تقييم الوضع الحالي للقسم العلوي من الخط الحديدي
دراسية خط حلب- دمشق حالة

م. علي الشيخ* أ. د. جندب زعرور**

الملخص

يعدُّ القسم العلوي للخط الحديدي العامل الحاسم في تحديد جودة أي منظومة سككية نظراً إلى التأثير المباشر في سرعة القطارات وراحتها وأمانها، كما يشكل القسم العلوي نحو 35% من تكاليف إنشاء الخطوط الحديدية، ومن هذه الأهمية كان هذا البحث بهدف تعرّف عناصر القسم العلوي المستخدمة عالمياً (أنواع وعيوب) واستخدام البيانات المتوافرة لإعطاء تقييم رقمي للخط المدروس، ومن ثم تحليل نتائج التقييم لتفسير سبب تفاعل العيوب مع بعضها وآليتها، ومن ثمَّ تحديد أولويات الصيانة لإرجاع الخط إلى وضعه المقبول بأقل التكاليف.

الكلمات المفتاحية: جودة السكك الحديدية – أمان القطارات

* أعد البحث في سياق رسالة الماجستير للمهندس علي الشيخ بإشراف الدكتور المهندس جندب زعرور.

** أستاذ في قسم هندسة النقل والمواصلات -كلية الهندسة المدنية - جامعة دمشق.

1- مقدمة:

تعدُّ السكك الحديدية المتطورة والحديثة من أفضل وسائل النقل البري، خاصة للمسافات الطويلة والحمولات الثقيلة، إذْ يمكن لقطار واحد نقل ما لا يقل عن حمولة 60 سيارة شاحنة، فضلاً عن الدور الذي تؤديه في المحافظة على البيئة، والتخفيف من مخاطر حوادث الطرق واستهلاك الوقود، والازدحام المروري. والنقل عبر السكك الحديدية المتطورة يحقق السلامة والسرعة والبيئة النظيفة والاقتصاد .

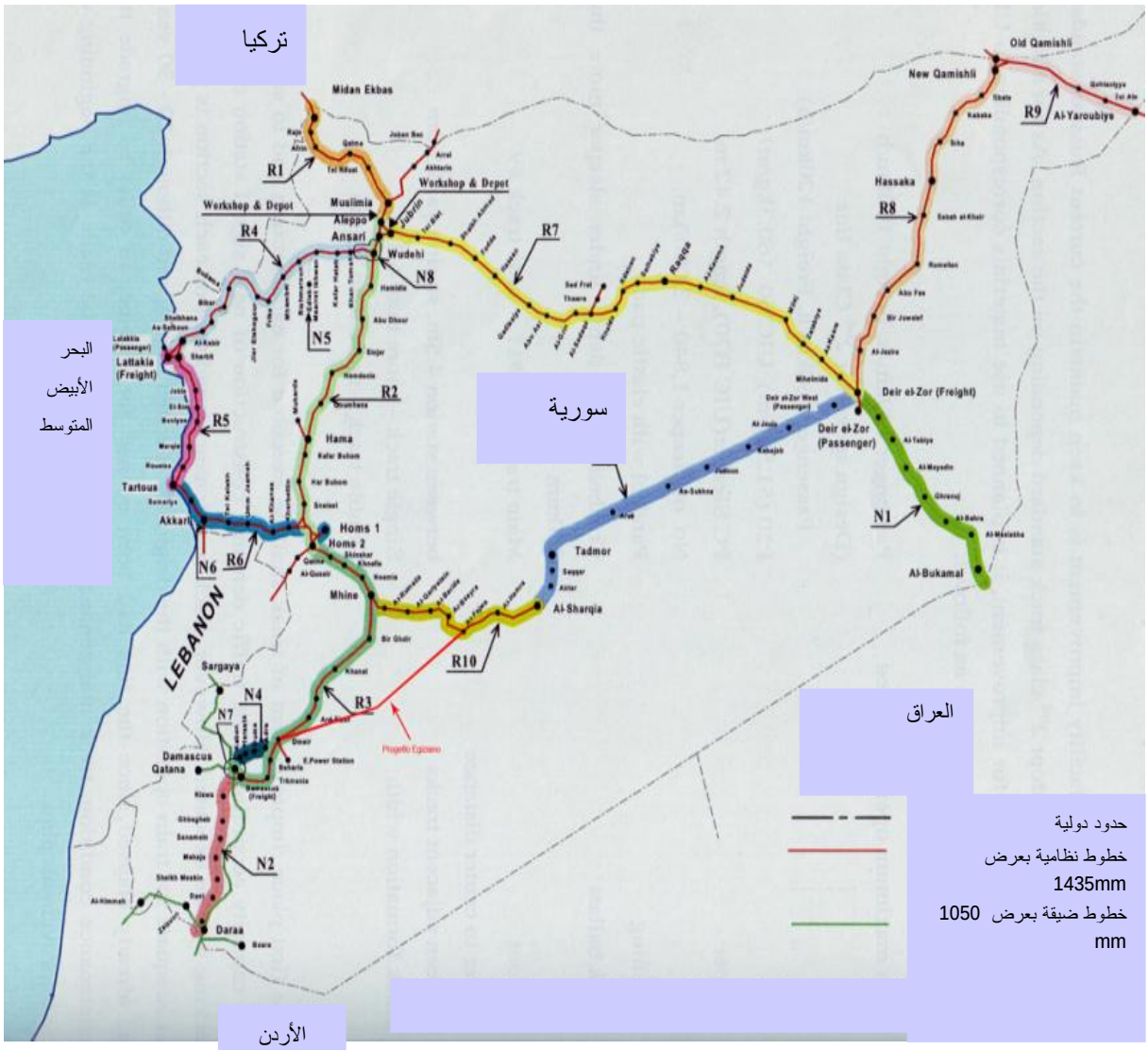
لكن ما واقع السكك الحديدية لدينا ؟

يعود تاريخ إنشاء الخطوط الحديدية السورية إلى أواخر القرن التاسع عشر ومطلع القرن العشرين، وكانت أجزاء من شبكة أنشأها العثمانيون وعمل الفرنسيون على خدمتها والتوسع فيها لأغراض تخدم مصالحهم. وفي منتصف الخمسينيات من القرن الماضي قامت الحكومة السورية بشراء شبكة الخطوط الحديدية بمنشآتها الثابتة وأدواتها المحركة والمتحركة من الشركات المستثمرة.

