دراسة عن كهربة الخط الحديدي

& الجدوى الاقتصادية على الخطوط الحديدية السورية أو أحد محاورها

إعداد المهندس : إبراهيم خضرو

مدير الحركة والنقل

المؤسسة العامة للخطوط الحديدية السورية

المحتويات

- ملخص البحث
- مقدمة
- لمحة عامة عن الواقع الحالي للخطوط الحديدية المكهربة
- ما المقصود من مفهوم كهربة الخط الحديدي ؟.
- اعتماد أسلاك شبكة علوية "OLE Overhead Line Electrification" أم خط حديدي ثالث "Third rail system" في كهربة الخط الحديدي
- المكابح المنتجة (اللجام الديناميكي) Regenerative braking
- مبررات كهربة الخط الحديدي
- الانبعاثات الناجمة عن عمليات النقل ومعدلات استهلاك الوقود في المجتمع والنسبة لوسائط النقل
- توزع حجوم نقل الركاب والبضائع على وسائط النقل المختلفة ومصادر الطاقة للخطوط الحديدية
- مقارنة عامة بين القاطرات الكهربائية وقاطرات الديزل
- توزع حجوم نقل البضائع على محاور النقل خلال الأعوام السابقة في الخطوط الحديدية السورية
- النتيجة

ملخص البحث :

هناك عوامل متبدلة تلعب دوراً في اتخاذ القرار للتحول إلى كهربة الخط الحديدي على محور معين، وبما أن كهربة الخطوط الحديدية لها ميزات عديدة فإن كهربة كافة شبكات العالم يمكن أن تأخذ مكاناً مهماً في المرحلة القادمة من تحديث الخطوط الحديدية، وبما أنها تتطلب رأسمالاً كبيراً للتركيب فإن ذلك يتطلب تقييماً دقيقاً لمعرفة ما إذا كان ذلك مجدياً، فمن كثافة حركة النقل ومصادر الطاقة هناك عوامل عديدة يتوجب تحليلها آخذين بعين الاعتبار النواحي المالية والاقتصادية والفنية أيضاً.

بالنظر إلى الوضع الحالي لأنظمة الخطوط الحديدية فإنه من الواضح وجود نطاق واسع من مستوى الكهربة للخط حيث أن بعض الدول (وفقاً لإحصائيات ٢٠١٣) لديها نسبة عالية من الخطوط المكهربة مثل سويسرا (١٠٠%)، بلجيكا (٨٤%)، والسويد (٨٠%)، وعلى الرغم من أننا يمكن أن نجد دولاً متقدمة بدون كهربة ملحوظة للخط كالولايات المتحدة الأمريكية وكندا التي لاتصل النسبة في كل منها إلى ١% فإنه مع ذلك هناك دولاً نامية تمتلك خطوطاً حديدية مكهربة ضخمة كالصين.

يبلغ إجمالى أطوال شبكات الخطوط الحديدية فى دول الوطن العربى البالغ عددها إحدى عشرة دولة التى تتواجد بها خطوط حديدية ٢٥٧٠١ كيلو متر، منها ٢٤٣٣٩ كم خطوط غير مكهربة بنسبة ٩٤,٧% من إجمالى الشبكة، وتبلغ أطوال الخطوط المكهربة ١٣٦٢ كم بنسبة ٥,٣% من إجمالى خطوط الشبكة وتتواجد في ثلاث دول فقط هي تونس، الجزائر، المغرب، وأعلى نسبة للخطوط الكهربائية تتواجد فى المغرب، حيث تصل إلى حوالي ٥٣,٢%.

إن مشاريع كهربة الخط الحديدي تستوجب بنى تحتية مكلفة للتغذية الكهربائية (محطات تقوية) ولنقل الطاقة (نظام شبكة أسلاك الوصل)، بالإضافة إلى كبلات خطوط الاتصال على طول الخط الحديدي وكذلك إعادة البناء لبعض الأبنية القائمة، وباعتبار أن المتطلبات المالية لكهربة الخط الحديدي كبيرة فإن المحاور التي ستتم كهربتها تتطلب أن تكون كثافة النقل فيها عالية بشكل كافٍ لتبرير التكاليف الأساسية للمشروع.

إن محاور النقل الرئيسية لشبكة الخطوط الحديدية السورية تتركز في نقل المواد الواردة من المرافئ السورية إلى الداخل، بالإضافة إلى محاور النقل الدولية المرتبطة مع الشبكات المجاورة، ونظراً لقدم الخطوط التي تربط الخطوط الحديدية مع الدول المجاورة فإن دراسة حجوم النقل بالقطارات وسبل زيادتها مرتبط بشكل أساسي بإعادة النظر بواقع تلك الخطوط ومساراتها لإعادة تأهيلها، ومن ثم يمكن الحديث عن إمكانية زيادة طاقتها النقلية على ضوء الدراسات المستقبلية، لذلك فإن التركيز سيكون على محاور النقل السككي بين المرافئ السورية وباقي المحافظات.

مقدمة :

إن الطاقة الكهربائية تؤمن بيئة نظيفة موثوقة ورخيصة التكلفة للصناعة والمنازل وبعض الخطوط الحديدية في العالم.

في إدارة النقل الحديث يكتسب الترويج لوسائل نقل صديقة للبيئة أهمية بالغة وملمحاً ثابتاً، كما أن النقل في الخطوط الحديدية يمكن أن يعطي حلاً ملائماً للمتطلبات البيئية وبالتالي يمكن ملاحظة التشجيع للانتقال إليها من وسائل النقل الأخرى في كافة الدول الأوربية تقريباً وللوصول إلى هذا الهدف فإنه من الحيوي وجود بنية تحتية بجودة عالية في الخطوط الحديدية.

لكهربة الخطوط الحديدية العديد من الميزات التشغيلية والبيئية، ففي المجال التشغيلي يسهّل استخدام القطارات عالية السرعة وعالية الاستطاعة والتسارع، إضافة لمحركات جر منخفضة الضجيج بالمقارنة مع محركات الديزل، هذه العوامل تساهم في تقديم خدمة أفضل للزبائن وتساعد على تحسين المنافسة مع وسائل النقل الأخرى.

إن خدمات نقل الركاب بالقطارات هي الأكثر نجاحاً في العالم (بما فيها القطارات عالية السرعة وأنظمة قطارات الضواحي) وهي مكهربة.

يوضح الجدول التالي نسبة الخطوط المكهربة ونسبة الحركة التي تستفيد من هذا الخط في أوروبا واليابان.

نسبة الخطوط المكهربة ونسبة النقل الذي يستخدمها في أوربا واليابان (١٩٩٣)

الدولة	سويسرا	السويد	هولندا	إيطاليا	اليابان	ألمانيا	فرنسا	بريطانيا
خطوط مكهربة %	١٠٠	٦٥	٧٠	٦٠	٥٨	٤٥	٣٩	٣٠
المستخدمة من المكهرب %	١٠٠	٩٥	٩٠	٩٣	٩٣	٩٠	٨٨	٥٥

كما هو ملاحظ من الجدول أعلاه بأن نسبة النقل التي تستخدم الخطوط المكهربة هي أكثر بكثير من نسبة الخطوط المكهربة، وهو ما يشير إلى أن الجر الكهربائي في الخطوط الحديدية يسهّل حركة النقل الكبيرة بشكل فعّال، ويُظهر بأن محاور الخطوط الحديدية المكهربة عادة تكون فيها كثافة النقل عالية.

إن مشاريع كهربة الخط الحديدي تستوجب بنى تحتية مكلفة للتغذية الكهربائية (محطات تقوية)، ولنقل الطاقة (نظام شبكة أسلاك الوصل) بالإضافة إلى كبلات خطوط الاتصال على طول الخط الحديدي وكذلك إعادة البناء لبعض الأبنية القائمة، لذلك فإن المتطلبات المالية

كبيرة، والمحاور التي ستتم كهربتها يجب أن تكون فيها كثافة النقل عالية بشكل كافٍ لتبرير التكاليف الأساسية للمشروع، (كما تم ذكره آنفاً)، فكهربة الخط على الأغلب ليست مجدية على الخطوط ذات النقل المنخفض كما أن تطوير البنية التحتية الملائمة قد يتسبب على المدى المنظور بعرقلة كبيرة في المشهد العام بالإضافة إلى ارتفاع التأثير السلبي على المظهر العام من أسلاك الطاقة العلوية، لذا يجب دراسة كافة هذه القضايا عند اتخاذ القرار لكهربة الخط الحديدي.

