الفصل التاسع

تثوير العالم

تصيبنا التكنولوجيات النانوية والمواد المتناهية الصغر بشيء من الذهول، فهذه المعدات الدقيقة تستخدم لإزالة المخلفات السامة، وأعمال الإغاثة، وإجراء الجراحات الدقيقة، ويأمل الأطباء أن تساعدهم في توصيل الدواء إلى أعضاء بعينها داخل الجسم. عندما نتناول قرص دواء تسري مادته الفعالة مع الدم في كافة أنحاء الجسم بغية وصولها إلى خلية معينة، أو عضو محدد لعلاجه، وعلى الرغم من النتائج الطيبة التي يمكن أن نحصل عليها متمثلة في تمام علاج الجزء المصاب، إلا أن الدورة التي يسير فيها الدواء كثيرا ما تتسبب في ظهور مشاكل أو أعراض أخرى، فمع كل علبة دواء نجد نشرة طبية تتضمن طبيعة الدواء، وتركيبه، والجرعات طبقا للسن، مع بند آخر لا يغيب عن هذه النشرات، ذلك هو «الأعراض الجانبية» التي قد تحدث جراء تعاطي الدواء، وليست الأعراض الجانبية سوى أثر مرور الدواء على أجهزة وأعضاء جسم الإنسان غير تلك التي تتناول الدواء بغية شفائها، وعلى أمل إزالة هذا البند يعمل العلماء حاليا على استخدام تقنية النانو في توجيه الدواء إلى العضو المصاب دون غيره فنتلافى إصابة أو بالأحرى إضرار أعضاء أخرى.

obeikandl.com

من جهة أخرى، يطمح مصممو الكمبيوتر إلى تصنيع أجهزة فائقة السرعة تصمم معالجاتها بتقنية النانو، ويعمل خبراء صناعة النسيج على صناعة ملابس تتحدى الكرمشة، وأخرى تنظف نفسها ذاتيا. ومع كل هذه الثورة يحذر البعض من المخاطر البيئية والصحية التى قد تنتج عن تكنولوجيا النانو وخاصة تلك التى يسهل بلعها مدمجة فى بعض المأكولات أو الحلوى، فى حين يحذر آخرون أن تصبح النانو مجالا أكثر رواجا لفئة من المستثمرين الذين يبحثون عن الربح بغض النظر عن وسيلة تحقيقه أو ما يترتب عليه من آثار سلبية، إلا أن المتحفظين يقولون إن التكنولوجيا يمكن تطويرها فى إطار من الضمانات والاشراطات الآمنة. تعد تطبيقات النانو ذات أثر بالغ فى علم الكمبيوتر، فمن أقراص يمكنها تخزين بيانات تفوق أسلافها بمئات المرات، إلى تحسين شاشات الكمبيوتر، حيث تسمح تقنية النانو لمصنعى الإلكترونات إنتاج ديود عضوى يعطى صورا أكثر بهاء ووضوحا على شاشات أخف وزنا وأقل سمكا لأجهزة الكمبيوتر المحمولة. وبالفعل بدأت شركتا زيروكس وفيليبس

obeikandl.com

بالعمل فى هذا المجال وبدء أبحاث إنتاج شاشات مرنة يطلق عليها الورق الإلكترونى «e-Paper»، خفيفة الوزن ويمكن طيها واستخدامها لعرض البيانات. ولم يقتصر مجال تقنية النانو عند هذا الحد، بل امتد لأغراض مكافحة الإرهاب، فقد تمكن الباحثون من إنتاج حساسات نانوية يمكنها تعقب الأفراد واكتشاف المفرقعات، والأسلحة الكيمائية والسامة.

واتصالا بتكنولوجيا النانو تأتى خلايا الوقود مثيرة لخيال العاملين فى مجال الطاقة، تغرى شركات صناعة السيارات باستخدامها كبديل سحرى لوقود تنبعث سحابات دخانه حيثما مرت السيارة، ليحل محله بخار ماء يتكاثف. وخلايا الوقود عبارة عن بطاريات ضخمة تعطى الطاقة طالما أنها تزود بالوقود، تعمل أغلب تقنياتها بدمج الهيدروجين مع الأكسجين لإنتاج الكهرباء فى حين أن الانبعاثات الناتجة عن هذا التفاعل لا تعدو عن الماء والحرارة. وإذا استخلص الهيدروجين من مصادر أحفورية كان ذلك مصدرا لانبعاثات ضارة، أما إذا أُنتج من مصدر متجدد، أطلق

obeikandl.com

عليه هيدروجين نقى، أى لا ينتج عنه انبعاثات ضارة أو ملوثات. وعلى الرغم من أن تاريخ خلايا الوقود يرجع إلى نحو ١٦٠ عاماً، إلا أن مبتكريها لم ينجحوا فى تحويلها إلى منتج تجارى طوال عقود مضت، وبتجدد الأبحاث أعيدت خلايا الوقود للضوء يدفع بها علماء يثقون فى قدراتها، ويعملون على تحويلها إلى منتج تجارى اعتمادا على الصدام الناشئ بين البيئة وتحرير الأسواق.

وإذا صحت هذه الرؤى المستقبلية والتنبوءات الخاصة بتقنية النانو، فإن كُتاب روايات الخيال العلمى سوف يجدون الكثير من أفكارهم وقد تحققت. ويرى البعض أن النانو وخلايا الوقود سوف تحرر العالم مستقبليا من اعتماده على البترول، وإنتاج مواد قادرة على إصلاح الطرق ذاتيا، وأخرى ذات صلابة تفوق الحديد بنحو مائة مرة بل وأخف وزنا، وأخرى يمكن قضمها داخل نسيج ثمرة فاكهة أو خضر تتجه لعلاج خلايا وأنسجة مصابة بأورام خبيثة -بإذن الله.

إن ما نذكره فى هذه الفقرات يمثل ببساطة أحد مفردات تثوير سبل التعامل مع الطاقة على المستوى العالمى، فانعكاسات هذه التقنيات على طبيعة المنتجات الإلكترونية التى تتغذى على الطاقة تتنوع وتظهر بشكل مؤثر فى حجم المنتج، الذى يتصاغر يوما بعد يوم، فمن هاتف كنا نحمله بكلتا يدينا، إلى آخر نضعه على طرف بنان، وتظهر آثار هذه الثورة أيضا فى مدى الاستخدام واتساعه وانتشاره، بل ودمجه مع تطبيقات أخرى، فتتغير عاداتنا وسلوكياتنا وطرائق تفكيرنا. لقد أضحت البطاريات المتناهية الصغر وسيلة لخزن الطاقة وتفريغها فى تطبيقات تتنوع بدءا من الساعات الرقمية وانتهاء بالسيارات الكهربائية !!.

النانو أو تثوير العالم

شهد العالم مع ظهور علم تقنية النانو أو التقنية المتناهية الصغر ثورة فى كافة العلوم، سواء علوم الاتصالات، وأشباه الموصلات، وإنتاج الطاقة، وحتى زرع الأعضاء، وهناك الكثير من الأبحاث التى تجرى بهدف إنتاج كاميرات متناهية الصغر يمكن وضعها داخل حبة دواء، يأخذها المريض فيسقط عنها الغلاف لتسبح فى جسمه مرسلة صورا تفصيلية لخلايا وأنسجة ومناطق ما كان يمكن تصويرها من قبل، والحصول على صور تفصيلية، بحيث يمكن تحديد المرض بشكل أكثر دقة،

كل هذا من كاميرات لا يزيد طولها عن ١٠٠ نانومتر، وهى أبعاد أقل كثيرا من أبعاد البكتيريا والخلية الحية، تمكنها أبعادها من الوصول إلى مكامن ما كان لنا أن نبلغها من قبل ولو بشق الأنفس.

وإذا كان التطور التقنى المتسارع هو السمة الفريدة التى ميزت القرن العشرين، فقد أجمع الخبراء على أن أهم هذه التطورات تمثل فى اختراع الترانزيستور الذى أدى إلى ظهور الشرائح المتناهية الصغر ممهدة الطريق إلى ثورة تقنية فى جميع المجالات مثل الاتصالات والحاسب والطب وغيرها. فحتى عام ١٩٥٠ لم يكن هناك سوى عشرة حاسبات فى العالم أجمع، ولم يعرف العالم الهواتف النقالة أو الساعات الرقمية أو الإنترنت، كل هذه الثورات يعود الفضل فيها إلى الترانزيستور. وخلال السنوات القليلة الماضية، برز فى ساحات العلم مصطلح جديد ألقى بثقله على العالم وأصبح محط الاهتمام بشكل كبير، هذا المصطلح هو «تقنية النانو».

إن هذه التقنية الواعدة تبشر بقفزة هائلة فى جميع فروع العلوم والهندسة، ويرى المتفائلون أنها ستلقى بظلالها على كافة مجالات الطب الحديث والاقتصاد العالمى والعلاقات الدولية وحتى الحياة اليومية للفرد العادى فهى وبكل بساطة ستمكننا من صنع أى شيء نتخيله وذلك عن طريق صف جزيئات المادة إلى جانب بعضها البعض بشكل فريد وبأقل كلفة ممكنة، فلنتخيل حواسب خارقة يمكن وضعها على رءوس الأقلام والدبابيس، ولنتخيل أسطولا من الروبوتات النانوية الطبية التى يمكن حقنها فى الدم أو ابتلاعها لتعالج –بإذن الله– الجلطات الدموية والأورام والأمراض المستعصية.

إلا أن الطريق إلى التصغير النانوى ليس مفروشا بالورود، فهناك القانونان التجريبيان اللذان وضعهما جوردون مور رئيس شركة إنتل العالمية ليصف بهما التغير المذهل فى إلكترونيات الدوائر المتكاملة، حيث ينص القانون الأول على أن المساحة اللازمة لوضع الترانزيستور فى شريحة يتضاءل بحوالى النصف كل ١٨ شهرا، وهذا يعنى أن المساحة التى كانت تتسع لترانزستور واحد فقط قبل ١٥ سنة يمكنها أن تحمل حوالى ألف ترانزستور فى أيامنا هذه، أما قانون مور الثانى فيحمل أخبارا قد تكون غير مشجعة بالنسبة للنانو؛ حيث يتنبأ –بناء على نتيجة القانون الأول– بأن

كلفة بناء خطوط تصنيع الشرائح تتزايد بمقدار الضعف كل ٣٦ شهرا(١٣٣). إن مصنعى الشرائح قلقون بشأن ما سيحدث عندما تبدأ مصانعهم بتصنيع شرائح تحمل خصائص نانوية. ليس بسبب الزيادة الهائلة فى التكلفة فحسب، بل لأن خصائص المادة على مقياس النانو تتغير مع الحجم، ولا يوجد هناك سبب محدد يجعلنا نصدق أن الشرائح ستعمل كما هو مطلوب منها، إلا إذا تم اعتماد طرق جديدة ثورية لتصميم الشرائح المتكاملة.

يعد الفيزيائى ريتشارد فينمان الأب النظرى لتكنولوجيا النانو، ففى عام ١٩٥٩ أثبت نظريا أن العالم المجهرى سوف يدخل سريعا فى تطبيقات عديدة، وعبر عن ذلك بقوله «إن المساحة المتاحة لنا لتخزين المعلومات هائلة جدا، ولا يوجد شئ يمنعنا من استخدام هذه المساحة»، ويتنبأ ريتشارد بثورة كبيرة على مستوى الذرات، وأنها سوف تصبح حقيقة وستقودنا إلى نتائج مذهلة، إنها ثورة من أسفل إلى أعلى، تبدأ من الذرة وتنتهى بالمادة، أى عكس الوضع الحالى.

فى عام ١٩٧٠، لاحظ الشاب الأمريكى إيرك دركسلر -أحد أصغر الباحثين فى ذلك الوقت- بمعهد ماساتشوتس للتكنولوجيا أن العاملين فى مجال الكيمياء الحيوية يتحدثون عن اكتشافهم ماكينات نانوية تعيش فى الكائنات الحية الدقيقة وتعمل على إنتاج جزيئات، مما دعاه للتساؤل: هل يمكننا بناء ماكينات مشابهة؟. كان الفرق هائلا بين كلتا الماكينتين، فالأولى خلقت من لدن حكيم خبير، والثانية محاولة ممن خلقه الحكيم الخبير. لم تكن الأولى سوى مصدر للإلهام، وهيهات هيهات للمقارنة، فالأولى معجزة أبدعها الله تعالى فى عالم الخلق، وكل ما يبدعه الله تعالى لا تستطيع المخلوقات الإتيان بمثله!!، وباستمرار محاولات المحاكاة واستلهام الأفكار اتجهت أبحاث النانو نحو المعمل دون شرط توافر تطبيقاتها بالحياة العملية.

بحلول عام ١٩٨١ كان الباحثون بمعامل شركة IBM بسويسرا قد ابتكروا جهاز أشعة يستطيع أن يتعامل مع الذرات، وبعد أربع سنوات طور نفس الباحثين ابتكاراتهم، ولتستمر رحلة التطور، فجاءت المحطة التالية فى عام ١٩٨٥، وتحديدا فى معامل جامعة Rice، حيث اكتشفوا جزيئات كربون جديد تحتوى على ٦٠ ذرة، وتأخذ شكل كرة رجبى، وكانت هذه المادة قادرة على تحمل ضغوط حتى ٣٠٠ ضغط

جوى. فى عام ١٩٩١ عمل العالم اليابانى سوميو ليجما بشركة NEC اليابانية، واستطاع تحويل هذه الذرات –شبيهة كرة الرجبى– إلى أنابيب طولية، أسماها الأنابيب النانوية.

