الفصل الأول

التوجهات العالمية في برامج التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر

مارك موريسون وانيكه مالش

Trends in biomedical Nanotechnology programs Worldwide

Mark Morrison and Ineke Malsh

أولاً: مقدمة Introduction

يغطي هذا الفصل نظرة عامة عن التوجهات في برامج أبحاث تقنية النانو من أجل التطبيقات الطبية الحيوية في الولايات المتحدة والبلدان الأوربية المتقدمة واليابان. سنركز على التقنيات من أجل التطبيقات داخل الجسم. بما فيها تقنيات توصيل الدواء في التطبيقات الصيدلية. ومواد وتقنيات جديدة من أجل الزرعات والتعويضات. كما أننا ضمّنا الفصل تقنيات من أجل التطبيقات خارج الجسم بما فيها التشخيصات والمسح عالي الدفق لمكونات الدواء.سنغطي مجالات التطبيقات الأساسية في الصيدلة والأجهزة الطبية. وكذلك المجالات التي تتوقع الحكومات أن تصنع فيها تقنية النانو إسهامات مهمة. وكذلك سنذكر السياسات والبرامج الوطنية والأوروبية المعدة لتحفيز تطوير التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر في الولايات المتحدة وأوربا واليابان.

تتوفر بعض تطبيقات تقنية النانو حالياً في الأسواق. تتوفر كتل شحمية (جسيمات شحمية) بأقطار من رتبة ١٠٠ نانومتر لحمل أدوية مضادة للسرطان إلى داخل الجسم. تحوي بعض بخاخات مضادة للفطريات جسيمات أكسيد الزنك بمقياس النانو لتخفيف الانسداد، .ستؤثر تقنية النانو في الأجل القصير على المجالات التالية :

- أدوات التشخيص الطبي والحساسات.
- توصيل الدواء.
- المواد المحفزة (تطبيقات كثيرة في الكيمياء والصيدلة).
- السبائك (المعدن والمواد المستخدمة في التعويضات).
- الزرعات المحسنة والصديقة للجسم.
- الحساسات الحيوية والحساسات الكيميائية.
- أدوات التحليل الطبي.
- تقنيات الفصل الحيوي.
- التصوير الطبي.
- المرشحات.

تستفيد معظم التطبيقات الحالية من جودة بودرة النانو بدلاً من خواص أخرى موجودة بمقياس النانو.ستسمح المرحلة القادمة لتطبيقات تقنية النانو للمنتجات بإظهار خواص غير عادية بما أن تصنيع المنتجات يكون من القاعدة إلى القمة. وهذا يقيس التطور في تقنية النانو.

يتضمن الأجل البعيد لمنتجات وتطبيقات تقنية النانو في الأسواق المستقبلية.

- حساسات اختيارية مثالية لضبط البيئة والغذاء ووظائف الجسم.
- الأدوية ذات قدرات اجتراع طويلة الأجل ويمكن أخذها عن طريق الفم.
- تعويضات أعضاء وأنسجة الإنسان.
- رقاقات تشخيص طبي تستخدم لاستبيانات الوقاية الطبية.

من المعروف الآن أن أكثر من ٣٠٠ شركة في أوربا مشتركة بتقنية النانو كأحد أهم قطاعات الأعمال فيها وكثير من الشركات الأخرى وبالتحديد المنظمات تمارس نشاطاً في هذا الميدان. تستكشف الشركات الكبيرة إمكانات تقنية النانو في تطبيقات قريبة الأجل في توصيل الدواء مثل شركات بيوسانت, اكزو نوبل, سيبا, الي ليلي, وميرك.

obeikandl.com

ثانياً:التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر(نانو) في الولايات المتحدة
II. BIOMEDICAL NANOTECHNOLGY IN THE UNITED STATES

أ) المبادرة الوطنية لتقنية النانو National Nanotechnology Initiative

بُنيت المبادرة الوطنية لتقنية النانو (NNI) في الولايات المتحدة من خمسة مواضيع تمويلية وزعت على وكالات تمول حالياً أبحاث تقنية وعلوم مقياس نانو (انظر الجدول رقم ١,١).وبالإضافة للتمويل الاتحادي تخصص كل ولاية تمويلاً لتقنية النانو. تركز الأبحاث طويلة الأجل حالياً في علوم وهندسة النانو على الفهم الأساسي وتصنيع كتل مبنية بمقاس النانومتر تهدف لإحداث خرق في بعض المجالات تتضمن الطب والرعاية الصحية والصناعات الكيميائية والدوائية والتقنية الحيوية والزراعة والأمن القومي. يعد هذا التمويل من أجل تقديم دعماً مستداماً للباحثين الفرديين ومجموعات صغيرة تقوم بأبحاث أساسية. وتعزز التعاون بين المختبرات الجامعية الصناعية الاتحادية وتشجع التعاون بين الوكالات.

تتضمن مواضيع التحديات الكبرى للمبادرة دعم الأبحاث متعددة التخصصات والفرق التعليمية بما فيها المراكز والشبكات التي تعمل لتحقيق أهداف مهمة طويلة الأجل. لقد حددت إدارة بوش العشرات من التحديات الكبيرة والأساسية للتقدم في علوم وتقنية النانو. والتي تتضمن تصميم وتصنيع مواد بنية نانو صحيحة في مستوى الذرة والجزيء المفرد. يهدف هذا التقدم إلى تطبيقات تتضمن حساسات حيوية للاستخدام في الرعاية الصحية وكشف التهديدات الكيميائية والحيوية.

الجدول رقم (١,١). ميزانية المبادرة الوطنية لتقنية النانو في الولايات المتحدة مصنفة حسب الوكالة*

الوزارة أو الوكالة	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
وزارة الدفاع	70	70	123	180	322	315	276
وكالة حماية البيئة			5	5	5	5	5
وكالة ناسا	5	5	22	46	36	37	35
المعهد الوطني للصحة	21	32	39.6	40.8	78	80	89
المؤسسة الوطنية للعلوم	85	97	150	199	221	254	305
المجموع	225	270	339.6	470.8	662	691	710

*مقدرة بمليون دولار أمريكي

تحاذي معظم التحديات رسالة مختلف الوكالات المشاركة في المبادرة الوطنية لتقنية النانو. سنصف نشاطات بعض الوكالات في مجال التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر لاحقاً في هذا الفصل أسست عشرة مراكز وشبكات تميز ومُنح كلٌ منها تمويلاً بمقدار ثلاثة ملايين

دولار أمريكي سنوياً لمدة خمس سنوات. ووفقاً للنجاح في عملية مراجعة مؤقتة يكون كل مركز قادراً على تجديد التمويل خمس سنوات أخرى لمرة واحدة. ستلعب المراكز دوراً مهماً بإنجاز أولويات المبادرة الوطنية لتقنية النانو - (الأبحاث الأساسية, التحديات الكبرى, تعليم علماء ومهندسي المستقبل)- في تطوير واستخدام أدوات بحث مقياس نانو محددة وتعزيز الشراكات البحثية. من المتوقع ان يساعد تأسيس المركز والشبكات في دمج البحث والتعليم في علوم وتقنية النانو في التخصصات والقطاعات البحثية المختلفة بما فيها الجامعات والمختبرات الاتحادية والقطاع الخاص. ستخلق النشاطات البحثية الحكومية في مختلف التخصصات والجامعات والصناعيون ترتيبات للاندماج العمودي مع الخبرات، والتي تتراوح من الأبحاث الأساسية إلى تطوير أجهزة وتطبيقات نانوية محددة.

تدعم المبادرة الوطنية لتقنية النانو إنشاء بنية تحتية للأبحاث من أجل القياس (الميترولوجيا), والتجهيزات, والنمذجة والمحاكاة, والتسهيلات. يحتاج العمل بمقياس النانو إلى أدوات بحث جديدة مثل أشكال جديدة من النقش الحجري, قدرات حسابية, وتجهيزات من أجل التصنيع. ستبنى مراكز بحثية تحوز مثل هذه التجهيزات وستتاح للباحثين من الجامعات والصناعة, والمختبرات الحكومية. إن الأهداف البعيدة هي تطوير مبتكرات يمكن تسويقها بسرعة من قبل المصانع الأمريكية. وفقاً لممثلي مجموعة علوم وهندسة مقياس النانو (NSE) إذا لم تُسد الحاجة إلى التجهيزات والقدرة على نقل المعرفة إلى منتج بشكل مرضٍ فإن الولايات المتحدة لن تحافظ على المنافسة الدولية في هذا المجال.تشكل الآثار الاجتماعية لتقنية النانو والتعليم و التدريب الموضوع الخامس في المبادرة الوطنية لتقنية النانو. بالانسجام مع المبادرات البحثية للجامعات فإن هذه الجهود صممت لتعليم وتدريب عمال مهرة وإعطائهم التخصصات الضرورية من أجل التقدم السريع في علوم وتقنية النانو. سيختبر الباحثون أيضا الآثار المحتملة الأخلاقية والاجتماعية والقانونية والقوة العاملة في علوم وتقنية النانو.

ركزت المبادرة الوطنية لتقنية النانو في السنة المالية ٢٠٠٢ على البحث طويل الأجل من أجل التحري عن إمكانية تصنيع المادة على مستويات الذرة والجزيء. ربما تقود هذه الأبحاث إلى التحسين المستمر في الكترونيات تقنية المعلومات , وأداء عالي, ومواد اقل كلفة للتصنيع والدفاع والنقل والفضاء وتطبيقات البيئة وتسريع التطبيقات التقنية في الطب والرعاية الصحية والزراعة. لقد ظهرت مبادرات في مجالات جديدة في البحث والتطوير في كافة الوكالات الاتحادية في عام ٢٠٠٣ شملت استخدام تقنية النانو. ركزت المبادرة الوطنية

في الكشف والحماية من المواد الكيميائة الحيوية المشعة القابلة للانفجار (CBRE). أيضاً على الأبحاث الأساسية في مقياس النانو من خلال الاستثمار في نشاطات التحري الرائدة ومراكز وشبكات التميز والبنية التحتية.أضافت المبادرة الوطنية في عام ٢٠٠٤ أولويتين مرتبطتين بالطب الحيوي، الأولى: أنظمة حيوية نانوية من أجل التقدم الطبي ومنتجات جديدة. والثانية حلول تقنية نانو من أجل الكشف والحماية من أسلحة الدمار الشامل.

ب) الوكالات الاتحادية (Federal Agencies)

تستثمر كل وكالة وفقاً للخطة التنفيذية للمبادرة الوطنية لتقنية النانو في مشاريع تساند رسالتها الخاصة وتحتفظ بالتحكم بكيفية التصرف بمواردها وفقاً للمبادرة الوطنية لتقنية النانو بناءً على توفر التمويل. تقيّم كل وكالة نشاطاتها البحثية المرتبطة بالمبادرة الوطنية وفقاً للوائح النتائج والأداء الحكومي(GPRA). يخصص معظم التمويل المقدم للوكالات الحكومية لأطروحات مقدمة كاستجابة لإعلانات عن برامج ومبادرات وتخضع لمراجعة نظير.

١- المؤسسة الوطنية للعلوم National Science Foundation

تملك المؤسسة الوطنية للعلوم خمسة مجالات مبرمجة :

١- البحث والتعليم الأساسي مع تركيز خاص على الأنظمة الحيوية في مستوى النانو. بنى مقياس النانو. عمليات مقياس النانو في البيئة. وعمليات التصنيع في مقياس النانو. مقياس متعدد. نظرية الظاهرة المتعددة. النمذجة والمحاكاة في مقياس النانو.

٢- تمويل التحديات الكبرى للنشاطات متعددة التخصصات والتي تركز على أهم التحديات طويلة الأجل: تصميم مواد بنى النانو. إلكترونيات مقياس النانو. الإلكترونيات الضوئية والمغناطيسية، التصنيع بمقياس النانو. التحفيز الكيميائي. التصنيع الكيميائي. البيئة والرعاية الصحية.

٣- مراكز وشبكات التميز. تقدم الدعم لأكثر من ١٥ مركز بحث وتعليم ستشكل تخصصات متعددة. شبكات متعددة القطاعات من أجل النمذجة والمحاكاة في مقياس النانو. ومنشآت مستخدمين ومجربين تصنيع النانو. انظر أسفلاً.

