تقنية النانو وصناعة الطاقة

د. إبراهيم بن محمود بابلي

تقدر منظمة الصحة العالمية عدد وفيات النساء والأطفال السنوية الناتجة عن تلوث الهواء داخل المنازل الناتج عن استخدام مصادر الطاقة البدائية ـ مثل الخشب وروث الماشية ـ في الطهي والتدفئة بأكثر من مليوني حالة. ولعل أحد أهم أسباب ارتفاع عدد الوفيات هذه هو عدم توفر مصادر طاقة كهربائية لأكثر من ربع سكان العالم، معظمهم يعيش في آسيا وأفريقيا وأمريكا اللاتينية. وعلى الرغم من التطور في عدد من مجالات الطاقة سواء في التوليد أو التوزيع أو في غيرها؛ فإن التوقعات تشير إلى قصور مستمر في توليد الطاقة بما يفي باحتياج السكان في العالم، حيث سيبقى أكثر من مليار نسمة دون كهرباء حتى عام ٢٠٣٠م .

وبالنظر إلى الطلب العالمي على الكهرباء، نجد أنه قد ازداد في الفترة ما بين عامي ١٩٨٠إلى ٢٠٠٣م بمعدل ٣٪ سنوياً، مرتفعاً من ٧٤١٧ مليار كيلووات/ ساعة إلى ١٣٩٣٤ مليار كيلووات/ ساعة، ومن المتوقع أن يستمر النمو السنوي في الطلب على الكهرباء بمعدل ٢,٤٪ سنوياً حتى عام ٢٠٣٠م، مدفوعاً بازدياد الطلب على الكهرباء في الدول النامية الكبرى مثل الهند والصين.

هذا وقد قدرت وكالة الطاقة الدولية الاستثمارات المطلوبة للبنى التحتية في مجال توليد الطاقة بمبلغ يزيد عن ستة عشر ألف مليار دولار أمريكي للفترة من عام ٢٠٠١ م، وحتى عام ٢٠٣٠م، وسيحوز الاستثمار في توليد الكهرباء على نصيب الأسد من هذه الاستثمارات بمبالغ تزيد على عشرة آلاف مليار دولار أمريكي، ويذهب المبلغ المتبقي في استثمارات في مجال النفط والغاز.

وبالرغم من تلك الاستثمارات الهائلة، فإنه إن لم يصاحبها من توليد وتوصيل وترشيد وغيرها، فستكون النتيجة مخيبة للآمال. ويرى المجتمع العلمي أن هناك عدداً من التقنيات الحديثة والمتطورة التي يمكنها أن تساهم بشكل فعال في تطوير مجالات الطاقة المختلفة، من أهمها تقنية النانو (المتناهية في الصغر).

تقنية النانو في الطاقة

مع الاختلاف الجوهري في ماهية تقنية النانو عن غيرها من التقنيات المستخدمة في مجالات الطاقة المختلفة، إلا أن مساهمتها المتوقعة في السنوات المقبلة حتى عام ٢٠١٠م لن تتعدى تحسين كفاءة التقنيات المتوفرة حالياً والمستخدمة بشكل اقتصادي. ويتوقع أن تبدأ تقنية النانو في المساهمة في تطوير تقنيات جديدة في مجال الطاقة في الفترة بعد عام ٢٠١٠م خاصة ابتداء من عام ٢٠١٥م .

تنقسم مساهمة تقنية النانو في صناعة الطاقة الكهربائية حالياً إلى ثلاثة أقسام هي:

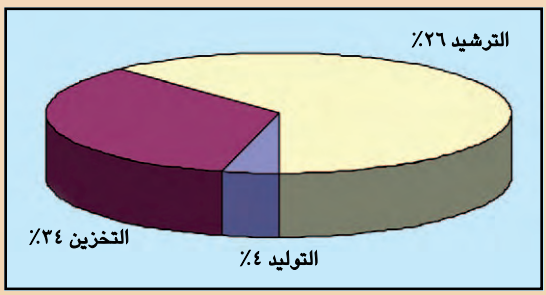
١ـ **الترشيد**: تدخل تقنية النانو في صناعات عديدة مثل تقنية العزل الحراري، والإضاءة، وخفض وزن السبائك المستخدمة في النقل، وتحسين كفاءة الاحتراق للوقود الحراري.

٢ـ **التخزين**: تدخل تقنية النانو في صناعات مثل بطاريات الليثيوم التي يمكن إعادة شحنها، وفي المواد المستخدمة في تخزين الهيدروجين، والمكثفات الفائقة.