فى عام ١٩٩٠ عاد علماء شركة IBM ليضعوا العلامة الثالثة والفارقة فى مسار تكنولوجيا النانو، حيث استخدموا ذرات الزينون لكتابة العلامة التجارية للشركة المكونة من الحروف الثلاثة الأولى من اسمها– بعد ذلك بسنوات قليلة أنشأ علماء كلية كورنل نانو جيتار، كجهاز ميكروسكوبى دقيق يمكن العزف عليه باستخدام شعاع ليزر بلغ طول كل وتر من أوتاره الستة ٥٠ نانومتر أى ١٠٠ ذرة صنعت من جزيئات السليكون.

وعلى الرغم من أن هذه البدايات لم تتسم باستخدامات تطبيقية متميزة، إلا أنها فتحت الباب أمام أبحاث النانو، وما إن انتصف عقد التسعينات إلا وكانت المئات من الجامعات فى أنحاء العالم ومعامل الأبحاث المتخصصة تخوض غمار هذا العلم الجديد.

واليوم يتنبأ العلماء بمستقبل واعد لهذه التقنية التى بدأت بشكل حقيقى ببداية حقبة التسعينات من القرن الماضى والتى باتت الدول الصناعية تضخ الملايين من الدولارات من أجل تطويرها، فقد رصدت اليابان نحو مليار دولار هذا العام لأبحاث النانو، وفى الولايات المتحدة يوجد نحو ٤٠ ألف عالم يعملون فى هذا المجال، وتقدر الميزانية الأمريكية لأبحاث النانو للفترة من ٢٠١٠ حتى ٢٠١٥ بتريليون دولار.

وعلى الجانب الآسيوى، تستحوذ القارة على أكثر من ٥٠٪ من تعداد سكان العالم مصحوبة بمعدلات نمو اقتصادية جيدة على الرغم من استمرار النمو السكانى، يدعم ذلك وجود قاعدة صلبة من العلماء والمهندسين والصناعيين الآسيويين الذين يعملون بجد فى مجال تكنولوجيا النانو. فاليابان وكوريا وتايوان ينظر لهما كرواد فى مجالات صناعة منتجات النانو، وتسويقها بخاصة فى تصنيع الآلات الدقيقة، وعلم المواد، والإلكترونيات. فى حين ينظر للصين، والهند كشركاء جيدين فى مجال البحث والتطوير، فبفضل قدراتهم البحثية المتميزة تقدمت أبحاث عديدة، على الجانب الآخر تأتى هونج كونج كمركز تميز فى تمويل أبحاث تكنولوجيا النانو وينتظر أن يكون لها

أثر بالغ فى المنطقة(١٣٤)، أما سنغافورة فتتمتع بموقع استراتيجى متميز يسمح لها بتسويق المنتجات الأسيوية يضاف إلى مساهماتها الفاعلة فى مجالات البحث العلمى الذى يقوم به القطاع الخاص من خلال شركات البحث العلمى المدفوع القيمة، معتمدا على إجراء أعمال بحث علمى لشركات ومكاتب أبحاث مقابل الحصول على مبالغ مالية، وهو ما يعد سوقا رائجة فى دول العالم المتقدم يضمن من خلاله العلماء والباحثون استمرار أبحاثهم والعمل على تطويرها وتحويل أفكارهم من مجرد أفكار معملية إلى منتجات تجارية، إلى جانب تحقيق دخل متميز، وعلى الضفة الأخرى تطور الشركات الصناعية والتجارية من منتجاتها التى تعرضها فى السوق وتدخل بها فى منافسة مباشرة مع شركات أخرى محلية ودولية. هذا وتختلف السياسات المتبعة فى مجالات تكنولوجيا النانو من دولة لأخرى، فالصين تنتهج المسار الأمريكى، وتركز اليابان على التطبيقات التجارية، فى حين تدفع كوريا المسار نحو الإلكترونيات والمواد فائقة التوصيل، من هنا يمكننا القول إن المنطقة شهدت تطورات كبيرة فى مجالات تكنولوجيا النانو خلال السنوات الماضية، وتشير الدلائل الحالية إلى استمرار هذه التطورات ولكن فى قفزات نوعية أكثر تأثيرا.

نانو الطاقة

تختلف تصورات العلماء بالنسبة لمشاركة النانو تكنولوجى فى مجال الطاقة، فالبروفسور ريتشارد سمالى الحائز على جائزة نوبل للسلام فى عام ١٩٩٦ لدوره فى اكتشاف شكل جديد من أشكال الكربون بدأ فى دراسة صور مشاركة مستقبل طاقة العالم قبل سنة ونصف(١٣٥)، فأخذ يدرس ما قد تكون عليه حاجات العالم للطاقة فى عام ٢٠٥٠ ودور تكنولوجيا النانو فى معالجتها، ولكونه متفائلا، فقد أصبح يتأمل فعالية برامج الحفاظ على البيئة وإمكانية التكنولوجيات القائمة على وقود الهيدروجين ومصادر الطاقة المتجددة مثل الرياح والطاقة الشمسية. يعمل سمالى حاليا على ابتكار أنابيب كربونية نانوية، ولأن مادة الكربون هذه تظهر خواص كهربائية وحرارية وضوئية غير طبيعية بالإضافة لقوتها الخارقة، ينتظر العلماء استخدامها لإيصال العقاقير إلى الأعضاء المريضة فى جسم الإنسان والحيوان، وآخرون يعولون عليها لتطوير ذاكرة كومبيوتر أرخص من ذى قبل، أما محبو الرياضة فقد استخدموا

تلك الأنابيب الكربونية فى صناعة مضارب كرة التنس رافعين شعار «مضارب ضد الكسر»، وتعمل كل من شركة ايسترن سبورت وزيفكس على تصنيع دراجات هوائية، باستخدام ذات الأنابيب طلبا لصلابة أعلى ووزن أخف، وتقوم شركة نانوديسو اليابانية والتى يعنى اسمها «إنه النانو» على تغليف كرات البولينج بمواد نانوية ذات صلادة عالية تمنع تشققها، وينظر لها مهندسو التشييد والبناء كوسيلة لصنع مواد قوية، قادرة على التحمل، ويعول عليها آخرون لتصنيعه الخلايا الشمسية وخلايا الوقود، وهو ما يجعل تكنولوجيا النانو مصدراً لإحداث نقلة نوعية فى مجال الطاقة. وفى معامل أبحاث بالو ألتو بكاليفورنيا أمكن إنتاج كريستالات فوتوفلطية سائلة يمكن رشها على الأسطح بغرض تقويتها، وأيضا تكوين ألواح شمسية يمكنها إنتاج الطاقة للمنازل والمنشآت وتوفير جانب من الطلب على الكهرباء.

كما تعمل فرق أخرى فى الاستفادة من تكنولوجيا النانو فى تصنيع الملابس الذكية المزودة بحساسات دقيقة لقياس العوامل الفسيولوجية وتطبيقاتها فى مجالات الصحة، والرياضة، والأمن الصناعى. لقد أصبح لدينا أقمشة ذكية يمكنها تنظيف نفسها وبالتالى فنحن لا نحتاج إلى غسلها بالماء الساخن أو البارد فهو يوفر الطاقة والمياه معا. أيضا لدينا الآن أقمشة السرعة التى تحاكى فى عملها جلد سمك القرش فارتدى الرياضيون بدل الجرى Jogging Suits. إن التقنيات الحديثة ما تنفك تغير وجه الأرض وسبل حياتنا عليها.

وفى حين يتجه الدكتور سمالى إلى الأنابيب الكربونية لإحداث نقلة فى مجالات عدة تتضمن الطاقة الشمسية وخلايا الوقود، فإن مركز أبحاث النانو فى وكالة ناسا الذى أنشئ فى عام ١٩٩٦ يكثف جهوده البحثية لتطوير احتياجات ناسا من الإلكترونيات اعتمادا على تكنولوجيا النانو بالعمل على ثلاثة محاور، الأول يركز على علم تركيب المواد، وترتيب الجزيئات داخل المادة، والوصول إلى إنتاج مواد جديدة ذات مواصفات خاصة تؤهل الباحثين لإنتاج رقائق إلكترونية ذات مواصفات فائقة، والمحور الثانى يدرس تصنيع حساسات لقياس درجات الحرارة، والضغط، والاستشعار عن بعد يمكنها الخدمة لفترات طويلة دون إصابتها بأعطاب، أو الحاجة

إلى إجراء صيانة دورية لها، وهو ما سيمكن الباحثين من إنتاج أجهزة يمكنها البقاء فى الفضاء لسنوات طويلة دون تفكير فى إجراء صيانات دورية لها، وبالتالى خفض تلك التكاليف، أما المحور الأخير فيركز على الجزيئات المستخدمة فى تصنيع الرقائق الإلكترونية، ومعمارية صفها فى تراكيب جديدة وفريدة تحقق الأهداف البحثية.

لقد حسنت تقنية النانو من تطوير خلايا الوقود، والتى يعتقد الكثيرون أنها سوف تكون المصدر الوحيد للطاقة اللازمة لتشغيل السيارات وأجهزة الكمبيوتر، بل وحتى المدن، وبالفعل استطاعت شركة NEC اليابانية استخدام خلايا الوقود فى إنتاج بطاريات لأجهزة الكمبيوتر والهواتف المحمولة تتميز بعمر تشغيلى يصل إلى ثلاثة أمثال بطاريات الليثيوم أيون المستخدمة فى ذات الأجهزة حاليا.

وعلى الرغم من أن علم النانو يرجع إلى عقود ماضية، إلا أن العلماء وضعوا رؤاهم المستقبلية منذ سنوات قليلة مضت، مرددين أنهم ما زالوا على أعتاب علم كبير، وأن أمامهم سنوات طويلة من العمل الجاد، تستوجب التحكم فى الذرات وجزيئات المادة والتى ما زالت حتى يومنا هذا قدرات محدودة(١٣٦). يأتى هذا مقرونا بإنتاج خلايا شمسية، قد تساعد يوما ما فى إنتاج طاقة تغنى البعض عن البترول والغاز، ويستخدمها آخرون لتحسين شاشات أجهزة التليفون المحمول، وشاشات التليفزيون العملاقة ورفع كفاءتها أو إنتاج أجهزة إلكترونية تخدم فى أغراض عدة.

يقدم زونج لن وانج، الأستاذ فى معهد جورجيا للتكنولوجيا، تصوره عن المولدات النانوية بأنه يمكن وضع عدة آلاف من المولدات على شريحة تثبت أسفل لوحة مفاتيح تليفونات البلاك برى، تسمح للتليفون بالحصول على الطاقة جراء الضغط على المفاتيح، ويستطيع المصممون وضع هذه الشريحة أيضا فى أجهزة قياس ضغط الدم، ومستوى السكر فيه، إن نشر مثل هذه التكنولوجيات على مستوى تجارى سوف ينحى البطاريات جانبا، ولن نحتاج إلى شحن أجهزتنا بشكل دورى(١٣٧).

وتعتمد فكرة زونج على ما يعرف بتأثير الإجهاد الكهربى «Piezoelectric» وهو ظاهرة معروفة تنتج فيها المادة قدرا ضئيلا من الكهرباء كرد فعل لضغط ميكانيكى، إلا أن شريحة زونج لا تعتمد على تردد الرنين لتوليد التيار الكهربى، وهى ترددات تقاس بدءاً من واحد هيرتز ووصولا إلى عدة آلاف، بما يجعلها تختلف عن النمط التقليدى

لهذه الظاهرة، والتى توضع على كابولى «دعامة ناتئة» تشبه تماما العارضة التى تعلو حمامات السباحة، والتى ما إن تتعرض لضغط ميكانيكى عال حتى تنتج كهرباء.

برواز: (١١)

«إن الجهود التى تبذلها أمريكا فى مجال تكنولوجيا النانو يجب أن تتكافأ مع التزام الرئيس السابق كيندى بهبوط رجل أمريكى على القمر».... سيناتور رون ويدن – ولاية أورليانز.

فى حضرة لفيف من العلماء والمتخصصين وقع الرئيس الأمريكى جورج بوش فى ٣ ديسمبر ٢٠٠٣ قانون القرن الواحد والعشرين لأبحاث وتطوير تقنية النانو، كانت ميزانيات الأبحاث قد أخذت فى النمو، ففى عام ٢٠٠٠ أنفق نحو ٢٧٠ مليون دولار على أبحاث النانو، وعلى إثر توقيع الرئيس الأمريكى بل كلينتون المبادرة القومية لتكنولوجيا النانو بهدف توحيد الجهود المبذولة فى البحث والتطوير، تضاعف الإنفاق فى العام التالى.

فى نوفمبر ٢٠٠٣ وافق الكونجرس على زيادة اعتمادات المبادرة إلى ٣,٧ مليار دولار لنحو ٤ سنوات تبدأ من ٢٠٠٥، وهو ما يعد أعلى التزام وضعته الحكومة الأمريكية خلال ٤٠ عاماً فى مجال البحث والتطوير، ثم أخذ يتصاعد بقوة تخطى معها المليار دولار بحلول عام ٢٠٠٦. تحصل الجمعية الوطنية للعلوم وإدارتا الدفاع والطاقة على أعلى نسبة من هذه التمويلات، فى حين تحصل أبحاث البيئة على تمويلات أقل.