في أغلب الدول هناك تحديد لحجوم النقل الدنيا المطلوب تنفيذها للبدء بدراسة الجدوى من مشاريع كهربة الخط الحديدي.

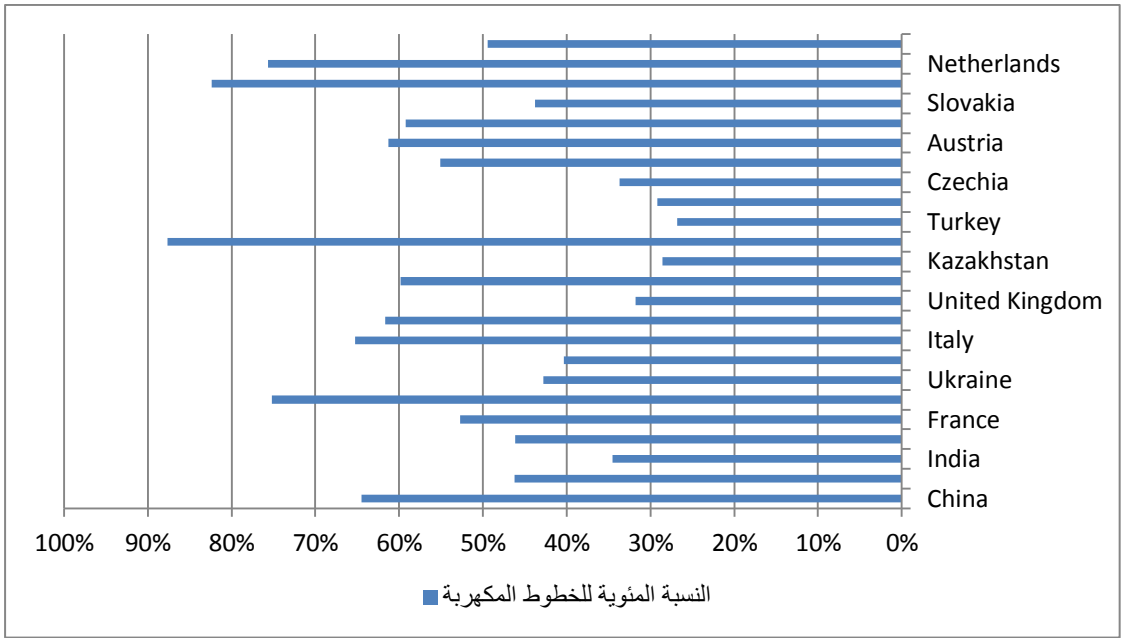
لمحة عامة عن الواقع الحالي للخطوط الحديدية المكهربة :

ارتفعت نسبة الخطوط المكهربة في العالم بمعدل ١٦٣ % بين عامي ١٩٧٥ و٢٠١٣، وقد كان النمو في هذا المجال متسارعاً في بعض الدول مثل الصين وكوريا، حيث ارتفعت نسبة الخطوط المكهربة فيهما بين عامي ١٩٩٠ و ٢٠١٣ بنسب ٣٢٥ % و ٣٤٣٤ % على الترتيب، في حين أنه في أمريكا الشمالية تم تفعيل الحركة بالديزل للتكلفة المرتفعة لكهربة الخطوط لمسافات طويلة وبسبب انخفاض سعر النفط عموماً هناك أقل من أوروبا.

يظهر بالمرحلة القادمة من تحديث الخطوط الحديدية في كافة أرجاء أوروبا بأن كهربة الخط الحديدي يمكن أن تلعب دوراً مهماً نظراً لأن القطارات الكهربائية لها ميزات عديدة جديرة بالاعتبار مقارنة بالقطارات التي تعتمد على الديزل (وفقاً لإحصائيات الاتحاد الدولي للخطوط الحديدية فإن إجمالي طول شبكة الخطوط الحديدية في دول الاتحاد الأوربي – الثماني والعشرين– قد تضاعف في الفترة بين عامي ١٩٧٥ و ٢٠١٣ وبلغت نسبة الخطوط المكهربة فيها ٦١ % من إجمالي طول الشبكة البالغ ٢٢١٠٠٠ كم).

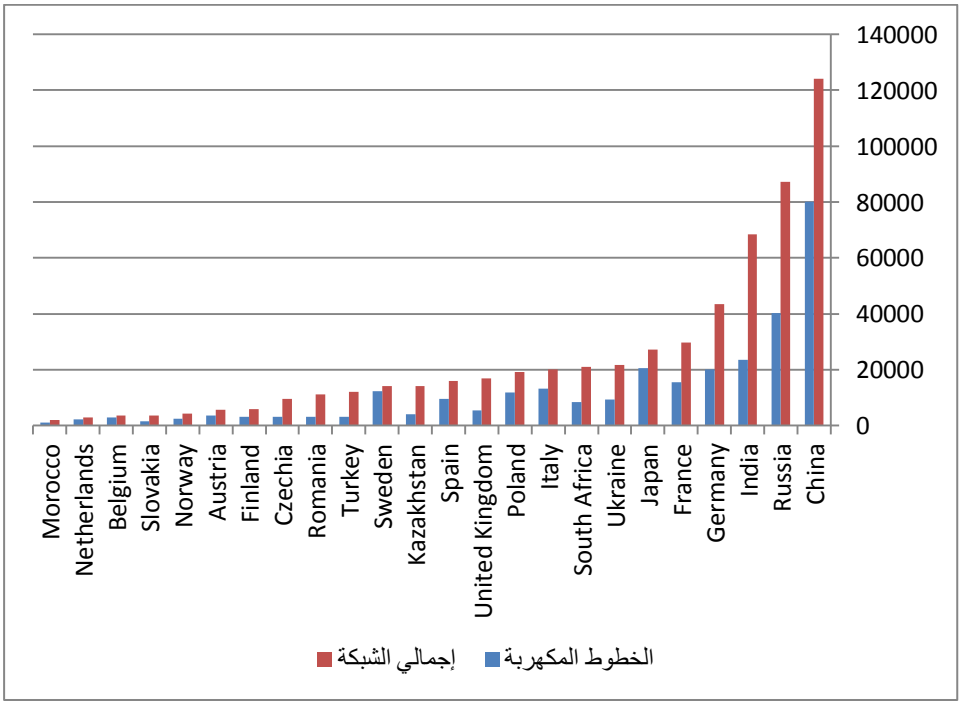
بالنظر إلى الوضع الحالي لأنظمة الخطوط الحديدية فإنه من الواضح وجود نطاق واسع من مستوى الكهربة للخط حيث أن بعض الدول (وفقاً لإحصائيات ٢٠١٣) لديها نسبة عالية من الخطوط المكهربة مثل سويسرا (١٠٠%)، بلجيكا (٨٤%)، والسويد (٨٠%)، وعلى الرغم من أننا يمكن أن نجد دولاً متقدمة بدون كهربة ملحوظة للخط كالولايات المتحدة الأمريكية وكندا التي لاتصل النسبة في كل منها إلى ١% فإنه مع ذلك هناك دولاً نامية تمتلك خطوط حديدية مكهربة ضخمة كالصين (حوالي ٨٠ ألف كم مكهرب بنسبة ٦٥% من إجمالي الشبكة وفقاً لإحصائيات ٢٠١٧ في حين كانت هذه النسبة ٥ % فقط عام ١٩٧٥) أو الهند(حوالي ٢٧٩٩٩ كم مكهرب بنسبة ٤١% من إجمالي الشبكة وفقاً لإحصائيات ٢٠١٥).

