الأولويات الإستراتيجية لتقنية المواد المتقدمة

المملكة العربية السعودية
وزارة الاقتصاد والتخطيط
http://www.mep.gov.sa

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST
King Abdulaziz City for Science and Technology

المملكة العربية السعودية

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وزارة الإقتصاد والتخطيط

الأولويات الإستراتيجية لتقنية المواد المتقدمة

قائمة المحتويات

ملخص تنفيذي	٤
المقدمة	٨
الخلفية	٨
نطاق البرنامج	٩
الإتساق مع السياسة الوطنية للعلوم والتقنية	٩
السياق الإستراتيجي	١٠
إحتياجات المملكة من البحث والتطوير في المواد المتقدمة	١٠
دور الجهات ذات العلاقة بتقنية المواد المتقدمة	١٢
المستوى الراهن لصناعة المواد المتقدمة في المملكة	١٣
البحث في المواد المتقدمة في عدد من المؤسسات البحثية السعودية	١٤
موجز عن المعاهد الدولية البحثية النظيرة في المواد المتقدمة	١٥
مؤشرات أداء البحث والتطوير في تقنية المواد المتقدمة	١٨
تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتحديات	٢٩
الإستراتيجية العليا	٣٢
الرؤية	٣٢
الرسالة	٣٢
قيم وثقافة البرنامج	٣٣
أهداف البرنامج الإستراتيجية	٣٣
المجالات التقنية	٣٤
عملية الإختيار	٣٤
المجالات التقنية المختارة	٣٤
هيكل البرنامج	٣٥
تنفيذ الخطة	٣٩
إدارة محفظة المشاريع	٣٩

قائمة المحتويات

إدارة المشروع	٣٩
الملاحق	٤٢
الملحق أ- عملية تطوير الخطة والمشاركون	٤٢
الملحق ب: بعض الدراسات والمراجع المساندة لهذه الخطة	٤٣

ملخص تنفيذي

لقد حددت الخطة الوطنية للعلوم والتقنية، التي أقرها مجلس الوزراء في ١٤٢٣ هـ (الموافق ٢٠٠٢م) أحد عشر برنامجاً لتوطين وتطوير التقنيات الإستراتيجية ذات الأهمية الحيوية لتحقيق التنمية مستقبلاً في المملكة العربية السعودية. وتعرض هذه الوثيقة الخطة الخاصة ببرنامج المواد المتقدمة.

تعد المواد المتقدمة ذات أهمية حيوية بالنسبة للمملكة العربية السعوية، لا سيما وأن لديها إمكانيات كبيرة للحصول على قيمة مضافة من البترول من خلال تطوير المواد القائمة على البتروكيمائيات مثل البوليمرات والمواد المركبة، إضافة إلى إمكانية الإستفادة من الموارد المعدنية الطبيعية باستخدام تقنيات جديدة لإنتاج مواد متقدمة. وهناك حاجة ملحة لمواد مطورة في تحلية المياه المالحة وفي الصناعات البترولية والبتروكيميائية. كما أن هناك حاجة أيضاً لمواد طبية متخصصة، ومواد لتطبيقات الفضاء والدفاع والبناء وغيرها من المجالات الحيوية.

وقد استندت هذه الخطة إلى معطيات وآراء مستخدمي المواد المتقدمة أوالجهات ذات العلاقة بهذا القطاع في المملكة، بما في ذلك المؤسسات الحكومية والجامعات وقطاع الصناعة والمراكز الطبية التي تستخدم المواد المتقدمة أو تجري البحث والتطوير الخاص بها.

ملخص تنفيذي

وقد تضمنت عملية التخطيط:

- تحديد الجهات الرئيسية ذات العلاقة بالمواد المتقدمة في المملكة.
- تحديد أبرز إحتياجات المملكة في تقنية المواد المتقدمة.
- تقويم مواطن القوة والضعف والفرص والتحديات الخاصة بالبرنامج، لا سيما تحليل نشاط النشر في تقنيات المواد المتقدمة وبراءات الإختراع، وتقويم مستوى المعاهد البحثية الدولية.
- تحديد الرسالة والرؤية الخاصة ببرنامج تقنية المواد المتقدمة.
- تحديد أبرز أوجه التقنية ومجالات البرنامج التي تتناول إحتياجات المملكة في تقنية المواد المتقدمة.

وقد انتهت هذه العملية بتحديد سبعة مجالات تقنية في هذا المجال:

- الأغشية.
- المواد الهجينة والمركبة.
- البوليمرات وتقنيات معالجة البوليمر.
- المعادن والسبائك.
- الخزف (السيراميك).
- المواد الذكية.
- الطلاء.

ملخص تنفيذي

وقد تم تحديد أوجه محددة للتقنية ينبغي التركيز عليها ، يعرض الجدول التالي أمثلة عليها:

تقنيات المواد المتقدمة بالنسبة للمملكة العربية السعودية	
التقنية	**المجال**
الأغشية	**الأغشية ذات الوظائف المتقدمة:** الأغشية المقاومة للتلوث الحيوي، الأغشية المقاومة للكلور، مقاومة المواد الكيميائية والأغشية المقاومة للتقشر، الأغشية عالية الطرح للتناضح العكسي، الأغشية عالية النفاذية، الأغشية الفاصلة للغازات، وأغشية التعقيم. **أغشية الترشيح:** الأغشية النانوية والأغشية الدقيقة والأغشية عالية الترشيح والأغشية الإلكتروليتية (المنحلة بالكهرباء).
المواد الهجينة والمركبة	**الوظائف المتقدمة:** المواد المركبة المستخدمة في عمليات التحلية والبناء، وتطبيقات الضغط والحرارة العالية، البوليمرات والراتينجات المدعمة بالألياف، ومركبات الدروع الإشعاعية والسيراميكية، والمركبات النانوية والخفيفة الوزن.
البوليمرات وتقنيات معالجة البوليمر	**التطبيقات الصناعية:** أحواض التخزين وخطوط الأنابيب، الإلكترونيات، الأنسجة، البيئة، الزراعة والمياه، عمليات حفر البترول والغاز، طب الأسنان، إيصال الدواء. **قواعد التطوير:** أنظمة الراتينج والتذرية للحرارة، البوليمرات المركبة نانوياً، البوليمرت القابلة للذوبان في الماء والقابلة للتحلل الحيوي، والبوليمرات المانعة للإشتعال، ومثبتات الأشعة الضوئية فوق البنفسجية، والجسيمات النانوية لتعزيز البوليمرات.
المعادن والسبائك	**الوظائف المتقدمة:** الفولاذ المزدوج والفريتي (من الفريت) للمصانع الحرارية، ومواد محطات تحلية المياه، ومواد خفض التكسير بالتآكل الناجم عن دراجات الحرارة العالية، والمواد المستخدمة لأغراض طبية محددة. **المعادن المتخصصة:** المضادة للتآكل والصدأ ومعادن القوة والحرارة العالية.
الخزف (السيراميك)	**الوظائف المتقدمة:** العزل وتطبيقات الزرع الطبي ومواد البناء، والأفران الصناعية المواد السيراميكية المتخصصة: أكسيد الألومنيوم، و كربيد التنغستن والمعادن المعززة المشتتة للأكسيد الناجم عن الصهر.
المواد الذكية	**الوظائف المتقدمة:** المواد الضوئية الملونة، والمواد الحرارية الملونة والملونة الضغطية، والمواد الكهروملونة، والزجاج الذكي، والأنسجة ومواد التغليف، والصمامات العضوية وغير العضوية، والمواد الكهربيضوئية، والمواد ذات الوظائف المتعددة ومواد التنظيف التلقائي، والأنظمة القابلة للتحول.
الطلاء	**الوظائف المتقدمة:** المواد المقاومة للصدأ، مواد الوقاية من الأشعة فوق البنفسجية، والمواد التلقائية التنظيف والشافية، والطلاءات القابلة لتحويل الضوء والحرارة والضغط، الطلاءات المضادة للأشعة فوق البنفسجية وطلاءات الحاجز المعدني والحراري، والطلاء الكهربائي.

ملخص تنفيذي

سيحرص برنامج المواد المتقدمة على تعزيز مكانة المملكة في هذه المجالات التقنية، وعلى تطبيق أوجه التقنية التي تفي بإحتياجات المملكة.

وسيتولى مدير برنامج تقنية المواد المتقدمة مسؤولية إدارة البرنامج والتنفيذ العام للخطة الخاصة به. وفيما يلي أبرز معايير اختيار المشاريع التي اعتمدت للبرنامج:

- أثر المشروع الممكن على إحتياجات المملكة من المواد المتقدمة.
- مساهمة المشروع المتوقعة في إثراء المعرفة.
- قدرات القائم على المشروع التقنية والإدارية.
- تحقيق توازن محفظة المشاريع من حيث أهداف البرنامج والمسارات التقنية وإحتياجات الجهات ذات العلاقة، والقائمين بنشاط البحث محفظة المشاريع.

وفيما يلي أبرز مؤشرات الأداء:

- عدد وأثر التطبيقات الناجحة لتقنية المواد الذكية على إحتياجات الجهات ذات العلاقة.
- زيادة عدد العلماء في المملكة الباحثين في تقنية المواد المتقدمة.
- عدد المقالات والبحوث المنشورة في المجلات المفهرسة في معهد المعلومات العلمية، وأثرها.
- عدد براءات الإختراع الناتجة.
- عدد المنتجات الناجحة المطروحة في الأسواق.
- عدد الشركات الناجحة المخرجة من حاضنات الأعمال.
- عدد الباحثين المدربين، والتطبيقات المطورة في مركز ابتكار التقنية.

وستشرف اللجنة الإستشارية للبحث والإبتكار في تقنية المواد المتقدمة، والتي تضم أعضاءً من الجهات ذات العلاقة بقطاع المواد المتقدمة، على تنفيذ الخطة. وستقوم بتحديد ومراجعة مؤشرات الأداء وتقدم التوصيات الخاصة بمحفظة المشاريع. كما تقدم اللجنة توصياتها لمدير البرنامج، وترفع تقريرها للجنة المشرفة على خطة العلوم والتقنية، المسؤولة عن برامج العلوم والتقنية الإستراتيجية.

المقدمة

الخلفية

لقد حددت الخطة الوطنية للعلوم والتقنية، التي أقرها مجلس الوزراء في ١٤٢٣ هـ (الموافق ٢٠٠٢م) أحد عشر برنامجاً لتوطين وتطوير التقنيات الإستراتيجية ذات الأهمية الحيوية لتحقيق التنمية مستقبلاً في المملكة العربية السعودية. وقد كُلفت مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية (المدينة) برسم الخطة الإستراتيجية الخاصة بكل من هذه البرامج التقنية وتنفيذها. وهذا الإطار الإرشادي يرسم الخطة الخاصة ببرنامج تقنية المواد المتقدمة.

تعتبر الكثير من الدول المواد المتقدمة تقنيةً بالغة الأهمية. فعلى سبيل المثال، يعتبر المجلس الوطني الأمريكي للعلوم والتقنية المواد المتقدمة أساساً لتصنيع المنتجات، وقد أدرج اليابان "تقنية النانو والمواد" في قائمة المواضيع الأربعة ذات الأولوية للإستثمار.

تعد المواد المتقدمة ذات أهمية حيوية بالنسبة للمملكة العربية السعوية، لا سيما وأن لديها إمكانيات هائلة للحصول على قيمة مضافة من البترول من خلال تطوير المواد القائمة على البتروكيماويات مثل البوليمرات والمواد المركبة، إضافة إلى إمكانية الإستفادة من الموارد المعدنية الطبيعية باستخدام تقنيات متقدمة لإنتاج مواد متقدمة جديدة. وهناك حاجة ملحة لمواد متطورة في تحلية المياه المالحة وفي الصناعات البترولية والبتروكيميائية. كما أن هناك حاجة أيضاً لمواد طبية متخصصة، ومواد لتطبيقات الفضاء والدفاع والبناء وغيرها من المجالات الحيوية.

تعرض هذه الخطة الرؤية الخاصة بالبحث وتطوير تقنية المواد المتقدمة للمملكة، كما تحدد أبرز إحتياجات المملكة، ومواطن القوة والضعف والفرص والتحديات، إضافة إلى مجموعة من البرامج لتحقيق هذه الأهداف. وقد استندت هذه الخطة إلى معطيات وآراء مستخدمي المواد المتقدمة والجهات ذات العلاقة بهذا القطاع في المملكة، بما في ذلك المؤسسات الحكومية والجامعات وقطاع الصناعة والمراكز الطبية التي تستخدم المواد المتقدمة أو تقود البحث والتطوير الخاص بالمواد المتقدمة. وقد انعقدت حلقة عمل في ١٧ يونيو ٢٠٠٧ جمعت الجهات ذات العلاقة بتقنية المواد المتقدمة، حيث قامت اللجنة الإستشارية للبحث والإبتكار في تقنية المواد المتقدمة بمراجعة الخطة والإدلاء بالمعطيات والآراء عليها، لتلتقي بعد ذلك عدة مرات على مدار الشهور اللاحقة.

المقدمة

نطاق البرنامج

يمثل هذا البرنامج خطة البحث والإبتكار في تقنية المواد المتقدمة في المملكة العربية السعودية. ويتضمن هذا البرنامج مشاركة الحكومة والجامعات وجهود البحث والتطوير الصناعية. وتستهدف هذه الخطة الأعوام الخمسة الأولى من الخطة الوطنية للعلوم والتقنية المقررة لعشرين عاماً.

وقد استخدم وصف «المتقدمة» لتسليط الضوء على المواد ذات القيمة المضافة العالية، بدلاً من المواد الأساسية. وتجدر الإشارة إلى أنه لا يوجد تمييز واضح بين المواد المتقدمة، والمواد العادية من حيث نوع المادة. ففي حين تعد بعض المواد، مثل المواد الفوتونية، مواداً متقدمة، فإن هناك العديد منها، مثل المعادن والسيراميك، التي قد تعتبرأو لا تعتبر مواداً متقدمة، وهذا يتوقف على مستوى التقنية المستخدمة في التصنيع. ولأغراض هذا البرنامج، فإن المواد المتقدمة هي التي تتناولها جهود مكثفة للبحث وتطوير التقنية.

