الحافلات الكهربائية وسيلة للنقل المستقبلي في المدن

مقدمة:

ينمو سوق الحافلات الكهربائية بسرعة في جميع أنحاء العالم بسبب الجهود المبذولة لإزالة الكربون من وسائل النقل العام في سبيل تحقيق صافي انبعاثات كربونية صفرية (كما جاء في اتفاقية باريس).
وأثبتت الإحصاءات أن قطاع النقل مسؤولٌ بنسبةِ 25%من جميع انبعاثات الغازات الدفيئة –(الغازات الناتجة عن احتراق الغاز والبنزين وجميع انواع الوقود الأحفوري)– فقد شكل عاملاً اساسياً في الاحتباس الحراري، وأن نسبة الوقود الأحفوري في الطاقة المستخدمة في النقل براً وبحراً وجواً والبالغة 91% جعل قطاع النقل من أصعب القطاعات التي يمكن تخليصها من استعمال الكربون. **(الأمم المتحدة، 2023)**
والسؤال هنا: هل يستطيع النقل الكهربائي أن يكون بديلاً ومنافساً للآليات التي تعمل بالوقود الاحفوري، أم سيصبح وسيلةً مكملةً وداعمةً لها فقط؟. وللإجابة على هذا السؤال يجب البحث في مكونات هذه الآليات والإحاطة بإيجابيات وسلبيات استخدامها، وفي قدرتها أن تكون وسيلةَ نقلٍ مستدامة في المستقبل.

الحافلات الكهربائية:

أولاً: تعريف الحافلة الكهربائية: هي مركبةٌ تم استبدالُ محرك الاحتراق الداخلي فيها بمحرك كهربائي يستمد طاقته من حزمة بطاريات موجودة على متنها ليحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية. ويتم شحن هذه البطاريات من محطات شحن معدّة خصيصاً لها.

نبذة تاريخية: في الثمانينات من القرن التاسع عشر الميلادي اخترعت في الولايات المتحدة عربات القطار الكهربائي، وهي مركبات من نوع الحافلة تسير على قضبان السكك الحديدية وكانت تعرف باسم الترام. بعد أن شاع استخدام الباصات ذوات محركات الاحتراق قل التوجه نحو إنشاء خطوط الترام حتى أُلغيت جميعُها ابتداءً من نهاية الخمسينات من القرن العشرين بحجة عرقلة السير وعدم المرونة وقلة المردود.

أولُ سيارة كهربائية ناجحة صنعها ويليام موريسون في الولايات المتحدة عام 1890 يمكنها استيعابُ ستة ركابٍ، وتقطع من 6 إلى 12 ميلاً في الساعة، وتحوي 24 خليةَ بطارية تخزين تُمكِّن المركبةَ من قطع

100 ميل دون أن تحتاج إلى شحن. أثار هذا الاختراع اهتماماً كبيراً بالسيارات الكهربائية وتعددت اصداراتها حتى بلغتْ ذروتها في عام 1900 لتكون هي المفضلة، ولكن وبعد أن أجريت تحسينات على سيارات البنزين وبالأخص عندما استبدل الكرنك اليدوي بمشغل كهربائي اختفت السياراتُ الكهربائيةُ عملياً بحلول عام 1935، حتى جاء الاهتمام المجتمعي بالبيئة عادت شعبيتها مرة أخرى وبدأ القرن الحادي والعشرين بتكنولوجيا سيارات كهربائية واعدة أكثر من أي وقت مضى. **(ويكبيديا، 2024)**

ثانياً: أنواع المركبات الكهربائية:

هناك ثلاثة أنواع من المركبات الكهربائية

1- سيارات هجينة (Hybrid) لا تحتوي على قابس مدخل، وتعتمد على نظامين: محركٌ لتوليد الكهرباء لتغذية البطاريات، ومحركٌ يعملُ بالبنزين.

2- سيارات هجينة بقابس مدخل (PHEV)، تحتوي هنا السيارة على حزمة بطارياتٍ قابلةٍ لإعادة الشحن ومحركٍ يعملُ بالبنزين أو بالغاز الطبيعي، وإذا استُنفِذتْ حزمةُ البطاريات، يتولى محركُ البنزين القيادة

3- سيارة كهربائية ببطاريات (Battery Electric Vehicle(BEV)، يتم تشغيلها فقط بواسطة حزمة بطاريات قابلة للشحن ومكوناتها الرئيسية موضحة في الجدول التالي:**(محمد، 2021، 33)**

مكونات السيارة الكهربائية ببطاريات.

المكون	الوصف
مجموعة بطاريات	المكونُ الاساسي المسؤول عن تخزين الكهرباء اللازمة للتشغيل، وأقل ضمان لها هو 8 سنوات.
وحدة التغذية الكهربائية	مكونٌ مسؤول عن تحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر لإمكانية تخزينه في بطاريات السيارة.
عاكس التيار الكهربائي (Inverter)	لتحويل كهرباء البطارية (تيار مستمر) إلى (تيار متردد) لتشغيل باقي مكونات السيارة.
المحرك الكهربائي	لتوليد الحركةِ للسيارة يتميز بأنه موفر جداً بالمقارنة مع محركات الاحتراق.
صندوق التروس	مكونٌ من نقلتين (للأمام والخلف) ويحتاج زيتاً للتروس.
سخان كهربائي	للتدفئة.
ضاغط كهربائي (كباس)	لنظامِ التبريد.
مضخة الفرامل	فرامل كهربائية تعمل بضغط الهواء.
مقود توجيه كهربائي	يقوم بنقل الطاقة الميكانيكية من المحرك أو محرك الجر الكهربائي لقيادة العجلات.
نظام تبريد البطارية	----------
بطارية 12 فولت	للإنارة وباقي وظائف السيارة، ويتم تفريغها وشحنها من خلال الحركة، ومتوسط عمرها سنة غالباً.
وحدة التحكم في إلكترونيات الطاقة	تديرُ تدفقَ الطاقةِ الكهربائية التي توفرها بطاريةُ الجر، وتتحكم في سرعة محرك الجر الكهربائي وعزم الدوران الذي ينتجه.
منفذ الشحن	يَسمحُ للسيارة بالاتصال بمصدر طاقةٍ كهربائي خارجي لشحن حزمة بطاريات الجر.
نظام الحماية	يشملَ عدداً من المصهرات وقواطع التيار المتصلة بين البطاريات وباقي الأجزاء الكهربائية، وظيفتُه الحماية عند حدوث خطأ أو عطل في الدوائر الكهربائية، ويشمل النظامُ حمايةً ضد: الماس الكهربائي، التسخين الزائد، التفريغ الزائد، ارتفاع الحرارة، نفاذية المياه.

