برنامج تقنية الطاقة في المملكة العربية السعودية

د. نايف بن محمد العبادي

يأتي برنامج توطين وتطوير تقنيات الطاقة ضمن برامج الخطة الوطنية للعلوم والتقنية، التي أقرها مجلس الوزراء في ١٤٢٣هـ (الموافق ٢٠٠٢م). وتستند أهمية هذا البرنامج إلى احتلال تقنيات الطاقة مكانة بارزة في دعم تطور البلدان ونهضتها الاقتصادية.

يقدر معدل النمو السنوي لاستهلاك الطاقة بالمملكة العربية السعودية بحوالي ٧ ٪، مما يتطلب بناء المزيد من محطات توليد الكهرباء، وتعزيز أنظمة توزيعها ونقلها. وتقدر احتياجات قدرات التوليد المطلوبة لعام ٢٠٢٣م بحوالي ٥٩،٠٠٠ ميجاوات، مقارنة بقدرات التوليد في العام ٢٠٠١م البالغة ٢٥،٠٠٠ ميجاوات. لذا، فإن هناك محاولة جادة لإيجاد الحلول العلمية لتغطية ذلك الاحتياج.

تمثل مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة قطاعاً قادراً على الاستئثار بحصة كبيرة من إنتاج الطاقة في المستقبل، الأمر الذي يستدعي معالجة الصعوبات المتعلقة بالإنتاج وارتفاع تكاليفه؛ لتوسيع نطاق استخدامها، لا سيما في المناطق النائية. كما يجب خفض استهلاك البترول والغاز في قطاع النقل للمساهمة في تخفيض ظاهرة البيوت المحمية الضارة بالبيئة.

أُعدت خطة برنامج تقنيات الطاقة استناداً إلى معطيات وآراء مستخدمي الطاقة والجهات ذات العلاقة بهذا القطاع في المملكة، وقد خضعت عملية رسم الخطة لمراجعة الجهات ذات العلاقة من خلال عدد من ورش العمل التي ركزت على مراجعة مكونات أوجه نشاط التخطيط الإستراتيجي وتضمنت تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتحديات، وإعداد رسالة ورؤية البرنامج، وتحديد المجالات التقنية ذات الأهمية بالنسبة للمملكة.

التحديـــــات

هناك العديد من التحديات التقنية والإدارية التي تواجه تطوير وتوطين تقنيات الطاقة بالمملكة، من أبرزها مايلي:

● التحديات التقنية

من أبرز التحديات في هذا المجال مايلي:

١- ارتفاع الطلب على الطاقة من قبل المواطنين بسبب ارتفاع معدل نمو السكان – الأعلى عالمياً بمتوسط ٢,٩ ٪ – علماً بأن تعداد سكان المملكة حالياً يبلغ ٢٧ مليون نسمة تقريباً.

٢- الحاجة الماسة لتزويد المناطق النائية بالمملكة بالطاقة من مصادرها المتجددة، نظراً للتكلفة الباهظة لربطها بالشبكات التقليدية.

٣- إقبال المملكة على عصر صناعي جديد، يتمثل في مشاريع بناء المدن الاقتصادية والمجمعات الصناعية، مع إمكانية تنامي تلك الأنشطة بانضمام المملكة لمنظمة التجارة العالمية، مما يستدعي ابتكار حلول جديدة لتوليد وتوزيع وإدارة حفظ الطاقة.

٤- أن للمملكة مصلحة في دعم وتعزيز استخدام البترول في قطاع النقل، الذي يستأثر بقرابة ٦٠٪ من إنتاج البترول العالمي، الأمر الذي يستدعي التركيز على برامج تعزيز كفاءة الطاقة وتوليدها وتحجيم آثارها على البيئة.

٥- ينبغي على المملكة أن تواكب التطورات العالمية في تقنية الطاقة لتكون منتجاً للتقنية، بدلاً من مجرد مستهلك لها.

● التحديات الإدارية

حدد المشاركون في ورش العمل عدداً من المجالات التي تحتاج فيها السياسات إلى التغيير، أو التي تشكل فيها السياسات المحلية عوائق ينبغي إزالتها لتسهيل تطوير وتوطين تقنيات الطاقة، ومنها:

١- السياسات الرامية إلى تسهيل التعاون في مجال البحث والتطوير بين مراكز البحث الوطنية وقطاع الصناعة.

