

السيارات الكهربائية الهجينة وحماية البيئة

مقدمة:

بدأت شركات السيارات - بسبب نقص الوقود الأحفوري وارتفاع أسعاره بشدة منذ سنوات - بالبحث عن الطاقة البديلة التي ستقود عالم السيارات خلال العصر المقبل، والتي يجب أن توفر للسيارات ما تحتاجه من قوة وسلاسة في التشغيل مع الأخذ في الاعتبار علاقتها بالبيئة والتي تتجه إلى الصداقة معها، ولأن قرناً من استخدام محركات الاحتراق الداخلي لن يتحول إلى ماضي في ليلة وضحاها، ولعدم تأقلم الجنس البشري مع عمليات التغيير الجذرية بسهولة، ظهرت فكرة السيارات الكهربائية ثم السيارات الهجينة كبديل أقوى من السيارات الكهربائية.

الحاجة للسيارات الكهربائية والهجينة :

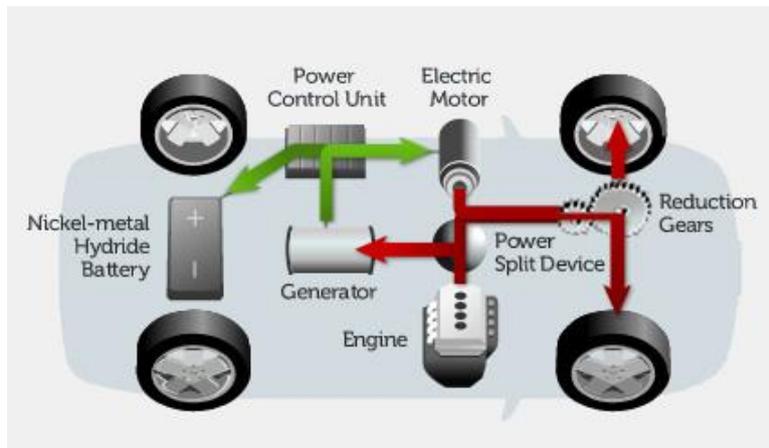
احتاجت شركات السيارات إلى عملية انتقال سلسة من عالم محركات الاحتراق الداخلي التي تعمل بالبنزين أو الديزل إلى المحركات الجديدة التي تعمل بالكهرباء أو بكليهما، وباعتبار الكهرباء هي الخيار الأقوى من الوقود الأحفوري، بدأت شركات السيارات بمحاولة تقريب مستخدمي السيارات من فكرة استخدام الكهرباء في إدارة السيارات، لتعطي نفسها فسحة من الوقت لتطوير تلك الأنظمة والعمل على اختبارها في بيئة عمل واقعية، حيث قام خبراء السيارات والباحثون بابتكار نوع جديد من السيارات تعمل على الكهرباء فقط وذلك بالنسبة للسيارات الكهربائية أو بشكل أساسي على محركات الاحتراق الداخلي، بجانبه نظام كهربائي مساعد يدعم منظومة الدفع الأساسية، لتصير السيارة الواحدة تعمل بمنظومة دفع هجينة تجمع بين الكهرباء والوقود الأحفوري، والأهم من ذلك ارتفاع أثر ظاهرة الاحتباس الحراري التي دفعت العلماء والباحثين للبحث عن حلول وأفكار جديدة تمنع زيادة استنزاف منابع الإحفورية وحماية طبقة الأوزون من انبعاثات غاز CO₂ الضار وبالتالي تصبح هذه السيارات صديقة للبيئة.