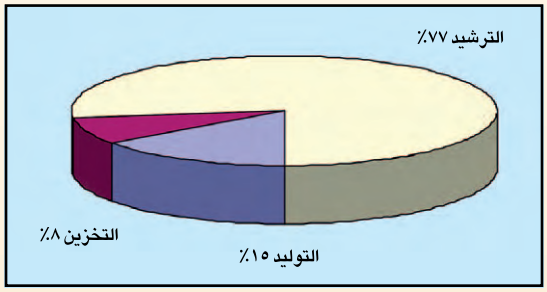
٣ـ **التوليد**: تدخل تقنية النانو في صناعة تحويل الطاقة بأشكالها المختلفة ـ مثل الطاقة الحرارية والشمسية ـ إلى كهرباء، ومثل تطبيقات خلايا الوقود الهيدروجينية، والأفلام الرقيقة والخلايا الكهروضوئية العضوية.

يوضح الشكل (١) حصص كل من الأقسام الثلاثة المذكورة أعلاه في سوق الطاقة لعام ٢٠٠٧م . ويلاحظ من الشكل المذكور أن الترشيد باستخدام تقنية النانو له حصة الأسد في صناعة الطاقة الكهربائية، في حين أن مساهمتها في صناعة توليد الكهرباء هي الأقل لعام ٢٠٠٧م.

وباستقراء توجهات سوق تقنية النانو في صناعة الطاقة الكهربائية يتوقع أن



● شكل (١) مساهمة تقنية النانو في مجالات الطاقة المختلفة .



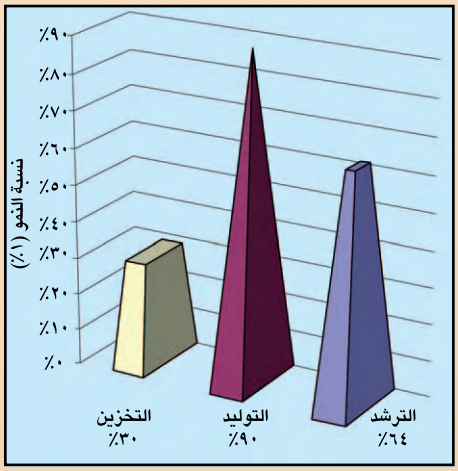
● شكل (٢) توجهات سوق تقنية النانو في مجالات الطاقة المختلفة.

تكون حصص الأقسام الثلاثة المذكورة للعام ٢٠١٤ م حسب ماهو موضح في شكل (٢)، حيث يلاحظ أن حصة تقنية النانو سوف تنمو لكل من ترشيد الكهرباء وتوليدها، في حين أن حصة التخزين سوف تنخفض مقارنة بعام ٢٠٠٧م.

ويوضح شكل (٣) المعدل المتوقع لنمو إسهام تقنية النانو في صناعة الطاقة الكهربائية في المجالات الثلاثة الموضحة في الشكلين السابقين.

ويعزى النمو المطرد في إسهام تقنية النانو في صناعة توليد الكهرباء إلى التطوير الحاصل في خلايا الوقود من قبل شركات السيارات الكبرى في العالم مثل تويوتا وجنرال موتورز، والتي تخطط لطرح سيارات تعمل بخلايا الوقود بشكل كامل بعد عام ٢٠١٠ م .

ويلاحظ القارئ أن التركيز فيما سبق كان على الطاقة الكهربائية بمختلف متعلقاتها، وذلك لأهمية الكهرباء المباشرة



● شكل (٣) معدل إسهام نمو تقنية النانو في مجالات الطاقة المختلفة.

في مستوى حياة البشر وتأثير ذلك على النمو الاقتصادي خاصة في الدول الفقيرة. غير أن التركيز على الكهرباء يجب أن لا ينسينا إسهام تقنية النانو في الصناعات الأخرى ذات العلاقة بالطاقة، مثل صناعة المحفزات ـ المستخدمة في المصافي على سبيل المثال ـ والتي يقدر حجم سوقها لعام ٢٠٠٧ م بمبلغ يقارب ٢,٧٨ مليار دولار أمريكي، من مجمل مبلغ يقارب ٤,٧٣٤ مليار دولار أمريكي، وهو حجم سوق تقنية النانو المتعلقة بصناعة الطاقة بشكل عام للعام نفسه.