وتعدُّ هذه الخطوط من النوع المفرد وذات مواصفات فنية مختلفة ويمكن تصنيفها إلى (خطوط قديمة – خطوط متجددة خطوط حديثة خطوط قيد الإنشاء)[2 ,1]. يبلغ الآن طول شبكة الخطوط الحديدية السورية النظامية (عرض mm1435 نحو 2450 km والخطوط الضيقة (عرض mm1050) نحو 336 km انظر الشكل (1) [3].

2- مبررات البحث:

تسير القطارات الحديثة ترين سيت على خط حلب – دمشق بسرعات 120 كم / سا كحد أقصى، مع تخفيض السرعات إلى أقل من ذلك بكثير في عدد من الأماكن، علماً أن سرعتها الاستثمارية 160 كم / سا، ومن ثمَّ تستغرق الرحلة من حلب إلى دمشق لخط بطول 400 كم أكثر من 4.5 ساعة، إذْ يوجد ما يقارب 25 محطة على امتداد الخط لا تتجاوز فيها السرعات 40 كم /سا [4]. السرعات الموجودة هي السرعات الاستثمارية للوضع الراهن بحيث يجب قطع المسافة بـــ 4 ساعات،كما تستغرق الرحلة بين حلب – دمشق بالقطارات العادية إلى أكثر من 6.5 ساعة، وهذا عائد للتوقفات الطويلة في المحطات لانتظار بقية القطارات وخصوصاً بالقرب من محطة حمص بسبب وجود عدد كبير من قطارات الشحن.كما يفتقد السفر بالقطارات الحديثة إلى عوامل الراحة بسبب مشكلات في الخط، إذْ تتكرر الصدمات كل 25 م عند وصلات القضبان، فضلاً عن الاهتزازات الأفقية وخصوصاً في منطق المفاتيح وفي المنحنيات انظر الشكل (2) [3].



الشكل (1) شبكة الخطوط الحديدية السورية الحالية والمستقبلية [6]

3- مكونات القسم العلوي ووظائفه:

يتألف نظام السكك الحديدية من خمسة عناصر رئيسية وهي:

المنشآت الثابتة– العناصر المحركة والمتحركة – الحركة – نظام الإشارات – التسويق.

وتعدُّ المنشآت الثابتة وعلى الأخص القسم العلوي للخط الحديدي المعيار الأساسي الذي يحدد جودة الخطوط الحديدية، إذْ يتألف من المكونات الآتية:

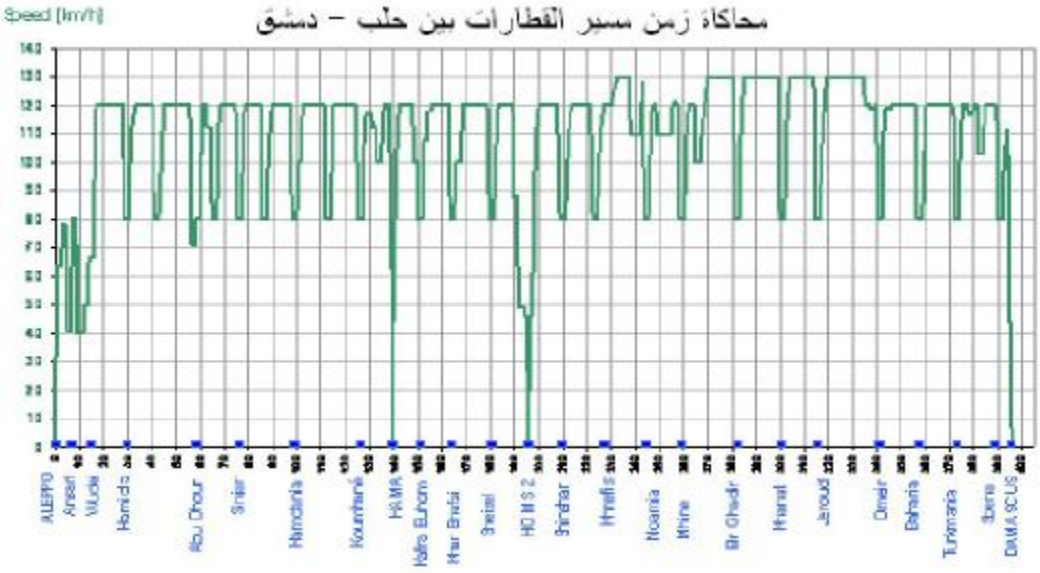
1- القضبان: وهي العناصر المعدنية التي تقوم بوظيفة توجيه العجلات وتوزيع الحمولات للعوارض، وأشهر أنواعها هو قضيب فينول، ويتم التمييز بينها عن طريق تركيبها الكيميائي ومواصفات فنية أخرى ومنها مقدار الوزن بالمتر الطولي فيقال R 50-UIC 60.

2- العوارض: وهي عناصر تتوضع بشكل عرضي على مسار السكة تقوم بوظيفة حمل القضبان وتوزيع الإجهاد، ولها أنواع عديدة: خشبية – بيتونية - معدنية ومختلطة.

