السيارات الكهربائية هي المستقبل

دراسة عن سيارات تسلا وأثر إدخالها إلى سورية

م. إياس سليمان

المحتويات

خلاصة الدراسة: ٢
مقدمة: ٢
الفرق بين مكونات سيارة تسلا الكهربائية وسيارة الوقود التقليدية: ٨
أنواع سيارات تسلا ١٢
أولا: سيارة تسلا Model S ١٢
ثانياً: سيارة تسلا Model 3 ..... ١٣
ثالثاُ: سيارة تسلا Model X ١٣
رابعاً: سيارة تسلا Model Y ١٤
خامساً : سيارة تسلا Tesla Roadster (model 2020) ١٥
مكونات وعمل بطارية تسلا ١٧
عمل سيارة تسلا: ٢٠
المحرك الكهربائي: ٢١
البطارية: ٢١
محول التيار المستمر: ٢١
أنظمة الشحن: ٢٢
مميزات السيارات الكهربائية تسلا: ٢٢
عيوب سيارات تسلا الكهربائية ٢٣
الجدوى الاقتصادية ٢٤
الجدوى البيئية ٢٦
متطلبات ادخال السيارات الكهربائية في الدول: ٢٧
جدوى ادخال السيارة الكهربائية تسلا إلى سورية ٢٧
الاستنتاجات: ٢٩

خلاصة الدراسة:

جرى في هذه الدراسة تقييم سيارات تسلا الكهربائية حيث بينت الدراسة أن سيارات تسلا تأخذ مكانة متقدمة عن باقي السيارات الكهربائية، فهي ليست فقط شركة تصنع وتصدر هذا النوع من السيارات إنما هي الأكثر انتاجاً وتخصصاً في مجال السيارات الكهربائية، والتي تميزت باستخدام بطارية أيون الليثيوم التي تمتاز بسهولة الشحن والعمر الطويل الذي يصل إلى /٢٠٠-٢٥٠/ ألف كم. تمتاز بطاريات سيارة تسلا بالشحن السريع حيث تستغرق الشحنة الواحدة حوالي /٧٥/ دقيقة فقط. عمق التفريغ للبطارية يصل إلى /١٠٠%/ مما يجعلها من البطاريات ذات الكفاءة العالية. وزن هذه البطاريات يصل إلى /٥٠٠/ كغ مما يزيد من استقرار السيارة ورفع عامل الأمان لها. سرعة السيارة تصل إلى /٤٠٠/ كم/سا مع تسارع من /٠-١٠٠/ كم/سا خلال /١,٩/ دقيقة فقط مما يجعلها السيارة الأكبر تسارعاً بالعالم ولا تضاهيها أي سيارة أخرى حتى سيارات السباق ذات محركات الاحتراق الداخلي. القوة الحصانية للمحرك تصل إلى /٣٠٠/ حصان بالإضافة إلى أنها لا تصدر ضجيجاً عند المسير. على الرغم من مواصفات السيارة العالية يجب مراعاة ظروف البلاد حين إدخالها واعتمادها لكيلا تؤثر على الشبكة الكهربائية المحلية والتي هي أساساً غير مستقرة حيث أن سعة البطارية يمكن أن يصل إلى /٢٠٠/ كيلوواط ساعي.

مقدمة:

أنتجت شركة تسلا سيارة متفوقة الخصائص لتنافس أفضل السيارات الشهيرة ذات محركات الاحتراق الداخلي بكل الأسماء الكبيرة الموجودة في سوق السيارات العالمي.

الشكل /١/ صورة من داخل مصنع فيرمونت لصناعة سيارات تسلا الكهربائية في كاليفورنيا

صممت سيارة تسلا على محركين يعملان بالطاقة الكهربائية (أو ثلاثة محركات لبعض الأنواع)، ونظام تحكم كهربائي، وبطارية قوية يمكن إعادة شحنها مع المحافظة على خفض وزنها وجعل سعرها في متناول المشتري. وتعتبر السيارة الكهربائية أنسب من سيارات محركات الاحتراق الداخلي من حيث المحافظة على البيئة حيث لا ينتج عنها انبعاثات ضارة بالبيئة.

أطلقت تسلا مؤخراً سيارتها الرياضية Tesla Roadsterموديل /٢٠٢٠/ بثلاثة محركات كهربائية وتسارع من /٠-١٠٠/ كم/سا في /١,٩/ ثانية، وببطارية ليثيوم-أيون قادرة على مد السيارة بطاقة لمسافة /٤٠٠/ كم في الظروف القياسية للتشغيل وقد تم طرحها في الأسواق العالمية مؤخراً فضلاً عن سيارتها السيدان الفارهة والمخصصة للاستخدام العائلي Tesla Model S.

MODEL S

MODEL 3

MODEL Y

MODEL X

Roadster

الشكل /2/ موديلات تسلا

تستخدم سيارة تسلا موديل S محركين كهربائيين ثلاثية الأطوار رباعية الأقطاب، بقدرة تتراوح بين /٣٦٢-٤١٦/ حصان وبدفع خلفي. كما وأنتجت سيارة أحدث في /٢٠١٤/ بمحركين أمامي وخلفي يوفران دفعاً رباعياً وتحكماً أفضل.

وتصل السرعة القصوى للسيارة حتى /٢٥٠/كم/سا وبتسارع من /٠-١٠٠/ كم/سا في غضون /٣/ ثوان فقط. وأعلنت أيضاً عن موديل جديد يدعى Model X وهي سيارة كروس أوفر رباعية الدفع مخصصة أيضاً للاستخدام العائلي تم تطويرها من Model S حيث تشترك معها بـ /٣٠%/ من المكونات.

على الرغم من تعقيد التقنيات التي تعتمدها تسلا في تطوير محركات السيارات لتصبح أكثر قدرة مع الحفاظ على استهلاك الطاقة في حدودها الدنيا، إلا أن المعجزات التقنية الحقيقة للشركة تكمن في مصدر الطاقة للبطاريات.

لم تتوقف تسلا منذ البداية عن تطوير بطاريتها من حيث السعة والوزن والمكونات الكيميائية للبطارية، وقد طورت بطاريات بسعة /٦٠-٧٠-٨٥-٩٠/ كيلوواط ساعي

قادرة على تزويد السيارة بالطاقة لمسافة /٣٣٥-٣٨٣-٤٢٦-٤٥٠/ كم، على الترتيب في ظروف مثالية. تزن البطارية نحو نصف طن مما يزيد من استقرار السيارة ويرفع معامل الأمان، إذ إن معظم وزن السيارة يتركز في البطارية.

تتكون البطارية الواحدة في الموديلات الحديثة من أكثر من /٧٠٠٠/ خلية مأخوذ أبعادها /٢١×٧٠/ مم. مع ضمان البطارية لمدة ٨ سنوات والتي تكلف بحدود ربع سعر السيارة. وعند مقارنة بطاريات تسلا بالوقود العادي فإن سيارة تسلا تستهلك ما يعادل /٢,٦/ لتر من الوقود لكل /١٠٠/ كم وتعتبر السيارة اقتصادية وفق المعايير العالمية إذا انخفض استهلاكها للوقود لأقل من /٨/ لتر لكل /١٠٠/ كم وإن أقل استهلاك مسجل لسيارات الاحتراق الداخلي هو /٦/ لتر لكل /١٠٠/ كم.