٢- تغيير سياسة الجامعات وإدخال التغييرات التنظيمية لتعزيز قدرة الكوادر الجامعية على إجراء البحوث.

٣- زيادة الموارد البشرية التي تخدم البحث والتطوير في تقنية الطاقة.

٤- زيادة الإلمام بالتطورات التقنية الدولية.

٥- توسيع نطاق التعاون الدولي ليشمل تعاون الجامعات السعودية مع الجامعات الدولية.

٦- تفضيل التعاقد مع الشركات الصغيرة لدعمها خاصة الشركات المبتكرة.

دور المؤسسات البحثية

يوجد في المملكة العديد من الجهات (حكومية وقطاع خاص) معنية بتقنيات الطاقة، منها **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** والجامعات السعودية وعدد من المعاهد البحثية المتخصصة، وقد تم خلال إعداد البرنامج تحديد أدوار هذه الجهات، جدول (١) .

نشاطات البحث والتطوير

قام فريق العمل بإعداد خطة برنامج تقنيات الطاقة، بدراسة عدد من معاهد أبحاث الطاقة حول العالم، تم اختيارها لتتضمن مزيجاً من المختبرات المدعومة حكومياً وتقوم بنشاط شبيه بالبرنامج، ومن بين هذه المعاهد:

- معهد بحوث الطاقة المستدامة في أستراليا.
- مركز تقنية الطاقة في فنلندا.
- مركز هولندا لبحوث الطاقة .
- معهد كوريا لبحوث الطاقة.
- مكتب كفاءة الطاقة والطاقة المتجددة، وزارة الطاقة الأمريكية، الولايات المتحدة الأمريكية.

يعكس اهتمام ونطاق بحث هذه المؤسسات إستراتيجيات وخيارات تطوير بحوث الطاقة والتقنية ذات الصلة بها. أما على صعيد التخطيط الوطني، فإن الاطلاع على تخطيط معاهد البحوث الحكومية مثل (الولايات المتحدة، وهولندا، وكوريا الجنوبية) ومعاهد البحوث الجامعية الوطنية مثل (أستراليا وفنلندا) توفر فهماً واسعاً حول سياساتها ودورها وأوجه نشاطها البحثي.

تتناول هذه المؤسسات عدداً من المجالات التقنية الشبيهة بمجالات برنامج توطين وتطوير تقنيات الطاقة لاسيما:

- الطاقة المتجددة.
- وسائل إنتاج أصناف أنظف من الوقود الأحفوري.
- تقنيات وعمليات تعزيز كفاءة الطاقة
- تطوير تقنيات خلايا الوقود والخلايا الهيدروجينية.

الجهة ذات العلاقة	دورها
مدينة الملك عبدا لعزيز للعلوم والتقنية	- تخطيط وتنسيق وإدارة البرنامج. - إجراء البحوث التطبيقية ونقل التقنية وتطوير النماذج التجريبية. - إدارة المشاريع الوطنية والمشاركة فيها. - تعزيز مشاركة الجامعات والقطاع الصناعي في المشاريع الوطنية. - توفير المرافق البحثية الوطنية والمختبرات وإدارتها. - تقديم التوصيات والخدمات الخاصة بالعلوم والتقنية للحكومة. - إجراء بحوث ودراسات البنى التحتية. - التعاون مع الجامعات والقطاع الصناعي لإنشاء مراكز الابتكار التقني.
الجامعات	- إيجاد معرفة علمية أساسية وتطبيقية جديدة. - تدريب الطلاب في العلوم والهندسة. - استضافة مراكز الابتكار التقني والمشاركة فيها. - المشاركة في المشاريع التعاونية.
المراكز البحثية المتخصصة الحكومية أو المستقلة	- إيجاد معرفة علمية تطبيقية جديدة. - المشاركة في المشاريع التعاونية.
الوزارات والهيئات الحكومية	- إجراء البحوث والدراسات التي تسفر عن حلول تشغيلية - تنفيذ مشاريع الطاقة. - تزويد البرنامج بمتطلبات البحث والتطوير الحكومية. - تقليل العوائق التنظيمية والإجرائية التي تعترض نشاط الابتكار والبحث والتطوير. - دعم نشاط البحث والتطوير في الجامعات والقطاع الصناعي.
القطاع الخاص	- تطوير وتسويق المنتجات والعمليات الناتجة عن البرنامج. - دعم المشاريع البحثية التعاونية والمشاركة فيها. - دعم مراكز الابتكار التقنية والمشاركة في نشاطها.