ثالثاً: مزايا الحافلات الكهربائية:

تبرز الأهمية في استخدام الحافلات الكهربائية في تعزيز التقنيات الحديثة لأنشطة النقل، ومساهمتها في الارتقاء بجودة الحياة في المدن، ومن هذه المميزات: **(الأمم المتحدة، 2023)**

1. التقليل من الانبعاثات الكربونية الصادرة عن مركبات الوقود الأحفوري وتحسين جودة المناخ.
2. تحقيق تكامل بين أنظمة النقل العام المختلفة عندما يتم دمجها بشكل مدروس ومشترك بما يحقق المنفعة العامة.
3. تقليل استخدام الدفع الكهربائي من الضوضاء مقارنة بمحركات الديزل.
4. النقل الكهربائي ركيزة أساسية من ركائز التنمية المستدامة في بناء مستقبل يجمع بين التقدم الاقتصادي وحماية البيئة.
5. نظام الدفع الفعال للتذاكر في الحافلات يسرع من عملية تحميل/تنزيل الركاب ويقلل من وقت مكوث الحافلة في كل محطة.
6. تتفوق الحافلة الكهربائية على حافلة الديزل في القيادة داخل المدن بسبب الحاجة إلى قدر كبير من التسارع والفرملة، فهي تمتلك ميزة إعادة شحن معظم الطاقة الحركية إلى البطاريات في أثناء الكبح مما يقلل من استهلاك الطاقة وتآكل الفرامل.
7. تقوم بطارية المركبات الكهربائية بشحن الشبكة أو تغذية المنزل بالكهرباء عند الحاجة وذلك بخاصية الشحن ثنائي الاتجاه (V2G) بحيث يمكن شحن البطارية من شبكة المنزل وإعادة أخذ الكهرباء من البطارية الى المنزل، أي إعادة استخدام بطاريات الحافلات كوحدات تخزين كهرباء في شبكات الكهرباء وبالتالي مضاعفة عمرها الافتراضي لأن 70% من طاقة البطارية تظل باقية لعدة سنوات بعد استخدامها في المركبات الكهربائية وهو حلٌ يحققُ مصلحةً للجميع وبالأخص عند معالجة مشكلة إدارة النفايات.
8. التقليل من الاعتماد على البنزين والمازوت لأنها تستخدم الطاقة المتجددة.
9. مواكبة النمو السكاني الحضري، حيث إن أي زيادة سكانية تؤدي إلى إيجاد نقل مستدام متطور يكون أكثر سرعة وأقل تكلفة وأكثر أماناً وغير ملوث، وبينت التوقعات أن 65% من سكان العالم سيعيشون في المناطق الحضرية بحلول عام 2050 **(جون ويلموث،2007)** وبالتالي ستكون هذه الحافلات من أنسب طرق النقل.

رابعاً: البنية التحتية للحافلات الكهربائية:

البنية التحتية للنقل هي مجموعة من الأنظمة والمنشآت والموارد التقنية والمادية التي تدعم وتُمكِّن عمليةَ التشغيل والوظائف المختلفة، وتتطلب تخطيطاً، وتصميماً، وتنفيذاً، وتقييماً دقيقاً استناداً إلى معاييرَ اقتصاديةٍ وفنية واجتماعية سليمة.

إن البنيةَ التحتية لمنظومة النقل بالحافلات الكهربائية يجب أن تكون متكاملةً ومستدامة مع أنظمة النقل العام المختلفة، وتتألفُ البنيةُ التحتية لمنظومة الحافلات الكهربائية من:

- مستودعات للحافلات ومساحاتٌ مرتبطة بها مدعومة بالشحن.
- محطات شحن، وهناك حالياً طريقتان رئيسيتان لشحن الحافلات الكهربائية إما بطريقة البانتوغراف (تتصل معدات الشحن تلقائياً بواجهة الشحن الموجودة أعلى الحافلة من خلال ذراع آلية) أو بطريقة الشحن العادية DC (حيث يوصل الشاحن بمأخذ مخصص موجود على الحافلة وهي الأكثر شيوعاً)، ويفضل بكلا الطريقتين أن تكون المحطة مزودة بألواح الطاقة الشمسية.
- شاخصات مرورية خاصة بالنقل الكهربائي تدل على وجود محطات الشحن مثلاً.
- مواقف انتظار للحافلات تكون موزعةً بشكلٍ مدروسٍ داخلَ المدن وتتميز بالجودة والنوعية.
- نظام إدارة بيانات النقل والذي يتكون من قاعدة بيانات مكانية وجغرافية تدعم الاتصال بالأنترنت مع تصميم واجهة مستخدم تتميز بسهولة الاستخدام في استرجاع البيانات وتحليلها وتلخيصها وعرضها من أجل اختيار الحلول الجاهزة وفقاً لاحتياجات أي أسطول كهربائي، وبالتأكيد يجب أن يكون هذا النظام متاحاً للجهات الحكومية والشركات الاستشارية العاملة في مجال دراسات النقل **(وزارة المواصلات القطرية، 2024)**.

محطة شحن بطريقة البانتوغراف

خامساً: استراتيجيات بعض الدول لدعم انتشار التنقل بمركبات الطاقة الكهربائية

إنَّ الاطلاعَ على استراتيجيات الدولِ الغربية والعربية في الإجراءات والقرارات التي اتبعوها والطرق التي اعتمدوها لنشر وتعميم التنقل بمركبات الطاقة الكهربائية، سيساعدُ على تلافي الكثير من الأخطاء والخسائر عند محاولة تطبيق نظام النقل الكهربائي في بلدنا، دون التقليد لهذه النماذج لتجنبِ الوقوعِ في هاوية الإخفاق عند تصميم نموذج التنمية الخاص بنا، وسنعرضُ بعضَ الطرقِ التي كان لها دورٌ فعال في دعم هذا النموذجِ من المركبات، ومنها:

1. أعلن الإتحاد الأوربي عن خطة للتخلص التدريجي من المركبات التقليدية ذات محرك الاحتراق الداخلي بحلول عام 2035 وقد حظرت أكثر من عشرين دولة بيع هذه المركبات، وحددت أهدافاً تتعلق بنسبة المركبات الكهربائية من مجموع سياراتها العاملة بين عامي 2025 و2050، وفي دراسة استقصائية أجرتها الرابطةُ الأوربية لموردي السيارات بأنهم "يعيدون تشكيل ملفاتهم بحيث يتم التركيز على تكنولوجيات المحركات الكهربائية والابتكار في مجال البطاريات". **(المجلس الأعلى للطاقة في دبي، 2020)**

