دراسة إمكانية زيادة الاستطاعة التمريرية على الخطوط المفردة في شبكة الخطوط الحديدية السورية (محور دمشق حمص)

الدكتور المهندس محمد هاجم الوادي[1] **المهندسة ريم حافظ[2]**

الملخص

تتضمن هذه الورقة دراسة للاستطاعة التمريرية في حالة الخطوط المفردة والإجراءات الإضافية التي تهدف إلى زيادتها بشكل تدريجي بما يتناسب وحجوم النقل المتوقعة قبل التحول إلى الخطوط المزدوجة ، ونأخذ مثالاً من شبكة الخطـوط الحديدية السورية، وهو الخط الحديدي بين دمشق – حمص.

تعتمد الدراسة على الأسس النظرية المعتمدة في حساب الاستطاعة التمريرية، وعلى تقسيم شبكة الخطـوط الحديديـة السورية إلى مقاطع . اِقْتُرِحَتْ ثلاثة خيارات قبل الانتقال إلى الخطوط المزدوجة، وبيّنت النتائج أن اعتماد هذه الخيارات سيزيد الاستطاعة التمريرية للخط المفرد بين دمشق وحمص بمقدار أكثر من ثلاثة أضعاف لحجوم البضائع وأكثر من الضعفين لعدد الركاب.

[1] أستاذ مساعد– قسم النقل والمواصلات – كلية الهندسة المدنية – جامعة دمشق.

[2] قائمة بالأعمال – قسم النقل والمواصلات – كلية الهندسة المدنية – جامعة دمشق.

1- المقدمة

تشهد شبكة الخطوط الحديدية السورية تطوراً كبيراً يشمل تنفيذ خطوط إضافية، وتطوير الخطوط الحالية، والانتقال من الخطوط المفردة إلى الخطوط المزدوجة .

نقدم في هذه الورقة دراسة للاستطاعة التمريرية للخطوط المفردة، ومقترحات فنية تهدف إلى زيادتها بشكل تدريجي بما يتناسب وحجوم النقل المتوقعة قبل التحول إلى الخطوط المزدوجة ، ونأخذ مثالاً الخط الحديدي دمشق – حمص .

2- مفاهيم الاستطاعة التمريرية Railway Capacity [1,2]

الاستطاعة التمريرية لأي نظام نقل هو قدرته على استيعاب حجم الطلب عليه. وتقاس الاستطاعة التمريرية لنظام النقل بالخطوط الحديدية بكمية البضائع أو عدد الركاب الذين يمكن نقلهم في اليوم بين محطتين معينتين بوساطة قطارات البضائع أو الركاب .

تعرف **الاستطاعة التمريرية النظرية Theoretical Capacity** بأنَّها أكبر عدد نظري من أزواج قطارات البضائع في اليوم التي يمكن تسييرها على خط في مقطع من شبكة الخطوط الحديدية وفق مخطط سير وبرنامج تشغيل محددين.

نفترض عند حساب الاستطاعة التمريرية النظرية أن القطارات جميعها متساوية من حيث الأولوية، وتتحرك خلال اليوم دون انقطاعات. كما يتم تجاهل تأثيرات الحركة والتشغيل بسبب الصيانة أو الأعطال الطارئة .

الاستطاعة التمريرية العملية Practical Capacity: وهي العدد الفعلي من أزواج قطارات الشحن الذي يمكن تسييره على مقطع من شبكة الخطوط الحديدية. وهي تأخذ بالحسبان طبيعة الحركة المختلطة للقطارات، والأولويات غير المتساوية لها، وعدم تجانس تركيبة القطارات وأوزانها وأوقات الذروة.

عملياً تساوي الاستطاعة التمريرية العملية نحو ثلثي الاستطاعة التمريرية النظرية.

الاستطاعة التمريرية المستخدمة Used Capacity: وهي العدد الفعلي من أزواج قطارات الشحن الذي يمرّر فعلياً على المقطع من شبكة الخطوط الحديدية. وهي تعكس التغيرات الفعلية في الحركة والتشغيل بسبب أعمال الصيانة أو الأعطال الطارئة مثل كسر في القضبان أو تعطل الإشارات أو الحوادث، وتكون عادة أقل من الاستطاعة التمريرية العملية.