وفى جامعة بوردو الفرنسية تمكن مجموعة من الطلبة من صنع بلاطات بمقاس ٢٥ سم × ٢٥ سم، تستخدم فى تغطية الأرضيات، يؤدى السير عليها إلى توليد تيار كهربى، إلا أن هذه الفكرة لم تدخل الحيز التجارى بعد، حيث تعد تقنية مكلفة فى الوقت الراهن، ويقترح الطلبة استخدام هذا النوع من البلاط فى المطارات ومحطات السكك الحديدية، حيث يتواجد الآلاف يوميا، مما يسمح بإنتاج كهرباء نظيفة.

كما تعمل شركات الدهانات على إنتاج مواد تحمى الأسطح من الخدش أو

التشقق أو التآكل، وتعطى عزلاً أفضل، أيضا تستخدم هذه الدهانات فى طلاء الأسطح لأغراض التنظيف الذاتى، حيث تستخدم فى طلاء ريش توربينات الرياح، لمنع ترسب الأتربة عليها وتفادى حدوث فقد فى الطاقة، قد يصل إلى ١٠٪، ومن أسطح ريش التوربينات إلى البشرة، فقد أخذت شركات أدوات التجميل العالمية مثل لوريال، وإيستيه لودر وغيرهما من الشركات فى تصنيع منتجاتها اعتمادا على تقنية النانو، فهناك غسول ضد الشمس شفاف يختلف عن سابقه ذى اللون الأبيض، وكريمات للبشرة تستطيع اختراق الجلد لتؤثر بفاعلية أكبر فى تغذيته بالفيتامينات والعناصر اللازمة لنضارة البشرة وحيويتها.

وفى معهد ماساتشوستس التقنى قام فريق من الباحثين بإنتاج أول بطارية نانو فى العالم، تحتوى فيروسات حية تم هندستها جينيا لبناء الهيكل الداخلى للبطارية بحيث تقوم بجذب الجزيئات الفردية من المواد المراد صنع أجزاء البطارية الداخلية بها (كالأسلاك والأقطاب الكهربائية) وبذلك يستغنى الباحثون عن عناء تركيب أجزاء البطارية المتناهية الصغر بطريقة يدوية خصوصا وأن الأسلاك الداخلية لهذه البطارية أصغر ١٧ ألف مرة من سمك ورقة الكراسة العادية.

ويهدف الباحثون من وراء ذلك إلى إنتاج بطارية فى حجم الخلية الإنسانية يمكن استخدامها فى تشغيل الأجهزة الطبية الصغيرة التى قد تزرع فى جسم الإنسان، ويعد هذا التطبيق الأعقد من حيث حجمه وغرضه، أما الأغراض الأخرى التى يشملها البحث فتهدف إلى إنتاج بطاريات بحجم أكبر تزرع داخل أجهزة الكمبيوتر واللوحات الإلكترونية، أو فى شكل خيوط تشابه خيوط النسيج العادى يمكنها تزويد الملابس بالطاقة بما قد يسمح باستخدامها للأغراض العسكرية، وستسمح لنا هذه البطاريات بشحن الأجهزة الإلكترونية بسرعة، إلى جانب تخزين طاقة بحجم أكبر وإمكانية شحنها فى وقت وجيز، وهو عكس ما نراه اليوم من بطاريات تحتاج وقتا طويلاً للشحن والتفريغ.

أخلاقيات النانو

تعد آلة القراءة الآلية للمكفوفين أحد أهم اختراعات راي كورزويل، وراى الذى يعمل فى مجال الابتكارات المعلوماتية يشترك مع علماء وباحثين آخرين فى دراسة أخلاقيات التكنولوجيا، ويتصور راى فى كتابه «عصر الآلات الروحية» أن تسارع معدلات إنتاج التكنولوجيا قد تؤدى -على أقل تقدير- إلى أن نندمج معها فى يوم من الأيام، أو نصبح نحن مجموعة من الروبوتات، ويعارض وجهة النظر هذه علماء آخرون معللين ذلك بأن الروبوت لا يمكن أن يملك أدوات الإدراك والوعى التى يملكها الإنسان(١٣٨)، ومن ثم فإن هذه الابتكارات سوف تكون فى صالح الإنسان وخدمته ولن تكون أبدا ضده. إن ما يذهب إليه راى ورفاقه يجعلنا نفترض بوجود نظم وأجهزة ابتكرها الإنسان وصار لها تأثير سلبى على أدائه ودوره فى المجتمع، وفى الحقيقة لم يحدث مثل هذا التأثير إلا كرد فعل لسوء الاستخدام وليس لرداءة التكنولوجيا، فكلنا يسلم أن علماء الكمبيوتر قد نجحوا في تطوير آلات ذكية يمكنها أن تفعل أشياء كثيرة أفضل من البشر، قادرة على اتخاذ قرارات حرجة فى مدد زمنية صغيرة جدا، قد لا تتيح لكثير منا اتخاذ القرار الصائب فى مثل هذه المدة الزمنية المتناهية الصغر، بل ربما ذهل كثيرون وشل تفكيرهم فى وقت يصبح فيه القرار ضروريا، وهو ما لا نجده فى الآلات. أى أن العمل يتم من قبل جميع النظم بدرجة عالية من التنظيم والتنسيق بين الجهد البشرى والآلى. وما يمكن أن يحدث حاليا أو مستقبليا هو أحد أمرين: أن يسمح للآلات باتخاذ جميع القرارات الخاصة بها دون رقابة الإنسان، أو احتفاظ الإنسان بالسيطرة على الآلات.

فإذا سمح للآلات باتخاذ جميع قراراتها الخاصة، لا يمكننا تقديم أي تكهنات بشأن النتائج، لأنه من المستحيل تخمين كيفية تصرف هذه الآلات، وقد ذهب الكثيرون إلى أن اتباع أسلوب كهذا سوف يسمح للآلات بتطوير نفسها وإنتاج أجيال أكثر تطورا وقدرة على الابتكار والسيطرة على غرار فيلم ماتريكس الذى قدمته هوليود نهاية التسعينات وفيلم المتحولون TransFormers الذى قدم أواخر العقد الماضى.

فقط نشير إلى أن مصير الجنس البشري سيكون تحت رحمة الآلات، وقد يقال إن الجنس البشري لن يكون من الغباء حتى يسلم السلطة للآلات، حتى فى ظل المشاكل التي تواجه المجتمعات المختلفة والتى تزداد تعقيدا لن يسمح للآلات باتخاذ مزيد من القرارات نيابة عنهم، غير متجاهلين لقدراتها على تمكين الأفراد والمجتمعات من الاستثمار السهل للوقت والجهد والتكاليف في إدارة عمليات التنمية والبناء وتنظيم شئون حياتهم اليومية التي تعزز مكانتهم ومساهماتهم ومشاركتهم في ركب الحضارة الإنسانية المعاصرة والمستقبلية.

لقد أدى تطور تكنولوجيا المعلومات إلى تسهيل الاتصال بين البشر في جميع أنحاء العالم، بينما ساهمت العلوم الأخرى في اختراع منتجات جديدة أدت الى راحة الإنسان ورفاهيته، وبتشابك تكنولوجيا النانو مع هذه المجالات يثير العلماء العديد من التساؤلات المتعلقة بالنواحي الأخلاقية لتطبيقاتها وخاصة فى البحوث الطبية، رغما عن اليقين الكامل فى ضمان العلم متطلبات الإنسان وتأمين موارده اللازمة لكي يحيا حياة كريمة. غير أن هذه القوة إذا ما أساء الإنسان توظيفها، يمكن أن تكون أداة هدم وتخريب، يأتى هذا مع تفاؤل العلماء بمستقبل واعد لتكنولوجيا النانو، ثقة منهم بريادتها كمحرك أساسي للثورة الصناعية ووسيلة لإنتاج المواد والأجهزة الإلكترونية وترشيد استهلاك الطاقة وغيرها من المجالات. ويرى الدكتور أحمد زويل فى كتابه الشائق «عصر العلم»، أن الثورات العلمية أدت إلى إنجازات هائلة وتغييرات على مستويات كبيرة فى المجتمع، والاقتصاد، والصناعة، وكافة فروع المعرفة:

«لقد أدى هذا التطور العلمى إلى انكماش الزمان والمكان، وحلت مقاييس جديدة ومرعبة فى قياس ذلك الانكماش، فأصبح المريخ على بعد دقائق من الأرض، وأصبح بمقدور العلم أن يعبر إلى داخل الثانية تفتيتا وتجزيئا .. إلى واحد على مليون على بليون منها.

.....

أدت كل هذه الاختراقات إلى تكنولوجيا جديدة، ومجتمع جديد يجعل الإنسان

فى وضع يختلف جذريا عن سابقه، بما يحمل من مزايا كبرى أو مخاطر محتملة. كما أدت التكنولوجيا إلى خلق حقائق جديدة فى الاقتصاد، إذ أصبح بمقدورها أن تحيل الفقر إلى ثراء فى بعض البلدان، أو تجعل من بلاد غنية بالموارد الطبيعية مجرد مستهلك لما ينتجه الآخرون.»

إن إدراج مبادئ توجيهية تراعى الجوانب الأخلاقية من الدين والأعراف وما درجنا عليه فى حياتنا العامة، يمكن أن يسمح لنا باستخدام تقنيات متعددة تشمل النانو فى إطار من الطمأنينة والثقة. فاستخدام تكنولوجيا النانو بهدف إيجاد عالم أفضل يعتمد على مبادئ تلبية المطالب والاحتياجات الأساسية سوف يسهم بشكل كبير فى دعم هذه التقنية والبشر على حد سواء(١٣٩). وتشمل تلك الاحتياجات الغذاء الكافي والمياه الصالحة للشرب، والبيئة النظيفة والسكن والرعاية الطبية والتعليم والسلامة العامة، والعمل، والسفر دون قيود، والتعبير الفني والتحرر من الخوف والقهر. كما يجب إعطاء أولوية قصوى للتوزيع العادل والفاعل للمنتجات والخدمات الاقتصادية التي أوجدتها تكنولوجيا النانو.

أيضا يجب أن تكون تطبيقات تكنولوجيا النانو فى مجالات البحوث العسكرية كأنظمة الدفاع والأمن محدودة، وألا تطوع لأغراض سياسية أو للعدوان على الآخرين، مع اليقين بأن الكثير من البحوث العسكرية كان لها مردود إيجابى على الحياة المدنية، ويكفى دليلا على ذلك أن الإنترنت ظهرت فى البداية لمساعدة الجيش الأمريكي بربط شبكة حاسبه الآلي بحاسبات الجامعات ومؤسسات الأبحاث لاستغلال أمثل للقدرات الحسابية للحواسيب المتوفرة، ثم تحولت للتطبيقات العامة لنعيش بها وفيها، ومن ثم فإن إجراء أية بحوث يجب أن تصب فى مصلحة التقدم التكنولوجي غير العسكرى مرتكزة على قاعدة متينة من السلامة البيئية، وأن تتاح نتائجها للجمهور. كما ينبغى طرح تطبيقات النانو للمناقشة الخاضعة لمنهج البحث العلمى، والالتزام بالدقة والوضوح.

ولمعالجة الآثار الاجتماعية والاقتصادية لتكنولوجيا النانو يقترح رونالد بايلى تنظيم جهد دولي شامل يضمن تطويع تطبيقاتها بحيث تنسجم مع ما تعارف عليه

المجتمع فى مجالات الشئون الصحية والبيئية، بما يكفل تبديد المخاوف بشأن المواد النانوية والروبوتات الصغيرة، فمع تقنية لها هذا المستوى من القوة يصبح للمجتمع دور هام ومؤثر في تحديد الكيفية التي تمكنه من التعامل معها(١٤٠). أى أن المجتمع الدولي مطالب بالعمل على وضع آلية ملزمة فى هذا الشأن استنادا إلى المبدأ الوقائي، بحيث تنظر هذه الآلية إلى أبعد من البحوث المعملية للنظر في توسيع نطاق الآثار الصحية والاجتماعية والاقتصادية والبيئية المترتبة على التكنولوجيات النانوية.

وطبقا لاتفاقيات الأمم المتحدة ينص المبدأ الوقائي على أن تتحمل الحكومات مسئولية اتخاذ إجراءات احترازية لتفادي الضرر على صحة الإنسان أو البيئة، وحتى قبل تأسيس اليقين العلمي للضرر. أى وفقا لمبدأ التحوط، وإلى جانب بايلى تدعو منظمة السلام الأخضر «Greenpeace» لتطبيق مبدأ التحوط لتنظيم تطوير تكنولوجيا النانو أيضا، مؤكدة على ضرورة أن تكون قواعد العمل فى تكنولوجيا النانو شفافة وتسمح بإشراك أولئك الذين يحتمل أن يتأثروا سلبا بالتكنولوجيات الجديدة.

على المدى القصير، تبدو تكنولوجيا النانو أقل غرابة من الهاتف أو الكمبيوتر أول ظهورهما، لأنها يمكن أن تدمج ببساطة في تلك المنتجات التي نعلم بالفعل كيفية استخدامها مثل: أجهزة الكمبيوتر والكاميرات، والملابس والسيارات. أضف إلى ذلك أنها سوف تجعل أداءها أفضل وأسعارها أرخص. وحتى الآن لا يوجد سبب يدعو إلى الاعتقاد بأن البشرية لن تكون قادرة على مواجهة ما هو آت من جراء تطبيقات النانو.