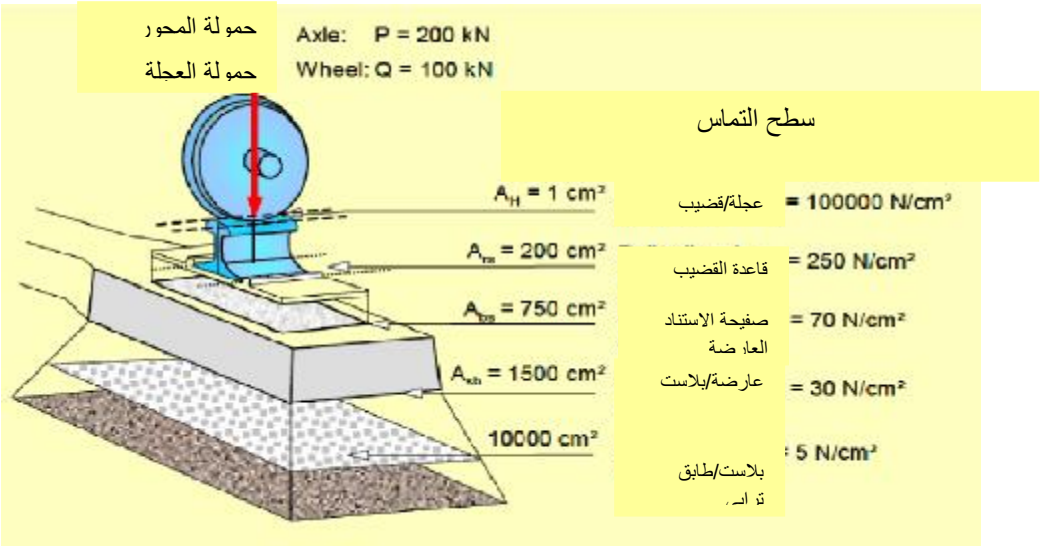
3- أدوات التثبيت: وهي مجموعة المكونات التي تقوم بوظيفة تثبيت القضبان على العوارض، كما أنها تقاوم تأثير الإجهاد العرضي للسكة، ولها أنواع منها الروسية الصلبة والفرنسية المرنة.

4- البالاست: جسم موشوري مكون من حبات صلبة يؤمن وسطاً مرناً لاستناد العوارض وتوزيع الإجهاد إلى طبقة التربة انظر الشكل (3)[5].

5 - المفاتيح: وهي مجموعة العناصر التي تقوم بتحويل مسار القطارات من خط إلى آخر، وتقسم إلى مفردة ومزدوجة.



الشكل (2) سرعة القطارات بين حلب – دمشق [3]



الشكل (3) توزيع الإجهاد بين عناصر القسم العلوي [5]

4- عيوب القسم العلوي:

1- القضبان: يمكن تقسيم عيوب القضبان إلى عيوب بنيوية (تصنيعية) وعيوب استثمارية، تكون العيوب البنيوية على شكل شقوق وتجوف جذع القضيب وتسطح رأسه.....الخ، وهذه العيوب لا تظهر إلا بعد انتهاء العمر التصميمي للقضبان، أمَّا العيوب الاستثمارية فتكون على شكل تآكل حافة الرأس الداخلية وتآكل القاعدة وتآكل نهايات القضبان عند الوصلات وأحياناً تكسر القاعدة.

2- العوارض: تتعرض العوارض البيتونية للتشقق والتكسر وتكشف قضبان التسليح ويعدُّ ظهور عيوب العوارض دليلاً على وجود خلل في العناصر الأخرى. أمَّا العوارض الخشبية فأهم عيوبها الاهتراء والتفسخ والجفاف.

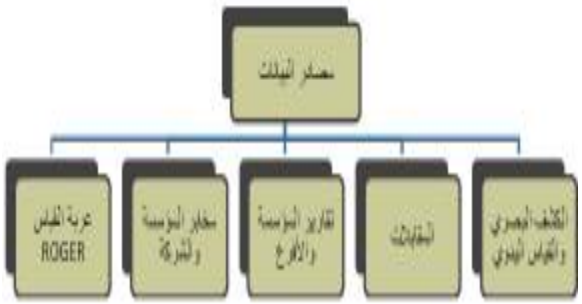
3 -أدوات التثبيت: معظم عيوب أدوات التثبيت تتركز في فقدان مكوناتها كالبراغي والوسائد المطاطية.

4- البالاست: تنقسم عيوب البالاست إلى عيوب في مادة البالاست كنوعية وشكل والتركيب الحبي لمكوناته، وقد تكون نتيجة للتوسيخ الذي يحصل للبلاست نتيجة الحمولات المارة والعوامل الجوية، ولعل أهم عيوبه هو التغيّر في الشكل الهندسي كهروب البلاست والأكتاف وأحياناً التحشية غير المدروسة للبلاست.

5- المفاتيح: تتعرض قضبان المفاتيح لاحتكاك كبير من عجلات القطارات؛ لذلك فمعظم العيوب تتركز في تغيير وسعاتها وارتخاء أدوات التثبيت وتكسرها [1, 2, 6].

5- تقييم حالة الخط الحديدي (حلب – دمشق):

لتأكيد الدراسة النظرية دُرِسَ 20 كم من خط حلب – دمشق (بالتعاون مع فريق عمل من المؤسسة العامة للخطوط الحديدية السورية) لتقييم حالته الراهنة اعتماداً على ما يأتي انظر الشكل (4):



الشكل (4): المخطط الهيكلي

القضبان:

القضبان الموجودة على الخط الرئيسي روسية R50 عمرها 30 عاماً تقريباً، ونظراً إلى عدم الاستثمار الكامل للخط فعمرها الاستثماري لم ينتهِ، ومن ثمَّ لم تلاحظ أية عيوب بنيوية، أمَّا العيوب الاستثمارية فقد اقتصرت على التآكل عند منطقة الوصلات وعند الحافات الداخلية للقضبان عند المنحنيات الخطرة، وهذه التآكلات جميعها لم تصل إلى مرحلة الخطر، ومن ثمَّ **فهي بحالة جيدة وتقبل سرعات تصل لـــ 160كم/سا.**

العوارض:

العوارض على طول الخط الرئيسي كلها بيتونية سورية (نموذج هنغاري) وإنتاج معمل حلب شكلها شبه منحرف بأبعاد: 280*248*115 ملم، تحوي 48سلكاً فولاذياً بقطر 3ملم، أو 60 سلكاً بقطر 2.5ملم، يبلغ طول العارضة 242سم ووزنها 237كغ وحجمها 0.1م3، كما تبلغ قوة الشد في الأسلاك 115كغ/مم2؛ وهذا بدوره يولد قوة ضغط على البيتون بعد نشافه قيمته 35طناً.