المهندس إبراهيم خضرو
مدير الحركة والنقل



تبلغ إجمالي أطوال شبكات الخطوط الحديدية فى دول الوطن العربى البالغ عددها إحدى عشرة دولة التي تتواجد بها خطوط حديدية ٢٥٧٠١ كيلو متراً، منها ٢٤٣٣٩ كم خطوط غير مكهربة وبنسبة ٩٤,٧% من إجمالي الشبكة، وتبلغ أطوال الخطوط المكهربة ١٣٦٢ كم بنسبة ٥,٣ % من إجمالي خطوط الشبكة، وتتواجد في ثلاث دول فقط هي تونس، الجزائر، المغرب، وأعلى نسبة للخطوط الكهربائية تتواجد في المغرب، حيث تصل إلى حوالي ٥٣,٢% من إجمالي خطوطها، وأقلها في تونس حيث تصل إلى ٣,٠% من إجمالي خطوطها.

ويبين الخط البياني حالات متنوعة لكهربة الخط الحديدي حول العالم في محاولة للفت النظر لماهية الأنظمة المختلفة.



المهندس إبراهيم خضرو
مدير الحركة والنقل

ما المقصود من مفهوم كهربة الخط الحديدي ؟.

إن القطارات المؤمنة بقاطرات ديزل تحصل على القوة الجرية من محركات الديزل التي تعطي القدرة للمولد الكهربائي الذي ينقل الطاقة إلى محركات الجر الكهربائية الموصولة إلى أقطاب القاطرة، ويتم سحب القطار عبر تدوير أقطاب القاطرة والدواليب على سطح الخط الحديدي.

إن المولد الكهربائي والمحركات الكهربائية مشابهة لجهاز نقل الحركة في السيارات أو الشاحنات ولديه قدرة لطاقة أعلى بكثير مع تحكم بالسرعة، وإن القاطرات الكهربائية هي على الأغلب مشابهة فيما يخص المحركات والأقطاب ولكن بدلاً من محركات الديزل ضمن القاطرة مع خزاناتها التي تزيد عن ١٩ ألف ليتر لوقود الديزل فإن القاطرات الكهربائية تسحب قدرتها من أسلاك عالية التوتر معلقة مباشرة فوق القاطرة على طول الخط الحديدي على ارتفاع مناسب لتأمين وسعة آمنة لحمولة البضائع كالحاويات بطابقين أو الشاحنات السككية ذات الطوابق الثلاث لنقل السيارات أو الحركة الخاصة للحمولات ذات الأبعاد الاستثنائية.

يتم تزويد التيار الكهربائي من مؤسسة الكهرباء لشبكة الأسلاك العلوية من محطات التحويل العائدة للخطوط الحديدية والتي تتوضع بجانب الخط الحديدي ضمن مجالات تتراوح بين (٥٠إلى ٢٠٠كم) وفقاً لتصميم النظام ويكون التيار عادة بين ٢٥ كيلو واط أو ٥٠ كيلو واط ويفضل الاستطاعة الأخيرة لقطارات نقل البضائع بين المحافظات (المدن).

اعتماد أسلاك شبكة علوية "OLE Overhead Line Electrification" أم خط حديدي ثالث "Third rail system" في كهربة الخط الحديدي:

إن شبكة الأسلاك العلوية لها تأثير سلبي على المنظر العام بلا شك، كما أنها تتطلب تعديلات على المنشآت القائمة كالجسور والمحطات ولهذا السبب فإن استخدام نظام الخط الحديدي الثالث يتم اقتراحه أحياناً كحل بديل في المناطق ذات الطبيعة الجغرافية الحساسة أو في المناطق الأثرية، ومع ذلك فإن نظام الخط الحديدي الثالث ملغى في قواعد إنشاء الخطوط الحديدية المكهربة وهناك هدف مستقبلي لاستبدال الموجود منها بأنظمة شبكة أسلاك علوية، وإن التشريعات الحاكمة لإمكانية تشغيل القطارات الدولية عبر الشبكة الأوربية ترخص فقط لتركيب أنظمة شبكة أسلاك علوية مستقبلاً وليس أنظمة خط حديدي ثالث.

المهندس إبراهيم خضرو
مدير الحركة والنقل

إن من الأسباب الإضافية لعدم استخدام تقنية الخط الحديدي الثالث في كهربة الخط الحديدي ما يلي:

١. من غير الممكن تسيير قطارات بسرعة أعلى من ١٦٠ كم / سا.
٢. تتطلب كمية كهرباء أكثر بنسبة ٢٠ % لتغذية القطارات بالمقارنة مع شبكة الأسلاك العلوية.
٣. تتطلب محطات تقوية في مسافات متقاربة أكثر (كل ٨ كم) من شبكة الأسلاك العلوية (المسافة تتراوح بين ٤٠ – ٦٠ كم).

٤. سريعة التعرض بشكل أكبر لانقطاع الخدمة بسبب الأمطار أو الثلوج أو الصقيع أو تساقط الأوراق.
٥. تكاليف الصيانة على المدى البعيد وتكاليف التجديد أكبر من شبكة الأسلاك العلوية.
٦. إن عامة الناس والعابرين وعمال الخط الحديدي معرضون لمخاطر الصدمة الكهربائية من الخط الحديدي الثالث أكثر بعشرة أضعاف من شبكة الأسلاك العلوية.

المكابح المنتجة (اللجام الديناميكي) Regenerative braking:

إن قوى الكبح في القطارات المسحوبة بقاطرات الديزل عادة تزداد بالألجمة الكهربائية التي تسمى (اللجام الديناميكي) حيث تتحول نفس المحركات الكهربائية التي تقوم بتدوير دواليب القطار على الخط الحديدي لتصبح مولدات كهربائية وعندئذٍ تتحول حركة القطار إلى تيار كهربائي ومصدر للطاقة يتم امتصاصها بتسخين الشبكة الكهربائية قرب سقف القاطرة أي تتحرر طاقة القطار الناجمة عن الحركة إلى الوسط الخارجي على شكل حرارة، وهذه الطريقة (اللجام الديناميكي) فعالّة جداً لتخفيض سرعة القطار في المنحدرات الطويلة بأقل استهلاك وحرارة لألجمة القطار الهوائية التي تعمل بمبدأ الاحتكاك للقباقيب على أسطح دواليب شاحنات القطار.

إن عملية الإلجام يمكن أن تتم بنفس الطريقة في القاطرات الكهربائية أو يمكن أن تتم بتصميم أكثر تطوراً لإعادة تدوير هذه الطاقة بحيث تكون أكثر جدوى من الناحية الاقتصادية إذ أن الطاقة الكهربائية الناتجة عن المحركات أثناء اللجام الديناميكي يمكن توجيهها للعودة إلى شبكة الأسلاك العلوية وبذلك تصل إلى قطارات أخرى بإمكانها استخدام هذه الطاقة التي كانت لتتحرر إلى الوسط الخارجي وبهذه العملية المسماة (المكابح المنتجة) يمكن إنقاص الكمية المطلوبة من الطاقة لقسم من الخط طوله ٢٠٠ كم بنسبة ٤٠% في المناطق ذات المرتفيات الحادة وكذلك أيضاً في المناطق المستوية التي تلتقي فيها عدة قطارات تتطلب تكرار التوقف والإقلاع. إن الطاقة الناجمة عن التباطؤ يمكن إعادة استخدامها مجدداً بفعالية تصل إلى ٨٠%.

لماذا كهربة الخط الحديدي (المبررات):

- التوصل لنظام خطوط حديدية له السعة الكافية لاستيعاب النمو المستقبلي لكل من نقل الركاب والبضائع.
- إن النقل هو الركيزة الأساسية لنشوء البنية التحتية المتينة الضرورية لاقتصاد ملائم ناجح ومنافس.
- في الخمسة عشر سنة الأخيرة ازداد عدد رحلات الركاب ١٠٠ %، والبضائع ٦٠ %، وهي مستمرة في النمو لذلك فإنه هناك حاجة لتوفير استطاعات إضافية من الآن إذا كنا لا نرغب بإعاقة هذا النمو مستقبلاً.
- إن القطارات الكهربائية **أرخص** من قطارات الديزل للأسباب التالية:

١. كلفة تصنيعها أقل ويمكن استئجارها بتكلفة أقل بنسبة ٢٢ %.
٢. تكاليف صيانتها عادة أقل بنسبة ٣٣ % لأن قاطرات الديزل لها متطلبات الفحص اليومي لخزان الوقود والوصلات الكهربائية القريبة من الأجزاء المتحركة وكذلك ضرورة الصيانات الدورية.
٣. تتطلب وقتاً إضافياً للتزويد بالوقود والتسخين (التحمية) قبل إمكانية استخدامها.