مبدأ عمل السيارات الكهربائية والهجينة:

تعتمد السيارات الكهربائية على المحرك الكهربائي مكان محرك البنزين أو الديزل [1]، بالإضافة لمجموعة من المدخرات تقوم بتأمين الطاقة للمحرك الكهربائي ونظام تحكم كهربائي، أما السيارات

الهجينة فهي تعتمد على منظومة دفع متعددة المهام [2]، وتعتمد بشكل أساسي على محركها ذي الاحتراق الداخلي والذي يكون عادة ذا سعة صغيرة كي يُخفض معدل الانبعاثات الضارة واستهلاك الوقود كما في الشكل (١)، وتتميز محركات هذه السيارات باعتمادها على كافة تقنيات وابتكارات خفض استهلاك الوقود تقريباً كأنظمة تغيير فتح وغلق الصمامات، ونظام start/stop لإيقاف المحرك أثناء الانتظار إضافة إلى بعض الأنظمة الأخرى الأكثر تطوراً .

ويقوم محرك البنزين بوظيفتين أساسيتين [3]، وهما دفع عجلات السيارة، إلى جانب توليد الطاقة التي تُخزن في البطاريات التي تدعم محرك السيارة الكهربائي، وهو ما يسمح له بالعمل ليستغل الطاقة التي يولدها المحرك البنزيني بفعل دورانه المستمر في إنتاج قدر مضاعف من القوة مقارنة بالقدر البسيط الذي يستهلكه المحرك البنزيني في مهمة توليد الطاقة لشحن المدخرات، ففي السرعات المنخفضة والتي تحتاج إلى قوة بسيطة لدفع السيارة، والتي تقدر عادة بما تحت الـ ٣٠ كم في الساعة تقريباً (حسب مواصفات السيارة)، يكفي المحرك الكهربائي للعمل بمفرده على دفع السيارة مستغلاً الطاقة الكهربائية المخزنة في المدخرات والتي عادة ما تكفي لدفع السيارة إلى مسافة تتراوح بين ١٠ لـ ٢٠٠ كم حسب سعة المدخرات وقدرتها (هذا الرقم يتغير وفقاً للشركات الصانعة أيضاً والتطور المستمر). ومن ثم يأتي دور ناقل الحركة والذي يعد أكثر تعقيداً في السيارات الهجينة، ففي تلك السيارات يستقبل ناقل الحركة القوة من محركين مختلفين ومن ثم يوصلها إلى العجلات كقوة واحدة بعد دمجها لتعمل السيارة بسلاسة.



الشكل (١): مبدأ عمل السيارة الهجينة.

أهمية نظام شحن السيارات الكهربائية والهجينة:

تحتاج السيارات الكهربائية والهجينة للكهرباء ليتم شحن المدخرات كما أسلفنا الذكر وباعتبارها تعمل على المدخرات لمسافة تقدر بين ١٠-٢٠٠ كم أو أكثر من ذلك حسب عدد المدخرات الموجودة وكذلك السيارات الهجينة، فإنه ومن أجل الرحلات الطويلة والمسافات البعيدة وفي حالات المناطق النائية يجب أن يتوفر مكان أو مصدر لشحن هذه السيارات لتأمين الطاقة لباقي الرحلة المطلوبة، والأهم من ذلك الحاجة لتأمين هذه الطاقة من مصدر مستدام ومتجدد كالطاقة الشمسية، ومن وجهة أخرى فإن إعادة شحن السيارة بالكهرباء المولدة بالفحم والبتروال لن يوفر على البيئة تراكم ثاني أكسيد الكربون في الجو، إذ أن إنتاج ٢٠ كيلو واط ساعي من الكهرباء في محطة توليد كهرباء تنتج ١٢٠ جرام من ثاني أكسيد الكربون لكل كيلومتر تسيره السيارة [4]؛ لذلك فمن مصلحة البيئة أن يكون إنتاج الكهرباء بطريقة خالية من تولد ثاني أكسيد الكربون، أي بالطاقة المستدامة والمتجددة.

في هذه المقالة سيتم توضيح نظام شحن متطور وذكي بطاقة متجددة (شمسية) تم تطبيقه في اليابان ضمن برنامج المدن الصديقة للبيئة والذي حقق أهدافاً هامة [5] وهي:

١- إنتاج موضعي، وبالتالي استهلاك موضعي للطاقة: فلشحن السيارات الهجينة والكهربائية

من الطاقة النظيفة والطبيعية المتوفرة من الشمس تقوم مدخرات النظام المقترح بالشحن من الخلايا الشمسية أو من الشبكة.