٤- بنية تحتية للبحث تتضمن التجهيزات والمنشآت من أجل تحسين القياس . التصنيع في مقياس النانو. أجهزة وبرامج من أجل النمذجة والمحاكاة.

٥- الآثار الاجتماعية والتعليمية للتقدم العلمي والتقني للطلاب المعيدين. الزمالة. التدريب. تطوير الخطط الدراسية المرتبطة بعلوم وهندسة النانو. وتطوير أدوات تعليم جديدة.

سيُحلّلُ تأثير تقنية النانو على المجتمع من النواحي القانونية. الأخلاقية. الاجتماعية. والاقتصادية. سيُخططُ التعاون مع وكالة ناسا فيما يخص تقنية وأجهزة النانو ومع المعهد الوطني للصحة في مجال الهندسة الحيوية وأجهزة الدفاع الحيوي. ستنسق مجموعة علوم وهندسة النانو– والتي تضم ممثلين من كل الإدارات نشاطات– المبادرة الوطنية لتقنية النانو في المؤسسة الوطنية للعلوم. سيمثل كل إدارة اثنان في مجموعة علوم وهندسة النانو والرئيس هو ممثل المؤسسة الوطنية للعلوم. تركز مراكز بحث تقنية النانو المدعومة من قبل المؤسسة الوطنية للعلوم على مجالات محددة في علوم وهندسة النانو وتشارك في التعاون مع الصناعة والمعاهد الأخرى.

أ) مركز التقنية الحيوية النانوية في جامعة كورنل

أسست المؤسسة الوطنية للعلوم مركز التقنية الحيوية النانوية (NBTC) في جامعة كورنل كمنشآة علمية وتقنية في عام ٢٠٠٠. يطبق هذا المركز الأدوات والعمليات على التصنيع النانوي والميكروي لبناء أجهزة تدرس الأنظمة الحيوية والتعلم من علم الحياة (البيولوجيا) كيف يمكن تصنيع أجهزة مقياس ميكرو ونانو أفضل. يتضمن عمل المركز إشراك المواد المصنعة بالنانو قابلة للدمج مع المكونات الخلوية بمقياس طولها الذاتي. على سبيل المثال البروتين والحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA). وكذلك التقنية الحيوية النانوية والتي توفر فرصاً لوظائف حيوية تقدم تطوراً وتمثل تحديات قائمة في الربط غير العضوي– الحيوي. يستخدم المركز أدوات بحث تصنيع النانو لسبر الأنظمة الحيوية. وفصل المكونات الحيوية بهدف توصيفها وهندسة المكونات الحيوية ضمن أجهزة مفيدة.

ب) الشبكة الوطنية لمستخدمي تصنيع النانو NNUN

أسست عام ١٩٩٣. تعطي الشبكة الوطنية لمستخدمي تصنيع النانو الباحثين إمكانية الوصول إلى الأجهزة المتقدمة.تتكون الشبكة من منشآت موجودة في خمس جامعات ومدعومة بأكثر من ١١٠٠ باحث في الدراسة وفي الدراسات العليا في عام٢٠٠١. لدى الشبكة خطة لإضافة مراكز وربط منشآت حكومية معها. تتألف الشبكة حالياً من منشآتين محوريتين في شرق الولايات المتحدة وغربها (في جامعة كورنل في ايتاكا.نيويورك وفي جامعة ستانفورد في بالو التو.كاليفورنيا) وثلاثة مراكز إضافية في جامعة هاورد في مدينة واشنطن.وجامعة ولاية بنسيلفينيا وجامعة كاليفورنيا سانتا باربارا والتي تقدم خبرات في مجالات محددة.

ج) جامعة كولومبيا

تتضمن جامعة كولومبيا مركز نقل الالكترونيات في بنى نانوية جزيئية. يعمل المركز مع الصناعة ومختبرات وطنية لتفسير تأثير الشحنات في تطبيقات مثل الالكترونيات . الضوئيات. والطب. يقود المركز أبحاثاً ستأسس لنماذج جديدة لمعالجة المعلومات عن طريق الفهم الأساسي لظاهرة نقل الشحنة للبنى النانوية الجزيئية. يقوم المركز بأبحاث النقل الالكتروني في البنى النانوية الجزيئية ويصمم عوازل للدوائر الجزيئية وبناء جزيئات يمكنها القيام بوظيفة الترانزيستور.

د) جامعة نورثويسترن

يرأس شاد ميركين مركز جامعة نورثويسترن لتقنية تنميط وكشف النانو المدمجة. يركز هذا المركز على تطوير أجهزة تنميط وكشف نانو. يهدف العمل الإبداعي لهذا المركز إلى تصميم المستقبلات. تحويل الإشارة. تكامل الأنظمة. وتقنية جديدة في مجال التشخيص الحيوي والمسح عالي الدفق.

هـ) جامعة ريسنلير بوليتيكنيك

يدير ريتشارد سيغل مركز التركيب المباشر للبنى النانوية في جامعة ريسنلير بوليتكنيك. يعمل المركز مع جامعة الينوي في يوربانا شامبين ومختبر لوس الاموس الوطني في نيو ميكسيكو على مشاريع في علم المواد لإنتاج مركبات وأجهزة توصيل الدواء وحساسات. تتضمن المشاريع البحثية التحري عن مركبات نانوية وظيفية يمكن استخدامها في تطبيقات هيكلية وكهربائية وطبية حيوية متنوعة.

و) جامعة رايس

تضم جامعة رايس مركز تقنية النانو لعلوم الحياة والبيئة. ان ريتشارد سمالي وفيكي كولفين هما معاونا المدير. يركز المركز على الهندسة الحيوية وهندسة البيئة مع التأكيد على كيمياء نانوية وبيولوجيا نانوية. يعمل المركز على مواد نانوية من أجل التطبيقات الطبية الحيوية. بما فيها تطوير علاجات طبية وهندسة وعلوم تشخيص وبيئة. وهو يطور مواد نانوية لمعالجة مشاكل هندسة البيئة المستمرة.

٢- وزارة الدفاع Department of Defence

تستمر تقنية النانو في كونها احد أهم أولويات برامج البحث في وزراة الدفاع في الولايات المتحدة. يركز الاستثمار في تقنية النانو على ثلاثة مجالات مهمة تتضمن أجهزة

نانوية حيوية. تهيكل وزارة الدفاع استثماراتها العلمية والهندسية إلى بحث أساسي, بحث تطبيقي, تطوير استكشافي.ويأتي لاحقاً تحويل العلوم المكتشفة إلى تقنية مبتكرة. تتوفر برامج نقل تقنية عامة من أجل جهود التحويل.

في عامي ١٩٩٩ و ٢٠٠٠ ارتبط جانب واحد من الجوانب الرئيسية لتقنية النانو بالدفاع الحربي الكيميائي والحيوي.كانت الأولوية البحث عن ظواهر جديدة وعمليات وأدوات من أجل الوصف والتصنيع (١٩ مليون دولار أمريكي) والحساسات الكيميائية الحيوية (مليون دولار أمريكي) كانت طريقة دعم البحث والتطوير في الأساس مبنية على برامج جامعية من أجل الباحثين والمراكز, برامج خاصة بمختبرات وزارة الدفاع والبنية التحتية (أجهزة, حاسبات فائقة الأداء).استخدم التمويل في السنة المالية ٢٠٠٢ لزيادة برامج المنح البحثية للمبادرة الوطنية لتقنية النانو المتعلقة باهتمامات وزارة الدفاع والتي تركز على أجهزة حساسات نانوية حيوية.

ضَمّنت وكالة المشاريع البحثية المتقدمة الدفاعية تحسينات كبيرة في مشاريع علوم وتقنية النانو في الخطة الاستثمارية للعام المالي ٢٠٠٣. تضمنت البرامج الجديدة بنى نانوية في البيولوجيا والمعلومات الكوانتية. تتوافق الزيادة مع تقييم مراجعة التوسع الدفاعي لميزانية العلوم والتقنية بمقدار ٣٪ من ميزانية وزارة الدفاع.

أدى حادث الحادي عشر من سبتمبر ٢٠٠١ إلى تركيز متسارع محثوث للابتكار في التقنيات لتحسين الأمن القومي المتعلق بالمواد الكيميائية والحيوية والإشعاعية والمتفجرة ستلعب وزارة الدفاع دوراً رئيساً في جهود هذه الوكالات المتعددة. حيث تقوم مجموعتها الاستشارية في الأجهزة الإلكترونية بمراجعة مجالات تقنية خاصة بإلكترونيات النانو. كان الهدف من ذلك إيجاد دليل إرشادي للاستثمارات العلمية الأساسية في الكترونيات النانو والإلكترونيات الضوئية والمغناطيسيات والتمويل الضروري لتسريع تطوير أجهزة تقنية المعلومات.

خصص الجيش الأمريكي ١٠ ملايين دولار أمريكي كتمويل للأبحاث الأساسية لمراكز أبحاث منتسبة للجامعات صممت معهد تقنية النانو العسكرية (ISN).شكلت مختبرات نافل البحثية معهداً لعلوم النانو لتحسين التفكير متعدد التخصصات والبنى التحتية الحرجة. إن رسالة المعهد هي إجراء بحوث إبداعية متعددة التخصصات في المستوى الداخلي بقياس النانو لمواد والكترونيات ونطاقات حيوية. يجري المعهد أبحاثاً في الذاكرة غير المتطايرة, الحساسات الحيوية والكيميائية, ومناطق الربط الحيوي الإلكتروني.

معهد تقنية النانو العسكرية

اختير معهد ماسيشوستيس للتقنية (MIT) لاستضافة معهد تقنية النانو العسكرية. إن الهدف من مركز التميز البحثي هذا هو تطوير حلول علمية وتقنية بمقياس النانو للجنود. سيمول جهد البحث الأساسي المتوقع بين عامي ٢٠٠٢ و٢٠٠٦ بمقدار ٥٠ مليون دولار أمريكي. بالإضافة لذلك سيقدم ٢٠ مليون دولار أمريكي على شكل عقود ضمنية لمراكز أبحاث الجامعات لتسريع تحول المبادئ إلى تقنية قابلة للإنتاج من قبل الشركاء الصناعيين المشاركين بأبحاث معهد تقنية النانو العسكرية. ستساهم الصناعة بأربعين مليون دولار أمريكي إضافية للتمويل والأجهزة.

سيوظف معهد تقنية النانو العسكرية ١٥٠ شخصاً منهم ٣٥ أستاذاً جامعياً من معهد ماسيشوستس للتقنية من تسعة أقسام من كليات الهندسة والعلوم والتخطيط والعمارة، وسيكون هناك ٨٠ طالب دراسات عليا و٢٠ مشاركاً من حملة الدكتوراه بالإضافة لأعضاء هيئة التدريس. كذلك سيضم المعهد متخصصين من الجيش الأمريكي وشركة دوبونت، رايثون، مستشفى ماسيشوستس العام، ومستشفى برغهام النسائي. إن المستشفيين المذكورين ومعهد ماسيشوستيس للتقنية أعضاء في مركز دمج الطب مع التقنية الابتكارية. سيركز معهد تقنية النانو العسكرية على ٦ قدرات عسكرية وهي: (١) كشف التهديد (٢) إزالة التهديد (٣) التمويه (٤) تحسين الأداء البشري (٥) المعالجة الطبية الآلية الآنية (٦) التقليل من الأثر اللوجيستي المواضيع الموجهة من قبل سبعة فرق بحثية هي:

١- مواد امتصاص الطاقة.
٢- مواد نشطة ميكانيكية من أجل الأجهزة والدروع الواقية.
٣- إدارة الكشف والتوقيع.
٤- مواد حيوية وأجهزة نانوية من أجل التقنية الطبية العسكرية.
٥- أنظمة من أجل تصنيع ومعالجة المواد.
٦- النمذجة والمحاكاة.
٧- الأنظمة المدمجة.

تخدم رايثون ودوبونت والمستشفيين كمؤسسات صناعية شريكة والتي ستعمل بجانب معهد تقنية النانو العسكرية، ومركز ناتك العسكري، ومختبرات بحثية أخرى للتقدم بعلوم المنتجات الجاهزة للميدان.