الإتساق مع السياسة الوطنية للعلوم والتقنية

وضعت السياسة الوطنية للعلوم والتقنية أربعة أهداف رئيسة لبرامج العلوم والتقنية:

١. الحفاظ على الأمن الوطني.
٢. خدمة التنمية المستدامة والمتزنة والشاملة.
٣. تعزيز مستوى معيشة المواطن.
٤. المساهمة في إثراء الحضارة الإنسانية.

كما حددت أهدافاً عامة يمكن تلخيصها فيما يلي:

١. تبني رؤية شاملة للمنظومة الوطنية للعلوم والتقنية والإبتكار لتدعيم أنظمة التطوير، وتنسيق ودمج مكوناتها والمستفيدين منها.
٢. تطوير الموارد البشرية المؤهلة في مجالات العلوم والتقنية.
٣. تشجيع ودعم البحث العلمي بما يعزز الأمن الوطني والتنمية المستدامة.
٤. تعزيز وتطوير القدرات التقنية الخاصة بمختلف القطاعات الوطنية لتحقيق توطين التقنية وتطويرها وإنتاج القيمة المضافة العالية والمنتجات التنافسية على الصعيد الدولي.
٥. تطوير وتنسيق اللوائح الرسمية الخاصة بالعلوم والتقنية.
٦. تعزيز التعاون الدولي في العلوم والتقنية.
٧. تعزيز أوجه النشاط المساندة للعلوم والتقنية، مثل خدمات المعلومات، وخدمات توحيد المقاييس، وبراءات الإختراع، وشركات الهندسة والشركات الإستشارية والجمعيات العلمية.
٨. تطوير الإقتصاد والمجتمع القائم على المعرفة والإستثمار فيهما وفي أوجه تقنية المعلومات اللازمة.
٩. تسخير العلوم والتقنية للحفاظ على الموارد الطبيعية والبيئة.
١٠. تعزيز الوعي الإجتماعي بشأن أهمية العلوم والتقنية في تحقيق الأمن الوطني والتنمية المستدامة.

كذلك حددت السياسة الوطنية للعلوم والتقنية مبادئ إستراتيجية توائم الأهداف المذكورة أعلاه. وتمثل أهداف وغايات السياسة الوطنية، وأبرز إحتياجات المملكة الموضحة في هذه الخطة نقطة إنطلاق أهداف ومشاريع إستراتيجية البرنامج وأساسها.

السياق الإستراتيجي

إحتياجات المملكة من البحث والتطوير في المواد المتقدمة

اهتمت عملية التخطيط لبرنامج المواد المتقدمة بشكل خاص بأبرز إحتياجات المملكة في البحث والإبتكار في المواد المتقدمة، لاسيما تلك المجالات الخاصة بالمملكة نظراً لبيئتها وثقافتها الفريدة، وصناعاتها القائمة، فضلاً عن الفرص المتاحة لأن تحقق الصناعات السعودية فيها ميزة تنافسية. وقد تم اختيار المجالات الإستراتيجية التالية كأولويات لتطبيقات المواد المتقدمة.

المياه

تمثل المياه حاجة حيوية ومهمة لدى المملكة، حيث تعد صناعة تحلية المياه فيها هي الأكبر في العالم. وهناك استخدامات عديدة للمواد المتقدمة في تحلية ومعالجة المياه، وحفظ الموارد المائية. وتتمتع المملكة ببعض نقاط القوة في تقنية المواد المتقدمة، مثل المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة، التي تحتضن معهداً خاصاً بها للأبحاث، وتملك عدداً من براءات الإختراع، وتقوم بتشغيل المرافق والمصانع التجريبية. وعلى المملكة الإنطلاق من هذه القدرات وتعزيزها لتطوير أعمال ناجحة قائمة على التقنية.

وفيما يلي أبرز إحتياجات تقنية المياه للمواد المتقدمة في المملكة:

- **الأغشية:** بما في ذلك الأغشية الوظيفية مثل وظائف التناضح العكسي، والترشيح النانوي، والترشيح الفائق، والترشيح الدقيق. وتقوم المملكة في الوقت الراهن باستخدام هذه الأغشية، إلا أنها لا تنتجها.
- **المواد المقاومة للتقشر:** التي تُستخدم عدة أصناف منها في العمليات الحرارية. إن أداء المنتج محدود بدرجات حرارة معينة، الأمر الذي يستدعي تطويراً علمياً لمعالجة هذا التحدي.
- **المواد المقاومة للصدأ:** هناك حاجة لمواد تقاوم الصدأ، لاسيما عند ارتفاع درجات الحرارة. كما أن هناك حاجة للمواد المتقدمة لتعزيز خطوط الأنابيب المقاومة للصدأ.
- **المواد المضافة:** وهي مستخدمة للحد من التلوث. وهناك حاجة لمواد مضافة جديدة ذات أداء أفضل.
- **تحديد مصادر المياه:** يمكن للمواد المتقدمة أن تلعب دوراً كبيراً في تطوير العناصر الإستكشافية.

السياق الإستراتيجي

البترول والغاز

تعد المملكة العربية السعودية هي الرائدة في إنتاج البترول في العالم. وهناك حاجة لمختلف المواد المتقدمة في إنتاج البترول، ومنها:

- **معالجة الصدأ:** لاسيما في البيئات عالية الحرارة وذات التركيز العالي من الكبريت.
- **استخدام الكبريت:** إن صناعة البترول والغاز بحاجة لمواد مطورة للإستخدام في تحويل أو استخدام الكبريت.
- **المواد المركبة:** تُستخدم المواد المركبة في البناء، والأنابيب والألياف الضوئية وخدمات المياه (مثل التخزين والمعالجة والتخلص من النفايات والأنابيب). وفي هذا السياق، هناك العديد من التحديات التقنية المتعلقة بالربط والتصنيع والتركيب.
- **تقنيات الاختبارات غير المتلفة:** تعتبر هذه التطبيقات الخاصة بالمواد المتقدمة والمركبة من المجالات التي تستدعي إهتماماً خاصاً.
- **تقنيات اللحام:** رغم أن اللحام يعد من التقنيات القديمة، إلا أن فيها العديد من الإشكاليات المتعلقة بالمواد التي ينبغي معالجتها.
- **إستخلاص البترول:** هناك حاجة ماسة للبوليمرات وغيرها من المواد المضافة لتعزيز إستخلاص البترول.
- **عمليات الحفر:** هناك حاجة للمواد المتقدمة للحفر العمودي.
- **الطلاء:** هناك حاجة لمواد الطلاء للوقاية من الصدأ لا سيما عند درجات الحرارة المرتفعة. كما أن هناك حاجة لمواد من شأنها تقليص تهالك عنفات الغاز.
- **المواد المقاومة للتقشر:** والتي عليها طلب كبير في قطاع البترول.

البتروكيميائيات

يعد قطاع البتروكيميائيات من الصناعات الهامة لدى المملكة، وهي صناعة تشترك مع قطاع البترول والغاز في كثير من إحتياجاتها للمواد المتقدمة. إلا أنها تختص أيضاً بإحتياجات خاصة مثل:

- **البوليمرات المتقدمة:** مثل بعض البوليمرات المضافة التي تعزز التدفق، وإضافات الحشو، والبوليمرات المقاومة للإشتعال، والبوليمرات المثبتة للضوء فوق البنفسجي.
- تقنيات عمليات معالجة البوليمرات، مثل التي تستخدم لتصنيع القوالب، والطلاءات.
- المواد المحفزة: مثل المواد المحفزة على التجديد ومواد دعم الحفز.
- المواد المستخدمة في حماية البيئة بما في ذلك المواد القابلة للتحلل الحيوي.

الصحة والطب الأحيائي والمواد الصيدلانية

يتضمن قطاع البحث والخدمات الصحية في المملكة عدداً من شركات الأدوية العامة. ومن أبرز مواطن الحاجة للمواد المتقدمة في هذا القطاع:

- المواد المشعة لأغراض متنوعة منها التشخيص و العلاج والتعقيم.
- المواد الوراثية مثل الجزيئات الحيوية ذات التركيب الوراثي الخاص بأغراض التشخيص.
- المواد الطبية الزراعية والصناعية التي تتطلب مواداً مخصصة وتقنيات آلية وتقنيات الطلاء.
- هندسة الأنسجة، التي تتطلب مواداً بوليمرية قابلة للتحلل الحيوي، وأخرى غير قابلة للتحلل الحيوي.
- إيصال الدواء الانتقائي، مما يتطلب جزيئات جديدة ذات التأثير الأحيائي.
- الأغشية الخاصة بغسيل الكلى.
- المواد الخاصة بالمرافق الحيوية.

التعدين والمعادن

تعد المملكة العربية السعودية منتجاً هاماً للفلزات والمعادن. ومن أبرز إحتياجات المملكة في هذا القطاع:

- عمليات الإنتاج والتعدين.
- أوجه التقنية والعمليات الجديدة لتوصيف السبائك.
- تطوير السبائك الخاص بإحتياجات المملكة للتصفيح وظروف درجات الحرارة المختلفة.
- تقنيات المساحيق.

الزراعة والغذاء

تحتاج صناعة الغذاء والزراعة في المملكة إلى مواد متخصصة، مثل:

- الأسمدة المطلية بالبوليمرات لإطالة عمرها الاستهلاكي.
- المبيدات الحشرية القابلة للتحلل.
- مواد تغليف الأغذية.
- المواد المضافة لوقاية الأطعمة والشراب من اختراق الأشعة فوق البنفسجية.

الدفاع

هناك العديد من مواطن الحاجة لتقنية المواد المتقدمة في أغراض الدفاع، بما في ذلك المواد المقاومة للكبريت والمواد القائمة على التيتانيوم المستخدمة للطائرات، ومواد الرادار، والألياف الضوئية الخفيفة الوزن المعززة، والمواد المركبة الخاصة بالمركبات والجسور، وصدّ الإشعاع، والمواد المقاومة للتآكل.

مواطن الحاجة الأخرى

تحتاج صناعات البناء والإلكترونيات في المملكة لتقنيات المواد المتقدمة، لاسيما:

- الزجاج الذكي والنوافذ الذكية في صناعة البناء.
- المواد المصنعة من السيليكون، بما في ذلك (السيليكون الأحادي/ المتعدد البلور) رقائق السيليكون، ومواد معالجة شبه الموصلات، والجسيمات النانوية السيليكونية، وجسيمات أكسيد السيليكون النانوية، المستخدمة في بعض التطبيقات الإلكترونية وغيرها من الصناعات، والسايلين.
- المواد الناقلة للحرارة، التي تساعد وتخفض تدفق الحرارة، ذات التطبيقات المستخدمة في العديد من الصناعات.
- المواد والتقنيات الحرارية والكهروضوئية المستخدمة في صناعة الطاقة الشمسية، بما في ذلك الأغشية الرقيقة، والخلايا الشمسية، والطلاءات ومنها الطلاءات الحافزة الكهربائية.
- مواد الطلاء، مثل تهيئة المساحة لما قبل الطلاء، الطلاءات العضوية (مواد ترسب المعادن والمواد البلورية النانوية) وغير العضوية (لاسيما لعمليات الطلاء التي تتم عند درجات الحرارة العالية في المياه، والطلاء السريع) ومواد الطلاء المستخدمة لتطبيقات كهربائية/ حرارية/ ضوئية ملونة.
- المواد السيراميكية المتقدمة في عدد من الصناعات.
- المواد المركبة، مثل المواد المركبة الكربونية الليفية، ومركبات الفيبرغلاس المستخدمة لأغراض البنية التحتية والمدنية.

وتعد جميع هذه المجالات المذكورة أعلاه مجالات يمكن لبرنامج المواد المتقدمة خدمة إحتياجات المملكة فيها من خلال نقل وتكييف وتطوير تقنية المواد المتقدمة.

دور الجهات ذات العلاقة بتقنية المواد المتقدمة

من الجهات المعنية بتقنية المواد المتقدمة مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية وغيرها من الجهات الحكومية والجامعات السعودية والقطاع الصناعي. ويوضح الجدول ١ دور كل من هذه الجهات.

السياق الإستراتيجي

الجدول ١: دور الجهات ذات العلاقة بتقنية المواد المتقدمة

الجهة ذات العلاقة	دورها
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية	■ تنسيق وإدارة مبادرات تقنية المواد المتقدمة على صعيد المملكة. ■ إدارة المشاريع الوطنية والدولية والمشاركة فيها. ■ توفير مرافق ومواد البحث للمستخدمين. ■ تقديم التوصيات للحكومة في القضايا ذات الصلة بتقنية المواد المتقدمة ونقل التقنية.
الجامعات	■ إيجاد معرفة علمية أساسية /تطبيقية جديدة. ■ تدريب الطلاب في علوم وهندسة المواد المتقدمة وغيرها من المجالات التقنية ذات الصلة. ■ المشاركة في المشاريع التعاونية الوطنية والدولية.
المراكز البحثية المتخصصة الحكومية أو المستقلة	■ إيجاد معرفة علمية تطبيقية ونماذج تشغيلية جديدة.
الوزارات والهيئات الحكومية	■ الإشراف على تنفيذ وتشغيل المشاريع الهامة.
القطاع الخاص	■ تطوير وتتجير المنتجات والعمليات الناجمة عن البرنامج. ■ المشاركة في المشاريع التعاونية الوطنية والدولية. ■ المشاركة في نشاط مراكز الإبتكار التقني.

المستوى الراهن لصناعة المواد المتقدمة في المملكة

يؤثر مستوى صناعة المملكة في تقنية المواد المتقدمة على إستراتيجية المملكة المرسومة لتحقيق الغاية المنشودة. وتجدر الإشارة إلى وجود عدد من الجهات الصناعية السعودية التي تستخدم تقنية المواد المتقدمة، أو تنتجها أو تجري البحث والتطوير في هذه التقنية. ومن أبرزها:

- شركة أرامكو السعودية وممولياها، من أبرز مستخدمي تقنية المواد المتقدمة، فضلاً عما يجريه خبراء المواد المتقدمة (في مركز أرامكو للبحث والتطوير) من بحوث في عدد من القضايا التي تهم هذا القطاع.
- تضم المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة مركزاً للبحث والتطوير يهتم ببحوث الصدأ والتقشر وغيرها من القضايا الخاصة بالمواد المتقدمة.
- تعتبر الشركة السعودية للصناعات الأساسية (سابك) من أكبر منتجي المواد المتقدمة في المملكة، لاسيما البتروكيميائيات والمعادن. وقد قامت مؤخراً باقتناء شركة جي إي بلاستيكس، مما يجعلها مصنعاً هاماً للمواد البلاستيكية، وتقوم سابك بجهود كبيرة في مجال البحث والتطوير، إلا أن معظم هذا النشاط جار خارج المملكة.
- أما مستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز الأبحاث، ورغم أنه لا يُنظر إليه على أنه جزء من القطاع الصناعي، إلا أنه يقود بحوثاً في مجال تقنية المواد المتقدمة، حيث ينتج مواداً طبية متخصصة في هذا السياق، مثل المواد المشعة.