وتصنع تسلا البطاريات على هيئة ألواح يتم تركيبها أسفل كبينة السيارة ويتم تحصينها لحمايتها. مكانها المنخفض هذا يضمن للسيارة مركز ثقل منخفض يجعل السيارة أكثر ثباتاً عند السرعات العالية حيث يصل وزن سيارة Model X مثلا /٢٣٠٠/ كغ وهو أثقل من معظم سيارات السيدان المشابهة.

الشكل (٣) بطارية تسلا الموجودة أسفل كبينة السيارة

توفر شركة تسلا العديد من طرائق الشحن للسيارة:

الطريقة الأولى والأسهل هي عبر المأخذ الكهربائي المعتاد في البيت.

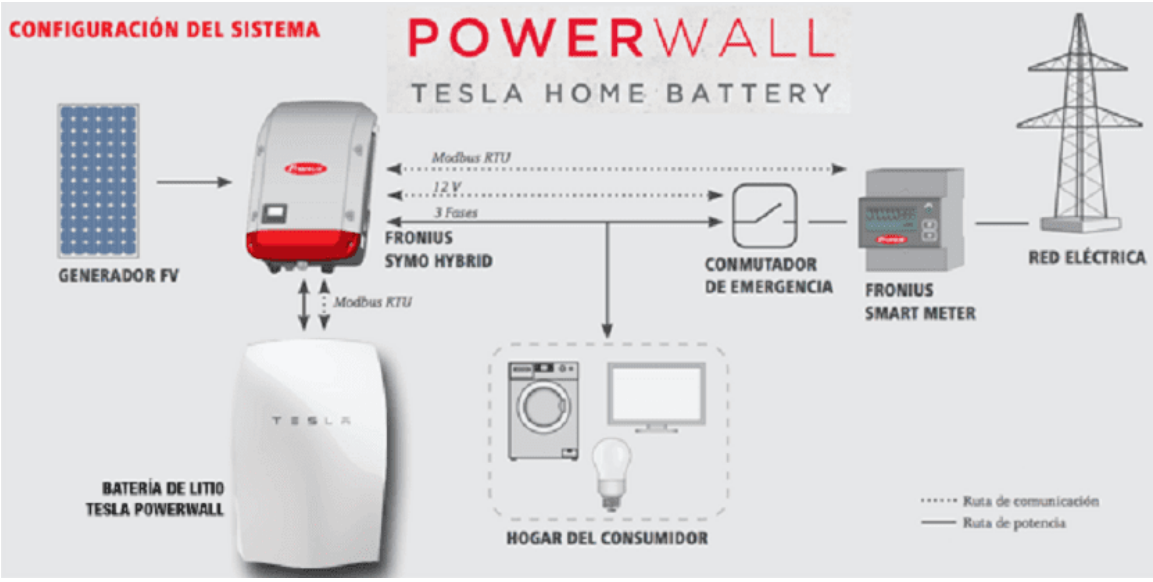
الطريقة الثانية مخصصة للرحلات الطويلة فقد قامت تسلا ببناء شبكة متكاملة من محطات الشحن السريعة (Supercharger) المخصصة لسيارتها على شبكات الطرق

السريعة في أميركا وأوروبا وآسيا، وخصوصاً في الأسواق ذات المبيعات العالية، إذ وصل عددها في أميركا مثلا إلى عشرات آلاف المحطات في مختلف الولايات. ويمكن لمحطة شحن سريعة أن تشحن نصف البطارية في أقل من ٢٠ دقيقة.

الشكل (٤) صورة لمحطة شحن سريع لسيارات تسلا

كما وفرت الشركة أيضاً إمكانية تبديل البطارية بالكامل خلال /١٥/ دقيقة من محطات مخصصة لذلك ولكنها تسعى لاختصار هذه المدة، كما توفر تسلا منظومات ألواح كهروضوئية في البيوت يمكنها شحن البطارية على الطاقة الشمسية. كما توفر أيضاً بطارية أنيقة تعرف باسم (Powerwall) يمكن شحنها بالألواح الكهروضوئية خلال النهار ومن ثم شحن بطارية السيارة من هذه البطارية خلال الليل مما يمكن شحن المستخدم سيارته بالطاقة الشمسية النظيفة في أي وقت ليس فقط أثناء النهار.

الشكل (٥) صورة لبطارية Powerwall لشحن السيارة في المنزل



الشكل (٦) صورة لمنظومة تسلا لشحن البطارية واستخدام الطاقة البديلة

الفرق بين مكونات سيارة تسلا الكهربائية وسيارة الوقود التقليدية:

المكون	سيارة تسلا الكهربائية	سيارات محركات الاحتراق الداخلي
١-المحرك	محرك كهربائي AC مغلف مع ناقل الحركة ويربط بينهما لوحة بسيطة	محرك احتراق داخلي وصندوق العادم والمجموعة الخاصة بالعادم
٢-خزان الوقود	لايوجد	خزان لتزويد المحرك بالوقود مع مجموعة أنابيب لتوصيل الوقود إلى المحرك
٣-ناقل السرعة	ناقل بسيط Single speed reduction gear لأن المحركات الكهربائية تولد عزم عالي خلال مدى سرعة دورانها أي أنها يمكن أن تولد عزماً عالياً عند سرعة دوران تساوي الصفر تقريباً، وتستمر بتوليد العزم خلال مدى السرعة الذي يمتد من صفر إلى السرعة القصوى. لذلك ليس هناك حاجة لناقل سرعة وهي تولد عزماً عالياً عند سرعة صفر فلن يكون هناك حاجة إلى قابض Clutch ويبقى مستوى العزم عالياً حتى يصل إلى السرعة القصوى وبعدها يبدأ بالانخفاض بشكل أكبر من محركات الاحتراق الداخلي كما يتم تحريك السيارة إلى	ناقل سرعة معقد يتألف من عدة نسب تصل إلى /٥/ أو /٦/ أو حتى /٧/ نسب حيث إن سيارات محركات الاحتراق الداخلي التقليدية لها مدى ضيق من العزم narrow torque band. هذا يتطلب استخدام صندوق التروس التفاضلي Transmission بنسب تخفيض متعددة للسماح لهذه المحركات العمل بأداء ذو كفاءة لدفع السيارة خلال ظروف التشغيل المختلفة. حيث يبدأ العزم بالتزايد مع ازدياد السرعة حتى يصل إلى السرعة القصوى. ويجب وضع نقلة خلفية للرجوع إلى خلف