لوحظتْ بعض الشقوق السطحية عند مناطق الوصلات، لكنها لم تتجاوز 5%، وهو الحد المسموح للصيانة الطارئة، ومن ثمَّ يمكن عدُّ **العوارض البيتونية بحالة جيدة ولا داعي لاتخاذ أي إجراءات لها**. أمَّا العوارض الخشبية في المفاتيح فهي من نوعين بلوط وآزوب وكانت

تعاني من عيوب كثيرة كالتشققات والتآكل **<u>ومن ثمَّ لا بدَّ من إجراء صيانة طارئة لها ومزج الأنواع المختلفة مزجاً جيداً</u>**.

أدوات التثبيت:

هناك أربعة أنواع من أدوات التثبيت: روسي قاسٍ غير مباشر K-2 والنمط المطور منه K-b، وفرنسي مرن مباشر RN والنمط المطور منه NAPLA، وقد اقتصر استخدام النمط القاسي على المفاتيح وعلى مسافة 15كم بالقرب من حلب، أمَّا النمط المرن فقد توزع على كامل الخط الرئيسي حيث يتم العمل على استبدال المثبتات RN بالمثبتات NAPLA في المنحنيات كلّها. وقد أُنجزَ 15% من العمل.

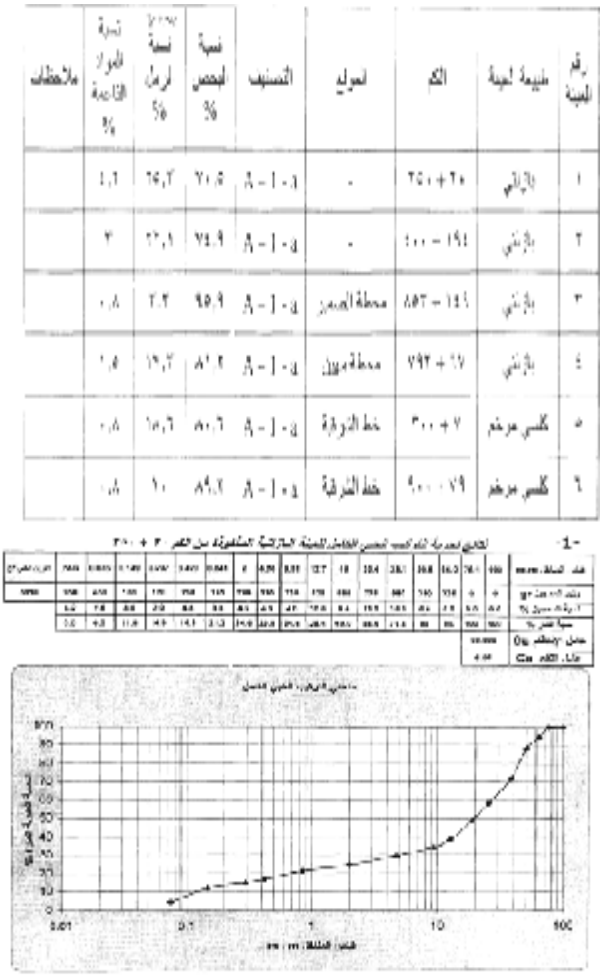
لاتعاني المثبتات NAPLA من أية عيوب، أمَّا المثبتات RN فقد تعرضت لارتخاء وخصوصاً عند المنحنيات بسبب المرونة الزائدة لوحظَ تكسر براغي التريفون لـــK-2 والسبب يعود لسببين، الأول شكل K-2 حيث تتركز إجهادات القص بين القضيب والوسادة المعدنية في براغي التثبيت، والسبب الثاني يعود لخلل في العلو الإضافي والوسعات.

كما لوحظ فقدان الوسائد المطاطية بنسبة كبيرة **<u>ومن ثمَّ تحتاج أدوات التثبيت إلى صيانة طارئة</u>**.

البالاست:

البالاست المستخدم هو من الصخر البازلتي المكسر وهو من أجود أنواع البالاست نظراً إلى المقاومات العالية التي يمكن أن يحققها، فضلاً عن مقاومة التآكل والاهتراء وقدرة التحمل العالية على الضغط. نتيجة للتحشية فقد رُفِعَ مستوى الخط فوق المستوى التصميمي، كما لوحظَ تكشف نهايات العوارض نتيجة هروب الأكتاف، وتوسخ البالاست في مناطق الرمال وأماكن نقل الفوسفات، ووجود نسبة كبيرة من الحصويات الدائرية في منطقة الوصلات . ولتأكيد الفحص البصري استُعِينَ بمخبر الشركة العامة لإنشاء الخطوط بحلب انظر الشكل (5). حيث فُحِصَتْ ست عينات:

- من بين العينات الست كانت هناك عينة واحدة تحقق النورمات العالمية وهي العينة الثالثة إذْ لم تتجاوز قيمة الذرات الناعمة 5%،
- أمَّا العينة السادسة فقد تجاوزت القيم المسموحة ولكن بنسبة قليلة وبالتالي تعدُّ عينة جيدة نسبياً .



