحديد مستويات التعرض المقبولة ضمن حالات التعرض المزمن والحاد للمواد النانومترية من خلال أنابيب الاختبار، والاختبارات على الأنسجة الحية. إذ يتم تقييم المخاطر من خلال دراسة كلٍّ من، الاستجابة للجرعة، والاستجابة للتعرض. وصف المخاطر المتعلقة بصحة البشر الناتجة من استخدام المواد النانومترية غير مكتملة حتى الآن بسبب قلة عدد الدراسات المجراة.

رابعاً: موقع أصحاب المصلحة من السلامة وتنظيم لوائح المواد النانوية
STAKEHOLDERS' POSITIONS ON SAFTEY AND REGULATION OF NANOTECHNOLOGY

يعرف أصحاب المصلحة (الجهات المعنية) بأنهم مجموعة أو مجموعات من الأشخاص (أو الحيوانات والنباتات) المتأثرين أو القادرين على التأثير على مخاطر التقنيات الجديدة.إن التعريف الدقيق لأصحاب المصلحة ومواقفهم من موضوع السلامة وتنظيم المواد النانوية لا يزال غير واضح كون التقنيات الطبية الحيوية وتطبيقاتها ما زالت في مهدها، كما أن معظم الخلافات بين هذه الجهات ذكرت في وسائل الإعلام، وتركزت بشكل أساسي على الخوف من المخاطر(إذ أن المخاطر محسوسة أكثر مما هي مفهومة تقنيا) فمنذ نشوء المواد النانومترية والمخاطر موجودة لكنها ليست مفهومة تماما.

كما أن أصحاب المصالح مختلفون في طبيعة ميولهم لإدراك التنظيم أو نشر مخاطر التقنية الطبية الحيوية لذا فانه يمكن تقسيمهم لفريقين هما :

١- فريق يهول المخاطر التقنية : الذي يمكن أن يجني من وراء هذا الاختلاف والتهويل للمخاطر شيئا ثمينا، وذلك بضمان اعتراض العامة، كذلك بالنسبة لهذه الجهات فان زيادة التهويل هي الأفضل لهم واشتمال وسائل الإعلام، وتعتبر الأخبار السيئة بالنسبة لهم جيدة ؛ لأنها تزيد من المبيعات، فعلا سبيل المثال بعض المنظمات غير الحكومية مثل منظمة مجموعة المستهلكين وحماية البيئة تستخدم أسلوب الخوف من المخاطر التقنية كنقطة للقيادة والاحتفاظ بها لجمع الأعضاء.

٢- فريق يخفف من هول المخاطر : أصحاب هذه المصلحة يعملون على تقليل الخوف من المخاطر، على سبيل المثال فان الوكالات الحكومية تشجع على التقدم في العلوم والتقنية من خلال منح الأبحاث وأنشطة التوعية العامة والشركات

الكبيرة وتأسيس الشركات المتقدمة التي تشكل منتجاتها ميزات تنافسية ، وعلماء الجامعات الذين يعتمدون اعتمادا كبيرا على الأموال العامة لإجراء البحوث ، هؤلاء جميعا يسعون لتقليل الخوف من المخاطر من منطلق الحفاظ على مصالحهم.

و فيما يلي نقدم لمحة عامة عن كيفية اختلاف أصحاب المصالح (العلمية والمجتمع والصناعة وجماعات مصالح المواطن والجمهور والوكالات الحكومية) في معالجة القضايا المرتبطة بالسلامة وتنظيم المواد النانوية وسوف نركز على ثلاثة جوانب هامة ألا وهي :

١- كيف يتأثر أصحاب المصالح بالمخاطر والفوائد المحتملة في المشاركة بالأنشطة المتعلقة بالمواد النانومترية .

٢- كيف يمكن لأصحاب المصالح أن يؤثروا أو يتأثروا بالمخاطر.

٣- ما هي أنواع المشاريع التي انخرط بها أصحاب المصلحة حتى الآن فيما يتعلق بسلامة المواد النانومترية وتنظيمها.

أ) الجماعات العلمية

يشمل المجتمع العلمي العلماء والمهندسين الذين ينشطون في فهم الظواهر الأساسية في مقياس النانو ، وتصميم وتصنيع مواد نانومترية جديدة للأغراض الطبية ، وتطوير تطبيقاتها. حيث استفاد المجتمع العلمي بشكل كبير من التمويل المقدم من قبل الحكومات وقدمت الاكتشافات التي قام بها المجتمع العلمي اختراقاً مهماً في مجال التطبيقات الطبية باستخدام المواد النانومترية.

على سبيل المثال : إن الميزانية الفيدرالية الأمريكية لبحوث تقنية النانو والتنمية ارتفعت من ١١٦ مليون دولار في عام ١٩٩٧ إلى ٨٦٢ مليون دولار عام ٢٠٠٣ ، أما في أوربا حيث الاستثمارات العامة في تقنية النانو ارتفعت من ١٢٦ مليون دولار في

عام ١٩٩٧ إلى ٦٥٠ مليون دولار عام ٢٠٠٣ ، بينما في اليابان فقد زاد إجمالي من ٢٠ مليون دولار عام ١٩٩٧ إلى ٨٠٠ مليون دولار عام ٢٠٠٣.

لكن تطور المخاوف العامة من تقنية نانو بسبب عدم التيقن فيما يتعلق بالمخاطر المحتملة وضغط الرأي العام سيخفض زيادة الأموال المقدمة لأغراض البحث أو ما هو أسوأ إذ قد يؤدي إلى قطع التمويل أو حتى القضاء على بعض أموال الأنشطة لعلماء يشكلون دورا خاصا ومؤثرا في النقاش حول المخاطر بسبب ما يملكون من الخبرة المتعلقة بالمواد النانوية وتقييمهم لما يصاحب ذلك من المخاطر.

أشرنا سابقا إلى أن بدأ العلماء بتقديم بيانات مرتبطة بالآثار المترتبة على استخدام المواد النانومترية على الخلايا والأنسجة في المؤتمرات الدولية ، ونشر نتائج الدراسات الأولية في المجلات. هذه الدراسات تم تغطيتها من قبل وسائل الإعلام مثل نيورك تايمز وواشنطن بوست مما يعني أن خطر المواد النانومترية أصبح على نطاق أوسع من الوعي قبل تصعيد قضية عامة ويزيد من وعي مديري الأعمال والسياسيين والجمهور بشكل عام. كما أن استدعاء العلماء للإدلاء بشهاداتهم أمام لجان الكونغرس التي تركز على إمكانيات آثار تقنية النانو على القضايا الاجتماعية والأخلاقية والبيئية ، بالتالي التأثير على مستقبل السياسات وتمويل الأبحاث.

اتشيلز هيل في الأوساط العلمية هو أكثر جرأة من بعض أصحاب المصالح الأخرى ، إذ يتركز التمويل في مجال العلم على مجالات ضيقة ؛ لذا فإنه ما دام هناك تمويل بشكل مستمر ، فإن العلماء لن يبحثوا بشكل جماعي على قضايا واسعة من السموم لأنها يمكن أن تؤثر على أعمالهم وتمويلها بشكل غير مباشر كما انهم يميلون إلى أن يكونوا اقل تنظيما سياسياً من المواطنين والجماعات الصناعية.

بدأ العلماء بدراسة المخاطر الصحية المرتبطة بالاستنشاق، وتعرض الجلد لمواد بقياس النانو ، حيث قام علماء السموم بفحص الآثار الصحية الناجمة عن مادة الأسبستوس، وجزيئات الكوارتز، وعوادم الدخان، وبدأوا التحقيق بالمواد النانومترية.

كما اعترفت الأوساط العلمية بقلة البيانات المتاحة والحاجة لإجراء المزيد من التحقيقات المتعلقة بتفاعل المواد النانومترية مع الكائنات الحية وجسم الإنسان والبيئة بل تفضل جمع بيانات شاملة بشأن المخاطر المرتبطة بها مع إنتاج واستخدام المواد النانومترية، لكن مناقشات وتقييم المخاطر السياسية هي أكثر بكثير مما يضاف لجدول الأعمال الوطنية والدولية والؤتمرات العلمية.

ب) الصناعة

يعتبر المراقبون السياسيون في كثير من الأحيان أن تقنية النانو هي قوة اقتصادية جديدة دافعة ، لكنها بالمقارنة مع الصناعات الأخرى لا تزال صغيرة جدا (لكنها تنمو وتزداد) في الميدان أما الرأس المالي الاستثماري لتقنية النانو في الولايات المتحدة فقد ازداد من مبلغ كان اقل من ١٠ ملايين دولار في عام ١٩٩٧ إلى ٣٠٠ مليون دولار في عام ٢٠٠٣. بالمقابل هناك زيادة في عدد براءات الاختراع ذات الصلة بتقنية النانو وتشكيل لشركات عاملة في مجال إنتاج وتسويق المواد النانوية.

أصبحت الشركات تستخدم إستراتيجية للتسويق والفوز لجذب التمويل وزيادة المبيعات من خلال إضافة كلمة النانو إلى أسمائها ومنتجاتها، وعلى الرغم من ذلك لا زال التقدم ضعيفا" إذ يجب على الصناعة أن تدفع مبالغ مرتفعة إذا أرادت أن تستعمل الأجهزة الطبية والأدوية المشتقة من تقنية النانو المنطوية على المخاطر المتمثلة في إلحاق الضرر وأحداث خلل في الصحة العامة أو المشاكل البيئية الخطيرة.

لذلك يتم تطبيق نظام صارم في تنظيم الإنتاج، ووضع العلامات، واستخدام المنتجات القائمة على تقنية النانو والمسؤولية والتكاليف التي من المحتمل أن تؤثر على نمو الأعمال التجارية وتصورات المستثمرين من تقنية النانو في السوق.

تعتبر الصناعة في وضع جيد للمساهمة في نقاشات السلامة والتنظيم للمواد النانوية، ومما يدعم ذلك أن الشركات في معظم الصناعات المرتبطة بالمواد النانومترية للطب تمول بشكل جيد وفعال سياسيا" ، فعلى سبيل المثال : وفقا لمركز السياسة المستجيبة غير الحربي وصناعة المستحضرات الصيدلانية أنفق ٣٠ مليون دولار كمساهمات فردية ومساهمات لجان العمل السياسي، ومساهمات المال الميسرة للحملات الانتخابية في الولايات المتحدة ضمن دورة الانتخابات ٢٠٠١- ٢٠٠٢. كما أسهمت في الفترة نفسها الصناعات الكيميائية بسبعة ملايين دولار والصناعة الصحية أسهمت ب(٩٥ مليون دولار).

ومن دعائم الصناعة كذلك أن الشركات تعمل في مناطق كثيرة من الكونغرس مما يعني إمكانية الوصول إلى كثير من أعضاء الكونغرس. وأخيراً فان الشركات لديها خبراء علميين قادرين على إعداد تقارير وتقديم شهادات على خطر المواد النانومترية. وحتى الآن ما زال أصحاب المصلحة يرصدون نشاط صناعة تقنية النانو من حيث المخاطر ويشرعوا في مناقشات مع الهيئات الحكومية حول آثار المواد النانوية على صحة الإنسان والبيئة.

كما أنه يوجد جهود لتحديد احتمالية المخاطر من وجهة نظر الصناعة لكنها غير مفعلة، ومع ذلك فإن هناك بعض الشركات الكبرى مثل شركة دوبونت في الوقت الحاضر تحقق في الآثار الصحية الناجمة عن بعض أنواع المواد النانوية. في حين أنه في صيف عام ٢٠٠٣ بدأت مجموعة من الشركات التجارية تقنية النانو التي مقرها في الولايات المتحدة وتحالف الأعمال النانوية بمهمة الصحة والبيئة، والتي تتكون من

العلماء، والموظفين الحكوميين، وقادة الأعمال، ومشروع الرأسماليين، والمحاميين. والهدف من هذا التجمع هو التطوير ووضع المعايير وممارسات أفضل للإنتاج والتخلص من المواد النانوية، لكن كل ذلك دون جدوى أو نتائج حتى اليوم.

كذلك فإن شركات التأمين مهتمة في رسم خرائط المخاطر للمواد النانوية (خطر المنظر الطبيعي)، وسيسعون لإيجاد أشكال معيارية متعلقة بشأن الأضرار المحتملة الناجمة عن المواد النانوية وآثارها على العمال والمرضى والأطفال والعجائز والحياة البرية. لذلك تقر شركات التأمين بالحاجة لمزيد من التنظيم ومنهجية تقييم المخاطر بشكل كامل للمواد النانوية، من أجل توضيح خصوصية التنظيم أو المبادئ التوجيهية للإنتاج واستخدام المواد النانوية في المنتجات التجارية للموافقة عليها وإصدار الشهادات ووضع العلامات للمنتجات الجديدة وللمقاييس الدولية والعالمية. وبذلك نجد أن شركات التأمين ترغب في التعرف على أنواع القطاعات الصناعية والدول التي يمكنها أن تتأثر بالمخاطر وقضايا المسؤولية.

ج) جماعات مصالح المواطنين

جماعات مصالح المواطنين: هي تلك الجماعات التي تركز على سلامة البيئة أو السلامة العامة، وتنظم المخاوف؛ لتمثيل المتضررين من بعض الأنشطة في تلك المجالات، كما أنها تستجيب بشكل عام للأنشطة التي ترى أنها تمس حقوقهم وحياتهم الشخصية.

على سبيل المثال: قد ترى مجموعة السلامة العامة أن التوسع السريع لصناعة الأدوية باستخدام المواد النانومترية بهدف تسليم أدوية جديدة فيه انتهاك لحق الجمهور في السلامة ويجب أن يبطأ أو يوقف حتى توجد أدلة موثوقة بسلامة استخدامه.

كما أن جماعات مصالح المواطنين قادرة على رفع دعوة على التقنية الجديدة حتى تثبت فوائدها ، لذا فإنها لعبت دورا رئيسيا في الحد من التوسع في استخدام المحاصيل المعدلة وراثيا في أطعمة الإنسان. لأنها تؤمن بأنه من مصلحة المواطن توفير التغذية الأفضل له والأقل تكلفة دون الإحساس باحتمالية المخاطر على الصحة والبيئة.

جماعات مصالح المواطن في بعض الأحيان تدفع باتجاه حقوق الإنسان ، فعلى سبيل المثال : مجموعة المستهلكين قد تؤيد منح الحصول على العلاج الجديد القائم على تقنية النانو للأفراد المحتاجين بشكل جدي للعلاج مثل مرضى الإيدز ، بالتالي توسيع نطاق الوصول للجمهور بشكل أوسع بدلا من الاقتصار على أولئك الذين يقدرون عليه.

نشأت جماعات مصالح المواطن كبداية للتعبير عن معارضة تقنية النانو وهناك عدة عوامل أثارت هذه الحركة إلا وهي :

أولا : عدم وجود إجماع علمي واضح بشأن سلامة المواد النانوية مما أدى إلى أثارة التساؤلات.ثانيا : عدم الثقة الناشئة التي تمكن الحكومات من ضمان سلامة تقنية النانو لأن الولايات المتحدة والاتحاد الأوربي لم يرسم قواعد واضحة حتى الآن حول سلامة المادة النانومترية .