٢- عدم التأثر بالظروف الجوية: حيث تمّ دعم نظام الشحن بحيث يؤمن الشحن من الشبكة

العامة في حالات عدم إمكانية توليد الطاقة من الشمس، أي في الظروف الجوية الصعبة وحتى في حالات عدم إمكانية استرجار الطاقة من المدخرات بسبب استنزاف قدرتها.

٣- تأمين الطاقة في الحالات الطارئة أثناء الكوارث: حيث يتم تأمين التغذية بالطاقة في

الحالات الطارئة أو الكوارث من خلال توليد الطاقة الكهروشمسية ومن المدخرات حين لا تتوفر التغذية من الشبكة العامة.

بنية النظام: يبين الجدول (١) خصائص النظام، والشكل (٢) بنية النظام، يتألف النظام من اللوح

الشمسي، وحدة تكييف الطاقة (مبدلة DC-DC)، وحدة تخزين الطاقة، شاشة العرض ومنصة الشحن.

تتوضع ألواح الطاقة الشمسية على سقف المرآب (الموقف) مما يعطي مساحة قدرها 3m*5m تعادل تقريباً مساحة ركن سيارة واحدة، تعطي ألواح الطاقة الشمسية 1400kWh/year تقريباً مما يخفض من انبعاث غاز الكربون بمقدار 440kg، يبدل مكيف الطاقة- الطاقة المستمرة من الألواح أو من وحدة تخزين الطاقة إلى طاقة كهربائية متناوبة وتعمل كمركز تحكم للنظام.

إن وحدة تكييف الطاقة هي نموذج محسن من حيث البرمجة والدارة الإلكترونية عن وحدة التكييف ذات الاستخدامات المنزلية [6]، وقد تم تطوير منصة الشحن وإنزالها إلى الأسواق في عام ٢٠٠٩ في اليابان [7].

A. مميزات النظام :

يملك النظام المصمم المميزات التالية ليحقق الأهداف السابقة أعلاه:

(١) إنتاج موضعي ، استهلاك موضعي للطاقة:

تم وضع وحدة تخزين الطاقة (المدخرات) من أجل الحصول على إنتاج (توليد) موضعي للطاقة وبالتالي استهلاك موضعي لها، حيث إنَّ الطاقة المولدة عن طريق الخلايا الشمسية يقوم نظام الشحن بإيصالها إلى السيارات الكهربائية والهجينة ليتم شحنها، وعندما لا تستخدم منصة الشحن لشحن السيارات فإنَّ الطاقة (الكهرباء) المتولدة يتم تخزينها ضمن وحدة تخزين الطاقة (المدخرات) لشحن السيارات مستقبلاً.



الشكل (٢) : مكونات نظام الشاحن الكهروضمسي.

تحتوي وحدة تخزين الطاقة على ٢٩ مدخرة 14Ah/12V من النوع حمض- رصاص، وذات استطاعة 8.4kWh لتكون قادرة على شحن سيارة البريوس الهجينة مرتين، وتم تطوير مبدلة DC-DC الخاصة بهذا النظام لتوصيل وحدة تخزين الطاقة مع النظام ودمجها مع مكيف الطاقة (المبدلة).