الوفر في الاستطاعة التمريرية Available Capacity: وهو الفرق بين الاستطاعة التمريرية العملية والاستطاعة التمريرية المستخدمة. وهي تعبّر عن استطاعة تمريرية مفيدة عندما يمكن إضافة قطارات جديدة، وفي الحالة المعاكسة تعبّر عن استطاعة تمريرية ضائعة.

تؤثر في الاستطاعة التمريرية عوامل عديدة يمكن تصنيفها إلى المجموعات الرئيسة الثلاث الآتية:

المجموعة الأولى وتتعلق ببنية الخط (مثل: مكونات القسم العلوي، طول المقطع بين محطتين رئيستين، نظام الإشارات، المسافة الوسطية بين محطات التوقف والتجاوز)

المجموعة الثانية وتتعلق بالشروط الحركية (مثل: السرعة، الأولوية للقطارات، عدم تجانس القطارات المتحركة على الخط، مخطط سير القطارات)

المجموعة الثالثة وتتعلق بالظروف التشغيلية (مثل: الأعطال في الخط، التوقفات، نوعية الخدمة)

3- أسس حساب الاستطاعة التمريرية للخطوط المفردة

تعطى الاستطاعة التمريرية النظرية للخط المفرد مقدرة بعدد من أزواج القطارات في المرجع [1]بالعلاقة :

$$N = \frac{1440}{T_{per}} \qquad (1)$$

إذْ N عدد أزواج قطارات البضائع في اليوم.

T_{per} دورة مخطط سير القطارات مقدرة بالدقائق ويساوي مجموع أزمنة المسير الصافي ذهاباً وإياباً على القسم الأكثر صعوبة بين محطتين متجاورتين بسبب كبر المسافة أو شدة الارتقاء فضلاً عن أزمنة تتعلق بالتشغيل مثل فواصل الوصول والترحيل والتلاقي.

في المرجع [2] تعطى الاستطاعة التمريرية النظرية بالعلاقة (2):

$$N = \frac{1440}{Et + Wt + Vt} * 2Ef \qquad (2)$$

N عدد القطارات في اليوم

Et زمن الذهاب (بالاتجاه الفردي)

Wt زمن الإياب (بالاتجاه الزوجي)

Vt أزمنة التسارع والتباطؤ

Ef معامل الفعالية ويتعلق بنظم الإشارات المستخدمة ويتراوح بين 60 % في نظام الإشارات الآلي إلى 80% في نظام التحكم المركزي.

يجري تنظيم مخطط سير القطارات في جملة إحداثيات متعامدة، إذْ يمثل الزمن على المحور الأفقي والمسافات على المحور الشاقولي، وتمثل المحطات بخطوط أفقية.

عند حساب الاستطاعة التمريرية يمكن أن نصادف إحدى الحالات الأربع التالية لدورة المخطط Tper (الشكل1)

مدلولات الرموز المستخدمة في الشكل 1

t1 = الزمن اللازم للقطار بين المحطتين بالاتجاه الفردي

t2 = الزمن اللازم للقطار بين المحطتين بالاتجاه الزوجي

exp1= الفاصل اللازم لترحيل القطار بالاتجاه الفردي

exp2 = الفاصل اللازم لترحيل القطار بالاتجاه الزوجي

rec1= الفاصل اللازم لاستقبال القطار من الاتجاه الفردي

rec2= = الفاصل اللازم لاستقبال القطار من الاتجاه الزوجي

الحالة الأولى:

تكون الأولوية متساوية للقطارات الفردية والزوجية . تتألف دورة المخطط حسب التسلسل من فاصل الترحيل للقطار الفردي عند المحطة J ،وزمن المسير بين المحطتين للقطار الفردي، وفاصل الترحيل للقطار الزوجي عند المحطة K، وزمن المسير للقطار الزوجي.

الحالة الثانية:

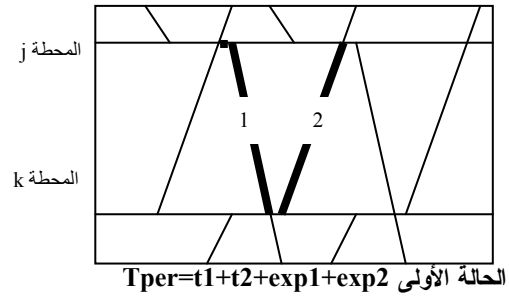
تكون الأولوية للقطارات الفردية. تتألف دورة المخطط حسب التسلسل من زمن المسير بين المحطتين للقطار الفردي، وفاصل الترحيل للقطار الزوجي عند المحطة K، وزمن المسير للقطار الزوجي، وفاصل الوصول للقطار الزوجي عند المحطة J .