■ جدول (١) دور الجهات المعنية في برنامج تقنية الطاقة.

نشاط النشر الدولي في تقنيات الطاقة

يعد موضوع الطاقة مشروعاً واسع النطاق، شاملاً لعدة مجالات بحثية وتقنية، مثل: الهندسة الميكانيكية، والديناميكا الحرارية، والهندسة الكيميائية، والفيزياء التطبيقية والعلوم البيئية. وقد حدد برنامج تقنيات الطاقة سبعة مجالات فرعية هي: الطاقة المتجددة، والطاقة التقليدية، ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية، وإدارة وترشيد استهلاك الطاقة، وتخزين الطاقة، والهيدروجين وخلايا الوقود، والاحتراق. كما تم تعريف "تقنيات الطاقة" بما فيها من مجالات فرعية باستشارة خبراء من الجهات ذات العلاقة، وإعداد قائمة مفصلة بالعبارات المفتاحية المستخدمة في عمليات البحث والاستقصاء في قواعد المعلومات ذات العلاقة، وتبين أنه ما بين ٢٠٠٦م و٢٠٠٧م، تم نشر (١٧,١١٧) مقالاً في العالم عن مواضيع ذات الصلة بأولويات المملكة العربية السعودية البحثية في الطاقة. وأتت الولايات المتحدة الأمريكية، في طليعة الدول بـ (٣٧٧٠) مقالاً. وكانت الصين في المرتبة الثانية بـ (٢٤٣٠) مقالاً، تليها اليابان بـ ١٥٢٢ مقالاً وألمانيا بـ (١٠٦١) مقالاً. أما المملكة العربية السعودية فكانت في المرتبة الثالثة والأربعين بـ (٤٨) مقالاً، كما يبين الجدول (٢) أن البحث في خلايا الوقود والهيدروجين استأثر بمعظم ما نشر في تقنيات الطاقة في العالم.

الموضوع	عدد المواد المنشورة
خلايا الوقود والهيدروجين.	٤٦٢١
حفظ وإدارة الطاقة.	٣٧٢٧
توليد الطاقة المتجددة.	٣١٦٧
الإحتراق.	٢٢٤٢
توزيع ونقل الطاقة.	١٩٦٤
توليد الطاقة التقليدية.	١٥٠٩
تخزين الطاقة.	١٠٤٥

■ جدول (٢) المواضيع الفرعية في تقنية الطاقة (٢٠٠٦-٢٠٠٧م).

المؤسسات البحثية

تتضمن قاعدة بيانات المواد المنشورة في موضوع الطاقة حوالي ٤٠ ألف كاتب مختلف من آلاف المؤسسات البحثية في أكثر من ١١٩ دولة. منها ثلاث مؤسسات رائدة هي: الأكاديمية الصينية للعلوم (٥٠٢)، وجامعة تسينغ هوا (٢٤٩) ومعهد التقنية الهندي (٢١١). وتعد جامعة شانغهاي جياو تونغ هي الرائدة في نشر المقالات ذات الصلة بحفظ الطاقة وإدارتها، في حين كانت جامعة جيان جياتونغ هي أكثر المؤسسات نشراً لمقالات ذات صلة بتوزيع الطاقة الكهربائية ونقلها. أما معهد التقنية الهندي فقد نشر أكبر عدد من المقالات ذات الصلة بتوليد الطاقة التقليدية.

خصائص البرنامج

تعد مواطن الضعف والقوة عوامل داخلية خاصة بالبرنامج، فيما تعتبر الفرص والتحديات عوامل خارجية. وقد تم ضمن إعداد البرنامج مواطن الضعف والقوة والفرص والتحديات المتعلقة به، ويبين الجدول (٣) أبرز هذه الخصائص.

إستراتيجية البرنامج

حدد فريق التخطيط الإستراتيجي لتقنية الطاقة رؤية و رسالة وقيم البرنامج، وأهدافه الإستراتيجية التي من شأنها الوصول بالمملكة إلى مصاف الدول المتقدمة في مجال تقنيات الطاقة، وذلك كما يلي:

- **الرؤية**

إن الرؤية المرسومة للبرنامج هي: أن يكون مرجعاً عالمياً رائداً في توطين وتطوير تقنيات الطاقة من خلال منظومة عمل متقدمة.