لذلك ، فإن كل هذه القضايا أسهمت في البلبلة وزيادة المعارضة بين المشككين بصحة النانو مما سمح لجماعات مصالح المواطن على اتخاذ معارضتهم في المجال العام.
ومن المعارضات التي اتخذت أشكالا ، معارضة الشخصيات العامة ، مثل الأمير تشارلز وكارولين لوكاس من حزب الخضر في المملكة المتحدة الذين قاموا بحملات شديدة مرئية علنا ضد تقنية النانو ، ودعوا إلى توخي الحذر.

كذلك هناك مجموعة مقرها كندا تسمى ETC (تآكل ، تقنية ، تركيز) دعت لوقف إنتاج المواد النانومترية. كما صدر عن منظمة السلام الأخضر والمملكة المتحدة ورقة أعربت فيها عن قلقها إزاء الأخطار المحتملة لتقنية النانو ، كما أنهم شجعوا النقاش بين العلماء والمسؤولين الحكوميين والجمهور بهدف تحديد السياسات بشكل أكثر شمولية.

جماعات مصالح المواطن في تقنية النانو لا تزال محدودة نوعا ما لكن أصواتهم مسموعة من قبل العلماء وصانعي السياسات والصحفيين ، لكن على الرغم من الدعاية والنقاش فإن تقنية النانو لا تزال غير معروفة لدى الجمهور بسبب صمت الأغلبية.

د) الجمهور

يمكننا تعريف الجمهور بأنه : هو أصحاب المصلحة الرئيسيين المتمثلين في المستهلكين والمستخدمين لتطبيقات تقنية النانو والمتأثرين بالمخاطر والفوائد في نهاية الأمر.أن التطبيقات الطبية الحيوية لتقنية النانو تعد بتحسين أنماط الحياة والوصول لعلاجات طبية أفضل ، وخاصة للأمراض التي معالجتها لها آثار جانبية غير مرغوب فيها أو الأمراض التي ليس لها علاج في الوقت الحاضر.

بما أن الجمهور هو الجزء الأكبر الغافل عن تقنية النانو ، فإن واحدا بإمكانه أن يخمن كيفية استقبال الجمهور و إدراكه للمنتجات المستهلكة من تقنية النانو ، على الرغم من قلة منتجات النانو الموجودة الآن فإنها لم تواجه مقاومة شعبية كبيرة، لكن حينما تنمو التطبيقات لها ويصبح أصحاب المصالح نشيطين عندها ربما المستهلكون يبدون قبولاً أقوى أو مقاومة للمنتجات المعدلة بتقنية النانو.

حالة الأغذية المعدلة وراثيا في أوربا ، ولا سيما في المملكة المتحدة هي مثال على ذلك ، حيث إن المخاوف العامة يمكن أن تحدد التقدم أو عدمه للتطبيقات التقنية

.ففي خلال التسعينات من القرن الماضي كان الجمهور غافلا بصورة عامة عن وجود مخاطر من الاغذية المعدلة وراثيا حتى نشرت مقالات مثيرة للجدل ودراسة تقارير غير محكمة بأن الفئران التي تغذت على البطاطا المعدلة وراثيا عانت من دمار للأجهزة الحيوية مما آثار قصصاً إخبارية متعددة، بالتالي أدى إلى ثورة من قبل الجمهور واستجابة حكومية سريعة.

وضعت اللجنة الأوربية في عام ١٩٩٨ سياسة الوقف الاختياري لاستيراد وزراعة المواد الغذائية المعدلة وراثيا من قبل الدول الأعضاء. وأثيرت المخاوف العامة من خلال اتهامات بطريقة المعرفة العلمية، لكن النتيجة كانت واضحة، وهي إزالة الأغذية المعدلة وراثيا من السوق، لكنه أجل جزئيا وأوقف في تموز / يوليو ٢٠٠٣ ، لكن بشرط وضع شروط صارمة تتمثل في وضع علامات على جميع الأغذية المشتقة من التعديلات الوراثية.

القضية هي أن الغالبية العظمى من الجمهور عادة ما يلتزمون الصمت حيال عدد من القضايا التي لها وزنها وتأثيرها على وتيرة التطور التقني.بعض الأحيان يفعل ذلك من خلال قرارت الاستهلاك مثل حالة رفض الأغذية المعدلة وراثيا في أوربا، لكن في أحيان أخرى يدخل الجمهور الساحة السياسية من خلال الاستفتاء أو المظاهرات، على الرغم من أن هذا ليس نهجاً مشتركاً حتى الآن، فإن الرأي العام لم يشكل لاعبا في النقاش حول مخاطر تقنية النانو.

هـ) التمويل الحكومي والهيئات التنظيمية

تلعب الحكومات دوراً مهماً يتمثل فيما يلي :

• تلعب الحكومات أدواراً مزدوجة في تطوير المواد النانومترية، وتقييم مخاطرها. لذلك فإن الوكالات الحكومية تتحمل مخاطر كبيرة في وضع خطر تقنية النانو من خلال

كتابة أعداد كبيرة من البحوث، وذلك بإعطاء منح على نطاق واسع للعلماء والمؤسسات العلمية، وبهذه الطريقة فإن الحكومات تعزز بشكل غير مباشر تطوير الصناعة وتسريع نقل المعرفة الأساسية للعلوم والتقنية النانومترية ؛ لتسويق التطبيقات.

• كما أن الحكومة تلعب دورا في حماية الجمهور من خطر التقنية النانومترية، خاصة في الإنتاج والتطبيقات في مجال الأدوية وغيرها من المنتجات، إذ تقوم الحكومة بدور الوكالة الدولية لضمان المخاطر للموظفين والمستخدمين بصورة ليست مفرطة .

• الحكومة تؤثر على السلطة، وذلك من خلال قدرتها على التنظيم وعدم السماح للتنمية واستخدام المواد النانومترية، وهناك العديد من الحكومات أطلقت البرامج البحثية لتقييم مخاطر التقنية لمثل هذه المواد : -

١- مبادرات الحكومة الأمريكية

قام مكتب التنسيق الدولي لتقنية النانو ومكتب سياسة العلوم والتقنية في آب/أغسطس ٢٠٠٣ بتشكيل العامل المشترك بين الوكالات المجمعة على تقنية النانو للبيئة والصحة ونتائجها (NEHI) والمتمثل دورها في معرفة كيفية تغطية المسارات التنظيمية لإنتاج واستخدام المواد النانومترية ، بما في ذلك تنظيم مكان العمل والمخاطر البيئية والصحية. في وقت سابق من هذه السنة، أطلقت وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA) دعوة للأكاديمية غير هادفة للربح والمنظمات لتقديم مقترحات بشأن الآثار المترتبة على المواد النانومترية المصنعة على صحة الإنسان والبيئة، حيث بلغ إجمالي التمويل المتوقع ٤ مليون دولار، ومبادرة تركز على دراسة سمية المواد المصنعة والية النقل البيولوجي والبيئي، وطريقة التعرض، والتوفر البيولوجي بها، تحقق برنامج علم السموم الوطني والمعهد الوطني للعلوم الصحية والبيئة في المواد النانومترية .

أُنشئ البرنامج الوطني للسميات عام ١٩٧٨ من قبل الولايات المتحدة —قسم الصحة والخدمات البشرية .في إطار هذا البرنامج تم التركيز على الدراسات السمية بالأخص للبلورات النانوية أشباه الموصلات مثل نقاط الكم والمواد النانوية الكربونية مثل الفوليرين والأنابيب النانومترية الكربونية وأكسيد المعادن النانوية مثل أكسيد التيتانيوم . الهدف من البرنامج هو تقييم الآثار الصحية البيئية والمهنية عند التعرض للمواد الكيميائية والعوامل الطبيعية المختلفة. على سبيل المثال ، فإنه ينشئ ويجمع تجارب على المواد الكيميائية التي قد تكون ذات صلة بالمشاكل الصحية مثل السرطان ، والسمية الوراثية والإنجابية ، والعيوب الخلقية ، واضطرابات الدماغ ، والجهاز العصبي.

يقرر البرنامج الوطني للسميات للوكالات التنظيمية الفيدرالية مثل إدارة الغذاء والدواء (FDA) ، والمعهد الوطني للسلامة المهنية والصحة ووكالة المواد السامة وسجل الأمراض. كذلك يشكل البرنامج مصدراً للمعلومات عن وكالة حماية البيئة وسلامة المنتجات الاستهلاكية ، والمعلومات التي جمعت ربما يمكن استخدامها كتوصيات مستقبلية لتنظيم المواد النانومترية.

بدأ التحقيق في الآثار المترتبة على المواد النانومترية في الأنظمة البيولوجية وعلى البيئة من قبل مركز تقنية النانو البيولوجية والبيئة (CBEN) الموجودة في جامعة رايس في تكساس وبتمويل من المؤسسة الوطنية للعلوم.كما شارك هذا المركز بناقشات حول الآثار الاجتماعية الأوسع لتقنية النانو من خلال ورشات العمل السنوية التي يعقدها العلماء والمهندسون وعلماء الاجتماع ، وأصحاب رؤوس الأموال ، والمحامون وجماعات الدعوة ، وستنشر نتائج هذه الدراسات لاحقا.

أدلى البروفيسور فيكي كولفين مدير مركز تقنية النانو البيولوجية والبيئية بشهادته أمام مجلس النواب الأمريكي - لجنة العلوم على القضايا الاجتماعية والأخلاقية والبيئة لتقنية النانو في عام ٢٠٠٣.

٢- المبادرات الحكومية في أوربا

في يونيو / حزيران ٢٠٠٣ ، قامت الجمعية الملكية والأكاديمية الملكية للهندسة وإنشاء المؤسسات العلمية المرموقة في المملكة المتحدة بتكليف من مكتب الحكومة للعلوم بالعمل على شكل مجموعات في علوم النانو وتقنية النانو. والهدف من هذه المجموعات هو تحديد احتياجات جديدة للتنظيمات اللازمة للتحكم في تقنية النانو وتحديدا في مجال الصحة والسلامة وسميات الجسيمات النانوية والأخلاق. وتهدف الدراسة لإشراك مختلف الجهات المعنية (الأوساط الأكاديمية والصناعة وجماعات المصالح الخاصة والجمهور) ، حيث إن الجمهور سوف يقوم بالتشاور خلال المناقشات عبر الانترنت. إذ صدر التقرير النهائي لهذه الدراسات في صيف عام ٢٠٠٤ ويتوفر على الموقع الالكتروني www.nanotech.org.uk/final-report.htm

بدأت المفوضية الأوربية سلسلة من دراسات التقييم . كما صممت البرامج التالية : برنامج علم أمراض النانو ومشروع النانو ديرم ومشروع الأمان النانوي عام ٢٠٠٢. مشروع علم الأمراض النانو سيكون دوره تحديد ادوار الجسيمات الميكروية والجسيمات النانوية في المواد الحيوية الناجمة عن الأمراض. من خلال دراسات مخبرية لآثار الجسيمات النانوية على هيكل الخلية ووظيفتها ، وكذلك دراسات مجراة لمحاكاة التعرض للجسيمات النانوية والدراسات السريرية الحالية في تقدم .أما مشروع النانوديرم يهدف للتحقيق في مصير أكسيد التيتانيوم وجسيمات نانوية أخرى تستخدم في العناية بالجسم والمنتجات المنزلية. قضايا مثل الامتصاص وإزالة الجسيمات النانوية والتفاعلية مع الخلايا والأنسجة هي قيد التحقيق. في حين أن مشروع الأمان النانوي يهدف لتحديد سبل التعامل مع المخاطر التي ينطوي عليها الإنتاج والمناولة والاستخدام للجسيمات النانوية المحمولة جوا في العمليات الصناعية والمنتجات

الاستهلاكية .بعد الانتهاء من مهام المشروع سيتم تقديم توصيات لاتخاذ تدابير تنظيمية ومدونات السلوك في أماكن العمل للحد من الآثار الضارة المحتملة (للنانوية) على العمال.

معظم المبادرات الحكومية في الولايات المتحدة وأوربا قيد الإنشاء في الآونة الأخيرة ، والنتائج لا تزال غير متاحة للجمهور ومن المتوقع أن بعض البيانات قد تكون صدرت عام ٢٠٠٥ ، وسوف تشكل أساسا ؛ لتقييم المخاطر، وفوائد بعض تطبيقات تقنية النانو وصياغة اللوائح ذات الصلة.

خامساً: المسارات المحتملة للتنظيم
POTENTIAL PATHS FOR REGULATION

ثمة مسألة موازية لتقييم مخاطر التقنية ألا وهي مسألة متعلقة بالتنظيم . خلال عام ٢٠٠٤ لم يوجد سياسة تنظيمية مصدقة بشأن المواد النانوية ، لكن كان هناك تباين في أراء أصحاب المصالح بخصوص الحاجة لتنظيم تقنية النانو ، وبصفة عامة لاحظت الحكومات ضرورة وجود إطار قانوني لمعالجة الآثار الأخلاقية والاجتماعية من غيرها من التقنية الناشئة مثل الهندسة الوراثية وآثارها المترتبة على السلامة العامة والعمال والبيئة والخصوصية والأمن.

تبدي الحكومات ردة فعلها تجاه هذه المسائل والتنظيم في أعقاب حدوث حادث درامي أو واقعة غير مقصودة متعلقة باستخدام تقنية جديدة. ومن الفريد في نوعه أن زعماء الحكومة وصناع القرار في الولايات المتحدة وأوربا قد علقوا على تقنية النانو من حيث أهميتها ومعالجة القضايا الاجتماعية والأخلاقية المتعلقة بها في موازاة التنمية. الفقرة التالية تقدم لمحات عامة عن المسارات التنظيمية المختلفة لتقنية النانو من الأقل صرامة إلى الأكثر صرامة :

١- تنظيم من خلال السوق.

٢- تطبيق اللوائح الحالية للمنتجات ذات الصلة مثل تلك المطبقة على الأدوية ومستحضرات التجميل والمواد الكيميائية والبيئة ومكان العمل.

٣- من خلال تنظيم الحوادث.

٤- النقاط التنظيمية.

٥- التنظيم الذاتي.

٦- الخطر.

أ) تنظيم اللائحة من خلال السوق

يعني التنظيم من خلال السوق ترك عمليات الابتكار لقوى السوق. في مثل هذه السيناريوهات، يحدث الابتكار فقط. إن رأى المستهلكون فوائد اقتصادية لشراء منتجات تقنية متقدمة. على سبيل المثال: إذا شعر المستهلكون أنهم يستطيعون جني فوائد من التصوير المعدل رقمياً" عن طريق بث الصور بسهولة للأطراف البعيدة، فإنهم سيقومون بشراء الكاميرا الرقمية والمعدات التي تلزم لذلك، وبالعكس إذا كان المستهلكون لا يرون أي فائدة من التحول لمنتجات التقنية الفائقة فإن المنتج لن يباع وسيختفي في نهاية المطاف من السوق، وبذلك فإن السلوك الشرائي للمستهلكين يعد محركاً للنهوض بالتقنية أو موت هذه التقنية.