الحالة الثالثة:

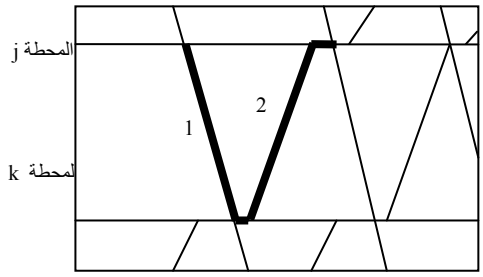
تكون الأولوية للقطارات الزوجية . تتألف دورة المخطط حسب التسلسل من فاصل الترحيل للقطار الفردي عند المحطة J ،وزمن المسير بين المحطتين للقطار الفردي، وفاصل الوصول للقطار الفردي عند المحطة K، وزمن المسير للقطار الزوجي.

الحالة الرابعة:

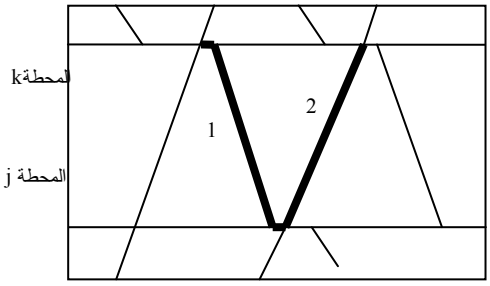
تكون الأولوية متساوية للقطارات الفردية والزوجية . تتألف دورة المخطط حسب التسلسل من زمن المسير بين المحطتين للقطار الفردي، وفاصل الوصول للقطار الفردي عند المحطة K، وزمن المسير للقطار الزوجي، وفاصل الوصول للقطار الزوجي عند المحطة J .



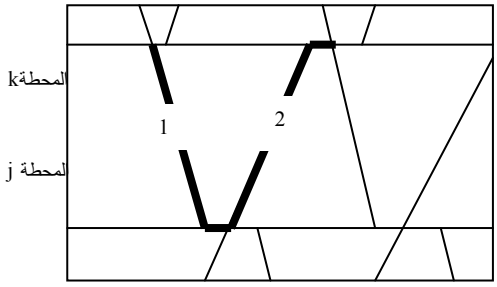
الحالة الأولى Tper=t1+t2+exp1+exp2



الحالة الثانية Tper=t1+t2+exp2+rec2



الحالة الثالثة Tper=t1+t2+rec1+exp2



الحالة الرابعة Tper=t1+t2+rec1+rec2

الشكل 1 : الحالات المستخدمة في حساب دورة مخطط سير القطارات

في المرجع [1] تعطى قيم الفواصل الزمنية بالجدول الآتي:

جدول يبيّن قيم الفواصل الزمنية

نظام الإشارات في المحطات	الفواصل الزمنية (دقيقة)	
	exp	rec
نصف آلي	1	3-2
آلي	0.5	2-1

4- تقسيم شبكة الخطوط الحديدية السورية إلى مقاطع

اقترح الاتحاد الدولي للسكك الحديدية UIC تقسيم شبكة الخطوط الحديدية إلى مقاطع عند حساب الاستطاعة التمريرية في الخطوط الحديدية في المواصفة 406 [4]، وهي لا تعدُّ ملزمة وإنما تؤخذ كتوصية أو كمرجعية.

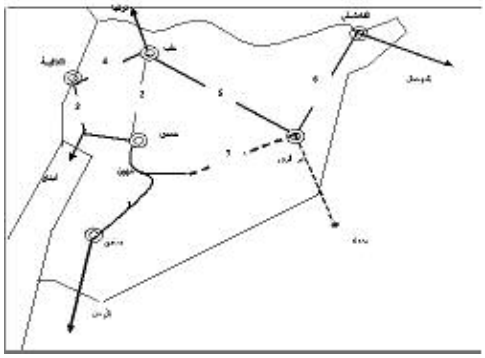
تقوم طريقة UIC على الخطوات الآتية:

- إنشاء البنية الأساسية للخطوط الحديدية.
- وضع جداول سير القطارات.
- تقسيم الشبكة إلى مقاطع أو أقسام.
- ضغط جداول سير القطارات للمقاطع.
- إيجاد الحلول لتلبية الطلب على الاستطاعة.