2. في الدورة السادسة والعشرين لمؤتمر الأطراف في غلاسكو – اسكوتلندا (COP26)، حددت أكثرُ من 30 دولةٍ وستُ شركات تصنيع سيارات رئيسية وجهات فاعلة أخرى، تصميمها على أن تكون جميع مبيعات السيارات والشاحنات الجديدة مركبات خالية من الانبعاثات بحلول عامِ 2040 على مستوى العالم و2035 في الأسواق الرائدة.
3. أصدرَ المجلسُ الأعلى للطاقة في دبي التوجيه رقم (2) لعام 2020 الذي يتضمن تحديث أهداف مبادرة دبي للتنقل الأخضر لزيادة أعداد المركبات الحكومية الكهربائية والهجينة إلى 10% حتى نهاية عام 2024، وتتمثلُ أبرزُ مساراتِ هذهِ المبادرة في التشجيع على استخدام هذا النمط من المركبات، وإلى تحقيق 75% من متطلبات الطاقة من مصادر نظيفة، وفي إطار هذه الجهود سجلت هيئةُ كهرباءِ ومياهِ دبي براءةَ اختراعٍ لنظام شحن مبتكر يتيح شحن جميع أنواع المركبات الكهربائية باستخدام كابل وقابس واحد، سواءً للمركبات التي يتم شحنها عن طريق التيار المتردد أو التيار المباشر، وكذلك أتاحت الهيئة لجميع المركبات المسجلة وغير المسجلة بشحن مركباتهم في المحطات التابعة للهيئة باستخدام ميزة "خاصية الزائر" دون الحاجة لإنشاء حساب لدى الهيئة. وتعد مبادرة دبي للتنقل الأخضر لعام 2030 أحد الامثلة النموذجية على السياسات التي تدفع عجلة التنقل الكهربائي في المنطقة العربية **(المجلس الأعلى للطاقة، 2021)**
4. تعتبر الصين أكبر سوق للسيارات الكهربائية في العالم وذلك بفضل السياسات الصناعية التي اتخذتها الحكومة، حيث وجهت لقطاع السيارات الكهربائية المحلي ما يقدر بنحو 231 مليار دولار من الإعانات، وغيرها من أشكال الدعم، حيث إن أكثر من نصف هذا الدعم تمثلَ في إعفاءات من ضريبة المبيعات كما شملَ الدعم خصومات للشراء وتمويلاً حكومياً لمشروعات البنية التحتية الخاصة بالسيارات الكهربائية مثل محطاتِ الشحن والمشترياتِ الحكومية بجانب برامجِ دعم البحث والتطوير، ولقد ساهم الدعمُ الحكومي الصيني بشكلٍ كبير في تطوير صناعة السيارات وتحسين جودتها وتقليل تكلفتها، وعلى الأغلب أن يكون لهذه التدابير تداعيات لدى المنافسين العالميين تدفعهم إلى اتخاذ إجراءات لحماية صناعاتهم المحلية .**(سكوت كيندي، 2024)**
5. في الولايات المتحدة تم إقرارُ تشريعٍ يخصص 3 مليارات دولار لتعزيز الانتاج والبحث والتطوير في سلسلة القيمة لبطاريات السيارات الكهربائية **(الإسكوا،2022 ،ص26)** لتصنيع بطاريات أوسعَ بنطاق التنقل الكهربائي ويتم إنتاجُها بمواد أكثر استدامة والحصول على الموارد اللازمة مع التسبب بأقل قدر من الضرر البيئي، مع العلم أن مبيعات السيارات الكهربائية تدخل في ركود، ويحتاج المستهلك هناك

إلى فترة زمنية حتى يستعيدَ الثقةَ في شراء هذه المركبات مرة أخرى، وخاصة بعد حوادث الاحتراق لسيارات تنتجها أشهر شركات بسبب عيوب فنية.

سادساً: تجارب استخدام الحافلات الكهربائية في بعض الدول:

تختلف ظروف وطبيعة ومناخ كل دولة عن الاخرى، وكذلك تختلف أنواع الحافلات الكهربائية فبعضها مصمم للمناطق الباردة، وآخر للمناطق الحارة مما يستدعي تجربتها لمعرفة مدى ملاءمتها لخصوصية المنطقة، وسنحاول توضيح بعض التجارب الناجحة لبعض الدول والتجارب التي باءت بالفشل، كالتالي:

1- تجربة "حافلات الرياض " في المملكة العربية السعودية:

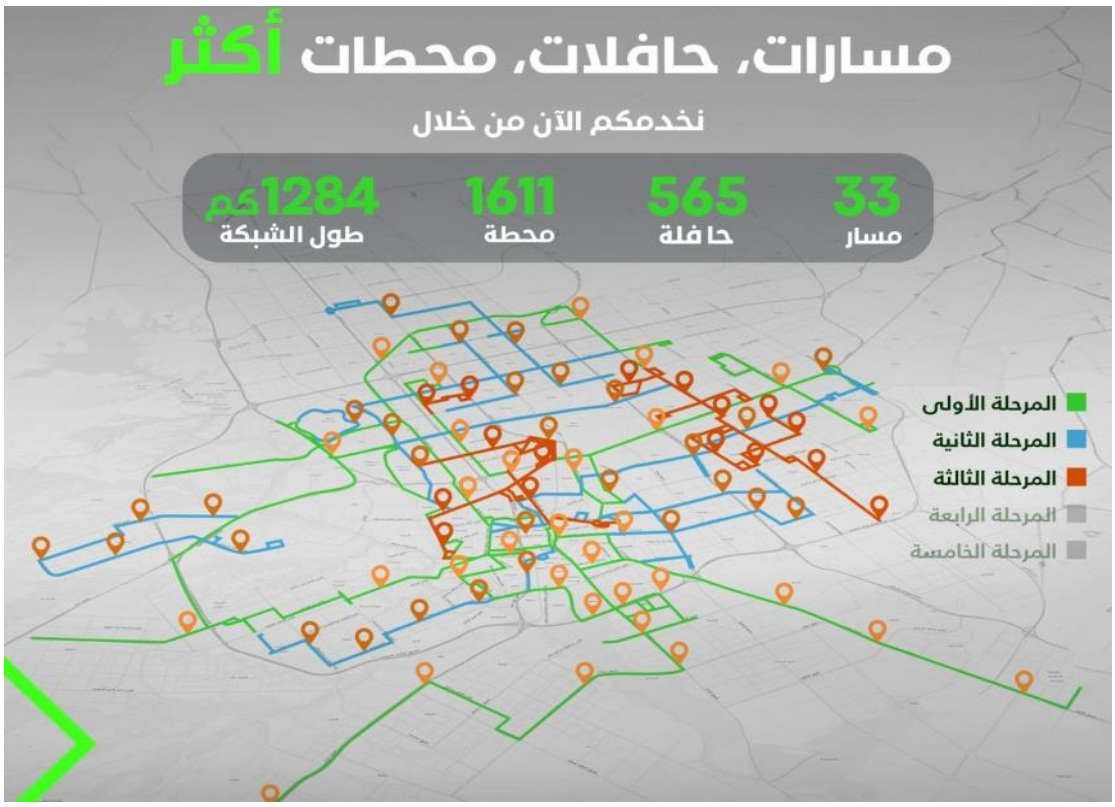
تعتبر تجربة المملكة السعودية من التجارب الناجحة، حيث أطلقت الهيئةُ الملكيةُ لمدينة الرياض مشروعَ الملكِ عبد العزيز للنقل العام بمدينة الرياض، الذي يشملُ شبكةً متكاملة من الحافلات، والقطارات التي تشكل العمود الفقري لشبكة النقل العام في المدينة، وقد تضمنت خمسَ مراحلٍ تم تشغيلها خلال فتراتٍ زمنية قياسية كما يلي:

المرحلة الأولى: تم الإعلانُ عن انطلاقِها بتاريخ 2023/3/8 بتشغيل 340 حافلةٍ تُخدِّمُ الركابَ عبر 633 محطةٍ ونقطة توقف وتشمل 15 مساراً ضمن مساراتِ شبكةِ حافلات الرياض والبالغة إجمالاً 86 مساراً عبر أكثر من 2900 محطةٍ. وبالتزامنِ تم إطلاقُ البوابةِ الإلكترونية /رياض باص/ والتي تقدم خياراتٍ متنوعةً للركاب لمعرفة مسارات الحافلات وآلية شراء التذاكر، كما تم وضع /تطبيق حافلات الرياض/ الذي يوفر خدماتٍ عديدة من ضمنها شراءُ التذاكرِ بشكل مباشر، وهذه التذاكرُ صالحةٌ لمدة ساعتينِ حتى لو تمَّ تغييرُ الحافلةِ خلال هذه المدة مع رحلة مجانية للأطفال دون سن السادسة. وخلال أول 6 أشهرٍ من إطلاق الخدمة، تم تسييرُ قرابة 435 ألف رحلة، نقلت من خلالها أكثر من أربعة ملايين راكب.