كما أن السلامة تعتبر أسلوبا من أساليب المعالجة ، حيث إذا رغب المستهلكون في مستوى معين من السلامة فأنهم سيدفعون ثمن ذلك ، ونتيجة لذلك فإن سلامة المنتج تدفع المستهلكين للإقبال عليه. على سبيل المثال، إذا أدرك المستهلكون أهمية وميزات الحقيبة الهوائية الأمامية (أكياس الهواء الأمامية) كميزات هامة تتعلق بسلامة السيارة فأنهم سيطلبون هذه الأكياس وسيقوم المصنعون بتوفير أجهزة سلامة من هذا

القبيل. وبطبيعة الحال، إذا لم يطلب أو يقبل المستهلكون على ميزات الأمان فإن المنتج لن يتوفر بالسوق كما هو الحال مع ابتكار المنتجات فإن السلامة هي وظيفة من الطلب على السلع الاستهلاكية.

كما يقتصر دور الحكومة في المقام الأول في الإشراف على سير العمل في السوق، وحماية حقوق الملكية، ومنع الممارسات الخادعة مثل الدعاية الكاذبة. وقد يتوسع دور الحكومة لإجبار الشركات على الكشف عن بعض المعلومات مثل دقة البيانات الحسابية أو سلامة البيانات المتعلقة بالمنتجات.

لسوء الحظ أن هناك العديد من أوجه القصور في السماح للمستهلكين لإملاء مستويات السلامة وذلك من منطلق أن المستهلكين قد لا يعرفون عن جوانب السلامة في معظم التقنيات. على سبيل المثال: تضيف بعض شركات مستحضرات التجميل جسيمات نانوية لهذه المستحضرات الواقية من الشمس، بينما معظم المستهلكين من المحتمل أن يكونوا على جهل بهذه المستحضرات من حيث استخدامها وأثرها المحتمل على صحة الإنسان. مما يعني أن العديد من المستهلكين يأخذون قرار الشراء دون وجود معلومات كافيه لديهم. حتى لو تعرف المستهلكون على التقنية فأنهم قد يكونون غير قادرين بشكل كامل على فهم تأثير السلامة.

وكما أشرنا سابقا حتى أن خبرة العلماء لم تمكنهم من الوصول لنتائج نهائية حول سمية المواد النانوية، واستنادا للوضع الراهن للمعرفة فإنه من غير المحتمل أن يكون المستهلكون قادرين على أخذ قرارات بشأن مخاطر المنتجات النانوية.

حينما تشتمل المنتجات على مخاطر خفية، على سبيل المثال: عند التعرض للمبيدات الحشرية تنشأ عنها آثار طفيفة وتراكمية؛ حيث إن المستهلكين كثيرا ما يقللون من الآثار الطويلة الأمد حتى عندما تكون ضاره. لذا فإن النموذج الاستهلاكي قائم

على تجاهل مستهلكي النانو الذين قد يتأثرون سلباً من شراء المنتج والمثال الكلاسيكي على ذلك التدخين غير المباشر من مستخدمي التبغ. لا يلعب غير المدخنين دوراً في سوق المعاملات، ولكن مع ذلك يعانون من آثار شراء المستهلك واستعمال المنتج. والاقتصاديون يسمون ذلك بالفشل في السوق ، ففي هذه الحالة فإن هذه العوامل الخارجية السلبية وعلاج العامة هي نوع من التنظيم الحكومي.

ب) تطبيق التنظيم الحالي

يمكن للآخرين أن ينظروا إلى المواد المتناهية الصغر مثل الجسيمات النانومترية والنقاط الكمية والأنابيب النانوية من الناحية التقنية كمواد كيميائية.يوجد في الوقت الحاضر أكثر من ٢٠ مليون مادةٍ كيميائية معروفة تم فهرستها من قبل الجمعية الأمريكية الكيميائية.من هؤلاء ما يقارب ٦ ملايين متاحة تجارياً فقط حوالي ٢٢٥٠٠٠ تم جردها وتنظيمها.

تحاول الوكالات التنظيمية عموما التركيز على المواد الكيميائية مثل البنزين والرصاص والزئبق، والتي يمكن أن تلحق ضرراً . لكن معظم المواد الكيميائية غير منظمة.

مؤخراً جداً فقط تم النظر من قبل الحكومات لتنظيم المواد النانوية. والآن يوجد مظلة آليات لتقييم وتنظيم مخاطر المواد الجديدة المفروضة على صحة الإنسان والبيئة. جوهر القضية هو تحديد ما إذا كانت الآليات التنظيمية القائمة حاليا كافية لتنظيم المواد النانوية والأجهزة الجديدة أو إذا كانت بحاجة لتعديلات. في الإطار التنظيمي الحالي في الولايات المتحدة أن المواد القائمة على المواد النانومترية متحدة مع منتجات المستهلكين يتم تنظيمها ضمن المنتجات الاستهلاكية تحت مادة القانون التي تديرها لجنة الولايات المتحدة لسلامة المنتجات الاستهلاكية وهناك حاجة للتصديق والموافقه قبل الفتح، ومع ذلك فإن استخدام أي مادة جديدة يجب أن يكون تحت السيطرة وفقا لمخاطر التعرض.

بدأت المناقشات حول التنظيم في الولايات المتحدة خلال ورشة عمل في خريف عام ٢٠٠٣ ، في مركز ودرو ويلسون الدولي للباحثين في واشنطن، جمعت العاصمة خبراء في السياسة العامة والعلوم والهندسة لمناقشة ما إذا كان أجراء التحكم بالمواد السامة (TSCA) (الذي تديره وكالة حماية البيئة). وهو إطار عمل ينظم المواد السامة في الولايات المتحدة منذ عام ١٩٧٦ سيطبق على تقنية النانو. وبشكل أكثر تحديداً اعتبر المشاركون وأشياء أخرى عما إذا كانت ستقوم بتطبيق السلامة والتعرض للمواد النانومترية مثل الجسيمات النانومترية والفوليرين والأنابيب الكربونية النانومترية. وإذا كان هناك استخدام لمادة جديدة يطبق قانون من قبل وكالة حماية البيئة حيث يحقق في آثار المواد النانومترية قبل تصنيعها وتتطلب اختبار بعد الإنتاج للتعرض ويخضع للتنظيم كلٌ من المصنعين والمعالجين والمستوردين.

هناك نتائج نشرت في تقرير بعنوان" تقنية النانو وتنظيمها " من خلال دراسة قانون مراقبة استخدام مادة سامة إذ تمت المراقبة للأمور التالية :

طبيعة تقنية النانو ..... ومن المرجح أن التحدي والارتباك القائم بين الهياكل التنظيمية على الجانب الصناعي أو الجانب الحكومي سببه هو دور التنظيم ..... نهج عاطفي أو غير حكيم للتنظيم يمكن أن يؤدي لعواقب اقتصادية هائلة.

عادة تنظم هيئة الغذاء والدواء الأمريكية وقسم الزراعة ووزارة الزراعة الأمريكية الأغذية وتغلف المواد الغذائية والأدوية أما المضافات الغذائية والمواد الصيدلانية والأجهزة العلاجية والتشخيصية تنظم من قبل هيئة الغذاء والدواء. كما أن الأدوية والإضافات الغذائية وتلوين الأطعمة تتطلب موافقة من إدارة الأغذية والأدوية قبل تداولها بصورة رسمية في السوق.

إن عدم وجود تسميات واضحة المعالم لتحديد المواد النانوية يجعل عملية التنظيم صعبة.وفي الختام يبقى أن نرى أن كانت الأنظمة الحالية يمكن أن تطبق لإنتاج واستخدام المواد المتناهية الصغر ، لذا في بعض الحالات قد يكون من المناسب إعادة

تنقيح التشريعات القائمة والتصنيفات ووضع العلامات والمعايير الجديدة لوضع توصيات بشأن التصنيع والاستخدام والتخلص من المواد المتناهية الصغر وأثرها على صحة الإنسان والبيئة.

ج) **التنظيم من خلال الحوادث**

يشعر الكثيرون أن التنظيم من خلال نتائج حوادث وقعت كان الدافع الخفي لعدد من السياسات العامة.وهذا يعني أن الحوافز الجديدة للسلامة يتم تفعيلها من خلال المشاكل التي لم تكن متوقعة ، وهذه السياسة قد يكون لها بعض الأساس العقلاني ، حينما تكون الفوائد المتوقعة وتكاليف التقنية الناشئة صعبة جداً في تقديرها كما هو الحال بالنسبة لتقنية النانو ، لأن الإطار السياسي للجمهور التقليدي في تحليل التكاليف والمنافع من المرجح أن يسفر عن نتائج غير دقيقة.

إن الخيار الإضافي لتحليل التكاليف والمنافع قد يكون جيداً أو سيئا بالنسبة للمجتمع في مثل هذه الحالات، وقد يكون من الأفضل التخلص من التحليل الرسمي بشكل تام وانتظار وقوع حوادث، ونتيجة لذلك فإن التنظيم والتشريعات الجديدة تتفعل وتنشأ قياسات جديدة بعد حدوث الحوادث، ولكن للأسف قد تحدث الحوادث متأخرة جدا" لمنع الآثار التي لا رجعة فيها.

التنظيم خلال الحوادث يعد تحديا" على مستويات متعددة ولا سيما من قبل البيئة وجماعات المواطنين، لأنه يؤدي لتآكل الثقة بين مختلف أصحاب المصلحة. كما أن وجود وظيفة مخصصة للوقاية من دون تنظيم مسبق يمكن أن تصيب كثير من الناس وغير البشر والبيئة الطبيعية بالمخاطر نتيجة السلوك المتهور للمسوقين للتقنية بشكل خاص حينما تكون احتمالية التأثير قاتلة.

وعلاوة على ذلك عندما يكون الضرر الناتج عن التعرض للمواد الكيميائية طويل الأمد (على المدى البعيد) عندما يتعرض العديد من الضحايا لمثل هذه التأثيرات قبل أن يتم الكشف عنها.

هناك الكثير من وسائل الإعلام تتفاعل مع الحوادث ، لكن للتعرض لمثل هذه الحوادث لا بد من استعراض الصور السلبية للتقنية ، على سبيل المثال : ذكرت وسائل الإعلام الحوادث التي وقعت في بوبال وتشرنوبيل، ولكنها لم تنشر تقارير متوازنة عن المخاطر النسبية ومكافأة الاستخدام.

كما أن التنظيم عن طريق الصدفة غالبا ما يؤدي إلى الخلط بين نقطة المسؤولية وتعقيد تصحيح المستقبل. ومثال على ذلك حادث الطاقة النووية في محطة ثري مايل أيلاند في ولاية بنسلفانيا، والذي كان السبب في انتشار اللوم ما بين الوكالات الحكومية والمشغل والشركة التي بنت المفاعل وآخرين . وإذا كانت التقارير صحيحة ، فإن الكيان الأفضل لتنفيذ العلاج لن يكون واضحا ، لذا يجب على الحكومة الاتحادية توفير مزيد من الرقابة ، وكذلك من المفيد للشركة أن يكون لديها ناس مؤهلون، كما ينبغي أن يكون لمصمم المفاعل تصاميم مختلفة.

وأخيراً ، فإن الحلول التي تنتج غالبا ما تكون سياسيةً فقط ، وحلولاً مقترحة سريعة لا تتلائم على المدى الطويل. فبعد وقوع حادث تقني ، ولاسيما مشكلة خطيرة فإن المنظمين والسياسيين ومديري الأعمال وغيرهم يسارعون لعمل شيء ، وكذلك وسائل الإعلام تلقي أضواءها الساطعة على الحدث فقط.إن عمل شيء ، يمكن أن يوّرث حلاً منظماً ناجحاً ويسمح للمنظمين القول أنهم فعلوا شيئا ، لكن هذا النوع من الحلول لا يدوم على المدى الطويل.

من المثير للقلق ، ولا سيما في أمريكا الشمالية أن حقيقة الوظيفة المخصصة النهج التنظيمي تعيب على ما يبدو نظام التقاضي ، في حين أن القصد من التقاضي هو إعطاء الأفراد تعويضات نقدية لإنقاذ حقوقهم حينما يتعرضون للحوادث نتيجة

استخدام الأدوات والتي يمكن أن تصبح مفرطة. ففي أيلول/ سبتمبر ٢٠٠٣ نشر كل من معهد مانهاتين للأبحاث السياسية وأبحاث نيورك تقريرا بعنوان (شركة محاكمة المحامين) تقريرا عن دعوى الصناعة في أمريكا عام ٢٠٠٣ . حيث كشفت هذه التقارير عن ارتفاع تكاليف التقاضي بشكل مدهش على الشركات والإيرادات التي تلت ذلك والتي وردت من قبل محامي المحكمة . على سبيل المثال: تجاوزت أضرار التقاضي للمستوطنات في الولايات المتحده ٢٠٠مليار دولار عام ٢٠٠١ ، ذهب منها ٣١ مليار دولار لشركات قانونية. في حين أدى حجم نظام التقاضي إلى إنشاء نموذج جديد من الصناعة ، ومن هنا جاءت عبارة " شركة محاكمة المحامين " كعنوان للتقرير.

تتقاضى شركات المحاماة التي تتعامل مع التقنية الطبية ما يقارب ١,٤ مليار دولار لحالات الأسبستوس ومليار دولار آخر لدعاوي سوء الممارسة الطبية في عام ٢٠٠٢. ويشير التقرير أيضا إلى أن دعاوي الصناعة ككل يذهب أقل من نصف الدولارات فعلا" إلى المدعين ويذهب اقل من ربع الدورات لتعويض الأضرار الاقتصادية للمدعين. علما بأنه إذا استخدمت إجراءات نظام التقاضي بحذر ؛ فإنها تؤمن حقوق المستهلكين ، وتعزز أداء الأعمال من خلال توفير الحوافز ؛ ليكون هناك حكمة في استخدام التقنية .

لكنه تبين من خلال التجربة أن التنظيم من خلال نظام التقاضي يوفر المكافآت الضئيلة للمدعين ، وتصبح الصناعة مكلفة للغاية ، وباختصار ، إن إساءة استخدام نظام التقاضي اقتصاديا" واجتماعيا" يسبب نتائج عكسية ، كما أنه يؤدي إلى تأجيل تقديم منتجات جديدة وزيادة تكاليف المنتج. وعلى ضوء هذه الأدلة ، فإن هناك أسباباً وجيهة لمسألة ما إذا كان التنظيم من خلال حادث أو التقاضي هو الأكثر فعالية وكفاءة لتنظيم أو تحسين الأضرار التي لحقت بالأطراف المتضررة.

د) تلقي اللوائح التنظيمية

الأسر أو القبض على التنظيم هي عبارة صاغها جورج ستيلجر وهو اقتصادي حائز على جائزة نوبل عام ١٩٧١ لوصف حالة الشركة عندما تسعى للتنظيم بدلاً من مقاومته.والمنطق في ذلك أن التنظيم يؤدي لخلق حافز أمام دخول شركات جديدة في الصناعة وكسر الحواجز وتعزيز أرباح الشركة الحالية.