إن أُطراً كهذه تسمح لتكنولوجيا النانو أن تتقدم وتنتشر على نطاق كبير سواء فى المجالات الصحية أو المعلوماتية أو الطاقة وغيرهم من المجالات ذات الأهمية لنا كبشر يعمل على التطوير والابتكار.

الهيدروجين

«نعم يا أصدقائي، إنني أعتقد أن الماء سيستخدم كوقود فى يوم من الأيام، وأن العنصرين المكونين له –الهيدروجين والأكسجين– سيزودانا معا أو منفصلين بمعين

لا ينضب للحرارة والضوء، وبشدة لا يستطيع الفحم مجاراتها... سيكون الماء هو فحم المستقبل، كانت هذه كلمات أو بالأحرى نبوءة جول فيرن(*) في روايته «الجزيرة الغامضة» التي نشرت عام ١٨٧٤.

يعد غاز الهيدروجين أحد البدائل التي يعول عليها مستقبليا في توفير الطاقة، وهو غاز عديم اللون والرائحة يمثل ٧٥٪ من كتلة الكون، ويوجد الهيدروجين على سطح الأرض في صور عدة متحدا مع عناصر أخرى مثل الأكسجين والكربون والنيتروجين، من ثم فإن استخدامه كحامل للطاقة يعني ضرورة فصله عن هذه العناصر حتى نستطيع استخدامه، ووظيفته كحامل طاقة هي اختزان وتوصيل الطاقة إلى المستهلكين في شكل بسيط يمكنهم معه استخدام الطاقة بسهولة.

ينتج الهيدروجين من جزيئات الهيدروكربون مثل الغاز الطبيعي بالتسخين ويعرف هذا الإجراء باسم إعادة تكوين الهيدروجين، كما يستخدم التيار الكهربي في فصل الماء إلى مكوناته الأصلية -الهيدروجين والماء- في عملية تعرف بالتحليل الكهربي «Electrolysis»، هذا بخلاف أن بعض الطحالب والبكتريا التي تستخدم ضوء الشمس كمصدر يمدها بالطاقة تستطيع أن تنتج الهيدروجين عند شروط معينة. أيضا، يمكن الحصول على الهيدروجين من الكتلة الإحيائية عبر عمليات بيولوجية، ويساعد هذا الإجراء على زيادة مشاركة الكتلة الإحيائية في إنتاج الطاقة بشكل كفء، كما أن إنتاج الهيدروجين بهذه الصورة يساعد على تلافي انبعاث ملوثات من حرق الكتلة الإحيائية، لاسيما إنتاج الهيدروجين باستخدام عمليات التمثيل الضوئي، خاصة مع وجود ضوء شمس يسمح بإنتاج الهيدروجين وتخمر الكتلة الإحيائية في نفس الوقت، أي إنتاج الهيدروجين من مصدر عضوي(١٤١).

في الوقت الراهن، يستخدم الهيدروجين في تصنيع الأمونيا لتكرير البترول بغرض استخلاص الميثانول، كما يستخدم في وكالة ناسا «NASA» لأبحاث

(*) ولد جول فيرن في مدينة نانتس بفرنسا عام ١٨٢٨ - ١٩٠٥، ومع أنه درس القانون إلا أنه انصرف إلى كتابة القصص والروايات عن رحلات ابتدعها من نبع خياله الخصب، وكان يعرضها في إطار علمي، أو في جو من التنبؤات العلمية.

الفضاء كوقود لسفن الفضاء، وأيضا فى خلايا الوقود «Fuel Cells» للحصول على الحرارة والكهرباء والمياه لرواد الفضاء. وخلايا الوقود عبارة عن وحدات تقوم بتحويل الهيدروجين مباشرة إلى كهرباء، وربما استخدم الهيدروجين فى المستقبل لتسيير العربات كبديل عن البنزين والسولار، وكذلك الطائرات وفى إمداد منازلنا بالطاقة، فالهيدروجين يحتوى على طاقة عالية، كما أن الماكينات التى تقوم بحرقه لا يصدر عنها أية ملوثات «Zero Pollution»، فقط بخار ماء يمكن تكثيفه وشربه، تماما كما فعل أحد مُصنعى السيارات عندما روج لسيارته التى تدار بالهيدروجين من خلال إعلان تليفزيونى، بشرب كوب ماء ملأه من شكمان السيارة.

من هنا تمثل خلايا الوقود رهانا مستقبليا يماثل جودة أى مصدر آخر للتزود بالطاقة، فهى تعمل بالهيدروجين الذى نحصل عليه من الوقود الأحفورى أو المصادر المتجددة، وقد بدأت العديد من دول العالم باستخدام خلايا الوقود فى تطبيقات مختلفة، ومازالت الأبحاث مستمرة لتحسين اقتصادياتها ولتنافس المحركات التقليدية(١٤٢). ففى فبراير ٢٠٠٥ خصص الرئيس الأمريكي جورج بوش ١,٢ مليار دولار لدعم أبحاث الهيدروجين فى مجال تصنيع عربات تعمل بخلايا الوقود بحلول عام ٢٠٢٠، ويرى بعض الخبراء أن الهيدروجين سوف يمثل ركيزة للمجتمعات فى المستقبل ليحل محل الغاز الطبيعي، والبترول والفحم والكهرباء. فهم يرون أن اقتصاديات الهيدروجين الجديدة سوف تحل محل اقتصاديات الوقود الإحفوري، وستدخل كمصدر للحرارة والكهرباء فى المبانى والسيارات، إلا أن ذلك سوف يحتاج إلى وقت كى يتحقق(١٤٣).

هيدروجين عضوى

للغذاء العضوى جاذبية وخصوصية يحتل بها المواقع المتميزة فى السوبر ماركت، ويتغاضى مريدوه عن أسعاره المرتفعة طلبا لصحة أفضل وتفاديا لعواقب تناول الكيماويات التى تشبعت بها مأكولاتنا من لحوم سواء كانت لحما طريا استخرج من البحر أو أتت من طير أو حيوان، وتشبعت به الخضر والفواكه والحبوب من كل الثمرات. تحتوى الحاصلات الزراعية العضوية على كميات أعلى من فيتامين

ج والحديد والماغنسيوم والفوسفور مقارنة بمثيلتها التقليدية، وهناك مطاعم أخذت تنتشر فى بعض العواصم والمدن الكبرى مثل مطعم نورا أحد أوائل المطاعم العضوية الأمريكية، ومطعم داليس فورد اللذين يقدمان لزبائنهما المأكولات العضوية ويستطيع زبائنهما الحصول على تفاصيل تلك الأطعمة من موقع «أورجانيك دوت كوم». أيضا تخصصت بعض سلاسل المحلات الكبرى فى بيع المنتجات العضوية مثل فلوريدا أورجانيك ستورز، ولوكال هارفست، وفارمرز ماركت.

لقد ساعد انتشار الوعي البيئي على جذب أعضاء جدد فى نادى الغذاء العضوي والزراعة العضوية التي عاشت عليهما البشرية آلاف السنين قبل أن تعرف الكيماويات التى انتشرت تحت ستار مجابهة زيادة الطلب على المحاصيل بغض النظر عن جودة المنتجات وآثارها على صحة الإنسان، وها هو الإنسان يعود من جديد إلى ما تركه منذ آلاف السنين كارها ما ادعى أنه طوره ووضع فيه خلاصة علمه وفكره فإذا به يكتشف أنه كان يحرث فى البحر، وأن ما ظن أنه ورد إذا به أسل وشوك بغيض، لنتساءل جميعا ترى ماذا لو كانت عشرات السنين التى قضاها المتخصصون فى معاملهم يطورون حبيباتهم وسوائلهم الكيميائية قد قضوها فى تطوير غذائهم العضوى، أى حال كان سيصبح عليه غذاؤنا العضوى؟!!.

وفي سياق متصل يأتى إنتاج الهيدروجين من مصادر عدة، أغلبها جاهزة لإمدادنا بالطاقة، لكن استخدامها فى إنتاج الهيدروجين سوف يصبح أمرا غير مستساغ على غرار المثل الشعبى «ودنك منين يا جحا!!»، إذ نستخدم مصادر تمدنا بالطاقة فى إنتاج مصدر جديد للطاقة يستهلك فى إنتاجه قدرا من الطاقة!!، من هنا لا تملك هذه المصادر الجاذبية التى تؤهلها لإنتاج الهيدروجين، ثم يأتى الماء كمصدر آخر للهيدروجين يكثر اللغط حول جدواه خاصة مع استنفاده لقدر كبير من الطاقة –أثناء عملية التحليل الكهربى– حتى نحصل على الهيدروجين. وسط هذه الحيرة يأتى الهيدروجين العضوى ببارقة أمل، فمن ناحية كونه يعتمد على المخلفات العضوية فى إنتاج الهيدروجين العضوى بواسطة البكتريا الضوئية كمصدر نظيف من ناحية وحسن توظيف المخلفات من ناحية أخرى!!.

تستطيع بعض أنواع البكتيريا الضوئية إنتاج الهيدروجين، وذلك باستخدام الأحماض العضوية مثل السكسينك، واللاكتيك، أو الكحوليات كمصادر للإلكترون(١٤٤). وحيث إن الطاقة الضوئية غير مطلوبة لأكسدة المياه، فإن كفاءة تحويل الطاقة الضوئية إلى غاز هيدروجين من البكتيريا الضوئية تعد مرتفعة.

تستقلب البكتيريا اللاهوائية السكريات لإنتاج غاز الهيدروجين والأحماض العضوية، ويقترح بعض العلماء الجمع بين البكتيريا اللاهوائية والتمثيل الضوئي لتحويل الأحماض العضوية إلى هيدروجين. نظريا، يمكن تحويل جزئ واحد من السكر إلى ١٢ جزيئاً من الهيدروجين باستخدام البكتريا اللاهوائية والطاقة الضوئية. من الناحية العملية، تحتوي النفايات العضوية على السكر أو بوليمرات السكر. وليس من السهل الحصول على نفايات عضوية تحتوي على أحماض عضوية كعناصر رئيسية، إلا أن الجمع بين استخدام البكتيريا اللاهوائية والتمثيل الضوئي ينبغي أن يزيد من احتمالات تطبيقها في إنتاج الهيدروجين، وهو ما يعزز إنتاج الهيدروجين عن طريق الهندسة الوراثية.

على الرغم من أن دراسات الهندسة الوراثية على الكائنات الحية الدقيقة زادت بشكل ملحوظ في الآونة الأخيرة، إلا أن بعض الدراسات ركزت نسبيا على تغيير خصائص هذه الكائنات الدقيقة، وخاصة فيما يتعلق بتعزيز قدراتها فى إنتاج الهيدروجين من البكتيريا بمساعدة النيتروجين، فى عملية تعرف باسم النترجه Nitrification. أخذ فى الاعتبار أن إنتاج الهيدروجين بالنترجه يستهلك قدرا من الطاقة حتى تتحلل الجزيئات. من الناحية الاقتصادية، لا يعد إنتاج الهيدروجين من الطحالب والبكتيريا اقتصاديا، وينظر لها على نحو غير مستدام.

وهناك استراتيجية أخرى يجري بحثها هى تعزيز قدرات إنتاج الهيدروجين من البكتيريا اللاضوئية، ففى وسط نيتروجينى تتم التفاعلات المنتجة للهيدروجين، حيث يفقد كمية كبيرة من الطاقة الضوئية نظرا لتحولها إلى طاقة بيوكيميائية، وبالتحكم

فى مستوى الضوء يمكن تقليل الفقد في الطاقة، وينظر لتقنيات الهندسة الوراثية كمدخل للتحكم فى مستوى الطاقة الضوئية.

وعلى الرغم من أن بعض المجموعات البحثية تنشط في المجالات الأساسية أو التطبيقية لإنتاج الهيدروجين، فقد دفعت المشاكل البيئية في أنحاء العالم على دعم مشروعات وطنية لإنتاج الهيدروجين العضوى. فالحكومة الألمانية تمول مشروعات إنتاج الهيدروجين العضوى، وفي اليابان أقامت وزارة التجارة الدولية والصناعة مشروعاً لإنتاج الهيدروجين عن طريق التكنولوجيا البيولوجية، بدعم مالي من منظمة نيدو اليابانية.

خلايا الوقود

فى عام ١٨٣٩ اخترع وليام روبرت جروف خلايا الوقود الحامضية فى إنجلترا، وظلت طوال أكثر من ١٣٠ عام دون الاستخدامات التجارية، نظرا لحاجتها إلى البلاتين الغالى الثمن كمحفز، وخلال عقد الستينيات من القرن الماضى طورت شركة جنرال إليكتريك نماذج لخلايا استخدمت فى توليد الطاقة الكهربائية اللازمة لإطلاق سفينتى الفضاء الشهيرتين أبوللو وجيمني، بالإضافة إلى توفير مياه نقية صالحة للشرب، وعلى الرغم من أن هذه الخلايا كانت كبيرة الحجم وباهظة التكلفة إلا أنها أدت مهامها بنجاح.