التطبيقات والتحديات

يتوقع أن تنمو صناعات تقنية النانو المتعلقة بالطاقة إلى مبلغ يقارب ٧,١٢ مليار دولار أمريكي في عام ٢٠١٢م.

وتورد القائمة التالية أمثلة لتطبيقات تقنية النانو التي وجدت طريقاً إلى صناعة الطاقة بمختلف مجالاتها، بما فيها الطاقة التقليدية والمتجددة:

١. **صناعة التكرير**: المحفزات .
٢. **الغاز**: تحويل الوقود الغازي لوقود سائل.
٣. **طاقة الأمواج**: طلاء مقاوم للتلوث.
٤. **الطاقة النووية**: مواد مقاومة للإشعاع.
٥. **طاقة الرياح**: تخفيف وزن أذرعة المراوح وزيادة قوتها.
٦. **الطاقة الشمسية**: الخلايا الكهروضوئية.
٧. **الطاقة الكهربائية**: كوابل عديمة المقاومة الكهربائية وعالية القوة الميكانيكية.
٨. **الطاقة الحرارية الجوفية**: مواد عالية التوصيل الحراري.

وفي قراءة متعمقة قام بها خمسون عالماً في جامعة رايس عام ٢٠٠٣ م لاستشراف أهم تحديات الطاقة التي يمكن لتقنية النانو مواجهتها، خلصوا إلى أن أهم تلك التحديات هي:

١ـ خفض تكلفة تصنيع الخلايا الكهروضوئية إلى عُشر تكلفة صناعتها الحالية.
٢ـ تطوير طريقة مجدية اقتصادياً للتحويل الضوئي لثاني أكسيد الكربون إلى ميثانول.
٣ـ تطوير طريقة مجدية اقتصادياً للتحويل الضوئي لكل من الضوء والماء معا إلى الهيدروجين.
٤ـ خفض تكلفة تصنيع خلايا الوقود إلى العُشر أو أكثر وتطوير مواد جديدة أطول عمراً.
٥ـ مضاعفة كفاءة البطاريات والمكثفات المتفوقة وقدرتها التخزينية من عشرة أضعاف إلى مائة ضعف، لاستخدامها في السيارات وتوليد الكهرباء الموزعة.
٦ـ تطوير مواد جديدة قوية وخفيفة لخزانات الضغط المستخدمة في تخزين الهيدروجين، إضافة إلى تطوير نظم كيميائية جديدة لامتصاص وطرد الهيدروجين من داخل الخزانات.
٧ـ تطوير كابلات القوى وموصلات فائقة أو موصلات كمية مصنوعة من مواد النانو؛ بهدف إعادة بناء شبكات توزيع الكهرباء وجعلها قادرة على الوصول إلى أماكن بعيدة جداً، مع تجنب الفقد الحاصل في شبكات التوزيع الحالية المصنوعة من النحاس والألمونيوم.
٨ـ تطوير إلكترونيات معتمدة على تقنية النانو لتحسين عمل الحاسب والأجهزة الإلكترونية والمجسات المستخدمة في شبكات الكهرباء وغيرها.
٩ـ تطوير طرق كيميائية ـ حرارية باستخدام المحفزات لإنتاج الهيدروجين من الماء تحت درجة حرارة أقل من ٩٠٠م وبشكل مجد اقتصادياً.
١٠ـ تطوير مواد فائقة القوة وخفيفة الوزن لاستخدامها في وسائل النقل لتحسين كفاءتها وأدائها.
١١ـ تطوير نظم إضاءة جديدة تحل محل النظم الحالية.
١٢ـ تطوير نظم حفر جديدة معتمدة على تقنية النانو مما يتيح عمقاً أكبر في الحفر

مع تكلفة أقل ، وذلك للوصول إلى مصادر طاقة جديدة أو تحويل طاقة غير مجدية اقتصادياً في الوقت الحاضر إلى طاقة مجدية اقتصادياً.

١٣ـ تطوير نظم جديدة لاستخدام ثاني أكسيد الكربون واستخراجه دون إطلاقه في الجو.

سيلاحظ القارئ فوراً أن هذه التحديات مصاغة من قبل علماء يهتمون بالجانب التقني قبل غيره، ولكن عند مقارنة هذه التحديات بقائمة أصدرها معهد تقنية النانو الأوربي عام ٢٠٠٦ م يتضح أن كلتا القائمتين تشتركان في معظم التقنيات الرئيسة التي يجمع الخبراء على قدرة تقنية النانو على الإسهام في هذه المجالات المختلفة من صناعة الطاقة.