	خلف فقط عن طريق عكس التيار الكهربائي لداخل المحرك الكهربائي عن طريق التحكم الالكتروني	
٤-وحدة تحكم كهربائية	وجود وحدة تحكم كهربائية للسيطرة على المحرك الكهربائي (Inverter) لتحويل التيار الكهربائي من البطارية DC إلى المحرك AC والتحكم بسرعة المحرك	لا يوجد وحدة تحكم كهربائية ويقتصر التوليد الكهربائي من دينمو موصول بسيور مع المحرك يولد تياراً مستمراً DC يخزن في البطارية يستخدم عند الحاجة (التشغيل- شمعات الاحتراق- البخاخات- الإنارة .....)
٥-البطارية	بطارية رئيسية موجودة أسفل السيارة بالإضافة إلى بطارية /١٢/ فولت من الرصاص الحمضي العادية لتشغيل جميع الملحقات مثل المصابيح الأمامية، وأجهزة الراديو، والمراوح، وأجهزة الكمبيوتر، والوسائد الهوائية، والماسحات، والنوافذ الكهربائية، والأدوات داخل السيارة	بطارية /١٢/ فولت من الرصاص الحمضي العادية لتشغيل جميع الملحقات مثل المصابيح الأمامية، وأجهزة الراديو، والمراوح، وأجهزة الكمبيوتر، والوسائد الهوائية، والماسحات، والنوافذ الكهربائية، والأدوات داخل السيارة
٦-المضخات	مضخات كهربائية صغيرة للتحكم بالمياه ومقود السائق ومكيف الهواء	مضخات صغيرة للتحكم بالمياه، ومقود السائق، ومكيف الهواء، بعضها كهربائي وبعضها يعمل على دوران المحرك
٧-الفرامل	مضخة vacuum pump للفرامل تعمل بالطاقة الكهربائية	الفرامل تعمل من خلال مضخات سوائل فرامل تضغط في أنابيب إلى المكابح

٨-التشغيل	لا تحتاج إلى Starter لبدء التشغيل اذ تعمل السيارة فور الضغط على الدواسة وتنطفئ فور رفع الضغط	نحتاج إلى Starter يولد شعلة الانفجار في الاسطوانات بين الوقود والهواء كي يتمكن المحرك من الدوران
٩-وحدة شحن	إضافة وحدة شحن لإعادة شحن البطارية الرئيسية	لا يوجد
١٠-العدادات	عداد لقياس فولتية السيارة ونسبة الشحن عن طريق شاشة لمس كبيرة	مجموعة عدادات توفر قراءات مختلفة حول دوران المحرك، والسرعة، والحرارة، وسعة خزان الوقود وغيرها
١١- ناقل الحركة	مفتاح تحكم بالاتجاه (الأمام والخلف)	ناقل حركة عادي بنسب مختلفة أو ناقل حركة أتوماتيكي
١٢-دوران المحرك	يتوقف المحرك فور رفع الضغط عن الدواسة	يبقى المحرك يعمل حتى في حالة الوقوف مما يعني استهلاك في الوقود عند التوقف أيضاً وبالتالي في الازدحام وعند اشارات المرور
١٣-حجم المحرك	حجم المحرك صغير لذلك فإن الصندوق الأمامي للسيارة يكون فارغا مثل الصندوق الخلفي مما يوفر حيزاً أكبر للسائق للتخزين والتحميل	حجم المحرك كبير ويأخذ حجماً مع المجموعة وجميع الملحقات مما يأخذ حيزاً أكبر من حجم السيارة

شكل (٧) يبين محول السرعات للسيارة وناقل الحركة إلى عجلة سيارات تسلا

شكل (٨) مقارنة بين العزم وسرعة الدوران للسيارة الكهربائية وسيارات الاحتراق الداخلي

شكل (٩) أجزاء سيارة تسلا Roadster 2020

شكل (١٠) قابس شحن البطارية وموقعه في السيارة

أنواع سيارات تسلا

أولا: سيارة تسلا Model S

في اختبارات الإدارة الوطنية لسلامة المرور على الطرق السريعة National Highway Administration (NHTSA) لهذه السيارة أعطاها خمس نجوم كاملة في اختبارات الأمان. وخمس نجوم كاملة في كل تصنيف فرعي. وكذلك حصلت على أعلى تقييم ممكن في الأمان الذي تحققه لراكبيها عند الاصطدام من أي جانب أو الأمام والخلف، وفي الثبات وعدم قابليتها على الانقلاب والدحرجة بسبب الحوادث، مواصفات هذه السيارة هي:

- تسارع السيارة من /٠-١٠٠/ كم/سا خلال (٢,٤) ثا
- أقصى سرعة تصل إلى /٥٤٠/ كم/سا
- محركان كهربائيان.

- أقصى مسافة تقطعها عند الشحن لمدة /٣٠/ دقيقة بواسطة محطات Supercharger هي /٢٧٣/كم
- سعة السيارة /٤/ أشخاص

ثانياً: سيارة تسلا Model 3

- تسارع السيارة من /٠-١٠٠/ كم/سا خلال (٣,٢) ثا
- أقصى سرعة تصل إلى /٥٠٠/ كم/سا
- محركان كهربائيان.
- أقصى مسافة تقطعها عند الشحن لمدة /٣٠/ دقيقة بواسطة محطات Supercharger هي /٢٧٣/كم
- سعة السيارة /٤/ أشخاص

ثالثاً: سيارة تسلا Model X

- تسارع السيارة من /٠-١٠٠/ كم/سا خلال /٢,٨/ ثا
- أقصى سرعة تصل إلى /٤٦٥/ كم/سا

- محركان كهربائيان.
- أقصى مسافة تقطعها عند الشحن لمدة /٣٠/ دقيقة بواسطة محطات Supercharger هي /٢٧٣/كم
- سعة السيارة /٤/ أشخاص

رابعاً: سيارة تسلا Model Y

- تسارع السيارة من /٠-١٠٠/ كم/سا خلال /٣,٥/ ثا
- أقصى سرعة تصل إلى /٤٨٢/ كم/سا
- محركان كهربائيان.
- أقصى مسافة تقطعها عند الشحن لمدة /٣٠/ دقيقة بواسطة محطات Supercharger هي /٢٧٠/كم
- سعة السيارة /٧/ أشخاص

خامساً : سيارة تسلا Tesla Roadster (model 2020)

- تسارع السيارة من /٠-١٠٠/ كم/سا خلال /١,٩/ ثا
- أقصى سرعة تصل إلى /٤٠٠/ كم/سا
- سرعة دوران الحرك /١٥٠٠٠-٢٠٠٠٠/ دورة بالدقيقة
- تتكون البطارية من /٧٠٠٠/ خلية أيون الليثيوم نوع /٢٠٧٠٠/ سعة الخلية /٦٠٠٠/ ملي أمبير ساعة وبطاقة كلية /٢٠٠/ كيلو واط ساعة
- وجود منظومة تبريد داخلية للبطارية حيث اخترع الباحثون- في معهد فرانك أوفر للبيئة والسلامة وتقنية الطاقة في مدينة أوفر هاوسن الألمانية- سائل تبريد جديد يعمل على تبريد بطاريات السيارات الكهربائية يمكنه امتصاص الحرارة أفضل من الهواء أو الماء (ثلاثة أضعاف سحب الماء للحرارة) ويعزز من أحكام البطارية؛ وهو مزيج من الماء والبرافين ومواد مضادة للتجمد؛ وذلك لضمان توزيع البرافين بالتساوي ومنع تخثره على سطح الماء.