إن صناعة الهيدروجين تواجه ثلاثة تحديات هى التصنيع، والتخزين، والشحن، فعلى الرغم من أن الهيدروجين هو أكثر العناصر انتشارا فى الكون، لا يتوافر منه إلا قدر يسير كمصدر للطاقة. وللحصول على الهيدروجين فى صورة تسمح باستخدامه لإمدادنا بالطاقة، علينا أن نفصله عن العناصر التى يتحد معها، مثل الماء والوقود الأحفورى(١٤٥). فالتحليل الكهربى للماء يعرف كإجراء عكسى لتفاعل الهيدروجين والأكسجين ويحتاج إلى قدر كبير من الطاقة حتى يتحرر الهيدروجين. على الجانب الآخر هناك تخوف من إقدام الشركات على إنتاج الهيدروجين من مصادر أحفورية، لأن ذلك سوف يؤدى إلى انبعاثات غازات الصوبة الزجاجية تحت مسمى إنتاج وقود

نظيف ينتج عنه بخار ماء كعادم. الشئ الآخر الواجب أخذه بعين الاعتبار عدم التركيز على الطاقات المتجددة فى عمليات إنتاج الهيدروجين، لأننا فى هذه الحالة سوف ننشئ مشروعات طاقة نظيفة بغرض إنتاج طاقة نظيفة أخرى !!.

يتمثل التحدى الثانى لصناعة خلايا الوقود فى تخزين الهيدروجين، فلأن الهيدروجين يمتلك أصغر بنية ذرية من بين جميع العناصر، تتسرب ذراته بسرعة عبر الشبكة البلورية للمادة المستخدمة فى تخزينه. والهيدروجين خفيف جدا، حتى أنه يمتلك عُشر كثافة الطاقة الحجمية للبنزين، وقد تكون خفة الوزن جيدة فى حد ذاتها، لكنها تعنى أنه يشغل حيزا كبيرا من الفراغ. ويبدو الحل الواضح للجميع فى ضغط الهيدروجين مع تطبيق معايير صارمة لتصميم الخزانات، التى رغم كل المحاولات تبدو أكبر من نظيرتها المستخدمة فى حفظ البنزين. ويمثل الحجم عائقاً أمام تصميم سيارات صغيرة تستطيع السير لمسافات طويلة تصل إلى ٥٠٠ كيلومتر دون الحاجة للتزود بالوقود.

يعد شحن الهيدروجين التحدى الأخير أمام ترويج تقنيات الهيدروجين ونشرها، فبمجرد إنتاجه لا بد أن يشحن مباشرة إلى حيث يجب استخدامه، وهناك مشكلة أخرى وهى توزيع الهيدروجين، فتوزيع السوائل أو الغازات يستدعى وجود شبكات أنابيب لنقله من خزانات الحفظ أو مصادر الإنتاج إلى نقاط الاستهلاك، وفى الوقت الراهن لا نمتلك شبكات خاصة لنقل الهيدروجين وتوزيعه.

فى يناير ٢٠٠٨ أصدر مكتب المحاسبة الحكومى التابع للحكومة الأمريكية تقريرا للكونجرس يتضمن مبادرة للهيدروجين، مؤكدا أن الهيدروجين يمكنه أن يساعد أمريكا على التخلص من جانب كبير من اعتمادها على زيت البترول، وتضمن التقرير توقعات بأن العمل فى أبحاث تطوير الهيدروجين التى تجرى فى معامل شركات مثل كرايسلر، وفورد، وجنرال موتورز تشير إلى إنفاق كل من هذه الشركات مبالغ تتراوح من ٦ إلى ١٠ مليار دولار للفترة من ٢٠٠٦ حتى ٢٠١٥(١٤٦). علاوة على ذلك يقدر قسم الطاقة احتياجات البنية التحتية اللازمة لإنتاج الهيدروجين ومد خطوط الأنابيب

إلى الأسواق الأمريكية، مع مراعاة أكواد الأمان والمعايير القياسية إلى نحو ١,٢ مليار دولار خلال خمس سنوات.

إن ما نذكره هنا لا يقصد منه القضاء على صناعة الهيدروجين، بل لتلافى اعتماد منهجية لا تحقق أهدافها النهائية، لذا فمن حيث المبدأ علينا أن نأخذ خطوات لتصحيح مسار تكنولوجيات بعينها يمكن أن يؤدى رواجها إلى تشوه الأهداف البيئية. أيضا، وضعت بعض مخططات وتصميمات لمحطات توليد الكهرباء بالهيدروجين فى بعض الدول، تأتى اليابان فى مقدمتها، حيث تطمح إلى ضرورة إيجاد وقود يلبى الاحتياجات الصناعية دون أن يصاحبه مشاكل بيئية.

تخزين الهيدروجين

يعد الهيدروجين أحد أخف العناصر لذا فإنه يشغل حيزاً كبيراً مع إمكانية تسربه من الخزانات بسهولة، وعلى أية حال سواء كان استخدام الهيدروجين كوقود لوسائل النقل أو لتوليد الطاقة فى صور مختلفة فمن الضرورى وجود طرق فاعلة ومنخفضة التكلفة لتخزينه، هذا بالإضافة إلى توافر وسيلة نقل الهيدروجين من مناطق الإنتاج إلى الاستهلاك. وتشير الإجراءات التى يعتمدها الفنيون المتخصصون فى هذا الشأن إلى اتباعهم إجراءات تشابه تلك التى يقومون بها مع الغاز الطبيعى، حيث يضغط الهيدروجين، ولأن كثافته منخفضة تُزَوَّد الحاويات بموانع تسرب أكثر إحكاماً تتيح ضغطه إلى ٢٠٠ ضغط جوى، وعادة ما تصنع تلك الحاويات ذات الشكل الإسطوانى من الألمنيوم أو مركبات الكربون- الجرافيت، ويأمل المتخصصون تصنيع خزانات تتيح نقل واستخدام الهيدروجين واستخدامه على نطاق أوسع وهو ما يستدعى ضغطه إلى نحو ٦٠٠ ضغط جوى. إن الفكرة من استعادة جزء من الطاقة المستخدمة فى ضغط الهيدروجين يمكن إجراؤها مع التطبيقات الثابتة، في حين يصعب تنفيذها مع التطبيقات المتحركة(١٤٧).

يمكن زيادة الكثافة الحجمية «Volumetric Density» للهيدروجين باللجوء إلى تسييله وتخزينه فى حاويات مبردة، إن كثافة الهيدروجين السائل تعادل حوالي ٨٠٠

مرة كثافته كغاز في الطبيعة. أيضا، لا يسمح الهيدروجين أن يتبخر داخل الخزانات إلا بنسب ضئيلة، مخافة أن يترتب على زيادة الضغط داخل الخزان مخاطر كبيرة. لذا، فإن درجة حرارة التخزين يجب أن تظل منخفضة جداً، ومن ثم يصبح من الضروري استخدام أنظمة عزل ذات فاعلية مرتفعة، وذلك للحد الأدنى من انتقال الحرارة مع الجو المحيط، إن تبادل الحرارة بين الخزان والجو المحيط يؤثر سلبيا على الهيدروجين، خاصة أن بعض تطبيقاته تتم فى أجواء ذات درجات حرارة مرتفعة، وهو ما يدعو إلى ضرورة العزل الجيد للخزانات.

ويرى البعض أن الهيدروجين عنصر خطير منذ حادث احتراق المنطاد «Hindenburg» فى عام ١٩٣٧ فى ولاية نيوجرسى الأمريكية والذى كان يعتمد على الهيدروجين كعنصر ملء نظراً لخفة وزنه، وأدى الحادث إلى مقتل ٣٥ شخصاً فى حريق هائل، وإن أثبتت التحقيقات أن الهيدروجين لم يكن السبب الرئيسى للوفاة بل إن ٢٧ شخصاً من القتلى ماتوا بسبب القفز من المنطاد، و٨ بسبب الدخان والباقون وعددهم ٦٢ شخص بقوا فى المنطاد ونجوا، علماً بأن الهيدروجين لم يكن المتسبب فى الحادث بل طلاء المنطاد الذى اشتعل.

توجد عدة مراحل لتسييل الهيدروجين، تعرف أبسطها باسم دورة لايند «Linde Cycle» والتى تتناسب مع الغازات ذات درجة الحرارة المعكوسة. فعند تعرض الغاز لضغط سواء من خلال صمام أو غير ذلك لا يحدث تبادل حرارى مع البيئة المحيطة، طالما كان الغاز معزولاً حراريا عن الوسط المحيط به، ويعرف هذا الإجراء باسم إجراء الخنق أو إجراء جول-طومسون. الجدير بالذكر أن السوائل تتبع هذه القاعدة العلمية أيضا بالإضافة إلى كل أنواع الغازات عدا ثلاثة غازات هى الهيدروجين -محل اهتمامنا فى هذا الفصل- والهليوم، وغاز النيون. إن ضغط الغازات يؤدى إلى تقارب جزيئات الغاز من بعضها البعض، وهو عكس ما يحدث عند تمددها، ومن ثم ترتفع الطاقة الحركية للغازات المضغوطة وتقل بالتمدد لنفس الحجم، وعند إخضاع الغازات

أو السوائل لإجراء جول-طومسون تنعكس قيمة المعامل طبقا للإجراء -تمدد أو ضغط- وتتبع كافة الغازات ذات السلوك عدا الغازات الثلاثة التى أشرنا إليها.

من جهة أخرى، يمكن تسييل الهيدروجين لتقليل الحجم اللازم لتخزينه، ونظرا لأن هذا الإجراء يتم عند درجة حرارة سالب ٢٥٣ مئوية، أى أعلى من الصفر المطلق بعشرين درجة، توصف هذه العملية بأنها طويلة ومركزة، وقد تصل نسبة المفاقيد فى الطاقة المختزنة فى الهيدروجين إلى ٤٠٪، فمن الضرورى استخدام مبرد رئيسى، كالماء، وآخر ثانوى يُسَيَّل بإجراءات مشابهة لتسييل الهيدروجين، يلى ذلك تبخيره لنزع الحرارة عن الهيدروجين، وغالبا ما يستخدم النيتروجين كمبرد ثانوى.

أيضا يقوم العلماء بخلط الهيدروجين السائل بنظيره الصلب تحت اسم الهيدروجين الطينى «Slush Hydrogen»، عند نسب خلط ٥٠٪ من الهيدروجين السائل و٥٠٪ من الهيدروجين الصلب عند درجة حرارة وضغط النقطة الثلاثية (تحقق الحالات الثلاث للمادة سائلة-وصلبة-وغازية) مع ثبات الحجم، ولإنتاج هذا النوع من الهيدروجين يستخدم الهليوم السائل للحصول على الهيدروجين الصلب الذى يتجمع على سطح مبادل حرارى يستخدم خصيصا لهذا الغرض، حيث يكشط ثم يخلط ببقايا الهيدروجين السائل.

الهيدروجين .. آمال ومصاعب

ركزت معظم الأبحاث التى أجريت فى السنوات الأخيرة على استخدام الميثانول فى تشغيل خلايا الوقود، حيث لا يمكن للميثانول أن يستخدم مباشرة كوقود لخلايا الوقود سواء المستخدمة فى السيارات مثل بى.إم.دبليو الألمانية، وتويوتا اليابانية، وغيرهما من الشركات، فالميثانول يحتاج إلى تكسير بنيته الكيمائية تحت درجات حرارة عالية تفصل الهيدروجين عن الكربون، أو فى التطبيقات الأخرى كالهواتف المحمولة، والأجهزة الإلكترونية الدقيقة، التى تتسابق العديد من الشركات العالمية فى إنتاجها، كتلك التى أعلنت عنها سونى فى المؤتمر السنوى لمعرض منتجات خلايا الوقود الذى يعقد بمدينة طوكيو باليابان والتى تنطلق منها طاقة تكفى لتشغيل جهاز

«MP3» صغير بمجرد إضافة السكر للوحدة، ويعتمد هذا النظام على الجمع بين خلايا وقود الميثانول السائل وبطاريات أيونات الليثيوم التى تنتشر فى معظم هواتفنا المحمولة الآن.

وتعد خلايا الوقود ملهما للكثير من الشركات وباعثا للأمل فى تقديم حلول متطورة للحصول على الطاقة مما يشكل معه منعطفا خطيرا فى تصميم وتشغيل أغلب الأجهزة التى سنشتريها فى المستقبل بدءاً من الحاسب المحمول وحتى سماعة البلوتوث التى قد تستمر فى العمل حسب بعض المصادر العلمية لمدة شهور دون الحاجة لإعادة شحنها.

ففى ألمانيا تمكن فريق باحثين فى معهد لايبنيتس وللمرة الأولى من استخلاص الهيدروجين من حمض الفورميك في درجة حرارة الغرفة العادية، لتوفر هذه الطريقة كماً هائلاً من الطاقة مقارنة بالطرق القديمة المعتمده على إنتاجه فى درجات حرارة عالية تصل لأكثر من ٢٠٠ درجة مئوية، وذكر فريق الباحثين لدى المعهد أن هذه الطريقة لن تؤدي إلى انبعاث كميات إضافية من ثاني أكسيد الكربون لأن هذا الكربون سيعلق بحمض الفورميك. وهناك علماء آخرون يعملون على بعض أنواع من الطحالب والبكتيريا التي تقوم بإنتاج الهيدروجين كناتج طبيعي، كما تجري الأبحاث حاليا حول حث تلك الطحالب على إنتاج كميات أكبر من الهيدروجين.

أيضا طورت شركة أمريكية خلايا وقود صغيرة، تولد طاقتها الكهربائية من مسحوق البوراكس الطبيعي، وهو ملح من مركبات البورون يذوب بسهولة في الماء الدافئ، يمكن وضع البطارية في الكومبيوترات المحمولة والهواتف الجوالة. وتستخدم الشركة محلولا ثلثه من البوراكس وثلثاه الأخران من الماء، وتخلف خلايا الوقود الجديدة هذه، نفايات من البوراكس والماء أقل خطرا على البيئة من البطاريات القلوية المستنفدة.