على سبيل المثال: التنظيم الذي تتطلبه الشركات الكيميائية للاستثمار في مجال معين، ربما مكلف للغاية، ويتطلب وجود نوع مرشح لالتقاط الأبخره الناتجة يعتبر إلزامياً، ومن ثم يحتاج لتكلفة عالية مما يعني أن بعض الشركات أكثر قدرة على تحمل هذه المصاريف من غيرها، وبهذه الطريقة فإن التنظيم يخلق خلافات بين الشركات إذ أن هناك شركات قادرة على المنافسة بشكل أفضل ضد الشاغلين والوافدين. هذا السيناريو ليس نموذجاً في كل الصناعات، ولكن احتمالاً في مجال تقنية النانو.

في بعض الحالات سوف تطلب الشركات من الحكومة تنظيم عملها، وذلك لإدارة المنافسة فيما بينها. ومن الأمثلة على ذلك ممارسة وزارة الخارجية الأمريكية وقسم الدفاع للدخول في عقود مع عدد محدود من الشركات في الولايات المتحدة، وبالمثل تشارك الشركات في كثير من الأحيان في بعض الممارسات لجعل التنظيم أكثر استجابة. على سبيل المثال: تقديم تقارير مفصلة من الأبحاث وغيرها من معلومات الشركة والمنظمين السابقين للتوظيف ، وبالرغم من كون النقاط التنظيمية تركز على المنافع الخاصة من التنظيم إلا أنها ليس بالضرورة ممكن أن تنتج مخرجات تنظيمية للمصلحة العامة. يظهر التقاط التنظيم جلياً بشكل تاريخي في الصناعات الدفاعية والنقل وفي بعض الصناعات ذات التقنية العالية. فمعظم شركات الأدوية الكبرى تحافظ على علاقة وثيقة مع المنظمين لإدارة الغذاء والدواء كي يحصلوا على موافقة المنظمة لإنتاج أدوية جديدة.

موافقات إدارة الغذاء والدواء والمخططات التنظيمية الأخرى مثل قانون براءات الاختراع، والتي تمثل آلية للتنافس بين الشركات التي تصنع الأدوية النوعية ، كما تدفع باتجاه تسويق تقنية النانو . لذلك من الممكن أن عدداً من الشركات سوف تتابع التنظيم ؛ لتقليل احتمالية التنافس وتغلق باب التنافس فيما بينها.

هـ) التنظيم الذاتي

في ٢٦ يوليو عام ١٩٧٤ ، قامت مجموعة من العلماء البارزين في نشر رسالة العلم مطالبين زملاءهم العاملين في المجال الناشئ من الحمض النووي منقوص الأكسجين على الانضمام إليهم للاتفاق على عدم الشروع في التجارب حتى تجري محاولات لتقييم المخاطر. كما يخشى العلماء أن جزيئات الحمض النووي منقوص الأكسجين قد يكون خطيراً بيولوجيا.أن تهجين الحمض النووي هو الاكتشاف الذي ميز ولادة التقنية الوراثية والتقنية الحيوية ، والتي تضمنت ارتباط أجزاء من الحمض النووي من مصادر بيولوجية مختلفة (فيروسات – بكتيريا – وحيوانات) لإنتاج جزيئات مهجنة بقدر الاستطاعة. على سبيل المثال : يخترق البكتيريا ويضاعف نفسه ، رأى العلماء في أوائل ١٩٧٠ أن الخصائص البيولوجية للهجائن لا يمكن توقعها بسهولة.

وبعد مرور عام أثارت حادثه رسالة شكلت سابقة في تاريخ العلم ألا وهي دعوه لوقف طوعي مؤقت من العلماء لوقف البحث على الحمض النووي منقوص الأكسجين حتى يتم تقييم المخاطر المحتملة على صحة الإنسان والنظم الأيكولوجية للأرض ، وتحديد مبادئ توجيهية للبحث للمضي قدما" . ويعتبر هذا التوجه الطوعي لوقف المجتمع العلمي بمثابة شكل من أشكال التنظيم الذاتي.

استمر قبول هذا الاقتراح من قبل المجتمع العلمي على نطاق واسع لمدة عام. علما بأن هذه التأخيرات وفرت بيئة عمل آمنه ولوائح تنظيمية وضعت عام ١٩٧٦ .

وفي وقت لاحق أجمع الغالبية على أن هذه القيود لم تعرقل ازدهار صناعة التقنية الحيوية في بدايات الثمانينات في القرن العشرين.

بعد عقدين من الزمن قاد حدث تقني إلى حد ما إلى سيناريو مشابه. في عام ١٩٩٧ بعد أشهر قليلة من ولادة دولي في اسكتلندا وهي أول الخراف المستنسخه، قام اتحاد الجمعيات الأمريكية للبيولوجيا التجريبية وهو اكبر تحالف لعلماء الطب الحيوي في الولايات المتحدة بتأييد المتطوعين لوقف الاستنساخ البشري لمدة خمس سنوات. كذلك في شباط / فبراير عام ٢٠٠٣ قام اتحاد الجمعيات الأمريكية للبيولوجيا التجريبية بالموافقة على تمديد الوقف الطوعي لمدة خمس سنوات أخرى إضافية. وقد أقرت بأن السعي وراء أبحاث الحمض النووي والاستنساخ ما هو إلا مفتاح خطوة لفهم العمليات الأساسية للحياة مثل فك رموز الجينات البشرية وكشف الأمراض المتعلقة بالطفرات الجينية، لذلك فإن العلماء يميلون إلى عرض التنظيم الذاتي في شكل وقف طوعي مؤقت وإيجاد أسلوب فعال للقضاء على الإجراءات الضارة وغير الآمنة.

يميل رجال الإعمال أيضا" لصالح التنظيم الذاتي في بعض الحالات. يتطلب التنظيم الذاتي عموما معايير وممارسات مستمدة من الشركات الرائدة أو المختبرات في حقل معين.هذه الشركات والمختبرات في بعض الأحيان يوجد لديها رغبة في جعل هذه الممارسات قواعد لأنهم بالفعل حققوا ما أرادوا. عادة ما يضع التنظيم الذاتي ضغوطا" على مجموعة من الشركات والمختبرات الخاصة لأنها إذا كانت متساهلة في ممارساتها، فإ ن الحكومة ستتخذ بحقها إجراءات توجيهية أكثر صرامة.

و) الحظر

في عام ٢٠٠٣ قامت مجموعة ضغط البيئة المعروفة باسم (ETC) والتي مقرها كندا بفرض حظر على منتجات تقنية النانو ، وذلك خوفا" من فقدان السيطرة على

تطبيقات تقنية النانو على صحة الإنسان والبيئة لذا طلب المشككون في تقنية النانو أن يتم إيقاف البحث والتطوير في هذا المجال علما" بأن هذا الحظر مختلف تماما" عن الوقف الطوعي المؤقت المذكور سابقا" . فرض الحظر يعني حظر كل نشاط من قبل القانون، لكن مؤقت التأخير يعني وقف الأنشطة لفترة من الزمن لحين الحصول على أذن، لكن فرض حظر تقنية النانو يعني وقف إي بحث أو إنتاج أو منتج موجود.

استخدمت جماعات الضغط مبدأ الحيطة ؛ لتبرير دعواتهم للحظر على منتجات تقنية النانو. أما المبدأ الوقائي هو وسيلة للتفكير في المخاطر ، وباختصار (يعني أن يتم إيقاف الأنشطة لمواجهة عدم اليقين). أنصار مبدأ الحيطة والحذر يرحبون بالتدابير التي تعكس الفائدة العامة، على سبيل المثال حماية الجمهور من التعرض للمواد الخطرة. كثيرا ما يشير القادة لمبدأ (آمن أفضل من آسف) بصورة عملية. مبدأ الحيطة يتناقض مع أكثر الأمور التقليدية لطريقة تقييم المخاطر: التعلم عن طريق العمل وصياغة السياسات، بينما يسعى النهج الاحترازي والأسلوب التقليدي على حد سواء جاهدين لتحقيق التوازن والتقدم والحذر، والمبدأ الوقائي هو بطبيعته أكثر تحفظا"_على الرغم من أن جماعات الضغط تستدعي المبدأ الوقائي ؛ لوقف الأنشطة لكن استخدام هذا المبدأ لا يؤدي تلقائيا إلى فرض الحظر .

قد أصبح مبدأ الحيطة موضوعا" مثيرا" للجدل بسبب آثاره العميقة، على سبيل المثال: فإنه يضع عبئاً على كاهل مؤيد النشاط سواء الصناعة أو هيئة الرقابة التنظيمية، وليس على الضحايا المحتملين.ينتقد الاقتصاديون مبدأ الحيطة لافتقاره إلى النظر في تكاليف الفرصة البديلة (أي قيمة أفضل بديل)، على سبيل المثال، في تقدير التكاليف المترتبة على الحظر المفروض على تقنية النانو ، ينبغي للمرء أن ينظر إلى ما نتج عن وقف الأبحاث في تأخير تقدم التقنية الطبية.

اتخذت أوربا والولايات المتحدة منهجاً مختلفاً لمبدأ الحيطة. تنص معاهدة ماستريخت حول الاتحاد الأوربي على أن سياسة المجتمع يجب أن تستند على البيئة .... تستند على مبدأ الحيطة الوقائية، وينبغي اتخاذ الإجراءات وتصحيح الأضرار البيئية كأولوية.في عام ٢٠٠٠، اقترحت المفوضية الأوربية أن يكون الاحتكام إلى مبدأ الحيطة التي يكون فيها تحديد (الاحتمالات السلبية الناجمة عن ظاهرة أو منتج) أو تقييم الحظر العلمي بسبب عدم كفاية البيانات التي تجعل من المستحيل التيقن بشكل كافٍ في مسألة خطيرة.لكن الوضع مختلف في الولايات المتحدة حيث إن المبدأ الاحتياطي لم يكن رسميا في التشريعات ، وبالرغم من أن البعض يقول أن روح المبدأ موجودة من خلال اشتراط الموافقات قبل إنتاج العقاقير الجديدة والأغذية والمواد المضافة والمبيدات والمواد الكيميائية.

وفي نهاية المطاف إن اقل قرار لاستخدام مبدأ الحيطة يجب أن يكون على علاقة ما بين العلم والسياسة لذا قد تضطر الحكومات لاتخاذ مبدأ الاحتياط بعين الاعتبار تحت ضغط من وسائل الإعلام والمنظمات غير الحكومية والجمهور سوف يستمر التقدم على الأرجح في مكان آخر حتى لو قرر الاتحاد الأوربي والولايات المتحدة فرض حظر المنتجات. الحكومات التي تقرر حظر تقنية النانو يحتمل أن تقع بعيدا وراء الحدود، والتقنية العلمية، والبحث، والتطوير التجاري، وسوف تشهد آثارا" سلبية.

مراجع

1. TJ Webster, C Ergun, RH Doremus, RW Siegel, and R Bizios. Enhanced osteoclastlike cell functions on nanophase ceramics. *Biomaterials* 22: 1327–1333, 2001.
2. TJ Webster, RW Siegel, and R Bizios. Nanoceramic surface roughness enhances osteoblast and osteoclast functions for improved orthopedic/dental implant efficacy. *Scripta Mater* 44: 1639–1642, 2001.
3. J Lin-Liu. Chinese researcher ready to 'bring nano bones to the world'. *Smalltimes*, July 1, 2003. http://www.smalltimes.com
4. W Xiaohong, M Jianbiao, and F Qingling. Skeletal repair in rabbits with calcium phosphate cements incorporated phosphorylated chitin. *Biomaterials* 23: 4591–4600, 2002.
5. JD Harterink, E Beniash, and SI Stupp. Self-assembly and mineralization of peptide–amphiphile nanofibers. *Science* 294: 1684–1688, 2001.
6. DR Larson, WR Zipfel, RM Williams, SW Clark, MP Bruchez, FW Wise, and WWWebb. Water-soluble quantum dots for multiphoton fluorescence imaging *in vivo*. *Science* 300: 1434–1436, 2003.
7. M Bruchez Jr., M. Moronne, P Gin, S Weiss, and A Alivisatos. Semiconductor nanocrystals as fluorescent biological labels. *Science* 281: 2013–2016, 1998.
8. M Dahan, S Lévi, C Luccardini, P Rostaing, B Riveau, and A Triller. Diffusion dynamics of glycine receptors revealed by single-quantum dot tracking. *Science* 302: 442–445, 2003.
9. X Wu, H Liu, J Liu, KN Haley, JA Treadway, JP Larson, N Ge, F Peale, and MP Bruchez. Immunofluorescent labeling of cancer marker Her2 and other cellular targets with semiconductor quantum dots. *Nat Biotechnol* 21: 41–46, 2003.
10. K James. Nanoparticles fight cancer cells with lethally high 'fever'. *Smalltimes*. September 11, 2003. http://www.smalltimes.com/document_display.cfm
11. C Stuart. Companies enter deals to test drugs for diseases in the brain. *Smalltimes*. December 3, 2003. http://www.smalltimes.com/document_display.cfm?document_id=7032.
12. VL Colvin. The potential environmental impact of engineered materials. *Nat Biotechnol*21: 1166–1170, 2003.
13. R Dunford, A Salinaro, L Cai, N Serpone, S Horikoshi, H Hidaka, and J Knowland. Chemical oxidation and DNA damage catalysed by inorganic sunscreen ingredients. *FEBS Lett* 418: 87–90, 1997.
14. J Schulz, H Hohenberg, F Pflücker, E Gärtner, T Will, S Pfeiffer, R Wepf, V Wendel, H Gers-Barlag, and K-P Wittern. Distribution of sunscreen on skin. *Adv Drug Delivery Rev* 54 (Suppl. 1): S157–S163, 2002.
15. MA Nelson, FE Domann, GT Bowden, SB Hooser, Q Fernando, and DE Carter. Effect of acute and subchronic exposure of topically applied fullerene extracts on the mouse skin. *Toxicol Ind Health* 9: 623–630, 1993.
16. T Tsuchiya, I Oguri, YN Yamakoshi, and N Miyata. Novel harmful effects of [60] fullerene on mouse embryos *in vitro* and *in vivo*. *FEBS Lett* 393: 139–145, 1996.
17. A Huczko and H Lange. Carbon nanotubes: experimental evidence for a null risk of skin irritation and allergy. *Fullerene Sci Technol* 9: 247–250, 2001.
18. AA Shvedova, V Castranova, ER Kisin, D Schwegler-Berry, AR Murray, VZ Gandelsman,

A Maynard, and P Baron. Exposure to carbon nanotube material: assessment of nanotube cytotoxicity using human keratinocyte cells. *J Toxicol Environ Health, Part A*, 66: 1909–1926, 2003.

19. A Huczko, H Lange, E Cuko, H Grubek-Jaworska, and P Droszcz. Physiological testing of carbon nanotubes: are they asbestos-like? *Fullerene Sci Technol* 9: 251–254, 2001.

20. C-W Lam, JT James, R McCluskey, and RL Hunter. Pulmonary toxicity of singlewall carbon nanotubes in mice 7 and 90 days after intratracheal instillation. *Toxicol Sci* 77: 126–134, 2004.