٣– الإدارة الوطنية للطيران والفضاء (وكالة ناسا)

تركز وكالة ناسا على التقدم واكتشاف مناطق التقارب بين تقنية النانو, التقنية الحيوية, والتقنية المعلوماتية المرتبطة باستكشاف الفضاء. تتصور الوكالة مركبات طائرة ومركبات فضائية مصنوعة أقوى بعشرة أضعاف واخف من نصف وزن المواد الحالية. تحوي مثل هذه الأجهزة حساسات مضمنة , محركات, وأجهزة تراقب الصحة في الموقع أثناء مهمة فضاء طويلة وتنفيذ صيانة ذاتية للمركبة. ستوسّع أنظمة المعلومات والأنظمة العلمية المبنية على إلكترونيات النانو من إمكانيات السيليكون وتعطي القدرة لإتمام مهمة معقدة بشكل مستقل. تشارك المجالات الهامة لأبحاث وكالة ناسا والتطور التقني في إنتاج مواد للطيران ذات أداء عالٍ تتضمن أنابيب نانوية كربونية ومركبة تتحمل الحرارة العالية وكثافة عالية جداً, وقدرة منخفضة وأنظمة معلومات تعمل في الفضاء وإلكترونيات وأنظمة حساسات وأنظمة مركبات فضائية قوية وعالية الحساسية, وأنظمة لرعاية صحة الإنسان في الموقع.

تساهم استثمارات ناسا في علوم وتقنية النانو في عدة مختبرات (بشكل رئيس مختبر اميس, لانجلي, مختبر جت بروبلوشين) ودعم البحوث الخارجية. تضمنت أولويات تقنية النانو في عام ٢٠٠١ الحساسات الحيوية والأجهزة الطبية. كانت المواضيع الرئيسة والبرامج الجديدة في السنة المالية ٢٠٠٢ كالتالي :

- أساليب تصنيع من أجل أنابيب نانوية كربونية احادية الجدار من أجل تعزيز بنية والكترونيات ومغناطيسية وانزلاقية الأجهزة الضوئية, الحساسات الكيميائية والحساسات الحيوية.
- أدوات من أجل تطوير أجهزة ذاتية التشغيل يمكنها الحس, التكلم, الاتصال والعمل كشبكة لتوسيع قدرات الإنسان ما بعد حدود الإدراك الطبيعي.
- روبوتات تستخدم إلكترونيات النانو, حساسات حيوية, أنظمة عصبية صنعية.

تستثمر ناسا أكثر من بليون دولار أمريكي في العام لفهم التطبيقات الاجتماعية والأخلاقية لتقنية النانو مع التركيز على مجال مراقبة صحة الإنسان. لقد أعُطيت مراكز أبحاث الجامعات الفرصة لترتيب الأبحاث من الطلاب وحملة الدكتوراه ومنها فرصة العمل في مراكز ناسا.

ركز برنامج أساسي في علوم النانو لوكالة ناسا في عام ٢٠٠٣ على أبحاث الأنظمة الجزيئية الحيوية كمبادرة من المركز الوطني للسرطان (NCI). والتركيز الآخر كان على التقنية

الحيوية والبنية الحيوية. تهتم ناسا كما أسلفت سابقاً بالتقدم واستكشاف مناطق التقارب بين تقنية النانو, والتقنية الحيوية, وتقنية المعلومات.

إن التعاون تحديداً هو مهم لناسا. فهي تعرفت على أهمية استيراد التقنية من الوكالات الاتحادية الأخرى. وبما أن تقنية النانو في بدايتها , ستستفيد ناسا من الطيف الواسع لأبحاث المعرفة الأساسية المنجزة من الوكالات الاتحادية الأخرى ستركز ناسا على احتياجاتها الفردية مثال ذلك أجهزة منخفضة الطاقة ومواد عالية القوة يمكنها العمل في بيئة الفضاء. ركز برنامج مُشتَرك مع المعهد الوطني للسرطان على المراقبة غير الجراحية لصحة الإنسان عبر التعرف، وكشف التوقيع الجزيئي نتيجة لوجود اهتمام مشترك في هذا المجال.

تنظر ناسا إلى الأعمال المدعومة من المؤسسة الوطنية للعلوم من أجل مجال واسع من البيانات تبدأ من الأبحاث الأساسية والأعمال المرتبطة بالدعم المباشر لمجالات التحديات التي تختارها الوكالات للتعاون مع وزارة الدفاع (مواد هيكل الطائرات الفضائية, أجهزة لا تتأثر بالإشعاعات, صور عالية الدقة), وكذلك مع المعهد الوطني للصحة (مراقبة غير جراحية لصحة الإنسان عبر التعرف وكشف التوقيع الجزيئي, الحساسات الحيوية) وكذلك مع وزارة الطاقة (مختبر على رقاقة, مراقبة البيئة).

زادت ناسا من مشاركات الجامعات في برامج التقنية الحيوية عبر جوائز تنافسية بين ثلاثة معاهد بحثية جامعية هندسية تقنية (URETIs) في السنة المالية ٢٠٠٣. أحد مجالات الاهتمام هو اندماج التقنية الحيوية متناهية الصغر. تبلغ قيمة كل جائزة حوالي ٣ ملايين دولار أمريكي سنوياً لمدة ٥ سنوات مع إمكانية تمديد الجائزة لمدة ٥ سنوات إضافية. أسس مكتب ناسا لتقنية الطيران في الفضاء والكائن في العاصمة واشنطن سبعة معاهد بحثية جامعية هندسية تقنية . كل واحد منها في مجال الاهتمام الإستراتيجي طويل الأجل للوكالة. تخصصت جامعة كالفورنيا في لوس انجلوس بدمج تقنية الحيوية متناهية الصغر وتقنية المعلومات. أما جامعات تكساس وبرينستون فتخصصت في مواد التقنية الطبية الحيوية وهيكل المركبات الفضائية. تعطي الشراكات الجديدة ناسا مساعدة في الأبحاث الملحّة في تقنية النانو. وقد انخفض الاتصال مع مجتمع البحث الجامعي عبر السنين. حيث تملك كل المشاريع المستقلة داخل المعاهد دعماً من الصناعة ومن الجامعة.

الدور الأولي لكل معهد متمركز في الجامعة هو إنجاز بحث وتطوير يزيد من الفهم الأساسي لظاهرة تقنية النانو وتحريك التقدم الأساسي من الاكتشاف العلمي إلى التقنية

الأساسية. تقدم المعاهد أيضاً دعماً للطلاب وطلاب الدراسات العليا ولتطوير الخطط الدراسية, وتبادل الخبراء , وفرص التعليم, والتدريب في المبادئ العلمية والهندسية المتقدمة للقوى العاملة في طيران الفضاء.

٤– المعهد الوطني للصحة National institute of Health

يدعم المعهد الوطني للصحة (NIH) مجالاً واسعاً من مجالات البحث في التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر (نانو) مثل :

- كشف المرض قبل التدهور الكبير للصحة.
- كاشفات تباين ذكية في تصوير الرنين المغناطيس.
- حساسات من أجل التعرف على اضطرابات الاستقلاب والعدوى.
- أجهزة قابلة للزرع في الجسم من أجل المراقبة المباشرة الآنية.
- تلبيس حيوي نشط للتحكم بالتفاعل مع الجسم.
- أجزاء يمكن دمجها مع الجسم مدى الحياة.
- توصيل العلاج.
- قضايا متعلقة بالانحلالية والسمية والتوصيل محدد الجانب.
- الإحساس والإدراك المدمج.
- توصيل العلاج الجيني.

كان المعهد الوطني للتصوير الطبي الحيوي والهندسة الحيوية (NIBIB) في مرحلة تشكيله لدى المعهد الوطني للصحة ويدأ المعهد بالعمل في السنة المالية ٢٠٠٢. تنسق الهيئة الاستشارية للهندسة الطبية (BECON) في المعهد الوطني للصحة برامج الأبحاث والتي تتضمن أبحاث تقنية النانو عبر المعهد الوطني للتصوير الطبي الحيوي والهندسة الحيوية. أخذ المعهد الوطني للصحة عددا من برامج التطوير والبحث في تقنية النانو تحت مظلة مبادرته البحثية للعام المالي ٢٠٠٢.

يشترك الطب الوراثي (الجيني) بالتسلسل كبير المقياس للمساعدة في تفسير تسلسل جينات الإنسان وتعريف وتوصيف الجينات المسؤولة عن تباين الأمراض. هناك خطة لزيادة الاستثمارات في أبحاث تقنية النانو لتطوير أجهزة جديدة يمكنها جمع تسلسل الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) وبيانات معنى الجينات من المرضى, وأساساً من أجل التعرف على الجينات المسببة للإمراض ومن ثم تشخيص الشكل المحدد للمرض الذي يملكه المريض ومن ثم إيجاد المعالجة المناسبة لعلاج المرض.

إن القصد من وراء المبادرة في الأبحاث السريرية (الإكلينيكية) هو إيجاد جسر بين الاكتشافات الأساسية والعلاجات الجديدة في المستقبل بما فيها التقدم في تقنية النانو من أجل تطوير حساسات بصمة المرض وتشخيصه.

٥– وكالة حماية البيئة Environmental Protection Agency

تعترف وكالة حماية البيئة أن أبحاث تقنية النانو سيكون لها تأثير كبير على البيئة من خلال مراقبة ومعالجة المشاكل البيئية, تخفيض الانبعاث الناتج من مجال واسع من المصادر, وتطوير تقنيات معالجة خضراء (صديقة للبيئة) تقلل من توليد المواد غير المرغوب فيها لدى المنتجات. سيسمح البحث المشارك في دمج كتل البناء الحيوي مع مواد وأجهزة صنعية بتطوير حساسات أكثر حساسية وأصغر.

تتضمن الأهداف وصفاً مُحسّناً لمشاكل البيئة, تخفيضاً كبيراً للتأثير البيئي من أجل طرائق تصنيع نظيفة, كذلك تخفيض استخدام المواد والطاقة. لقد تم تقييم التأثير المحتمل لجزيئات النانو المرتبط بالتطبيقات المختلفة لصحة الإنسان والبيئة. إن أهم مجالات الاهتمام المرتبطة بتقنية النانو هي الجسيمات المعلقة في الهواء, الغرويات, هواء وماء نظيفين, قياس وتخفيض جسيمات النانو في الهواء والماء والتربة.

ينظم مكتب البحث والتطوير (ORD) أبحاث وكالة حماية البيئة في تقنية النانو. كما ينظم المركز الوطني لأبحاث البيئة (NCER) الطلبات الخارجية من أجل منحة. كما يدعم عدد محدود من مشاريع تقنية النانو من خلال برنامج مركز إبداع الأعمال والذي يساعد الأعمال التي تشغل أقل من ٥٠٠ عامل لتطوير وتسويق تقنيات بيئية جديدة. يربط مركز إبداع الأعمال الإبداعات الجديدة مع برامج وكالة حماية البيئة في التحكم بتلوث الماء والهواء وإدارة المخلفات الصلبة, الوقاية من التلوث, ومراقبة البيئة. تتضمن المنشآت داخل الوكالة المختبر الوطني لأبحاث التعرض والمختبر الوطني لأبحاث إدارة المخاطر وقد تتوسع لتضم مختبرات خاصة بمكتب البحث والتطوير في المستقبل.

في عام ٢٠٠٣, نُظمت أبحاث وكالة حماية البيئة حول نموذج تقييم وإدارة المخاطر. جمعت أبحاث على صحة الإنسان وتأثير البيئة والتعرض وتقييم المخاطر سوية لاتخاذ قرارات في إدارة المخاطر. ويمكن وصف أبحاث في التطبيقات والآثار البيئية في تقنية النانو ضمن إطار العمل هذا. قد تقدم تقنية النانو الوعد بوصف مُحسّن لمشاكل البيئة, تخفيض كبير للتأثير البيئي من أجل طرائق تصنيع نظيفة, كذلك تخفيض استخدام المواد والطاقة.

على كل حال، كذلك يتم تقييم التأثير المحتمل للجسيمات النانوية من مختلف التطبيقات على صحة الإنسان والبيئة. تغطي الأبحاث التي بدأت في عام ٢٠٠٢ الحساسات والآثار البيئية لتقنية النانو.