وهناك أوجه أخرى للصناعة يمكن أن تضطلع بدور بارز في مجال تقنية المواد المتقدمة في المملكة، مثل قطاع الفضاء والدفاع، وقطاع الإلكترونيات، وقطاع الطاقة الشمسية والبناء. أما في الوقت الراهن، فإن معظم هذه القطاعات إما أنها لا زالت محدودة الحجم، أو أنها لم تباشر بعد في مجال المواد المتقدمة ضمن نشاطها، أو أنها، كما هو الحال بالنسبة لقطاع البناء، ذات دور يكاد لا يذكر حتى الآن في تطوير التقنية.

وفيما لاتعد المملكة منتجاً هاماً للمواد المتقدمة، إلا أنها تتميز بطلب محلي كبير على المواد المتقدمة في عدد من القطاعات الصناعية، وبإنتاج عال جداً من المواد الأساسية، فضلاً عن اتسامها بقدر لا بأس به من قدرة البحث والتطوير في المواد المتقدمة. وجميع هذه الخصائص تتيح فرصة حقيقية لتأسيس قطاع محلي ناجح لصناعة المواد المتقدمة.

البحث في المواد المتقدمة في عدد من المؤسسات البحثية السعودية

قامت اللجنة الإستشارية لبرنامج تقنية المواد المتقدمة بجمع معلومات من عدد من الجامعات ومن المدينة بشأن نطاق اهتماماتها التقنية وعدد الباحثين المتوفرين، وذلك للإحاطة بشكل أفضل بقدرات مؤسسات المملكة البحثية الراهنة. ويبين الجدول ٢ خلاصة هذه المعلومات.

الجدول ٢: البحث في المواد المتقدمة لدى بعض المؤسسات السعودية

المنظمة	المجال التقني	عدد الباحثين
جامعة الملك فهد للبترول والمعادن	١. طلاءات الحواجز الحرارية عالية الحرارة ٢. تآكل سبائك الألومنيوم بفعل الغلاف الجوي ٣. المشاكل ذات الصلة بالصناعة المحلية ٤. مقاومة تآكل مواد البناء ٥. صدأ سبائك الألومنيوم بفعل مياه البحر ٦. تطوير الطلاءات المقاومة للتآكل والصدأ ٧. تطوير المواد الحافزة ٨. المواد البوليمرية ٩. تطوير الأنابيب النانوية الكربونية ١٠. تطوير الطلاءات المكونة من مركبات نانوية ١١. تآكل الإسمنت	١٠ من حملة الدكتوراه ٢٠ من حملة شهادة الماجستير
جامعة الملك عبد العزيز	١. المواد ذات الوظائف الذكية ٢. علوم وتقنية البوليمرات ٣. علوم وتقنية الطلاء ٤. المواد والأجهزة شبه الموصلة ٥. الحفز ٦. حساب ونمذجة وتصميم المواد على عدة نطاقات ٧. تطبيقات الليزر في المواد المتقدمة	٣٠ من حملة الدكتوراه، ١٠ من حملة شهادة الماجستير، ١٠-١٥ من طلاب الدراسات العليا
جامعة الملك سعود	١. توصيف المواد وأداؤها وتطوير خصائصها ٢. تآكل وحماية المواد ٣. خصائص وتطوير ومعالجة البوليمرات	١٠ من أعضاء هيئة التدريس، ٤-٨ من طلاب الدراسات العليا

المنظمة	المجال التقني	عدد الباحثين
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية	١. المعادن والسبائك	١٠ من حملة الدكتوراه ٥ من حملة شهادة الماجستير
	٢. الطلاء	
	٣. أشباه الموصلات والخلايا الشمسية	
	٤. الأغشية	
	٥. البوليمرات وتقنية البوليمرات	
	٦. السيراميك	
	٧. الصدأ	
	٨. الحوافز	
	٩. البتروكيميائيات	

موجز عن المعاهد الدولية البحثية النظيرة في المواد المتقدمة

من جهة أخرى، فقد قام برنامج المواد المتقدمة بدراسة أوجه نشاط عدد من المعاهد البحثية في دول العالم ذات الإهتمام الملحوظ بتقنية المواد المتقدمة. وقد تم اختيارها لتتضمن مزيجاً من المختبرات المدعومة حكومياً التي تضطلع بنشاط شبيه ببرنامج المدينة لتقنية المواد المتقدمة. ويعرض الجدول ٣ المؤسسات الخمس التي تمت دراسة نشاطها:

الجدول ٣: المعاهد الخاصة بالمواد المتقدمة التي تمت دراستها

المعاهد البحثية الخاصة بالمواد المتقدمة التي تمت دراستها	
الدولة	المعهد
أستراليا	منظمة الكومونويلث للبحث العلمي والصناعي، قسم تقنية المواد والتصنيع Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) Manufacturing & Materials Technology (CMMT) Division
اليابان	المعهد الوطني لعلوم المواد National Institute for Materials Science (NIMS)
سنغافورة	معهد هندسة وبحوث المواد في وكالة العلوم والتقنية والأبحاث Institute of Materials Research and Engineering (IMRE), Agency for Science, Technology and Research (A*STAR)
الولايات المتحدة	مختبر هندسة وعلوم المواد في المعهد الوطني للمقاييس والتقنية، وزارة التجارة الأمريكية Materials Science and Engineering Laboratory (MSEL) National Institute of Standards and Technology (NIST), U.S. Department of Commerce
الولايات المتحدة	مختبر أوك ريدج الوطني، وزارة الطاقة الأمريكية Oak Ridge National Laboratory (ORNL), U.S. Department of Energy

السياق الإستراتيجي

وقد أجرت هذه المعاهد البحثية البحث والتطوير في مجالات تقنية متقاربة، إلا أن لكل منها نطاق الإهتمام الخاص بها تبعاً للإحتياجات الوطنية الخاصة بدولها. ويلخص الجدول ٤ نطاق اهتمام وأولويات كل من هذه المؤسسات.

الجدول ٤: نطاق البحث في المواد المتقدمة

المنظمة	نطاق البحث
منظمة الكومونويلث للبحث العلمي والصناعي، قسم تقنية المواد والتصنيع (استراليا)	■ السيراميك (الطلاء، الأغشية، المواد السيراميكية الإلكترونية) ■ المواد الكيميائية (المنسجمة حيوياً، ذات الوظائف الحيوية، الأغشية، مقياس النانو، المواد العالية المنفذية ذات المسامات النانوية) ■ توصيف المواد، وأداؤها ■ المعادن (المعادن الخفيفة وتطوير السبائك الجديدة) ■ المواد المركبة و المتقدمة (مثل مركبات الخشب والبوليمرات، والمركبات النانوية، والمواد النانوية، البوليمرات الأرضية (الجيوبوليمر) ■ البلاستيك والبوليمرات ■ المواد المتجددة والقابلة للتحلل الحيوي ■ الأنسجة ■ الخشب
المعهد الوطني لعلوم المواد (اليابان)	■ أبرز أوجه تقنية النانو (وظائف نظام النانو، التوصيف النانوي المتقدم) ■ مواد مقياس النانو ■ بحث المواد القائمة على تقنية النانو لتقنية المعلومات ■ بحث المواد القائمة على تقنية النانو للتقنية الحيوية ■ بحث المواد في مجال البيئة والطاقة ■ بحث المواد للسلامة والعوَل
معهد هندسة وبحوث المواد في وكالة العلوم والتقنية والأبحاث (سنغافورة)	■ الأنظمة الدقيقة وأنظمة النانو ■ المواد الجزيئية ومواد الأداء ■ الأنظمة الإلكترونية والضوئية ■ توصيف وعلوم المواد

السياق الإستراتيجي

المنظمة	نطاق البحث
مختبر هندسة وعلوم المواد في المعهد الوطني للمقاييس والتقنية، وزارة التجارة الأمريكية	■ قياس المواد والبنية التحتية للمعايير ■ عمليات التصنيع المتقدمة ■ المواد الحيوية ■ مواد الإلكترونيات ■ علم قياس النانو ■ الأنابيب النانوية الكربونية ■ السلامة والموثوقية
مختبر أوك ريدج الوطني، وزارة الطاقة الأمريكية	■ الحفز وكتل البناء النانوية ■ مواد النانو الوظيفية ■ الأنظمة الجزيئية الضخمة المعقدة ■ التخليق النانوي ■ نظرية المواد النانوية ■ بنية وديناميكية المقياس النانوي: النيوترونات، والإلكترونات، والأشعة السينية ■ الفيزياء النانوية: المغناطيسية، والنقل ومجسات المسح

وتشترك هذه المعاهد بعدد من الخصائص الأخرى، ذلك أن جميع المنظمات تركز على الإلتزام بنقل التقنية إلى الصناعة، بل إن معظمها أدرج هذه الأولوية ضمن هيكلها التنظيمي. ولجميع المعاهد التي تمت دراستها روابط تعاونية بمنظمات أخرى خاصة وعامة. فعلى سبيل المثال، لدى منظمة الكومونويلث للبحث العلمي والصناعي، قسم تقنية المواد والتصنيع مبادرة "فلاغشيب" البحثية الخاصة بالمعادن الخفيفة، وهي مبادرة تتميز بشراكة وثيقة مع عدد من الجهات الصناعية ترمي إلى تطوير مواد قابلة للتدوير فائقة الصلابة وخفة الوزن.

وقد لوحظ أن لمعظم هذه المعاهد البحثية هيئة تتكون من ٢٠٠ إلى ٥٠٠ باحث متخصص بالمواد المتقدمة ذوي المؤهلات المتبانية. ولتطوير رأسمالها البشري، عقدت هذه المعاهد شراكات قوية مع عدد من الجامعات لتدريب وتهيئة طلاب بحوث الدراسات العليا إلى برامج إستضافة الباحثين. ولدى المعهد الوطني لعلوم المواد على سبيل المثال مركز دولي للعلماء الشباب، مما يتيح للباحثين الشباب من مختلف الدول والمجالات البحثية مختلف الفرص لإجراء البحوث.

وتتمتع هذه المعاهد في أغلب الأحيان بمرافق تركز على الإستخدام الخارجي، إذ كثيراً ما يقوم المستخدمون بحجز معدات المعاهد عن مواقع إلكترونية، مثل مفاعل دفق النظائر العالي ومصدر تشظي النيوترونات الخاص بأو ار إل إن، ومركز بحوث النيوترون لدى مختبر هندسة وعلوم المواد في المعهد الوطني للمقاييس والتقنية، ومركز علوم المواد الحسابية والنظرية لدى مختبر هندسة وعلوم المواد في المعهد الوطني للمقاييس والتقنية.

وتتلقى جميع هذه المعاهد توجيهات خاصة بخططها الإستراتيجية من الوكالات و/أو الخطط الإستراتيجية الوطنية المشرفة عليها، كما قد تتلقى تعليمات خارجية من القطاع الصناعي والأكاديمي، كما هو الحال بالنسبة لقسم تقنية المواد والتصنيع في منظمة الكومونويلث للبحث العلمي والصناعي، والمعهد الوطني لعلوم المواد والمعهد الوطني للمقاييس والتقنية.

مؤشرات أداء البحث والتطوير في تقنية المواد المتقدمة

نظرة عامة

يعرض القسم التالي مؤشرات أداء البحث والتطوير في تقنية المواد المتقدمة استناداً إلى نشاط النشر وبراءات الإختراع. رغم أن مؤشري عدد المواد المنشورة وبراءات الإختراع لا يعكسان بشكل دقيق نوعية أو نطاق النشاط البحثي، إلا أنهما مؤشران يستخدمان في العادة لرصد نشاط توليد المعرفة والنتاج البحثي.[1] ومن المؤشرات الأخرى التي يمكن استخدامها لتقويم نشاط البحث وتيرة تكرار الإستشهاد بالمواد المنشورة وبراءات الإختراع والتي تكون مؤشراً على أثرها، وعلاقات التعاون في التأليف، التي تعد مؤشراً على التعاون العلمي. ويمكن استخدام هذه المؤشرات جميعاً كمقياس للنتاج البحثي والإبداعي ولأثر النشاط البحثي والتعاون فيه.

وقد تم تعريف «تقنية المواد المتقدمة» بما فيها من مجالات فرعية باستشارة خبراء من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ومن الجهات السعودية المعنية الأخرى التي أعدت قائمة مفصلة بالعبارات الرئيسية المستخدمة في عمليات البحث والإستفسار في قواعد معلومات المواد المنشورة وبراءات الإختراع.[2] ويشمل البحث والتطوير في تقنية المواد المتقدمة عدداً من التخصصات الواسعة، بما في ذلك الفيزياء التطبيقية، والكيمياء الطبيعية، وفيزياء المادة المكثفة، والهندسة الكيميائية وعلوم النانو. أما المجالات التقنية السبع التي تعني المملكة فهي: الأغشية، والمواد المركبة والهجينة، وتقنية البوليمرات وتقنية معالجة البوليمرات، والمعادن والسبائك، والسيراميك والمواد الذكية والطلاء. وينحصر سياق هذه الدراسة بنشاط النشر الجاري بين عامي (٢٠٠٦ – ٢٠٠٧م) ونشاط براءات الإختراع بين عامي (٢٠٠٢ – ٢٠٠٦م) في المجالات السبعة التي حددتها المدينة.

نشاط النشر الدولي في تقنية المواد المتقدمة

بين ٢٠٠٦ و٢٠٠٧م، نشر ٢٥٣٩٧ مقالاً في العالم عن مواضيع ذات الصلة بأولويات المملكة العربية السعودية البحثية في المواد المتقدمة.[3] ويبين الشكل ١ عدد المواد المنشورة في عدد من الدول خلال هذه الفترة.[4] وقد تصدرت الصين قائمة الدول الناشرة لمقالات ذات الصلة بموضوع بحثنا (٤٧٨٢ مقالاً)، تليها الولايات المتحدة في المرتبة الثانية بـ ٤٧٥٧ مقالاً ، تليها اليابان بـ ٢٣٦٥ مقالاً وألمانيا بـ ١٦٩٠ مقالاً. أما المملكة العربية السعودية فكانت في المرتبة السادسة والأربعين بـ٦٧ مقالاً مفهرساً في مجلات معهد المعلومات العلمية.