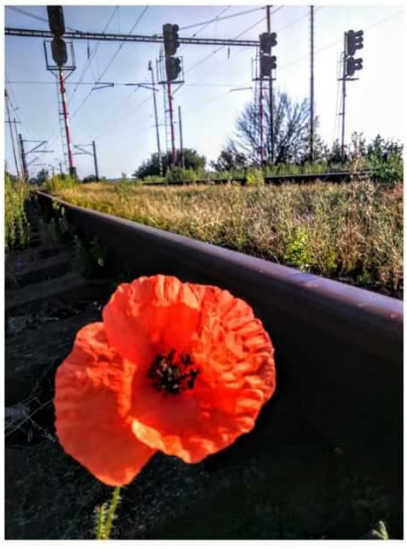
٤. انخفاض في تكاليف تشغيل الأدوات المحركة بنسبة ٥٠% عموماً واقتصار نشاطات الصيانة اليومية المطلوبة على المراقبة عن بعد لمعدات الطاقة الكهربائية والأسلاك العلوية.
٥. تكاليف الوقود (الكهرباء) عادة أقل بنسبة ٤٥ % لأن القطارات الكهربائية أقل وزناً وأكثر إنتاجية والكهرباء من الشبكة الوطنية أرخص من وقود الديزل، وعموماً فإن تذبذب وارتفاع أسعار الكهرباء أقل بكثير من الوقود بالإضافة إلى الوفر في الطاقة نتيجة الاستفادة من الطاقة المنتجة من المكابح وكذلك التوفير في عمر وتكاليف صيانة الألجمة الهوائية.
٦. القطارات الكهربائية أقل وزناً لذا فإنها تتسبب باهتلاك الخط الحديدي أقل بنسبة وسطية ١٣%.
٧. تكاليف صيانة الخط الحديدي هي أقل بنسبة ١٥% بسبب الوزن الخفيف للقطارات.
٨. وفر كبير في تكاليف رأس المال (الواردة في الدراسات السابقة) نتيجة تحديث أنظمة الإشارات إلى أنظمة تحديد مواقع القطار عبر الأقمار الصناعية GPS الذي يساعد في التحكم بالقطارات وكذلك الإشارات التي تعمل لاسلكياً وهي أوفر بكثير من التكلفة العالية لاستبدال دارات الخط القديمة اللازمة لأنظمة الإشارات التي تعمل بالتيار المستمر بدارات خط أخرى (قديمة أيضاً) تعمل بالتيار المتناوب ويوصى بها للخطوط المكهربة، وبهذه التقنية الحديثة سيتم الاستغناء عن الصيانات اللازمة للأسلاك المجاورة للخط وتجهيزاتها مما يعني وفراً مالياً هاماً في التكاليف سنوياً.

- من الناحية التشغيلية في مجال نقل الركاب تؤدي لزيادة الراحة والرضا عن الخدمة للأسباب التالية:

١. إن القطارات الكهربائية مثالية للتسارع والتباطؤ بشكل أسرع من قطارات الديزل الأثقل وزناً مما يتيح التعامل مع عدد أكبر من محطات التوقف بدون زيادة لزمن الرحلة، كما أن زمن التسارع الأكبر نتيجة خفة الوزن تظهر ميزته بشكل واضح في المرتقيات العالية وبالتالي تقديم الخدمة مع إنقاص زمن الرحلات.
٢. تحسين البيئة المحيطة بالمحطة إذ أن القطارات الكهربائية لا تحتاج إلى محطات مفتوحة على الوسط الخارجي على عكس ما هو مطلوب لقطارات الديزل التي تتطلب مكاناً لهروب الدخان.
٣. إن النظام الكهربائي يعطي للمواطن موثوقية متكاملة بالمقارنة مع الديزل.
٤. نتيجة أن قطارات الركاب الكهربائية ذاتية السحب ولا تتطلب عربة طاقة مستقلة فإن ذلك يمنح مقاعداً إضافية ضمن رحلات القطار.
٥. انعدام الضجيج والاهتزاز أثناء التوقفات مما يجعلها أكثر راحة للراكب.

- للقطارات الكهربائية أولوية من الناحية البيئية للأسباب التالية:

١. القطارات الكهربائية لا تلوث الهواء أثناء تشغيلها.
٢. محطات الطاقة المولدة للكهرباء ذات إنتاجية أعلى ويمكن التحكم بالانبعاثات الملوثة الصادرة عنها بشكل متطور وفعّال أكثر.
٣. إن انبعاثات غاز الكربون الناتجة عن تنفيذ الراكب كم بالقطارات الكهربائية (الناجمة عن توليد الكهرباء) هي أقل بنسبة من ٢٠ – ٣٠ % عن الديزل بالإضافة إلى أن هناك انبعاثات أخرى عن قاطرات الديزل ملوثة للهواء كغاز أوكسيد الآزوت وأول أوكسيد الكربون وأوكسيدات الكبريت .... الخ المؤذية لصحة الإنسان والبيئة (سيتم التوسع بهذا البند لاحقاً).
٤. إنها أقل ضجيجاً على المنطقة المحيطة بالخط الحديدي أثناء المسير.
٥. انعدام الضجيج والاهتزاز الناجم عن التوقفات اللازمة للتحضير في المحطات أو لضرورات أمان السير نتيجة عدم وجود محركات الديزل.
٦. إلغاء زيوت التشحيم أو الهدر في الوقود.



- إن القطارات الكهربائية تعطي خدمة أفضل للأسباب التالية:

١. لديها نسبة أعلى من عامل الاستطاعة إلى الوزن الأمر الذي يعني بأنها بشكل عام أسرع من قطارات الديزل.
٢. الزيادة في الاستطاعة النقلية لقطارات نقل البضائع سنوياً للقطارات الكهربائية نتيجة ارتفاع سرعة القطارات وذلك مرتبط بكل موقع حسب خصوصيته.
٣. ارتفاع الطاقة التمريرية لقسم الخط المكهرب مما يؤدي إلى تزايد الأرباح

المهندس إبراهيم خضرو
مدير الحركة والنقل

الناجمة عن النقل لتغطية تكاليف البنى التحتية المصروفة مسبقاً.

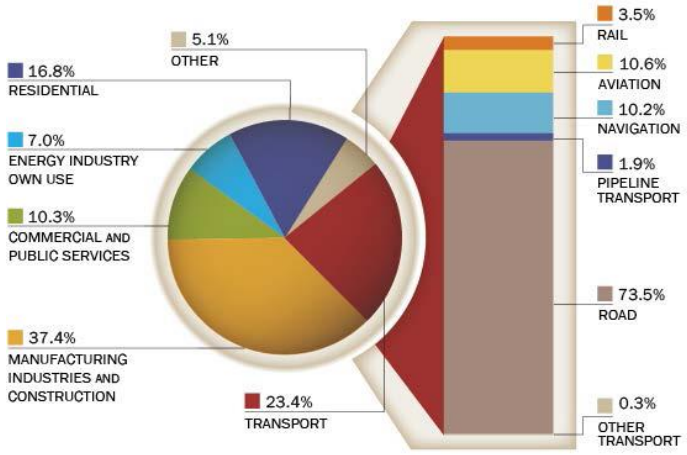
٤. ازدياد توفر وجاهزية الأدوات المحركة بنسبة ٣%.