المرحلة الثانية: بدأت هذه المرحلةُ بتاريخ 2023/6/19 وتم فيها إضافةُ تسعِ مسارات جديدة، وتمديد المسار رقم 11 والمخصص للحافلات ذات المسار المخصص، ليصل إجمالي المسارات إلى 24 مساراً و223 حافلة إضافية، وواكب المرحلة الثانية إطلاقُ مميزاتٍ إضافية عبر التطبيقِ الالكتروني مثلَ خاصية "اختر وجهتك" حيث تتيح للراكب التخطيطَ للرحلة ومن ثم شراء التذكرة، وخيارات إضافية لمدة صلاحية

التذاكر والتي تشمل (3–7–30) يوم، كما تم إضافة تحديث للخريطة للتمكن من تتبع حركة الحافلات على المسارات بشكل مباشر.

المرحلة الثالثة: أعلنت الهيئة الملكية لمدينة الرياض بتاريخ 19 /2023/8 بدء المرحلة الثالثة من خدمة حافلات الرياض. وبهذه المرحلة يصل إجمالي المسارات إلى 33 مساراً، تُخدَّم من قبل 565 حافلةً، وتغطي 1284 كم، من إجمالي الشبكةِ البالغ طولها 1900 كم. تشمل المرحلةُ الثالثة إضافةَ مسارٍ رقم 13 إلى خدمة الحافلات ذاتِ المسارِ المخصص، ويتميز هذا النوعُ من المسارات باللون الأحمر، ويمكن الوصول إلى محطات الحافلات ذاتِ المسارِ المخصص عن طريق جسرِ المشاة المجهزِ بمصاعدَ كهربائيةٍ، مما يضمنُ مستوى عالٍ من الوصولية والراحة للجميع. **(الهيئة الملكية للرياض، 2023)**



شعار الهيئة عند إطلاق المرحلة الثالثة

2- تجربة موسكو للحافلات الكهربائية الكبيرة:

تعتبرُ تجربةُ موسكو بإدخال منظومة الحافلاتِ الكهربائية إلى أنظمة النقل هي تجربةٌ ناجحة، حيث يُعتبرُ أسطولُ الحافلاتِ الكهربائية في موسكو هو الأكبرُ حالياً في أوروبا، وقد بدأت مدينةُ موسكو منذُ عام 2018 بإطلاق حافلاتِ النقل الكهربائي، والنوعُ الأكثر تميزاً كان حافلاتُ النقلِ العام الكبيرة، وهي مكونةٌ من هيكلٍ مزدوج متصل بمفصل متحرك، وتتسعُ لعددٍ أكبرَ بمرة ونصف من الركاب مقارنةً بالحافلات التقليدية، ونطاقُ رحلاتِها أكبرُ بمرتين تقريباً، وهي مجهزةٌ بمنظومات تدفئة لا تسبب انبعاثاتٍ ضارة بالبيئة، ويمكنُها استيعابُ 135 راكباً، كما أنها مزودةٌ بأنظمة القيادة الآمنة، وأنظمةِ الفرملةِ التلقائية التي تتحكم بالمكابح في الحالات الطارئة، وأنظمةِ رؤيةٍ جانبية مما يجعل الرحلاتِ على متنها آمنة ومريحة.

في نهاية عام 2021 وبعد أربعةِ أشهرٍ ونصف من الاختبارات في شوارع العاصمة الروسية، تمكنت هذه الحافلاتُ من نقل أكثر من 30 ألف راكب، وقطعت مسافاتٍ تزيد عن 6500 كم. وقد اختُبرتْ هذه الحافلات في مناطقَ مختلفةٍ من المدينة، وفي غضون أسبوعٍ واحد فقط تَمكَّن سكانُ عشرينَ منطقة من تجربة هذه الحافلات، وتم نقلُ نحو 3000 راكب، وأعلنتْ محافظةُ مدينةِ موسكو عن نجاح هذه الاختبارات **(RT، 2022)**

حافلات نقل عام كبيرة بهيكل مزدوج متصل بمفصل متحرك، موسكو

3- تجربة اسطول الحافلات الكهربائية في العاصمة الفرنسية باريس-مدينة أميان:

باريس هي أولُ مدينةٍ أوروبية قامتْ بتشغيل الحافلاتِ الكهربائية في شوارعها، وكان عمدةُ باريسَ قد جعل من أولوياته التخلصَ من الضباب الدخاني، فقام بوضع خططٍ صارمةٍ تهدف إلى التخلص التدريجي من سيارات الديزل بحلول عام 2024، وبالفعل ونتيجةً لهذه الجهودِ أصبح في باريس عام 2019 خطٌ واحد رقم 341 يعمل بكامل طاقته بالحافلات الكهربائية، بالإضافة إلى أن شركةَ النقلِ العام في باريس ستشتري 800 حافلة كهربائية قبل بدايةِ دورةِ الألعاب الأولمبية 2024 ، وهناك ثلاثُ شركاتٍ هندسية فرنسية فازت بمناقصةِ توريد هذه الحافلات، حيث وصفت هذه المناقصة بأنها أكبرُ عمليةِ شراءٍ للحافلات من نوعها في أوربا. **(france24، 2019)**

ولكن وبتاريخ 2022/4/29 اتخذت شركة النقل العام الفرنسية(RATP) قراراً بتعليق استخدام 149 حافلةً كهربائية مؤقتاً، ويُمثِّلُ هذا العددُ ثلثَ أسطولِ الحافلات الكهربائية في المدينة، والسببُ كان بعد اشتعال النيران في مركبتين خلال شهر واحد فقط، الحافلةُ الأولى اشتعلت في شارع بوليفارد سان جيرمان الراقي بوسط باريس في 2022/4/4، مما أدى إلى تدمير السيارة بالكامل دون وقوع إصابات، أما الحافلة الثانية التي تحمل الرقم 71 فقد اشتعلتْ في جنوب شرق باريس، وقد تم التوثيقُ بفيديو يُظهِرُ أحدَ هذهِ الحوادثِ للحافلات الكهربائية في باريس أثناء انفجار بطاريات الليثيوم أيون فيها.