---

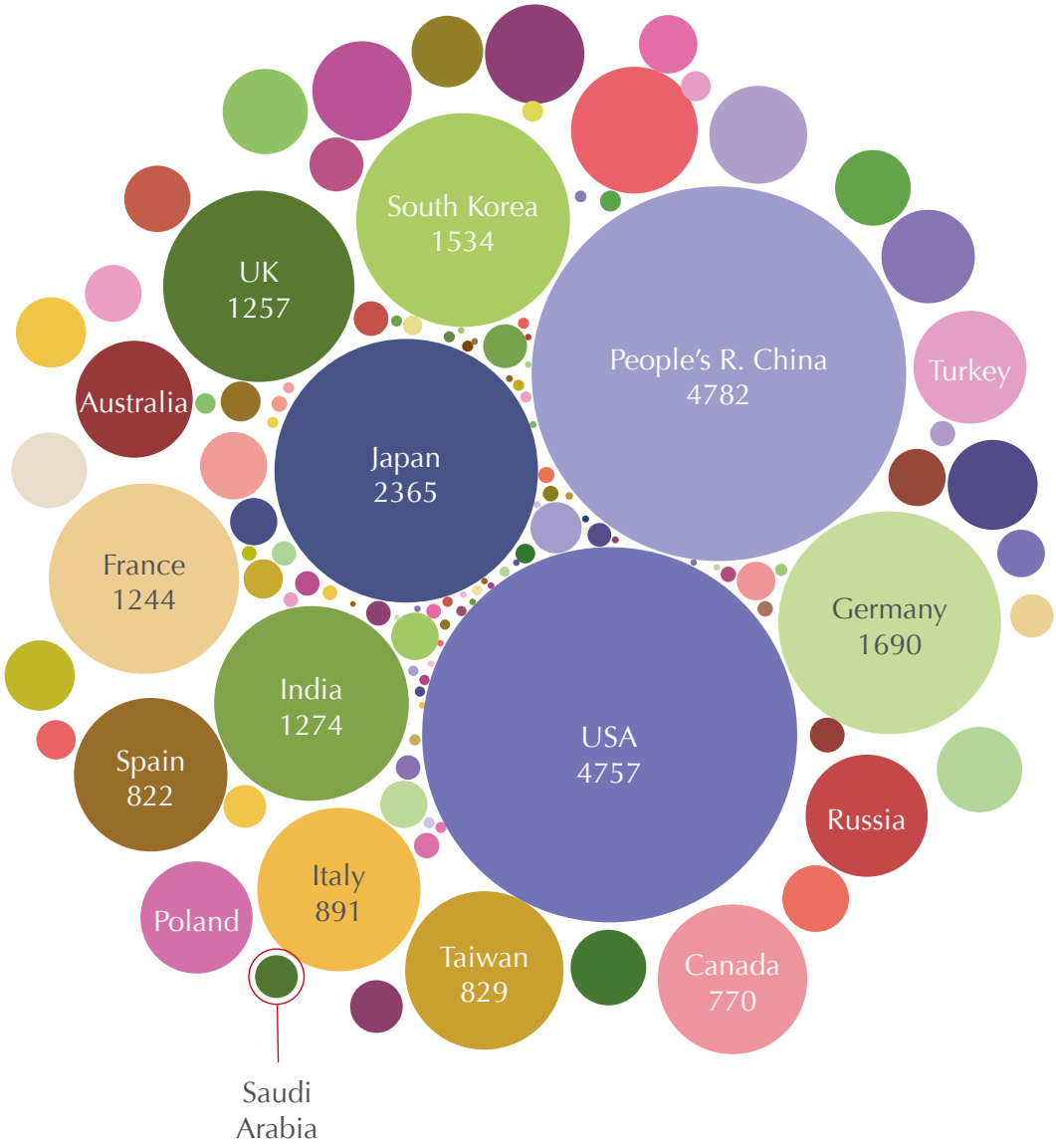
[1] البحوث الخاصة باستخدام نشاط النشر لقياس الإنتاجية العلمية تتضمن البحوث التالية:
A.J. Lotka, "The frequency distribution of scientific productivity," Journal of the Washington Academy of Sciences, vol 16 (1926); D. Price, Little Science, Big Science, (New York: Columbia university Press, 1963); J.R. Cole and S Cole, Social Stratification in Science, (Chicago: The University of Chicago Press, 1973); J. Gaston, The reward system in British and American science, (New York: John Wiley (1978); and M.F. Fox, "Publication productivity among scientists: a critical review," Social Studies of Science, vol 13, 1983.

[2] تم البحث في قاعدة أي إس أي ISI Web of Science و دلفيون Delphion عن المواد المنشورة ومعلومات تطبيق براءات الإختراع على التوالي. ISI Web of Science هي قاعدة بيانات للمقالات المحكمة الواردة في أهم المجلات العلمية من مختلف أرجاء العالم. أما Delphion فهي قاعدة بيانات قابلة للبحث فيها وبخاصة بنشاط البراءات العالمية، بما في ذلك مكتب براءات الإختراع والعلامات التجارية الأمريكية، وهي إحدى الهيئات الكبرى لمنح براءات الإختراع في العالم. ونظراً لعظم حجم السوق الأمريكي، فإن معظم براءات الإختراعات العالمية مسجلة فيها.

[3] تشير "تقنية المواد المتقدمة" في هذه الدراسة لأحد المجالات التقنية التي حددتها مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية لبرنامج تقنية المواد المتقدمة.

[4] تنسب المادة المنشورة لدولة ما إذا وجدت أي من الجهات التي ينتمي إليها المؤلف في تلك الدولة. بما أنه يمكن لعدة مؤلفين الاشتراك في نشر مادة واحدة، فإنه يمكن أن تنسب المادة الواحدة لعدة دول. والأرقام الإجمالية ، مثل إجمالي نشر الناتج العالمي ، تحصي كل مادة مرة واحدة ، إلا أن إضافة المجاميع الفرعية قد تسفر عن نتيجة أكبر من المجموع المعلن عنه نظرًا لتكرر العدد.

الشكل ١: المواد المنشورة في تقنية المواد المتقدمة



ويبين الجدول ٥ أن البحث والتطوير في المواد المركبة والهجينة إستأثر بمعظم ما نشر في تقنية المواد المتقدمة في العالم (٧٨٨٦)، يليه موضوع تقنية البوليمرات وتقنية معالجة البوليمرات (٥٢٨٣) وموضوع المعادن والسبائك (٣٥٤٠) وموضوع المواد الذكية (٣٢٩٦)، والأغشية (٢٨٧٨) والسيراميك (٢٣٨٢) والطلاء (١٤٢٣).

الجدول ٥: المواضيع الفرعية في تقنية المواد المتقدمة

الموضوع الفرعي	عدد المواد المنشورة
المواد المركبة والهجينة	٧٨٨٦
تقنية البوليمرات وتقنية معالجة البوليمرات	٥٢٨٣
المعادن والسبائك	٣٥٤٠
المواد الذكية	٣٢٩٦
الأغشية	٢٨٧٨
السيراميك	٢٣٨٢
الطلاء	١٤٢٣

أثر النشر

يُقاس متوسط أثر نشاط النشر بتقسيم عدد مرات الإستشهاد بمقالات دولة ما على إجمالي المقالات المنشورة من قبل مؤلفين من هذه الدولة، فعلى سبيل المثال، يكون متوسط أثر نشاط النشر في دولة نشرت ٥٠ مقالاً أستشهد بها ١٠٠ مرة يساوي ٢. وقد حققت الولايات المتحدة أعلى متوسط أثر لنشاط النشر بين ٢٠٠٦م و٢٠٠٧م بمعدل (١,٨١)، تليها سنغافورة (١,٥٣) والمملكة المتحدة (١,٤٣). أما متوسط أثر نشاط النشر بالنسبة للمملكة فكان (٠,٤٢) حيث اصدرت ٦٧ مقالاً أستشهد بها ٢٨ مرة. ويبين الجدول ٦ عدد المقالات المنشورة وعدد مرات الإستشهاد بمقالات الدول الرائدة التي يمكن اتخاذها نموذجاً يحتذى به.[٥]

[٥] هذه الدول تتضمن الدول الرائدة على الصعيد العالمي من حيث إجمالي نتاجها في مجال تقنية المواد المتقدمة إضافة لعدد من الدول المحددة التي اختارتها مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية.

السياق الإستراتيجي

الجدول ٦: الدول الرائدة في مجال النشر العلمي المتعلق بالمواد المتقدمة، اعداد المقالات، ومرات الاستشهاد ومتوسط أثر النشر

الدولة	المواد المنشورة	إجمالي مواطن الإستشهاد بالمقالات	متوسط أثر النشر
الولايات المتحدة الأمريكية	٤٧٥٧	٨٦٠٧	١,٨١
سنغافورة	٣٢٩	٥٠٤	١,٥٣
المملكة المتحدة	١٢٥٧	١٧٩٥	١,٤٣
إسرائيل	١٧٧	٢٤٧	١,٤٠
عمان	٨	١١	١,٣٨
ألمانيا	١٦٩٠	٢٣٠٧	١,٣٧
فرنسا	١٢٤٤	١٦٩٧	١,٣٦
كوريا الجنوبية	١٥٣٤	١٨٩٤	١,٢٣
الصين	٤٧٨٢	٥٠٠١	١,٠٥
اليابان	٢٣٦٥	٢٣١٦	٠,٩٨
جنوب أفريقيا	٧٣	٦٩	٠,٩٥
الهند	١٢٧٤	١١٣٦	٠,٨٩
الكويت	١٩	١٠	٠,٥٣
ماليزيا	٩٩	٤٢	٠,٤٢
المملكة العربية السعودية	٦٧	٢٨	٠,٤٢
الإمارات العربية المتحدة	٢٢	٥	٠,٢٣

المنظمات البحثية في تقنية المواد المتقدمة

تقوم آلاف المؤسسات البحثية في ١٢٠ دولة بالنشر في موضوع تقنية المواد المتقدمة. وكما هو مبين في الجدول ٧، فإن المؤسسات الثلاث الرائدة في إصدار المقالات الخاصة بتقنية المواد المتقدمة، هي الأكاديمية الصينية للعلوم (٨٠٦)، ومعهد التقنية الهندي(٣٣٦) وجامعة تسينغ هوا (٣٣٣). وكانت الأكاديمية الصينية للعلوم هي الرائدة في النشر في جميع المواضيع المتفرعة من تقنية المواد المتقدمة، ما عدا موضوع السيراميك، التي كانت الأكاديمية الروسية للعلوم هي الرائدة في النشر فيه.

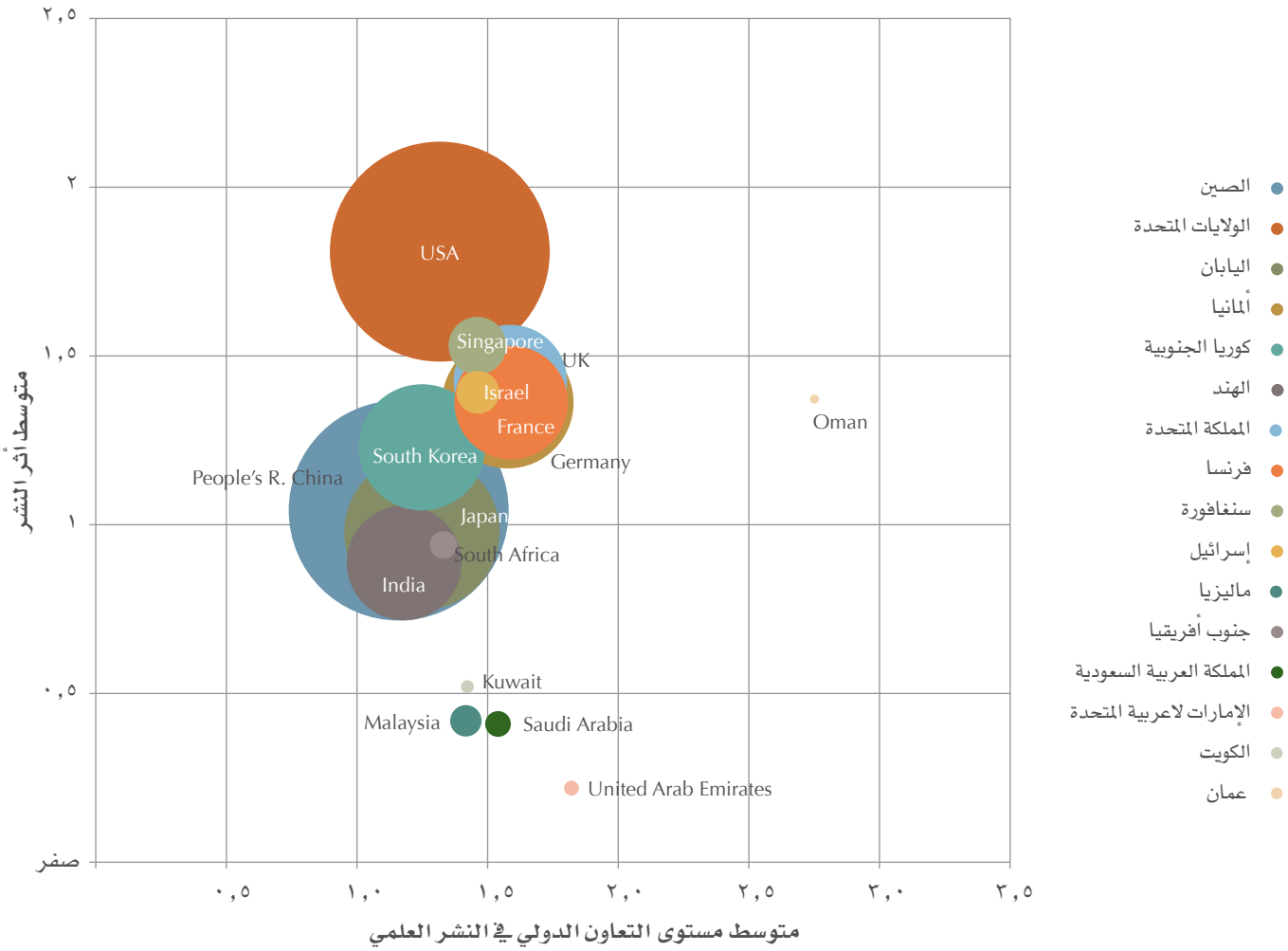
الجدول ٧: منظمات البحث والتطوير العالمية التي تهتم بتقنية المواد المتقدمة