يدير المركز الوطني لأبحاث البيئة المنح والبرامج. تتضمن الأبحاث الحالية المختبر الوطني لأبحاث التعرض والمختبر الوطني لأبحاث إدارة المخاطر. ويمكن أن يشمل مختبرات أخرى لمكتب البحث والتطوير في المستقبل. خططت وكالة حماية البيئة لاكتشاف التعاون في أبحاث تقنية النانو مع وكالات أخرى. بالتحديد، تشارك وكالة حماية البيئة ووزارة الزراعة اهتمامات مشتركة محددة في أبحاث تقنية النانو، على سبيل المثال، في مجالات تطبيقات التقنية الحيوية، مراقبة المبيدات، وسلامة الغذاء.

ثالثاً: التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر في أوروبا
BIOMEDICAL NANOTECHNOLOGY IN EUROPE

أ) مقدمة

اقتصادياً، تركز الإستراتيجية الحساسة لتقنية النانو على الأسواق المتخصصة والتي لا تحوي حلول تقنية مؤسسة ورخيصة ومتوفرة تجارياً. ولكن أي الأسواق المتخصصة قريبة من تقنية النانو؟ في أوربا، قد تكون أسواق الرعاية الصحية وعلوم الحياة أفضل البؤر من أجل التركيز عليها. إن مثالاً مبكراً على جهاز الأسواق المتخصصة هو تقنية التشخيص "مختبر على رقاقة" والذي يكون اقتصاديًا وسهل الاستخدام. يعد معهد تقنية النانو في المملكة المتحدة مروجاً لهذه الإستراتيجية. أعدت دراسات الجمعية الألمانية للمهندسين/ مركز التقنية والحكومة الأرضية من أجل مراكز تنافسية حكومية اتحادية في تقنية النانو. يجري تحري مكامن تقنية النانو بالتفصيل من أجل تطبيقات لقطاعات متنوعة تتضمن الطب والصيدلة وعلوم الحياة. تقوم مراكز التنافس والتي أسست في عام ١٩٩٨ بجمع منظمات الأبحاث والصناعة لحثها على نقل تقنية النانو. تتبع هذه السياسة مثال المناطق الحيوية والتي اعطت قطاع التقنية الحيوية في ألمانيا دفعة للأمام. قد تملك منظمات وحكومات أخرى أفكارها الخاصة حول الأسواق المتخصصة من أجل تتبعها ولكن من الضروري أن نضع باعتبارنا أن التطورات التقنية والاقتصادية تتحرك بسرعة والعديد من المتنافسين يعملون لنشر التطبيقات نفسها من أجل الأسواق المتخصصة وأسواق تنافسية أكثر نضجاً.

بالنسبة للاتحاد الأوربي وصانعي القرار الوطني فإن الارتباط الاجتماعي للأبحاث ليس مقصوراً على الربح الاقتصادي من العمالة والتنافس في الصناعة. يمول صانعو القرار الأبحاث بأموال دافعي الضرائب، وتتضمن أولوياتهم رعاية صحية أفضل , تنمية مستدامة, ومنافع أخرى. قد يتنبأ احدهم في هذه المرحلة, بأن تقنية النانو ستساهم بطب وتقنيات طبية حيوية أفضل. على كل حال، إنه من الصعب أن تحصي الأثر.

يغطي هذا الفصل التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر فقط في برامج أبحاث الاتحاد الأوربي وفرنسا وألمانيا ومبادرات تقنية النانو الرئيسية في المملكة المتحدة بما فيها تلك التي تهدف إلى التطبيقات الطبية الحيوية، والتي تجري حالياً في العديد من الدول الأوربية , ومنها سويسرا الأكثر نشاطاً.

ب) التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر (نانو) في برنامج أبحاث الاتحاد الأوربي

يمتد برنامج العمل السادس للأبحاث في الاتحاد الأوروبي في الفترة من عام ٢٠٠٢ حتى عام ٢٠٠٦ ويهتم بتقنية النانو كمجال ذو أولوية للتطور الأوربي (انظر الجدول رقم ١,٢) بينما تشير التطبيقات الواسعة لتقنية النانو إلى أن تأثيرها سيكون محسوساً في كامل البرنامج. فان الأولوية الثالثة (تقنيات النانو وعلوم النانو , مواد متعددة الوظائف مبنية على المعرفة, عمليات وأجهزة إنتاج جديدة) ستكون المركبة الرئيسية للأبحاث في هذا المجال. بالجمع بين تقنيات النانو وعلم المواد والتصنيع وتقنيات أخرى مثل التقنيات المبنية على علوم الحياة أو علوم البيئة فانه من المتوقع أن يقود العمل في هذا المجال إلى اختراقات وابتكارات راديكالية في شكل التصنيع والاستهلاك. النية هي الترويج لتحويل الصناعة التقليدية إلى قطاعات تقنية عالية مترابطة جديدة من خلال دعم الصناعة والترويج للتنمية المستدامة عبر نشاطات تمتد من البحث الأساسي إلى تطوير المنتج وتتقاطع مع كل المجالات التقنية من علم المواد إلى التقنية الحيوية.

تتضمن مجالات العمل المعرفة بأنها مناسبة للتمويل من برنامج العمل السادس :

١- أدوات عمليات القيادة والبحث والتطوير متضمنة آليات ومحركات جزيئية حيوية وذاتية التركيب.

٢- الربط الجهازي بين أنظمة حيوية وأنظمة لا حيوية, وهندسة سطح إلى ربط من أجل التلبيس الذكي.

٣- تقديم دعم هندسي من أجل تطوير المواد. تصميم مواد جديدة. مثل آليات حيوية ومواد ذاتية الإصلاح ومواد مستدامة.

٤- تقنيات نانو مدمجة من أجل تحسين الأمن وجودة الحياة بشكل خاص في مجالات الرعاية الصحية ومراقبة البيئة.

الجدول رقم(١,٢). تمويل برنامج العمل السادس في الاتحاد الأوروبي.

	مليون €
تركيز ودمج مجتمع البحث	**١٣،٣٤٥**
١- علوم الحياة. الجينات. التقنية الحيوية من أجل الصحة	٢،٢٥٥
٢- تقنية المعلومات	٣،٦٢٥
٣- تقنيات النانو وعلوم النانو . مواد متعددة الوظائف مبنية على المعرفة. عمليات وأجهزة إنتاج جديدة	١،٣٠٠
٤- الطيران والفضاء	١،٠٧٥
٥- جودة وسلامة الغذاء	٦٨٥
٦- التنمية المستدامة. التغيرات العالمية. الأنظمة الاقتصادية	٢،١٢٠
٧- المواطنون والحكومة في مجتمع المعرفة	٢٢٥
نشاطات خاصة تغطي مجالاً واسعاً من الأبحاث	١،٣٠٠
نشاطات غير نووية لمركز الأبحاث المشتركة	٧٦٠
هيكلة منطقة البحث الأوربي	**٢،٦٠٥**
تقوية مؤسسات منطقة البحث الأوربي	**٣٢٠**
برنامج EURATOM	١،٢٣٠
	١٧،٥٠٠

التحديات في مجال أبحاث المواد هي صناعة مواد ذكية تدمج الذكاء والوظيفية والتحكم الذاتي. لن تقدم المواد الذكية فقط إجابات إبداعية للاحتياجات القائمة بل ستسرع التحول من الصناعة التقليدية إلى منتجات وعمليات عالية التقنية. ينظر إلى المواد متعددة الوظائف المبنية على المعرفة على أنها مساهم في صناعة القيمة المضافة والتنمية المستدامة. يجب ترجمة البحث القوي في هذا المجال إلى ميزات تنافسية للصناعات الأوربية الهدف الآخر لحزمة العمل هو الترويج واستيعاب تقنية النانو في الصناعات القائمة بما فيها الأنظمة الصحية والطبية.تتضمن الأولويات :

- حساسات جديدة وأكثر حساسية من أجل كشف المخاطر الصحية والبيئية.
- تطوير الجينات والتقنية الحيوية من أجل الصحة.

obeikandl.com

- تطوير التقنية من أجل استكشاف المعلومات الجينية, خاصة في منطقة الإتقان العالي والحساسية لمصفوفات الخلايا الوظيفية.
- تحسين أنظمة توصيل الدواء.

ج) فرنسا France

تعد تقنيات التصغير وإلكترونيات النانو البؤر الرئيسة لأبحاث تقنية النانو في فرنسا. تملك فرنسا إمكانيات كبيرة لأبحاث تقنية النانو في المركز الوطني للبحث العلمي (CNRS) وجامعاتها وكذلك سجل جيد في نقل التقنية من البحث إلى الساحة التجارية. يمول المركز الوطني للبحث العلمي بالاشتراك مع الصناعة الأبحاث المرتبطة بالنانو في العشرات من المختبرات المنتشرة على طول البلاد. يجري العمل المشترك من قبل المؤسسات الكبرى مثل افنتيس وايرليكويد. نادي تقنية النانو هو هيئة فرنسية تروج للتعاون وتبادل المعلومات.

إن ميناتك (مركز الإبداع في تقنية الميكرو والنانو) هو الجوهرة في تاج البحث الفرنسي, يتمركز هذا المركز في هيئة الطاقة الذرية في مدينة غرونوبل الفرنسية. يساعد المركز ذو تكلفة ١٧٠ مليون جنيهاً استرلينياً الشركات الناشئة وكذلك برامج تجريبية للشركات متوسطة الحجم ويساهم في برامج البحث والتطوير للشركات الكبرى. وهو يجمع أيضاً هيئة الطاقة الذرية مع منظمة بيت تقنية النانو والميكرو. تتضمن مراكز غرونوبل مصادر للترويج للاهتمامات التقنية والاقتصادية, دعم العمليات الناشئة, تقديم مكاتب للشبكات الوطنية والأوربية المتخصصة في تقنية الميكرو والنانو.

١- مبادرات وسياسات الحكومة

منذ عام ١٩٩٩, تحاول الحكومة الفرنسية المركزية اختيار مشاريع البحث والتطوير في تقنية النانو والميكرو ومواد بنى نانوية. تم التنسيق في السنوات الأخيرة بين مراكز الأبحاث التنافسية في تقنية الميكرو والنانو. وأسست شبكة الأبحاث والإبداعات التقنية من قبل وزارة البحث والتقنية. كما أسست شبكة أبحاث تقنية الميكرو والنانو في عام ١٩٩٩ وتقدم تمويلاً سنوياً قدره ١٠ مليون جنيه. وتتضمن برامجها تقنية من أجل الصحة والجينات.

كانت فرنسا قبل عام ٢٠٠٢ لاعباً صغيراً في أوربا بمفهوم تمويل تقنية النانو. ولكنها زادت استثماراتها منذ عام ٢٠٠٣ عبر برامج تنسيق وطني وتهتم أساسا بالتالي :

أ) تطوير وتحديث أجهزة المراكز التقنية وتنظيف الغرف وفتح المراكز لاستقبال المختبرات والشركات.

ب) الترويج لأهم المشاريع الإبداعية العلمية وربط أفضل مراكز البحث في المجال بشبكات لتتمكن من التقدم بطرائق متعددة التخصصات.

ج) تشجيع التنقل عبر المراكز واستقبال باحثين أجانب وطلاب دكتوراه ودارسين ما بعد الدكتوراه.

د) تأسيس شركات ناشئة.

هـ) تطوير نشاطات التدريس في مستويات متنوعة.

بدأ البرنامج الوطني لعلوم النانو (انظر الجدول رقم ١,٢) في عام ٢٠٠٣ بتمويل قدره ١٥,٣ مليون جنيه إسترليني من المركز الوطني للبحث الوطني وشبكة أبحاث تقنية الميكرو والنانو وهيئة الطاقة الذرية. بالإضافة لذلك قامت مجموعة علوم النانو بتمويل وقدره ١٢ مليون جنيه إسترليني من أجل (١) طلب مقترحات بحثية تتضمن مجال علوم نانوية حيوية و(٢) مشاريع مدمجة تتضمن عمارة الأنظمة الهجينة مع مكونات نانوية عضوية وغير عضوية. بالمجمل فإن التمويل الفرنسي لتقنية النانو يقارب ١٠٠ مليون جنيه استرليني خلال ٣ سنوات، ويبدأ من عام ٢٠٠٣، ويغطي خمسة مراكز:

IEMN, Lille (www.iemn.univ-lille1.fr)
Laboratory for Analysis and Architecture of Systems (LAAS), Toulouse (www.laas.fr)
MINATEC, Grenoble (www.minatec.com)
MINERVE, Paris Sud (www.u-psud.fr/evenement.nsf/projetminerve.html)LPN

٢- الشبكات

تتواجد ١٢ شبكة تقنية نانو في فرنسا وفقاً لاستبيان أجراه الاتحاد الأوربي منهما اثنتان تتعلقان بالتقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر. تجمع شبكة تولوز للرقائق الحيوية ثمانية شركاء في عمل متعدد التخصصات؛ لتطوير جيل جديد من الرقائق الحيوية الصغيرة من خلال عمليات الإنتاج. يدار التنسيق من خلال مختبر تحليل وتصميم الأنظمة في المركز الوطني للبحث العلمي.