والحافلتان من طراز بلوباص الذي تنتجه شركة بولور، يبلغ طولها 12 متراً، ومكتوب عليها عبارة "مركبة كهربائية 100%"، مع أن الشركة تقول في موقعها على الأنترنت أن بطاريات الحافلات ذات كثافة طاقة عالية وأمان مثالي. **(lemonde،2022)**

أما في مدينة أميان الواقعة في شمال فرنسا، فقد تم إطلاق الحافلات الكهربائية فيها منذ عام 2019/5/11 وتمتد خطوطُ الشبكةِ الأربعة لأكثر من 45 كم، ويبلغ عددُها 45 حافلةً، والحافلة بطول 18 م. في الشهر الثاني من عام 2021 تعطلتْ حافلاتُ نيمو بسبب موجةِ البرد التي شهدتها البلاد، حيث تمكنت 6 حافلاتٍ فقط من أصل 43 حافلةً من السير في شوارع المدينة، وكان ذلك لسببين الأول هو مشكلة التدفئة التي تعمل بنظام المضخة الحرارية، أما الثاني فهو الجليد الذي تكوَّنَ على زجاجات الفرامل مما أدى إلى تعطل

النظامِ، وبالتالي فإنَّ السببَ ليس بالحافلة بل بالشركة المصنعة؛ لأن هناك دولٌ باردة لم تعانِ من هذه المشاكل. **(attaaqa، 2021)**

سابعاً: سياسات دولية لتوجيه الدول العربية إلى النقل الكهربائي:

في ظل التوجه العالمي للكهرباء ولتكنولوجيا المحركات الكهربائية والتطور الصناعي السريع والضخم فيها ظهرت العديدُ من الدراساتِ من المنظمات الأممية والتي تظهر مدى أهمية التوجه إلى هذا المجال، وحض صانعو القرارِ العربَ للتحرك الآن للاستفادة من آثارها الإيجابية ومواكبة تسارع وتيرة التحضر، ومن هذه السياسات:

1- سياسات المشروع الإقليمي للطاقة والمناخ في مؤسسة فريدريش إيبرت في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا

أطلق المشروع الإقليمي للطاقة والمناخ في مؤسسة فريدريش إيبرت في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا الاتحاد العالمي للمواصلات العامة ورقةَ سياساتٍ **بعنوان " الحافلات الكهربائية في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا"** بتاريخ 2021/2/19 تهدف هذه السياسات إلى توفير إرشاداتٍ حول تشغيلِ الحافلات الكهربائية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، مع مراعاة خصوصيات المنطقة. واعتبرت أن دعم الحكومات للحافلات الكهربائية هو أمرٌ بالغُ الاهمية، وفي حين أن العديدَ من السلطات الدولية قد وضعتْ أهدافاً واضحة للحافلات الكهربائية، فإن هناك حاجة إلى التزاماتٍ مماثلة في منطقة الشرق الاوسط وشمال أفريقيا لتشجيع تطويرِ سلسلةِ إمدادِ الحافلات الكهربائية والاعتماد التدريجي في السوق.

واعتَبرتْ مديرةُ البرامج في مشروع الطاقة والمناخ الإقليمي في مؤسسة فريدريش إيبرت أن الحافلاتِ الكهربائيةَ هي بديلٌ رائعٌ لمعالجة مشاكلِ النقل والتلوث والاستدامة وكفاءة الطاقة وأن هذهِ الورقةَ تساعدُ صانعي القرار على معرفة النماذج والتقنيات وخطط التنفيذ المختلفة.

وأيضاً قامت مؤسسةُ فريدريش في عام 2020 بإصدار كتابٍ بعنوان: "تحولُ التنقل في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا". وجاء في ملخص هذا الكتاب أن إقليمَ بلادِ الشام يعاني من العديد من المشاكل، وأحد أهم هذه المشاكل هي أنظمةُ التنقلِ غير الكافية وغير العادلة، وأن العواقبَ الوخيمة الناتجة من قصور عملية التنقل هي ارتفاعُ أعداد العاطلينَ عن العمل، وانخفاضُ التحرك الصعودي، وازدياد الظلم الاجتماعي

والاقتصادي والسياسي. وقام بتحليل أربعةِ دراساتٍ عن مصرَ، الأردنَ، لبنانَ، فلسطينَ، وأعطى رؤيةً للإقليم من خلال فهم وجه الشبه والاختلاف.**(عطاردي وآخرون، 2020، ص3)**

2- سياسات لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا):

أصدرت لجنةُ الأممِ المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) تقريراً في عام 2022 يتضمن دراسةً حولَ مستقبلِ التنقل الكهربائي في المنطقة العربية، ويستعرض هذا التقريرُ الفوائدَ الاقتصادية والاجتماعية والبيئية وغيرها من الفوائد التي من الممكن أن يعود بها التنقلُ الكهربائي على المنطقة. ومن ضمن التقرير هنالك بعضُ الخياراتِ والإجراءات التي من الممكن لحكومات المنطقة العربية اتباعها كما يلي: **(الإسكوا، 2022، ص45-46-47)**

- تكريسُ مواردَ ماليةٍ كبيرة وغيرها من الموارد كالأراضي مثلاً، لإعطاء الأولوية لطرفي نطاق التنقل الكهربائي الكبير(حافلات وسكك حديدية وغيرها) والصغير(سكوترات وغيرها من الدراجات ذات العجلتين أو الثلاث عجلات).
- تقديم حوافز للمستهلكين لشراء السيارات الكهربائية مثلا على شكل إعفاءات ضريبية أو إعفاءات من رسوم الاستيراد والجمارك، ومن الممكن تخفيض الترخيص وتجديد الترخيص وإعطاء مواقف مجانية في أماكن معينة أو الشحن المجاني لمدةٍ معينة.
- التعهداتُ التي قطعتها معظمُ الدولِ العربية (لخفض الكربون) في مؤتمرات الأطراف، تُعَدُّ جزءاً من الخياراتِ على مستوى السياساتِ العامة حيث سيضطرُ قطاعُ النقلِ إلى خفضِ حصته من الانبعاثات.
- إصدارُ أوامرَ تتعلق بالمركبات الخالية من الانبعاثات وتحديد المسافات التي تقطعها.
- فرضُ معاييرَ صارمة للاقتصاد في استخدام الوقود في المركبات ذات محركات الاحتراق الداخلي وحظرُ بيعِ هذه المركبات أو استيرادها (بما في ذلك المستعملة).
- فرضُ مواصفاتِ الوقود الأوربية مما يدفع مالكي السيارات إلى اعتماد المركبات الكهربائية.
- على الدول العربية تحديد تواريخ للتخلص التدريجي من المركبات التقليدية ذات محركات الاحتراق الداخلي.

بالطبع هذه السياسات التي وضعتها المنظمة صعبة وغير ممكنة أحياناً وتحتاج توفر شروط مسبقة ومناخ مناسب قبل تطبيقها على أرض الواقع وذلك حسب الظرف الراهن لكل دولة.