- إن مشاريع استثمارية عديدة في مجال النقل مثل كهربة الخط الحديدي لها تأثيرات غير تلك المتعلقة بالجهة المشغلة (الخطوط الحديدية) كالميزات المنعكسة على المستخدم (تحسين في جودة الخدمة) والميزات أو التكاليف على المجتمع (التخفيض من التكاليف الخارجية للنقل الطرقي كإزالة الازدحام والإقلال من الحوادث، الإقلال من تلوث الهواء والضجيج) وهذه الآثار لا يتم لحظها ضمن إطار التقييم المالي.

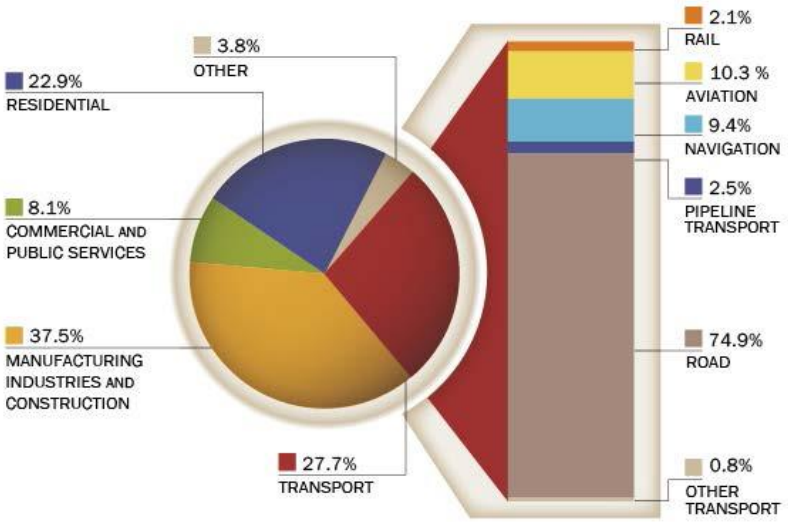
وبالتالي فإن ذلك كله مجتمعاً يؤكد بأن التكاليف التشغيلية لأنظمة الديزل لها ارتباط وثيق مع مدى ربحية نظام النقل، أما بالنسبة للخطوط المكهربة بشكل مغاير فإن تكاليف التركيب الأولية أعلى ولكنها تعوّض بحيث يصبح تشغيل القطارات الكهربائية أكثر جدوى أو ربحاً في فترة التنبؤ بعد أن تكون تكاليف البنية التحتية قد تم تحملّها.

<u>الإنبعاثات الناجمة عن عمليات النقل ومعدلات استهلاك الوقود في المجتمع والنسبة لوسائط النقل</u>:

وفقاً لإحصائيات عام ٢٠١٣ فقد وصلت نسبة التلوث بغاز ثاني أوكسيد الكربون نتيجة استهلاك الوقود في عمليات النقل إلى ٢٣,٤ % (اللون الأحمر في المخطط البياني)، وبذلك يكون النقل ثاني أكبر مصدر لتلوث الهواء الخارجي (الوسط المحيط) في العالم، حيث تبلغ نسبة التلوث الناجم عن القطاعات الصناعية والإنشاء ٣٧,٤ % (اللون الأصفر)، ويبين المخطط التالي نسب انبعاثات غاز الكربون الناجمة عن استهلاك الوقود في القطاعات المختلفة:



إن هذه الانبعاثات الملوثة للغلاف الجوي ناجمة عن استهلاك الوقود الذي تصل نسبة استهلاكه في عملية النقل ٢٧,٧ %، ومن خلال تحليل توزع هذه الكميات على وسائل النقل نجد أن الخطوط الحديدية تستهلك أقل نسبة من بين وسائط النقل الأخرى إذ لا تتجاوز ٢,١ % ويبين المخطط التالي نسب استهلاك الوقود في مختلف المجالات وفقاً لما يلي:



إن النواتج الرئيسية الناجمة عن حرق المنتجات النفطية (استهلاك الديزل) ليس غازاً ولكن جزيئات محروقة (أجزاء ناعمة تصدر كدخان) تنتقل إلى الجو عبر مدخنة العادم لذلك فإنه يعتبر وقوداً غير نظيف، وكما ورد في الإحصائيات السابقة فإن صناعة النقل هي المسؤولة عن حوالي ثلث الغازات المنبعثة إلى الغلاف الجوي ولذلك من الناحية البيئة المحيطة فإن أفضلية القطارات الكهربائية على الديزل كونه ينتج عنها كميات أقل من غاز ثاني أوكسيد الكربون والانبعاثات الملوثة للبيئة وبشكل خاص في حال كان مصدر الطاقة الكهربائية المنتجة من مصادر طاقة نظيفة ومتجددة.

توزع حجوم نقل الركاب والبضائع على وسائط النقل المختلفة ومصادر الطاقة للخطوط الحديدية:

من حيث حجوم النقل المنفذة في وسائط النقل المختلفة فتتركز النسبة العظمى من نقل الركاب في العالم في النقل الطرقي بنسبة ٨١,٩ % راكب كم (العمود الأول اللون البني) في حين تحتل الملاحة البحرية النسبة ذاتها تقريباً في مجال نقل البضائع ٨٢,٢ % طن كم (العمود الثاني باللون الأزرق)، وفي المحصلة النهائية فإن الخطوط الحديدية تؤمن ما نسبته ٨ % من وحدات النقل المنفذة في مجال الركاب والبضائع (العمود الثالث باللون البرتقالي)، ويظهر الجدول التالي نسبة مشاركة كل نوع من وسائل النقل:

	Passenger PKM	Freight TKM	Total TU
ROAD	81.9%	8.3%	30.5%
AVIATION	11.4%	0.8%	4.0%
NAVIGATION	0.3%	82.2%	57.5%
RAIL	6.4%	8.7%	8.0%

تبدلت مصادر الطاقة المستخدمة في الخطوط الحديدية في العالم بشكل ملحوظ خلال العقدين الماضيين حيث كانت نسبة الاعتماد على الطاقة الكهربائية ١٧,٢ % لعام ١٩٩٠ لتصبح ٣٦,٤% خلال عام ٢٠١٣ وتبين الجداول التالية نسب الاعتماد في الخطوط الحديدية على النفط والفحم الحجري والكهرباء مع تحديد مصدر الطاقة الكهربائية مع مقارنة بين عامي ١٩٩٠ و ٢٠١٣

الطاقة ومصدرها	١٩٩٠	٢٠١٣
المنتجات النفطية	٥٨.٠٪	٥٧.٣٪
منتجات الفحم الحجري	٢٤.٨٪	٥.٦٪
الوقود الحيوي	٠.٠٪	٠.٧٪
الكهرباء:	١٧.٢٪	٣٦.٤٪
بواسطة مصادر أحفورية (نفط _ فحم ..الخ)	١٠.٩٪	٢٤.٥٪
بالطاقة النووية	٢.٩٪	٣.٩٪
بالمصادر المتجددة (هواء – شمس ...الخ)	٣.٤٪	٨.٠٪

إجمالي نوع المصدر	١٩٩٠	٢٠١٣
مصدر أحفوري (نفط – غاز – فحم ...الخ)	٩٣.٧٪	٨٧.٤٪
طاقة نووية	٢.٩٪	٣.٩٪
طاقة متجددة	٣.٤٪	٨.٧٪

هناك ست مناطق ودول مسؤولة عن٧٨ % من انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون الناجم عن الخطوط الحديدية هي: (دول الاتحاد الأوربي الثماني والعشرون، الولايات المتحدة الأمريكية، روسيا، الصين، الهند واليابان) وربع هذه الانبعاثات صادرة عن الصين، إن الدول المذكورة تنفذ ٨٩ % من الراكب كم، و ٨٤% من الطن كم المقطوعة في العالم لعام ٢٠١٣.

من خلال مقارنة مصادر الطاقة للخطوط الحديدية بين عامي ١٩٩٠ و٢٠١٣ نجد انخفاضاً حاداً في استهلاك الفحم الحجري وتزايداً ملحوظاً في استهلاك الكهرباء متضمناً ارتفاعاً هاماً في المصادر المتجددة للكهرباء (من ٣,٤ % إلى ٨,٧ %).