المؤسسة	المجموع	متوسط أثر النشر	المواد المركبة والهجينة	تقنية البوليمرات وتقنية معالجة البوليمرات	المعادن والسبائك	المواد الذكية	الأغشية	السيراميك	الطلاء
أكاديمية العلوم الصينية	٨٠٦	١,٦١	٢٣٥	١٢٢	١٤٦	١٥٢	٨٥	٤٨	٥٦
معهد التقنية الهندي	٣٣٦	٠,٧٨	١١٣	٤٦	٩١	٣٤	١٩	٣٣	٢٥
جامعة تسينغ هوا	٣٣٣	١,٣٣	٩٣	٥٠	٤٦	٦٩	٤٢	٣٠	١٤
جامعة العلوم والتقنية في الصين	٢٩٥	١,٢٦	٧٤	٧٢	٣٩	٦٢	١٩	٢٩	١١
أكاديمية العلوم الروسية	٢٥٣	٠,٥٩	٦٨	٤٧	٢٧	٣٣	٢٨	٥٢	١٢
معهد هاربن للتقنية	٢٢٠	٠,٤٦	١٠٣	١٣	٦٨	١٠	١١	١٣	٩
جامعية سيول الوطنية	٢١٤	١,٤٧	٥٩	٤١	١٣	٦٠	٢٩	١٦	٨
جامعة تكساس	١٩٤	١,٩٩	٦٩	٥٦	١٤	١٣	٢٩	١١	١٠
جامعة توهوكو	١٩١	٠,٩٩	٤٤	١٤	٩٥	١٧	١٣	٩	١١
جامعة سنغافورة الوطنية	١٨٨	١,٨٢	٣٩	٥٦	١١	٢٠	٥٦	١٠	٤

أثر التعاون الدولي والنشر

في هذه الدراسة، تم قياس التعاون الدولي بحساب معدل عدد الدول الممثلة في المقال الواحد، إستناداً إلى عناوين المؤلفين. ويبين الشكل ٢ معدل التعاون الدولي لكل دولة مقابل متوسط أثر النشر.

الشكل ٢: أثر النشر والتعاون في تقنية المواد المتقدمة (٢٠٠٦-٢٠٠٧م)



نشاط المملكة التعاوني

كما يبين الجدول ٨ ، فإن مؤلفين تابعين لمؤسسات سعودية تعاونوا في إصدار أكثر من مقال مع مؤلفين من مصر (٨ مواد)، ولبنان (٥) والولايات المتحدة الأمريكية (٥). كما تعاون مؤلفون من المملكة في إصدار مقال مع مؤلفين من: إيرلاندا وتركيا والمملكة المتحدة واليمن وقطر.

الجدول ٨: الدول المتعاونة في النشر مع المملكة

الدولة	عدد المقالات
مصر	٨
لبنان	٥
الولايات المتحدة	٥
إيرلاندا	٤
إيطاليا	٤
تركيا	٤
المملكة المتحدة	٣
اليمن	٢
قطر	١

مجلات المواد المتقدمة

يبين الجدول ٩ المجلات العلمية التي نشرت عدداً لافتاً من المواد ذات الصلة بالمجالات الفرعية لتقنية المواد المتقدمة التي تعني المملكة في فترة ٢٠٠٥-٢٠٠٧م.

الجدول ٩: المجلات المتخصصة في تقنية المواد المتقدمة

	المجلة	مواد النشر
المواد المركبة	JOURNAL OF APPLIED POLYMER SCIENCE	٢٣٣
	COMPOSITES SCIENCE AND TECHNOLOGY	٢٠٤
	COMPOSITE STRUCTURES	١٥١
	COMPOSITES PART A-APPLIED SCIENCE AND MANUFACTURING	١٢٥
	JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE	١٢٢
	JOURNAL OF COMPOSITE MATERIALS	١١٢
	MATERIALS LETTERS	١١١
	JOURNAL OF COMPOSITES FOR CONSTRUCTION	١٠٩
	JOURNAL OF REINFORCED PLASTICS AND COMPOSITES	١٠١
	MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING A-STRUCTURAL MATERIALS PROPERTIES MICROSTRUCTURE AND PROCESSING	٩٩

السياق الإستراتيجي

	المجلة	مواد النشر
الطلاء	SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY	١٥٠
	JOURNAL OF APPLIED POLYMER SCIENCE	٣٠
	APPLIED SURFACE SCIENCE	٢٨
	LANGMUIR	٢٦
	NANOTECHNOLOGY	٢٦
	THIN SOLID FILMS	٢٣
	ELECTROCHIMICA ACTA	٢١
	MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING A-STRUCTURAL MATERIALS PROPERTIES MICROSTRUCTURE AND PROCESSING	١٨
	APPLIED PHYSICS LETTERS	١٧
	JOURNAL OF APPLIED PHYSICS	١٧
السيراميك	JOURNAL OF THE EUROPEAN CERAMIC SOCIETY	١٠١
	JOURNAL OF THE AMERICAN CERAMIC SOCIETY	٦٨
	SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY	٤٧
	RARE METAL MATERIALS AND ENGINEERING	٤٦
	MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING A-STRUCTURAL MATERIALS PROPERTIES MICROSTRUCTURE AND PROCESSING	٤١
	JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE	٣٧
	APPLIED PHYSICS LETTERS	٣١
	CERAMICS INTERNATIONAL	٢٩
	REGULAR PAPERS BRIEF-١ JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS PART COMMUNICATIONS & REVIEW PAPERS	٢٨
	JOURNAL OF APPLIED PHYSICS	٢٨

السياق الإستراتيجي

	المجلة	مواد النشر
المعادن والسبائك	SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY	٢٥٢
	MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING A-STRUCTURAL MATERIALS PROPERTIES MICROSTRUCTURE AND PROCESSING	٢١٢
	CORROSION SCIENCE	١٥٠
	RARE METAL MATERIALS AND ENGINEERING	١٠٨
	TRANSACTIONS OF NONFERROUS METALS SOCIETY OF CHINA	١٠٤
	ELECTROCHIMICA ACTA	٨٣
	MATERIALS TRANSACTIONS	٧٥
	JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS	٧٥
	SCRIPTA MATERIALIA	٦٢
	APPLIED SURFACE SCIENCE	٦١
الأغشية	JOURNAL OF MEMBRANE SCIENCE	٣٨٠
	DESALINATION	١٥٧
	SEPARATION AND PURIFICATION TECHNOLOGY	٦٠
	INDUSTRIAL & ENGINEERING CHEMISTRY RESEARCH	٤٤
	JOURNAL OF POWER SOURCES	٤١
	LANGMUIR	٤٠
	NEPHROLOGY DIALYSIS TRANSPLANTATION	٣٥
	JOURNAL OF APPLIED POLYMER SCIENCE	٣٣
	NANOTECHNOLOGY	٣٠
	PERITONEAL DIALYSIS INTERNATIONAL	٣٠
البوليمرات	JOURNAL OF APPLIED POLYMER SCIENCE	٣٠٤
	ELECTROCHIMICA ACTA	١١٣
	POLYMER	١١١
	SYNTHETIC METALS	٩٢
	POLYMER DEGRADATION AND STABILITY	٩٠
	MACROMOLECULES	٨٨
	JOURNAL OF POLYMER SCIENCE PART A-POLYMER CHEMISTRY	٧٨
	BIOMATERIALS	٧٣
	EUROPEAN POLYMER JOURNAL	٧١
	JOURNAL OF POWER SOURCES	٦٧

	المجلة	مواد النشر
المواد الذكية	APPLIED PHYSICS LETTERS	٣٠١
	THIN SOLID FILMS	١٢٢
	JOURNAL OF APPLIED PHYSICS	٩٣
	SOLAR ENERGY MATERIALS AND SOLAR CELLS	٩٠
	JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS PART BRIEF-١ REGULAR PAPERS COMMUNICATIONS & REVIEW PAPERS	٨٩
	JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY	٧٣
	ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS	٦٤
	JOURNAL OF POLYMER SCIENCE PART A-POLYMER CHEMISTRY	٥٦
	MOLECULAR CRYSTALS AND LIQUID CRYSTALS	٥٣
	CHEMISTRY OF MATERIALS	٥١

براءات الإختراع ذات الصلة بتقنية المواد المتقدمة

بين ٢٠٠٢ و٢٠٠٦م، تم تقديم ٨٩٧٣ طلباً لتسجيل براءة إختراع في مكتب براءات الإختراع الأمريكي. وكما يبين الجدول ١٠، فإن معظم براءات الإختراع المسجلة (٤٩٨٨) نسبت لمخترع واحد على الأقل من الولايات المتحدة الأمريكية. ومن الدول الأخرى التي كان لها عدد كبير من المخترعين: اليابان (١٥٥١ طلباً)، وألمانيا (٧٢١ طلباً)، وكوريا الجنوبية (٣٨٦ طلباً). وقد رصد طلب تسجيل براءة اختراع لمخترع من مؤسسة بحثية سعودية خلال هذه الفترة. وقد شمل اختراع «المواد البلورية النانوية الإنتقائية اللون العالية التألق»[6] تعاون مخترعين من المملكة العربية السعودية وإسبانيا والولايات المتحدة الأمريكية.

[6] Bawendi, Moungi, Jensen, Klaus F., Dabbousi, Bashir O., Rodriguez-Viejo, Javier, Mikulec, Frederic Victor. U.S. Patent Application # 20040033359, 2004.

السياق الإستراتيجي

الجدول ١٠ : براءات الإختراع ذات الصلة بتقنية المواد المتقدمة

الدول	الأغشية	المواد المركبة والهجينة	تقنية البوليمرات وتقنية معالجة البوليمرات	المعادن والسبائك	السيراميك	المواد الذكية	الطلاء	المجموع
الولايات المتحدة	١٧٩	٣٢١	٢٨٤٤	١٢٣	٢٣٢	٤٣٩	٩٦٤	٤٩٨٨
اليابان	٨٣	١١٠	٧٧٤	١١٩	١٩٦	٧٥	٢٢٢	١٥٥١
ألمانيا	٢٨	٧١	٣٢١	١٩	٦٢	٦٤	١٧١	٧٢١
كوريا الجنوبية	١٧	٤	٢٧٨	٩	١٥	٤٦	٢٦	٣٨٦
تايوان	٨	٨	٩٩	١١	١٧	١٣٢	٤٧	٣١٦
المملكة المتحدة	١٣	١٩	١٩١	٥	١١	٢٥	٣٤	٢٩٥
فرنسا	١١	٢٢	١٥٤	١٧	٥	١٤	٣٩	٢٥٧
كندا	١٩	١١	١١٥	١١	٦	٢٥	٣٢	٢١٤
هولندا	٥	٠	١٠٠	٢	٣	٩	٧	١٢٣
إيطاليا	١٢	٨	٤٧	٧	١٧	٣	١٦	١٠٨
المملكة العربية السعودية	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	١

وفي حين يعتبر مكتب براءات الإختراع الأمريكي معظم طلبات تسجيل براءات الإختراع ذات الصلة بتقنيات المواد المتقدمة مملوكة لأفراد (٥٩٨٦طلباً)، فإنه ينظر إلى المؤسسات على أنها الجهات المتنازل لها عن عدد كبير من براءات الإختراع. ويمكن قصد هذه المؤسسات في المستقبل لأوجه النشاط التعاوني، نظراً لاهتمامها الملحوظ بالإبتكار في تقنية المواد المتقدمة. وكما يبين الجدول ١١، فإن شركة إيستمان كوداك هي الجهة المتنازل لها عن ٩٣ تطبيق براءة اختراع تقنية ذات صلة بالمواد المتقدمة، تليها شركة سامسونغ إلكترونيكس (٨٥)، وشركة بوليمر غروب (٥٥) و شركة ثري إم إنوفيتف بروبيرتيز (٥٤). وكان معهد مساتشوستس للتقنية هو الجهة المتنازل لها عن براءة الإختراع الوحيدة المنسوبة لباحث سعودي.

الجدول ١١: الجهات المتنازل لها عن براءات الإختراع ذات الصلة بالمواد المتقدمة

الجهة المتنازل لها	عدد براءات الإختراع
براءات الإختراع المنسوبة لأفراد	٥٩٨٦
إيستمان كوداك Eastman Kodak Co.	٩٣
سامسونغ إلكترونيكس Samsung Electronics Co., Ltd.	٨٥
بوليمر غروب Polymer Group, Inc.	٥٥
ثري إم إنوفيتف بروبيرتيز 3M Innovative Properties Company	٥٤

تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتحديات

فيما يلي دراسة لمواطن القوة والضعف والفرص والتحديات الخاصة ببرنامج المملكة الخاص بتقنية المواد المتقدمة من منطلق الرؤية المنشودة لهذا البرنامج . ولدى تحليل ودراسة مواطن القوة والضعف والفرص والتحديات فإن:

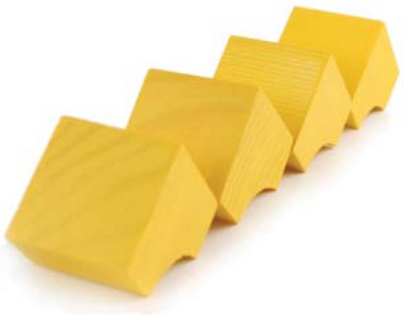
- مواطن القوة تشير إلى خصائص المنظمة التي تعد عوامل مساعدة على تحقيق الهدف.
- مواطن الضعف تشير إلى خصائص المنظمة الداخلية التي قد تعوق تحقيق الهدف.
- الفرص هي العوامل الخارجية التي تساعد على تحقيق الهدف.
- التحديات هي العوامل الخارجية التي قد تحول دون تحقق الهدف.