الشكل (5) تجربة التحليل الحبي للبلاست[6]

- وكانت هناك عينتان وهما الرابعة والخامسة تجاوزت فيهما

نسبة الذرات الناعمة 20%، ومن ثمَّ فهما عينات سيئة.
- أمَّا بقية العينات فتعدُّ عينات مرفوضة نظراً إلى وصول نسبة الذرات الناعمة إلى30 %.
- نلاحظ عدم وجود ذرات بحص تتجاوز أبعادها 70 ملم، وهذا يدلُّ على أن البالاست كان مطابقاً للشروط المعيارية في أثناء التنفيذ.
- نلاحظ وجود تدرج حبي جيد بالنسبة ذرات إلى البحص وهذا أيضاً يدلُّ على جودة اختيار الذرات في أثناء التنفيذ.
- **<u>بالنتيجة يتبين لنا أن البالاست بحالة سيئة ويتطلب إعادة غربلة وتعويض النقص.</u>**

المفاتيح:

عدد المحطات الموجود على الخط بحدود 25 محطة، والسرعات الفعلية عليه لا تتجاوز 40 كم/سا، فإذا عددنا أن القطار يحتاج إلى تخفيف السرعة قبل 1كم ومسافة المحطة ثم 1كم ليرجع لسرعته، فهذا يعني أن هناك 75كم من الخط تخفض السرعة فيها، ومن هذا المنطلق ينبغي البحث جدياً عن عيوب المفاتيح:

- المفاتيح الموجودة في المحطات من النوع (9/1، 11/1) وبقضبان (R43، R50)، وهي بحالة عمل جيدة بالنسبة إلى الجزء المعدني (القضبان – المفاتيح – قلب التصالب وموانع الجنوح) وقد سُجِّلَتْ حالات قليلة جداً لتهشم بسيط في قلب التصالب، وتآكل قليل في الإبر ولا يوجد تشوهات دائمة على إبر المفاتيح والتآكل العمودي والجانبي محدود جداً.
- المفاتيح جميعها وعلى كامل الخط تعاني من ارتخاء في براغي المماسك والجبائر وبراغي موانع الجنوح وبراغي بطيخات الإبر وقلوب التصالب، وهذا يدلُّ على وجود خلل في مرونة الخط وضرورة استبدال أدوات التثبيت القاسي بالمرنة.
- أدوات التثبيت المستخدمة هي من النوع القاسي، وهي مفقودة بنسبة تقريبية 50% ويجب استبدال مثل هذه المثبتات بمثبتات جديدة من النوع المرن، وقد لوحظَ تركيب أكثر من نوع في المكان نفسه.
- بأخذ قياسات الوسعات الموجودة في المفاتيح تبيّن أن قسماً من هذه القياسات غير نظامية.

6- تصنيف عيوب مكونات القسم العلوي: صُنِّفَتْ هذه العيوب إلى ستة هي:

1- الانخفاسات: التغيّر الانسيابي في مستوى الخط التي تحدث بسبب عدم تساوي مرونة الخط (قد يكون اختلاف درجة رص البالاست، أو صيانة بعض الأجزاء وإهمال بعضها الآخر). تُقاس الانخفاسات بتباعدات 10م بوتر طوله20م. وهو على عدة درجات:
- التغيّر الانسيابي الذي يمتد على مسافة تزيد عن 10 أمتار.
- التغيّر الحاد الذي يمتد على مسافة أقل من 10 أمتار.
- الصدمات وهي الانخفاسات الحاصلة نتيجة هبوط عارضة واحدة أو اثنتين.

2- الفتل: التغيّر المتتالي في منسوب كلا طرفي الخط في اتجاهين مختلفين بحيث تكون المسافة بين نقطتي الانحراف الأعظمي في المستوى أقل من 25 متراً.

3- فرق المستوى: هو الاختلاف في المستوى بين طرفي الخط.

4- الإزاحة: هو تحرك كامل الخط باتجاه المستوي الأفقي. يحدث مثل هذا العيب بسبب الصيانة الآلية الخطأ أو بسبب هروب البلاست.

5- التوسع: هو زيادة في عرض الخط (الوسعة) ويُقاس بين الوجهين الداخليين للقضبان في المستوى الذي ينخفض بمقدار 13ملم عن ظهر القضيب.

6 -التضييق: هو النقص في عرض الخط (الوسعة) ويقاس بين الوجهين الداخليين للقضبان في المستوى الذي ينخفض بمقدار 13ملم عن ظهر القضيب. يحدث هذا العيب بسببين
- جنوح القطارات ومن ثمَّ تكسر وسط العارضة، وحدوث التضييق.
- سوء التنفيذ.

7- تقييم وضع الخط استناداً إلى المعايير والعيوب الستة السابقة:

استُعينَ بعربة ROGER لقياس العيوب السابقة انظر الشكل (6)، حيث أُخذَتِ القراءات لعشرين كيلومتراً موزعة على كامل المسار، وحُلِّلَ كل كيلومتر على حدة.

- آلية فحص الخطوط تعمل على خطوط ذات وسعات mm (1435,1000)
- يبلغ طول العربة 9.5 m
- الوزن 26 ton
- السرعة الأعظمية 80 Km/h

الشكل (6)Roger400 Syrian

- استطاعة المحرك 314 kw
- المسافة بين محاور العربة 5.5 m

المنهج المتبع في التحليل:

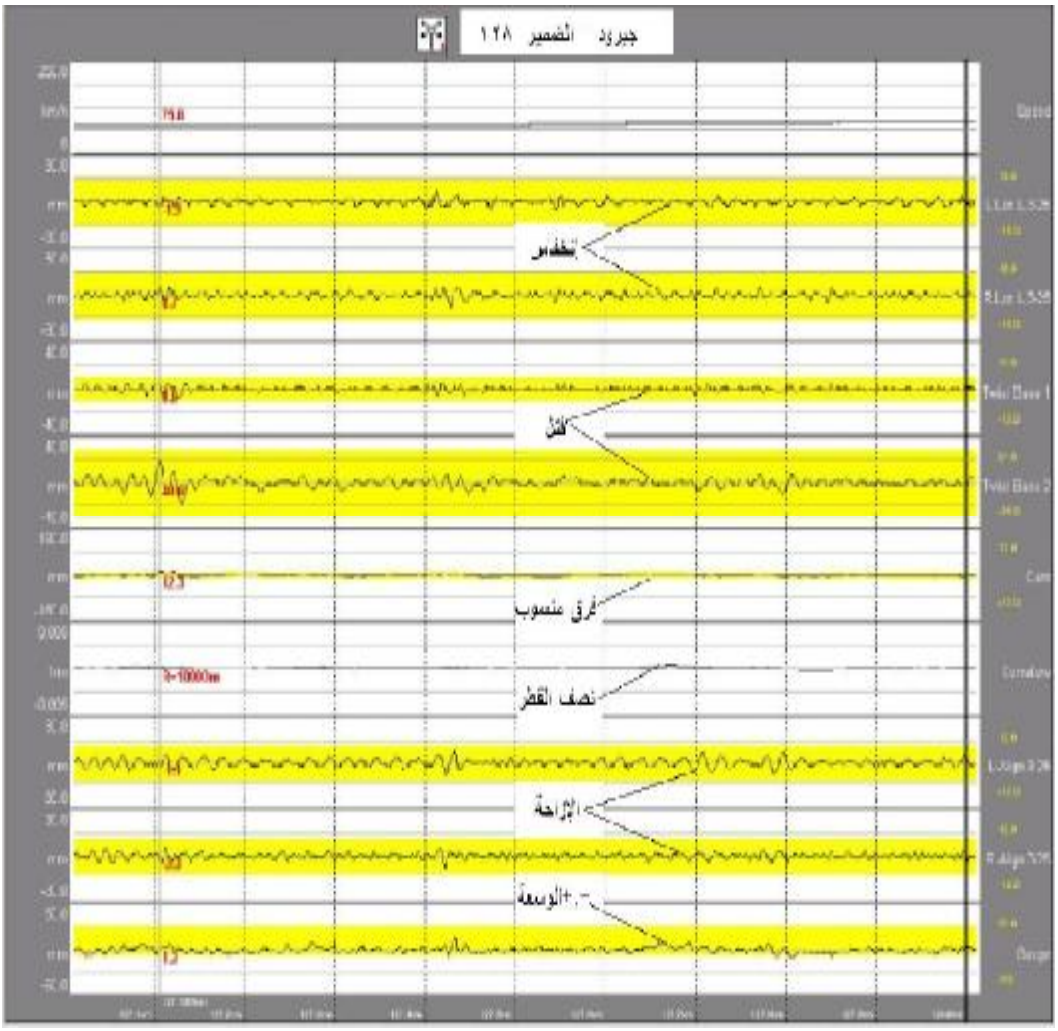
استُعينَ بالكود الروسي لتقييم الخطوط الحديدية (لأن هذه الخطوط الحديدية مصممة وفق الكود الروسي)، إذْ يعدُّ أن لكل عيب من العيوب الستة عامل ثقل يتعلق بخطورة العيب، وكلما كان العيب خطير كان عامل الثقل كبيراً، ومن ثمَّ قيمة الغرامة كبيرة، ومنه فإن عيباً من الدرجة الثالثة بالنسبة إلى الفتل تختلف خطورته عن عيب من الدرجة الثالثة بالنسبة إلى الوسعة، وقد قُسِّمَتْ العيوب إلى خمس درجات كما في الجدول [1] [7].

والشكل (7) برنامج عربة ROGER تاريخ الكشف 20.12.2009.

الجدول [1] تقسيم العيوب إلى خمس درجات [7]

نوع العيب	مقدار العيب	درجة العيب	الغرامة	السرعة المسموحة كم/سا	نوع العيب	مقدار العيب	درجة العيب	الغرامة		السرعة المسموحة كم/سا
الانخفاس	10-1	1	0	100/140	الفتل	1 -8	1	0	0	100/140
	15-11	2	2			12 -9	2	1	2	
	20-16	3	10			16-13	3	30	10	
	25-21	4	50	80/120		20-16	4	500	200	80/120
	35-26	5	500	60		30-21	5	1000	1000	60
	35<			15		30<				15
فرق المستوى	6-1	1	0	100/140	الإزاحة	3-1	1	0		100/140
	12-7	2	0,1			5-4	2	1		
	20-13	3	1			7-6	3	15		
	25-21	4	15	80/120		9-8	4	500		80/120
	35-26	5	250	60		17-10	5	1000		60
	35<			15		17<				15
التوسع 1435 R>350	8-1	1	0	100/140	التضييق 1435	4-1	1	0		100/140
	11-9	2	1			6-5	2	1		
	16-12	3	10			8-7	3	2		
	26-16	4	100	80/120		10-9	4	100		80/120
	26<	5	1000	25		10<	5	1000		15

مجموع الغرامات للعيوب كلّها على مسافة كيلومتر واحد	تقييم الخط
60-0	ممتاز
120-61	جيد
500-120	مقبول
أكبر من 500	غير مقبول



الشكل (7) برنامج عربة ROGER

الجدول [2] نتائج الشكل(7)

جدول يبين الأعطال الموجودة ضمن الكم 128 الواقع بين محطتى (جيرود-الضمير) تاريخ الكشف 20\12 \2009						
الكيلومتر	الوتد	إنخفاس (مم)	فرق المستوى (مم)	فتل (مم)	إزاحة (مم)	وسعة (مم)
128	1	4	8.3	11	5.3	6
	2	7	12	20	5.1	5
	3	2.5	5	6	3.4	7
	4	3	7	6.7	4	5
	5	7	12	8	8	14
	6	4	9	6	2	5
	7	2	2.2	3	5	9
	8	5	7	6	7	7
	9	4	5	8	3	5-
	10	3	2.7	3	3	2.7

الجدول[3] صفيحة إكسل مبرمجة وفق المعطيات السابقة لتقييم حالة كل كيلو متر على حدة:

تحليل الكم ١٣٨ الواقع بين محطتي (جديدة-الصنمين)
تاريخ الكشف ٢٠٠٩\١٢\٢٠

الوتد	العيب	مقدار العيب	درجة العيب	الغرامة	السرعة المسموحة
1	الانخفاس	4	1	0	100/140
	الفتل	11	2	2	100/140
	فرق منسوب	8.3	2	0.1	100/140
	الزاحة	5.3	3	15	100/140
	التوسع	6	1	0	100/140
	التضييق	-	-	0	100/140
2	العيب	مقدار العيب	درجة العيب	الغرامة	السرعة المسموحة
	الانخفاس	7	1	0	100/140
	الفتل	20	4	200	80/120
	فرق منسوب	12	2	0.1	100/140
	الزاحة	5.1	3	15	100/140
	التوسع	5	1	0	100/140
	التضييق	-	-	0	100/140
3	العيب	مقدار العيب	درجة العيب	الغرامة	السرعة المسموحة
	الانخفاس	2.5	1	0	100/140
	الفتل	6	1	0	100/140
	فرق منسوب	5	1	0	100/140
	الزاحة	3.4	2	1	100/140
	التوسع	7	1	0	100/140
	التضييق	-	-	0	100/140
4	العيب	مقدار العيب	درجة العيب	الغرامة	السرعة المسموحة
	الانخفاس	3	1	0	100/140
	الفتل	6.7	1	0	100/140
	فرق منسوب	7	2	0.1	100/140
	الزاحة	4	2	1	100/140
	التوسع	5	1	0	100/140
	التضييق	-	-	0	100/140
5	العيب	مقدار العيب	درجة العيب	الغرامة	السرعة المسموحة
	الانخفاس	7	1	0	100/140
	الفتل	8	1	0	100/140
	فرق منسوب	12	2	0.1	100/140
	الزاحة	8	4	500	80/120
	التوسع	14	3	10	100/140
	التضييق	-	-	0	100/140

العيب	العيب	مقدار العيب	درجة العيب	الغرامة	السرعة المسموحة
6	الانخفاس	4	1	0	100/140
	الفتل	6	1	0	100/140
	فرق منسوب	9	2	0.1	100/140
	الزاحة	2	1	0	100/140
	التوسع	6	1	0	100/140
	التضييق	-	-	0	100/140
7	العيب	مقدار العيب	درجة العيب	الغرامة	السرعة المسموحة
	الانخفاس	2	1	0	100/140
	الفتل	3	1	0	100/140
	فرق منسوب	2.2	1	0	100/140
	الزاحة	5	2	1	100/140
	التوسع	9	2	1	100/140
	التضييق	-	-	0	100/140
8	العيب	مقدار العيب	درجة العيب	الغرامة	السرعة المسموحة
	الانخفاس	6	1	0	100/140
	الفتل	6	1	0	100/140
	فرق منسوب	7	2	0.1	100/140
	الزاحة	7	3	15	100/140
	التوسع	7	1	0	100/140
	التضييق	-	-	0	100/140
9	العيب	مقدار العيب	درجة العيب	الغرامة	السرعة المسموحة
	الانخفاس	4	1	0	100/140
	الفتل	8	1	0	100/140
	فرق منسوب	5	1	0	100/140
	الزاحة	3	1	0	100/140
	التوسع	-	-	0	-
	التضييق	5	2	1	100/140
10	العيب	مقدار العيب	درجة العيب	الغرامة	السرعة المسموحة
	الانخفاس	3	1	0	100/140
	الفتل	3	1	0	100/140
	فرق منسوب	2.7	1	0	100/140
	الزاحة	3	1	0	100/140
	التوسع	2.7	1	0	100/140
	التضييق	-	-	0	100/140

مجموع الغرامات لكل عيب/كم						مجموع علامات الغرامة لكافة العيوب في الكيلومتر	تقييم الخط
الانخفاس	الفتل	فرق المستوى	الزاحة	التوسع	التضييق		
0	202	0.6	548	11	1	762.6	غير مقبول

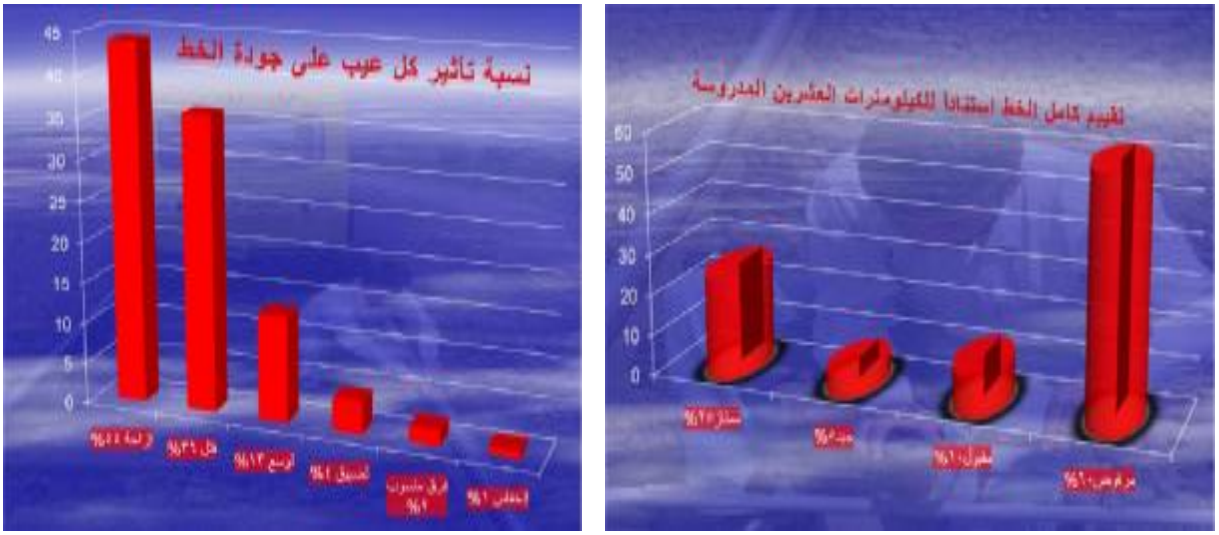
وقمنا بتكرار الدراسة لبقية الكيلومترات فكانت النتائج في الجدول [4] كالآتي:

الجدول 4 : تقييم الكيلومترات كلّها

تقييم جودة كافة الكيلومترات المدروسة

المحطة	مجموع العلامات لكل عيب/كم						مجموع علامات الغرامة لكافة العيوب في الكيلومتر	تقييم الخط
	الانخفاض	الفلل	فرق المنسوب	الإزاحة	التوسيع	التضييق		
رضيعي-حميدي (١٧١)	0	24	17	10	3	0	02	جيد
رضيعي-حميدي (١٦٦)	2	14	21	2002	101	0	2140	غير مقبول
حميدي-ابوظهور (١٦٥)	2	2214	2	2018	110	0	4348	غير مقبول
ابوظهور-سنجار (١٣٥)	4	16	2	2021	213	1	2257	غير مقبول
سنجار-حمدانية (١١٣)	0	4	1	8	0	0	13	ممتاز
حمدانية-قحطانية (١٩)	0	2012	1	19	11	0	2043	غير مقبول
قحطانية-حمدانية (١٥)	4	626	2	1521	330	0	2483	غير مقبول
حمدانية-كفربهم (٤٥)	2	1033	1	1618	610	0	3067	غير مقبول
كفربهم-خربشة (٣١)	12	2236	270	1017	10	0	3545	غير مقبول
خربشة-سنجار (٢١)	6	10	1	2	0	0	19	ممتاز
حمص-سنجار (١٣)	4	10	3	5	0	0	22	ممتاز
حمص-تشرين (٩)	26	1023	2	85	1110	0	2223	غير مقبول
حمص-تشرين (٧)	6	30	15	564	610	0	1226	غير مقبول
تشرين-حديثين (٣٠)	2	216	0	30	10	2	272	مقبول
خديثين-البعاجية (٣٥)	10	10	3	2	0	0	25	ممتاز
خديثين-البعاجية (٥١)	0	24	10	520	1000	1001	2561	غير مقبول
البعاجية-ميس (٣٣)	0	14	2	5	20	4	45	ممتاز
ميس-حمادات (١٠٨)	4	1445	253	2018	110	1	4832	غير مقبول
الحمادات-حمرون (١١٣)	0	226	0	0	0	0	234	مقبول
حمرون-الحصين (١٢٨)	0	202	1	548	11	1	763	غير مقبول
متوسط الكيلومترات	متوسط الغرامات لكل عيب على كامل المسار						مجموع متوسط علامات الغرامة لكافة العيوب في الكيلومتر	تقييم الخط
	الانخفاض	الفلل	فرق المنسوب	الإزاحة	التوسيع	التضييق		
	4	598	32	784	219	53	1690	غير مقبول

وبتحليل هذه النتائج يتضح لنا ما يأتي في الشكل (8):



الشكل (8) تحليل النتائج

8- **النتائج**:

ومن خلال تحليل النتائج السابقة تبين لنا ما يأتي:

§ العيوب الحاسمة في تقييم الكيلومترات كانت الإزاحة والفتل (معيار الثقل كبير) (إن العامل الأساسي لظهور هذه العيوب هو البالاست).

§ يأتي بعدها الوسعة (العامل الأساسي لظهوره هو أدوات التثبيت).

§ لم يظهر إلا تضييق في وتد واحد وعلى الأغلب نتيجة جنوح قطار.

§ في معظم الكيلومترات ظهرت عيوب الانخفاسات وفرق المستوى، ولكنها لم تكن حاسمة (العامل الأساسي لظهور هذه العيوب هو البالاست).

§ لا يوجد تكرار للإزاحة والفتل بين الأوتاد المتتالية على عكس الوسعة.

§ لوحظ وجود ذروة للوسعة وقيمها تتناقص بالتدريج.

§ لوحظ وجود ارتباط بين (الإزاحة والوسعة) - (الانخفاس وفرق المستوى).

§ القضبان وضعها جيد وهي قادرة على تخديم قطارات بسرعات 160كم/سا.

§ العوارض البيتونية وضعها جيد جداً ولا تتطلب أية أعمال. أمَّا الخشبية فوضعها سيئ.

§ أدوات التثبيت القاسية وضعها سيئ، أمَّا المرنةRN فتتطلب استكمال الاستبدال، والوسائد غير موجودة. أمَّا NAPLA فتشكل 15% بشكل تقريبي من الخط ووضعها جيد.

§ البالاست وضعه سيئ جداً من حيث التلوث، ومن حيث مقطعه.

§ الوصلات وضعها سيئ وعلى أية حال يفضل التحول للخطوط الملحومة.

§ المفاتيح: العناصر المعدنية وضعها مقبول، أمَّا أدوات التثبيت والعوارض فوضعها سيئ جداً.

9- **المقترحات**:

1- القضبان:

- نقترح قص نهايات القضبان 0.5 متر من كل طرف والتحول للقضبان الملحومة.
- نقترح قلب القضبان في المنحنيات الشديدة.
- يجب القيام بأعمال الجلخ بعد إنهاء الأعمال.

2- العوارض:

- العوارض البيتونية وضعها جيد ونقترح المحافظة عليها بعد التأكد من صلاحية الخوابير. ومعالجة العوارض ذات الشقوق بالايبوكسي واستعمالها في الخطوط الثانوية.
- أمّا العوارض الخشبية فيجب استبدال التالف منها.

3- أدوات التثبيت:

- استكمال استبدال أدوات التثبيت ذات النموذجين (القاسية وRN) بـــ (NAPLA).
- تعويض النقص في الوسائد المرنة على كامل المسار .
- شد البراغي والعزقات.

4- البالاست:

- نقترح غربلة كامل البالاست وتطبيق النورم الأوربي (31.5-63) مم.
- إعادة توزيع البالاست بأكتاف 1 م، وعمق 30 سم على الأقل .

5- المفاتيح:

- نقترح إزالة المفاتيح واستبدالها بالكامل بمفاتيح جديدة موافقة للمواصفات الفنية.

المراجع

1- زعرور، جندب، السكك الحديدية-1
منشورات جامعة تشرين 1993/1994

2- صيد ناوي، جوزيف-الوادي، هاجم، السكك الحديدية 1منشورات جامعة دمشق1995/ 1996

3- الدراسة الإيطالية لتطوير الخطوط السورية 2009.

4- تقارير المؤسسة العامة للخطوط الحديدية السورية.

5- Coenraad Esveld, MODERN RAILWAY TRACK - Second Edition 2001

6- تقارير الشركة العامة لإنشاء الخطوط الحديدية.

7- الياس، عدنان، صيانة الخطوط الحديدية، المؤسسة العامة للخطوط الحديدية 1981.

.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2011/7/4.