تُقسّم الشبكة إلى مقاطع حسب الواقع بحيث تكون الفواصل بين المقاطع هي عقد سككية رئيسية أو محطة نهائية أو محطة فاصلة بين الخطوط المزدوجة والمفردة أو محطة تقاطع، ويساوي طول المقطع عادة نحو 200 كم. إن الزيادة في طول المقطع يؤدي إلى زيادة زمن الرحلة للقطارات، ويزيد من عدد محطات التلاقي والتقابل، كما يطيل زمن الخدمة للطاقم الفني للقطار، وتحد من ثَمَّ من الاستطاعة التمريرية للخط[2].

وبهدف تنظيم مخططات سير القطارات نقترح تقسيم شبكة الخطوط الحديدية السورية إلى المقاطع الرئيسة الآتية (الشكل2):

1- مقطع دمشق وحمص بطول 204 كم
2- مقطع حمص وحلب بطول 210 كم
3- مقطع حمص واللاذقية بطول 192 كم
4- مقطع حلب اللاذقية بطول 208 كم
5- مقطع حلب دير الزور بطول 310 كم
6- مقطع دير الزور القامشلي بطول 218 كم
7- مقطع مهين الشرقية دير الزور (حالياً قيد الدراسة الجزء من الشرقية إلى دير الزور) بطول 110 كم من مهين إلى الشرقية و265 كم من الشرقية إلى دير الزور.



الشكل 2 :تقسيم شبكة الخطوط الحديدية السورية إلى مقاطع رئيسة

5- الخيارات المقترحة لزيادة الاستطاعة التمريرية على المقطع دمشق – حمص

هذه الدراسة تتناول المقطع دمشق – حمص كمثال لزيادة الاستطاعة التمريرية. يبلغ طول هذا المقطع بين محطة القدم في دمشق ومحطة حمص للركاب 203,98 كم، أما الطول بين محطتي دمشق للشحن في السبينة وحمص للشحن فهو 194,11 كم. تعدُّ محطة مهين محطة تفرع حيث يتفرع عنها خط حديد الشرقية، وعليه يمكن تقسيم المقطع إلى قسمين رئيسين:

القسم الأول بين دمشق ومحطة مهين.

والقسم الثاني بين محطة مهين وحمص.

يبيّن الجدول(2) أسماء المحطات والمسافات بينها [5]

الجدول (2): أسماء المحطات والمسافات بينها على مقطع دمشق حمص

اسم المحطة	المسافة الجزئية(كم)	الزمن الصافي للمسير(دقيقة)			
		قطارات البضائع		قطارات الركاب	
		ذهابا	إيابا	ذهابا	إيابا
دمشق القدم				00	
دمشق البضائع	5,76	00		10	10
التركمانية	16,71				
البحارية	15,45	28	30	21	22
الضمير	16,20	21	15	10	11
جيرود	25,47	30	30	17	19
الخانات	15,30	17	17	10	12
مهين	41,29	37	42	28	27
النعامية	14,84	16	14	11	10
الكم 42					
خنيفس	21,10	18	25	17	16
شنشار	13,56	19	25	10	12
حمص 2	14,20	15	25	13	13
خمص 1 (للركاب)	4,11			7	7

يبيّن الجدول (3) عدد أزواج القطارات في الوضع الحالي [5]

الجدول (3)

القسم	عدد أزواج القطارات		
	ركاب	بضائع	المجموع
دمشق – مهين	8	7	15
مهين – حمص	8	*11	19

* هذا الرقم يتضمن عدد القطارات بين دمشق ومهين

الخيارات المقترحة:

الخيار الأول – إضافة محطات تلاقي وتجاوز: يعدُّ وجود محطات التلاقي والتجاوز ضرورياً لاستثمار الخط وتشغيله. ويجب أن تكون الأطوال المفيدة لخطوط التلاقي أو التجاوز في هذه المحطات كافية لاستقبال القطارات العاملة على هذا المقطع.