شكل (١١) منظومة تبريد البطارية

- عمر البطارية من /٢٠٠-٢٥٠/ ألف كم.
- يمكن شحن نصف البطارية خلال /٢٠/ دقيقة عند الشحن بواسطة Supercharger وخلال /٧٥/ دقيقة يمكن شحن البطارية بالكامل.
- أقل مسافة تقطعها السيارة بالشحنة الواحدة /١٥٠-١٦٠/ كم وأكثر مسافة تصل إلى /٤٠٠/ كم.
- وزن البطارية يصل إلى أكثر من /٥٠٠/ كغ.
- سعر البطارية يصل إلى /٦/ آلاف دولار.
- سعر السيارة /٢٠٠/ ألف دولار.
- عندما تسير السيارة وعند عدم الضغط على دواسة السرعة يدور المحرك عكس اتجاه الدوران ليعمل كمولد للكهرباء يعمل على شحن بطاريات السيارة
- أهم ما يميز هذه لسيارة هو اعتمادها على /٣/ محركات كهربائية وتعمل بنظام دفع رباعي للعجلات وتولد هذه المحركات معاً عزم دوران يبلغ /١٠٠٠٠/ نيوتن.

الشكل (١٢) هو مقارنة بين سيارة تسلا رودستر وسيارة بوغاتي تشيرون الشهيرة

يظهر الشكل تفوق رودستر بمعظم المواصفات بما في ذلك سعر البيع حيث إنها أرخص بحدود /٢,٣/ مليون دولار مما يجعل السيارات الكهربائية بديل واقعي عن سيارات الاحتراق الداخلي في المستقبل القريب.

مكونات وعمل بطارية تسلا

تتكون البطارية من مجموعة متراصة من الخلايا المصنعة من قبل شركة باناسونيك. كل خلية تتكون من غلاف معدني يحتوي على ثلاث رقائق ملفوفة بشكل حلزوني

١-الأنود السالب: ويتكون من كرافيت الليثيوم LiC_6

٢-الكاثود الموجب: يتكون من أكسيد ليثيوم كوبلت $LiCoO_2$

٣-العازل- القنطرة الملحية: عبارة عن غشاء فاصل من مادة بولي أوليفين المسامية لمنع حدوث تماس كهربائي بين القطبين ويسمح بمرور أيونت الليثيوم

٤-الكتروليت لا مائي: محلول سداسي فلوروفوسفيد الليثيوم $LiPF_6$ وتغمر فيه الرقائق الثلاثة.

عند شحن البطارية (سحب الالكترونات من قطب الكاثود)، تتأين ذرات الليثيوم متحولة إلى أيونات ليثيوم متميعة (تذوب في المحلول اليكتروليتي) وتنتقل بفعل المجال الكهربائي الذي يسلطه الشاحن إلى الأنود (عبر الاليكتروليت) فتترسب عليه. تستمر هذه العملية لحين نضوب كل ذرات الليثيوم الموجودة على قطب الكاثود، فيتبقى الأكسيد المعدني فقط بينما تترسب أيونات الليثيوم على شكل ذرات غير متأينة على الأنود بسبب معادلتها وبواسطة الالكترونات التي يجهزها الشاحن. تعتبر البطارية في هذه الحالة مشحونة بشحنة كاملة.

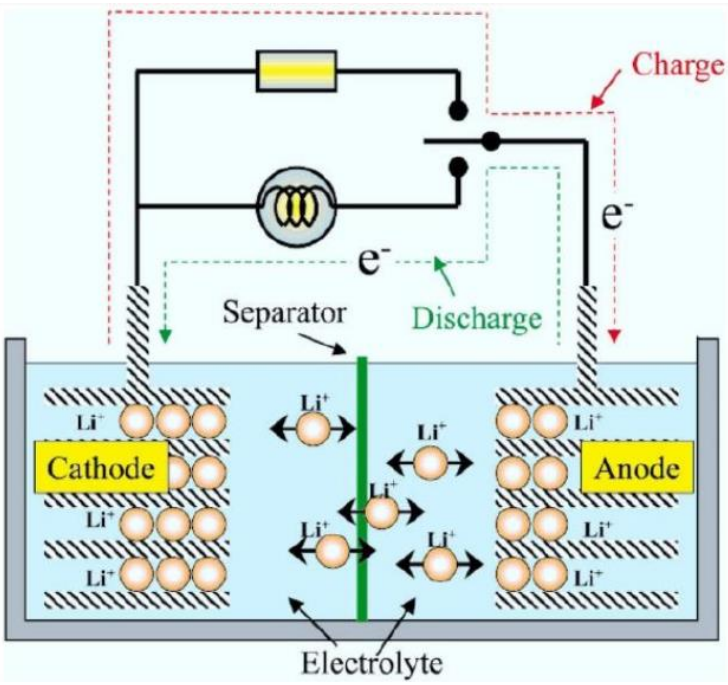
عند تفريغ البطارية (سحب الالكترونات من قطب الأنود)، تتأين ذرات الليثيوم المترسبة على الأنود متحولة إلى أيونات الليثيوم متميعة (تذوب في المحلول اليكتروليتي) وتنتقل إلى الكاثود بفعل المجال الكهربائي الناتج من الفرق في جهود الاختزال بين القطبين (وهو فرق الجهد الطبيعي المرتبط بنوع المواد المستخدمة في الأقطاب ويسمى بجهد الخلية)، بينما تنتقل الالكترونات إلى الكاثود عبر الدائرة الخارجية (هذا هو التيار الكهربائي الذي تجهزه البطارية للحمل). تستمر هذه العملية لحين نفاذ كامل ذرات الليثيوم المترسبة على الأنود. تعتبر البطارية في هذه الحالة مفرغة تماماً. إن تفاعلي نصفي الخلية (تأكسد-اختزال) أثناء تفريغ بطارية LIB يمكن وصفها بالمعادلتين التاليتين:

Anode: $LiC_{6(S)} \rightarrow C_{6(S)} + Li^{+}_{(aq)} + e^{-}$ (Oxidation Reaction)