ورغم الصعوبات التى تواجه تكنولوجيا خلايا الوقود فى الوقت الراهن إلا أن العاملين فى معامل لوس آلاموس وكالتك بأمريكا، ونظراءهم فى أوربا وآسيا يشعرون

بالتفاؤل، وأنهم سوف يتغلبون على المشاكل التى تواجههم قريبا. يأتى هذا فى الوقت الذى تعلن فيه العديد من الشركات وكذلك مراكز الأبحاث أنها توصلت إلى تقنيات جديدة تمكنها من طرح خلايا الوقود تجاريا فى شكل أكثر جاذبية، وتأمل هذه الشركات أن تحقق منتجاتها المعتمدة على خلايا الوقود رواجا أكبر، إلا أن معظم الشركات لا يعطى تفاصيل فنية عن طبيعة تصميماتهم وآليات خلط الوقود وحقنه. وربما وجدنا شيئا من العذر لتأخر الشركات فى عرض منتجاتها على نطاق تجارى، ذلك أن المنافسة التجارية لا ترحم، والاختبار الحقيقى للتقنيات المستقبلية مرهون بمدى قبول المستهلكين لها على نطاق كبير، فالمستخدم العادى لم يتعامل مع هذه النوعية من التقنيات على نطاق كبير، وقليل منهم قاد سيارة كهربائية تعمل بخلايا الوقود. أما التطبيقات الصغيرة منها والمتمثلة فى بطاريات صغيرة ودقيقة يمكن وضعها أو دمجها فى أجهزة إلكترونية كالهواتف المحمولة، وأجهزة تحديد المواقع «GPS»، والساعات الرقمية وغيرهم، فلم تنتشر على نطاق كبير حتى الآن. إلا أننا يجب أن نكون أكثر دقة والتزاما بأن نصرح بوضوح أن هذه التقنيات تكسب أرضا جديدة كل يوم، وتنتشر من تطبيق لآخر مصحوبة بتقدم تكنولوجى، حتى فى ظل معايير تشغيل أكثر صرامة، تأخذ حساسية خلايا الوقود لدرجات الحرارة، وضرورة أن تتنفس الهواء من أجل البقاء، وانبعاث بخار ماء منها، وأيضا مجالات المستهلكين بأن تتفوق هذه البطاريات على نظيرتها التقليدية.

تنقل الغازات فى شاحنات يمكنها حمل أوزان حتى أربعين طناً كتلك المستخدمة فى نقل الوقود عبر البلدان والمدن، علما بأن طبيعة الوقود المراد نقله تفرض نفسها على تصميم الخزان، ففى الميثانول والأوكتان يصل وزن الخزان الفارغ إلى ٢٦ طناً، وفى البروبان ٢٠ طناً. واليوم وعند ٢٠٠ ضغط جوى يمكن حمل ٤٠٠ كيلوجرام من الهيدروجين على شاحنة حمولة ٤٠ طناً، وإذا أخذنا معامل أمان ٢٠٪، فإن الشاحنة لن تحمل أكثر من ٣٢٠ كيلوجرام، ويرجع ذلك إلى خفة وزن الهيدروجين وإلى معايير الأمان فى خزانات نقله، أى أننا سوف نحصل على نحو ٣٩,٦ طن وزن ميت على الشاحنة، حتى ننقل ٤٠٠ كيلوجرام فقط، وهى تكلفة غير اقتصادية بالمرة(١٤٨).

سيارات الهيدروجين

تشتد المنافسة بين شركات السيارات فى إيجاد بدائل نظيفة ومتجددة للوقود، منها مثلا تطوير محركات بترولية جديدة أكثر نظافة، وتطوير محركات تسير على الغازات المسيلة. وفي خطوة جديدة نحو تحقيق حلم استخدام الهيدروجين كطاقة متجددة أعلنت شركة بي إم دبليو عن استكمال برنامجها؛ لتصنيع سيارات تستخدم الهيدروجين كوقود بدلاً من البنزين. فقد تلقت بريطانيا الدفعة الأولى من السيارات الفخمة التي تستخدم الهيدروجين كوقود، والسيارة الجديدة من إنتاج شركة بي.إم. دبليو التي واظبت منذ أواخر التسعينيات على تطوير هذا النوع من المركبات وعرضت منه عدة نماذج أولية. وقد عمدت الشركة الألمانية إلى إنتاج هذه السيارة على طراز سيارتها من الفئة السابعة المعروفة بفخامتها وأناقتها بحيث وضعت مع خزانات الوقود العادي خزانات تحتوي على غاز الهيدروجين المضغوط، مما يوفر لها إمكانية استخدام كلا الوقودين، بحيث يمكن التبديل بينهما آليا أو بضغطة زر، تماما كما فى السيارات التى يمكن تسييرها بالغاز الطبيعي والبنزين، أي أنها سيارة هجين ولكنها من نوع آخر يمكنه خفض نسبة الانبعاثات الملوثة من ٣٠٪ إلى ٤٠٪.

وتعتمد نظرية العمل على وجود غشاء فاصل «Membrane» من الحديد سطحه مغطى بمساعد حفز من البلاتنيوم وعند دخول الهيدروجين يعمل البلاتنيوم على فصله إلى بروتون وإلكترون فيسمح الغشاء الفاصل بمرور البروتونات، ولا يسمح بمرور الإلكترونات التي لا تجد وسيلة للعبور إلا من خلال سلك حول الغشاء الفاصل؛ ليتولد فيض من الإلكترونات في السلك، والحصول على تيار كهربي مستمر وفي الناحية المقابلة من الغشاء يتحد الإلكترون مع البروتون مرة أخرى وفي وجود هواء جوي يتكون ماء وحرارة.

الهيدروجين جزء من دورة نظيفة، فعند فصل مكونات الماء إلى هيدروجين وأكسجين باستخدام التحليل الحراري أو التحليل الكهربي، يستخدم الهيدروجين الناتج لشحن خلية وقود، من هذا المنطلق ينظر للهيدروجين كمصدر ثانوي للطاقة أى حامل للطاقة – مثله مثل الكهرباء – فهو يحتاج إلى مصدر آخر للطاقة لإنتاجه.

كانت ألمانيا وولاية كاليفورنيا في أمريكا أولى المناطق التي أنشئت فيها محطات عامة للتزود بالهيدروجين تحسبا للمركبات الجديدة المقبلة، مقتطعة جانبًا من ميزانيتها لاستمرار الأبحاث الخاصة بالهيدروجين وتطويرها. ففي مقاطعة بافاريا توجد عدة محطات للتزود بالوقود الهيدروجيني كما توجد عدة محطات في كولونيا.

YouTube

سيارات الهيدروجين

www.youtube.com/watch?v=1scZgrMyJek

واليوم تحتضن المهرجانات والمعارض العالمية موديلات مختلفة من تصميمات السيارات الهيدروجينية، كما أصبحت أسماء هذه السيارات وخصائصها متداولة على ألسنة محبى السيارات، ويوما بعد يوم سوف تنتشر السيارات الهيدروجينية ويكون لمحطاتها أماكن معروفة فى الشوارع الرئيسية والفرعية.

اقتصاد الهيدروجين

عرف مصطلح اقتصاد الهيدروجين لأول مرة على لسان جون بوكريس خلال خطاب ألقاه سنة ١٩٧٠ في المركز التقني لجنرال موتورز. فالجميع يحلم بوقود جديد، ومتجدد، ونظيف، ورخيص، وهناك من ينتظر ألا تؤذيه الروائح القوية النفاذة التى تزكم أنوفهم بينما يزودون سياراتهم بالوقود، والمعنيون بالبيئة ونظافتها ينتظرون المعجزة التي تقلل من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، ومعهم العلماء في خندق واحد حتى تزول غمة الاحتباس الحراري لكوكب الأرض.

فى سيرة حياة العلم بدأت كافة التكنولوجيات التى نتداولها اليوم ونتعامل معها كأساسيات فى حياتنا فى شكل وحدات تجريبية ظهرت فى الأسواق على استحياء، ثم أضفى عليها السوق خصائصه فأخذت تتغير وتتطور يوما بعد يوم، لتحتل مكانتها فى حياتنا، إن المتأمل فى سيرة التقنيات المختلفة كالكمبيوتر ما كان ليتصور مستوى التطور الذى سيبلغه فى يوم من الأيام ولا الطفرات التى سيمر بها ولا تلك

التى سيساهم فى صنعها عندما دمج فى التطبيقات الطبية والصناعية والتجارية والاتصالات وغيرها. لذا فمن المتوقع أن تشهد العقود المقبلة تنامى الاعتماد على الهيدروجين، وربما لا نغالى إذا قلنا إننا سوف نشهد اقتصاد الهيدروجين كما شهدنا فى يوم من الأيام اقتصاد الفحم، واقتصاد البترول، والاقتصاد العالمى. وعلى أولئك الذين لا يثقون فى هذا اليوم ألا يسألوا عليه بعد خمس سنوات، ولا عشر، بل عليهم أن يعوا أننا نتحدث عن ذلك المستقبل الذى يتشكل اليوم فى رحم الغد ليولد بعد نحو عشرين أو ثلاثين عاماً.

فالهيدروجين سوف ينتج من مصدر طاقة متجدد، أو وقود أحفورى، أو الطاقة النووية، ليهيئ المناخ نحو تقبله كمصدر ذى كفاءة للإمداد بالطاقة. إن الأبحاث والتطبيقات الحالية إنما تركز على استخدامه فى وسائل النقل كمصدر جيد يمكن من خلاله الاستغناء عن مصادر الوقود الأحفورى، ومواجهة مشاكل تغير المناخ والتلوث. فالتكنولوجيات الرائدة فى مجالات الأبحاث تشمل خلايا الوقود الهيدروجينية المتناهية الصغر، وسبل الإمداد بالهيدروجين، ومنتجات التبريد والترطيب لخلايا الوقود، وأيضا خلايا وقود الماغنسيوم/الهواء.

إن اقتصاداً ينشأ على مثل هذه الأدوات يحتاج إلى تذليل العقبات التى تواجهه فى عدة نواح منها، العقبات التنظيمية الخاصة باللوائح والتشريعات، وأيضا عقبات توافر البنية التحتية، وأيضا جانب التكلفة الذى لا يقف فى صف خلايا الوقود فى الوقت الراهن، ومشاكل تخزين الهيدروجين المضغوط وخفض تكلفة نقله بالحاويات، وما يواجه تصنيع الحاويات من مصاعب فنية، أضف إلى ذلك الحاجة إلى توزيعه عبر شبكة من الأنابيب(١٤٩). أيضا، يحتاج هذا الاقتصاد إلى البدء فى نشر وحدات تجريبية وتنفيذ مشروعات ريادية يكتسب من خلالها الأفراد الخبرات التى تؤهلهم لتنمية تلك التكنولوجيات والتعرف عن قرب على المشاكل الفنية التى تواجههم، وتقديم حزم من الحلول تعتمد على التفاعل الجيد بين المستخدم والتكنولوجيا بما يحقق قيمة مضافة. وفى هذا الصدد، قامت وزارة الصناعة والتجارة اليابانية

بالبدء فى برنامج للتطبيقات الريادية التى تخدم التنمية المستدامة، حيث تولت وكالة العلوم الصناعية والتكنولوجيا التابعة للوزارة إطلاق «برنامج شروق الجديد» للعمل على تنمية التكنولوجيات النظيفة لإنتاج الطاقة والتى تشمل الهيدروجين، ويعد هذا البرنامج والذى بدئ العمل فيه منذ عام ١٩٩٣ الأطول من حيث مدة تنفيذه والمتوقع عمله إلى عام ٢٠٢٠، أى نحو ثمانية وعشرين عاماً. وفى كندا بُدئ العمل فى أبحاث الهيدروجين وسبل نشرها تجاريا منذ أوائل التسعينات بالتعاون مع إيطاليا وألمانيا، فقد ركزت تلك الأبحاث على نشر استخدامات الهيدروجين فى وسائل النقل.

إن حاجتنا لاقتصاد يعتمد على التقنيات النظيفة، يتطلب منا أن نعى متى يمكن لهذه التطبيقات أن تصبح متاحة بشكل تجارى، بحيث تلبى الطلب عليها، وأن تحقق العائد المرجو منها ألا وهو تقديم خدمة جيدة بمستوى يعول عليه.

البطاريات

ينظر للبطارية كمجموعة من الخلايا الكيمائية، تُحول الطاقة الكيمائية إلي طاقة كهربية، وتعتبر البطاريات مصدراً للجهد المستمر. فعند وضع معدن ما في محلول موصل للكهرباء مثل المحلول الملحي فإن المادة المعدنية تكتسب جهدا كهربيا نتيجة للتفاعل الكيمائي الذي يؤدي إلي تبادل الإلكترونات بين سطح المادة والمحلول، فإذا وضع معدنان مختلفان في المحلول الكهربي فإن كلاً منهما يكتسب جهداً كهربيا مختلفا، وهو ما يعني حدوث فرق جهد كهربي بين المعدنين، فإذا تم توصيل دائرة كهربية بين هذين المعدنين فإن فرق الجهد يعمل علي دفع تيار من الإلكترونات تتحرك من الطرف الأقل جهدا «أنود» إلي الطرف الأعلى جهدا «كاثود».