الخصائص		البرامتر
1.9 kW	الخرج الأعظمي	الخلية الشمسية
3.2kW/AC220V	الخرج المقدر	مكيف الطاقة (المبدلة)
مدخرة حمضية رصاصية	المدخرة	وحدة تخزين الطاقة
348V	الجهد الاسمي	
8.4 kWh	السعة	
15-inch LCD		شاشة العرض
3.2 kW	الخرج المقدر	منصة الشحن

الجدول (١): مواصفات نظام الشاحن الكهروضمسي

(٢) عدم التأثر بالظروف الجوية:

تم وصل النظام بالشبكة العامة وبذلك يمكن استخدام منصة الشحن حتى في حالات استنفاد الطاقة من المدخرات والتي تسببها الظروف الجوية الصعبة من مطر دائم أو برد. هناك بعض التعديلات التي تم القيام بها عندما تكون أنظمة التوليد الكهروضوئي مع وحدات التخزين متصلة مع الشبكة العامة من أجل منع المستثمرين من شحن مدخرات سياراتهم بجهاز الشحن الكهروضوئي أثناء الليل (حيث تعرفه الكهرباء رخيصة الثمن) أو إعادة شحن النظام من مدخرات العربات نهاراً (حيث تعرفه الكهرباء مرتفعة الثمن) وذلك لحماية جهاز الشحن والمدخرات، حيث إن هذا النظام مزود بطريقتين للحماية أولها مكيف الطاقة الذي لا يمكنه شحن المدخرات من الشبكة العامة عبر دارته الكهربائية، وثانيها جهد المدخرات الأصغري هو حوالي 320V بالمقارنة مع 220V وهو جهد الشبكة العامة.

(٣) تأمين الطاقة في الحالات الطارئة أثناء الكوارث:

تستخدم ألواح الطاقة الكهروضوئية بشكل عام للحصول على خرج مستمر منظم في الحالات الطارئة وبالرغم من ذلك فإنه من الصعب تأمين خرج مستقر منها وذلك بسبب تغيرات الإشعاع الشمسي، وباعتبار أن النظام الكهروضوئي يتضمن وحدة تخزين الطاقة (مدخرات) فإن الطاقة المخزنة فيها يمكنها التعويض في حالات تقلبات الإشعاع الشمسي، وبذلك يكون هذا النظام الكهروضوئي قادراً على تأمين تغذية كهربائية مستقرة قدرها 220V AC بخرج أعظمي 1.9 kW، وتجدر الإشارة إلى أن هذا النظام يمكن استخدامه أيضاً للأغراض المنزلية كآلة لطبخ الأرز أثناء حالات الكوارث أو الطوارئ.

B. آلية عمل النظام:

يعمل النظام بأربعة أنماط عمل أساسية وذلك وفقاً لحالة شحن السيارات الهجينة أو الكهربائية وحالة نظام التخزين (المدخرات):

(١) النمط الأول: النظام يقوم بشحن السيارات الهجينة أو الكهربائية ووحدة التخزين تؤمن الطاقة.

يقوم نظام الشحن بشحن السيارة من الطاقة المولدة من الألواح الشمسية والطاقة المخزنة في المدخرات، وعند عدم توفر الطاقة من الشمس يتم تأمين الطاقة من المدخرات.

تستطيع المدخرات أن تقوم بتأمين الطاقة من مخزونها إلى حين الوصول إلى الجهد الأصغري لها عندها يقوم النظام بإيقاف الشحن ليمنع المدخرات من زيادة التفريغ، وعند الوصول إلى هذا الجهد يتم إيقاف تدفق الطاقة من المدخرات ويتحول النظام إلى النمط (٢).

(٢) النمط الثاني : النظام يقوم بشحن السيارات الهجينة أو الكهربائية ووحدة التخزين لا تؤمن الطاقة.