21. DB Warheit, BR Laurence, KL Reed, DH Roach, GAM Reynolds, and TR Webb. Comparative pulmonary toxicity assessment of single-wall carbon nanotubes in rats. *Toxicol Sci* 77: 117–125, 2004.

22. AD Maynard, PA Baron, M Foley, AA Shvedova, ER Kisin, and V Castronova. Exposure to carbon nanotube material: aerosol release during the handling of unrefined single-walled carbon nanotube material. *J Toxicol Environ Health, Part A*, 67: 87–108, 2004.

23. U.S. National Nanotechnology Initiative. http://www.nano.gov.

24. DB Warheit. Nanoparticles: health impacts? *Mater Today* 7: 32–35, 2004.

25. DB Warheit and M Hartsky. Initiating the assessment process for inhaled particulate materials. *J Exposure Anal Environ Epidemiol* 7: 313–325, 1997.

26. G Oberdörster, Z Sharp, V Atudorei, A Elder, R Gelein, W Kreyling, and C Cox. Translocation of inhaled ultrafine particles to the brain. *Inhalation Toxicol* 16: 437–445, 2004.

27. G Oberdörster. Pulmonary effects of inhaled ultrafine particles. *Int Arch Occup Environ Health* 74: 1–8, 2000.

28. G Oberdörster. Toxicology of ultrafine particles: *in vivo* studies. *Phil Trans R Soc Lond Ser A Math Phys Eng Sci* 358: 2719–2740, 2000.

29. K Donaldson, V Stone, A Clouter, L Renwick, and W MacNee. Ultrafine particles. *J Occup Environ Med* 58: 211–216, 2001.

30. K Donaldson, V Stone, PS Gilmour, DM Brown, and WNE MacNee. Ultrafine particles: mechanisms of lung injury. *Phil Trans R Soc Lond Ser A Math Phys Eng Sci* 358: 2741–2748, 2000.

31. K Donaldson, D Brown, A Clouter, R Duffin, W MacNee, L Renwick, L Tran, and V Stone. The pulmonary toxicology of ultrafine particles. *J Aerosol Med* 15: 213–220, 2002.

32. PJA Borm. Particle toxicology: from coal mining to nanotechnology. *Inhalation Toxicol* 14: 311–324, 2002.

33. SA Murphy, KA Berube, and RJ Richards. Bioreactivity of carbon black and diesel exhaust particles to primary Clara and type II epithelial cell cultures. *Occup Environ Health Med* 56: 813–819, 1999.

34. PricewaterhouseCoopers, Thomson Venture Economics, National Venture Capital Association Money Trade Survey, *Smalltimes*. From D Forman, Nanotech rides a rising tide. *Smalltimes* 4: 18–21, 2004.

35. Center for Responsive Politics. *Pharmaceuticals/Health Products: Long-Term Contribution Trends*. Washington, D.C. http://www.opensecrets.org/industries/indus.asp?

Ind=H04.

36. Center for Responsive Politics. *Chemical and Related Manufacturing: Long-Term Contribution Trends*. Washington, D.C. http://www.opensecrets.org/industries/indus.asp?Ind=N13.
37. NanoBusiness Alliance. New York. http://www.nanobusiness.org/.
38. BJ Feder. Nanotechnology group to address safety concerns. *New York Times*, Section C: 6, July 7, 2003.
39. A Hett et al. *Nanotechnology: Small Matter, Many Unknowns*. Swiss Reinsurance Company, Zurich. 2004. http://www.swissre.com/INTERNET/pwswpspr.nsf/fmBookMarkFrameSet?ReadForm&BM=. /vwAllbyIDKeyLu/MSHS-4THQED?OpenDocument.
40. R Highfield. Prince asks scientists to look into 'grey goo.' *London Daily Telegraph*. June 5, 2003. http://www.telegraph.co.uk/news/main.jhtml?xml=/news/2003/06/05/nano05.xml.
41. Staff and Agencies. Prince sparks row over nanotechnology (commentary). *Guardian*. London. April 28, 2003. http://education.guardian.co.uk/higher/research/story/
42. C Lucas. Women face greater exposure to 'grey goo' science: health and beauty products treat women as guinea pigs. Press release, U.K. Green Party. May 22, 2003. http://www.greenparty.org.uk/index.php
43. C Lucas. We must not be blinded by science. *Guardian*. London. June 12, 2003. http://www.guardian.co.uk/comment/story/0,3604,975427,00.html.
44. ETC Group. No Small Matter II: The Case for a Global Moratorium. Winnipeg, Canada. 2003. http://www.etcgroup.org/documents/Comm_NanoMat_July02.pdf.
45. ETC Group. The Big Down: Atomtech: Technologies Converging at the Nano-Scale. Winnipeg, Canada. 2003. http://www.etcgroup.org/documents/TheBigDown.pdf. 46. AH Arnall. Future technology, today's choices: nanotechnology, artificial intelligence and robotics; a technical, political, and institutional map of emerging technologies. Greenpeace Environmental Trust. London. 2003.
47. GeneWatch U.K. Comments to the Royal Society and Royal Academy of Engineering Working Group on Nanotechnology. July 2003. http://www.nanotec.org.uk/evidence/57aGenewatch.htm.
48. National Center for Environmental Research. Impact of manufactured materials on human health and the environment: Science to Achieve Results (STAR) Program. U.S. Environmental Protection Agency. http://es.epa.gov/ncer/rfa/current/2003_nano.html.
49. National Institute of Environmental Health, National Institutes of Health. Substances Nominated to the NTP for Toxicological Studies and Testing: Recommendations of the NTP Interagency Committee for Chemical Evaluation and Coordination (ICCEC) on June 10, 2003. http://ntp-server.niehs.nih.gov/NomPage/2003 Noms.html.
50. Center for Biological and Environmental Nanotechnology. Rice University, Houston, TX. http://www.ruf.rice.edu/~cben/.
51. VL Colvin. Testimony before U.S. House of Representatives Committee on Science, hearing on Societal Implications of Nanotechnology. 108th Congress, Washington, D.C. April 9, 2003. http://www.ruf.rice.edu/~cben/ColvinTestimony040903.shtml.
52. U.K. Nanotechnology Working Group. The Royal Society and the Royal Academy of Engineering. London. http://www.nanotec.org.uk/workingGroup.htm.
53. Nano-Pathology Project. Quality of Life and Management of Living Resources programme. European Community. Brussels.
54. Nanoderm Project. Quality of Life and Management of Living Resources Programme. European Community. Brussels.

55. Nanosafe Project. Competitive and Sustainable Growth Programme. European ommunity. Brussels.
56. *Chemical Abstract Service*. American Chemical Society. Columbus, OH. http://www.cas.org/EO/regsys.html.
57. Federal Hazardous Substance Act. U.S. Consumer Product Safety Commission. http://www.cpsc.gov/businfo/fhsa.html.
58. Toxic Substance Control Act. U.S. Environmental Protection Agency. http://www.epa.gov/region5/defs/html/tsca.htm.
59. Nanotechnology and Regulation: A Case Study Using the Toxic Substance Control Act (TSCA). Foresight and Governance Project, Woodrow Wilson International Center for Scholars, Washington, D.C. 2003. http://www.environmentalfutures. org/nanotsca_final2.pdf.
60. CD Stone. *Where the Law Ends: The Social Control of Corporate Behavior*. New York: Harper Torchbooks. 1975.
61. C Perrow. *Normal Accidents*. New York: Basic Books. 1984.
62. Center for Legal Policy. Trial Lawyers Inc: a Report on the Lawsuit Industry in America. Manhattan Institute for Policy Research. 2003. http://www.triallawyersinc. com/html/part01.html.
63. GJ Stigler. The theory of economic regulation. *Bell J Econ Mgt Sci* 2: 3–21, 1971.
64. P Berg, D Baltimore, HW Boyer, SN Cohen, RW Davis, DS Hogness, D Nathans, R Roblin, JD Watson, S Weissman, and ND Zinder. Potential biohazards of recombinant DNA molecules, *Science* 185: 303, 1974.
65. Treaty of Maastricht on the European Union. http://europa.eu.int/en/record/mt/title2.html.
66. Commission of the European Communities. Communication on the precautionary principle. Brussels, February 2, 2000. COM (2000) 1. http://europa.eu.int/comm/dgs/ health_consumer/library/pub/pub07_en.pdf.

ثبت المصطلحات

أولاً: عربي– إنكليزي

أ

الابتكار البحثي والتقني	Research and Technological Innovation
اجتماعي	Social
الاجتهادات المحرضة لتحليل مادة	Analyte-induced stresses
الأجهزة الطبية	Medical devices
احتياجات الرعاية الصحية, التوجهات العالمية	Health care needs, global trends
أخطار	Risks
إخماد وتكبير حامل اللون	Chromophore quenching, amplifying
الأداء الحكومي ونتائج التنفيذ	Government Performance and Results Act
إدارة	Administration
إدارة الغذاء والدواء	Food and Drug Administration
أراء الباحثين	Opinions

Glycosylation	ارتباط سكري (بالغليكوزيل)
Metabolites	استقلابات
Drug discovery	استكشاف الدواء
Nanowires	أسلاك نانو
Semiconductor nanowires	أسلاك نانو من انصاف النواقل
Research and development markets	أسواق البحث والتطوير
phage display	إظهار العاثية (جرثومة ملتهمة)
Disabilities	الإعاقة
Ethical concerns	الاعتبارات الأخلاقية
Bovine spongiform encephalopathy	اعتلال دماغي بقري إسفنجي
Membranes	أغشية
Economics of health care systems	اقتصاديات أنظمة الرعاية الصحية
Ban, as form of regulatory activity	إقصاء, احد أشكال القرارات التنفيذية
Textiles	أقمشة
German	ألمانيا
Germany, biomedical nanotechnology programs	ألمانيا, برامج التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر
Fibers	ألياف
Examples	أمثلة
Bacterial diseases, viral diseases, distinguishment	أمراض جرثومية, أمراض فيروسية,
Viral diseases	أمراض فيروسية

Cardiovascular diseases	أمراض قلبية وعائية
Tropical diseases, social, economic issues	أمراض مدارية
Infectious diseases	أمراض معدية
Genetic diseases	أمراض وراثية
Carbon nanotubes	أنابيب نانو كربونية
Nanotubes, functionalized	أنابيب نانو مسخر وظيفيا
Environmental sensor systems	أنظمة الحساس البيئي
Health care systems	أنظمة الرعاية الصحية
Quantum dot labeling systems	أنظمة الوسم النقطية الكوانتية
Whole-cell sensing systems	أنظمة تحسس كامل الخلية
Micro total analysis systems	أنظمة تحليل شامل ميكروي
Biodefense systems	أنظمة دفاع حيوي
Label-free detection systems	أنظمة كشف من غير وسم
Microelectromechanical systems	أنظمة ميكانيكية كهربائية ميكروية
Microfluidic systems for analysis of mixtures of	أنظمة ميكروية سائلة لتحليل الخلائط
Electronic nose	الأنف الالكتروني
Chemical-biological-radioactive-explosive	الانفجار الكيميائي الحيوي النشط شعاعيا
Influenza	أنفلونزا (نزلة)
Types, treatments	أنواع, معالجات
United Nations Millennium Development Goals,	الأهداف التطويرية الألفية للأمم

	المتحدة
Importance of information, sensor component	أهمية المعلومات, مكون الحساس
Europe	أوربا
European	أوربي
	ب
Medical device research and development	بحث وتطوير الأجهزة الطبية
Pharmaceutical research and Development,	بحث وتطوير دوائي
Small Business Innovation Research	بحوث إبداعية للإعمال الصغيرة
Patents	براءات اختراع
European patents, U.S. Patent	براءات اختراع أوربية, أمريكية
Programs	برامج
CAESAR biomedical nanotechnology program	برنامج CAESAR للتقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر
Biomedical nanotechnology program	برنامج التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر
Chemical Technology Program	برنامج التقنية الكيميائية
National Toxicology Program	البرنامج الوطني لعلم السموم
Research Program	برنامج بحث
Biomedical Nanotechnology in European Union	برنامج بحوث التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر في الاتحاد الأوربي
Physical and Chemical Technology Program	برنامج تقنية كيميائية وفيزيائية

Nanotechnology program	برنامج تقنية نانو
Biotechnology Framework Program	برنامج عمل للتقنية الحيوية.
Proteomics, microcapillary electrophoresis chips	بروتـوميكس .رقـائق شـعرية ميكروبـية للرحلان الكهربائي
Glycoproteins, immobilization of	بروتين سكري. تثبيت
Macrophages	بلعم
Macrophages	بلعم
Toxic Substance Control Act	بند ضبط المواد السامة
Architectures	بنى
Architectures of high throughput screening	بنى مسح الدفق العالي
And peptide nanostructures	بنى نانو ببتيدية
Peptide nanostructures	بنى نانو ببتيدية
Protein nanostructures	بنى نانو بروتينية
Topographical nanostructures	بنى نانو طبوغرافية
Natural vs. synthetic nanostructures	بنى نانو طبيعية وصناعية
Calcium phosphate nanostructures	بنى نانو كالسيوم فوسفات
Calcium phosphate nanostructures	بنى نانو كالسيوم فوسفات
Research infrastructure	البنية التحتية للبحث
Antibody structure	بنية مضاد جسم
Nanostructure	بنية نانو
Conducting polymers	بوليمرات توصيل

البيئية والصحية	Environment and Health Implications

ت

التئام النسيج الصلب	Hard tissue healing
تأثير المواد الحيوية	Influence of biomaterials
التألق في موضع التهجين	Fluorescence in situ hybridization
التثبيت المباشر للغشاء في	Direct immobilization of membranes onto
تجميل	Cosmetics
تحديات	Challenges
التحليل الكمي لصورة اللمعان	Quantitative fluorescence image analysis
التخريب	Social damages from disease
ترميم النسيج	Tissue remodeling
تشخيصات	Diagnostics
تشريع	Legislation
تشكل الخثرة	Thrombus formation
تشوه مرئي	Visual impairments
تصنيع	Fabrication of
تصنيف المواد الحيوية	Classification of biomaterials
تطبيب المعاق المستقل	Medicalization of disabled individuals
تطبيق اللوائح	Regulatory capture
تطبيقات في الطب الحيوي	Applications in biomedicine
تطبيقات في الطب الحيوي	V applications

Development	تطوير
Collaboration	تعاون
Interdisciplinary Research Collaborations	التعاون البحثي متعدد التخصصات
Natural system modification	تعديل نظام طبيعي
Defined	تعريف
Directive on Medical Devices	التعليمات الخاصة بالأجهزة الطبية
Directive on In Vito Diagnostic Medical Devices	التعليمات الخاصة بالأجهزة الطبية التشخيصية تحت الاختبار
Directive on Active Implantable Medical Devices	التعليمات الخاصة بالأجهزة الطبية الفعالة القابلة للزراعة
Prostheses	تعويضات
Foreign body reaction	تفاعل الجسم الغريب
Polymerase chain reaction	تفاعل سلسلة بوليميرية
Receptor-mediated interactions	تفاعلات متوسطة المستقبل
Colloidal resist techniques	تقنيات المقاومة الغروانية
Bionanotechnology	التقنية الحيوية متناهية الصغر
Medical technology	التقنية الطبية
Biomedical nanotechnology	التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر
Fiberoptic technology	تقنية الليف الضوئي
Integrated technology	تقنية متكاملة
Nanotechnology	تقنية نانو