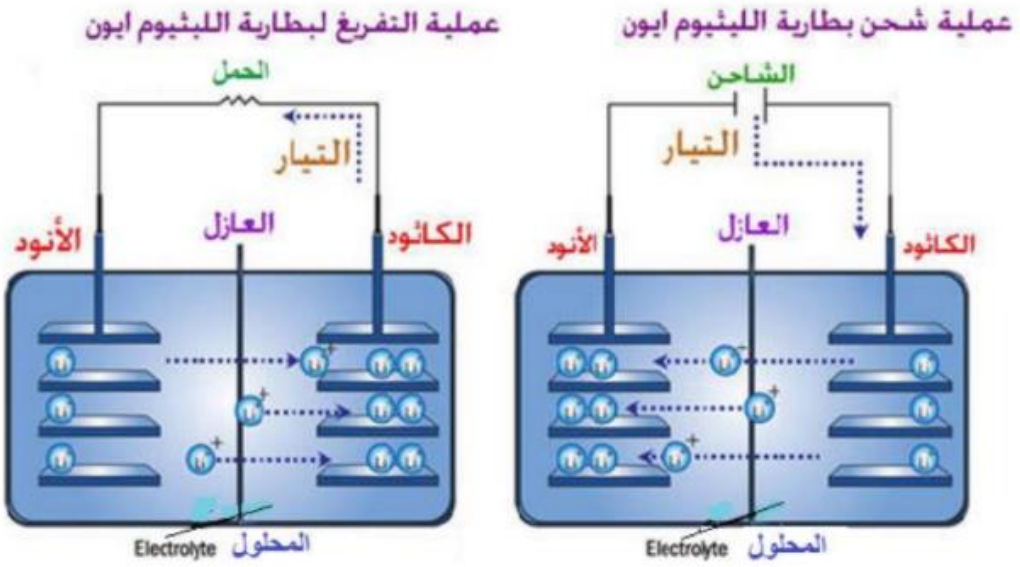
Cathode: $CoO_{2(S)} + Li^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow LiCoO_{2(S)}$ (Reduction Reaction)

التفاعل الكلي:

$$LiC_{6(S)} + CoO_{2(S)} \underset{\text{Charge}}{\overset{\text{Discharge}}{\rightleftharpoons}} C_{6(S)} + LiCoO_{(S)}$$



الشكل (١٣) رسم تخطيطي لمكونات خلية أيون الليثيوم ومبدأ عملها في أثناء الشحن (الخط المنقط الأحمر)، وفي أثناء التفريغ (الخط المنقط الأخضر)



الشكل (١٤) شكل ثاني يوضح عملية شحن وتفريغ بطارية أيون الليثيوم المستخدمة في سيارات تسلا

عمل سيارة تسلا:

المحرك الكهربائي يأخذ الطاقة من وحدة التحكم، ووحدة التحكم تأخذ الطاقة من البطارية الرئيسية القابلة لإعادة الشحن. تعمل وحدة التحكم على أخذ الفولتية DC من البطارية الرئيسية وتحولها إلى (3Ph,AC,240V) وتزود بها المحرك الكهربائي باستخدام ترانزستورات كبيرة جداً تحول الجهد الكهربائي الصادر من البطارية بسرعة إلى جهد وإيقاف لخلق موجة كهربائية.

دواسة التسارع مشبوكة على زوج من المقاومات المتغيرة potentiometers وهذه المقاومات ترسل إشارة إلى وحدة التحكم بمقدار الطاقة التي يجب أن تقدم إلى المحرك. وحدة التحكم هذه تمرر تياراً كهربائياً حسب شدة الضغط على دواسة التسارع.

هناك مقاومتان متغيرتان من أجل سلامة وحدة التحكم تقرأ كلا الجهدين القادمين من المقاومتين كل على حدة للتأكد من أنهما متساويتان. وإن لم تكن كذلك فإن وحدة التحكم تتوقف عن العمل كي لا يعمل المحرك بخلاف شدة الضغط على الدواسة.

المحرك الكهربائي:

استخدمت محركات التيار المستمر DC في هذه السيارة وهي تشبه المحركات الكهربائية ثلاثية الطور المستخدمة في المصاعد الكهربائية وتكون مزودة بميزة إعادة الشحن الذاتي أثناء الكبح حيث يتحول المحرك إلى مولد يعيد الطاقة إلى البطاريات. إن العقبة في أداء محركات التيار المستمر الوحيدة هي ازدياد ارتفاع درجة الحرارة في المحرك أثناء الإفراط في القيادة إلى درجة التدمير ذاتياً في حين أن محركات التيار المتردد AC تخلو من هذا العيب.

المحرك الكهربائي ينتج حركة دوران مباشرة، وقوة حركية سلسة وموحدة وهو أصغر بكثير وأخف وزناً من محركات الاحتراق الداخلي فعلى سبيل المثال محرك تسلا الكهربائي ينتج /٢٧٠/ كيلوواط (٣٦٢حصان)، ويزن /٣١/ كغ، في حين أن محركات البنزين تنتج /١٤٠/ كيلو واط (١٨٨ حصان) بوزن ١٨٠ كغ.

البطارية:

يوجد في السيارة بطارية /١٢/ فولت من الرصاص الحمضي العادية لتشغيل جميع الملحقات مثل المصابيح الأمامية، وأجهزة الراديو، والمراوح، وأجهزة الكمبيوتر، والوسائد الهوائية، والماسحات، والنوافذ الكهربائية، والأدوات داخل السيارة.

محول التيار المستمر:

للحفاظ على البطارية مشحونة، تحتاج السيارة الكهربائية إلى محول تيار مستمر إلى تيار مستمر، هذا المحول يأخذ التيار المستمر من البطارية ذات /٣٥٠/ فولت ويحولها إلى /١٢/ فولت لإعادة شحن بطارية الملحقات هذه. عندما تكون السيارة قيد التشغيل تحصل الملحقات كلها على التيار الكهربائي المستمر من المحول. وعندما تكون السيارة لا تعمل تأخذ الملحقات الكهرباء من بطارية /١٢/ فولت كما هو الحال في سيارة البنزين.

محول التيار المستمر يوضع عادة في صندوق منفصل تحت غطاء المحرك، ولكن في بعض الأحيان يتم وضعه في وحدة التحكم.

أنظمة الشحن:

إن أنظمة الشحن المستخدمة والأكثر تطوراً تراقب جهد البطارية، وتدفق التيار الكهربائي، ودرجة حرارة البطارية لتقليل وقت الشحن. أثناء الشحن يضخ الكثير من التيار الكهربائي وتقوم هذه الأنظمة بمراقبة جهد البطارية، وتدفق التيار الكهربائي ودرجة حرارة البطارية. من أهم ميزات الشحن في بطارية تسلا والتي تميزها عن غيرها من البطاريات ان العملية يتم السيطرة عليها باستخدام دارة كهربائية خاصة تتولى ضبط كمية تيار الشحن الذي يشحن كل خلية منفردة في البطارية لضمان عدم ارتفاع الحرارة في بعض الخلايا وتلفها.

أعلنت شركة تسلا عن مبادرتها لتأمين المدن بمحطات الشحن فائقة السرعة صغيرة الحجم، لتشجيع الإقبال على شراء المركبات الكهربائية. فعلى سبيل المثال نصبت تسلا أكثر من /٨٠٠٠/ محطة شحن سريع في مختلف الولايات الأميركية قبل أن تباشر بيع أول سياراتها. ولا ريب أن تقديم التسهيلات الكبيرة لاقتناء المركبات الكهربائية سيسرع وتيرة إنهاء استخدام الوقود الأحفوري نهائياً.