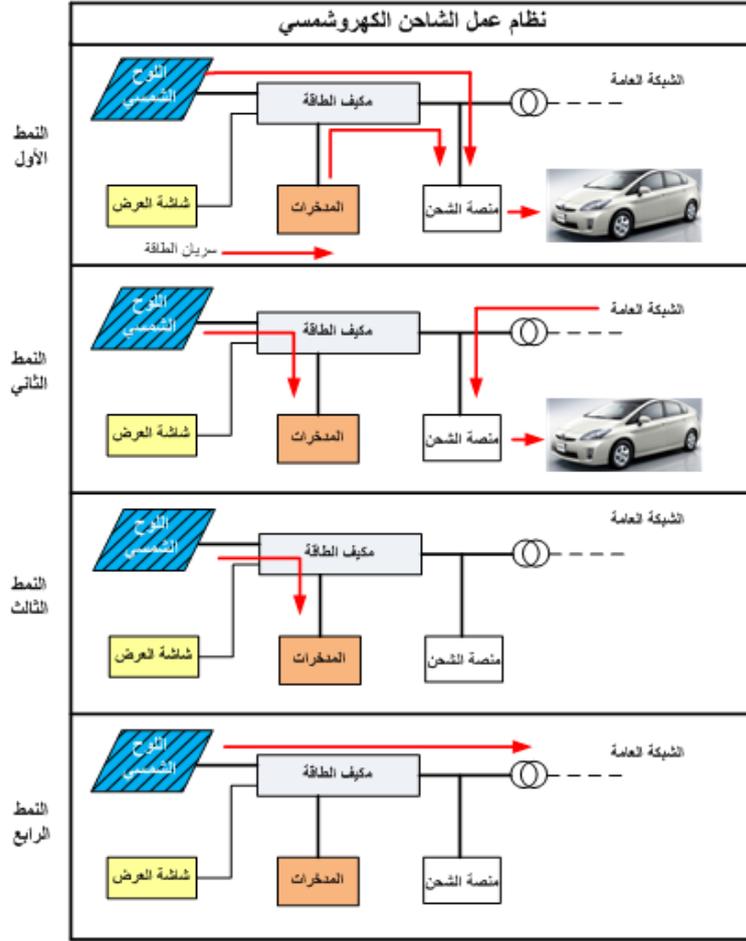
تقوم الشبكة العامة بشحن السيارة في هذا النمط، بينما تكون المدخرات غير قادرة على إعطاء الطاقة عند الوصول للجهد الأصغري عندها تقوم الطاقة المولدة من الألواح الشمسية بشحن المدخرات لمنعها من التلف.

(٣) النمط الثالث : النظام لا يقوم بشحن السيارات الهجينة أو الكهربائية والألواح الشمسية تقوم بشحن وحدة التخزين.

يقوم نظام الشحن بشحن المدخرات من الألواح الشمسية من أجل الشحن القادم، ومن أجل حماية المدخرات من زيادة الشحن ينتقل النظام إلى النمط الرابع عند الوصول إلى الجهد الأعظمي للمدخرات.

(٤) النمط الرابع: النظام لا يقوم بشحن السيارات الهجينة والكهربائية، والألواح الشمسية لا تقوم بشحن وحدة التخزين.

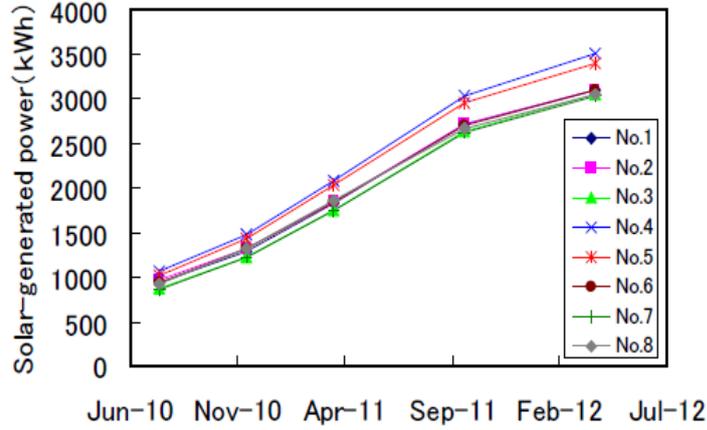
يقوم النظام في هذا النمط بإعطاء الكهرباء إلى الشبكة العامة بحيث يتم تزويد الكهرباء لبعض الأجهزة القريبة أو تباع لشركة الكهرباء، والمدخرات في حالة إيقاف شحن أو حالة شحن عائم.