نادي تقنية النانو www.clubnano.asso.fr هو مكان حيث يلتقي الباحثون والصناعة لتبادل المعلومات في تقنية النانو. ورئيس النادي هو السيد بويش وهو المدير التقني لشركة اجينو. تتضمن الأعمال مجالات القياس والتصنيع والمواد والأنظمة والتقنية الحيوية.

د) ألمانيا Germany

إن نموذج البحث الألماني في تقنية النانو مشهور عالمياً.فمنذ نهاية ثمانينات القرن الماضي ساندت الحكومة الألمانية الأبحاث الفردية ومشاريع التطوير في تقنية النانو. قدمت الهيئة الألمانية للمهندسين وهي المنظمة المسؤولة عن إدارة البرنامج الوطني في تقنية النانو باسم "وزارة التعليم والعلوم والبحث والتقنية" وثيقة إستراتيجية في عام ١٩٩٨ بعنوان (الفرص في عالم النانو) معرفةً أهمية تقنية النانو لمستقبل الصناعة في ألمانيا.تملك ألمانيا بنية تحتية بحثية وكانت بعض التعديلات المتواضعة لازمة لمواجهة التحديات الجديدة في تقنية النانو.

كنتيجة لوثيقة الإستراتيجية, توفر تمويل لست شبكات تنافسية موزعة في ألمانيا. بالإضافة لذلك تمول الحكومة الاتحادية عدداً من المشاريع في مجالات مثل المسح عالي الدفق بمساعدة الليزر للمواد عضوية وغير عضوية, تطبيقات تقنية النانو في الإلكترونيات والطب والصيدلة, وتقنية النانو الحيوية. تقدم الحكومة الألمانية مساندة قوية لتقنية النانو. فلقد زاد تمويل الأبحاث ذات الأولوية في تقنية النانو باطراد منذ عام ١٩٩٨. وزاد الإنفاق على المشاريع من ٢٧,٦ مليون جنيه إسترليني في عام ١٩٩٨ إلى ٨٨,٥ مليون جنيه إسترليني عام ٢٠٠٢(انظر الجدول رقم ١,٣).

بلغت ميزانية أبحاث تقنية النانو لعام ٢٠٠٣ حوالي ١١٢,١ مليون جنيه إسترليني, حيث خصص ١١٠,٦ مليون جنيها إسترليني لمشاريع التعاون البحثي بين معاهد أبحاث جامعية وغير جامعية والصناعة. وخصص المبلغ المتبقي لتمويل التنسيق وتحسين التعاون بين شبكات تقنية النانو الست والتي انطلقت عام ١٩٩٨. من المتوقع أن تقدم الشركات المشاركة بمشاريع التعاون البحثي تمويلاً مماثلاً. قي عام ٢٠٠١ على سبيل المثال ساهمت الصناعة ب ٤٢مليون جنيه إسترليني من أجل التعاون في البحث والتطوير. وفي مجال التقنية توفر ٩,٦ مليون جنيه إسترليني من أجل أبحاث التقنية النانو حيوية وتطبيقاتها. يوزع التمويل في ألمانيا على شبكة من معاهد الأبحاث (فراونهوفر, ماكس بلانك, لايبنيز) والجامعات. تخدم المعاهد كرابط فعال بين الأبحاث الأساسية والصناعة وتساعد في تحويل الأبحاث الأساسية إلى تطبيقات. المؤسسات الممولة هي الوزارة الاتحادية للعلوم, مؤسسة البحث الألماني, والمعاهد الثلاثة السابقة, مؤسسة فولكسفاغن, والولايات (المقاطعات) الألمانية.

الجدول رقم(١,٣). الإنفاق الحكومي الألماني السنوي على برامج تقنية النانو ذات الأولوية.

البرنامج	المدة	مجموع التمويل (مليون جنيه)
بنى النانو الجانبية	١٩٩٨- ٢٠٠٤	١٤,٣٢
نانو- الكترونيات ضوئية	١٩٩٩- ٢٠٠٣	١,٥٣
تقنية الأشعة السينية	١٩٩٩- ٢٠٠٤	٥,١١
أفلام فائقة الرقة	١٩٩٩- ٢٠٠٣	٣,٠٧
أنظمة وظيفية عالية الجزيئات	١٩٩٨- ٢٠٠٥	١٥,٣٤
تحليل النانو	١٩٩٧- ٢٠٠٥	١٧,١٣
الهندسة فائقة الإتقان	١٩٩٩- ٢٠٠٤	٣,٥٨
التقنية النانو حيوية	٢٠٠١- ٢٠٠٤*	٤,٠٩
مراكز تنافسية في تقنية النانو	١٩٩٨- ٢٠٠٣	٧,٦٧

* من المتوقع أن يتجاوز الإنفاق على مشاريع التقنية النانو حيوية عام ٢٠٠٤ من خلال توفير تمويل إضافي
المصدر: تقرير حقائق البحث ٢٠٠٢, وزارة التعليم والبحث , يناير ٢٠٠٢.

١ – الإستراتيجية

في مؤتمر عقد في بون من ٦- ٧ مايو ٢٠٠٢ قدم وزير البحث الألماني ايدلغارد بولمان إستراتيجية الحكومة في تقنية النانو مع نظرة عامة على نقاط القوة والنشاطات البحثية الألمانية في هذا المجال. وضعت ورقة الإستراتيجية مقياس لترويج تقنية النانو والتي تشمل مواضيع تمويل البحث والتطوير, دعم الباحثين الشباب, والحوار الشعبي عن الفرص والمخاطر. النظرة العامة على التنافسية الدولية لألمانيا في مجال تقنية النانو تشمل مستوى التمويل, أولويات البحث, والاقتصاد المحتمل لتقنية النانو في ألمانيا. بلغ إجمالي الإنفاق على البحث والتطوير في تقنية النانو في عام ٢٠٠١ في ألمانيا ٢١٧,٣ مليون جنيه إسترليني. يتضمن هذا المبلغ ١٥٣,١ مليون جنيه من القطاع العام (تمويل مؤسسي وتمويل مشاريع) ومبلغ ٦٤,٢ مليون جنيه من مصادر الصناعة.

لقد عرفت الحكومة الألمانية أهمية تقنية النانو كتقنية مفصلية لمجال واسع من القطاعات ومن ضمنها التقنية الحيوية والتحليلات. وهذا ما دفعها لجعل تقنية النانو من أولويات البحث ودعم استكشاف الاقتصاد الكامن وخلق فرص العمل والحوار حول الفرص والمخاطر. نشرت وزارة التعليم والبحث الاتحادية إستراتيجية بعنوان"تقنية النانو في ألمانيا: منشآت جديدة إستراتيجية" والتي قدمت نظرة عامة عن أولويات البحث والتطوير في

ألمانيا ونقاط القوة في مجالات مختلفة من تقنية النانو كما نشرت ورقة بعنوان "تقنية النانو في ألمانيا: شروط المكان" وكلتا الورقتين نشرتا باللغة الألمانية وتتوفران على موقع وزارة التعليم والبحث www.bmbf.de كما تتوفر معلومات عن تكتلات تقنية النانو في ألمانيا على الموقع التالي www.nanonet.de وهو يتضمن معلومات باللغة الانكليزية أيضاً. يذكر الموقع أعضاء كل تكتل. تقوم وزارة التعليم والبحث باستمرار بوضع أولويات برامج البحث ضمن إطار عمل تقنية النانو منذ عام ١٩٩٩ والتقنية الحيوية متناهية الصغر منذ عام ٢٠٠٠:

- أبحاث المواد (مواد نانوية, تحليلات, طبقات).
- تقنية أنظمة الميكرو (طبقات حساسة)
- تقنية حيوية (نظام توصيل الدواء, معالجة البيانات بالجزيئات الحيوية).

٢–التقنية الحيوية متناهية الصغر

بدأت وزارة التعليم والبحث في عام ٢٠٠٠ برنامج التقنية الحيوية متناهية الصغر والمكرس لتمويل مشاريع بحثية متعددة التخصصات مرتبطة بـ:

- تطوير عمليات التحليل والتوصيف بدقة في مجال النانومتر
- تأسيس تقنيات تصنيع إغراض كيميائية حيوية تماثلية وظيفية.
- تطوير تقنيات تفاعل من أجل تحليل علاقات نشاط البنية.
- استخدام الآليات الحيوية ذاتية التركيب من أجل تطوير طبقات وسطوح وظيفية.
- تصميم وتطبيقات أدوات خلوية وجزيئية وآلات.

إن نشاط التمويل هو مبادرة مشتركة بين برنامج تقنية الكيمياء والفيزياء لوزراة التعليم والبحث الاتحادية مع برنامج إطار العمل للتقنية الحيوية لنفس الوزارة. خصص مبلغاً إجمالياً وقدره ٥٠ مليون جنيه إسترليني لمدة ٦ سنوات. وهو يكمل نشاطات التمويل الحالية في مجالات تقنية النانو, البروتيوميات, علم المواد, وعلوم أخرى. الأهداف الرئيسة لبرنامج تقنية نانو حيوية هي:

- تحويل سريع للخبرة الحيوية إلى تقنية نانوحيوية
- استخدام الأغراض الحيوية بحجم النانو في الأنظمة التقنية.
- استكشاف انتقائي لتقنية النانو في التقنية الحيوية والطب.

بسبب تنوع تطبيقات تقنية نانو حيوية, فان المشاريع المشتركة مرتبطة بنطاق واسع من المجالات البحثية على سبيل المثال(١) تطبيقات جزيئات النانو في توصيل الدواء وأنظمة

التشخيص. (٢) استخدام سطوح حيوية لبنى نانوية في الأنظمة الحيوية على سبيل المثال تخزين البيانات. (٣) تطوير حساسات حيوية ومصفوفات ميكروية. معلومات أكثر يجدها القارئ في www.nanobio.de.

٣–شبكات التنافس

تمول عدة شبكات تنافس أبحاث إضافية في التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر. أحد هذه الشبكات هي "نانوتكنولوجي": وظيفة من خلال الكيمياء. في معظم البلدان الصناعية، تزداد تطبيقات المبادئ الكيميائية لتحضير مواد بنية نانوية في حقل الصيدلة، دهان التشتت، تحسين المحفزات والأصماغ، عمليات تفريغ وتلطيخ. شاركت ١٨ جامعة و٢٥ مركز بحث و٥٠ شركة صغيرة ومتوسطة و١٥ شركة كبيرة و٥ مجموعات رأسمالية استثمارية بمركز افتراضي تنافسي يغطي كامل السلسلة القيّمة (تعليم، بحث، تطوير، إنتاج، وتسويق).

شبكة أخرى هي "نانوبيونت" والتي تهدف لتطوير تطبيقات تقنية نانو حيوية في مجالات الصيدلة، الطب الحديث، المركبات الضوئية الصنعية، تلبيس ضد الجراثيم، أقمشة وظيفية. تتعاون جامعات و٥٠ شركة في سارلاند، راينهيسن، ومنطقة فالز.

إن جمعية منستر للتحليل الحيوي هي شبكة أعمال وعلوم وكيانات حكومية تركز على نشاطات التحليل الحيوي في منطقة منستر. تعد شبكات التنافس الوطنية لتؤهل المصنعين المحليين لتسويق تقنية النانو. تتعاون الشركات الكبيرة بشكل فعال ضمن هذه الشبكات وتهتم جداً بالتطوير الجديد. الهدف الآخر هو خلق فرص عمل ضمن قطاع الابتكارات في ألمانيا وحماية الوظائف الحالية سوق تنافسي عالمي. ترى ألمانيا فرصاً مهمة ونقاط قوة في تطبيقات تقنية النانو في الالكترونيات وأنظمة تخزين البيانات، الكيماويات والمواد، الضوئيات، تقنية المركبات والهندسة الميكانيكية، والميكروسكوبيا والتحليلات.