يعتبر اختزان الطاقة أحد المجالات الهامة التي تدخل في العديد من التطبيقات مثل تشغيل الهواتف المحمولة والسيارات وأجهزة الراديو والحاسبات. والطاقة –بصفة عامة– يمكن أن تتحول من صورة لأخرى وإحدى هذه الصور وأكثرها شيوعا هي الطاقة الكيميائية التي يمكن حفظها في بطاريات بغرض إنتاج الكهرباء.

ويتعلم الأطفال فى المدارس صنع بطارية بسيطة من ثمار الفاكهة الحمضية،

مثل الليمون، وسلكين أحدهما من النحاس والآخر من الزنك لهما نفس الطول، ولمبة كشاف صغيرة تضئ بغرس كلا السلكين فى ثمرة الليمون. إن مثل هذه التجارب الصغيرة تنقل للأطفال أفكاراً كبيرة وهامة وتبسط لهم المفاهيم العلمية التى اعتمد عليها أليكسندر فولتا فى صنع أول بطارية جافة فى العالم، لذا تقاس الشحنة بين جانبى الدائرة الكهربية بالفولت نسبة إليه. وعلى المستوى التجارى يوجد العديد من البطاريات التى تستخدم أنواعا عديدة من الكيماويات، فبطاريات حامض الرصاص تستخدم فى السيارات، وبطاريات الليثيوم تستخدم فى الكاميرات وأجهزة الكمبيوتر والهواتف المحمولة.

وانطلاقا من مبدأ إمكانية تخزين الطاقة، أخذت العديد من شركات السيارات العالمية التفكير فى تصميم بطاريات يمكنها تشغيل السيارات دون الحاجة للتزود بالوقود، فصُنعت بطاريات الليثيوم-أيون لهذا الغرض وهى تعادل نحو ستة آلاف بطارية هاتف محمول، لذا فإن سعرها مرتفع. وتعتني كثير من الحكومات في الولايات المتحدة الأمريكية واليابان وألمانيا بتشجيع شركاتها الوطنية للسيارات على تطوير مراكم للسيارة الكهربائية بقصد خفض أسعارها. كما تدعم الحكومات مصانع السيارات والمعاهد العلمية بمليارات الدولارات لتشجيعها على تكثيف الجهود في هذا السبيل، فالحكومة الأمريكية تدعم شركات صناعة السيارات الأمريكية بنحو ٢ مليار دولار لتحسين مراكم السيارات، وعلى غرار ذلك تقدم الحكومة الألمانيا نحو ٥ مليارات يورو شركات السيارات الألمانية لإنتاج سيارات أكثر ملاءمة للبيئة وخفض كمية العادم الضارة.

وللصين مشروع كبير في هذا المضمار، فالصين وقد فاتتها صناعة السيارات المعتادة لمدة تبلغ نحو قرن من الزمان بالمقارنة بالعالم الغربي واليابان، إلا أنها تعمل الآن على اختصار هذا الوقت والدخول مباشرة في مجال إنتاج السيارة الكهربائية وتطوير البطاريات الكهربائية التي يمكن إعادة شحنها. وهو ما نجده اليوم فى بطاريات المحمول التي تعمل بالليثيوم أيون، وتبذل الجهد أيضا في مجال البطارية الكهربائية عالية الجودة والمنخفضة السعر.

لذا يعكف العلماء على تطوير مكونات سيارة تستطيع زيادة المسافة التي تقطعها السيارات الكهربية، والتى تصل فى الوقت الراهن إلى نحو ١٦٠ كيلومتر، فالأبحاث تجرى على تخزين الطاقة في ألواح الهيكل الخارجي مثل السقف والغطاءين الأمامي والخلفي، في نفس الوقت توجد مكونات أخرى معززة بالألياف الكربونية أخف بنسبة ٥٠٪ من الصلب وتعمل في الوقت نفسه كبطاريات.

وإذا كان هناك من يعمل فى مجال تخفيف وزن البطارية وزيادة مدة تشغيلها، فيوجد أيضا من يعمل على تثوير طريقة شحن البطاريات، فقد قدمت شركتا سيمنز وبي إم دبليو نظاماً لشحن السيارات الكهربائية لاسلكياً وذلك أثناء مشاركتهما في فعاليات معرض هانوفر ٢٠١١، مستعينين فى ذلك بإيجاد مجال مغناطيسي ينشأ من ملفين أحدهما يثبت في الأرض والثانى يركب في أرضية السيارة، ولكي يتم إجراء عملية الشحن، يتعين على السائق أن يقوم بإدارة محرك السيارة. وبالمقارنة بين الشحن السلكى ونظيره اللاسلكى، نجد أن قوة الشحن فى الأسلوب الأول تصل إلى نحو ٢٢ كيلووات، وهى قيمة تعادل نحو ستة أضعاف الشحن اللاسلكى.

وقد يكون هذا حلا مثاليا لأولئك الذين يروجون لفكرة أن الشبكة الكهربائية لا يمكنها تحمل شحن بطاريات السيارات الكهربائية، ويعد هذا المنطق صحيحاً إذا تصورنا أن الكل قرر شراء سيارة كهربائية وشحنها في نفس الوقت، وهذا غير صحيح على الإطلاق، كما أنه يوجد حلول تكنولوجية مثل الشبكات الذكية والتي تستطيع تعديل توزيع التيار الكهربائي ليتناسب مع بطاريات السيارات الكهربائية بالإضافة إلى مولدات الطاقة مثل الطاقة الشمسية.

السيارات مرة أخرى ... ولكن كهربائية

فى عام ٢٠٠٢، أى قبل نحو عشر سنوات، توصلت إحدى الفرق البحثية إلى تصميم أسرع وأصغر سيارة كهربائية في العالم فى ذلك الوقت، كما استقدم أمهر السائقين لتجربتها وإبداء آرائهم وملاحظاتهم عليها، فأجمعوا أن أهم ما يميزها انخفاض صوت المحرك مقارنة بنظيرتها العادية إلى جانب عدم انبعاث أدخنة ملوثة

للبيئة. ويسهم كل من صغر حجم السيارة وسرعتها بدرجة كبيرة في سهولة حركتها فى المدن المزدحمة. واليوم وبعد مرور عقد من الزمن أصبح لقب «سيارة كهربائية» أكثر تداولا على الألسنة، وأكثر قبولا بين فئات عديدة من المستهلكين، بل لقد وجدت السيارات الكهربائية لها مكانا مميزا لا ينافسها فيه أحد فى العديد من الاستخدامات، لعل أبرزها داخل المطارات، وملاعب الجولف، بل وفى باحات المسجدين الحرمين فى مكة والمدينة، يساعدها فى ذلك صغر الحجم وعدم نفث ملوثات داخل مناطق عملها، ورغم أن محرك السيارة الكهربائية يفوق وزن نظيره فى السيارة العاديه وحاجة البطارية للشحن لفترات قد تمتد إلى ثماني ساعات إلا أن ذلك لايقلل من شأنها.

بروفايل: (١٢)

فى إطار الاستعدادات الحثيثة في إمارة موناكو لتنظيم حفل زفاف حاكمها الأمير ألبير الثاني على خطيبته شارلين ويتستوك، وفى ظل أجواء إعلامية تترقب كل خبر صغير أو كبير، أطلق الأمير أنه سوف يستقل مع خطيبته سيارة صديقة للبيئة، وبعيدا أن السيارة التى ستستخدم لهذا الغرض هى من نوع ليكزس الفارهة التابعة لمجموعة تويوتا، فقد قامت وسائل الإعلام بتطيير الخبر عبر الشاشات، وصفحات الجرائد، وليقرأ الناس ويسمعوا ويستفسروا أكثر وأكثر عن السيارات صديقة البيئة، والسيارات ذات وقود الهيدروجين، وتلك الكهربائية.

وتشترك شارلين التي تبلغ من العمر الثالثة والثلاثين مع خطيبها في الدفاع عن البيئة. حيث ورثت عن والديها حب الطبيعة منذ طفولتها في زيمبابوي، ثم بعد هجرتها مع أسرتها إلى جنوب إفريقيا، أما الأمير فلديه مبادرات كثيرة في مجال حماية البيئة.

كان سطح القمر مسرحا لأول سيارة كهربائية يقودها الإنسان في ٣ يوليو ١٩٧١، فقد كانت العربة القمرية «Lunar Rover» التى أنتجتها شركة بوينج ضمن البعثة الفضائية إلى القمر مع رحلة أبولو، ليستعملها رواد الفضاء على القمر مزودة بأربع محركات تعمل بالتيار المستمر ويتصل كل منها بعجلة من العجلات الأربع

للسيارة، وزوج من بطاريات فضة – زنك وهيدروكسيد البوتاسيوم، يبلغ جهد كل منها ٣٦ فولت.

وعادة ما يصنع الهيكل الخارجي من مواد ذات درجة عالية من الصلابة والمتانة كالبولي إثيلين غير القابل للضغط أو الثني، ويصل وزنها إلى نحو طن، تساهم فيها البطارية المصنعة من النيكل كادميوم بحوالى ٢٥٪، أما المحرك فبلا صندوق تروس أو دبرياج، و تعتمد على نظام أتوماتيكي لضبط السرعات، ومع تطور الأبحاث ينتظر انخفاض وزنها بما ينعكس بزيادة قوة الدفع(١٥٠).

وتشير توقعات أسواق السيارات العالمية إلى إنتاج نحو ١,٣ مليون سيارة كهربائية بحلول عام ٢٠١٥، يأتى أغلبها من شركتى رينو ونيسان، ٥٦٪، وشركة جنرال موتورز ١٩٪، وميتسوبيشي اليابانية ٨٪، والنسبة الباقية من منتجين آخرين.

أشارت نتائج دراسة حديثة أعدها معهد ماساتشوتس للتكنولوجيا بأمريكا أن تكلفة إنتاج ١٠٠ ألف سيارة كهربائية سنويا فى أمريكا سيكون أعلى من نظيراتها التي تعمل بالوقود الأحفوري بنسبة ٣٢٪، تمثل تكلفة البطاريات من هذه الزيادة نسبة تتراوح من ٧٪ إلى ٢٣٪. ويتوقع أن إدخال بعض التحسينات سوف يمكن السيارات الكهربائية من المنافسة مع المركبات التي تعمل بالوقود الأحفوري.

أيضا نعرف جميعنا القطارات الكهربائية التى تمتد عبر شبكات السكك الحديدية، ومترو الأنفاق وكلها وسائل نقل تستخدم الطاقة الكهربائية فى تسيير المركبات. أيضا يمتد نطاق عمل وسائل النقل الكهربائية إلى دمج محرك احتراق داخلى مع آخر كهربى لإنتاج سيارة هجين، يمكنها التحويل بين الكهرباء والوقود الحفرى، وتعد هذه التصاميم مدخلا للتغلب على عوائق الحاجة لإعادة الشحن بعد مدة معينة وبالتالى زيادة المسافة التى يمكن أن تقطعها هذه السيارات.

شبكات الكهرباء الذكية

منذ بروز شبكات الكهرباء إلى حيز الوجود فى أواخر القرن التاسع عشر تبلى هذه الشبكات بلاء حسنا فى نقل الطاقة الكهربية فى اتجاه واحد من محطات التوليد إلى نقاط الاستهلاك. وغالبا ما تقع محطات التوليد فى أماكن بعيدة عن المجتمعات

العمرانية والصناعية. يتم توليد الطاقة الكهربية على جهد متوسط ثم يرفع باستخدام محولات رفع الجهد تمهيدا لنقلها عبر مسافات طويلة قد تصل إلى مئات الكيلو مترات ليخفض الجهد مرة أخرى باستخدام محولات خفض الجهد على عدة مراحل وذلك للاستفادة من المستويات المختلفة للجهد فى التطبيقات الصناعية المختلفة وكذلك لتوزيع الكهرباء على أماكن الاستهلاك. ويفضل أن تكون محطات توليد الكهرباء -بغض النظر عن نوعها- قريبة من مناطق الاستهلاك لتقليل الطاقة المفقودة أثناء نقلها.

وبدخول مصادر مختلفة لإنتاج الطاقة الكهربائية منها ما يربط على شبكات التوزيع أو الجهد المتوسط تغيرت النظرة القديمة لشبكات الكهرباء فلم يعد التوليد قاصرا على بداية خط النقل ولكن أيضا عند مناطق التوزيع وهذا هو الأساس الذى بنيت عليه شبكة الكهرباء الذكية.

وتعد الشبكة الذكية المستقبل المنتظر لتوزيع الطاقة الكهربية، علما بأن كثيراً من الدول بدأت فى إدخالها واستخدامها مما أتاح تواصلا أكثر كفاءة مع المستهلكين وتفاعلا مع احتياجاتهم وتلبيتها بشكل أدى إلى الاقتصاد فى استهلاك الطاقة ومن ثم فى توليد الطاقة الكهربية. وتسمح هذه النظم ذات الديناميكية العالية بدمج العديد من مصادر الطاقة المتجددة الصديقة للبيئة التى يستدعى تشغيلها وجود نظم للتنبؤ بسرعات الرياح وبالإشعاع الشمسى، وهو ما يسمح بالتنسيق مع منتجى الطاقة من المصادر التقليدية حتى يمكن مواجهة العجز من الطاقة الكهربائية عندما يغيب شعاع الشمس، أو تخف حدة الريح، وتعطى فسحة من الراحة لفرق تشغيل المحطات التقليدية وبإتاحة وقت لإجراء أعمال صيانة ترفع كفاءة الوحدات وترفع معدلات إنتاجيتها.