Health technology assessment	تقويم التقنية الصحية
Participatory technology assessment	تقويم تقنية المشاركة
Coatings	تلبيس
DNA coatings	تلبيس DNA
Funding	تمويل
Government funding	تمويل حكومي
Between	التمييز بين
Global competition, pharmaceutical research and	تنافس عالمي, البحث والتطوير الدوائي
Self-regulation	تنظيم ذاتي
Bovine spongiform encephalitis	التهاب الدماغ البقري الأسفنجي
Global trends, health care needs	توجه عالمي, احتياجات الرعاية الصحية
New trends	توجهات جديدة
Delivery of drugs via nanotechnology, techniques for	توصيل الأدوية بتقنية النانو , تقنيات
Bone regeneration	تولد العظم
Bone regeneration, safety issues	توليد العظم , مواضيع السلامة

ث

Groove binding	ثلم الربط

ج

Rice University	جامعة رايس
Rensselaer Polytechnic University	جامعة رنسلر التقنية
Columbia University	جامعة كولومبيا

Northwestern University, biomedical	جامعة نورث ويسترن
Contact exposures	جرعات اتصال
Airborne exposures	الجرعات المنقولة بالهواء
Molecular imprinting	جزيئات ذاتية التعلم
Molecular imprinting, biodefense systems,	جزيئات ذاتية التعلم, أنظمة الدفاع الحيوي
Silver plasmon-resonant particles	جزيئات رنين بلازما فضة
Lipoparticles	جزيئات شحم
Supermolecule	جزيئات كبيرة
Fullerenes, toxicities	جزيئات كروية متناهية الصغر (فلورنس), سمية
Nanoparticles	جزيئات نانو
Magnetic nanoparticle	جزيئات نانو مغناطيسية
Bioconjugated gold nanoparticles	جزيئات نانو من الذهب مرتبطة حيويا
Semiconductor nanoparticle	جزيئات نانو من انصاف النواقل
Nanoparticles, labeling systems	جزيئات نانو, أنظمة وسم
Human body, nanomaterials in	جسم الإنسان, مواد نانو في
Association	جمعية
German Association of Engineers	الجمعية الألمانية للمهندسين
Bioengineering Consortium	جمعية المهندسين الحيويين
Fraunhofer Society	جمعية فراونهوفر

جمعية لايبنز	Leibniz Association
جمعية ماكس بلانك	Max Planck Society
جمعية هلمولتز	Helmholtz Association
الجمعية والأكاديمية الملكية لدراسة الهندسة	Royal Society and Royal Academy of Engineering
جهد	Potential
الجوانب الاجتماعية للتقنية الجديدة	Social aspects of new technology
جينات، تحليل عالمي	Genome, global analysis of

ح

حادث	Accident
حافظات نانو ذهبية	Gold nanoclusters
حاملات	Carriers
حاملات ذاتية التركيب	Self-assembled carriers
حساسات حيوية	Biosensors
حساسات مراقبة الجرعات	Sensors for monitoring exposures
حمض ارجينين جلسين اسبارتيك	Arginine-glycine-aspartic acid
الحمض النووي منزوع الأكسجين	DNA

خ

خصائص	Characteristics
خصائص أنظمة الرعاية الصحية	Characteristics of health care systems
خلايا الجسم الغريب الضخمة	Foreign body giant cells

Surface properties	خواص السطح
Biomaterial properties	خواص المواد الحيوية
Surface properties of biomaterials	خواص سطح المواد الحيوية
Bulk properties	خواص كتلية
Bulk properties of biomaterials	خواص كتلية للمواد الحيوية
Fabrics	خيوط

د

Legionnaires disease	داء الفيالقة
Parkinson disease	داء بارينكسون
Creutzfeldt-Jakob disease	داء كروتزفلد ياكوب اعتلال دماغي فيروسي إسفنجي
Huntington disease	داء هنتنغتون
Dutch NanoNed	دتش نانوميد
Study	دراسة
Support	دعم
Biodefense	دفاع حيوي
Orphan drugs	دواء يتيم.
Electrospinning (poly-acrylic acid)-poly(pyrene	الدوران الإلكتروني. حمض البولي اكريليك. البولي بيرين ميثانول
Dolly	دوللي

ر

Microcantilevers for biosensing	رافعات ميكروية للحساس الحيوي
Microcantilever	الرافعة الميكروية
Metallic bonding	الربط المعدني
Cellomics, cell-based chips	رقائق مبنية من الخلية
Micropatterned substrates	ركائز ميكروية الطراز ،
Surface-plasmon resonance	رنين بلازمي سطحي
Ionic bonding	روابط ايونية (شاردية)

ز

Implants	زرعات

س

Microfluidics	سائلي ميكروي
Skin toxicity	سامة للجلد
Cancer	سرطان
Cell behavior, influence of biomaterials with,	سلوك الخلية, تأثير المواد الحيوية
Cellular behavior, enhancement of	سلوك خلوي, تحسين
Market	سوق
Health care market	سوق الرعاية الصحية
government policies, initiatives	سياسات حكومة, مبادرات
French government policies, initiatives	سياسات حكومية فرنسية, مبادرات
government policies, initiatives	سياسات حكومية فرنسية, مبادرات

ش

networks	شبكات
National Nanofabrication Users Network	الشبكات الوطنية لمستخدمي تصنيع النانو
competence networks	شبكات تنافسية
German competence networks	شبكات تنافسية
French networks	شبكات فرنسية
European Developing Countries Clinical Trial Partnership	الشراكة التجريبية السريرية مع الدول الأوربية النامية
public	شعبي
Paralysis	شلل

ص

nonpositional high throughput screening platforms	صفائح تحديد موقع مسح الدفق العالي بإبعاد النانو
nonpositional platforms	صفائح توضع النانو
industry	صناعة

ض

Fluorescent light	ضوء التألق
Photonics	ضوئيات

ط

tissue typing	طباعة نسيج

طبوغرافيا الثلم	Grooved topographies
طرائق التنظيم	Regulatory approaches
طرائق المحاكاة الحيوية. الزرعات	Biomimetic approaches, implants
طرائق النقش	Lithographic methods
طرائق ميكانيكية مكروية	Micromechanical methods
طرق التصنيع	Fabrication methods
طور الالتهاب. التئام الجرح	Inflammatory phase, wound healing
طور التصليح	reparative phase

ع

العدوى المقاومة للمضاد الحيوي	Antibiotic-resistant infections
عصي كيميائية مقابل عصي طبوغرافيا	topographical vs. chemical cues
العضو المزروع الدخيل	Xenotransplantation
عطب	damage to
علامة نشطة إشعاعيا	Radioactive tags
علم المواد الحيوية	science of biomaterials
علم وهندسة مقياس النانو	Nanoscale Science and Engineering
علوم	Science
عمليات التئام الأنسجة الصلبة. الأنسجة الرخوة .	Healing processes in hard tissues, soft tissues
عمليات التئام الجروح	wound healing processes
العمليات الحيوية	Biological processes

Interface processes	عمليات بينية
Epigenetic process	عملية التخلق
Blindness, social, economic costs	عمى . اجتماعي . تكاليف اقتصادية
Eyes artificial	عيون اصطناعية
Artificial eyes, social, economic costs	عيون اصطناعية. اجتماعي . تكاليف اقتصادية

غ

Glycans	غليكان

ف

Fluorescent activated cell sorter	فارز الخلايا المنشطة بالتألق
Nano-sized spaces	فراغات بحجم النانو
Technology forcing	فرض التقنية
Magnetic fluid hyperthermia	فرط الحرارة الناتج عن السيالة المغناطيسية
differences between	الفرق بين
France	فرنسا
French	فرنسي
HIV/AIDS	فيروس /مرض نقص المناعة المكتسب

ق

Water wettability	قابلية التبلل بالماء
Science and Technology Basic Law	القانون الأساسي للعلوم والتقنية

قانون مور	Moore's law
قليل النوى	Oligonucleotides

ك

الكائن الحي المعدل وراثيا	Genetically modified organisms
كريستالات نانو	nanocrystals
كشف	detection
الكشف الكهروكيميائي	Electrochemical detection
كولاجين	Collagen
اللوائح المنظمة الحالية	current regulations, application of
اللوائح المنظمة لمواد نانوية	Regulation of nanomaterials

م

المؤسسة الوطنية للعلوم	National Science Foundation
المبادارات الأوربية الحكومية	European government initiatives
المبادرات الأمريكية الحكومية	U.S. government initiatives
المبادرة الطبية الوراثية	Genetic Medicine Initiative
المبادرة الوطنية في تقنية النانو	National Initiative on Nanotechnology
المبادرة الوطنية في تقنية النانو	National Nanotechnology Initiative
مبادرة مشتركة بين	initiative between
مجتمع علمي	scientific community
مجموعات مهتمة من المواطنين	Citizen interest groups
مجموعة استشارية للأجهزة الالكترونية	Advisory Group on Electronic Devices
مجموعة خبيرة في تقنية النانو	Expert Group on Nanotechnology

Interagency Working Group on Nanotechnology	مجموعة عمل بين الوكالات في تقنية النانو للاحتياجات
Atomic force microscopy	مجهر القوة النووية
Matrix-assisted later desorption/ionization time of flight mass spectrometry	محلل زمن الطيران الكتلي ذو المصفوفة المساعدة للفظ /التشرد المتأخر
virtual laboratory	مختبر افتراضي
Virtual biomedical nanotechnology laboratory	مختبر افتراضي للتقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر
Laboratory for Analysis and Architecture of Systems	مختبر تحليل وبنية الأنظمة
Monitoring of exposures	مراقبة الجرعات
German research centers	مراكز بحوث ألمانيا
Alzheimers disease	مرض الزهايمر
Tuberculosis	مرض السل
Disabled patients, improving quality of life	المرضى المعاقين
covalent attachment of	مرفق تساهمي
Receptor-ligand complexes, clustering of	مركبات مستقبل - جزئ ملتحم حافظات
Nanobiotechnology Center	مركز التقنية الحيوية متناهية الصغر
Center for Biological and Environmental	مركز التقنية الحيوية والبيئية متناهية الصغر
Centre of Excellence in Nanotechnology, member	مركز التميز في تقنية النانو

Center for Advanced European Studies and	مركـز الدراسـات والبحـوث الأوربيـة المتقدمة
Swiss Centre for Technology Assessment	المركز السويسري لتقويم التقنية
National Center for Environmental Research	المركز الوطني لبحوث البيئة
Centre National de la Recherche Scientifique	المركز الوطني للبحوث العلمية
Cornell University Nanobiotechnology Center	مركز تقنية النانو في جامعة كوريل
Minatec, Center for Innovation in Micro-and	مركـز للإبـداع في التقنيـة الميكرويـة والنانوية
Decontaminants, nanoscale, nano-enabled	مزيلات تلوث , مقياس نانو
Nanoscale decontaminants	مزيلات تلوث بمقياس النانو
Charite	مستشفى شاريته، برنامج التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر
G protein-coupled receptors	مستقبلات ثنائي بروتين G
screening	مسح
high throughput screening	مسح الدفق العالي
throughput screening	مسح الدفق العالي
Flagship-type projects	مشاريع رائدة
nanotechnology project of	مشروع تقنية النانو
nanotechnology project of	مشروع تقنية النانو
Nanosafe Project	مشروع نانو في السلامة
Nano-Pathology Project	مشروع نانو في علم الأمراض

Nanoderm Project	مشروع نانو للجلد
arrays	مصفوفات
Affinity capture arrays	مصفوفات التقاط الألفة
Protein expression arrays	مصفوفات انطباع بروتيني
Protein arrays	مصفوفات بروتين
nanoparticle arrays on surfaces	مصفوفات جزيئات نانو على السطوح
Cell arrays	مصفوفات خلية
Glycan arrays, fabrication of	مصفوفات غليكان، تصنيع
Carbohydrate arrays	مصفوفات كربوهيدرات
Fiberoptic arrays	مصفوفات ليف ضوئي
suspension arrays	مصفوفات معلق
microarrays	مصفوفات ميكروية
DNA microarrays	مصفوفات ميكروية DNA حمض نووي منزوع الأكسجين
Carbohydrate microarrays	مصفوفات ميكروية كربوهيدرات
Flat surface microarrays	مصفوفات ميكروية مستوية السطح
tissue microarrays	مصفوفات نسيج ميكروية
Matrix metalloproteinases	مصفوفة البروتناز المعدني (انزيم الروتيناز)
National Institutes of Health	المعاهد الوطنية الصحية
bioinformatics	المعلوماتية الطبية

Institute of Microtechnology Mainz	معهد التقنية الميكروية في ماينز
Institute for New Materials	معهد المواد الجديدة
National Institute of Biomedical Imaging and	المعهد الوطني للتصوير الطبي الحيوي والهندسة الحيوية
Institute for Soldier Nanotechnologies	معهد تقنية النانو الحربية
Institute of Nanotechnology	معهد تقنية النانو الحربية
Massachusetts Institute of Technology	معهد ماسشوستيس للتقنية
Max Planck Institute of Colloids and Interfaces	معهد ماكس بلانك للغروانيات والربط البيني
Max Planck Institute of Colloids and Interfaces	معهد ماكس بلانك للغروانيات والربط البيني
multifunctional system concepts	مفاهيم النظام متعدد الوظائف
nano-enabled	مفعل بالنانو
enablers	مفعلات
colloidal resists	مقاومة غروانية
Chromatin immunoprecipitation assay	مقايسة الترسيب المناعي للكروماتين
Combinatorial microassays	مقايسة ميكروية توافقية
Office of Research and Development	مكتب البحث والتطوير
Technology Assessment Bureau, German,	مكتب تقويم التقنية, ألمانيا
sensor component	مكون الحساس
nanoscale components, sensing systems	مكونات نانو,أنظمة تحسس

Malaria	ملاريا
United Kingdom	المملكة المتحدة
stakeholders' positions	مناصب أرباب العمل
Fabrication organization of molecular structures	منظمة تصنيع البنى الجزيئية
Bioengineering	مهندس حيوي
biomaterials	مواد حيوية
Radioactive materials	مواد نشطة إشعاعيا
social issues	مواضيع اجتماعية
Socioeconomic issues	مواضيع اجتماعية اقتصادية
economic issues	مواضيع اقتصادية
Privacy issues	مواضيع خصوصية
safety issues	مواضيع سلامة
Grand Challenges theme of	موضوع تحديات المنح
methanol	ميثانول

ن

Club Nanotechnologie	نادي تقنية النانو
Ligand identification system	نظام التعرف على الجزئ الملتحم
Litigation system	النظام القضائي
Sensing systems, biodefense systems, nanoenabled,	نظام تحسس
Lipid membrane sensor system	نظام حساس الغشاء الشحمي
Chemical system	نظام كيميائي
ALIS. See Automated ligand identification system	نظام مؤتمت لتعرق الجزيء الملتحم