بذلك تكون مواطن القوة والضعف هي عوامل داخلية، في حين تعد الفرص والتحديات عوامل خارجية. ولأغراض هذه الدراسة، فإن المقصود ب»المنظمة» هو برنامج تقنية المواد المتقدمة، بما في ذلك مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، والجامعات وغيرها من الهيئات الحكومية والشركات. ويعرض الجدول ١٢ خلاصة دراسة مواطن القوة والضعف والفرص والتحديات.

الجدول ١٢: مواطن القوة والضعف والفرص والتحديات بالمواد المتقدمة في المملكة العربية السعودية

	عوامل مساعدة	عوامل ضارة
داخلية	**مواطن القوة** ■ وجود كبار منتجي البترول والبتروكيميائيات والمعادن الذين يوفرون المواد المستخدمة في تقنية المواد المتقدمة، وذوي الإحتياجات في هذا المجال التقني. ■ وفرة الموارد المالية. ■ وجود زبائن محليين لتقنية المواد المتقدمة في مجال المياه، والصحة، والدفاع، والنقل والبناء. ■ توفر بعض القدرة البحثية في الجامعات والصناعة والمدينة.	**مواطن الضعف** ■ ضعف مستوى المملكة عموماً في البحث والتقنية الخاصة بالمواد المتقدمة. ■ ضعف قاعدة الموارد البشرية، وغياب قسم علوم المواد في الجامعات. ■ ضعف قدرة الموارد البشرية على التنقل والتكيف (فبمجرد أن يخوض الطالب علوم الفيزياء على سبيل المثال، فإنه يبقى مرتبطاً بهذا المجال). ■ إتسام الأنظمة بعد المرونة (لاسيما صعوبة تعيين الكفايات أو الإحتفاظ بها في القطاع. الحكومي). ■ العوامل اللوجيستية في الحصول على معدات البحث. ■ الإفتقار للروابط الدولية. ■ ضعف روابط الصناعة-الحكومة-الجامعة. ■ الإفتقار إلى ثقافة وتاريخ البحث والتطوير والإبتكار الناجح. ■ ضعف تنفيذ الخطط. ■ ضعف قطاع التصنيع (خارج سياق البترول والبتروكيميائيات) لاستغلال المواد المتقدمة.
خارجية	**الفرص** ■ إمكانية إنتاج المواد ذات القيمة المضافة العالية من المواد الخام المتوفرة لدى المملكة. ■ تنامي الأسواق الدولية والمحلية للتقنية الشمسية وتقنية المياه. ■ الإستراتيجية الوطنية للإستثمار في العلوم والتقنية. ■ إمكانية التعاون على الصعيدين المحلي والدولي. ■ تعليم علماء المستقبل.	**التحديات** ■ المنافسة الدولية، وجود دول أخرى منافسة تتحرك بسرعة أكبر من المملكة. ■ القيود التي تحد من الإصلاح المطلوب. ■ إضطراب الدعم والسياسات المالية. ■ سياسة السعودة فيما يتعلق بالتعليم والبحث.

السياق الإستراتيجي



من هنا يتضح أن مواطن قوة المملكة في تقنية المواد المتقدمة تتمثل في الشركات القائمة على وفرة الموارد الطبيعية التي أنعم الله بها على البلاد، ووفرة الموارد المالية ووجود سوق محلي لتقنية المواد المتقدمة. إلا أن هناك عدد من مواطن الضعف التي تواجه برنامج تقنية المواد المتقدمة، لاسيما مستوى المعاهد البحثية السعودية، بما في ذلك الجامعات والحكومة والصناعة، التي لم ترتق بعد إلى مستوى المعاهد البحثية الرائدة في العالم. كما تعاني المملكة في هذا المجال من ضعف مواردها البشرية، فضلاً عن إفتقار الجامعات لأقسام ومناهج علوم المواد المتقدمة في كلياتها. كما تتسم الموارد البشرية بضعف قدرتها على التنقل والتكيف (فبمجرد أن يخوض الطالب علوم الفيزياء على سبيل المثال، فإنه يبقى مرتبطاً بهذا المجال). كما أن الأنظمة الخاصة بالموارد البشرية غير مرنة، الأمر الذي يعوق قدرة الحكومة على استقطاب الخبرات المميزة والإحتفاظ بها.

وقد لوحظت ندرة تعاون الباحثين السعوديين مع نظرائهم في هذا المجال، سواء في المملكة أو خارجها. ولا زال سجل الإبتكار الناجح أو التطبيق الناجع للمبادرات التخطيطية في المملكة متواضعاً، فضلاً عن صعوبة الحصول على المعدات اللازمة لإجراء البحث. أخيراً، تجدر الإشارة إلى ضعف الصناعة السعودية (خارج سياق صناعة البترول والبتروكيميائيات) التي تلبي الطلب على تقنية المواد المتقدمة في المملكة.

إلا أن هناك فرص يمكن إستغلالها في هذا السياق، لا سيما الإستفادة من الإستراتيجية الوطنية السعودية لتسخير المزيد من الإستثمارات لخدمة العلوم والتقنية، فضلاً عن إمكانية إستفادة المملكة من مواردها الطبيعية للمنافسة بمنتجات ذات قيمة مضافة معززة. أما التحدي الأكبر الذي يواجه طموح المملكة في تقنية المواد المتقدمة، فهو تطور المنافسين الدوليين لها في هذا المجال بوتيرة أسرع.

وقد رُسمت مبادرات هذه الخطة بهدف الإستفادة من مواطن قوة المملكة في هذا المجال مع معالجة نقاط ضعفها، وتناول الفرص والتحديات المحيطة بهذا البرنامج. وللإستفادة من مواطن قوة المملكة، فقد صممت البرامج بحيث يتم التركيز على إحتياجات وأسواق المملكة، وعلى تعظيم قدرات المملكة في هذا المجال. أما في مواجهة نقاط الضعف الخاصة بالبرنامج، فقد صُممت البرامج بما يعزز تعاون الحكومة-الجامعة-الصناعة بهدف التركيز على الإبتكار وعلى تدريب وتهيئة الطلاب والباحثين في تقنية المواد المتقدمة.

الإستراتيجية العليا

تتمثل الإستراتيجية العليا للبرنامج في الرؤية والرسالة والقيم والأهداف الإستراتيجية الخاصة به، المستقاة من أهداف وغايات السياسة الوطنية للعلوم والتقنية، ومن أبرز إحتياجات المملكة.

الرؤية

فيما يلي الرؤية الخاصة ببرنامج تقنية المواد المتقدمة للمملكة:

سوف تقوم المملكة بتوظيف مواطن قوتها لتصبح رائدة على الصعيد العالمي في أوجه محددة من تقنية المواد المتقدمة، وتغدو من مصدري المواد المتقدمة ذات القيمة المضافة المعززة. وتصبو المملكة لتكوين نظام فعال للإبتكار ذي روابط قوية تصل البحث والتعليم بالجامعات والقطاع الصناعي والحكومي.

ومن أبرز ملامح هذه الرؤية التركيز على الإبتكار في مجالات ذات أهمية حيوية بالنسبة للمملكة، لاسيما وأن هذه الرؤية لا تطمح على المدى القريب لأن تصبح المملكة متطورة في جميع المجالات ذات الصلة بالمواد المتقدمة أو أن تصبح رائدة على الصعيد العالمي في البحوث الأساس، بل أن تتناول بشكل خاص تلك المجالات التي يمكن أن تبرز من خلالها ميزات تنافسية، وأن تطبق التقنية لموافاة إحتياجاتها الإجتماعية والإقتصادية.

الرسالة

تتمثل رسالة برنامج تقنية المواد المتقدمة بدعم نظام فعال للإبتكار في المواد المتقدمة في المملكة من خلال:

- البحث والتطوير ونقل التقنية وتوطينها في مواطن الحاجة الوطنية.
- تعزيز تعاون المؤسسات البحثية الوطنية والدولية.
- السعي لتطوير الموارد البشرية بما يخدم تقنية المواد المتقدمة.
- التخطيط للمرافق البحثية الأساسية لتقنية المواد المتقدمة وتطويرها وتشغيلها.

قيم وثقافة البرنامج

لتحقيق هذا المستوى من التفوق، سيقوم البرنامج برسم ملامح ثقافة داخلية برعايةِ قيادته والتزام فرقه التشغيلية، إستناداً إلى القيم التالية:

- التميز في أداء العمل.
- الأمانة المهنية.
- الإنفتاح والشفافية.
- الإلتزام بتحقيق الأهداف.
- دعم الإبداع والإبتكار.
- التعاون والعمل كفريق.

أهداف البرنامج الإستراتيجية

فيما يلي الأهداف الإستراتيجية الخاصة بالبرنامج:

- تعزيز مساهمة تقنية المواد المتقدمة في تلبية أبرز إحتياجات المملكة وتطوير قدرة الصناعة السعودية التنافسية.
- تمكين صناعة سعودية محلية قائمة على التقنية من المجالات التقنية التي تعني المملكة (مثل الأغشية والحفز على سبيل المثال).
- الإرتقاء بمستوى المملكة الدولي في تقنية المواد المتقدمة.
- تطوير المؤسسات والموارد البشرية السعودية للبحث والتطوير في تقنية المواد المتقدمة.

عملية الإختيار

قام برنامج تقنية المواد المتقدمة باختيار أوجه التقنية ذات الأولوية إنطلاقاً من معطيات الجهات ذات العلاقة، وذلك من خلال حلقة العمل المنعقدة مع هذه الجهات واللجنة الإستشارية الخاصة بالبرنامج، وحسب إحتياجات الصناعة السعودية والجهات ذات العلاقة في هذا المجال. كما نظرت اللجنة الإستشارية في إمكانيات المملكة لتحقيق مكانة مميزة لها في هذه التقنية، وفق قدرات المملكة الراهنة أو الغائبة في البحث والتطوير، ومستوى المملكة الراهن في هذه التقنية، واثر السوق على التقنية.

المجالات التقنية المختارة

فيما يلي أوجه تقنية المواد المتقدمة الخاصة بالمملكة والمرتبة في مجموعات قد تتداخل في بعضها البعض[٧]:

الأغشية

- الأغشية ذات الوظائف المتطورة التي تستخدم بشكل خاص في معالجة المياه وغير ذلك من التطبيقات الصناعية. ومن التقنيات الهامة تقنيات تطوير المواد غير الملوثة حيوياً، والأغشية المقاومة للتقشر وللمواد الكيميائية، والأغشية عالية الطرح للتناضح العكسي، والأغشية عالية المنفذية، والأغشية الفاصلة للغازات، وأغشية التعقيم.
- أغشية الترشيح: ذلك أن الأغشية النانوية والأغشية الدقيقة والأغشية عالية الترشيح هي مواد بالغة الأهمية لقطاعات المياه، فضلاً عن أوجه استخدامها في قطاع البترول والبتروكيميائيات وقطاع الطب الحيوي في المملكة.

المواد الهجينة والمركبة

- تعد المواد المقاومة للصدأ لاسيما في البيئات عالية الحرارة وذات التركيز العالي من الكبريت، ذات أهمية جوهرية لقطاع البترول والبتروكيميائيات والمياه، كما أن للمواد المقاومة للكبريت إستخدامات هامة في صناعة الطائرات.
- تُستخدم المواد المركبة في البناء، والأنابيب والألياف الضوئية وخدمات المياه (مثل التخزين

[٧] نظراً لتصنيف المواد حسب غرضها الوظيفي (مقاومة التآكل، الحفز) والمجال التطبيقي (المواد الطبية الحيوية، والمواد الإلكترونية) وحسب نوع المادة (سيراميك، معادن) فإنه لا يوجد تصنيف موحد لتقنية المواد.

والمعالجة والتخلص من النفايات والأنابيب) ومن أبرز التحديات التقنية في هذا المجال ما يتعلق بعمليات التصميم والربط والتصنيع والتركيب. كما أن هناك تحديات تتعلق بالتدريب والمقاييس التي تحد من التطبيقات المستخدمة.

- تلعب تقنيات الإختبار غير الهدامة دوراً أساسياً في قطاعات البترول والبتروكيميائيات والمياه لاسيما المستخدمة منها في المواد المركبة.
- كما أن تقنيات اللحام هامة بالنسبة لقطاع البترول وقطاع المياه.

البوليمرات وتقنيات معالجة البوليمر

- لتقنيات البوليرات المتقدمة إستخدامات صناعية واسعة بما في ذلك حفر آبار البترول والغاز، وناقلات وأنابيب البترول، والإلكترونيات، والمنسوجات والزراعة والمياه وطب الأسنان وإيصال الأدوية.
- الأصناف الجديدة من البوليمرات وتقنيات معالجة البوليمرات، بما في ذلك أنظمة الراتينج والتذرية للحرارة، البوليمرات المركبة نانوياً، البوليمرت القابلة للذوبان في الماء والقابلة للتحلل الحيوي، والبوليمرات المانعة للإشتعال، ومثبتات الأشعة الضوئية فوق البنفسجية، والجسيمات النانوية لتعزيز البوليمرات.

المعادن والسبائك

- من الخصائص المتقدمة: الفولاذ المزدوج والفريتي (من الفريت) للمصانع الحرارية، ومواد محطات تحلية المياه، ومواد خفض التكسير بالتآكل الناجم عن درجات الحرارة العالية، والمواد المستخدمة لأغراض طبية محددة.
- من المعادن المتخصصة تلك المضادة للتآكل والصدأ والمعادن ذات القوة والحرارة العالية المستخدمة في صناعات معالجة المياه والبناء والبترول والغاز والتطبيقات الفضائية والعسكرية.

الخزف (السيراميك)

- تطوير الخزف (السيراميك) الخاص مثل أكسيد الألومنيوم، وكربيد التنغستن والمعادن المعززة المشتتة للأكسيد الناجم عن الصهر، والتي تستخدم في المواد العازلة وتطبيقات الزرع الطبي ومواد البناء.

المواد الذكية

- المواد المتطورة الوظائف مثل المواد الضوئية الملونة، والمواد الحرارية الملونة والملونة الضغطية، والمواد الكهروملونة، والزجاج الذكي المستخدم في البناء. هذا بالإضافة إلى المواد ذات الوظائف المتعددة والأنظمة القابلة للتحول المستخدمة في المنسوجات وتغليف الأغذية وبعض تطبيقات الطاقة الشمسية.
- المواد السيليكونية، والرقائق السيليكونية، المواد المعالجة من شبه الموصلات والجسيمات النانوية السيليكونية وجسيمات أكسيد السيليكون النانوية المستخدمة في الإلكترونيات وغيرها من الصناعات.
- المواد الناقلة للحرارة التي تساعد وتخفض تدفق الحرارة بتطبيقات العديد من الصناعات.