ثامناً: المعوقات والآثار السلبية للتحول إلى النقل الكهربائي:

من الطبيعي أن يواجه أي ابتكار او تصميم جديد تحديات أو مشاكل لم تكن بالحسبان وسنورد بعض هذه المعوقات التي رافقت تصنيع وتسيير الحافلات الكهربائية:

1. تُعدُّ الكلفةُ الأولية أحدَ التحدياتِ الشائعة التي تواجه عمليةَ إمدادِ النقل العام بالكهرباء ولا يزال شراءُ الحافلاتِ الكهربائية أغلى بكثير من شراء حافلات الديزل، كما أن تكلفة البنية التحتية للشحن وأسعار البطاريات تفرض تكاليفاً كبيرةً مسبقة وهي في ازدياد مستمر سنوياً.
2. تنخفض كفاءةُ السياراتِ الكهربائية في درجات الحرارة المرتفعة وفي التلال، وكذلك مدى الكيلومترات التي تقطعها قصير مما يتسبب بجعل نطاق استخدامها محدود في المدن فقط.
3. زمن إعادة الشحن طويلٌ، في حين يستغرق الأمر بضع دقائق لتزويد السيارة التي تعمل بالوقود بالطاقة، فإن السيارة الكهربائية تستغرق حوالي 4–6 ساعات حتى يتم شحنها بالكامل.
4. أثبتت بطاريةُ الليثيوم جدارتها بتشغيل التقنيات الحديثة، ولكن ظهر قصورٌ في أدائها في السيارات الكهربائية بسبب عدم قدرتها على تلبية متطلبات السير بمسافات طويلة بصورة آمنة وفاعله فهي في النهاية عبارة عن سائل كيميائي مضغوط في مساحة صغيرة يتعرض لتيارات كهربائية ودرجات حرارة مرتفعة مما يجعلها عرضةً لمخاطرِ التآكل والاحتراق والانفجار، ولسد هذه الفجوة مستقبلاً اتجهت الصناعاتُ لابتكاراتِ تصنيع البطاريات الصلبة وشبه الصلبة والتي تتميز بكثافة الطاقةِ ووزنٍ أقلَ وحجم أصغر، مما يعالج مشكلةَ وزنِ السيارة الذي يسبب تآكلَ الإطاراتِ واستهلاك الطاقة ومعدلات الشحن.
5. مع التحول العالمي نحو الطاقة المستدامة يبرز النحاسُ كموردٍ بالغِ الأهمية في هذا التحول لخواصه المميزة في الموصلية الكهربائية وكفاءته في نقل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح إلى تطبيقات عملية من تشغيل السياراتِ الكهربائية وتغذيةِ المنازل وغيرها، ومن المتوقع بالطبع أن يزدادَ الطلب على هذا المعدن وبالتالي سيرتفع ثمنُه مما يضع سوقَ النحاس في وضع محفوف بالمخاطر فيما يتعلق بالإمدادات المستقبلية، على الرغم من وفرة النحاس في القشرة الأرضية، إلا أن توافر رواسب النحاس عالية الجودة محدود، بالإضافة إلى أن استخراجه وإنتاجه مكلفٌ ويستغرق وقتاً طويلاً.
6. الانتقالُ العادل وهو مجموعة من التدخلات الاجتماعية اللازمة لتأمين حقوق العمال وسبل عيشهم عندما تتحول الاقتصادات إلى الانتاج المستدام. وقد نُوقشَ مفهومُ الانتقالِ العادل لأول مرة في الدورة 102 لمؤتمر العمل الدولي 2013/6. وفي عام 2015 تم وضع المبادئ التوجيهية له، وهناك ضروراتٌ

لتحقيق الانتقالِ العادل عند تطبيقِ التنمية المستدامة؛ فمثلاً في مجال العمالة سيتم إنشاء وظائف جديدة وإلغاء واستبدال أخرى، وبالمثل ستتدهور حتماً بعضُ الصناعات فعلى سبيل المثال سيؤدي تحول الطاقة إلى فقدان الوظائف في صناعة النفط والغاز، بينما سيتم إنشاء وظائف جديدة في مجال الطاقة المتجددة، فمن الضروري معالجة دخول الكثير من العمال في البطالة والفقر وانعدام المساواة، لضمان انتقال منصف إلى مستقبل عمل يساهم في التنمية المستدامة في أبعادها الاقتصادية الاجتماعية والبيئية.

7. البصمة الكربونية وهي إجمالُ الغازاتِ الدفيئة الناتجة عن الانبعاثات الصناعية أو الخدمية أو الشخصية، وبالطبع فإنَّ إنتاجَ السياراتِ الكهربائية له بصمة كربونية أعلى بنسبة 70% من تصنيع السيارات التقليدية، وهذا الفرق يزيد مع بدء تشغيلِ السيارة بشواحنَ تعمل على تغذية الكهرباء، وكذلك مع بقاء بطاريات الليثيوم، فعلى سبيل المثال تتراوح انبعاثاتُ ثاني أكسيد الكربون الناتجِ عن تصنيع بطارية ليثيوم بقدرة (80 KW) ما يقرب من طنين ونصف طن متري، علماً أن الطن الواحد يعادل انبعاثات سيارة نموذجية تعمل بالبنزين خلال 2500 ميل من القيادة، ويزداد استهلاك الكربون بازدياد حجم البطارية، وهذا طبعاً بغض النظر عن حساب الكربون المنبعث من شحن المواد الخام لتكريرها ثم شحنها مرة أخرى لوضعها في السيارة.
8. على الرغم من قلة الصيانة في المركبات الكهربائية، إلا أنه يجب صيانتها كأي مركبة، ولكن قد تكون عملية الاصلاح مكلفة ومعقدة، فسعرُ استبدالِ حزمةِ البطاريات بعد فترة من الاستخدام يعادلُ تقريباً نصف ثمن السيارة، وبالنسبة للبعض تعد هذه التكلفة مرتفعة للغاية مقارنة بالمميزات التي تقدمها السيارات الكهربائية.
9. الافتقار إلى التوحيد القياسي، فحالياً يوجد تنوع كبير في المعدات والبنية التحتية للمركبات الكهربائية، والتوحيد يساهم في تحقيق وفورات كبيرة في التكاليف، ومن المهم إجراء التوحيد القياسي ليس فقط على مستوى صناعة المركبات وطرازها، ولكن أيضاً للمكونات والمعدات الرئيسية للمركبة **(وكالة سانا، 2021)** فمثلاً تعد خاصية الشحن اللاسلكي للسيارات الكهربائية من التقنيات الواعدة التي ستعزز التوحيد القياسي، وتقلل من التنوع الكبير لطرق الشحن. ومن جهة أخرى وضع المعايير بشكل صارم للغاية سيؤدي إلى فرض قيود كثيرة على الإنتاج وبالتالي سوف ترتفع التكلفة.

تاسعاً: الإجراءات الواجب اتباعها لإطالة عمر الحافلات الكهربائية:

لا يمكن التعامل مع المركبات الكهربائية بشكل مماثل للآليات التي تعمل بمحركات الاحتراق الداخلي، فهي تحتاج إلى عناية بشكل خاص، ومشابه كثيراً للأجهزة التي تحتاج إلى الشحن، وتعد البطارية من أهم المكونات، وللحفاظ عليها يجب الاهتمام بالعديد من العوامل التي تساعد في إطالة العمر الافتراضي لها ومنع حدوث أي أعطال غير متوقعة، **وأهم هذه التعليمات:**