بآخر (لجين)	
نظام مؤتمت لتعرق الجزيء الملتحم بآخر (لجين)	Automated ligand identification system
نظرة عامة على أنظمة التوصيل	Overview of delivery systems
نقاط كوانتية	Quantum dots
النقش	Lithography
النقش الضوئي	Photolithography,
النقش الناعم (الرخو)	Soft lithography
نقش النانو. جزيئات حيوية	nanolithography, biological molecules
النقش بحزمة الإلكترون	Electron beam lithography
نقش نانو	Nanolithography, biological molecules, nanoenabled
نقش نانو بالمسمار	Dip-pen nanolithography
النواحي الاجتماعية للبحوث	Societal aspects of research, researchers'
النواحي القانونية للتقنية الجديدة	Legal aspects of new technology
هـ	
هندسة النظام الكيميائي	Chemical system engineering
الهيئة الأوربية لصناعة التقنية الطبية	European Medical Technology Industry
و	
وبائيات وراثية	Epidemiology, genetic
وبائيات وراثية	Genetic epidemiology
ورشات عمل حوار. بالتوازي مع مشاريع بحث وتطوير تقنية النانو	Dialogue workshops, in parallel to

Ministry of Economy, Trade, and Industry	وزارة الاقتصاد, تجارة , والصناعة
Department of Defense	وزارة الدفاع
Ministry of Health, Labor, and Welfare of Japan	وزارة الصحة , العمل, العدل في اليابان
functional three-dimensional	وظيفي ثلاثي الأبعاد
Federal agencies	وكالات اتحادية
regulatory agencies	وكالات مُنظِمة
European Medicines Evaluation Agency	الوكالة الأوربية للتقييم الطبي
Environmental Protection Agency	وكالة الحماية البيئية
EPA	وكالة الحماية البيئية
NASA	الوكالة الوطنية الأمريكية لأبحاث الفلك والفضاء (ناسا)
National Aeronautics & Space Administration	الوكالة الوطنية الأمريكية لأبحاث الفلك والفضاء (ناسا)
Defense Advanced Research Projects Agency	وكالة مشاريع البحوث المتقدمة الدفاعية

ي

Japan	يابان

ثانياً: إنكليزي– عربي

A

Accident	حادث
Administration	إدارة
Advisory Group on Electronic Devices	مجموعة استشارية للأجهزة الإلكترونية
Affinity capture arrays	مصفوفات التقاط الألفة
Airborne exposures	الجرعات المنقولة بالهواء
ALIS. See Automated ligand identification system	نظام مؤتمت لتعرق الجزيء الملتحم بآخر (لجين)
Alzheimers disease	مرض الزهايمر
Analyte-induced stresses	الاجتهادات المحرضة لتحليل مادة
and peptide nanostructures	بنى نانو ببتيدية
Antibiotic-resistant infections	العدوى المقاومة للمضاد الحيوي
Antibody structure	بنية مضاد جسم
applications in biomedicine	تطبيقات في الطب الحيوي
architectures	بنى
Architectures of high throughput screening	بنى مسح الدفق العالي
Arginine-glycine-aspartic acid	حمض ارجينين جلسين اسبارتيك
arrays	مصفوفات
Artificial eyes, social, economic costs	عيون اصطناعية, اجتماعي , تكاليف اقتصادية

association	جمعية
Atomic force microscopy	مجهر القوة النووية
Automated ligand identification system	نظام مؤتمت لتعرق الجزيء الملتحم بآخر (لجين)

B

Bacterial diseases, viral diseases, distinguishment	أمراض جرثومية, أمراض فيروسية,
Ban, as form of regulatory activity	إقصاء, احد أشكال القرارات التنفيذية
between	التمييز بين
Bioconjugated gold nanoparticles	جزيئات نانو من الذهب مرتبطة حيويا
biodefense	دفاع حيوي
biodefense systems	أنظمة دفاع حيوي
Bioengineering	مهندس حيوي
Bioengineering Consortium	جمعية المهندسين الحيويين
bioinformatics	المعلوماتية الطبية
Biological processes	العمليات الحيوية
biomaterial properties	خواص المواد الحيوية
biomaterials	مواد حيوية
Biomedical nanotechnology	التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر
Biomedical Nanotechnology in European Union	برنامج بحوث التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر في الاتحاد الأوربي
biomedical nanotechnology program	برنامج التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر

Biomimetic approaches, implants	طرائق المحاكاة الحيوية. الزرعات
Bionanotechnology	التقنية الحيوية متناهية الصغر
biosensors	حساسات حيوية
Biotechnology Framework Program	برنامج عمل للتقنية الحيوية.
Blindness, social, economic costs	عمى . اجتماعي . تكاليف اقتصادية
bone regeneration	تولد العظم
Bone regeneration, safety issues	توليد العظم . مواضيع السلامة
Bovine spongiform encephalitis	التهاب الدماغ البقري الأسفنجي
Bovine spongiform encephalopathy	اعتلال دماغي بقري إسفنجي
bulk properties	خواص كتلية
Bulk properties of biomaterials	خواص كتلية للمواد الحيوية

C

CAESAR biomedical nanotechnology program	برنامج CAESAR للتقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر
calcium phosphate nanostructures	بنى نانو كالسيوم فوسفات
Calcium phosphate nanostructures	بنى نانو كالسيوم فوسفات
Cancer	سرطان
Carbohydrate arrays	مصفوفات كربوهيدرات
Carbohydrate microarrays	مصفوفات ميكروية كربوهيدرات
Carbon nanotubes	أنابيب نانو كربونية
Cardiovascular diseases	أمراض قلبية وعائية

carriers	حاملات
Cell arrays	مصفوفات خلية
Cell behavior, influence of biomaterials with,	سلوك الخلية، تأثير المواد الحيوية
Cellomics, cell-based chips	رقائق مبنية من الخلية
Cellular behavior, enhancement of	سلوك خلوي، تحسين
Center for Advanced European Studies and	مركز الدراسات والبحوث الأوربية المتقدمة
Center for Biological and Environmental	مركز التقنية الحيوية والبيئية متناهية الصغر
Centre National de la Recherche Scientifique	المركز الوطني للبحوث العلمية
Centre of Excellence in Nanotechnology, member	مركز التميز في تقنية النانو
challenges	تحديات
characteristics	خصائص
Characteristics of health care systems	خصائص أنظمة الرعاية الصحية
Charite	مستشفى شاريته، برنامج التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر
Chemical system	نظام كيميائي
Chemical system engineering	هندسة النظام الكيميائي
Chemical Technology Program	برنامج التقنية الكيميائية
Chemical-biological-radioactive-explosive	الانفجار الكيميائي الحيوي النشط شعاعيا

Chromatin immunoprecipitation assay	مقايسة الترسيب المناعي للكروماتين
Chromophore quenching, amplifying	إخماد وتكبير حامل اللون
Citizen interest groups	مجموعات مهتمة من المواطنين
Classification of biomaterials	تصنيف المواد الحيوية
Club Nanotechnologic	نادي تقنية النانو
coatings	تلبيس
Collaboration	تعاون
Collagen	كولاجين
Colloidal resist techniques	تقنيات المقاومة الغروانية
colloidal resists	مقاومة غروانية
Columbia University	جامعة كولومبيا
Combinatorial microassays	مقايسة ميكروية توافقية
competence networks	شبكات تنافسية
Conducting polymers	بوليمرات توصيل
Contact exposures	جرعات اتصال
Cornell University Nanobiotechnology Center	مركز تقنية النانو في جامعة كورنيل
Cosmetics	تجميل
covalent attachment of	مرفق تساهمي
Creutzfeldt-Jakob disease	داء كروتزفلد ياكوب اعتلال دماغي فيروسي إسفنجي
current regulations, application of	اللوائح المنظمة الحالية

D

damage to	عطب
Decontaminants, nanoscale, nano-enabled	مزيلات تلوث , مقياس نانو
Defense Advanced Research Projects Agency	وكالة مشاريع البحوث المتقدمة الدفاعية
defined	تعريف
Delivery of drugs via nanotechnology, techniques for	توصيل الأدوية بتقنية النانو , تقنيات
Department of Defense	وزارة الدفاع
detection	كشف
development	تطوير
Diagnostics	تشخيصات
Dialogue workshops, in parallel to	ورشات عمل حوار, بالتوازي مع مشاريع بحث وتطوير تقنية النانو
differences between	الفرق بين
Dip-pen nanolithography	نقش نانو بالمسمار
direct immobilization of membranes onto	التثبيت المباشر للغشاء في
Directive on Active Implantable Medical Devices	التعليمات الخاصة بالأجهزة الطبية الفعالة القابلة للزراعة
Directive on In Vito Diagnostic Medical Devices	التعليمات الخاصة بالأجهزة الطبية التشخيصية تحت الاختبار
Directive on Medical Devices	التعليمات الخاصة بالأجهزة الطبية
Disabilities	الإعاقة

Disabled patients, improving quality of life	المرضى المعاقين
DNA	الحمض النووي منزوع الأكسجين
DNA coatings	تلبيس DNA
DNA microarrays	مصفوفات ميكروية DNA حمض نووي منزوع الأكسجين
Dolly	دوللي
drug discovery	استكشاف الدواء
Dutch NanoNed	دتش نانوميد

E

economic issues	مواضيع اقتصادية
Economics of health care systems	اقتصاديات أنظمة الرعاية الصحية
Electrochemical detection	الكشف الكهروكيميائي
Electron beam lithography	النقش بحزمة الإلكترون
Electronic nose	الأنف الالكتروني
Electrospinning (poly-acrylic acid)-poly(pyrene	الدوران الالكتروني. حمض البولي اكرليك. البولي بيرين ميثانول
enablers	مفعلات
Environment and Health Implications	البيئية والصحية
Environmental Protection Agency	وكالة الحماية البيئية
Environmental sensor systems	أنظمة الحساس البيئي
EPA	وكالة الحماية البيئية
Epidemiology, genetic	وبائيات وراثية

Epigenetic process	عملية التخلق
Ethical concerns	الاعتبارات الأخلاقية
Europe	أوربا
European	أوربي
European Developing Countries Clinical Trial Partnership	الشراكة التجريبية السريرية مع الدول الأوربية النامية
European government initiatives	المبادارات الأوربية الحكومية
European Medical Technology Industry	الهيئة الأوربية لصناعة التقنية الطبية
European Medicines Evaluation Agency	الوكالة الأوربية للتقييم الطبي
European patents, U.S. Patent	براءات اختراع أوربية. أمريكية
examples	أمثلة
Expert Group on Nanotechnology	مجموعة خبيرة في تقنية النانو
Eyes artificial	عيون اصطناعية

F

Fabrication methods	طرق التصنيع
fabrication of	تصنيع
Fabrication organization of molecular structures	منظمة تصنيع البنى الجزيئية
fabrics	خيوط
Federal agencies	وكالات اتحادية
Fiberoptic arrays	مصفوفات ليف ضوئي
Fiberoptic technology	تقنية الليف الضوئي
Fibers	ألياف

Flagship-type projects	مشاريع رائدة
Flat surface microarrays	مصفوفات ميكروية مستوية السطح
Fluorescence in situ hybridization	التألق في موضع التهجين
Fluorescent activated cell sorter	فارز الخلايا المنشطة بالتألق
Fluorescent light	ضوء التألق
Food and Drug Administration	إدارة الغذاء والدواء
Foreign body giant cells	خلايا الجسم الغريب الضخمة
Foreign body reaction	تفاعل الجسم الغريب
France	فرنسا
Fraunhofer Society	جمعية فراونهوفر
French	فرنسي
French government policies, initiatives	سياسات حكومية فرنسية، مبادرات
French networks	شبكات فرنسية
Fullerenes, toxicities	جزيئات كروية متناهية الصغر (فلورنس)، سمية
functional three-dimensional	وظيفي ثلاثي الأبعاد
Funding	تمويل

G

G protein-coupled receptors	مستقبلات ثنائي بروتين G
genetic diseases	أمراض وراثية
Genetic epidemiology	وبائيات وراثية
Genetic Medicine Initiative	المبادرة الطبية الوراثية

Genetically modified organisms	الكائن الحي المعدل وراثيا
Genome, global analysis of	جينات, تحليل عالمي
German	ألمانيا
German Association of Engineers	الجمعية الألمانية للمهندسين
German competence networks	شبكات تنافسية
German research centers	مراكز بحوث ألمانيا
Germany, biomedical nanotechnology programs	ألمانيا, برامج التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر
Global competition, pharmaceutical research and	تنافس عالمي, البحث والتطوير الدوائي
Global trends, health care needs	توجه عالمي, احتياجات الرعاية الصحية
Glycan arrays, fabrication of	مصفوفات غليكان, تصنيع
Glycans	غليكان
Glycoproteins, immobilization of	بروتين سكري, تثبيت
Glycosylation	ارتباط سكري (بالغليكوزيل)
Gold nanoclusters	حافظات نانو ذهبية
Government funding	تمويل حكومي
Government Performance and Results Act	الأداء الحكومي ونتائج التنفيذ
government policies, initiatives	سياسات حكومة, مبادرات
government policies, initiatives	سياسات حكومية فرنسية, مبادرات
Grand Challenges theme of	موضوع تحديات المنح
Groove binding	ثلم الربط
Grooved topographies	طبوغرافيا الثلم

H

Hard tissue healing	التئام النسيج الصلب
Healing processes in hard tissues, soft tissues	عمليات التئام الأنسجة الصلبة، الأنسجة الرخوة
Health care market	سوق الرعاية الصحية
Health care needs, global trends	احتياجات الرعاية الصحية، التوجهات العالمية
Health care systems	أنظمة الرعاية الصحية
Health technology assessment	تقويم التقنية الصحية
Helmholtz Association	جمعية هلمولتز
high throughput screening	مسح الدفق العالي
HIV/AIDS	فيروس/مرض نقص المناعة المكتسب
Human body, nanomaterials in	جسم الإنسان، مواد نانو في
Huntington disease	داء هنتنغتون

I

Implants	زرعات
importance of information, sensor component	أهمية المعلومات، مكون الحساس
industry	صناعة
Infectious diseases	أمراض معدية
Inflammatory phase, wound healing	طور الالتهاب، التئام الجرح
influence of biomaterials	تاثير المواد الحيوية
Influenza	أنفلونزا (نزلة)

initiative between	مبادرة مشتركة بين
Institute for New Materials	معهد المواد الجديدة
Institute for Soldier Nanotechnologies	معهد تقنية النانو الحربية
Institute of Microtechnology Mainz	معهد التقنية الميكروية في ماينز
Institute of Nanotechnology	معهد تقنية النانو الحربية
integrated technology	تقنية متكاملة
Interagency Working Group on Nanotechnology	مجموعة عمل بين الوكالات في تقنية النانو للاحتياجات
Interdisciplinary Research Collaborations	التعاون البحثي متعدد التخصصات
Interface processes	عمليات بينية
Ionic bonding	روابط ايونية (شاردية)

J

Japan	يابان

L

label-free detection systems	أنظمة كشف من غير وسم
Laboratory for Analysis and Architecture of Systems	مختبر تحليل وبنية الأنظمة
Legal aspects of new technology	النواحي القانونية للتقنية الجديدة
Legionnaires disease	داء الفيالقة
Legislation	تشريع
Leibniz Association	جمعية لايبنز
Ligand identification system	نظام التعرف على الجزئ الملتحم
Lipid membrane sensor system	نظام حساس الغشاء الشحمي