تؤدي زيادة محطات التلاقي والتجاوز إلى زيادة الاستطاعة التمريرية. ويمكن الاكتفاء في هذه المحطات بخطين، الخط الرئيسي وهو امتداد الخط الجاري وخط جانبي. تنفذ هذه المحطات البسيطة في مواقع تسمح بتأمين طول مفيد يستوعب أطول قطار والميول الطولية تساوي المسموح بها في المحطات. تعطى المسافة الوسطية بين محطات التلاقي بالعلاقة

$$lm = \frac{L}{n+1} \qquad (3)$$

L= الطول الكلي للمقطع من الشبكة

Lm= المسافة الوسطية بين المحطات

n = عدد محطات التلاقي

إن المسافة بين هذه المحطات لا تكون متساوية في أغلب الحالات إن لم يكن على الإطلاق. يعبّر عن ذلك بمعامل التجانس ، ويساوي الانحراف المعياري للمسافات بين المحطات مقسوماً على المسافة المتوسطة بينها.

$$U = \frac{\sigma}{lm} \qquad (4)$$

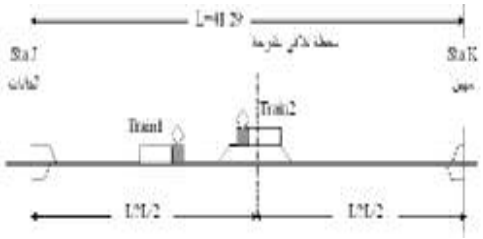
ومن أجل توزيع متساوٍ للمحطات يكون معامل التجانس مساوياً للصفر.

يبيّن الشكل (3) حالتين لإضافة محطات تلاقي وتجاوز. ونلاحظ أنّه من أجل محطة إضافية واحدة

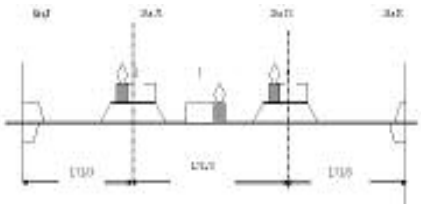
يمكن تمرير قطارين باتجاهين مختلفين في الوقت نفسه بين المحطتين J,K (الشكل 3-أ). وعند إضافة محطتين يزداد العدد إلى ثلاثة قطارات (الشكل 3-ب).

نطبق ذلك بإضافة محطة تلاقي وتجاوز بين محطتي الخانات ومهين، وبشكل مشابه نكرر ذلك بإضافة محطة تلاقي وتجاوز بين محطتي الضمير وجير ود في منتصف المسافة بينهما تقريباً.

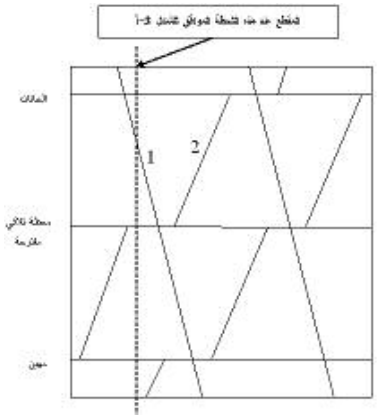
يبيّن الشكل (3 –ج) مخطط سير القطارات عند إضافة محطة تلاقي وتجاوز بين محطتي الخانات ومهين، ويمكن بالطريقة نفسها وضع مخطط سير القطارات عند إضافة محطة تلاقي وتجاوز بين محطتي الضمير وجير ود.



الشكل 3-أ: إضافة محطة تلاقي وتجاوز بين محطتي الخانات ومهين



الشكل 3- ب: إضافة محطتي تلاقي وتجاوز



الشكل 3-ج: مخطط سير القطارات عند إضافة محطة تلاقي وتجاوز بين محطتي الخانات ومهين

تحسب دورة المخطط وفق الاحتمالات الواردة في الفقرة 4:

Tper=t1+t2+exp1+exp2 =42 min −1

Tper=t1+t2+exp2+rec2=44 min −2

Tper=t1+t2+rec1+exp2=44 min −3

Tper=t1+t2+rec1+rec2=46 min −4

بتطبيق العلاقة $N = \frac{1440}{T_{per}}$ من أجل دورة المخطط الأكبر

نحصل على الاستطاعة التمريرية في هذا الخيار وتساوي 31 زوج قطارات.

الخيار الثاني – إضافة إشارات وسطية وتحديث نظام الإشارات: إن استخدام نظام إشارات حديث ومتطور يسمح بتخفيض أزمنة للفواصل الضرورية لوصول القطارات وترحيلها وتلاقيها في المحطات. كذلك فإنَّ إضافة إشارات وسطية تعمل بالاتجاهين الفردي والزوجي بين محطات التلاقي والتجاوز يزيد الاستطاعة التمريرية.