مميزات السيارات الكهربائية تسلا:

- كلفة الشحن أقل بكثير من كلفة تعبئة الوقود في سيارات الاحتراق الداخلي، وبالتالي توفير أكثر للمال قد يصل إلى أكثر من /١٠٠/ دولار سنوياً
- بعض الحكومات تعطي ميزات ومكافآت وإعفاءات ضريبية عند شراء السيارات الكهربائية تشجيعاً للناس على الاستثمار بها.
- صديقة للبيئة ولا ينبعث منها دخان وعوادم، فتساهم في مناخ صحي وأخضر.
- تزداد شعبيتها بمرور الوقت ومع التطور والاستحداثات التي تضاف لها، وستبدأ السلبيات بالتراجع بعد معالجتها.
- آمنة على السائق فتحتوي على أكياس الهواء كما ويمكن قطع الامدادات الكهربائية لإيقاف البطارية وحماية الركاب الآخرين. بالإضافة إلى أن بعض

سيارات تسلا الكهربائية تتمتع بنظام القيادة الذكية مما يوفر حماية أكثر في حالات الإغماء والنوبات المرضية للسائق.

- تكلفتها في انخفاض مستمر مع تطورها على عكس السيارات العادية.
- لا تحتاج لعملية صيانة كبيرة وبالتالي مصاريف الصيانة أقل.
- هادئة ولا صوت للمحرك الخاص فيها أي التلوث بالضجيج أبداً.
- انعدام التلوث البيئي الناتج من رمي البطاريات بعد انتهاء صلاحيتها لأن شركة تسلا تجري تدوير بطاريات أيونات الليثيوم بما يقارب /١٠٠%/ في مكان تصنيعها حين إنها تعير استخدام النيكل والألمنيوم والليثيوم والكوبلت في خلايا البطاريات الجديدة.
- تحتوي سيارات تسلا على خاصية القيادة الذاتية في طرازي S و X يسمح لها بتغيير خط السير آلياً ومواكبة السيارات إذ يمكن لقائد السيارة الضغط على زر يحول السيارة إلى مركبة ذاتية القيادة تكون قادرة على التعرف على محيطها، وتحديد الخطر، والتوقف، وتقليل وزيادة السرعة من خلال حساسات بالغة الدقة موجودة على جسم السيارة.
- تمتاز إطارات السيارة بمواصفة خاصة حيث تحتوي على تقنية تخفيف الضجيج وذلك من خلال استخدام مادة رغوية (البولي وريتان) والتي يتم تركيبها على السطح الداخلي للإطار والتي لا تتأثر باختلاف درجات الحرارة لتقليل الضوضاء كما تساعد هذه الوسادة على تقليل حوادث ثقب الإطار ونفاد الهواء.
- لا تستهلك طاقة كهربائية في الازدحام والاختناقات المرورية لتوقف محركات السيارة عن الدوران.

عيوب سيارات تسلا الكهربائية:

- قلة وجود أماكن إعادة شحن البطارية في كثير من دول العالم وانعدامها في بعض الدول.

- تؤدي إلى ارتفاع سعر أجور فاتورة الكهرباء وخصوصاً في الدول ذات الفاتورة العالية.
- تؤدي إلى زيادة الطلب على الكهرباء لاستخدامها في شحن السيارات.
- يتطلب تغيير البطارية بالكامل من (٣-١٠) سنوات وحسب جودة البطارية. علماً أن كلفة بطاريات السيارات الكهربائية عالية جداً. فمثلاً كلفة بطارية سيارة تسلا موديل ٣ هي /٧٠٠٠/ دولار وعمرها الافتراضي ٨ سنوات.
- كلفة شراء السيارات عالية نسبياً.

الجدوى الاقتصادية:

تحتل سورية المرتبة الأولى بين الدول العربية من ناحية أسعار البنزين العادي المدعوم بمقدار /٠,٢٣١/$ وبالنسبة للبنزين المحسن تحتل /١٨/ في السعر بمقدار /٠,٩٠٩/$ (سنأخذ هذا السعر مقياساً لأن سيارات تسلا لا تدخل ضمن خطة الدعم) وعالمياً وفي المرتبة الثالثة للبنزين المدعوم، و/٤٢/ للبنزين المحسن.

سورية تحتاج ما لا يقل عن /٤,٥/ مليون لتر من البنزين، و/٦/ ملايين لتر من المازوت، و/٧٠٠٠/ طن من الفيول، و/١٢٠٠/ طن من الغاز، أي إن الحكومة تحتاج إلى فاتورة مالية يومية تقدر بنحو /٨/ ملايين دولار.

إن سورية تحتاج يومياً إلى /١٠٠/ ألف برميل من النفط الخام يومياً، في حين يتوافر حالياً بين /٢٠/ إلى /٢٤/ ألف برميل فقط، مشيراً إلى أن الحاجة للاستيراد هي /٨٠/ ألف برميل نفط يومياً.

أما الغاز، فتبلغ حاجة سورية ١٤٠٠ ألف طن يومياً، يتوفر منه /٢٥٠/ ألف طن فقط، أي إن الحاجة إلى الاستيراد تقدر بـ /١٢٠٠/ طن يومياً لسد الاحتياجات.

من خلال هذه الأرقام نلاحظ أن استخدام السيارات الكهربائية بات أمراً ضرورياً بعد تهيئة الظروف المناسبة لمثل هذه التقنية وذلك بسبب المبالغ المصروفة على الوقود التي تثقل كاهل الاقتصاد من خلال الاستيراد بالعملة الصعبة.

على اعتبار أن تكلفة الكيلوواط ساعي لشحن البطارية في سورية هي /٣٢/ ل.س تقريباً (على فرض استخدام شريحة الكهرباء الصناعية كونها الأعلى) أي ما يعادل /١/ سنت وبالتالي تعتبر من أرخص الدول لناحية الشحن أي أن شحن بطارية السيارة كاملة ولنفرض أنها ذات سعة /٩٠/ كيلو واط ساعي تقدر ب /٢٨٨٠/ ل.س وتسير حوالي ٤٥٠ كم أي أن تكلفة مسير السيارة من الكهرباء تقدر ب /٦/ ل.س لكل /١/ كم.

٢٨٨٠ ÷ ٤٥٠= ٦,٤ ل.س لكل ١ كم

التكلفة الكلية من الكهرباء خلال العمر الأدنى للبطارية التي تخدم /٢٠٠-٢٥٠/ ألف كم لنأخذ /٢٠٠/ ألف كم فتكون التكلفة الكلية /١٢٨٠٠٠٠/ ل.س أي ما يقارب /٣٩٥/ دولار.