Lipoparticles	جزيئات شحم
Lithographic methods	طرائق النقش
Lithography	النقش
Litigation system	النظام القضائي

M

Macrophages	بلعم
macrophages	بلعم
Magnetic fluid hyperthermia	فرط الحرارة الناتج عن السيالة المغناطيسية
Magnetic nanoparticle	جزيئات نانو مغناطسيسة
Malaria	ملاريا
Market	سوق
Massachusetts Institute of Technology	معهد ماسشوستيس للتقنية
Matrix metalloproteinases	مصفوفة البروتناز المعدني (انزيم الروتيناز)
Matrix-assisted later desorption/ionization time of flight mass spectrometry	محلل زمن الطيران الكتلي ذو المصفوفة المساعدة للفظ/التشرد المتأخر
Max Planck Institute of Colloids and Interfaces	معهد ماكس بلانك للغروانيات والربط البيني
Max Planck Institute of Colloids and Interfaces	معهد ماكس بلانك للغروانيات والربط البيني

Max Planck Society	جمعية ماكس بلانك
Medical device research and development	بحث وتطوير الأجهزة الطبية
Medical devices	الأجهزة الطبية
Medical technology	التقنية الطبية
Medicalization of disabled individuals	تطبيب المعاق المستقل
Membranes	اغشية
Metabolites	استقلابات
Metallic bonding	الربط المعدني
methanol	ميثانول
micro total analysis systems	أنظمة تحليل شامل ميكروي
microarrays	مصفوفات ميكروية
Microcantilever	الرافعة الميكروية
microcantilevers for biosensing	رافعات ميكروية للحساس الحيوي
microelectromechanical systems	أنظمة ميكانيكية كهربائية ميكروية
microfluidic systems for analysis of mixtures of	أنظمة ميكروية سائلة لتحليل الخلائط
Microfluidics	سائلي ميكروي
Micromechanical methods	طرائق ميكانيكية مكروية
Micropatterned substrates	ركائز ميكروية الطراز،
Minatec, Center for Innovation in Micro-and	مركز للإبداع في التقنية الميكروية والنانوية
Ministry of Economy, Trade, and Industry	وزارة الاقتصاد, تجارة , والصناعة

Ministry of Health, Labor, and Welfare of Japan	وزارة الصحة ، العمل، العدل في اليابان
molecular imprinting	جزيئات ذاتية التعلم
Molecular imprinting, biodefense systems,	جزيئات ذاتية التعلم، أنظمة الدفاع الحيوي
Monitoring of exposures	مراقبة الجرعات
Moore's law	قانون مور
multifunctional system concepts	مفاهيم النظام متعدد الوظائف

N

Nanobiotechnology Center	مركز التقنية الحيوية متناهية الصغر
nanocrystals	كريستالات نانو
Nanoderm Project	مشروع نانو للجلد
nano-enabled	مفعل بالنانو
nanolithography, biological molecules	نقش النانو، جزيئات حيوية
Nanolithography, biological molecules, nanoenabled	نقش نانو
nanoparticle arrays on surfaces	مصفوفات جزيئات نانو على السطوح
nanoparticles	جزيئات نانو
nanoparticles, labeling systems	جزيئات نانو، أنظمة وسم
Nano-Pathology Project	مشروع نانو في علم الأمراض
Nanosafe Project	مشروع نانو في السلامة
nanoscale components, sensing systems	مكونات نانو،أنظمة تحسس
Nanoscale decontaminants	مزيلات تلوث بمقياس النانو

Nanoscale Science and Engineering	علم وهندسة مقياس النانو
Nano-sized spaces	فراغات بحجم النانو
nanostructure	بنية نانو
Nanotechnology	تقنية نانو
nanotechnology program	برنامج تقنية نانو
nanotechnology project of	مشروع تقنية النانو
nanotechnology project of	مشروع تقنية النانو
nanotubes, functionalized	أنابيب نانو، مسخر وظيفيا
nanowires	أسلاك نانو
NASA	الوكالة الوطنية الأمريكية لأبحاث الفلك والفضاء (ناسا)
National Aeronautics & Space Administration	الوكالة الوطنية الأمريكية لأبحاث الفلك والفضاء (ناسا)
National Center for Environmental Research	المركز الوطني لبحوث البيئة
National Initiative on Nanotechnology	المبادرة الوطنية في تقنية النانو
National Institute of Biomedical Imaging and	المعهد الوطني للتصوير الطبي الحيوي والهندسة الحيوية
National Institutes of Health	المعاهد الوطنية الصحية
National Nanofabrication Users Network	الشبكات الوطنية لمستخدمي تصنيع النانو
National Nanotechnology Initiative	المبادرة الوطنية في تقنية النانو

National Science Foundation	المؤسسة الوطنية للعلوم
National Toxicology Program	البرنامج الوطني لعلم السموم
natural system modification	تعديل نظام طبيعي
natural vs. synthetic nanostructures	بنى نانو طبيعية وصناعية
networks	شبكات
new trends	توجهات جديدة
nonpositional high throughput screening platforms	صفائح تحديد موقع مسح الدفق العالي بإبعاد النانو
nonpositional platforms	صفائح توضع النانو
Northwestern University, biomedical	جامعة نورث ويسترن

O

Office of Research and Development	مكتب البحث والتطوير
Oligonucleotides	قليل النوى
opinions	أراء الباحثين
Orphan drugs	دواء يتيم
Overview of delivery systems	نظرة عامة على أنظمة التوصيل

P

Paralysis	شلل
Parkinson disease	داء بارينكسون
Participatory technology assessment	تقويم تقنية المشاركة
Patents	براءات اختراع
peptide nanostructures	بنى نانو ببتيدية

phage display	إظهار العائية (جرثومة ملتهمة)
Pharmaceutical research and development,	بحث وتطوير دوائي
Photolithography,	النقش الضوئي
Photonics	ضوئيات
Physical and Chemical Technology Program	برنامج تقنية كيميائية وفيزيائية
Polymerase chain reaction	تفاعل سلسلة بوليميرية
potential	جهد
Privacy issues	مواضيع خصوصية
programs	برامج
Prostheses	تعويضات
Protein arrays	مصفوفات بروتين
Protein expression arrays	مصفوفات انطباع بروتيني
protein nanostructures	بنى نانو بروتينية
Proteomics, microcapillary electrophoresis chips	بروتوميكس ,رقائق شعرية ميكروية للرحلان الكهربائي
public	شعبي

Q

Quantitative fluorescence image analysis	التحليل الكمي لصورة اللمعان
quantum dot labeling systems	أنظمة الوسم النقطية الكوانتية
Quantum dots	نقاط كوانتية

R

Radioactive materials	مواد نشطة إشعاعيا

Radioactive tags	علامة نشطة إشعاعيا
Receptor-ligand complexes, clustering of	مركبات مستقبل – جزئ ملتحم، حافظات
Receptor-mediated interactions	تفاعلات متوسطة المستقبل
Regulation of nanomaterials	اللوائح المنظمة لمواد نانوية
regulatory agencies	وكالات مُنظِمة
Regulatory approaches	طرائق التنظيم
regulatory capture	تطبيق اللوائح
Rensselaer Polytechnic University	جامعة رنسلر التقنية
reparative phase	طور التصليح
Research and development markets	أسواق البحث والتطوير
Research and Technological Innovation	الابتكار البحثي والتقني
Research infrastructure	البنية التحتية للبحث
Research Program	برنامج بحث
Rice University	جامعة رايس
risks	إخطار
Royal Society and Royal Academy of Engineering	الجمعية والأكاديمية الملكية لدراسة الهندسة

S

safety issues	مواضيع سلامة
Science	علوم
Science and Technology Basic Law	القانون الأساسي للعلوم والتقنية

science of biomaterials	علم المواد الحيوية
scientific community	مجتمع علمي
screening	مسح
self-assembled carriers	حاملات ذاتية التركيب
self-regulation	تنظيم ذاتي
Semiconductor nanoparticle	جزيئات نانو من انصاف النواقل
Semiconductor nanowires	أسلاك نانو من انصاف النواقل
Sensing systems, biodefense systems, nanoenabled,	نظام تحسس
sensor component	مكون الحساس
sensors for monitoring exposures	حساسات مراقبة الجرعات
Silver plasmon-resonant particles	جزيئات رنين بلازما فضة
Skin toxicity	سامة للجلد
Small Business Innovation Research	بحوث إبداعية للأعمال الصغيرة
social	اجتماعي
Social aspects of new technology	الجوانب الاجتماعية للتقنية الجديدة
Social damages from disease	التخريب
social issues	مواضيع اجتماعية
Societal aspects of research, researchers'	النواحي الاجتماعية للبحوث
Socioeconomic issues	مواضيع اجتماعية اقتصادية
Soft lithography	النقش الناعم (الرخو)
stakeholders' positions	مناصب أرباب العمل

study	دراسة
Supermolecule	جزيئات كبيرة
support	دعم
surface properties	خواص السطح
Surface properties of biomaterials	خواص سطح المواد الحيوية
Surface-plasmon resonance	رنين بلازمي سطحي
suspension arrays	مصفوفات معلق
Swiss Centre for Technology Assessment	المركز السويسري لتقويم التقنية

T

Technology Assessment Bureau, German,	مكتب تقويم التقنية, ألمانيا
Technology forcing	فرض التقنية
textiles	أقمشة
Thrombus formation	تشكل الخثرة
throughput screening	مسح الدفق العالي
tissue microarrays	مصفوفات نسيج ميكروية
tissue remodeling	ترميم النسيج
tissue typing	طباعة نسيج
topographical nanostructures	بنى نانو طبوغرافية
topographical vs. chemical cues	عصي كيميائية مقابل عصي طبوغرافيا
Toxic Substance Control Act	بند ضبط المادة السامة
Tropical diseases, social, economic issues	أمراض مدارية

Tuberculosis types, treatments	مرض السل أنواع, معالجات
U	
U.S. government initiatives	المبادرات الأمريكية الحكومية
United Kingdom	المملكة المتحدة
United Nations Millennium Development Goals,	الأهداف التطويرية الألفية للأمم المتحدة
V	
V applications	تطبيقات في الطب الحيوي
Viral diseases	أمراض فيروسية
Virtual biomedical nanotechnology laboratory	مختبر افتراضي للتقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر
virtual laboratory	مختبر افتراضي
Visual impairments	تشوه مرئي
W	
Water wettability	قابلية التبلل بالماء
whole-cell sensing systems	أنظمة تحسس كامل الخلية
wound healing processes	عمليات التئام الجروح
X	
Xenotransplantation	العضو المزروع الدخيل

كشاف الموضوعات

أ

أجهزة طبية ٢٥٩

اخلاق ٢٦٥

أسلاك نانوية ٢٠٩

أسواق ٢٥٤، ٢٥٠

أصحاب المصلحة ٣٠٢

أضرار ٢٣٩

إظهار عائي ٢٢٠

إعاقة ٢٤٦

اكتشاف الدواء ١٧٣

ألمانيا ٢٨

المعهد الوطني للصحة ٢٢

المملكة المتحدة ٢٩

المؤسسة الوطنية للعلوم ١٧

الولايات المتحدة ١٧

أمراض جينية ١٦٦

أمراض معدية ١٧٢

أنابيب نانوية ٢٠٧

انتصاف ٢٨٩

أنسجة ١٧٢

أنف الكتروني ١٩٩

أوبئة ١٧١

ب

بلعم ٨١

بني نانو ١٠١, ١٠٤, ١٠٨, ١١١
بودرة نانو ١٦
بوليمرات ٢٢٤

ت

تجديد العظم ٢٩١
تجميل ٢٩٤
تحديات ٢٢٨
تحليل كامل ١٥٧
ترميم ٨٠
تطوير ٤٦
تعويضات ٦٩
تقنيات متقاربة ١
تقنية النانو ١
تقويم ٢٨٠
تمويل حكومي ٥٣
تنظيم ذاتي ٣٢٣
تنميط ١٧٢
توجهات عالمية ١٥

ج

جامعة رايس ٢١
جامعة ريسنلير بوليتيكنيك ٢١
جامعة كورنل ٢٠
جامعة كولومبيا ٢١
جامعة نورثويسترن ٢١
جسيمات نانوية ٥٨
جماعات علمية ٣٠٣
جمهور ٣٠٩

ح

حدود ٢٢٨
حساس ١٩١, ١٩٥, ١٩٦, ١٩٧, ٢٠٣
حظر ٣٢٤
حفر ٢١٣
حمض نووي ٩٥

خ

خواص السطح ٧٤
خواص كتلية ٧٣

د

دعم ٤٥
دفاع حيوي ١٨٥
دندرايمر ٧
دواء يتيم ٢٥٨

ذ

ذاتية التركيب ٥٥

ذاتية التنظيم ٥٥

ر

رافعة ميكروية ٢٠٦

رعاية صحية ٢٤٩, ٢٥٠, ٢٥١

ز

زرعات ٦٩

س

سرطان ١٦٩

سلامة ٦٣

سمية ٢٩٥

ش

شاريته ٣٨

شبكات ٣٢

ط

طب جزيئي ٤

طب حيوي ١

طب حيوي نانوي ٢,٣

طبعة جزيئية ٢١٨

طور الالتهاب ٧٩

طورالتصليح ٧٩

ع

عصي طبوغرافية ١٠٩

عصي كيميائية ١٠٩

عمليات ربط ٨٢

عمى ٢٤٧

ف

فراغات نانوية ٥٨

فرص ٢٦٩

فرض التقنية ٢٨٣

فرنسا ٢٩

فوليرين ٢٩٨

ك

كريستلات نانوية ٢٠٨

ل

لوائح ٣٢٢

ليف ضوئي ١٥٤

م

مبادرات حكومية ٣١

مبادرة وطنية ١٧

مخاطر ٢٨٩

مرضى ٢٧٥
مستحضر ٢٩٤
مسح عالي الدقق ١٢٣، ١٢٥، ١٢٧، ١٢٨
مصفوفات ١٢٩، ١٣٦، ١٤١، ١٤٤، ١٤٨، ١٥٠
مصفوفات النسيج ١٥٠
مصفوفات بروتين ١٣٦
مصفوفات خلية ١٤٨
مصفوفات معلقات ١٥٦
مصفوفات ميكروية ١٢٩
مطهرات ٢٢٥
معالجة دوائية ١٧٣
معامل افتراضية ٤٨
معلوماتية حيوية ١٦٥
معهد المواد الجديدة ٣٨
معهد تقنية النانو العسكرية ٢٢
معهد ماكس بلانك للغرويات والربط ٣٩
مقاومة غروانية ٩١
منافع ٢٦٢
مواد حيوية ٧١
ناسا ٢٠
نقاط كوانتية ٦٠
نقش ٨٩
وزارة الدفاع ٢١
وزارة الصحة والعمل ٤٧
وسم ١٦٠، ١٦٣
وكالات اتحادية ١٨
وكالة حماية البيئة ٢٧
يابان ٤٥