التطبيقات المهمة الأخرى في تقنية النانو هي على سبيل المثال تقنية نانوحيوية، وتقنية الإظهار. وينظر لألمانيا بأنها متميزة عن منافسيها الرئيسيين. يدار ثلثا التمويل بشكل إستراتيجي بينما يدار الثلث الأخير على شكل فرص. يتم التركيز على البحث التطبيقي دون إهمال البحث الفكري.

٤–مراكز الأبحاث

تملك ألمانيا بنية تحتية بحثية غير جامعية كبيرة جداً. بالإضافة للنشاطات البحثية في الجامعات والمعاهد المرتبطة بالجامعات يقوم بالبحث كل من معاهد جمعية ماكس بلانك

(٧٩ معهداً) وجمعية فراونهوفر (٤٨ معهداً) وهيئة لايبنيز (٧٨ معهداً) وهيئة هيلمهولز (١٦ مركز وطني علمي). تمول الحكومة الاتحادية وحكومات المقاطعات هذه المنظمات البحثية من أجل رسم خطوط واضحة لوظيفة هذه المنظمات. حيث تكرس جمعية ماكس بلانك نفسها للأبحاث الصرفة. بينما تتخصص جمعية فراونهوفر بالأبحاث التطبيقية وتركز معاهد الجامعات على مجالات تجارية محددة. يختفي هذا التميز ببطء بسبب حاجة الصناعة للولوج إلى خبرات معاهد ماكس بلانك.

إن وجود بنية تحتية بحثية قوية وواسعة جعل من السهل التزود بتمويل إضافي لدعم احتياجات محددة في مجالات متقاربة مثل تقنية النانو. ترسل الحكومة رسائل واضحة وقوية بان البحث مطلوب من أجل الحصول على منتجات وفرص عمل. وهذا يمثل إزاحة اساسية بسلوك الباحثيين الألمان باتجاه التجارة. ويبقى الفشل في الأعمال غير مقبول.

أ) مركز الدراسات الأوربية المتقدمة والأبحاث (CAESAR)

مركز الدراسات الأوربية والأبحاث هو مركز بحث علمي يمول كجزء من حزمة تعويضات لانتقال الحكومة الاتحادية من بون إلى برلين. البنية التشغيلية الموصوفة لاحقاً مثيرة للاهتمام وجديدة. استهدف البحث بحزم من خلال تطبيقات تجارية قصيرة الأمد اعتبرت تقنية النانو كبؤرة بحث رئيسة في المركز تحت إدارة:

د. يورغن رفرش (هيكل, رسالة, سياسة التحويل)

د. ميشيل موسك (الأفلام الرقيقة)

د. ايكارد كوانتا (المواد الذكية)

د. دانيل هوفمن (تغليف البروتين)

أسس المركز عام ١٩٩٥ كنوع جديد من مراكز الأبحاث وهدفه تحفيز النشاطات العلمية والاقتصادية وخلق فرص العمل.وهو معهد بحثي خاص غير ربحي يقوم بالأبحاث لربط تقنية المعلومات والفيزياء وعلم المواد والكيمياء وعلوم الأحياء والطب.الهدف من كل مشروع بحثي هو خلق ابتكارات قابلة للتسويق وتقود لتأسيس شركات ناشئة أو استكشاف صناعي.

ويمكن تحقيق هذه الأهداف عن طريق (١) متابعة مشاريع أبحاث متعددة التخصصات محدودة الوقت (٢) تجميع فريق عمل مؤقت من الباحثين العاملين لدى CAESAR ومنظمات بحثية أخرى والصناعة.(٣) تطوير آليات جديدة للتسويق متضمنة دعم مستدام للشركات الناشئة و(٤) أن يخدم كنواة لنشاطات التعاون وكبؤرة لشبكات المعرفة المحلية.

إن البنية التحتية موجهة بالمشاريع. حيث تأخذ مجموعات صغيرة مكونة من خمسة باحثين مهام لفترة محددة (٥ سنوات). في نهاية المدة يذهب الباحثون للعمل في مكان آخر. يعمل CAESAR بتعاون مع المعاهد والجامعات.

يركز البحث على (١) تقنية النانو وعلم المواد (٢) الأنظمة الحيوية والالكترونية و(٣) الارغونومية في الاتصالات والجراحة. منذ إنشائه أسس CAESAR ٤ شركات ناشئة و٢٠ تعاوناً صناعياً يهدف إلى تطوير منتجات جديدة. تم تعريف تطبيقات في صناعة السيارات من أجل حساسات فلم رقيق في تقنية النانو.

ب) شاريته

الشاريته هي اكبر مستشفى جامعي وكلية طب في أوربا وتتوضع في ثلاثة مواقع : فيرشوف كلينيكوم, شاريته ميته, برلين بوخ. نمت مجموعة التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر من قسم الاشعة في فيرشوف. بقيادة د. جوردان طورت المجموعة مؤخراً طريقة لتقديم التبددات الغروية لجزيئات نانو أكسيد حديد متوافقة حيوياً فائقة المغناطيسية إلى الأورام. وقاد هذا العمل إلى تشكيل شركتين فرعيتين هما **MFH GmbH** و **MagForce Applications GmbH**.

ت) معهد المواد الجديدة

يعد معهد المواد الجديدة نموذجاً لمعهد بحث وتطوير حاز على سمعة عالمية في ابتكار مواد جديدة في زمن قصير نسبياً.تشارك الكثير من ابتكاراته في تقنيات النانو. هذا المعهد فريد في عالم أبحاث المواد في ألمانيا.تم تمويله من خلال أغراض البحث والتطوير طويل الأجل لتقديم مواد تقنية عالية بمقاس تجاري.تم تمويل الأبحاث الأساسية عالية الابتكار وكبيرة المخاطرة طويلة الأجل بهدف تقليص السنوات العشر إلى الخمس عشرة المطلوبة لتطوير تقنيات مواد جديدة من أفكار إلى السوق طورت المنتجات والعمليات القريبة من التطبيقات التجارية بالتعاون مع الشركاء الصناعيين والذين يقدمون التمويل اللازم. مكنت هذه الطريقة الناجحة معهد المواد الجديدة من التوسع بسرعة ليصبح معهد أبحاث لديه ٢٥٠ موظفاً يمارسون أعمالهم في منشأة على مساحة ١٠٠٠٠ متر مربع ودورة رأسمال قدرها ١٥ مليون جنيه إسترليني.

من أجل إنجاز اكبر تنوع ممكن لمواد التقنية العالية, تبنى معهد المواد الجديدة استراتيجية دمج كيماويات صناعية غير عضوية مع كيماويات تقنية نانو. كانت هذه التركيبة المفتاح إلى

عالم جديد من المواد. كان معهد المواد الجديدة أول معهد أبحاث يستخدم باستمرار كيماويات صناعية المتضمنة عمليات صلب–هلام (sol-gel)كأساس لتصنيع مواد بمساعدة تقنية النانو.

انضم معهد المواد الجديدة إلى تعاون تجاري محلي ودولي وهو لاعب رئيس في عدة شبكات. فهو عضو في مركز التميز في تقنية النانو وهو شبكة من ٦٥ شركة صناعية و٤٢ معهداً. يقوم المعهد ايضاً بإقامة عدد من المؤتمرات وورش العمل ذات مواضيع متنوعة متعلقة بالمواد. وهو احد مراكز التنافس التي أسستها الحكومة. وهو يملك شركة مؤقتة تسمى نانوجت (Nanogate). ويقوم بمشاريع مشتركة مع منظمة تقنية النانو الهولندية.

في مجال تقنية النانو. يطور معهد المواد الجديدة تقنية صلب- هلام في اورموسيلس واورموسيرس باستخدام اختراق شبكات بنى الجزيئات العضوية وغير العضوية لتقديم تلبيس وظيفي. تستخدم كيمياء تقنية النانو (مركب من الكيمياء الغروية العضوية وغير العضوية) لتركيب مصفوفة بوليميرات مع سيراميك نانوميرات خارجي، معدن، جسيمات نصف ناقلة للتوصل إلى مجموعة من الخواص. هذه النانوميرات يمكن أن تكون بنية وحيدة المركب أو بنية متعددة المركبات (سبائك ، قشور نواة). يمكن تغليف الجسيمات بشكل متقارب في ركائز ، أو مشتتة ، أو تعمل كمسحوق نانو (بودرة). يمكن تركيب المواد الناتجة بشفافية مع خواص متقدمة (القساوة، مقاومة الخدش، المتانة، وخواص أخرى). يمكن ضبط اللزوجة. سيقود هذا الأسلوب إلى تطوير أدوات ربط. حشوات شفافة بانكماش محدد. وخصائص تمدد حراري وناقلية حرارية.

ث) معهد تقنية الميكرو في مايز

يملك معهد تقنية الميكرو في مدينة ماينز في ألمانيا ١٦٠ عضواً عاملاً. يتخصص المعهد بطرائق تصنيع ميكروية تتضمن أسلوب (LIGA). النقش بالأشعة فوق البنفسجية. تقنية الفيلم الرقيق. الهندسة فائقة الإتقان. آلات ميكرو ليزر. ميكرو (EDM) تملك تطبيقات في مجالات المفاعلات الميكروية. الأجهزة الطبية. الضوئيات الميكروية. الحساسات. المحركات. تركز أبحاث تقنية النانو في المعهد على تطوير أدوات من أجل مجسات مسح مجهرية.

ج) معهد ماكس بلانك للغرويات والربط

إن جمعية ماكس بلانك من أجل التقدم بالعلوم هي مظلة لواحد وثمانين معهداً يركزون على الأبحاث الأساسية والتي لا يمكن إجراؤها بسهولة في بيئة الجامعة بسبب تعدد التخصصات أو المتطلبات من كادر ومنشآت. إن معهد ماكس بلانك للغرويات والربط هو

نتاج إعادة توحيد ألمانيا. فقد أسس المعهد عام ١٩٩٣ كأول معهد ماكس بلانك في شرق ألمانيا. حيث جمع المعاهد الثلاثة السابقة في جمهورية ألمانيا الديموقراطية البوليميرات, الكيمياء العضوية , الكيمياء الفيزيائية. كان الهدف من المعهد الجديد بناء قاعدة أبحاث متعددة التخصصات تتطلع للمستقبل وتستقطب مواهب من تخصصات مختلفة وتدمج الكادر الموجود من شرق وغرب ألمانيا.

إن إغراض ورغبة المعهد المعلنة هي الأبحاث الأساسية . ولكنه وجد أنه من الصعب الالتزام بهذه الحدود. يوجد تعاون صناعي مع شركات مثل لوريال وباسف وروش والتي تقدم ٤٠٪ من تمويل المعهد. تضغط الصناعة باستمرار على المعهد من أجل تشكيل شراكات أكثر. وهذا يبرهن على تنامي اهتمام الصناعة بالمواضيع المرادة. إن المعهد الآن في مرحلة عدم تلبية طلبات الصناعة من أجل التركيز على أبحاثه الخاصة. على كل حال فإن المعهد لايهمل الجانب التجاري لمخرجاته البحثية وبعض التطبيقات في طريقها لتصبح تجارية. يشمل الباحثون ونشاطاتهم :

د. هيلموت كولفن: معدنة المحاكاة الحيوية, تحليلات التجزئة الغروية, تشكيل نمو خيوط شبكات تشبه الأعصاب.

د. كاترينا لاندفيستر: بلمرة المستحلب الصغير, تصنيع الجسيمات في محلول مائي, كابسولات نانو.

د. رولاند نيتز: طرائق نظرية في أنظمة مجاهر النانو.

إن المجالات الاخرى للبحث هي كيمياء جسيمات النانو, إنتاج جسيمات نانو بمقياس معين, نقاط كوانتية, الوسم الحيوي, التصوير الحيوي, موت الخلية, الترسيب الموجه, منتجات أمنية, حبر, محفزات متجانسة وغير متجانسة.