وتشمل قائمة التقنيات ذات العلاقة بالطاقة والتي وردت في خارطة طريق تقنية النانو في مجال الطاقة من معهد تقنية النانو الأوربي مايلي :ـ

١ـ الخلايا الشمسية.
٢ـ خلايا الوقود.
٣ـ الكهرباء المباشرة (من الحرارة).
٤ـ البطاريات القابلة للشحن.
٥ـ تخزين الهيدروجين.
٦ـ المكثفات الفائقة.
٧ـ العزل الحراري.
٨ـ تقنيات الطلاء الخارجي لمواد العزل.
٩ـ الإنارة عالية الكفاءة.
١٠ـ الاحتراق.

إن إسهام تقنية النانو في صناعة الطاقة ينقسم إلى قسمين:

القسم الأول: يساهم في تطوير تقنيات متوفرة حالياً بشكل تجاري.

القسم الثاني: يساهم في تطوير تقنيات حديثة إما بشكل كلي وإما بتحويل تقنية غير مجدية اقتصادياً في الوقت الحاضر إلى مجدية في المستقبل القريب أو المتوسط البعيد.

ويكاد يجمع المراقبون على أن الإنفاق البحثي على صناعة الطاقة، بجميع تفاصيلها، كان قد ارتبط في السابق بالسياسة العامة للدول الكبرى أكثر من ارتباطه بالحاجة الحالية والمستقبلية لصناعة الطاقة من توفير وتوزيع. ومثال ذلك هو انخفاض الإنفاق الحكومي للولايات المتحدة الأمريكية على الأبحاث والتطوير في مجال الطاقة من ستة مليارات دولار في عام ١٩٩٧م إلى مليار وستمائة مليون دولار في عام ٢٠٠٣م. غير أن اعتبارات كثيرة ـ منها ماهو متعلق بالبيئة ومنها ماهو متعلق بارتفاع أسعار النفط مع ازدياد الطلب عليه بشكل مكثف مع النمو المضطرد لاقتصاد كلاً من الصين والهند ـ جعلت عدداً من الدول الكبرى تضع سياسات جادة وطموحة للتعامل مع إيجاد بدائل للطاقة وتطوير وتحسين العناصر الداخلة في صناعة إنتاج الطاقة وتوزيعها وترشيدها.

ونتج عن ذلك اتخاذ قرارات مهمة سيكون لها علاقة مباشرة بتطوير تقنيات النانو لخدمة قطاع الطاقة بمختلف مرافقه وتطبيقاته. فعلى سبيل المثال: اتخذت الحكومة الأمريكية قراراً بخفض تكلفة وقود الهيدروجين المستخرج من مصادر مستدامة من ستة دولارات وعشرين سنتا ـ مكافيء جالون وقود واحد من البنزين ـ في عام ٢٠٠٣م إلى ثلاثة دولارات وتسعين سنتاً للوحدة نفسها. ويغلب على الظن أن هذا الخفض في التكلفة لن يتحقق إلا باستخدام تقنية النانو.

كشبيه بقرار الولايات المتحدة المذكور أعلاه اتخذت الصين قراراً باستهداف نسبة ١٠٪ من الطاقة المنتجة لتكون من مصادر بديلة بحلول عام ٢٠١٠م، أما الاتحاد الأوربي فقد استهدف نسبة ٢٢٪ من الطاقة الكهربائية لإنتاجها من مصادر بديلة بحلول العام نفسه. وينتظر أن تسهم تقنية النانو في جعل هذه الأهداف قابلة للتحقيق.

خاتمة

تؤدي الحاجة المتزايدة للكهرباء في العالم كله خاصة في الدول النامية في هذا العصر وفي المستقبل المنظور إلى اكتشافات متميزة ورائدة في عدد من مجالات العلوم والهندسة لحل مشاكل التوليد والتوزيع.

وتمتلك تقنية النانو من المعطيات والمزايا ما يؤهلها لتقديم حلول للعديد من التحديات التي لم تستطع التقنيات الحالية توفيرها في صناعة الطاقة.

المراجع

1. Road Maps for Nanotechnology in Energy, The Institute of Nanotechnology, September 2006.
2. Energy and Nanotechnology: Strategy for the Future, Baker Institute Study, Number 30, April 2005.
3. Nanotechnologies and Energy Whitepaper, Cientifica, February 2007.
4. Andrew McWilliams, Nanotechnology in Energy Applications, Research Report # GB_NAN044A, April 2007.
5. http://renewableenergystocks.com/