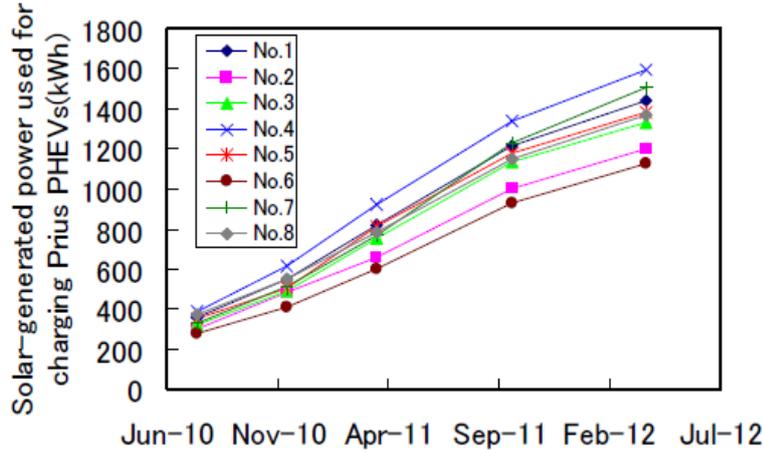
الشكل (٣): أنماط عمل الشاحن الكهروضوئي.

تحليل وتدقيق نتائج الاختبار:

يبين الشكل (٤) التغيرات في كمية الطاقة المولدة من ٨ أنظمة شحن موزعة على محيط مدينة تويوتا اليابانية حيث أخذت القياسات من شهر نيسان ٢٠١٠ إلى نيسان ٢٠١٢، ويبين الشكل (٥) التغيرات في كمية الطاقة الشمسية المولدة المستخدمة لشحن سيارات الـ بريوس، ويبين الجدول (٢) بيانات القياسات لكمية الطاقة الشمسية المولدة، وكمية الطاقة الشمسية المولدة المستخدمة لشحن سيارات الـ بريوس، وكمية الطاقة المطلوبة لشحن سيارات الـ بريوس من الشبكة العامة، وكمية الطاقة المخزنة في وحدات التخزين (المدخرات) وكمية الطاقة الفائضة المتاحة لجرها إلى الشبكة العامة. والقيم التي بين أقواس تشير إلى معدلات منسوبة إلى كمية الطاقة الشمسية المولدة (والتي حددت بـ ١٠٠). والشكل (٦) يبين علاقات هذه البيانات مع بعضها.



الشكل (٤): التغيرات في كمية الطاقة المولدة من ٨ أنظمة شحن موزعة على محيط مدينة تويوتا اليابانية.



الشكل (٥): التغيرات في كمية الطاقة الشمسية المولدة المستخدمة لشحن سيارات البريوس الهجينة.

(١) الطاقة الشمسية المولدة وتخفيض مستوى انبعاث غاز CO₂:

يتضح من الجدول (٢) ومن الشكل (٤)، كمية الطاقة الشمسية المولدة من نظام الشحن الشمسي خلال ٢٥ شهراً والتي تتراوح بين (3.000 - 3.500) kWh، أي بما يعادل (1440-1680) kWh سنوياً، وهذا يتجاوز الحد المطلوب لكمية الطاقة المولدة من جهاز الشحن الكهروضوئي والذي يُقدَّر بـ (1.400) kWh سنوياً المحسوب وفقاً لحالات الإشعاع الشمسي لمدينة تويوتا وخرج الألواح الشمسية، ووفقاً لميزانية FY2001 اليابانية فإن معدل انبعاث غاز CO₂ 0.36 kg-CO₂/kWh من شركات الطاقة اليابانية ومعدل انبعاث غاز

0.045 kg-CO₂/kWh CO₂ من توليد الطاقة الشمسية، حيث يمكننا القول بأن أنظمة الشحن الثمانية تخفض إنبعاثات غاز CO₂ بمقدار 7.980 kg .