ستركز المشاريع المستقبلية للمعهد على الخلايا الاصطناعية مع مرجع محدد لوظائف الغشاء والربط,نظريات أنظمة المحاكاة الحيوية, مبادئ جديدة في كيمياء الغرويات, تجزيء أنظمة المحاكاة الحيوية الخاملة, بلوَرَةُ النانو. يقود الكادر البحثي مجموعات مستقلة كبيرة وصغيرة. يوجد اتصال متعدد التخصصات بين مختلف مجموعات المشاريع في المعهد, واتصال خارجي قوي من خلال المشاريع المشتركة مع جامعات برلين, ومفاعل النترونات في معهد هاين ماينتز, ومنشأة الإشعاع السنكروتروني المعروفة باسم BESSY.

يحصل المعهد على منافع محددة لتطويره أبحاث رائدة مبنية على طريقة عمل نظام التمويل في معاهد ماكس بلانك. تقدم الحكومة تمويلاً وتسمح لكل معهد بوضع جدول أعمال أبحاثه الخاص. لاترزح المعاهد تحت ضغط كبير لإيجاد شريك تجاري. التوجهات الحالية في ألمانيا هي تمويل مشاريع كبيرة بميزانية من ٥ مليون إلى ٢٥ مليون جنيه إسترليني. المشكلة الحقيقية هي إيجاد عدد كافٍ من طلاب الفيزياء والكيمياء. فالعديد يوظف من أوروبا الشرقية والصين.

هـ) المملكة المتحدة

١- مقدمة

أظهرت المملكة المتحدة اهتماماً مبكراً بتقنية النانو. حيث أعلنت المبادرة الوطنية لتقنية النانو (NION) في عام ١٩٨٦. وتبعها عام ١٩٩٨ ببرنامج LINK في تقنية النانو لمدة ٤ سنوات. تم تسليم التمويل النهائي لمشاريع LINK في عام ١٩٩٦. بعد ذلك لم تملك المملكة المتحدة استراتيجية وطنية لتقنية النانو كذلك يتم باستمرار تمويل الأبحاث المتفرقة المشتركة بعلوم مقياس النانو. أسس معهد تقنية النانو – وهو هيئة مسجلة – في عام ١٩٩٧ لملء الفجوة وليركز على اهتمامات تقنية النانو في المملكة المتحدة. نما المعهد خارج مركز تقنية النانو والذي يتلقى تمويلاً بسيطاً من المبادرة الوطنية لتقنية النانو من أجل لفت الانتباه إلى تقنية النانو وتطبيقاتها.

تقود جامعتا أكسفورد وكامبردج الطريق في إنكلترا في مجال أبحاث تقنية النانو والشركات الخارجية المتعلقة بها. ولكن تملك البلاد عدداً من المراكز والجامعات المعتبرة مع مايزيد على ١١٠٠ باحث على المستوى الوطني. أسست الكلية الملكية في لندن مؤخراً مركزاً لتقنية النانو بقيمة ٩ ملايين جنيه إسترليني كما أُسست مراكز في بيرمنجهام ونيوكاستل. أعدت الكثير من الجامعات البنية التحتية متعددة التخصصات المطلوبة لأبحاث تقنية النانو. توجد برامج ماجستير حالياً في ليدز. شيفلد وكرانفيلد. بدأت جامعة سوسيكس بتقديم درجات علمية في تقنية النانو في عام ٢٠٠٣.

زاد الدعم الحكومي لأبحاث تقنية النانو في الجامعات بشكل كبير منذ عام ٢٠٠٠. كما أُعدت مراكز ابتكار جديدة في جامعتي نيوكاستل ودورهام. وتم تمويل تعاونين بحثيين متعددى التخصصات بقيمة ١٨ مليون جنيه إسترليني. يركز الأول على النواحي الحيوية

لتقنية النانو وتقوده جامعة أكسفورد. أصبح البحث في تقنية النانو في المملكة المتحدة تجارياً أكثر وستبحث المبادرة الحكومية في تقنية النانو عن دعم إضافي لهذا التطوير.

أعلن اللورد سينسبوري عضو البرلمان تحت أمانة الدولة من أجل العلوم والابتكار في صيف عام ٢٠٠١ أن تقنية النانو ستلعب دوراً مهماً في المبادرات الجديدة.فقد كانت مرشحة اولى للمشاركة في برنامج التقنية الأساسية ذو ٤١ مليون جنيه إسترليني من قبل الإنفاق الحكومي.يقدم هذا البرنامج تمويلاً للأبحاث ذات المخاطرة العالية والتي قد تنتج في بعض التطورات التقنية المضطربة.(تزيل التقنية المضطربة سابقتها من سياق المعنى كلياً.على سبيل المثال حلت الأقراص المدمجة محل شرائط التسجيل).إن البرنامج مفتوح فقط لمؤسسات التعليم العالي.

بالإضافة لمبلغ ٤١ مليون جنيه إسترليني المخصص للأبحاث تقدم الحكومة برنامجاً جديداً لمدة ٣ سنوات بقيمة ٢٥ مليون جنيه إسترليني يهدف إلى خدمة التقنيات المسوقة تجارياً المنبثقة من برنامج التقنية الأساسية. إن تقنية النانو هي واحدة من أربع أولويات بحثية في الجولة الثالثة لجوائز Foresight Link. تملك الجوائز ميزانية وقدرها ١٥ مليون جنيه إسترليني.

٢– التعاون البحثي متعدد التخصصات

في عام ٢٠٠١، منح مبلغ ١٨ مليون جنيه إسترليني لتعاونين بحثيين متعددي التخصصات في تقنية النانو إلى هيئة ترأسها جامعتا أكسفورد وكامبردج بعد مقترحيهما اللذين اختيرا من ١٦ مقترحاً. أصبح تمويل التعاون متاحاً من خلال ثلاثة مجالس بحثية حكومية (EPSRS, BBSRS, MRC) بالإضافة إلى وزارة الدفاع.تمثل المنحة أكبر التزام في تقنية النانو حتى هذا التاريخ. بعد ٦ سنوات سيعود التعاون البحثي إلى مصادر الدعم التقليدية.

العناصر الأساسية للتعاون البحثي متعدد التخصصات هي: (١) العدد الكافي من الباحثين (٢) التركيز على التجهيزات المتقدمة (٣) فرص بحث وتدريب متعددة التخصصات متميزة. من المتوقع أن تهتم التعاونات البحثية متعددة التخصصات بالجوانب "الثورية" لتقنية النانو وتقدم مؤسسات من أجل دراسات "متطورة" مبنية على التقنيات المقامة. تملك الصناعة دوراً مهماً في تعريف رؤية التعاون البحثي متعدد التخصصات.

ترأس جامعة أكسفورد التعاون البحثي متعدد التخصصات في تقنية النانو بمشاركة جامعة غلاسكو وجامعة يورك والمعهد الوطني للأبحاث الطبية. ولدى التعاون اتصالاً مع جامعات كامبردج، نوتينغهام، ساوثامبتون. يدير البروفسور جون رين الهيئة والذي يرأس

فيزياء المادة المكثفة وقسم الفيزياء. تبحث مجموعة غلاسكو والتي يقودها البروفسور جون كوبر وفريق مؤلف من ستة أكاديميين إمكانية جمع الخبرة في تقنية النانو, ومختبر على رقاقة , وجهاز حساس حيوي من أجل تطوير سلسلة من الأدوات شديدة الحساسية والتي تمكن البيولوجيين من صناعة وقياس جزيء حيوي مفرد (انظر اسفلاً). سيساعد هذا في تحديد كيف يتحكم الرمز الوراثي (الجيني) بسلوك الخلايا وكيف تتحكم نشاطات الدواء باستقلاب الخلية.

الآلات الجزيئية– هذه الآلات هي بروتينات تحول الطاقة الكهروكيميائية المتولدة على طول الغشاء إلى عمل ميكانيكي خارجي. وهي مسؤولة عن مجال واسع من الوظائف ابتداء من التقلصات العضلية إلى حركة الخلية, نسخ ومعالجة الحمض النووي منقوص الأكسجين, حركة الصبغيات, انقسام الخلية, حركة الحويصلات التي تحوي مرسلات عصبية, وإنتاج الادونيزين ثلاثي الفوسفات(ATP).

يمكن اعتبار الخواص الميكانيكية للمحركات الجزيئية من حيث توحيد التصاعد الحراري وأنظمة رفع متطابقة الممانعة والتي تربط موقع الإنزيم النشط مع الحمل الخارجي. من أجل الكثير من الأنظمة أصبح من الممكن الآن إعادة تركيب وظائفهم باستخدام بروتين نقي وبمراقبة وقياس القوى والحركات التي تولدها خلال دورة كيميائية واحدة. وبكلمات أخرى, يمكننا قياس العمليات الميكانيكية الكيميائية والتي تجري على مستوى جزيء واحد. وأكثر من ذلك, تبنى المحركات الجزيئية– صناعة إنسان – إما على إنشاءات هجينة من المحركات الدائرية والخطية الحيوية المتوفرة حالياً أو تنتج من مواد – صناعة إنسان– ومبنية على مبادئ تصميم المحرك الجزيئي.

البروتينات الغشائية الوظيفية– تقدم ١٥٪ إلى ٣٠٪ من كافة الرموز الوراثية للبروتينات الغشائية دليلاً على أهميتها الحيوية الكبيرة. تتضمن البروتينات الغشائية قنوات أيونية (تسمح بتدفق سريع للأيونات عبر الغشاء) , ومستقبلات هرمونية (يمكن النظر إليها كقوادح ومضخمات جزيئية), ومستقبلات ضوئية (جزيئات بروتين يمكنها التغيير بين شكلين بامتصاص فوتون واحد من الضوء المرئي). وصفت بنية هذه البروتينات بشكل ضعيف إلى أن حسنت البيولوجيا البنيوية (انحراف الأشعة السينية, الرنين النووي المغناطيسي ذو الحالة الصلبة) فهمنا لبنية بروتين الغشاء. أصبح من الممكن استكشاف البنية الوظيفية للعلاقات على مستوى الذرة والاستفادة من خواصها الحركية الفريدة.

إلكترونيات نانو حيوية– القضية الأساسية في كل جوانب الإلكترونيات النانو حيوية هي إرفاق الجزيئات الحيوية بالسطوح. وهي مشكلة منتشرة في تصميم معظم الحساسات وفي تحري تفاعلات خلية–ركيزة. التوافق الحيوي. وإنجاز أجهزة تسلسل الحمض النووي منقوص الأكسجين والبوليميرات الحيوية. ستستخدم طرائق تصنيع نانو لإنتاج سطوح مشكلة طبوغرافياً وجزيئياً على مستوى مقياس النانو. يمكن تركيب الجزيئيات الميكروية في إنشاءات ثنائية وثلاثية الأبعاد.

الدوائر والشبكات الكهربائية – إن بناء الدوائر والشبكات الكهربائية هو أحد التحديات العظمى في في التقنية النانو حيوية. إن أنابيب نانو كربون وأوليغوميرات الحمض النووي منقوص الأكسجين مثل بوليمرات جي وبوليمرات سي هي مكونات مرشحة لصناعة الأسلاك الجزيئية. قد تبنى الدوائر الكهربائية المصنوعة من أنابيب نانوية باستخدام مجاهر القوة الذرية. يمكن تأمين نقل الشحنات في اوليغوميرات باستخدام مصفوفات اتصال كهربائي بنية نانوية وتقنيات ضوئية عالية السرعة. يملك الحمض النووي منقوص الأكسجين ميزات إضافية في تلك الشبكات من خلال إمكانية التركيب الذاتي.

التطبيقات الضوئية — لقد أظهر الغشاء البروتيني للجرائيم الضوئية أنه مادة فعالة للتطبيقات الضوئية مثل مرمزات الضوء الجانبي القابلة للعنونة ضوئياً. ذواكر الهولوغراف (ذاكرة ذات سعة تخزينية كبيرة). وحساسات. يبلغ مقاس مركز رد الفعل الضوئي الصنعي فقط ٥ نانومتر يتصرف كديود نانومتري. إن دمجه مع أنابيب النانو والكترودات نانومترية سيقدم فرص فريدة من أجل أجهزة منطقية كهروحيوية. مبدلات. خلايا فولتية ضوئية. ذواكر. وحساسات.

تتضمن تقنيات تجارب الجزيء الوحيد والتي ستوظف بكثافة في برنامج التعاون البحثي متعدد التخصصات مجهر القوة الذرية . مجهر المسح النفقي. المصائد الضوئية وغير الكهربائية (ملقط). مجهر ضوئي مسح قرب الحقل. ناقل طاقة رنين التألق. المشبك الجهدي أحادي القناة.