1. **استخدام شاحن أصلي ومناسب** فعندما تريد شحن المركبة الكهربائية يفضل أن تستخدم الشاحن الأصلي المزودة به من المصنع، فهو مصمم لها ويحتوي على طبقات واقية وتيار معين لشحن المركبة دون أية مشاكل، وتَذَكَّر أن لا تشحنَ لحد 100 % بشكل دائم، وكذلك يجب عدم التفريغ للحد الأقصى، كي لا تتدهور حالة البطارية بشكل أسرع من الوضع الطبيعي. وبالأساس فهي مزودة بنظام معالجة يجنبها هذا الاستخدام الحدي.
2. **تجنب استخدام الشحن السريع** إذا كان بالإمكان تجنبه، فسيكون أفضل للحفاظ على البطارية. إذ يعمل الشحن السريع على دفع تيار كبير من الطاقة إلى البطارية خلال فترة قصيرة مما يشكل ضغطاً على البطارية ويؤدي إلى تدهور حالتها بسرعة أكبر مع مرور الوقت، والتقليل من عمرها بمقدار 10% خلال 8 سنوات مقارنة بالشحن العادي.
3. **حماية المركبة من الظروف الجوية القاسية** فالحرارة العالية جداً والمنخفضة لما دون الصفر مئوية ستؤدي إلى إبطاء عمليات الشحن، وانخفاض مدى القيادة المفروض عليها تأمينه مقارنة بالأجواء اللطيفة، لذلك يفضل ركن المركبة في مرآب مغلق في الأجواء القاسية، ومن الأفضل وضع غطاء حماية من البرد والحرارة.
4. **عند ترك المركبة لمدة زمنية دون استخدام** فليس من الحكمة أن نخزنها ببطارية فارغة أو ممتلئة بالكامل، لأن هذا يجعل البطارية تبذل جهداً للحفاظ على الشحن الكامل، والحل هنا يكون باستخدام شاحن ذكي أو موقوت، حيث يتم توقيت الشاحن ليظل أعلى بقليل من الحد الأدنى، ولا يصل إلى السعة القصوى، أي بمستوى شحن من 25 – 75 % في المتوسط. ويفضل في هذه الحالة فصل البطارية وتخزينها في مكان بارد وجاف.
5. **الصيانة و الفحص الدوري المنتظم ضروري** لضمان الأداء الفعال، إذ يجب تفقد الفرامل ونظام التبريد والإطارات والمحرك، ومن المهم فحص نظام التعليق –(وهو نظام يربط الهيكل بالعجلات، ويقوم

بامتصاص القوة الناجمة عن الانعطاف يميناً أو يساراً ليَحُولَ دونَ انقلابِ المركبة، وكذلك يخفف من الاهتزازات نتيجة الارتفاع أو الانخفاض المفاجئ)- لأن المركبات الكهربائية تكون عادة أثقل من العادية بسبب وزن البطاريات، ولهذا يجب فحص النظام بالكامل بحثاً عن أي تآكل أو تمزق أو أي تسريبات للزيت. ويجب متابعة البرامج التحديثية للبرمجيات لضمان أداء أفضل.

6. **القيادة الاقتصادية تقلل من الضغط على المحرك** ويمكن تحقيقها من خلال الابتعاد عن التسارع الزائد والتوقف والتشغيل المتكرر، والاستفادة من تقنية نظام الفرامل المتجددة والتي تسترد الطاقة أثناء الفرملة، وتقليل استخدام وحدة تكييف الهواء عندما لا تكون ضرورية.
7. **عند الشراء يجب انتقاء الشركات التي تقدم خدمات مميزة لما بعد البيع** فهناك شركات تقدم خدمات صيانة وإصلاح وتشخيص من مختصين فنيين مؤهلين ومدربين في مجال تكنولوجيا السيارات الكهربائية، ولديهم وفرة في قطع الغيار الأصلية حالما طلبت، وخطوط اتصال مفتوحة مع العملاء للحصول على آراء واقتراحات لتعزيز تجربتهم بطريقة متكاملة. إذ يلعب قسم خدمات ما بعد البيع دوراً حيوياً في اختيار الشركة الأنسب.

عاشراً: استراتيجية الدولة السورية في مجال النقل الكهربائي:

يلعب قطاع الطاقة دوراً مهماً في تحقيق التنمية الاقتصادية، فهو يعد من الركائز الأساسية للتنمية، واستخدام مصادر الطاقة التقليدية لا يفي بمتطلبات التنمية الاقتصادية، وقد ظهرت مساعي قوية من قبل الحكومة السورية تجاه استخدام الطاقة المتجددة في الآونة الأخيرة، والاعتماد على الموارد المحلية (طاقة رياح وطاقة شمسية)؛ ولكن مازالت هذه المساعي تحتاج للمزيد، وتتطلب دخول الرؤية المستقبلية للدولة السورية حيز التنفيذ من خلال تشجيع الاستثمارات، وكذلك التغلب على المعوقات السياسية والتنظيمية والمالية.

النتائج:

1. العوائق التمويلية ونقص الخبرات والكفاءات الفنية والبحث والتطوير في هذا المجال من أهم التحديات التي تواجه النقل الكهربائي.
2. التحول إلى النقل الكهربائي يخفف الازدحام المروري، ويقلل مخاطر الصحة العامة لأنه يخفض انبعاثات الكربون.

3. دخول المركبات الكهربائية بقطاع النقل سيكون له دورٌ مهمٌ في تطوير القطاع الصناعي، ويولد قطاعاتٍ جديدةً في هذا المجال، وفرصاً استثمارية في صناعات النقل كشواحن المركبات وأنظمة بطاريات السيارات وغيرها من المعدات.
4. البنية التحتية المتطورة للنقل الكهربائي هي عامل حاسم في نجاح هذه التجربة.
5. نظراً لكون هذا المشروع للنقل الأكثر تكلفة من باقي المشاريع، فهو يحتاج إلى التمويل الحكومي أو إلى الشراكة بين القطاع العام والخاص أو إلى التعاون الإقليمي، حيث توفر هذه الشراكات فرصاً للاستفادة من الموارد والخبرات الخاصة، وبكفاءة وفعالية في التنفيذ.
6. يجذب مشروعُ النقلِ الكهربائي الاستثماراتِ الأجنبيةَ، وبالتالي يحققُ العديدَ من الانجازات والمكاسب الاقتصادية والاجتماعية مما يعني التأثير إيجاباً على مؤشرات التنمية.
7. الدول النامية هي الأقل إصداراً للكربون، لكنها الأكثر تأثراً بعواقبه المناخية من تلوثٍ وارتفاعِ حرارة، مما يحثها على التفكير جدياً بحلول بديلة وخاصةً في المدن المزدحمة.
8. لم تستطع الطاقة البديلة إلى الآن أن تقدم الاستطاعة التي يقدمها الوقود الأحفوري في تشغيل الصناعات الثقيلة، وبعض الشاحنات والسفن والطائرات، ولكن التحول إلى النقل الكهربائي، وزيادة القدرة التنافسية للطاقة المتجددة، بالتأكيد سيخفض من استخدامات النفط بطريقة سلسة حتى الانحسار.