في الحالة التي لا يوجد فيها إشارات وسطية بين محطتين J,K فإنَّ وجود قطار واحد يشغل كامل الخط بينهما (الشكل 4-أ).

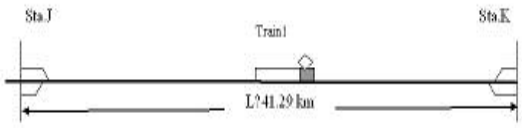
عند إضافة إشارة وسطية واحدة بين محطتين يتضاعف عدد القطارات إلى اثنين يتحركان في الاتجاه نفسه (الشكل 4-ب) وعند إضافة إشارتين وسطيتين يزداد عدد القطارات إلى ثلاثة (الشكل4-ج).

في هذا الخيار نقترح إضافة إشارات وسطية بين المحطات جميعها وتحويل نظام الإشارات إلى النظام الآلي.

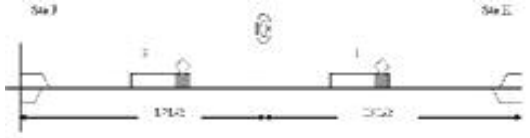
تحسب دورة المخطط في هذا الخيار من الشكلين (5و6) وتساوي

Tper=t1+t1/2+exp1+exp2+t2/2+exp2+t2 +rec2=66 min

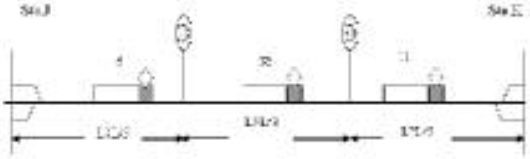
وتصل عندها الاستطاعة التمريرية إلى 21 زوجاً مضاعفاً أي 42 زوج قطارات.



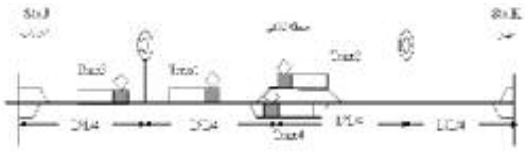
الشكل 4–أ: الحالة الأولية



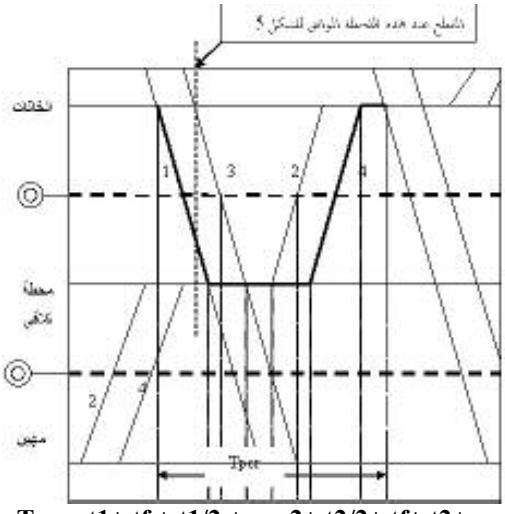
الشكل 4 –ب: إضافة إشارة وسطية



الشكل 4 –ج: إضافة إشارتين وسطيتين



الشكل 5: إضافة محطة تلاقي وتجاوز مع إشارات وسطية (الحالة المقترحة في هذه الدراسة)



$$Tper=t1+ tf + t1/2 + exp2+ t2/2+ tf+ t2+ rec2$$

الشكل 6 : مخطط سير القطارات عند إضافة إشارة وسطية

tf= فاصل التتابع بين القطارات .

الخيار الثالث– الأدوات المحركة والمتحركة:

يتألف أسطول الخطوط الحديدية السورية من قاطرات ديزل – كهربائية وقاطرات مناورة وعربات ركاب وعربات شحن. إنَّ معظم القاطرات الحالية تعاني من مشكلات بسبب نقص في قطع الغيار لمحركات الديزل. في السنوات الأخيرة اشترت المؤسسة قاطرات جديدة نوع Alstom (LDE3200) تسير بسرعة 120 كم/سا واستطاعة جرية 3200 حصان بخاري.

أمَّا عربات الركاب فيوجد أكثر من 200 عربة ركاب يمكن أن تسير بسرعة 140 كم/سا فضلاً عن قطارات الترين سيت.