سيركز التعاون البحثي متعدد التخصصات الثاني على فيزياء تقنية النانو وتقوده جامعة كامبردج وبمشاركة جامعة لندن كوليج وجامعة بريستول. يدير البروفسور مارك ويلاند مجلس الادارة وهو رئيس مختبر علوم النانو في قسم الهندسة في جامعة كامبردج. وأما الباحثون الستة الباقون فهم البروفسور ريتشارد فريند (جامعة كامبردج. فيزياء). الدكتور

مارك بلامير (جامعة كامبردج, علم المواد والمعادن), البرفسور كريس دوبسون (جامعة كامبردج,كيمياء), البروفسور ميرفين ميلس (جامعة بريستول, فيزياء), د. اندرو فيشر (جامعة لندن كوليج, فيزياء), والبرفسور مايكل هورتون (جامعة لندن كوليج, طب).

ستركز نشاطات التعاون البحثي متعدد التخصصات على المواضيع العامة لتصنيع وتنظيم بنى (هياكل) جزيئية.تتضمن أنظمة المواد التي ستغطيها الدراسة مواداً جزيئية من أجل الإلكترونيات والضوئيات, طرائق التركيب الذاتي لهياكل معرّفة جيداً تتضمن التحري عن بنى الألياف في البروتينات والببتيدات المتعددة, نمو مضبوط للخلايا من الركيزة من أجل هندسة الأنسجة, وخلق حساسات حيوية طبيعية.

منحت جامعة نيوكاسل مبلغ ٤,١ مليون جنيه إسترليني في عام ٢٠٠١ من أجل إنشاء مركز إبداع جامعي في تقنية النانو. يدعم هذا التمويل جزئياً مبادرة تطوير تجمع تقني من أجل بناء نشاطات علوم وتقنية النانو في خمس جامعات في شمال شرق إنكلترا, ويتضمن دعماً من القطاع الخاص ووكالة التطوير المحلية في شمال شرق إنكلترا. يشمل الملف المحلي هندسة السطوح (مدينة نورثومبريا), الحساسات الكيميائية والحيوية (سندرلاند وتيسيد), إلكترونيات الجزيء (دورهام), والتقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر (نيوكاسل). سيعمل مركز الإبداع الجامعي مع المركز الدولي للحياة في نيوكاسل والذي يخدم قطاع التقنية الحيوية كمحرك لتَجمُّع تطوير محلي مبني على التقنية العالية.

أعلن اللورد سينسبوري في الثاني من يوليو عام ٢٠٠٣ تمويلاً وقدره ٩٠ مليون جنيه إسترليني للسنوات الست القادمة من أجل مساعدة صناعة المملكة المتحدة في استغلال الفرص التجارية التي تقدمها تقنية النانو.

رابعاً: اليابان Japan

١– مقدمة Introduction

إن الوكالات الحكومية والمؤسسات الكبرى هي المصدر الرئيس لتمويل تقنية النانو في اليابان. بينما تلعب الشركات الصغيرة والمتوسطة دوراً هامشياً فقط. تمارس النشاطات البحثية بشكل عام من قبل مختبرات الشركات الصناعية الكبيرة نسبياً ومختبرات الحكومة والمختبرات الأكاديمية. وفقاً لتقرير نشرته مجلة التجارة والصناعة اليابانية, ترى الحكومة اليابانية التطوير الناجح لتقنية النانو مفتاحاً لترميم الاقتصاد الياباني.

إن معظم تمويل تقنية النانو في اليابان والمدعوم من عدد من الوكالات منذ عام ١٩٨٠ كان موجهاً لنشر دراسة ظاهرة مقياس نانو في مواد أنصاف النواقل أو تطوير مواد جديدة. اشتركت اليابان منذ مرحلة مبكرة في أبحاث تقنية النانو المتقدمة والتي أدت إلى مشروع آلية نانو في عام ١٩٨٥, واكتشاف أنابيب نانوية من الكربون من قبل د. ايجيما سوميو في عام ١٩٩١, وتقنية الذرة في عام ١٩٩٢. عزز صناع السياسة سعة البحث في الربط بين علوم الحياة وتقنية النانو. توفر مراكز الأبحاث في القطاع العام بازدياد وظائف للعلماء المختصين في تقنية النانو, وهناك مخططات لتمويل الباحثين الشباب في تقنية النانو.

حفز المركز الوطني لتقنية النانو في الولايات المتحدة اليابان للعمل. موّلت الحكومة اليابانية المجموعة الخبيرة في تقنية النانو تحت لجنة اتحاد المنظمات الاقتصادية للتقنية الصناعية. وضعت اليابان تقنية النانو كواحدة من الأولويات الأربع في ميزانية العلوم والتقنية في العام المالي ٢٠٠١. قرر مجلس سياسة العلوم والتقنية والذي يرأسه رئيس الوزراء أن علوم الحياة وتقنية المعلومات والاتصالات والبيئة وتقنية النانو معاً سيرممون الاقتصاد الياباني.

على الرغم من الضغوط من أجل ترشيد النفقات العامة, تستمر الحكومة اليابانية بالاستثمار بكثافة في تقنية النانو. تحتل مجالات تطوير المواد وتصنيع بمقياس نانو مركز الاهتمام. إن تقنية النانو هي الأولوية الأهم في الخطة الأساسية الثانية للعلوم والتقنية وحصلت على زيادة في التمويل من الحكومة المركزية خلال العام المالي ٢٠٠٢. ستكون ميزانية تقنية النانو الكلية ما يقارب ٧٤,٦ بليون جنيه إسترليني. تلتزم وزارة التعليم والعلوم والتقنية ووزارات الاقتصاد والتجارة والصناعة بتأمين معظم المبلغ. يلخص الجدول ١,٤ تمويل تقنية النانو في اليابان بين عامي ٢٠٠١- ٢٠٠٣.

٢- سياسات ومبادرات الحكومة Government Policies and Initiatives

سن المجلس التشريعي الياباني القانون الأساسي للعلوم والتقنية والذي يفرض على الحكومة تطوير وتطبيق خطتين خمسيتين ناجحتين للعلوم والتقنية. دخلت الخطة الأولى حيز التنفيذ في الأول من أبريل عام ١٩٩٦ وانتهت في ٣١ مارس عام ٢٠٠١. أنفقت الحكومة ١٧ تريليونا في البحث والتطوير خلال الخطة الخمسية الأولى. امتدت الخطة الثانية من ١ ابريل ٢٠٠١ إلى ٣١ مارس ٢٠٠٦ وتوقعت الحكومة استثمار ٢٤ تريليون في العلوم والتقنية (أي ما قدره ١٪ من النمو في الناتج المحلي وبزيادة سنوية نسبتها ٣,٥٪).

الأولويات في الخطة الخمسية الثانية هي:

- علوم الحياة: الوقاية من الأمراض ومعالجتها, مكافحة المجاعة.
- البيئة وصحة الإنسان: المحافظة على البيئة لإبقاء وجودن.

أسست وزارة التعليم والعلوم والتقنية اليابانية مركز شبكة بحث تقنية النانو في اليابان (NRNCJ) في عام ٢٠٠٢. يقدم المركز خدمات أساسية من خلال تجهيزاته, خدمات معلوماتية, ودعم نقل التقنية للباحثين اليابانيين في تقنية وعلوم النانو.

الجدول رقم (١,٤). ملخص تمويل تقنية النانو في اليابان من ٢٠٠١ إلى ٢٠٠٣.
(الواحدة١٠٠ مليون ين ياباني).

جهة التمويل	٢٠٠١	٢٠٠٢	الميزانية التكميلية ٢٠٠٢	٢٠٠٣ (مقترحة)
وزارة التعليم والعلوم والتقنية	٢١	٩٨	١٧٢	١٠٦
وزارة الاقتصاد والتجارة والصناعة	١٩٥	٣١٢	٥٠	٣٧٢
وزارة الإدارة العامة والشؤون المحلية والبريد والاتصالات	٣	١٩	٠	١٩
وزارة الصحة والعمل والرفاه	٠	١٢	٠	١٨
وزارة الزراعة والحراج والسمك	١	٢	٠	٢
ميزانية المختبرات الوطنية	٣٥	١٣٧	٠	١٣٧
منحة البحث التنافسي	٣٥٣	٣٨٨	٠	١٣٧
المجموع	٦٠٦	٩٦٩	٢٢٣	١٠٤٢

ملاحظة: تمثل الأرقام ١٠٠ مليون ين. يتضمن تمويل تقنية النانو في اليابان برامج أنظمة ميكرو ميكانيكية كهربائية والكترونيات نانو نصف ناقلة. بدأت الميزانية السنوية اليابانية للعام ٢٠٠٣ في الأول من ابريل. المصدر: مجلس سياسة العلوم والتقنية ,مكتب الأعضاء, اليابان.

أ) الدعم والتطوير Support and Development

تملك الحكومة اليابانية خطة أساسية واسعة منظمة؛ لتعزيز ودعم التطوير في تقنية النانو. تصنف المشاريع في أربع فئات:

البحث الأساسي- التركيز على تطوير الفهم الأساسي لتقنية النانو بالتوازي مع تطوير جسيمات نانوية ومواد هيكل نانوي مبنية على الاستكشاف الكثيف، والبحث العميق في الفيزياء والكيمياء وعلم الأحياء وتطوير نظريات وطرائق جديدة للنمذجة والمحاكاة والتحليل.

التقنيات العامة- مواضيع البحث هي تحليل نانوي, تصنيع نانوي, محاكاة نانوية.

مشاريع من نوع تحدي – الهدف هو التركيز على مشاريع تطوير وبحث ستخلق تقنيات أساسية وثورية تدعم الصناعة في العقدين القادمين. مثال على مشروع تطوير وبحث في هذه الفئة هو تطوير مواد حيوية وأنظمة حيوية وتقنيات تستخدم في الرعاية الطبية والصحية من خلال تعزيز مشاريع متعددة التخصصات في التقنية الحيوية وأنظمة النانو.

مشاريع رائدة- سيركز البحث والتطوير في مجالات التقنية والتي تملك تطبيقات عملية، وستؤثر في الاقتصاد خلال ٥- ١٠ سنوات القادمة. مثال على هذه المشاريع هو الجيل اللاحق لتقنية أنصاف النواقل باستخدام الطريقة التقليدية أعلى –أسفل.

ب) معامل افتراضية لتقنية النانو Nanotechnology Virtual laboratory

يقوم فريق صغير من الباحثين من تخصصات متعددة بالبحث في مختبر تقنية النانو الافتراضي بالتقاطع مع مجالات علوم نانو إستراتيجية. من المتوقع دمج تقنيات البحث المستهدفة في الأسواق خلال العقدين القادمين على سبيل المثال أجهزة حيوية, مركبات نانو, أنظمة توصيل الدواء, جزيئات مبرمجة ذاتية التجمع.

ج) مشروع تقنية نانو لوزارة الصحة والعمل والرفاه

Nanotechnology Project of Ministry of Health, Labor, and Welfare

بدأت وزارة الصحة والعمل والرفاه مشروعها الأول في تقنية النانو في عام ٢٠٠٣ بمبلغ ١.٤ بليون جنيه إسترليني ويلتزم بالطب النانوي. بالتحديد سيغطي المشروع تحليل البروتينات، وتطوير أجهزة جراحة صغيرة جداً، وأنظمة توصيل الدواء. سيوجه نصف التمويل إلى المركز الطبي الوطني، وسيتاح الباقي للباحثين عبر مفاضلة عامة.

خامساً: الخاتمة

وصف هذا الفصل تطور برامج تقنية النانو في الولايات المتحدة, والاتحاد الأوربي وبعض البلدان الأوربية الكبيرة واليابان منذ عام ١٩٩٠. أظهرنا الأولويات الرئيسة في البحث، ووصفنا المعاهد المتخصصة في التقنية الطبية الحيوية متناهية الصغر(نانو) في تلك البلاد. ستغطي الفصول اللاحقة تطور تقنية النانو المتعلقة بتوصيل الدواء والتشخيص, والزرعات والتعويضات , قضايا الدفاع الحيوي, وستفحص الجوانب الاجتماعية الاقتصادية والمخاطر الصحية.