يمكن اعتبار عام ٢٠١٥ نقطة تحولية من خلال اتفاقية باريس التاريخية وذلك للتحدي الذي مثلته الخطوط الحديدية بتخفيض انبعاثات غاز الكربون فقد التزم الاتحاد الدولي للخطوط الحديدية UIC بإنقاص الاستهلاك النهائي للطاقة لكل وحدة نقل لتصبح (– ٥٠ % مع حلول عام ٢٠٣٠، و – ٦٠ % بحلول عام ٢٠٥٠) وكذلك تخفيض الانبعاثات الوسطية من غاز CO_2 الناجمة عن عمليات تشغيل القطارات لتصبح (– ٥٠ % مع حلول عام ٢٠٣٠ و – ٧٥ % بحلول عام ٢٠٥٠) وذلك على اعتبار

عام ١٩٩٠ كسنة أساس، كما وضع الاتحاد الدولي للخطوط الحديدية هدفاً تحويلياً للوصول إلى زيادة بنسبة ٥٠ % في الراكب كم المنقول سككياً من إجمالي الركاب المنقولة لعام ٢٠٣٠ بالمقارنة مع عام ٢٠١٠، وزيادة بنسبة ١٠٠ % مع حلول عام ٢٠٥٠، وبالنسبة لنقل البضائع فإن الهدف هو الوصول إلى نفس الإنتاجية (في الطن كم) مثل النقل الطرقي مع حلول عام ٢٠٣٠، والتفوق على النقل الطرقي بنسبة ٥٠ % مع حلول عام ٢٠٥٠.

إن نسب التحسن لاستهلاك الخطوط الحديدية للوقود وانبعاثات CO_2 تسير وفقاً لما هو مقرر لها للأهداف المحددة أعوام ٢٠٣٠ و٢٠٥٠، حيث أن استهلاك الطاقة انخفض بحسب ما هو مبين أعلاه لغاية عام ٢٠١٣ بنسبة ٣٧ % وانبعاثات غاز الكربون انخفضت بنسبة ٣٠ % عن الفترة ذاتها.

مقارنة عامة بين القاطرات الكهربائية وقاطرات الديزل:

على الرغم من تفوق القطارات الكهربائية فإنه توجد نقاشات لا يمكن إنكارها حول الميزات الفعلية لكهربة الخط الحديدي وخاصة فيما يتعلق بصداقته للبيئة وكفاءته من حيث التكلفة والطاقة وقد ارتفعت هذه النقاشات في أمريكا الشمالية وأستراليا والهند، لذلك سنستعرض الحقائق المتعلقة بالمقارنة بين الجر بقاطرات الديزل والكهربائية وفق الجدول التالي:

	القطارات الكهربائية	قطارات الديزل
الوصف العام	 تم الاختراع عام:١٨٨١ العدد الكلي للقاطرات: تقريباً ٣٥٠٠٠~ تستخدم القاطرات الكهربائية الكهرباء للمحركات الموصولة إلى الدواليب وقد اخترعها (وارنر فان سيمنس Werner Van Siemens) حيث استخدم بداية خط حديدي ثالث لنقل التيار وقد تم إقرار شبكة الأسلاك العلوية بشكل سريع لاحقاً لتحقيق عوامل الأمان والسلامة.	 تم الاختراع عام :١٩١٢ العدد الكلي للقاطرات: تقريباً ٨٥٠٠٠~ تم اختراع محرك الديزل عام ١٨٩٣ من قبل (رودولف ديزل Rudolf Diesel)، علماً بأن قاطرات الديزل الحديثة هي في الواقع قاطرات كهربائية ولكنها تحمل مصدر الطاقة فيها ضمناً (خزان الوقود).

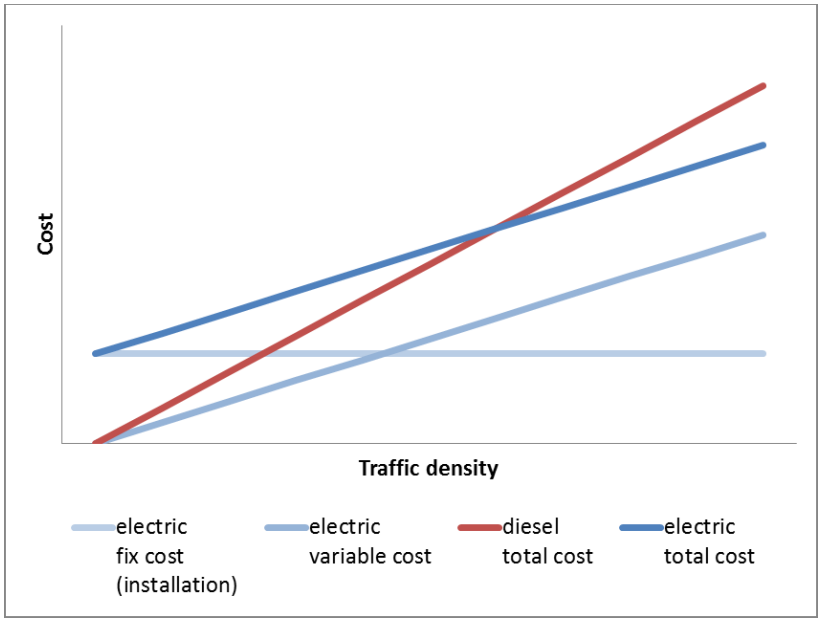
الجوانب التشغيلية	• إمكانية الوصول لسرعات عالية ، إذ تصل السرعة القصوى إلى ما يزيد عن ٢٥٠ كم / سا. • مقدار الإنتاجية يتراوح بين ٦٥- ٨٠ % (خسارات في مصدر إنتاج الطاقة الكهربائية + أثناء عملية نقل الطاقة + خسارات في القاطرة). • أداء أفضل للمكابح المنتجة للطاقة (إعادة استخدام الطاقة بشكل أفضل). • تسارع وتباطؤ سريع (مثالي لخدمات الضواحي حيث العديد من التوقفات). • وزن أقل (لعدم وجود خزان وقود مما ينتج عنه أسباب أقل لتضرر الخط). • استطاعة لتحمل حمولات إضافية (ارتفاع عامل الاستطاعة إلى الوزن). • توفر أفضل للأدوات المحركة (٣٪~ تقريباً) نظراً لموثوقيتها الخدمية الأعلى.	• السرعة القصوى هي ٢٣٠ كم / سا. • مقدار الإنتاجية هو ٩٠ %. (خسارات في التكرير والنقل + خسارات في القاطرة).
الاعتبارات الاقتصادية	• عقدة التكلفة الأولية العالية للإنشاء. • التكاليف التشغيلية أقل بنسبة تتراوح بين ٢٥ – ٣٠ %. • الحاجة لصيانات أقل (تحتاج للمراقبة عن بعد). ملاحظة: يمكن أن تكون تكاليف التشغيل أعلى إذا كان منشأ الكهرباء من المصادر التقليدية الغالية الثمن.	• التكلفة الأولية للإنشاء منخفضة. • تكاليف أعلى للآليات (الأدوات المحركة) بنسبة تتراوح بين ٢٠ – ٢٥ % ومن المحتمل تزايدها نتيجة المعايير الصارمة للاتحاد الأوربي بخصوص الانبعاثات الملوثة). • التكاليف التشغيلية عالية نسبياً (نتيجة ارتفاع أسعار النفط).
التأثيرات على البيئة المحيطة	• انبعاثات CO_2 تتراوح بين ٢٠ – ٢٥ غ/مقعداً كم (مع حوالي ٤٠٠-٥٠٠ غ من CO_2 / كيلوواط ساعي). • انعدام تلوث الهواء عند نقطة الاستخدام. • تلوث بالضجيج أقل (أكثر هدوءاً عند التشغيل، صامت عملياً أثناء التوقف للانتظار). • دورة حياة الانبعاثات أكثر نظافة.	• انبعاثات CO_2 تتراوح بين ٣٠ – ٣٥ غ/مقعداً كم • التلوث المكاني بغازات (SO_2, NO_X, PM). • تشغيل صاخب (ضجيج).
الآثار على الركاب	• موثوقية أعلى للخدمة (نتيجة قلة الأجزاء المتحركة، القطارات بين المدن يمكنها السير بنسبة ٤٠ % أكثر بدون أعطال، وقطارات الضواحي ١٣٠%). • راحة أفضل للمستخدم (ضجيج واهتزاز أقل ضمن العربات). • بيئة أفضل للمحطة (محطات مغلقة عن الوسط الخارجي). • سعة لمقاعد إضافية (عدة مجموعات مرتبطة). • أزمنة رحلة أقصر (خاصة في خدمة الضواحي).	
إمكانيات التطوير المستقبلي	• إمكانيات مصادر للطاقة أكثر نظافة وقابلة للتجديد (مزيج الطاقة أنظف وقابل للتجديد أكثر). • يمكن إنقاص انبعاثات CO_2 إلى ١٤-١٥ غ /مقعداً كم) مع ٣٠٠- ٣٥٠ غ من CO_2/kWh. • إمكانية الانتقال إلى القطار المغناطيسي.	• على الرغم من وجود حلول فنية إبداعية للإقلال من استخدام الطاقة فإنه من غير المحتمل الحصول على أثر عام مهم بسبب الحياة الطويلة لدورة القطارات يتم تنسيقها بعد ٣٠ عاماً. • إمكانيات استخدام الديزل الحيوي.