- **الرسالة**

تتضمن الرسالة بناء منظومة عمل متقدمة؛ لتوطين وتطوير تقنيات الطاقة من خلال تعزيز ثقافة البحث والتطوير وتقديم حلول شاملة ومنافسة، وتأهيل الخبراء والكوادر للمساهمة في تحقيق الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة، والمحافظة على البيئة، وفتح فرص استثمارية جديدة وصولا نحو دعم الاقتصاد الوطني وتحقيق التنمية المستدامة.

- **القيم**

تتضمن القيم المطلوبة لتنفيذ البرنامج مايلي:

- إتقان العمل.
- الأمانة المهنية والسلوك الأخلاقي.
- الشفافية.
- الالتزام بتحقيق الأهداف.
- الإبداع والابتكار.
- التعاون والعمل كفريق.

	مساعدة	عوائق
داخلية	**مواطن القوة** - دعم القيادة الرشيدة المالي والمعنوي. - وجود باحثين وخبراء متخصصين ذوي رغبة شديدة لتأسيس قاعدة بحثية فعالة. - القدرة على امتلاك بعض التقنيات.	**مواطن الضعف** - افتقار الجهات ذات العلاقة لروح التعاون والعمل كفريق . - الافتقار للمبادرات المناسبة. - اللوائح والأنظمة الحكومية البيروقراطية الراهنة. - الافتقار للقدر المناسب من المعلومات، ومن البنية التحتية لتقنية المعلومات.
خارجية	**الفرص** - استقطاب الباحثين والخبراء المؤهلين. - تشجيع الاستثمارات المحلية والأجنبية. - القدرة على صنع تقنيات الطاقة بتكلفة بسيطة من خلال الدعم الحكومي. - الارتفاع الهائل في طلب الكهرباء المملكة.	**التحديات** - صعوبة نقل بعض تقنيات الطاقة. - نقص الأنظمة الحكومية لحماية البيئة. -الافتقار لوسائل حماية المنتجات التقنية المحلية من المنافسة العالمية، لاسيما منذ الانضمام لمنظمة التجارة العالمية.

■ جدول (٣) مواطن الضعف والقوة والفرص والتحديات في برنامج تقنية الطاقة.

الأهداف الإستراتيجية للبرنامج

حُددَت الأهداف الإستراتيجية للبرنامج بما يوائم أهداف وغايات السياسة الوطنية للعلوم والتقنية، وإبراز احتياجات المملكة التي يمكن تطبيقها على صعيد البرنامج. وقد خلصت الخطة إلى عدد من الأهداف الإستراتيجية التي يسعى البرنامج لتحقيقها خلال السنوات الخمس القادمة:

١- إستغلال الموارد الطبيعية بشكل فعال.
٢- تعزيز الاكتفاء الذاتي الوطني في تقنيات الطاقة الحيوية.
٣- دعم قطاع صناعة التقنية المحلي لتحقيق التطور والتنمية بحلول تقنية تسهل تطوير المنتجات.
٤- تطوير تقنيات ابتكارية للاحتياجات التي لا يمكن موافاتها بشكل فعال أو اقتصادي.
٥- نقل وتكييف وتطوير التقنيات للأسواق والمستخدمين المحليين.
٦- دعم التطور الاجتماعي والثقافي لتحقيق التوظيف الأمثل للتقنية.
٧-تعزيز مكانة المملكة وصورتها الوطنية في العلوم والتقنية.

المجالات التقنية

تم إعداد قائمة مبدئية من المجالات التقنية ذات الصلة بملف الطاقة بالتشاور مع الجهات ذات العلاقة، مع أخذ الأهداف الإستراتيجية للبرنامج والإستراتيجية العليا بالاعتبار. وقد دُرست القائمة المبدئية بعد ذلك من خلال مصفوفة اختيار تضمنت عوامل الاختيار ومقاييسه، للوصول بذلك إلى قائمة ملخصة من الأولويات التَقنيّة.

- **معايير الاختيار**

تم اختيار أوجه التقنية التي تعني البرنامج استناداً إلى معايير وضعت بالتشاور مع الجهات

■ الطاقة الشمسية إحدى طرق توليد الطاقة المتجددة.