الطلاء

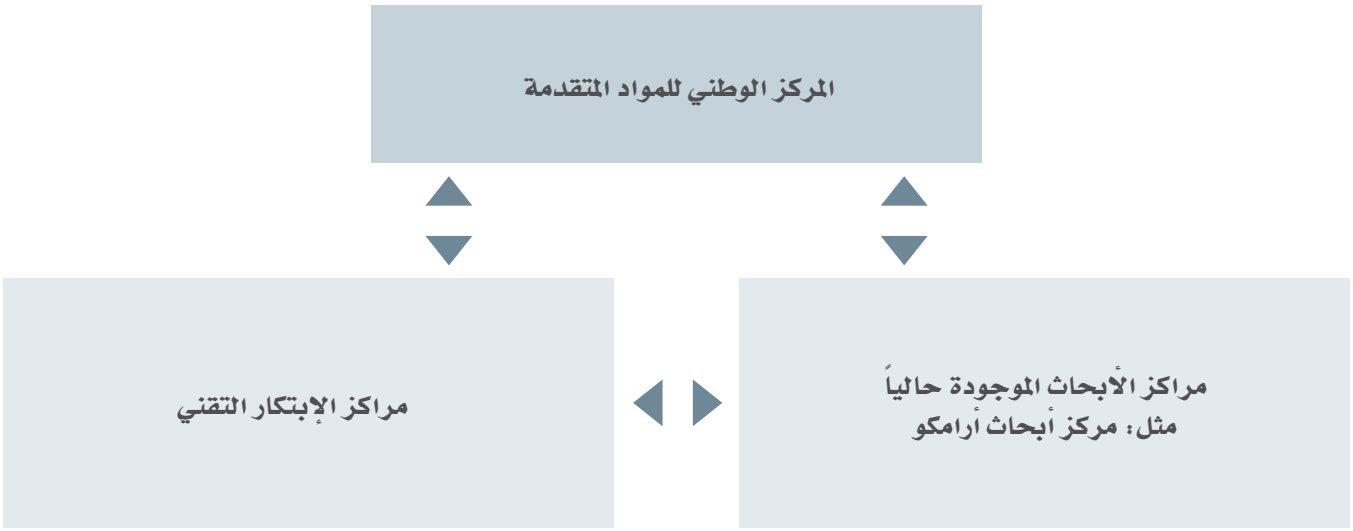
- الطلاءات المقاومة للصدأ والذاتية التنظيف والشافية، و الطلاءات القابلة لتحويل الضوء والحرارة والضغط الخاصة بعدد من التطبيقات الصناعية.
- تطوير الطلاءات المضادة للأشعة فوق البنفسجية و الطلاءات الحاجز المعدني والحراري المستخدمة في المنسوجات وتغليف الأغذية وبعض تطبيقات الطاقة الشمسية.

هيكل البرنامج

نظرة عامة

يعرض الشكل ٣ رسماً تخطيطياً لبرنامج تقنية المواد المتقدمة المقترح، المكون من ٣ برامج فرعية: برنامج مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، وبرنامج مراكز بتكار التقني الجامعية، وبرنامج المراكز البحثية الأخرى. ولا تفصل هذه الخطة أوجه نشاط المراكز البحثية الراهنة، رغم كونها منسقة ضمن البرنامج ككل.

الشكل ٣: هيكل برنامج المواد المتقدمة



دور مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية في تقنية المواد المتقدمة

ستكون المدينة مسؤولة عن:

١- قيادة السياسة والتخطيط الخاص بالمواد المتقدمة.

٢- إجراء البحث التطبيقي والتطوير الخاص بالقضايا ذات الأهمية الوطنية.

٣- توفير المرافق البحثية عالية الجودة والدعم التقني لباحثي الصناعة والجامعة.

قيادة السياسة والتخطيط

تعد مهمة قيادة السياسة والتخطيط بالغة الأهمية، لا سيما في أولى سنوات البرنامج. وتتضمن هذه المهمة عدة أهداف، حيث سيقوم المركز الوطني ب:

- توفير السبل المباشرة والمستمرة لمستخدمي المواد المتقدمة لتقديم المعطيات لأولويات البحث والتطوير، مثل حلقات العمل التي تنظمها القطاعات (البترول والغاز، والقطاع الطبي، والعسكري)، والمجالات التقنية (الأغشية، البوليمرات، والمواد المركبة، إلخ...).
- تطوير خطط التقنية في أبرز مجالات المواد المتقدمة التي توضح التطور التقني المطلوب ضمن إطارات زمنية محددة، وتحديد أدوار الجامعات والحكومة والصناعة.
- ترتيب برامج البحث والتطوير للمواد المتقدمة حسب الأولوية وتنظيمها.
- تطوير خطة وطنية لمرافق المواد المتقدمة.
- دعم مجلس إستشاري مكون من أبرز الجهات ذات الصلة، يكون من شأنه الإشراف على تطوير الخطة وتنظيم وتوزيع المصادر وتنفيذ هذه الخطة.
- وضع خطة للموارد البشرية للمواد المتقدمة لتقدير مدى الحاجة إلى الباحثين والخبراء التقنيين وتحديد كيفية تلبية هذه الإحتياجات من خلال التعليم والتدريب واستقطاب المهارات الدولية.
- تعزيز مناهج المواد المتقدمة في الجامعات.
- تكوين مجتمع مهني للمواد المتقدمة لتبادل المعلومات وبناء الثقة بين أعضاء المجتمع البحثي السعودي.
- السعي لإدخال تغييرات على السياسات الوطنية التي تؤثر على العديد من المجالات التقنية، بما في ذلك:
  - الإطار القانوني لدعم الشراكات التقنية.
  - الإجراءات الخاصة بالتشارك في المعدات البحثية.
  - توفير الحوافز وفرض المساءلة لتحسين إنتاجية الباحثين.
  - السياسات الخاصة بتعيين الباحثات والباحثين من غير السعوديين.
  - تعزيز التعليم الإبتدائي في الرياضيات والعلوم.

إجراء البحث والتطوير التطبيقي:

تتوقف معظم أوجه نشاط البحث والتطوير التطبيقي التي ستقودها المدينة، بالتعاون مع الجامعات وغير ذلك من المعاهد البحثية، على نتائج التخطيط الدقيق والقواعد التقنية المذكورة أعلاه. وسيختلف البحث والتطوير الذي يتم إجراؤه في المركز الوطني عن نشاط الجامعة بأنه:

- تطبيقي بشكل أكبر وعاجل.
- أوسع نطاقاً.
- يتطلب مرافق متخصصة.

وستجري المدينة مزيجاً من العمل المستقل، والعمل الممول من قبل عملاء (وكالة حكومية أو القطاع الصناعي). وستحدد أولوية المشاريع المستقلة تبعاً لأثرها الإقتصادي والإنساني على المملكة. وسيكون لكل مشروع مسار أو عدة مسارات واضحة للعودة بالمنافع الملموسة والضرورية ضمن إطار زمني معقول. وقد يكون ذلك بحل مشاكل هامة في الصناعات القائمة، أوتمكين التطور التقني في قطاع صناعي نامي أو قطاع توجد حاجة لوجوده، أو تلبية حاجة بما يؤدي إلى إيجاد صناعة سعودية جديدة أو كبيرة (بتمويل محلي أو من خلال إستثمار أجنبي). وستتضمن المشاريع قيام المدينة بالبحث والتطوير والتمويل الإضافي للمراكز البحثية القائمة.

المرافق البحثية والموارد البشرية ذات الصلة:

الهدف هنا هو توفير النفاذ لأحدث المعدات البحثية للباحثين السعوديين. ومن أهم مهام المختبرات الوطنية توفير المرافق لإجراء البحوث المتقدمة التي يمكن لعدة مستخدمين الإستفادة منها. ومن الأمثلة على ذلك: المصادر الضوئية (السنكروترون، أو المعجل) والمجاهر المتقدمة، ومختبرات المغناطيس، ومرافق الأشعة الأيونية، ومصادر النيوترون، والمرافق العالية الحرارة، والغرف النظيفة، والمصانع التجريبية، وما إلى ذلك من المرافق التقنية المتطورة. وتجدر الإشارة إلى الكلفة الباهظة لمثل هذه المرافق، وإلى صعوبة بنائها وتشغيلها، فالعديد منها ما يتجاوز التكاليف والإطار الزمني المعد لبنائها. لذا ينبغي التخطيط لها بدقة.

وسيبدأ عمل المدينة في هذا المجال برسم خطة للمدى القريب والبعيد لاقتناء هذه المعدات الحديثة التحليلية اللازمة لإجراء البحث المطلوب لتلبية المتطلبات الراهنة في المواد المتقدمة، أو لتوفير النفاذ لمثل هذه المعدات.[٨] وستبدأ المدينة بجرد المرافق التجريبية والمخبرية المتوفرة في المملكة في الوقت الراهن، إضافة إلى جرد أصناف المعدات اللازمة للمجالات البحثية ذات الأولوية. وستقوم الخطة بتحديد تلك الإحتياجات التي يمكن موافاتها بإجراء ترتيبات مع المراكز الدولية والإقليمية المتوفرة. ويلي ذلك التخطيط للمرافق الجديدة التي تحتاج إليها المملكة، وترتيبها حسب الأولوية. كما ستقف الخطة عند التدريب اللازم لإعداد الباحثين والتقنيين لتشييد وتشغيل مثل هذه المرافق. وقد شمل التخطيط تعاون عدة مجموعات من مجالات تشترك في حاجتها للمعدات البحثية، بما في ذلك الفيزياء، وتقنية النانو، والبترول والبتروكيميائيات، والمياه، نظراً لإحتياجها المشترك لهذا النوع من الأدوات والوسائل المذكورة.

واستناداً لهذه الخطة، ستقوم المدينة بتأسيس «مرفق المستخدمين الوطني»، المزود بكافة المعدات العلمية الحديثة والمدعوم بمهارات فريق تقني مدرب تدريباً جيداً، بحيث يقوم هذا المرفق بدعم الباحثين الجامعيين والصناعيين إضافة إلى باحثي المدينة. وستقوم المدينة برسم السياسات والإجراءات لتحديد أولوية استخدام الأطراف لهذه المرافق، فضلاً عن السياسات الرامية إلى تسهيل تنقل معدات البحث، بما في ذلك المذيبات، والراتنجات، والمواد الكيميائية اللازمة للبحث في تقنية المواد المتقدمة.

وسيكون مشروع تقنية الأغشية من أهم المشاريع التقنية الوطنية التي ستقوم المدينة بإدارتها بالتعاون من المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة، والجامعات، بحيث يقوم المشروع بنقل وسائل تصنيع الأغشية وتطوير أوجه التقنية الجديدة بما يعزز الإبتكار والتصنيع في تقنية الأغشية في المملكة. وسيقوم المشروع أيضاً بدعم خطة لأمن المياه تعتمد تحلية المياه كخيار إستراتيجي.

ومن المشاريع الوطنية الأخرى المقترحة، مشروع تطوير المواد المتقدمة في مجال التطبيقات الطبية، الذي سيتولاه مستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز الأبحاث. ومن شأن هذا المشروع تعزيز استخدام الأدوات وأوجه النشاط البحثية في تطبيقات التصوير الجزيئي وأساليب المعالجة باستخدام وسائل الكربون/البروتون، الأمر الذي سيطور أساليب تشخيص الأمراض ومعالجتها والوقاية منها.

دور مراكز بتكار التقني الجامعية في تقنية المواد المتقدمة

سيقوم برنامج مراكز إبتكار التقنية الجامعية في تقنية المواد المتقدمة برعاية عدد من المراكز البحثية الجامعة-الصناعة في تقنية المواد المتقدمة المنسقة مع أوجه نشاط المدينة، في عدد من المجالات البارزة مثل:

- هندسة المواد- الصدأ والتآكل، المواد الطبية الحيوية، المواد المركبة، السيراميك.

[٨] من الأمثلة على هذا النوع من الخطط: منتدى الإستراتيجية الأوروبية للبنى التحتية البحثية (٢٠٠٦). تقرير الخطة الأوروبية للبنى التحتية البحثية ٢٠٠٦، ووزارة الطاقة الأمريكية (٢٠٠٣). مرافق علوم المستقبل: نظرة لعشرين عاماً.

المجالات التقنية

- الأغشية- المياه، الأغشية الطبية، الأغشية البتروكيميائية.
- معالجة المواد- الحوافز، إلخ...
- الأطلية والمواد الذكية.

وتهدف هذه المراكز إلى:

- تطوير فريق أساسي من الخبرات لدى الجامعات في تلك المجالات الهامة بالنسبة للصناعة.
- زيادة عدد الخبرات المتخصصة في تقنية المواد المتقدمة من خلال تدريب وإعداد الطلاب في المجالات التقنية ذات الصلة المباشرة بالصناعة.
- تعزيز الثقة والتعاون بين القطاعين الصناعي والأكاديمي.
- تغيير ثقافة الجامعات بما يعزز العمل على صعيد المنظومة والعمل على معالجة القضايا الهامة.

وسيعتمد كل مركز من هذه المراكز الأكاديمية على التمويل الحكومي في المقام الأول، إلا أنه سيكون عليها الحصول على تمويل جزئي من الصناعة، بما يضمن تركيز دراسات المركز على الإحتياجات الصناعية الحقيقة. كما سيكون لكل مركز مجلس صناعي إستشاري خاص به، وستقوم هذه المراكز بإشراك طلاب الجامعات وطلاب الدراسات العليا في نشاطها البحثي، لإعدادهم للعمل مستقبلاً في المجالات ذات الحاجة الصناعية. ومن المنتظر أن تسفر هذه المراكز عن معارف وتقنية جديدة، إضافة إلى تخريج الطلاب المدربين على إجراء البحث في المشاريع ذات الصلة المباشرة بالصناعة والمستخدمين الآخرين.