العمر الأدنى ٢٠٠٠٠٠ كم × ٦,٤ ل.س لكل ١ كم = /١٢٨٠٠٠٠/ ل.س

ويضاف إليها سعر البطارية الذي هو /٦٠٠٠/ دولار فتصبح التكلفة الإجمالية /٦٣٩٥/ دولار لتسير السيارة /٢٠٠/ ألف كم

أي تكلفة مسير الكم تصبح حوالي /٠,٠٣٢/ دولار أي حوالي /١٠٥/ ل س فقط

التكلفة الإجمالية /٦٣٩٥/ دولار ÷ /٢٠٠٠٠٠/ كم = /٠,٠٣٢/ دولار

في حال استخدام سيارة بنزين فحسب المعايير العالمية تكون اقتصادية إذا كان مصروفها بحدود /٨/ لتر لكل /١٠٠/ كم أي بحساب بسيط تصبح تكلفة الكم في سورية فقط من البنزين /٢٤٠/ ل.س وهذا فقط من البنزين دون حساب تغيير الزيوت أو السوائل الأخرى

من خلال هذه الدراسة يتبين لنا ان استخدام السيارات الكهربائية من حيث تكلفة كل كم أفضل من استخدام سيارة البنزين بحدود /١٣٥/ ل.س لكل /١/كم

وفي حال تحول فقط /٢٥%/ من سيارات البلد إلى الطاقة الكهربائية نفترض انخفاض استهلاك البنزين اليومي بمقدار /١,١٢٥/ مليون لتر من البنزين إذا اعتبرنا ادخال السيارات الكهربائية فقط مكان سيارات البنزين مع ملاحظة ازدياد استهلاك الطاقة الكهربائية

الجدوى البيئية

إن السيارات الكهربائية لا تحتاج إلى وقود لعملها بل تحتاج إلى طاقة كهربائية لشحن بطارياتها ويتوقف مدى كون السيارات الكهربائية صديقة للبيئة على مصدر توليد هذه الطاقة الكهربائية سواء كانت الديزل أو الفحم أو الغاز الطبيعي أو غيرها.

قام فريق بحثي من رابطة السيارات الكهربائية الاسترالية بالتعاون مع نادي مالكي سيارات تسلا في ولاية غرب أستراليا بإجراء مقارنة بين سيارة تسلا موديل (S P85D) الكهربائية وسيارة فولفو (V40) تعمل بوقود الديزل بمحرك نوع (T5 2L) من أجل تحديد كفاءة استخدام الوقود بين السيارتين، وخلال التجربة تم شحن سيارة تسلا الكهربائية بمولد ديزل خارجي مباشرة لبطاريتها، وتم تسجيل كمية وقود الديزل التي استهلكها المولد لتوليد الطاقة الكهربائية اللازمة لشحن بطارية السيارة وقام الفريق أيضاً بقياس كمية وقود الديزل في محرك فولفو قبل اطلاق السيارتين في جولة على الطريق سجلت النتائج التالية بعد إجراء الاختبار وهي أن محرك سيارة الفولفو استهلك /٤,٨/ ل من الديزل لقطع مسافة وقدرها /١٠٤,٦/ كم وهذا الأداء جيد طبعاً إلا أن كمية الوقود اللازمة لشحن بطارية تسلا ولقطع نفس المسافة كان /٤,٦٤/ ل من وقود الديزل؛ وبالتالي تبين هذه التجربة أن مولدات الديزل أكثر كفاءة عند استخدامها في شحن البطاريات عن استخدامها في السير بشكل مباشر.

هناك بعض الدول اعتمدت نظام الغرامات على الانبعاث الصادرة من السيارات الكهربائية مثل سنغافورة حيث إنها وضعت قوانين لهذه الغرامات، وحددت نسبة استهلاك هذه الفئة من السيارات للكهرباء لكل كيلو متر وبين معدل العوادم المنبعثة من المحطات التي تولد هذه الكهرباء حيث بلغت النسبة التقديرية نصف غرام من ثاني أكسيد الكربون لكل واط تستهلكه السيارة؛ وعلى سبيل المثال تستهلك سيارة تسلا موديل /S/ كمية من الطاقة تبلغ /٤٤٤/ واطاً لكل كيلو متر، وبالتالي تنتج عنها عوادم من محطات الطاقة بنسبة /٢٢٢/ غراماً لكل كم تقطعه السيارة.

متطلبات ادخال السيارات الكهربائية في الدول:

إن تحقيق هذه التقنية في المستقبل يعتمد بالدرجة الأولى على القوانين والأنظمة المشرعة التي تضعها الحكومات ومدى تقديمها للدعم المادي والمعنوي للمساهمة في إيجاد أفضل الحلول التي تساعد في تقدم السيارات الكهربائية على غيرها. وللوصول إلى مستقبل آمن للسيارات الكهربائية في البلد يجب مراعاة النقاط التالية:

١-تجهيز بنية تحتية قوية لعالم السيارات الكهربائية وذلك بزيادة محطات الشحن وتوسيع انتشارها والتي تجعل من السهولة شحن السيارة خصوصاً في حالة التفريغ الكامل للشحنة مما يعني وجود الأمان باقتنائها وإنهاء الخوف من هذه الحالات.

٢-تسهيل الإجراءات الحكومية والإعفاءات من الضرائب العامة والجمرك على السيارات الكهربائية مما يساهم من تقليل العبء على الدولة نتيجة الأثر البيئي وكميات البترول المستهلكة يومياً.

٣-تطوير تكنولوجيا تخزين الطاقة الكهربائية ودعم الأبحاث العلمية التي تتجه صوب هذا القطاع، حيث إن التفوق في تخزين الطاقة يعد أكبر التحديات التي تواجه العصر الحديث والتغلب عليها يحتاج بالتأكيد دعماً متواصلاً للوصول إلى ماهو أفضل.

٤-التوجه نحو إضافة محطات التوليد الشمسية والمزارع الريحية للشبكة الوطنية وذلك لتقليل التلوث الناتج عن محطات التوليد.

٥-التشجيع على نصب منظومات كهروضوئية في البيوت ليتمكن المواطن من شحن ولو جزء من سيارته الكهربائية بالطاقة الشمسية وبالتالي تقليل العبء على الشبكة الوطنية وتقليل التلوث البيئي.

جدوى إدخال السيارة الكهربائية تسلا إلى سورية:

إن استعمال السيارات الكهربائية في سورية في الوقت الراهن سوف يسبب زيادة كبيرة في ساعات قطع التيار الكهربائي وذلك لأن زمن شحن بطارية السيارة الكهربائية يعتمد

على قدرة السيارة ونوع التيار. فالسيارة الكهربائية ذات قدرة /٤٠/ كيلو واط ساعي تحتاج نحو /١١/ ساعة لشحنها بالتيار المنزلي ذو الطور الواحد (١٦ أمبير و ٣,٧ كيلوواط) في حين أنها تشحن لمدة /٤/ ساعات عند توصيلها بتيار ثلاثي الطور (١٦ أمبير، ١١ كيلوواط) وتحتاج السيارة الكهربائية ذات القدرة /١٢/ كيلوواط ساعي نحو ثلاث ساعات لشحنها بالمنزل (بتيار أحادي الطور) بينما يتم شحنها بتيار ثلاثي الأطوار خال ساعة واحدة.