ذات العلاقة بالطاقة أثناء حلقات العمل، بما يحقق الأهداف الإستراتيجية للبرنامج، فضلاً عن رسالته. وفيما يلي معايير الاختيار:

- الحاجة إلى الاكتفاء الذاتي في هذه التقنية.
- القدرة على توليد فرص العمل.
- سهولة نقل التقنية.
- القدرة على إيجاد فرص الاستثمار.
- إمكانية تطوير هذه التقنية في المستقبل.
- إمكانية خفض تكاليف توليد الكهرباء.
- تدني كلفة تطوير وتكييف التقنية.
- إمكانية تقليل هدر الطاقة.
- توفر الكفايات المحلية المؤهلة.
- المساهمة في حماية البيئة

● **أوجه التقنية المختارة**

تم اختيار التقنيات التي تفي بالمعايير المذكورة، بعد تحليلها باستخدام آلية لقياس المجالات التقنية وفقاً لهذه المعايير، وذلك كما يلي:

■ **توليد الطاقة المتجددة:** وتشمل:

- الطاقة الشمسية (تقييم مصادر الطاقة، الطاقة الحرارية، المجمعات الشمسية، التبريد بالطاقة الشمسية، تحلية المياه بالطاقة الشمسية، الأنظمة الكهروضوئية، تصنيع الخلايا الكهروضوئية، التطبيقات الكهروضوئية)
- طاقة الرياح (تقييم مصادر الطاقة، أنظمة الشبكات المترابطة والأنظمة المستقلة وتطبيقات طاقة الرياح).

■ **الطاقة التقليدية:** وتشمل:

- التوربينات الغازية والبخارية (كفاءة التوربينات ومعالجة الريش).
- التوربينات الصغيرة.
- عمليات الاستخلاص من الحرارة المفقودة.
- التوليد المتعدد.
- الدورة المركبة.

■ **نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية:** وتشمل:

- المحولات الكهربائية (المحولات التلقائية الذكية، مواد العزل والتركيب، مجسات القياس والحماية).
- الكابلات الكهربائية (المواد العازلة والتصاميم الخاصة بالجهد العالي).
- الشبكات الكهربائية (الأتمتة، الشبكات الذكية، تطوير البرمجيات، معدات ومجسات الاتصال في الشبكات المحلية والواسعة).
- قواطع الدوائر الكهربائية (قواطع دوائر أنواع الجهد العالي والفائق، آليات التشغيل والتصميم المتطورة، المواد الحامية والعازلة).

■ **إدارة وترشيد استهلاك الطاقة:** وتشمل:

- التكييف والتبريد (المضخات الحرارية، التكييف المركزي، دورات التكييف، الثلاجات، الضواغط، المكثفات، تدقيق الطاقة، مبردات الامتصاص).
- أنظمة الإنارة (الإنارة عالية الكفاءة، تدقيق الطاقة، المصابيح الفلورية المدمجة، التحكم بالإنارة).
- تقنيات غلاف المباني (العزل الحراري، الستائر الزجاجية، تظليل البناء، إدارة طاقة المباني، نظام أتمتة البناء).
- كفاءة الأفران /الغلايات.
- المحركات الكهربائية.
- المبادلات الحرارية (المبادلات الحرارية المدمجة).

■ **تخزين الطاقة:** وتشمل:

- المكثفات الفائقة.
- الحذافات العالية السرعة.
- موصل فائق ممغنط.
- البطاريات المطورة.
- تخزين الطاقة الحرارية.
- التخزين بالضخ.

■ **خلايا الوقود والهيدروجين:** وتشمل:

- إنتاج الهيدروجين من الوقود الهيدروكربوني.
- تخزين الهيدروجين.
- خلايا وقود تبادل البروتون.
- خلايا وقود الأكسيد الصلب.
- خلايا وقود الميثانول المباشر.
- تصنيع واختبار الخلايا المتعددة.
- أقطاب خلايا الوقود.
- غشاء خلايا الوقود.
- حفاز خلية الوقود.

■ **الاحتراق:** ويشمل:

- الاحتراق الداخلي للمحركات.
- الحقن المباشر.
- الاشتعال التلقائي/ الاشتعال بضغط الشحنة المتجانسة.
- الاحتراق في الصناعة.
- تعزيز كفاءة الاحتراق.
- نمذجة الاحتراق.
- تقنيات الوقود.

■ الاستفادة من الرياح لتوليد الطاقة الكهربائية.