من خلال هذه المقارنة نجد أن الجر باستخدام الكهرباء في الخطوط الحديدية له ميزات عديدة على استخدام الديزل وذلك من حيث التشغيل والاقتصاد وكذلك النواحي البيئية، طبعاً فإن إنتاجية الطاقة يمكن أن تكون أعلى في قاطرات الديزل إذا أخذنا بالحسبان خسارات الطاقة في مكان توليدها ولكن الاستنتاجات الرئيسية هي التالية:

١. إن استخدام القطارات الكهربائية هو الأفضل لنقل الركاب (خاصة في خدمة الضواحي).
٢. الميزات البيئية الحالية والمستقبلية للجر الكهربائي غير قابل للنقاش (انبعاثات أقل من ٢٠ – ٤٠ %) مع انعدام التلوث الفعلي في نقطة الاستخدام.
٣. التكاليف التشغيلية للقطارات الكهربائية يمكن أن تكون أقل بكثير من الديزل ومصدر الطاقة نظيف.

٤. إمكانية السرعة العالية، وموثوقية الخدمة بشكل أفضل، وازدياد التشدد في معايير الانبعاثات الملوثة في الاتحاد الأوربي كل ذلك يجعل القطارات الكهربائية أكثر احتمالاً للانتشار على الرغم من التكاليف الاستثمارية المرتفعة اللازمة لكهربة الخط الحديدي.

من وجهة النظر المالية فإنه مع أخذ الرأسمال اللازم لكهربة الخط وتكاليف التشغيل بعين الاعتبار فمن المجدي تشغيل القطارات الكهربائية بعد الوصول إلى كثافة حركة محددة، وإن تحديد الحد الفاصل الذي يجعل كهربة الخط مجدية مرتبط بعدة عوامل كنوع الخدمة وحالة الخط ومصدر الطاقة، فكهربة مسارات نقل محددة ذات كثافة حركة عالية لا يمكن السؤال عنها مالياً إذا لم تكن مضمونة ظروف أخرى (مثلاً إنتاج الطاقة كهربائية من مصادر نظيفة)، كما أن مفهوم "ضرورة كثافة الحركة" يختلف تبعاً لكل بلد: فهو في الهند يصل إلى ٤٥ – ٥٠ مليون طناً صافياً/سنة (تقرير ٢٠٠٤) وفي إحدى الدول الأوربية مثل المجر يمكن أن يكون حوالي ١٥ – ٢٠ مليون طن صافٍ/سنة.



على اعتبار أن الخط الأفقي يمثل كثافة الحركة، والعمودي يمثل التكلفة، والخط الأحمر هو تكلفة تسيير القطارات بالديزل، بينما الخطوط الزرقاء تمثل التكاليف الثابتة والمتغيرة وبالتالي الإجمالية للكهرباء، فإن الحد الفاصل الذي يمثل كثافة الحركة التي تجعل كهربة الخط مجدية هو النقطة التي يلتقي فيها الخطان الأحمر والأزرق، ومن هذا المثال البياني نجد أن جدوى كهربة الخط ليست مرتبطة بكثافة النقل فقط ما لم تكن تكاليف إنتاج الطاقة الكهربائية غير مكلفة (من مصادر نظيفة ومتوفرة).

توزع حجوم نقل البضائع على محاور النقل خلال الأعوام السابقة في الخطوط الحديدية السورية:

إن محاور النقل الرئيسية لشبكة الخطوط الحديدية السورية تتركز في نقل المواد الواردة من المرافئ السورية إلى الداخل، بالإضافة إلى محاور النقل الدولية المرتبطة مع الشبكات المجاورة، ونظراً لقدم

الخطوط التي تربط الخطوط الحديدية مع الدول المجاورة فإن دراسة حجوم النقل بالقطارات وسبل زيادتها مرتبط بشكل أساسي بإعادة النظر بواقع تلك الخطوط ومساراتها لإعادة تأهيلها ومن ثم يمكن الحديث عن إمكانية زيادة طاقتها النقلية على ضوء الدراسات المستقبلية، لذلك فإن التركيز سيكون على محاور النقل السككي بين المرافئ السورية وباقي المحافظات (ما عدا المحور الشرقي كونه لمسافات طويلة وتتوفر فيه استطاعة تمريرية كافية مع إمكانية فتح محطات إضافية كمرحلة تطوير أولى أقل تكلفة)، ومن خلال دراسة حجوم النقل على المحاور المشار إليها أعلاه عن الأعوام الأخيرة كمؤشر مبدئي نجد أنها الأكثر كثافة من حيث إجمالي الكميات المنفذة عليها ونسبتها من حجوم النقل الكلية المنفذة لتلك الأعوام والجدول التالي يوضح ذلك:

المحور	الكميات المنفذة موزعة على المحاور (ألف طن)						الطاقة النقلية (ألف طن)	الاستفادة العظمى
العام	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠		
اللاذقية حلب	١٢٠٦	١٦٦١	١٧٥٨	٢٢٣٩	٢٢٧٧	١٧٠٩	٣٧٢٣	٦٠٪
حلب - حمص	٢١٢٥	٣٠٧٢	٣١٠٨	٢٦٥٨	٢٩٩٣	٢٥٠١	٣٧٢٧	٨٣٪
حمص مهين	٣٤٣٢	٣٨٦٥	٣٨٠٩	٢٩٢١	٣١٠٨	٣٦٧٤	٥٤٥٠	٧١٪
حمص- طرطوس	٣١٦٨	٣٢٣٥	٣٢٨٥	٣٤٧٢	٣٥٢٣	٣١٨٢	٥٤٢٠	٦٥٪
مهين - الشرقية	١٧٤٩	٢٤٧٨	٢٤٣١	٢٠٧٥	١٦٢٤	٢١٩٩	٤٧٦٩	٥٢٪
لاذقية - طرطوس	٢٣٤٧	٣٨٥١	٣٤٣٧	٣٤٠٨	٣٤٦٨	٢٩٥٨	٩٠٨١	٤٢٪
اجمالي المنفذ	٨١٧٦.٥	٨٧٥٠.٣	٩٤٥٠.٢	٩٣٠٧.٠	٨٨٤١.٨	٨٥٠٥.٤		

بدراسة نسب الاستفادة من المحاور الواردة في الجدول أعلاه مع حجوم النقل الأعظمية المنفذة والمتوقعة عليها يمكن التوصل إلى النتائج التالية:

١. إن كل من محوري مهين الشرقية واللاذقية طرطوس هي الأقل استخداماً خلال الأعوام السابقة ٥٢ % و ٤٢ % على الترتيب لكونها متخصصة في أنواع حمولات محددة (الفوسفات بين مهين الشرقية) أو لعدم وجود احتمال لتوفر حمولات بحجوم نقل كبيرة وفقاً لطبيعة النقل السككي وأنواع الحمولات المنقولة، حيث أن تيارات الحمولات على هذا المحور (اللاذقية – طرطوس) تنحصر في مادة الفيول من وإلى مصفاة بانياس باتجاه المحافظات الداخلية، وبعض الحمولات الأخرى كالحبوب والمواد المستوردة ولكن بكميات قليلة بحسب الإحصائيات السابقة والتوقعات المستقبلية أيضاً.