وباستخدام شبكات النقل الذكية يمكن للشبكة استيعاب محطات توليد الطاقة الكهربية التقليدية سواء المرتبطة على جهود عالية أو متوسطة، إلى جانب تلك القريبة من نقاط التوزيع، سواء كانت تقليدية أو متجددة، كما تسنح باستيعاب وحدات تخزين الطاقة، ناهيك عن الإدارة الجيدة للأحمال وذلك بتشجيع المستهلكين على تشغيل

الكهرباء فى غير أوقات الذروة وتقليل الاستهلاك فى أوقات الذروة، فالمستهلكون -أفرادا محدودى الاستهلاك كانوا أو مصانع كثيفة استهلاك الطاقة- يشاركون فى الشبكة كجزء أساسى ليسوا فقط كمستهلكين، بل وأيضا موردين للكهرباء بالإضافة إلى تمكين المستهلك من اختيار المصدر الذى يود شراء الكهرباء منه وعرض الثمن اللحظى للكيلووات، يضاف إلى ذلك تقليل قمة منحنى الأحمال وبالتالى توفير مصادر توليد الكهرباء والاستفادة منها بشكل أقصى.

YouTube

الشبكات الذكية

www.youtube.com/watch?v=YrcqA_cqRD8

يتطلب بناء شبكات كهرباء ذكية تطوير العديد من الأجهزة فى كافة قطاعات الشبكة كالتوليد والنقل والوقاية والتحكم وكذلك الأجهزة التى ينبغى توافرها لدى المستهلك ليحدد اختياراته ومن بين هذه الأجهزة، استخدام أجهزة القياس المتقدمة التى تتيح للمستخدم توقع انقطاع الكهرباء بسبب التحميل الزائد والعمل على التنسيق بين المستهلكين والمنتجين لتلافى حدوث هذه الأعطال ليأتى دور أنظمة الاتصالات المتقدمة المعتمدة على استخدام خطوط الكهرباء فى نقل الإشارات وأوامر التشغيل التى تسمح بتخزين المعلومات المتوافرة عن الشبكة وتحسين التحكم فى أجزائها، نظرا لكون الطاقة المتولدة من مصادر الطاقة المتجددة ذات طبيعة متغيرة يصبح الاعتماد على هذه الطاقة قليل الفائدة دون وجود أنظمة ذات كفاءة عالية لتخزين الطاقة، لتدمج أنظمة تخزين الطاقة التى تحقق الاستفادة المثلى للطاقة المنتجة من مصادر الطاقة المتجددة، ودعم استقرار الجهد فى حالات التغير اللحظى للكهرباء، ويمكن الاستغناء عن أنظمة التخزين الخاصة بأنظمة الطاقة المتجددة باستخدام نظم للتنبؤ بالظواهر الجوية كالإشعاع الشمسى وسرعة الرياح، بما يسمح بالتعرف على حالات التشغيل مسبقا والتنسيق مع باقى قطاعات الإنتاج، ليتمكن المستهلك

من تخطى حالات انقطاع الكهرباء، وزيادة درجة الوثوقية فى مصادر توليد الكهرباء تقليدية كانت أو متجددة.

إن استخدام البطاريات العملاقة (تقاس قدرتها بالميجاوات) لتخزين الطاقة يسمح باستخدامها فى حال زيادة الأحمال أو انقطاع التيار من الشبكة وذلك بتحويل التيار المستمر إلى تيار متردد، وإذا كانت البطاريات العملاقة هى محل الاستخدام فى محطات إنتاج الكهرباء من المصادر المتجددة، فإننا نستطيع تقليص حجم هذه البطاريات إلى أحجام صغيرة متواضعة (بضعة كيلوات) بدمجها فى نظم التوليد الصغيرة التى تغذى المنازل والوحدات الصغيرة. من هذا المنطلق يمكن التحكم بكفاءة فى إقامة محطات لإنتاج الطاقة الكهربائية يقتصر توجيه الكهرباء الناتجة منها فى شحن السيارات الكهربائية، أى أن هذه المحطات سوف تعمل كمحطات للتزود بالكهرباء على غرار المحطات المقامة حاليا والتى تستخدم للتزود بالوقود. فى هذا الإطار تأتى البطاريات مرتفعة الكفاءة والسريعة الشحن إلى جانب استيعاب طاقة تكفى لمسافات أطول على رأس قائمة الأولويات التى تشغل معاهد ومراكز الأبحاث المنتشرة فى كثير من الدول المتقدمة وأيضا الناهضة كالصين وسنغافورة.

نقل الكهرباء لا سلكيا

فى بدايات عصر التليفون كان استخدام الأسلاك فى نقل المكالمات أمرا ضروريا، فمع أن حدث نقل الصوت عبر الأسلاك فى حياة أجدادنا أمر لم يتخيل أحد معه أن نستغنى فى يوم من الأيام عن تلك الأسلاك، حتى أنشئت وزارات فى دول عدة تحمل صفة «الاتصالات السلكية» فى إشارة إلى تلك التكنولوجيا التى تساهم بشكل فاعل ومؤثر فى حياتنا وفى رسم طبيعة الأسواق والعلاقات التجارية والإنسانية عبر الأسلاك. واليوم يقف التليفون المحمول متحديا، فلا أسلاك، ولا هوائيات للاستقبال والإرسال، وتضاءل حجمه حتى صار فى حجم بنان طفل وسطوة عملاق !!.

لقد كان نقل رسالة صوتية من شخص إلى آخر يتطلب وجود الشخصين فى حيز مكانى محدد، أى القائل والسامع معا وجهاً لوجه، ومن فم إلى أذن يسرى الحديث همسا وصخبا، رضا ورفضاً داخل حيز محددة إحداثياته يضم الجميع، وبتطور نظم

الاتصال أمكن نقل الحديث الشفاهى بين الأشخاص دون الحاجة للتواجد فى نفس المكان، شرط أن يتحدث كل منهما من نقطة ثابتة لا تتغير، ربما كانت غرفة، وربما محل عمل، أو أى مكان آخر، ومع هذا التطور فقد الإنسان رؤية وجه من يتحدث معه، فتقاربت الآذان وتباعدت العيون، إلا أن البحث العلمى أبى أن يفقد الإنسان صفة النظر إلى من يتحدث فظهرت الهواتف يصاحبها كاميرات تنقل الصور، ثم قفزت التكنولوجيا بالإنسان بعيدا فأصبح يرى ويسمع دون حاجة للتقيد بالمكان، حتى صار المكان يتغير فى كل لحظة نتحدث فيها من هواتفنا المحمولة، ومع هذا لا نفقد رؤية من نحدثه ولا صوته !!.

أيضا تلازم تطور الحاسب الآلى باستخدام الكابلات فى نقل البيانات سواء بين مكونات الجهاز نفسه أو فى الحوار مع أقرانه عبر شبكة اتصالات، فالفأرة تتصل بكابل رفيع مع وحدة التشغيل المركزية التى تتصل بكابل مماثل مع لوحة المفاتيح، وبكابل أسمك قليلا مع الطابعة، وهكذا تتصل الوحدات الطرفية مع وحدة التشغيل المركزية من خلال غابة من الأسلاك. واليوم تتخاطب الوحدات الطرفية وتتصل مع جهاز الكمبيوتر لا سلكيا عبر موجات الراديو المكونة من طيف من الموجات الكهرومغناطيسية بطول موجي أعلى من تحت الحمراء، لتتخاطب هذه الوحدات وتتفاهم باستخدام لغة لا نراها ولا نسمعها لكننا نرى أثرها، فى إنجاز ما نريد من إجراءات.

وعلى هذا المثال، تنتج الكهرباء بانتقال فيض من الإلكترونات من نواة إلى أخرى، فكل نواة تتكون من عدد معين من الإلكترونات والبروتونات والنيترونات، ويمكن تصنيف الأنوية كأحد نوعين إما «مستقرة» أو غير مستقرة»(١٥١). وتسمى النواة مستقرة إذا كان عدد الإلكترونات مساويا لعدد البروتونات. فالنواة التى تحتوى على ٦ بروتونات يجب أن تحتوى على ستة إلكترونات، يعرف عنصرها باسم «الكربون». ويوجد ١١٨ عنصر مختلف هى التى تشكل الحياة من حولنا، منها الأكسجين الذى يمثل أحد أهم عناصر الحياة على كوكب الأرض.

أيضا يرجع انتقال الكهرباء فى مواد وعدم انتقالها فى مواد أخرى إلى ما يعرف بمقاومة المواد، وتعتمد مقاومة سلك ما على سُمك السلك وطوله بالإضافة إلى المادة المصنوع منها السلك. هذا وتستخدم العديد من المواد مثل النحاس والألمنيوم والحديد لصناعة الأسلاك المستخدمة فى نقل التيار الكهربي، وكل نوع من هذه المواد له مقاومة مختلفة، وأقل هذه المواد مقاومة هى أفضلها فى نقل التيار الكهربي. ويعتبر النحاس أحد أفضل هذه المواد، ولهذا السبب فإن كل أسلاك الكهرباء الموجودة داخل منازلنا مصنعة من النحاس. على العكس من هذه المواد، يأتى البلاستيك كمادة عازلة للتيار الكهربي، وهو ما يجعله مناسبا للاستخدام كغطاء للأسلاك الموصلة للكهرباء، أما الزجاج والفخار والسيراميك فتستخدم كعوازل توضع فى نهايات الكابلات المشدودة على الأبراج، لتعمل كعازل بين الكابلات والأبراج.

فى هذا المناخ نمت الكهرباء التى نعرفها اليوم تأتى إلينا منقولة عبر كابلات غليظة وأسلاك أرفع من مناطق إنتاجها إلى نقاط استهلاكها. ولا يتخيل أحد أن يأتى يوم تسرى فيه هذه الكهرباء لا سلكيا، حتى أن طرح مثل هذا الأمر يعد ضربا من الخيال لا يجد –عند كثيرين– ما يسانده حتى لو مهدنا لذلك بتجربتى بدايات تليفون جراهام بل والحاسبات.

ومع ذلك فنحن نعرف نوعاً آخر من الطاقة الكهربية هى الكهرباء الساكنة، والتى تُعرف بأنها الكهرباء التى توجد فى مكان محدد ولا تنتقل إلى مكان آخر. وكثيرا ما أجرينا صغارا تجاربها البسيطة المتمثلة فى تمشيط شعر الرأس ثم تقريب ذات المشط من قطع صغيرة من الورق، ولطالما دهشنا صغارا عند انجذاب تلك القطع الورقية إلى المشط، والتى ما كانت لتحدث لولا تلك الكهرباء الساكنة.

وتمثل الصواعق الكهربية الناشئة عن البرق والرعد أحد أنواع الكهرباء الساكنة، فنتيجة لاحتكاك السحب ببعضها البعض تكتسب السحب شحنة سالبة، فى حين تكون الأجسام المعدنية الموجودة فوق أسطح المنازل مثل أطباق الاستقبال والهوائيات وتلك الموجودة على الأبراج موجبة الشحنة، وكنتيجة لكون السحب ذات شحنة عالية

فإنه من الممكن أن ينتقل إلكترون من الأرض إلى السحب أو من سحابة لأخرى، وهو ما يكفى لإحداث صاعقة.

ينطلق خيال المبتكرين فى نقل الكهرباء لا سلكيا، ليس هذا فحسب بل امتدت تصوراتهم الخيالية حاليا الواقعية فى المستقبل القريب إلى وضع أقمار اصطناعية فى الفضاء الخارجى تحول ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية تبثها فى مناطق بعينها ويتم استقبال هذه الكهرباء من خلال هوائيات صممت لهذا الغرض، تتصل بكابلات تنتشر داخل المنزل أو وحدات أخرى تبث الكهرباء إلى الأجهزة الكهربائية التى تحتاج إلى كهرباء لتشغيلها.

يوصف نيقولا تسلا بأبو الفيزياء، ويرجع إليه الفضل فى اختراع التيار المتردد، وأيضا اختراع المولد الحثى الأول، إلى جانب عدد كبير من الاختراعات ذات الصلة. نجح تسلا فى عام ١٨٩٩ أن يبيع اختراعه الخاص بمولد ينتج التيار المتردد إلى جورج وستنجهاوس الذى حقق به طفرة هائلة فى تشغيل الآلات والمعدات.

وفى عام ١٨٩٩ تمكن تسلا من إرسال طاقة كهربائية بتردد عال لمسافة كبيرة دون استخدام أسلاك، كما تمكن من تزويد أحد البنوك بطاقة كهربائية تسمح بتشغيل منظومة الإضاءة فى ذلك الوقت دون استخدام أسلاك. إلا أن تسلا توقف عن استكمال أبحاثه فى مجال نقل الطاقة الكهربائية لا سلكيا فى عام ١٩١٦. ومنذ ذلك التاريخ لم يتعد هذا العلم خط الأبحاث المعملية.

ولا شك أن أحفادنا سوف يرون فى أحد الأيام كهرباء يتم نقلها لا سلكيا، فى هذا الوقت سوف يتخلصون من غابات الكابلات التى تتطلبها نقل الكهرباء، وسوف تتوافر لديهم المواد الخام كالنحاس والألومنيوم اللذين يصنع منهما كابلات نقل الطاقة، وسوف تقدم لهم التكنولوجيا حلولا مبتكرة لاستجلاب الطاقة أينما حلوا أو ارتحلوا!!.