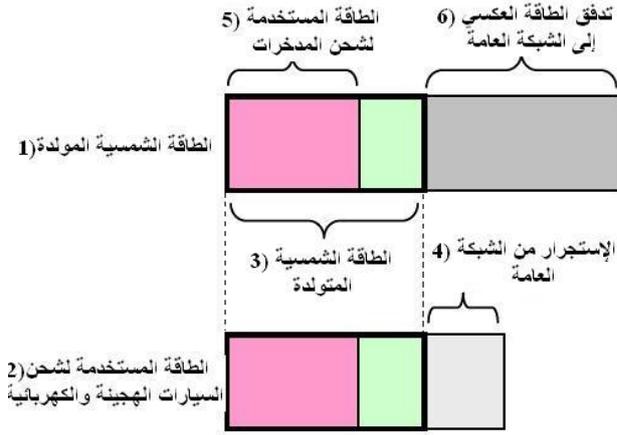
(٢) كمية الطاقة الشمسية المولدة المستخدمة لشحن سيارات البريوس الهجينة وتخفيض مستوى إنبعاثات غاز CO₂ من السيارات الكهربائية:

يتضح من كمية الطاقة الشمسية المولدة في الجدول (٢) ومن الشكل (٤) وكمية الطاقة الشمسية المتولدة المستخدمة لشحن السيارات الهجينة من الشكل (٥)، بأنه ما بين ٣٦% و ٥٠% من الطاقة الشمسية المولدة من كل نظام كانت تستخدم لشحن سيارات البريوس الهجينة، أي ٤٣.٣% من الطاقة الإجمالية المولدة من الأنظمة الثمانية كانت تستخدم لشحن سيارات البريوس الهجينة، بالإضافة إلى أن الطاقة المستخدمة لشحن سيارات البريوس ما بين ٧٧% و ٨٥% تأتي من الطاقة الشمسية لكل نظام بمجموع إجمالي ٨١.١% من الأنظمة الثمانية، الطاقة المتبقية والتي هي ١٨.٩% تأتي من الشبكة العامة أثناء الليل أو في الظروف الجوية السيئة حيث تكون المدخرات مفرغة من الطاقة. الآن وباعتبار أن ٨٠% من الطاقة المستخدمة لشحن سيارات البريوس الهجينة يأتي من الطاقة الشمسية المولدة يمكننا أن نستنتج بأن هدف النظام المطروح في أول المقالة " إنتاج موضعي، استهلاك موضعي للطاقة " قد تم تحقيقه.

وفقاً للسيارات التي تعمل على البنزين فإنّ مردود 15.000km/m³ من الوقود مقارنة مع مردود سيارة البريوس الكهربائي لـ 114Wh/km وذلك بشحن السيارة الهجينة بالطاقة الشمسية وذلك بنمط العمل الكهربائي، فإن أنظمة الشحن الثمانية مع بعضها بما يعادل 6.4m³ من البنزين. إن احتراق 1m³ من البنزين ينتج 2.360kg من CO₂ وذلك يعني بأنه ستخفّض إنبعاثات غاز CO₂ إلى 15.104kg، وعند جمعها مع تأثيرات تخفيض إنبعاثات CO₂ للتوليد من الطاقة الشمسية، فإن كمية انخفاض إنبعاثات غاز CO₂ تصبح 23.08kg.