التوصيات:

1. دعم عمليات البحث العلمي والتطوير، وتوفير الإمكانيات اللازمة لذلك، لحل مشاكل النقل الكهربائي وخاصة البطارية.
2. الاستفادة من تجارب الدول الأخرى الناجحة في هذا المجال كالدول الآسيوية، لأنها أسرع المناطق نمواً في العالم خلال السنوات الأخيرة، ولأنها الأقرب إلى مجتمعاتنا، مع الابتعاد عن التقليد لهذه النماذج تفادياً للفشل.
3. القرارات المتعلقة بالتوحيد القياسي يجب أن تتم بشفافية وبمستويات عالية من المسائلة، لما يحققه من وفورات عالية في التكلفة.
4. نظراً لتنوع المنطقة العربية، فإنها قادرة على اتباع مجموعة متنوعة من المسارات والنهج للتحول إلى النقل الكهربائي.
5. تذليل العقبات أمام المستثمر العربي والأجنبي، لكي يتمكن من تقديم خبرته وموارده في هذا المجال

6. وضع تدابير لتحسين معايير الوقود للمركبات العاملة على الطاقة الأحفورية، لحين التمكن من تفعيل النقل الكهربائي، لما له من دور في التقليل من انبعاثات الكربون.
7. ضرورة التعامل بحذر مع المؤسسات الدولية وتوصياتها المستمرة، لأن بعض التوصيات تحتاج توفر شروط مسبقة ومناخ مناسب قبل تطبيقها، والأهم هو الحرص على عدم تعارضها مع استراتيجيات التنمية في الدولة ومنهجيتها.

الخاتمة:

أصبح الارتقاء بالنقل في المدن من أهم المؤشرات على التطور الحضري والحضاري، لأنه مقياس لتقدم الدول وذلك بموجب العلاقة التكاملية بينه وبين جميع القطاعات التنموية الأخرى، وقد قدم النقل الكهربائي مساهمة إيجابية للاستدامة البيئية والاجتماعية والاقتصادية في المجتمعات التي يخدمها، مما جعله العصبَ الرئيسي وأحدَ أهم المجالات التي توجد فيها روابط عميقة ومنهجية مع التنمية المستدامة، والتي أصبحت بدورها ضرورة ملحة لجميع المجتمعات المتقدمة والنامية.

ولكن التحديد الدقيق لنموذج التنمية لأي مجتمع يستلزم تحديد الصورة التي ينبغي أن يكون عليها هذا المجتمع. فلا يجب أن تكون تنمية اقتصادية على حساب التنمية الاجتماعية والسياسية والثقافية، والعكس بالعكس. فالتنمية الحقيقية يجب أن تسير بشكل متوازن على جميع المستويات **(حسن، 2022، 10)** مما يتطلب دراسةً عميقة ودقيقة عند إدخال نمط النقل الكهربائي إلى منظومة النقل العام حتى تحقق الفائدة المرجوة منها.

إعداد: المهندسة لمى محمود.

- إجازة في الهندسة الميكانيكية/ جامعة اللاذقية.
- مهندسة في وزارة النقل/ مديرية نقل اللاذقية.

المراجع:

1- علي عطاردي وآخرون، تحول التنقل في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، الاردن، 2020.

2- كاميليا يوسف محمد، السيارات الكهربائية، الجزيرة انترناشونال للطباعة، مصر، 2021.

3- عزت ملوك حسن، جدلية الفكر التنموي نحو تحقيق التنمية المستدامة مقاربة نظرية تحليلية للتجربتين الآسيوية والعربية، مجلة المعهد العالي للدراسات النوعية، مجلد 2، العدد 4 يوليو، 2022.

4- رسالة الأمين العام في اليوم العالمي للنقل المستدام، بتاريخ 2023/1/26، على موقع الالكتروني: http://www.un.org

5- حافلة كهربائية، على موقع الانترنت htt://www.ar.wikipedia.org

6- نومبا مقالة بعنوان: النقل باستخدام المركبات الكهربائية يغير قواعد اللعبة في قطاعي الطاقة والنقل في منطقة الشرق الاوسط وشمال أفريقيا " على الموقع الالكتروني:
http://www.blogs.worldbank.org

7- جون ويلموث، مقالة بعنوان: أكثر من نصف سكان العالم يعيشون في المناطق الحضرية، والقاهرة من بين أكبر المدن الحضرية في العالم، بتاريخ 2007/7/11، على موقع الأمم المتحدة http://www.un.org .

8- برنامج البنية التحتية لحافلات النقل العام، وزارة المواصلات، قطر http://www.mot.gov.qa

9- الإسكوا، تقرير بعنوان التنقل الكهربائي البري في المنطقة العربية: خيارات وفرص. ص 45-46-47 موقع الأمم المتحدة، على الموقع الالكتروني: http://www.unescwa.org

10- المجلس الأعلى للطاقة في دبي، مقالة بعنوان: المجلس الأعلى للطاقة في دبي يوجه بزيادة نسبة السيارات الكهربائية والهجينة في المؤسسات الحكومية إلى 20% من بداية 2025 و30% من بداية 2030، سبتمبر 2020 على الموقع الإلكتروني: https://www.dubaisce.gov.ae

11- المجلس الأعلى للطاقة، مقالة بعنوان: تطوير هيئة كهرباء ومياه دبي تعزز التنقل الأخضر من خلال تطوير مبادرة/الشاحن الأخضر/ للسيارات الكهربائية، تاريخ 2021/5/16 ، الامارات، حكومة دبي على الموقع الالكتروني: https://www.deba1sce.gov.ae

12- سكوت كيندي، مقالة بعنوان: الصين دعمت السيارات الكهربائية بنحو 231 مليار دولار في 15 عام، بتاريخ 2024/6/21 في موقع اقتصاد الشرق بلومبرغ، على الموقع الالكتروني: http://www.asharqbusiness.com

13- استخدام السيارات الكهربائية حسب البلد Wikipedia.org

14- الهيئة الملكية لمدينة الرياض، مقالة بعنوان: الهيئة الملكية لمدينة الرياض تعلن عن بدء المرحلة الثالثة من خدمة حافلات الرياض، بتاريخ 2023/8/19، على الموقع الالكتروني: https://www.rcrc.gov.sa

15- RT، مقالة بعنوان: موسكو تعلن عن نجاح اختباراتها لحافلات النقل العام الكهربائية الكبيرة" ، تاريخ 2022/4/2614، على موقع الالكتروني: http://www.arabik.rt.com

16- وكالة سانا، مقالة بعنوان: السماح باستيراد مكونات السيارات لتجميعها محلياً والانتقال إلى صناعة السيارات، بتاريخ 2022/5/31 على الموقع الالكتروني: https://www.sana.sy

17- وزارة النقل السورية، مقالة بعنوان: وزارة النقل تشارك إلى جانب عدد من الوزارات في دراسة إمكانية استيراد المركبات الكهربائية، تاريخ 2024/4/27 على الموقع الالكتروني: https//:www.mot.gov.sy

18- وزارة الكهرباء السورية، مقالة تحت عنوان: الاستثمار في الطاقة المتجددة.. انطلاق مؤتمر الاستثمار الثاني في قطاع الكهرباء، بتاريخ 2024/6/12 على الموقع الالكتروني: https//:www.moe.gov.sy

19- مقالة بعنوان: تطور جديد للحافلات الكهربائية الفرنسية لا تعمل في الأجواء الباردة، بتاريخ 2021/2/12، على الموقع الالكتروني: http://attaaqa.net

20- Paris orders 800 new electric buses to fight smoq, 9/4/2019, on web: http://www.Francw24.com

21- Paris suspends electric bus fleet after to fires ,29/4/2022, on web : http://www.lemonde.fr