وفي هذا السياق، ستجري المدينة مسابقة للدعم المالي لهذه المراكز لعدة أعوام، بمساعدة لجنة مراجعة خارجية تعكف على تقويم أداء هذه المراكز مع مرور الزمن، وعلى تقديم توصياتها بشأن الإستمرار في التمويل، أو إنهائه، حسبما يكون مناسباً. ورغم أن للجامعات حرية تحديد نطاق اهتمام مراكزها التقني، إلا أن إشراك المستشارين الصناعيين وشرط الحصول على تمويل جزئي من القطاع الصناعي، سيساعد على تأمين الحصول على النتائج المفيدة وذات الدلالة. وستشارك المراكز بشكل مباشر في عملية التخطيط المذكورة آنفاً التي تتولاها المدينة، بحيث تطلع المراكز من خلال هذه العملية على إحتياجات المستخدمين. هذا وستكون المراكز بمثابة مصدر هام للمعطيات التقنية خلال عملية التخطيط.

المراكز البحثية الراهنة

يتمثل العنصر الثالث من برنامج المواد المتقدمة في المراكز البحثية الراهنة التي تجري بعض أوجه النشاط المتعلقة بالمواد المتقدمة، ومنها:

- مركز التميز في هندسة المواد في جامعة الملك سعود.
- مركز سابك لبحوث البوليمر في جامعة الملك سعود.
- مختلف المراكز البحثية في جامعة الملك فهد للبترول والمعادن، ومعهد ابحاث جامعة الملك فهد للبترول والمعادن، الذي يعد مركز أبحاث تابع للجامعة يعمل بالتعاقد.

ورغم عدم اكتمال تأسيس جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية، إلا أنه من المتوقع أن تضطلع بقسط كبير من أوجه نشاط البحث في المواد المتقدمة، إبتداء من عام ٢٠٠٩.

وفضلاً عن المراكز الجامعية، فإن هناك عدد من المراكز الطبية والصناعية التي تجري البحوث في تقنية المواد المتقدمة، ومنها:

- مستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز الأبحاث.
- المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة، معهد بحوث تحلية المياه.
- مركز أرامكو للبحث والتطوير، الذي يتضمن قسماً خاصاً بالمواد المتقدمة.
- الشركة السعودية للصناعات الأساسية.

وهناك عدد من برامج ومعاهد المدينة التقنية التي تقوم بنشاط ذي صلة بالمواد المتقدمة، مثل:

- البتروكيميائيات.
- المياه.
- الفضاء.
- تقنية النانو.
- الرياضيات والفيزياء.
- الطاقة الذرية.
- الطاقة.

وتجدر الإشارة إلى كون جميع هذه المراكز البحثية ممولة من مختلف المصادر، وأنها ستستمر في تلقي تمويلها الرئيسي من مصادر خارج برنامج تقنية المواد المتقدمة. إلا أنها ستكون على صلة بالبرنامج، عن طريق التمويل الجزئي الذي قد تتلقاه من البرنامج لقاء المساهمة في المشاريع الوطنية للمواد المتقدمة، كما ستساهم في عملية التخطيط في حين سيشارك أعضاء هذه المراكز في أعمال اللجنة الإستشارية لبرنامج المواد المتقدمة. وستتشارك هذه المراكز في المعلومات لضمان تعاونها حيث يكون تعاونها مناسباً ونافعاً.

إدارة محفظة المشاريع

يتضمن برنامج تقنية المواد المتقدمة طيفاً واسعاً من المشاريع ذات الأهداف والغايات المختلفة. ويسعى البرنامج لتحقيق توازن بين مختلف الأهداف، ومن العوامل التي ينبغي الوقوف عندها لتحقيق توازن البرنامج:

- تحقيق التوازن بين المشاريع الرامية لتحقيق هدف فوري وبين تلك الرامية لبناء القدرة على المدى البعيد (لا سيما الموارد البشرية) في البرنامج.
- تحقيق التوازن بين تحقيق إحتياجات الشركات الموجودة وبين إيجاد صناعات جديدة قائمة على التقنية في المملكة.
- تحقيق التوزان بين المشاريع التدرجية المنخفضة المخاطر والمشاريع العالية المخاطر والعوائد.
- تحقيق التوازن بين مختلف الإحتياجات الوطنية والجهات المعنية الرئيسية (المياه، البترول، البتروكيميائيات، المجال الطبي، إلخ...).

وسيقوم مدير البرنامج واللجنة الإستشارية بمراجعة البرنامج للتأكد من تحقيق التوازن المناسب بين هذه العوامل.

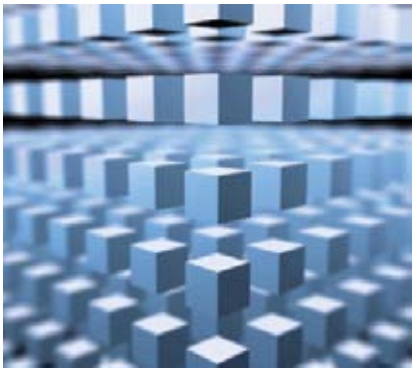
إدارة المشروع

الهيكل التنظيمي ومؤشرات الأداء

سيكون مدير برنامج تقنية المواد المتقدمة، وهو أحد موظفي المدينة، مسؤولاً عن التنفيذ العام للخطة. وستشرف اللجنة الإستشارية للبحث والإبتكار في تقنية المواد المتقدمة على تنفيذ الخطة. وسترفع هذه اللجنة توصياتها لمدير البرنامج، وللجنة المشرفة على الخطة الوطنية للعلوم والتقينة، التي تشرف على جميع برامج التقنيات الإستراتيجية. وستجتمع اللجنة الإستشارية لبرنامج تقنية المواد المتقدمة حوالي أربع مرات في العام لمراجعة تقدم البرنامج، حيث سيتم تحديد مؤشرات الأداء الخاصة بكل برنامج فرعي. ومن المؤشرات العامة على تقدم البرنامج على المدى البعيد:

- نمو أو إيجاد شركات تقنية من خلال برنامج تقنية المواد المتقدمة.
- العوائد والوظائف الناجمة عن البرنامج.
- الإستيراد والتكييف الناجح للتقنية بما يؤدي إلى إيجاد شركات أو تطبيقات جديدة.
- التراخيص وعوائد الترخيص العائدة على معاهد الجامعات والبحوث.

تنفيذ الخطة



- براءات الإختراع وحقوق الملكية الفكرية ذات الصلة بتقنية المواد المتقدمة.
- تمويل القطاع الخاص لبحوث تقنية المواد المتقدمة الخاصة بالجامعة والمدينة (يكون بمثابة مؤشر على القيمة التي يوليها القطاع الخاص للبحث والتطوير في تقنية المواد المتقدمة في المدينة والجامعة).
- عدد ومستوى العروض في المحافل الدولية.
- التغيرات الطارئة على السياسات (المذكورة سابقاً) والرامية إلى تعزيز البحث والتطوير في تقنية المواد المتقدمة في المملكة.
- عدد وأثر المواد المنشورة.
- مدى التعاون المحلي والدولي في البحث والتطوير.
- عدد الشهادات المتقدمة التي تمنح في تقنية المواد المتقدمة.

أما على المدى القريب، فسيُقَوم برنامج تقنية المواد المتقدمة من خلال تقدم تنفيذ الخطة، بما في ذلك تأسيس مرافق وطنية في المدينة ومراكز الصناعة-الجامعة، وتنفيذ برامج البحوث التطبيقية، وتطوير المسارات التقنية وخطة المرافق، وتطوير السياسات الرامية إلى تعزيز البحث والتطوير في المواد المتقدمة.

وستقوم اللجنة الإستشارية برعاية دراسات عن المجالات الجديدة النامية في تقنية المواد المتقدمة والإشراف عليها، لتكون أساساً لتوسيع البرنامج. والمراد لهذه الخطة أن تكون وثيقة ديناميكية يتم تحديثها مرة في العام على الأقل أو أكثر إذا اقتضت الحاجة. وفضلاً عن ملاحظات اللجنة الإستشارية، فمن المتوقع أن تساهم حلقات العمل المنعقدة مع الباحثين والمستخدمين والقطاع الصناعي والجهات المعنية، في تطور هذه الخطة بشكل مستمر وتدعيم شبكة البحث والإبتكار في تقنية المواد المتقدمة في المملكة.

أبرز القضايا الإدارية

تعد إدارة الجودة والموارد البشرية من أبرز القضايا الإدارية. وفي هذا السياق، سيحرص برنامج تقنية المواد المتقدمة على اتباع أفضل الأساليب الدولية المعتمدة في عملية إدارة الجودة لبرامج العلوم والتقنية. ومن هذه العناصر:

- مراجعة اللجنة الإستشارية لتصميم وميزانية البرنامج ككل.
- عملية تنافسية وقائمة على تحكيم النظراء لاختيار الأساليب والعمليات الخاصة بمشاريع ومراكز الأبحاث الجامعية.
- المراجعة السنوية لمشاريع تطوير التقنية لضمان تحقق معالم البرنامج.
- المراجعة الدورية (كل خمسة أعوام) التي تجريها لجنة المراجعة بمساعدة الخبراء المتمرسين في التقويم.

وسيتم وضع إجراءات خاصة لخبراء التقويم للكشف عن مواطن تضارب المصالح وإدارتها. وفي بعض الأحيان، سيتم اللجوء إلى خبراء دوليين في لجان المراجعة لتقليل فرص نشوب تضارب في المصالح وتقديم تقويم خارجي مستقل.

تنفيذ الخطة

هذا وتشكل ندرة الموارد البشرية، من باحثين ورواد ومدراء تقنيين، عائقاً حرجاً يعترض تحقق نجاح برنامج تقنية المواد المتقدمة، كما سبق ذكره أنفاً، ذلك أن البرنامج سيتطلب المزيد من الباحثين والمدراء والرواد التقنيين في المدينة والجامعات والشركات. فعلى المدى القريب، هناك حاجة ملحة لأن تعين المدينة الخبراء ذوي المؤهلات اللازمة لتقنية المواد المتقدمة، ولإدارة مختلف أوجه هذه الخطة، ذلك أن الخطة المرسومة لن تحقق النجاح المنشود دون القدرة على تعيين الخبراء المؤهلين في تقنية المواد المتقدمة وفي إدارة البرنامج.

أما على المدى القريب، فهناك عدد من الإستراتيجيات التي يمكن اللجوء إليها لزيادة الكفايات المؤهلة للعمل في برنامج تقنية المواد المتقدمة:

- المرونة في سلم الأجور لدفع الرواتب التي يمكن أن تنافس ما يفرضه سوق العمل لاستقطاب المهارات اللازمة.
- تغيير السياسات بما يتيح استقطاب الخبراء الأجانب إلى المملكة.
- تدريب الباحثين ليصبحوا خبراء ورواد في البحث والتطوير.

وقد صممت هذه الخطة لتعزيز عدد الباحثين في المواد المتقدمة على المدى البعيد، من خلال التركيز على مراكز الصناعة-الجامعة وتطوير مناهج تقنية المواد المتقدمة في الجامعات. وستكون هذه المراكز معدة لتدريب وتزويد الطلاب الجدد بالمهارات اللازمة للبحث والإبتكار في الصناعة والمؤسسات البحثية.

الملاحق

الملحق أ- عملية تطوير الخطة والمشاركون

أشرفت اللجنة الإستشارية لبرنامج المواد المتقدمة على تطوير هذه الخطة، حيث انعقدة حلقة عمل في يونيو ٢٠٠٨، لجمع المعطيات والآراء من مختلف الجهات ذات الصلة. وقد ركزت حلقة العمل على إحتياجات المملكة في المواد المتقدمة، محددة البرامج المطلوبة لتلبية الإحتياجات والعقبات التي قد تعترض نجاح البرنامج. وبعد انتهاء الحلقة، حرصت اللجنة على الإجتماع مرة أو مرتين في الأسبوع للبحث في مسودات الخطة. وفيما يلي أسماء أعضاء اللجنة والمشاركين في حلقة العمل.

اللجنة الإستشارية لبرنامج تقنية المواد المتقدمة

المشاركون في حلقة العمل الخاصة ببرنامج تقنية المواد المتقدمة:

م	الاســـــم	الجهة
١	د. خالد بن عبدالعزيز العيسى	مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
٢	د. قاسم فلاته	شركة أرامكو السعودية
٣	م. عبدالرحمن بن محمد أبانمي	المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة
٤	د. طارق بن محمد شكري	مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
٥	أ. فهد بن ابراهيم المسعود	مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
٦	د. عبدالله بن محمد عسيري	جامعة الملك سعود
٧	د. أحمد اليماني	مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
٨	د. ماهر بن عبدالله العودان	جامعة الفيصل
٩	د. ابراهيم الجماز	مستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز الابحاث
١٠	د. رافع بن فواز الشهري	وزراة الدفاع والطيران
١١	د. عبدالله بن ابراهيم المرشد	مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
١٢	د. لؤى الحضرمي	جامعة الملك فهد للبترول والمعادن
١٣	أ. محمد السحيباني	مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

الملحق ب: بعض الدراسات والمراجع المساندة لهذه الخطة

فيما يلي بعض المراجع التي درست لدى إعداد هذه الخطة:

مجلس بحوث العلوم الفيزيائية والهندسية (٢٠٠٢). تمكين المستقبل: نظرة على بحوث المملكة المتحدة في المواد المتقدمة. دراسة دولية للبحث في تقنية وعلوم المواد في جامعات المملكة المتحدة.

منتدى الإستراتيجية الأوروبية للبنى التحتية البحثية (٢٠٠٦). تقرير الخطة الأوروبية للبنى التحتية البحثية ٢٠٠٦.

معهد ستانفورد الدولي للأبحاث. (٢٠٠٧) دراسة إستراتيجية: المواد المتقدمة. تقرير غير منشور، أغسطس ٢٠٠٧.

معهد ستانفورد الدولي للأبحاث. (٢٠٠٧) تحليل مستوى المملكة وتوجهات براءات الإختراع والنشر السعودي في المواد المتقدمة. تقرير غير منشور، أغسطس ٢٠٠٧.

وزارة الطاقة الأمريكية (٢٠٠٣). مرافق علوم المستقبل: نظرة لعشرين عاماً.

هاتف : ٤٨٨ ٣٥٥٥ – ٤٨٨ ٣٤٤٤
فاكس : ٤٨٨٣٧٥٦
ص.ب. ٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢
المملكة العربية السعودية
www.kacst.edu.sa

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
رقم الوثيقة: 22P0001-PLN-0001-AR01

DAKKIN 01 478 8584