أمَّا الشاحنات فهي متنوعة من صهاريج وشاحنات مكشوفة أو مغلقة وتسير بسرعة 100كم/سا. يمكن زيادة الاستطاعة التمريرية بالانتقال إلى استخدام قاطرات ذات استطاعة جرية عالية وأداء جيد ويعبر عن ذلك عادة بعدد الأحصنة البخارية. تبلغ الاستطاعة الجرية للقاطرات الحديثة من 4000 إلى 5000 حصان. ومعدل قوة الجر يعادل 0.80 حصاناً لكل طن واحد.

ويجب أن تتمتع العربات بقابلية للسرعات العالية وبتشكيل قطارات طويلة. ويمكن حالياً في بعض مؤسسات الخطوط الحديدية في الدول المتطورة سككياً تشكيل قطار بطول 100 عربة وحمولة 12500 طن.

نفترض في هذا الخيار زيادة الاستطاعة الجرية للأدوات المحركة والمتحركة بعد تحديثها بنسبة 25% عن استطاعة التجهيزات الحالية.

لتحديد حجوم النقل التي يمكن نقلها نفترض المؤشرات الآتية:

في قطارات البضائع

نوع القاطرة LDE 3200

السرعة المتوسطة 70 كم/سا

استطاعة السحب (إجمالي الوزن) = 1100 طن

الوزن الفارغ للشاحنة = 22 طناً

الحمولة الصافية = 58 طناً

معامل التحميل = 0.70

عدد الشاحنات في القطار = 18 شاحنة

عدد أيام العمل السنوية لقطارات البضائع = 300 يوم / سنة

الحمولة الصافية للقطار = 730.8 طناً

في قطارات الركاب

متوسط عدد الركاب في العربة = 60 راكباً

متوسط عدد العربات في القطار = 8 عربة

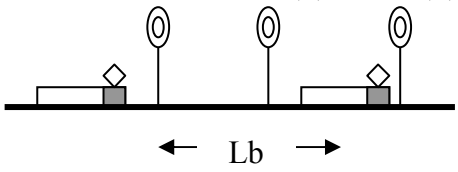
نسبة الامتلاء = 75%

عدد الركاب في القطار = 360 راكباً/قطار

عدد أيام العمل السنوية لقطارات الركاب = 360 يوماً/ سنة

الجدول (4) يبيّن نتائج الحسابات للخيارات السابقة

الحل الأخير وهو التحول من الخط المفرد إلى الخط المزدوج [6] بعد استنفاذ الخيارات الممكنة والوصول إلى حد الإشباع أي الحد الذي تتساوى فيه استطاعة الخط النقلية مع الكميات المطلوب نقلها. تعطى الاستطاعة التمريرية للخطوط المزدوجة باستعمال نظام إشارات الحجز الآلي ثنائي البلوك حسب الشكل (7) بالعلاقة (6)



الشكل 7: نظام الحجز الآلي ثنائي البلوك

$$N = \frac{l_r + l_o}{2l_b} * 24 \qquad (6)$$

إذْ l_r طول الخط في الاتجاه الفردي

l_o طول الخط في الاتجاه الزوجي

l_b طول البلوك

تستطيع الخطوط المزدوجة تشغيل من 90 إلى 100 قطار يومياً باستخدام نظام الإشارات الآلي ويزداد العدد إلى 200 قطار في نظام التحكم المركزي.

6- النتائج :

يبيّن الجدول(4) نتائج الحسابات للخيارات الثلاثة المدروسة

الجدول (4) مقارنة الخيارات لزيادة السعة التمريرية

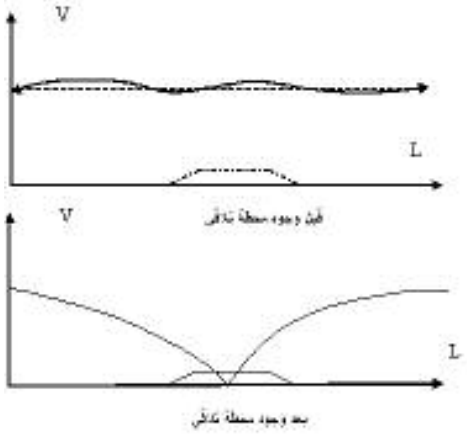
المؤشر	الوضع الحالي	الخيار 1	الخيار 2	الخيار 3
طول المقطع (كم) L	194.12	194.12	194.12	194.12
المسافة المتوسطة (كم) Lav	17.65	14.98	14.93	14.98
التباين U	0,48	0,21	0,21	0,21
الاستطاعة التمريرية النظرية (زوج قطار/يوم)	19	31	42	42
عدد أزواج القطارات المصالح في اليوم: دمشق-حمص	7	10	14	14
عدد أزواج القطارات المصالح في اليوم: حمص-دمشق - الشرقية	4	10	14	14
عدد أزواج قطارات الركاب في اليوم	8	11	14	14
حجم البضائع (طن/يوم): دمشق - حمص	4 قطار ×730.8= طن=10231	=730.8×20 قطار 14616	730.8×28قطار = 20462	=730.8×28 20462
حجم - حمص	=730.8×2 5846	14616 =730.8×20	=730.8×28 20462	=730.8×28 25578=1.25
المجموع	16000	29000	40000	50000
نسبة الزيادة %		%80	%250	%312
عدد الركاب (راكب /يوم)	360×16 راكب = 5760	7920=360×22	=360×28 10080	360×28×1.25 =12600
نسبة الزيادة % لعدد الركاب		%30	%75	%218