ولتسليط الضوء على واقع الطاقة الكهربائية في ظل استخدام السيارات الكهربائية سنجري الحسابات أدناه في حال افترضنا إدخال /١٠٠٠٠/ سيارة تسلا Model 3 إلى سورية مثلاً والتي تقطع أقصى مسافة /٤٢٥/ كم خلال الشحنة الواحدة لبطاريتها ذات السعة /٦٢/ كيلوواط ساعي. عند حساب مقدار الطاقة الكهربائية المطلوبة لشحن بطاريات هذه السيارات فإن:

- معدل قطع المسافة للسيارة الواحدة في حالة الاستخدام المنزلي هي /٥٠/ كم يومياً، (وضع هذا الافتراض على أساس معدل المسافة التي يقطعها المواطن السوري أثناء الاستخدام العادي لا يزيد عن /٢٠٠٠٠/ كم سنوياً) أي أن الشحنة الواحدة للبطارية تكفي لمدة /٨/ أيام ونصف تقريباً نعتبرها /٨/ أيام وذلك بالعملية التالية:

  المسافة التي تقطعها السيارة في الشحنة الواحدة ٤٢٥ ÷ معدل قطع المسافة اليومية والبالغة ٥٠ كم = ٨,٥ يوم نعتبرها ٨ يوم
- عدد مرات شحن البطارية للسيارة الواحدة في الشهر = عدد أيام الشهر ٣٠/عدد الأيام المعادلة للشحنة الواحدة ٨ = ٨/٣٠=٤ شحنات شهرياً تقريباً
- مقدار الطاقة الكهربائية المطلوبة لشحن البطاريات للسيارة الواحدة في الشهر= عدد مرات شحن بطارية السيارة الواحدة في الشهر× سعة البطاريات=٤×٦٢ كيلوواط ساعة=٢٤٨ كيلوواط ساعي.

- مقدار الطاقة الكهربائية اللازمة لشحن بطاريات /١٠٠٠٠/ سيارة في الشهر = مقدار الطاقة اللازمة لشحن سيارة واحدة في الشهر ٢٤٨ كيلوواط ساعي × ١٠٠٠٠ = ٢٤٨٠٠٠٠كيلو واط ساعي=٢٤٨٠ ميغاواط ساعي.
- وباعتبار أن كل سيارة ذهبت لعائلة ومعدل الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية لعائلة سورية متوسطة الاستهلاك /١٤٠٠/ كيلو واط ساعي يضاف عليها استهلاك السيارة الواحدة ٢٤٨ كيلوواط ساعي = ١٦٤٨ كيلوواط ساعي
- عدد العوائل (المنازل المكافئة) المضافة على الشبكة الوطنية في الشهر = مقدار الطاقة الكهربائية المطلوبة لشحن ١٠٠٠٠ سيارة في الشهر/مقدار استهلاك الطاقة الكهربائية عائلة الواحدة شهرياً = ٢٤٨٠٠٠٠/١٤٠٠=١٧٧٢ تقريباً

من خلال ما تقدم نجد أن إدخال /١٠٠٠٠/ سيارة كهربائية نوع تسلا Model 3 سيؤدي إلى إضافة حمل إضافي على الشبكة الوطنية يصل إلى /٢٤٨٠/ ميغا واط شهرياً، وهذا يعادل إضافة أكثر من /١٧٧٢/ عائلة تقريباً على الشبكة الوطنية الأمر الذي سيؤدي إلى تفاقم أزمة توليد الطاقة الكهربائية ولكن سيؤدي إلى توفير مبالغ مالية كبيرة ناجمة عن التقليل في استهلاك البنزين والوقود الأحفوري.

الاستنتاجات:

من خلال ما تقدم يمكن الاستنتاج أن سيارات تسلا هي سيارات كفؤة ومتفوقة الخصائص من حيث التسارع الكبير، والسرعة العالية، والسعة التخزينية الكبيرة لبطاريتها، وسرعة شحن هذه البطاريات لتنافس أفضل السيارات الكهربائية الأخرى وسيارات محركات الاحتراق الداخلي. إن هذه السيارات بالفعل لا تصدر عنها أي انبعاثات في الأماكن التي تستخدم فيها لكنها في نفس الوقت تستهلك طاقة كهربائية بقدر كبير، وتحتاج إلى محطات توليد طاقة كهربائية تضاف إلى محطات التوليد الحالية والتي تسبب التلوث البيئي في أماكن تواجد هذه المحطات ولكن هذه السيارات ممكن أن تكون فعالة جداً وصديقة للبيئة إذا ما تم شحن بطارياتها من منظومات الألواح الشمسية.

إعداد : م. إياس محمد السليمان

المصادر :

[1] Tesla launches an electric car with superior computer-like technologies. Available online: https://aawsat.com

[2] Tesla; electric future car with Elon Mask eyes – illuminations: https://www.arabgt.com/tesla-model-x-2019-.

[3] 2018 Fuel Consumption Guide, Natural Resources Canada. Available online: www.nrcan.gc.ca

[4] A patent for Tesla. Available online: https://mostaqbal.ae/tesla-patent-reveals-possible-plans-for-a-new-battery-swapping

[5] Tesla: Electric Cars, Solar Panels & Clean Energy Storage https://www.tesla.com/

[6] You Tube Video, “Innovating liquid to cool electric batteries”, July 15, 2012. Available online: https://www.youtube.com/watch?v=kslD8yz1JXA

[7] You Tube Video, “Lithium battery”, Ferbruary 22, 2016. Available online: https://www.youtube.com/watch.

[8] 200 kWh pack for S & X considering new Roadster | Tesla

[9]https://nasainarabic.net/main/articles/view/tesla-batteries-environment-

lithium-elon-musk-powerwall
[10] Tesla »A car leads itself and challenges the tradition lists, Available online: 28

https://www.sasapost.com/tesla-a-car-that-drives-itself-and-challenge-the-
automobile.
[11] TIRE RACK.COM, Tire Tech Information - Noise Reducing Tire
Technology. Available online:
www.tirerack.com/tires/tiretech/techpage
.jsp
[12] Iraq is the most expensive oil Arab countries with improved gasoline
prices. Available online:
https://www.alsumaria.tv/mobile/infograph/134
[13] Do electric vehicles pollute the environment such as working cars
https://arabsauto.com
[14] Syrian researchers - Tesla electric cars are not friendly :
https://www.syr-
res.com/article/11899.html.
[15] For electric vehicles more environmentally polluting than ordinary cars:

https://alarab.co.u.
[16] Does the spread of electric cars affect global oil markets:
https://www.noonpost.com/content/18782,
[17] Harris, Mark (2016-04-20). "Battle of the electric car startups: will Faraday
Future merge with Atieva?". The Guardian. UK. Retrieved 2017-01-26.
[18] The first station to charge electric cars inside Egypt:
https://alwafd.news
/1858406/
[19] The decision to exempt electric vehicles from registration fees:
www.jordanzad.com/print.php?id=213147/

[20] 5 Advantages of electric cars. Do Arab countries turn to them:
https://www.alaraby.co.uk/5/
[21] Electric cars is on its way to invade the Arab world:
https://arabic.sputniknews.com/
[22] Electric cars companies invest $ 90 billion in a race
https://www.alaraby.co.uk/

[23] SPOTENBEC: Electric cars are on their way to invade the world:
https://mail.elwehda.com/
[24] Volvo announces the launch date of its first electric car: https://www.almrsal.com/post/334390/
[25] Electricity costing table for the poor family:
https://www.sotaliraq.com/newsitem.php?id=324826