رقم النظام	الطاقة الشمسية المولدة (kWh)	الطاقة المستخدمة لشحن السيارات الهجينة (kWh)		الطاقة المستخدمة لشحن المدخرات (kWh)	تدفق الطاقة العكسي إلى الشبكة العامة (kWh)
		الطاقة الشمسية المولدة (٣)	الإسترجار من الشبكة العامة (٤)		
١	٣١٠٢.٥ (١٠٠)	١٤٤٠.١ (٤٦.٤)	٣٣٧.٩	٩٩٤.٦ (٣٢.١)	١٦٦٢.٤ (٥٣.٦)
٢	٣٠٩٧.٧ (١٠٠)	١١٩٧.٦ (٣٨.٧)	٣٠٧.٥	٨٧١.٤ (٢٨.١)	١٨٤٥.٦ (٥٩.٦)
٣	٣٠٤٣ (١٠٠)	١٣٣٤.٢ (٤٣.٨)	٣٤١.٥	٨٧٨.٢ (٢٨.٩)	١٧٠٨.٨ (٥٦.٢)
٤	٣٥٠١.١ (١٠٠)	١٥٩٢.٤ (٤٥.٥)	٢٩٤.٤	١٠٥٤.٢ (٣٠.١)	١٩٠٩.٢ (٥٤.٥)
٥	٣٣٩٩.٧ (١٠٠)	١٣٨٤.٨ (٤٠.٧)	٢٤١.٨	٨٧٥.٣ (٢٥.٧)	٢٠١٤.٩ (٥٩.٣)
٦	٣٠٩٥.٥ (١٠٠)	١١٢٧.٢ (٣٦.٤)	٢٧٤.٢	٧٦٥.٢ (٢٤.٧)	١٩٦٨.٣ (٦٣.٦)
٧	٣٠٣٩.٦ (١٠٠)	١٥١٠.٢ (٤٤.٧)	٣٦٢.١	١٠٢٨ (٣٣.٨)	١٥٢٩.٤ (٥٠.٣)
٨	٣٠٥٤.٥ (١٠٠)	١٣٦٦.٦ (٤٤.٧)	٣٩٤.٩	٨٩٠.٢ (٢٩.١)	١٦٨٧.٩ (٥٥.٣)
المجموع	٢٥٣٣٤.١ (١٠٠)	١٠٩٥٣.١ (٤٣.٣)	٢٥٥٤.٣	٧٣٥٧.٢ (٢٩)	١٤٣٢٦.٥ (٥٦.٧)

الجدول (٢) بيانات قياسات الطاقة للشاحن الكهروضوئي.



الشكل (٦): علاقات بيانات قياسات الطاقة.

الشحن والتفريغ من وحدة تخزين الطاقة (المدخرات):

تعتبر الطاقة الشمسية المولدة من الألواح الشمسية هي الطاقة التي يتم تخزينها في وحدة تخزين الطاقة (المدخرات) وذلك من أجل شحن السيارات الهجينة والكهربائية، ويتضح لدينا من الجدول (٢)، أن 24% حتى 32% من الطاقة الشمسية المولدة تستخدم لشحن سيارات البريوس الهجينة عبر المدخرات، ومجموع الطاقة الشمسية من الأنظمة الثمانية مع بعضها 29%، وهذا يؤدي بأن 67% من الطاقة الشمسية المولدة تستخدم لشحن سيارات البريوس الهجينة ومن هذا يتضح بأن وحدات تخزين الطاقة تلعب دوراً رئيساً في تحقيق هدف "إنتاج موضعي، استهلاك موضعي للطاقة"



يوضح الشكل (٧) نظام الشحن الكهروضوئي في مدينة تويوتا، والذي يعمل بدون أخطاء أو مشاكل منذ عام ٢٠١٠

الشكل (٧): نظام الشاحن الكهروضوئي أثناء العمل بساحة مدينة تويوتا اليابانية.

- [1] www.scribd.com
- [2] www.toyota-global.com
- [3] www.auto-edge.net
- [4] ar.wikipedia.org/wiki
- [5] N. Kawamura, M. Muta, "*Development of Solar Charging System for Plug-in Hybrid Electric Vehicles and Electric Vehicles*" 2010.
- [6] H. Kodama, S. Moriuchi, M. Eguchi, "Multi-powerconditioner for residential photovoltaic system, " Sharp Technical Journal, No. 77, pp. 73-78, August 2008.
- [7] H. Suzuki, T. Hyogo, M. Hyodo, E. Saito, "Development of charging station for plug-in hybrid vehicle, " TOYOTA INDUSTRIES THECNICAL REVIEW, No.59, pp. 54-57, January 2010.