بعد تحليل النتائج الواردة في هذا الجدول يمكن تلخيص النتائج كما يأتي:

1- عند إضافة محطة تلاقي وتجاوز في منتصف المسافة تقريباً فقد تضاعفت الاستطاعة التمريرية بنسبة أقل من الضعفين. ونفسر السبب بأنه عند التوقفات الإضافية فإنَّ القطار يحتاج إلى تخفيض سرعته تدريجياً حتى التوقف التام في المحطة، ثم زمن فاصل التلاقي وإعادة الإقلاع، وما يتطلبه من زمن يتعلق بتسارع القطار، كما هو مبين في الشكل(8).

2- تضاعفت حجوم النقل للبضائع بمقدار 1.8 مرة في الخيار الأول، و2.5 مرة في الخيار الثاني، وأكثر من 3 مرات في الخيار الثالث.

3- تضاعف عدد الركاب بمقدار1.3 للخيار الأول، و1.75 للخيار الثاني، و2.18 للخيار الثالث.



الشكل 8: تأثير إضافة محطة تلاقي وتجاوز في سرعة القطار

4 – إن استخدام النظام الآلي للإشارات يقلل أزمنة فواصل الاستقبال والترحيل، ولكن ذلك انعكس بشكل محدود على الاستطاعة التمريرية، ويعود السبب إلى صغر هذا الزمن مقارنة بأزمنة المسير بين المحطات، وهو يعادل 1.5 دقيقة (مقدار الوفر عند استخدام النظام الآلي) إلى 40 دقيقة (مجموع زمني الذهاب والإياب بعد إضافة محطة التلاقي بين محطتي الخانات ومهين في الخيار الأول) أي بنسبة أقل من 4%. وتزداد هذه النسبة كلما صغرت المسافة بين المحطات (كما هو الحال في خطوط المترو).

5– يجب استنفاذ الخيارات الممكنة لزيادة الاستطاعة التمريرية للخطوط المفردة قبل الانتقال إلى الخطوط المزدوجة ضمن تصور يضمن أن تكون هذه الخيارات جزءاً من مخطط يسمح بالانتقال إلى الخطوط المزدوجة. وتتدرج الخطة التنفيذية لذلك من تكثيف محطات التلاقي والتجاوز إلى تحديث نظام الإشارات إلى زيادة الاستطاعة الجرية للقاطرات أو زيادة سرعة قطارات الشحن باستخدام الجر المضاعف .

المراجع:

1–صيدناوي، جوزيف؛ الوادي ،محمد هاجم1998 كتاب هندسة السكك الحديدية (2).الطبعة الأولى، منشورات جامعة دمشق،239 صفحة.

2- KRUGER, Harald "Parametric modeling in rail capacity planning" proceeding of the 1999 winter simulation conference

3-.Abril,F.Barber,L.Inglotti,M.A.Salido”An Assessment of Railway Capacity”2007 Department of Information Systems and Computation, Technical University of Valencia, SPAIN

4-UIC leaflet, International Union of Railways, France 406,Capacity,2004

5– التعميم 1592 الصادر عن المؤسسة العامة للخطوط الحديدية السورية بتاريخ 2008/3/3

6– هاي،وليام. "مقدمة في هندسة النقل " ترجمة: سعد عبد الرحمن القاضي، أنيس عبد الله التنير– جامعة الملك سعود 1999– 704 صفحة.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق: 2009/2/8.