٢. إن الطبيعة الجغرافية الصعبة لمحور حلب اللاذقية تجعل التكاليف اللازمة لكهربة الخط الحديدي أكبر بكثير من غيره ويتحتم توفر حجوم نقل كبيرة مستقبلية تجعل مثل هكذا مشروع مجدياً كما أنه يتطلب دراسة في هذا الإطار أكثر تعقيداً لوجود الجسور والأنفاق ضمن المسار، إلا أنه قد تكون الجدوى واضحة فيما يتعلق بنقل الركاب حيث أنه يعتبر من المحاور ذات الكثافة العالية لقطارات الركاب طيلة أشهر السنة بشكل عام وخلال مواسم الاصطياف بشكل خاص.

٣. إن ارتفاع نسبة الاستفادة من محور حلب حمص تكمن في كثافة النقل بين حماه حمص بشكل رئيسي (الفيول للمحطات الحرارية في الزارة ومحردة)، أما بين حلب حماه فإنها تبقى محدودة بشكل كبير ولكن تبقى أهمية التفكير مستقبلاً في هذا المحور للاستفادة منه بشكل أساسي في مجال قطارات نقل الركاب إذ أنه يعتبر المحور الأكثر كثافة في هذا المجال طيلة أيام السنة لتخديمه أربع محافظات كبرى في القطر.

٤. إن محور طرطوس حمص من المحاور الاستراتيجية التي تتركز عليه ما يقارب ٤٠ % من إجمالي حجوم النقل المنفذة سنوياً خلال الأعوام السابقة وقد وصلت نسبة الاستفادة منه إلى ٦٥ % وهو بذلك يعتبر في الدرجة الثانية من حيث نسبة حجوم النقل السنوية بعد محور حمص مهين، مع نسبة عالية من كثافة النقل كما هو واضح من نسبة الاستفادة من طاقته النقلية، ولكنه يتميز بصعوبة الطبيعة الجغرافية حيث أنه يوجد ضمن هذا المسار مرتقى سككي يزيد عن ٢٠ بالألف مع أنصاف أقطار صغيرة بالإضافة إلى أنه من المتوقع ارتفاع حجوم النقل المستقبلية عليه وفقاً للخطط الاستراتيجية المعتمدة، وبالتالي فإنه المحور الأنسب للدراسة الموسعة للجدوى الاقتصادية لكهربة الخط الحديدي حيث أنه يمكن الاستفادة بشكل فعال من الميزات الواردة آنفاً عن القطارات الكهربائية كونها مناسبة بشكل مبدئي لهذا المحور، ولكنه يبقى غير كافٍ لوحده كونه لا يشكل مساراً كاملاً لتيار الحمولات المؤمنة عليه وبالتالي يتوجب ربطه أيضاً مع مسار مكمل لتفادي مساوئ فصل الحمولات في محطة حمص لتبديل نوع الجر المستخدم (من كهربائي إلى ديزل وبالعكس) وقد يكون الأنسب باتجاه المناطق الحرة أو مناجم الفوسفات أو المرافئ الجافة ....الخ.

٥. يبقى المحور الأكثر كثافة من حيث حجوم النقل المنفذة عليه في كامل شبكة الخطوط الحديدية السورية هو حمص مهين حيث أنه يحتل المرتبة الأولى بنسبة تصل لـ ٤٥ % من إجمالي حجوم النقل المنفذة في السنوات الأخيرة كما أنه تم استغلاله بشكل فعال خلال تلك المرحلة بنسبة تزيد عن ٧٠% من طاقته النقلية ولكنه لا يشكل محوراً لانطلاق الحمولات أو وصولها بل هو صلة وصل مع محاور أخرى لذلك فإنه تجب دراسته بشكل متكامل مع أحد تلك المحاور للحصول على الفائدة المرجوة من هذا التطوير.

استناداً لما تقدم فإننا نقترح إعداد دراسة موسعة لمحور طرطوس حمص الضمير كون الحمولات الرئيسية الواردة من المرفأ يكون مقاصدها المناطق الصناعية والمرافئ الجافة المستقبلية في كل من حسيا وعدرا وكذلك مادة الفيول لمحطة تشرين الحرارية، إضافة إلى إمكانية الاستفادة منه كمرحلة أولى للربط مع محافظة دمشق في مجال نقل الركاب بالقطارات الكهربائية.

النتيجة:

هناك عوامل متبدلة تلعب دوراً في اتخاذ القرار للتحول إلى كهربة الخط الحديدي على محور معين، وبما أن كهربة الخطوط الحديدية لها ميزات عديدة فإن كهربة كافة شبكات العالم يمكن أن تأخذ مكاناً مهماً في المرحلة القادمة من تحديث الخطوط الحديدية، وبما أن كهربة الخط تتطلب رأسمالاً كبيراً للتركيب فإنه

يتطلب تقييماً دقيقاً فيما إذا كان ذلك مجدياً، فمن كثافة حركة النقل ومصادر الطاقة هناك عوامل عديدة يتوجب تحليلها آخذين بعين الاعتبار النواحي المالية والاقتصادية والفنية أيضاً.
إن تحليل عامل التكلفة مع الإضافات المنطقية (مثل تقييم الأثر البيئي) يمكن أن تشكل أداة مناسبة لدعم عمليات اتخاذ القرار، وعلى الرغم من أنه لا يمكن تحديد قيمة مالية بشكل كافٍ لكل الميزات المتوقعة (مثل الأثر على الواقع الاقتصادي العام).

بما أن كهربة الخط الحديدي واعتماد القطارات الكهربائية هو عبارة عن مزيج معقد من الآثار الاقتصادية والاجتماعية والبيئية فإنه من الصعب تحليل تلك المؤثرات بشكل منفصل عن بعضها، وحتى أن ذلك يكون أكثر صعوبة في حالات فصل المراحل والعناصر لتحديث الخط الحديدي ويكون المطلوب تقدير ذلك بشكل مستقل (مثلاً: تطوير وتأهيل الخط الحديدي/كهربة الخط وشراء مجموعات جديدة)، لذلك يجب الانتباه للمشاريع المترابطة، حيث أن كهربة الخط وشراء مجموعات جديدة يمكن أن يكون مجدياً بشكل أكبر على الخطوط التي تحتاج إلى تحديث أسطولها من تلك المجموعات، خلاصة القول إن تحديد جدوى كهربة الخط الحديدي غالباً يعتمد على الظروف المحلية المتضمنة مصدر الطاقة وتوفر البنية التحتية وأسطول الأدوات المحركة والمتحركة الموجودة وطلبات النقل.
إن كافة هذه التحليلات في الواقع الحالي لشبكة الخطوط الحديدية السورية تتطلب استقراراً في أسعار المواد الأولية في الأسواق المحلية وكذلك في أسعار صرف العملات الأجنبية لتكون هذه الدراسة أقرب إلى الواقع وقابلة للتطبيق بشكل عملي.

المراجع المستخدمة في البحث:

١. ***Powering Freight Railways for the Environment and Profit: Electrification-- Why and How (by Glen T. Fisher, P. Eng., B. Comm.)***

٢. ***WHAT ARE THE REAL EFFECTS OF RAILWAY ELECTRIFICATION IN HUNGARY?***
(Mattias JUHÁSZ- Széchenyi István University , Tibor PRINCZ-JAKOVICS (PhD) Tünde VÖRÖS -Budapest University of Technology and Economics)

٣. ***Network Rail Guide to Overhead Electrification ١٣٢٧٨٧-ALB-GUN-EOH-٠٠٠٠٠١ / February ٢٠١٥ Rev ١٠, (Alan Baxter)***

٤. ***Railway Handbook ٢٠١٦ - Energy Consumption and CO ٢ Emissions (Focus on Sustainability Targets)***